

الله أكبر  
سبحانه  
وآمنه  
السلامة  
والعافية  
والبركة  
والخير  
والصحة  
والشفا  
والرحمة  
والشفقة  
والعزة  
والكرامة  
والجبروت  
والملكوت  
والقوة  
والعظمة  
والجلال  
والإكرام  
والعظمة  
والعظمة  
والعظمة

سرشناسه	: میرعمادی، طاهره، ۱۳۳۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: ارزیابی سیاست‌های نوآوری با رویکرد نوآوری‌های پایدار : تحولات نوین در حوزه نظر و کاربرد/نویسنده طاهره میرعمادی.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۲۷۱ص: مصور(رنگی)، جدول(رنگی)، نمودار(رنگی).
شابک	: 9786229957868
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: سیاست محیط زیست -- ارزشیابی
موضوع	: Environmental policy -- Evaluation
موضوع	: توسعه پایدار -- جنبه‌های زیست‌محیطی
موضوع	: Sustainable development -- Environmental aspects
موضوع	: توسعه پایدار -- ایران -- جنبه‌های زیست‌محیطی
موضوع	: Sustainable development -- Environmental aspects -- Iran
موضوع	: توسعه پایدار -- ایران -- سیاست دولت
موضوع	: Sustainable development -- Government policy -- Iran
شناسه افزوده	: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
رده بندی کنگره	: GE۱۷۰/م۹الف۴ ۱۳۹۸
رده بندی دیویی	: ۳۶۳/۷۰۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۶۰۰۶۶۶

## سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

**ارزیابی سیاست‌های نوآوری با رویکرد نوآوری‌های پایدار : تحولات نوین در حوزه نظر و کاربرد**

نویسنده: طاهره میرعمادی

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی: نشر پرچین

طراح روی جلد: سمیه عرب‌لو

قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان

نشانی: احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی راد،

صندوق پستی: ۱۱۵-۳۷۵۷۵

تمام حقوق مادی این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و مانند این‌ها برای سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران محفوظ است.

**ارزیابی سیاست‌های نوآوری  
با رویکرد نوآوری‌های پایدار  
تحولات نوین در حوزه نظر و کاربرد**

نوشته‌ی

دکتر طاهره میرعمادی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۲.....	مقدمه.....
	<b>فصل اول: مطالعات ارزیابی، سیاست‌های نوآوری، تبعات محیط زیستی</b>
۲.....	پیش‌گفتار.....
۳.....	۱.۱ بخش اول: کلیات ارزیابی.....
۵.....	۱.۱.۱ تعریف ارزیابی.....
۷.....	۱.۱.۲ نسل‌های مختلف ارزیابی.....
۹.....	۱.۱.۳ بنیان‌های نظری ارزیابی.....
۹.....	۱.۳.۱.۱ انگاره‌های فلسفی.....
۱۱.....	۲.۳.۱.۱ روش‌شناسی ارزیابی سیاست‌ها.....
۱۳.....	۴.۱.۱ دسته‌بندی انواع ارزیابی.....
۱۳.....	۱.۴.۱.۱ چرایی ارزیابی.....
۱۴.....	۲.۴.۱.۱ چه زمانی ارزیابی.....
۱۶.....	۳.۴.۱.۱ چگونگی ارزیابی.....
۱۷.....	۴.۴.۱.۱ چیستی ارزیابی.....
۱۸.....	۵.۱.۱ جایگاه ارزیابی در فرآیند سیاست‌گذاری.....
۲۰.....	۶.۱.۱ فنون ارزیابی.....
۲۳.....	۷.۱.۱ نقش‌ها و مسئولیت‌ها در ارزیابی.....
۲۴.....	۲.۱ بخش دوم: ارزیابی سیاست‌های نوآوری.....
۲۵.....	۱.۲.۱ کلیات.....
۲۷.....	۲.۲.۱ امتناع ارزیابی انتزاعی سیاست‌های نوآوری.....
۳۰.....	۳.۲.۱ نحوه تأثیرگذاری تحولات سیاست نوآوری بر روند ارزیابی.....
۳۳.....	۴.۲.۱ حساسیت فرآیند راهبری در اثر تحولات سیاست‌گذاری.....
۳۵.....	۵.۲.۱ مسئله آمیختگی ابزارهای سیاستی.....
۳۷.....	۶.۲.۱ ارزیابی آمیخته سیاستی.....
۳۹.....	۳.۱ بخش سوم: ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی.....
۴۰.....	۱.۳.۱ کلیات.....
۴۰.....	۲.۳.۱ ویژگی‌های خاص سیاست‌ها و مسائل زیست‌محیطی.....

۴۴.....	۳.۳.۱ گونه‌های ابزارهای سیاست زیست‌محیطی
۴۶.....	۴.۳.۱ محدوده زمانی ارزیابی معمول سیاست‌های زیست‌محیطی
۴۶.....	۵.۳.۱ الگوهای اصلی ارزیابی سیاست‌های زیست‌محیطی
۴۸.....	۶.۳.۱ خرد مایه سیاستی در مسائل محیط زیستی
۵۳.....	۷.۳.۱ روش پژوهش در ارزیابی محیط زیستی
۵۴.....	۸.۳.۱ نتیجه‌گیری

## فصل دوم: ارزیابی آمیخته سیاستی توسعه نوآوری محیط زیستی

۵۸.....	پیش‌گفتار
۶۱.....	۱.۲ بخش اول: الگوهای ارزیابی پیشینی، همزمان و پسینی و ملاحظه‌های محیط زیستی
۶۱.....	۱.۱.۲ ارزیابی پیشینی: الگوهای سنجش فناوری
۶۵.....	۲.۱.۲ ارزیابی وضعیت و یا ارزیابی همزمان سیاست با ملاحظه‌های محیط زیستی
۶۶.....	۳.۱.۲ ارزیابی پسینی سیاست‌های نوآوری با ملاحظه‌های محیط زیستی
۶۷.....	۲.۲ بخش دوم: ارزیابی آثار سیاست
۷۰.....	۱.۲.۲ نظریات نوآوری به عنوان ابزار ارزیابی و تحلیل سیاست‌ها
۷۳.....	۱.۲.۲.۱ تعریف نظام نوآوری
۷۴.....	۲.۲.۲.۱ کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و سیاست‌های مرتبط با آن
۷۶.....	۳.۲.۲.۱ مراحل روش شناختی ارزیابی کارکردی
۸۵.....	۲.۲.۲ ترسیم الگوی کارکردی نظام نوآوری
۸۹.....	۳.۲.۲ کارکردی نظام نوآوری
۹۲.....	۱.۳.۲.۲ ارزیابی عملکرد نظام بر اساس الگوی برگک
۹۶.....	۲.۳.۲.۲ ارزیابی عملکرد نظام بر اساس الگوی هکرت
۱۰۱.....	۳.۳.۲.۲ ارزیابی عملکرد نظام بر اساس سورس
۱۱۲.....	۳.۲ بخش سوم: ارزیابی تبعات سیاست‌های توسعه فناوری
۱۱۲.....	۱.۳.۲ مدیریت گذار و قلمرو نظام فنی-اجتماعی
۱۱۵.....	۱.۳.۲.۱ نحوه گذار از یک نظام نوآوری به یک نظام دیگر
۱۲۷.....	۲.۳.۲ ارزیابی مدیریت گذار سیاست‌های نوآوری به طرف توسعه پایدار
۱۳۰.....	۳.۳.۲ ارزیابی تبعات راهبری گذار
۱۳۳.....	۴.۳.۲ ارزیابی راهبری گذار از طریق تحلیل آمیخته سیاستی
۱۳۵.....	۵.۳.۲ نتیجه‌گیری فصل دوم

## فصل سوم: نگاهی بر ارزیابی سیاست‌های نوآوری پایدار در ایران

۱۴۰.....	پیش‌گفتار
----------	-----------

- ۱.۳ بخش اول کلیات؛ انرژی بخش حمل و نقل و جایگاه آن در ایران ..... ۱۴۴
- صنعت سوخت خودرو در ایران ..... ۱۵۱
- بهره‌وری انرژی در خودروها ..... ۱۵۴
- میانگین مصرف سوخت به تفکیک نوع خودرو ..... ۱۵۹
- ۱.۱.۳ ال‌پی‌جی یا گاز مایع ..... ۱۶۲
- ۲.۱.۳ سی‌ان‌جی یا گاز طبیعی فشرده ..... ۱۶۲
- ۳.۱.۳ وضعیت سوخت‌های تجدیدپذیر در کشور: بیواتانول و بیودیزل ..... ۱۶۴
- ۴.۱.۳ ارزیابی خروجی آمیخته سیاستی ..... ۱۶۵
- ۵.۱.۳ سطوح مختلف ارزیابی خروجی آمیخته سیاستی ..... ۱۶۸
- ۵.۱.۳ ارزیابی خروجی سیاست از نظر واردات ..... ۱۶۸
- ۲.۵.۱.۳ ارزیابی سیاست از نظر میزان آلودگی محیط زیست ..... ۱۶۹
- ۲.۳ بخش دوم: ارزیابی آثار آمیخته سیاستی از راه شناسایی شکست‌های نظام نوآوری فناورانه ..... ۱۷۳
- پیش‌گفتار ..... ۱۷۳
- ۱.۲.۳ تعریف نظام نوآوری فناورانه خودروهای گاز سوز ..... ۱۷۵
- ۲.۲.۳ مطالعه ساختاری نظام ..... ۱۷۵
- ۳.۲.۳ مطالعه آثار سیاست‌ها از راه تحلیل کارکردی ..... ۱۸۴
- ۴.۲.۳ ارزیابی آثار آمیخته سیاستی توسعه و انتشار فناوری سی‌ان‌جی ..... ۲۰۳
- ۳.۳ بخش سوم: ارزیابی تبعات سیاست نوآوری در پرتو چشم‌انداز چند سطحی ..... ۲۰۷
- پیش‌گفتار ..... ۲۰۷
- ۱.۳.۳ تعمیق و گسترش موضوع مطالعه: نظام اجتماعی - فنی ..... ۲۱۱
- ۲.۳.۳ تحلیل رژیم فنی - اجتماعی فناوری سوخت خودرو در ایران ..... ۲۱۲
- ۳.۳.۳ جاگوشه‌ها ..... ۲۱۴
- ۴.۳.۳ دورنما ..... ۲۱۴
- ۵.۳.۳ مفهوم فرهنگی پدیده فناوری ..... ۲۱۶
- ۶.۳.۳ سازوکارهای تأثیرگذاری دورنما، رژیم و جاگوشه ..... ۲۱۸
- ۱.۳.۳ فرآیند تثبیت رژیم ..... ۲۱۹
- ۲.۳.۳ روند بی‌ثباتی رژیم ..... ۲۲۴
- ۷.۳.۳ تبیین روند گذار ۱۳۸۹-۱۳۹۷ ..... ۲۲۷
- ۸.۳.۳ تکلمه: ارزیابی، فرصتی برای اندیشیدن ..... ۲۳۱
- منابع و مآخذ ..... ۲۳۴

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱: روش‌های پژوهش، رویکردها و فنون رایج ..... ۱۲
- جدول ۲-۱: نکته‌های کلیدی پایش ..... ۱۴
- جدول ۳-۱: نکته‌های کلیدی در ارزیابی پسین ..... ۱۶
- جدول ۴-۱: دسته‌بندی تأثیرهای سیاستی ..... ۱۷
- جدول ۵-۱: نقاط ضعف و قوت روش‌های ارزیابی ..... ۲۰
- جدول ۶-۱: شرایط راهبردی اثربخش و معیارهای تحلیلی آن‌ها ..... ۳۴
- جدول ۷-۱: گونه‌های متنوع ترکیب ابزار سیاستی از لحاظ نظری ..... ۳۶
- جدول ۸-۱: همگرایی در ترکیب ابزارهای سیاستی ..... ۳۶
- جدول ۹-۱: انواع تعامل در اجزای آمیخته سیاستی ..... ۳۷
- جدول ۱۰-۱: گام‌های عملی فرا ارزیابی آمیخته ..... ۳۸
- جدول ۱۱-۱: ویژگی‌های مسائل محیط زیست در سیاست‌گذاری ..... ۴۴
- جدول ۱۲-۱: تبیین شکست بازار از نظر نئوکلاسیک‌ها ..... ۵۰
- جدول ۱۳-۱: تبیین شکست سیستم ..... ۵۰
- جدول ۱۴-۱: شکست‌ها در آمیخته‌های سیاستی ..... ۵۱
- جدول ۱۵-۱: ویژگی‌های مسائل محیط زیستی ..... ۵۴
- جدول ۱۶-۱: معیارهای عمومی برای ارزیابی ابزارهای سیاستی ..... ۵۵
- جدول ۱-۲: معیارهای عمومی برای ارزیابی محیط زیستی ..... ۶۶
- جدول ۲-۲: بررسی تطبیقی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه ..... ۷۵
- جدول ۳-۲: ارتباط سیاست‌های مرتبط با کارکردهای نظام نوآوری ..... ۷۶
- جدول ۴-۲: شاخص‌های سنجش عملکرد نظام در فناوری نوظهور ..... ۹۵
- جدول ۵-۲: خلاصه کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و رویدادهای مرتبط برای تشخیص کارکرد ..... ۹۷
- جدول ۶-۲: مطالعه شکست‌های سیستمی در نگرش نظام نوآوری کارکردی برای سیاست‌گذاری نوآوری فناورانه ..... ۱۰۰
- جدول ۷-۲: نمونه چارچوب سیاستی سیستم نوآوری برای یک کارکرد ..... ۱۰۱
- جدول ۸-۲: فعالیت‌های راهبردی مرتبط با راهبردی مدیریت گذار ..... ۱۳۲
- جدول ۱-۳: میزان تولید ایران به تفکیک سال ۲۰۱۵ ..... ۱۴۹
- جدول ۲-۳: مصرف فراورده‌های نفتی کشور (ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۶) ..... ۱۵۲
- جدول ۳-۳: مقایسه جایگزینی مصرف بنزین با سی‌ا‌جی و ال‌پی‌جی (ترازنامه، ۱۳۹۶) ..... ۱۵۳
- جدول ۴-۳: مصرف سوخت سی‌ان‌جی در حمل و نقل (ترازنامه، ۱۳۹۶) ..... ۱۵۳

- جدول ۳-۵: معیار و بازه بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی ساخت داخل ..... ۱۵۶
- جدول ۳-۶: معیار و بازه بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی وارداتی ..... ۱۵۷
- جدول ۳-۷: محدوده گروه‌های مربوط به بازه بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی مورد استفاده در برچسب ..... ۱۵۷
- جدول ۳-۸: طبقه‌بندی و معیار مصرف سوخت خودروهای دوگانه‌سوز ساخت داخل و وارداتی ..... ۱۵۸
- جدول ۳-۹: رتبه مصرف انرژی در بین بعضی از برندهای خودرو ایرانی (شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، ترازنامه، ۱۳۹۶) ..... ۱۵۹
- جدول ۳-۱۰: آمار تولید و واردات سواری‌های تک دیفرانسیل ..... ۱۶۰
- جدول ۳-۱۱: میانگین مصرف سوخت در برندهای مختلف ملی ..... ۱۶۱
- جدول ۳-۱۲: برآورد انتشار گاز دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انواع سوخت ..... ۱۷۰
- جدول ۳-۱۳: اجزای آمیخته سیاستی نوآوری‌های محیط زیستی ..... ۱۷۴
- جدول ۳-۱۴: تقسیم‌بندی بازیگران نظام نوآوری فناورانه‌ی خودروهای گازسوز در ایران ..... ۱۷۷
- جدول ۳-۱۵: شبکه‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه سی‌ان‌جی در ایران ..... ۱۸۳
- جدول ۳-۱۶: مراحل اصلی توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز ..... ۱۸۴
- جدول ۳-۱۷: ارزیابی آثار آمیخته سیاستی: ایجاد محرک‌ها، موانع در فصل ظهور (۱۳۴۸ تا ۱۳۷۸) ..... ۱۸۶
- جدول ۳-۱۸: ارزیابی محرک‌ها، موانع و اثرات سیاست‌های توسعه نوآوری در مرحله نهادسازی (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵) ..... ۱۹۶
- جدول ۳-۱۹: برآورد مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای خودروهای سبک کشور ..... ۱۹۷
- جدول ۳-۲۰: محرک‌ها، موانع و اثر نظام نوآوری ..... ۲۰۵
- جدول ۳-۲۱: مراحل اصلی توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز ..... ۲۰۸
- جدول ۳-۲۲: مقایسه شاخص‌های مصرف بنزین ایران و ترکیه ..... ۲۲۰
- جدول ۳-۲۳: قیمت اسمی بنزین، نفت گاز و گاز طبیعی بخش حمل و نقل در کشور ..... ۲۲۱



## فهرست شکل‌ها:

- شکل ۱-۱: رابطه زمانی پایش و ارزیابی ..... ۱۵.
- شکل ۲-۱: چرخه سیاست‌گذاری ..... ۱۸.
- شکل ۳-۱: ویرایش الگوی ارزیابی ..... ۱۹.
- شکل ۴-۱: چارچوب زمانی حضور بازیگران در فرآیند ..... ۲۳.
- شکل ۵-۱: فضای سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری ..... ۲۸.
- شکل ۶-۱: تواتر اصطلاح سیاست نوآوری ..... ۳۱.
- شکل ۷-۱: پنج پارادایم سیاست‌های آبی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه ..... ۵۳.
- شکل ۱-۲: نقش‌های اعضای پروژه مدل‌سازی یکپارچه ..... ۶۴.
- شکل ۲-۲: فرآیند دوری چارچوب پیشران، فشار، وضعیت، تبعات، پاسخ ..... ۶۵.
- شکل ۳-۲: فضای سیاستی آمیخته سیاست‌های نوآوری‌های محیط زیستی ..... ۶۹.
- شکل ۴-۲: مراحل انجام تحلیل کارکردی ..... ۷۷.
- شکل ۵-۲: سطح‌های مختلف تحلیل برای ارزیابی کارکردی نظام نوآوری فناوری ..... ۷۸.
- شکل ۶-۲: تعامل بین سازوکارهای تسهیل‌کننده و تضعیف‌کننده در نظام نوآوری ..... ۹۴.
- شکل ۷-۲: انواع موتورهای نوآوری ..... ۱۰۳.
- شکل ۸-۲: توالی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری ..... ۱۰۴.
- شکل ۹-۲: توالی کارکردها در موتور محرک کارآفرینی ..... ۱۰۷.
- شکل ۱۰-۲: توالی کارکردهای موتورهای ساختاردهی ..... ۱۰۹.
- شکل ۱۱-۲: توالی کارکردها در موتور بازار ..... ۱۱۱.
- شکل ۱۲-۲: نظام فنی-اجتماعی و عناصر متعامل آن ..... ۱۱۵.
- شکل ۱۳-۲: چشم انداز چند سطحی گذارها ..... ۱۱۷.
- شکل ۱۴-۲: مسیر گذار اول ..... ۱۲۱.
- شکل ۱۵-۲: مسیر گذار دوم ..... ۱۲۲.
- شکل ۱۶-۲: مسیر گذار سوم؛ جایگزینی فناوری ..... ۱۲۴.
- شکل ۱۷-۲: مسیر گذار چهارم ..... ۱۲۵.
- شکل ۱۸-۲: تغییرهای نوآوری در رژیم و جا گوشه‌های فناوری و اجتماعی ..... ۱۲۷.
- شکل ۱۹-۲: گونه‌شناسی ظرفیت راهبری مسیرهای گذار ..... ۱۲۸.
- شکل ۲۰-۲: تعامل سیاست‌ها و مسیرهای گذار ..... ۱۲۹.
- شکل ۱-۳: درصد ذخایر گاز کشورها ..... ۱۴۳.
- شکل ۲-۳: سهم هر بخش در کاهش انتشار کربن ..... ۱۴۴.
- شکل ۳-۳: سهم هر یک از منابع انرژی در سبد انرژی بر اساس نقشه راه جهانی تا سال ۲۰۵۰ ..... ۱۴۵.

- شکل ۳-۴: جایگاه ایران در مصرف انرژی ..... ۱۴۵
- شکل ۳-۵: سهم بخش‌های مصرف کننده داخلی انرژی در ایران ..... ۱۴۶
- شکل ۳-۶: سهم هر یک از بخش مصرف کننده سوخت ..... ۱۴۶
- شکل ۳-۷: سهم هر یک از فراورده‌های انرژی در بخش حمل و نقل ۱۳۹۵ ..... ۱۴۷
- شکل ۳-۸: ویژگی‌های بخش حمل و نقل در کشور ایران ..... ۱۴۷
- شکل ۳-۹: شدت انرژی در مدل‌های مختلف حمل و نقل (سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۳۹۲) ..... ۱۴۸
- شکل ۳-۱۰: میزان مصرف سوخت در هر ۱۰۰ کیلومتر ..... ۱۵۰
- شکل ۳-۱۱: تولید کربن با توجه به وزن خودروها ..... ۱۵۰
- شکل ۳-۱۲: میزان مصرف انواع خودروهای ایرانی در ۱۰۰ کیلومتر ..... ۱۵۱
- شکل ۳-۱۳: روند تولید و مصرف بنزین در ایران در سال ۱۳۹۵ ..... ۱۵۴
- شکل ۳-۱۴: میزان تولید سواری‌های تک دیفرانسیل بنزین سوز ..... ۱۶۱
- شکل ۳-۱۵: روند مصرف ال‌پی‌جی در کشور ..... ۱۶۲
- شکل ۳-۱۶: مصرف سالانه CNG در بخش حمل و نقل ..... ۱۶۳
- شکل ۳-۱۷: تعداد خودروهای تبدیل شده (کارخانه‌ای، کارگاهی و جمع) ..... ۱۶۳
- شکل ۳-۱۸: جایگاه ایران از نظر تعداد خودروی دو گانه سوز ..... ۱۶۴
- شکل ۳-۱۹: جایگاه ایران از نظر تعداد جایگاه به تعداد خودرو ..... ۱۶۴
- شکل ۳-۲۰: بستر آمیخته سیاستی نظام نوآوری جایگزینی سوخت ..... ۱۶۵
- شکل ۳-۲۱: آمیخته سیاستی مدیریت عرضه و تقاضای سوخت خودرو سواری در فاصله زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۲ ..... ۱۶۷
- شکل ۳-۲۲: مقایسه تغییرات سهم فراورده‌های نفتی انرژی‌زا برای اتومبیل ..... ۱۶۸
- شکل ۳-۲۳: مقایسه تولید و مصرف بنزین تا سال ۱۳۹۳ ..... ۱۶۹
- شکل ۳-۲۴: نمودار جریان انتشار گازهای گلخانه ناشی از حمل و نقل و دیگر زیر مجموعه‌های بخش انرژی در کشور ..... ۱۷۲
- شکل ۳-۲۵: نسل کیت‌های گازسوز مورد استفاده در کارگاه‌های تبدیل سی‌ان‌جی ..... ۱۸۲
- شکل ۳-۲۶: مصرف خودروهای سبک بین سال‌های ۸۰ تا ۹۰ (میلیون بشکه معادل نفت خام) ..... ۱۹۸
- شکل ۳-۲۷: نسبت مصرف ال‌پی‌جی + سی‌ان‌جی به کل مصرف سوخت ..... ۱۹۹
- شکل ۳-۲۸: جایگاه ایران از نظر تعداد خودروی دوگانه‌سوز (بخش سی‌ان‌جی اروپا، ۲۰۱۳) ..... ۲۰۰
- شکل ۳-۲۹: جایگاه ایران از نظر تعداد جایگاه به تعداد خودرو (بخش سی‌ان‌جی در اروپا، ۲۰۱۳) ..... ۲۰۱
- شکل ۳-۳۰: مقایسه بین هزینه سوخت خودرو گاز سوز و بنزینی ..... ۲۰۱
- شکل ۳-۳۱: مقایسه هزینه صرفه‌جویی شده با رشد مصرف سی‌ان‌جی ..... ۲۰۲

- شکل ۳-۳۲: کاهش ناگهانی قیمت نفت در سال ۲۰۱۵-۲۰۱۶ و بازگشت نسبی آن تا ۲۰۱۸..... ۲۰۳
- شکل ۳-۳۳: نظام اجتماعی - فناوری سوخت خودرو در ایران ..... ۲۱۲
- شکل ۳-۳۴: رژیم تولید و مصرف سوخت خودرو..... ۲۱۳
- شکل ۳-۳۵: هرم نظام عقیدتی ائتلاف حامیان سیاست‌های ضد تحریم مبتنی بر جایگزینی واردات..... ۲۱۸
- شکل ۳-۳۶: مقایسه مصرف و قیمت بنزین از سال ۸۷ تا ۹۶..... ۲۱۹
- شکل ۳-۳۷: روند کاهشی مصرف بنزین و گازوئیل در خودروهای ایرانی ..... ۲۲۰
- شکل ۳-۳۸: مقایسه قیمت بنزین در ایران با چند کشور منتخب، سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱..... ۲۲۲
- شکل ۳-۳۹: سهم یارانه‌های بخش حمل و نقل به کل یارانه‌های حامل انرژی ..... ۲۲۲
- شکل ۳-۴۰: سقوط درآمد صادراتی از نفت و محصولات جانبی در اثر تحریم‌های بین‌المللی ..... ۲۲۵
- شکل ۳-۴۱: نسبت قیمت هر لیتر بنزین به هر متر مکعب گاز فشرده به تومان سال ۱۳۹۰..... ۲۲۸
- شکل ۳-۴۲: تعداد جایگاه‌های سوخت سی ان جی به ازای هر ۱۰۰۰ خودرو ..... ۲۲۹
- شکل ۳-۴۳: تغییرات مصرف گاز فشرده و تعداد خودروهای دوگانه سوز ..... ۲۲۹

## مقدمه

ایران از شروع سومین برنامه پنج ساله اقتصادی به نگرش نظام ملی نوآوری در برنامه‌ریزی‌های خود توجه کرده و با اجماع بین نخبگان از راه نهادسازی‌های متعدد مثل معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستادهای فناوری نوین در کنار نهادهای قدیمی‌تر چون سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، توسعه فناوری‌های پیشرفته را هدف قرار داده است. بنا بر تصدیق سازمان‌های بین‌المللی چون آنکتاد، ایران گام‌های بلندی در جهت پیشرفت علم و فناوری بومی برداشته است (مایکل لیم، ۲۰۱۶).<sup>۱</sup> کشور ما پس از نزدیک به دو دهه از آغاز چنین حرکت شتابنده‌ای، دستاوردهای قابل توجهی در زمینه توسعه فناوری کسب کرده که به شکل افزایش مداوم جایگاه ایران در حوزه نوآوری‌های فناورانه قابل مشاهده است.

با این حال، همزمان با توسعه فناوری، این کشور شاهد نزول تصاعدی رتبه عملکرد محیط زیستی خود در سطح جهانی بوده است؛ به طوری که پاره‌ای از گزارش‌ها، ایران کنونی را درگیر مشکلات بدخیم<sup>۲</sup> در حوزه‌های آب، انرژی و کشاورزی و امنیت غذایی می‌دانند. ایران در رویارویی با این مشکلات تنها نیست و تجربه جوامع مشابه نشان می‌دهد که این مشکلات در برخی از کشورها باعث گسستگی اجتماعی و تشدید درگیری‌های قومی شده و امواج مهاجران از منطقه را پدید آورده است (کلی و دیگران، ۲۰۱۷).<sup>۳</sup> اما در کشورهای دیگر این فشار باعث افزایش روند یادگیری سیاستی، تجربه‌اندوزی و مشارکت اجتماعی در ساخت یک روند گذار از وضعیت مشکل‌ساز قبلی به طرف وضعیتی پایدار شده است. در یک کلام، فشارهای محیط زیستی، باعث ایجاد چالش‌های بزرگ می‌شوند. چالش‌ها یا به فرو ریختن نظام سیاسی و اجتماعی منجر می‌شود و یا به افزایش همدلی و جستجو برای پاسخ‌های نوین، یادگیری فناورانه و نوآوری سیاستی می‌انجامد.

چالش‌های محیط زیستی در ایران مانند مخاطره‌های محیط زیستی، تنش‌های آبی، آلودگی هوا و بحران ریزگردها، تغییر جهت سیاست‌های علم و فناوری ایران را به طرف توسعه پایدار به یک الزام راهبردی تبدیل کرده است. همچنین پرسش‌های متعددی نیز به وجود آورده، از جمله این که چگونه اهدافی متفاوت و گاه متعارض رشد اقتصادی و حفاظت

1 Michael Lim, 2016

2 Wicked problem

3 Kelley et al., 2017

از محیط زیست و استقلال صنعتی در برنامه‌های اقدام و راهبردی‌های تاکتیکی، تکنیکی و راهبردی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند؟ آیا لازم است رشد نوآوری برای حفاظت از محیط زیست کاهش یابد؟ آیا باید ابزارهای سیاستی متحول شوند؟ و آیا ساختار راهبردی سیاست‌ها نیازمند تغییر است؟

پاسخ یکایک این پرسش‌ها در گروهی ارزیابی سیاست‌های موجود است. اگرچه برخی سیاست‌گذاری را معادل مداخله دولتی می‌دانند، اما محتوای سیاست‌های عمومی گسترده‌تر از مسئله مداخله و عدم مداخله است. سیاست شامل اهداف، آمال، چشم‌انداز، خرد مایه و مدل‌های عملیاتی است. حتی ممکن است سیاست‌گذاری نقش یک کنش بیانی<sup>۱</sup> و نمایشی<sup>۲</sup> را داشته باشد، به این معنا که اقدام به طراحی و یا اجرای یک سیاست، می‌تواند به خودی خود یک هدف برای نشان دادن عدم بی‌تفاوتی دولت در مورد یک مسئله خاص و برای بخشی از جامعه نشان‌دهنده اهمیت موضوع از نظر دستگاه دولتی باشد.

ارزیابی، یک مرحله جدانشدنی و غیر قابل حذف از چرخه سیاست‌گذاری است؛ اما برای درک اهمیت نقش ارزیابی، لازم است که دیدگاه‌های سنتی از ارزیابی سیاست‌ها را کنار گذاشته و کارکرد ارزیابی را در مسیر تحول آن مطالعه کنیم. در این روند درمی‌یابیم که ارزیابی در شرایط فعلی از یک ابزار فنی منتزع از امر اجتماعی با تقسیم‌بندی‌های مشخص به یک فرآیند تأملی و بازاندیشی همه‌گیر تحول یافته است و هدف آن هماهنگی بین لایه‌های راهبردی، تاکتیکی، عملیاتی راهبردی نوآوری<sup>۳</sup> است (وس و برنمان، ۲۰۱۱)<sup>۴</sup>. از سوی دیگر به واژه سیاست یا همان پالیسی نیز به عنوان پدیده نظام راهبردی باید نگریست که اقتدار آن در اجتماع توزیع شده و متکی بر نقش‌آفرینی تمامی ذینفعان است (وس، اسمیت و گرین، ۲۰۰۹)<sup>۵</sup>. از این جهت حوزه ارزیابی سیاست متکی بر نظریه‌های توسعه نوآوری (مولاس و گالارد، ۲۰۱۵)<sup>۶</sup>، ممزوج با فرآیند یادگیری و تجربه‌اندوزی اجتماعی و مماس با حوزه‌های تحلیل سیاست و ارزیابی فناوری (کوهلمان و کرامر، ۱۹۹۵)<sup>۷</sup> است.

متنی که هم‌اکنون پیش روی شما قرار دارد، با هدف نقد چارچوب سنتی ارزیابی سیاست

1 rhetorical

2 performative

3 Innovation governance

4 VoB and Bornemann, 2011

۵ برای درک تحول از امر ارزیابی برنامه‌ها و سیاست‌ها به تحلیل راهبردی به منبع (VoB, Smith and Grin, 2009) صص. ۲۷۹-۲۹۵ مراجعه شود.

6 Molas-Gallart, 2015

۷ برای شناخت رابطه بین ارزیابی سیاست و ارزیابی فناوری به منبع (Kuhlmann and Kraemer, 1995) صص. ۱۷ مراجعه شود.

و تبیین چارچوب نوین برای ارزیابی سیاست‌های نوآوری با جهت‌گیری توسعه پایدار در سه فصل تدوین شده و هر فصل نیز پس از پیش‌گفتار دارای سه بخش است. در فصل اول کلیات ارزیابی و سپس ارزیابی سیاست‌های نوآوری و ارزیابی و بالاخره سیاست‌های محیط زیستی از نظر مفاهیم و روش‌ها معرفی می‌شود. هر سه بخش این فصل، هماهنگ با این آموزه مهم به پایان می‌رسد که «سیاست» به‌طور عام و «سیاست نوآوری» به شکل خاص، به عنوان یک برساخت در انزوا، قابل تحلیل و ارزیابی نیست و این امر تنها در چارچوب آمیخته سیاستی امکان‌پذیر است. با توجه به این که این مباحث از دیدگاه سنتی و با نگرش انتزاعی دیده شده و تنها به قصد معرفی اولیه این حوزه و شناخت محدوده‌های مشترک بین ارزیابی فناوری، ارزیابی سیاست فناوری و تحلیل سیاست فناوری است، کوشش شده که این فصل تا حد امکان مختصر و موجز باشد.

فصل دوم هم سه بخش دارد؛ ولی بر عکس دیدگاه فصل اول، از یک نگرش کل‌گرایانه و مبتنی بر نظریه برخوردار است. این فصل به موضوع ارزیابی، سیاست نوآوری و نگرش محیط زیستی به شکل یکپارچه پرداخته و محتوای خود را حول محور «ارزیابی و تحلیل آمیخته سیاستی نوآوری‌های فناورانه محیط زیستی» سامان داده است. منظور از این محور، تأکید بر چند نکته اساسی است: اول، ارزیابی سیاست در انزوا امکان‌پذیر نیست، بلکه باید آن را با مجموعه آثار مختلف و متفاوت سیاست‌های قبلی و فعلی در بستر فضاهای سیاستی بررسی کرد. دوم این که، برای تعیین و تحدید آمیختگی سیاست‌ها به صورت پویا باید به نظریه‌های نوآوری متکی بود و از آن‌ها بهره برد. در بخش دوم و سوم این فصل، انگاره‌های نظری معرفی می‌شود. این انگاره‌ها مبنایی برای ارزیابی آثار و تبعات سیاست‌ها بشمار می‌آیند و از طریق آن‌ها پویایی نظام‌های نوآوری‌های فناورانه پایدار و جهت‌گیری نوآوری‌های نظام‌ها به طرف پایداری را توضیح داده می‌شوند.

آموزه‌های نظری دو فصل اول و دوم به اختصار عبارت است از:

۱. ارزیابی، یکی از مراحل چرخه سیاست‌گذاری است. از یک نظر، موقعیت مرحله ارزیابی، بعد از مرحله اجرا (ارزیابی پسینی) و قبل از دستور کارسازی (ارزیابی پیشینی) است؛ از نظر دیگر ارزیابی، موازی با تمام مراحل چرخه سیاست‌گذاری اعم از دستور کارسازی و اولویت‌گذاری، طراحی سیاست و تصمیم‌گیری صورت می‌پذیرد (ارزیابی همزمان) و با هر

یک از آنان رابطه بازخوردی برقرار می‌نماید.

۲. مهم‌ترین محصول ارزیابی، یادگیری است. بدون ارزیابی سیاست، یادگیری سیاستی امکان‌پذیر نیست. محصول دیگر، کنترل دستگاه‌های سیاست‌گذاری و اجرا است. از مجموعه یادگیری و اجرا، کارکرد راهبری تأملی ایجاد می‌شود. راهبری تأملی لایه‌ای است که سطح‌های برنامه‌ریزی راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی را به هم وصل و هماهنگی و جهت‌گیری سازمانی را ایجاد می‌کند.

۳. ارزیابی سیاست نوآوری به صورت انتزاعی ممکن نیست. آثار و تبعات سیاست‌ها با در نظر گرفتن آمیختگی سیاست‌ها امکان‌پذیر است.

۴. آمیخته سیاستی عبارت است از مجموعه‌ای از ابزارها و برنامه‌های سیاستی که برای حوزه‌های مختلف سیاستی طراحی و یا از قبل اجرا شده است. از این رو، ممکن است خرد مایه‌های چندگانه‌ای نیز بر آن حاکم باشد؛ بنابراین ارزیابی آمیخته سیاستی، فرآیند پیچیده‌ای است که با لحاظ برنامه‌ها و ابزارهای مختلف، فضاهای سیاستی متعدد و خرد مایه‌های متعارض صورت می‌پذیرد.

۵. فرآیند ارزیابی آمیخته، نیازمند آشنایی و استفاده از انگاره‌های نظری چارچوب‌ها و نگرش‌های متداول در رشته مطالعات نوآوری است. ارزیاب باید با اصول حاکم بر خرد مایه‌ها، فضاهای سیاستی و برنامه‌های توسعه و انتشار نوآوری آشنا باشد. از این جهت، در فرآیند ارزیابی آمیخته سیاستی، فرآیند ارزیابی و تحلیل سیاست با یکدیگر عجین شده است.

از سوی دیگر، تغییر نقش دولت از «اصلی‌ترین بازیگر عرصه تصمیم‌گیری عمومی» به یکی از صاحب‌نفعان ارزیابی، موجب شده تا ماهیت مداخله دولتی به ارزیابی نحوه حکمرانی عمومی تغییر یابد و ارزیابی سیاست نیز به ارزیابی درجه تأملی و دربرگیرندگی راهبری<sup>۱</sup> تغییر جهت پیدا کند. این موضوع بر این مبنا است که جهت‌گیری و هماهنگی بین سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدام بازیگران سیستم مورد ارزیابی قرار بگیرد، نه فقط برنامه سیاست‌های دولتی به طور اخص و در انزوا؛ به عبارت دیگر و به زبان تخصصی، پایه توجیه مداخله عمومی از شکست بازار و شکست سیستم به شکست هماهنگی و جهت‌گیری<sup>۲</sup>

1 Reflexive and inclusive governance

2 Directionality failure

تغییر جهت داده است.

۶. فرآیند ارزیابی، دارای سه چشم‌انداز زمانی است که به آن ارزیابی خروجی (کوتاه‌مدت)، ارزیابی آثار (میان مدت) و ارزیابی تبعات (دراز مدت) می‌گویند.

۷. ارزیابی خروجی، ساده‌ترین شکل ارزیابی و با توجه به محصولات مستقیم فرآیند نوآوری، به شکل آمار کمی قابل احصاء است. در شرایط ویژه، این ارزیابی به روش‌هایی مانند مدل‌های یکپارچه سنجش<sup>۱</sup> نیاز دارد.

۸. ارزیابی آثار سیاست نوآوری، مترادف با ارزیابی توسعه و انتشار فناوری و ارزیابی بلوغ سیستم گرفته می‌شود و معمولاً با بررسی عملکرد نظام نوآوری فناورانه انجام می‌شود.

۹. ارزیابی تبعات سیاست‌گذاری نوآوری در نظام‌های بالاتر اجتماعی، سیاسی و فرهنگی و بالاخره محیط زیستی است. ارزیابی سیاست‌های نوآوری از نظر عدالت اجتماعی و یا امنیت قلمرویی در همین دسته قرار می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های ارزیابی تبعات سیاست‌های نوآوری، ارزیابی آن‌ها از دیدگاه پایداری محیط زیستی است. چارچوب نظری این ارزیابی، نگرش چند سطحی خواهد بود که سنجش میزان قفل‌شدگی یا آمادگی برای گذار به سیستم‌های غیرکربنی را در دستور کار دارد.

فصل سوم به بیان کاربرد آموزه‌های نظری دو فصل قبل اختصاص دارد. مطالعه موردی، ارزیابی آمیخته سیاستی سوخت خودرو است. این فصل نیز سه بخش دارد: در بخش اول، کلیاتی از موضوع سوخت خودرو در ایران و ارزیابی خروجی‌های سیاست‌های آن ارائه می‌شود. بخش دوم به ارزیابی آثار سیاست در چارچوب مطالعه عملکرد نظام نوآوری فناورانه می‌پردازد. در این بخش، نخست مطالعه ساختاری آن انجام شده است و بعد با مطالعه کارکردها و تعامل بین این دو، موتورهای نوآوری این نظام شناسایی می‌شوند. بخش سوم و یا بخش آخر این فصل به ارزیابی تبعات درازمدت سیاست سوخت کربنی توجه دارد. این بخش مکمل ارزیابی بخش قبلی است و با نگرش چند سطحی و مدیریت گذار به بررسی پدیده قفل‌شدگی کربنی می‌پردازد و سیاست سوخت کربنی در ایران را در چارچوب نظریه سیستم‌های اجتماعی- فنی مطالعه می‌کند. یافته ما از این مطالعه آن است که ورای سیاست‌های ناکارآمدی که توضیح دهنده گام‌های آهسته ایران در توسعه فناوری‌های تجدید پذیر در ایران است، عامل بنیادی‌تری برای وضعیت نامطلوب فناوری‌های انرژی تجدید پذیر

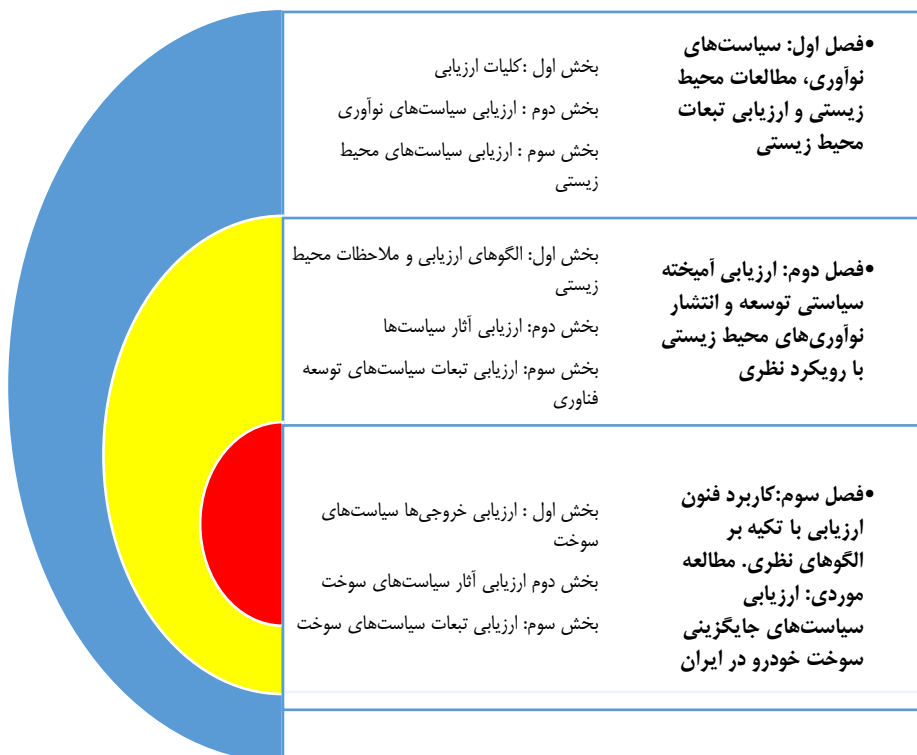
---

1 Integrated assessment modeling



در ایران وجود دارد و آن مقاومت و جان‌سختی رژیم حاکم اجتماعی- فنی سوخت بر مبنای انرژی کربنی است.

توالی فصل‌های کتاب این کتاب در شکل زیر مشاهده می‌شود:



تا به حال کتاب‌های متعددی در رابطه با ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری و ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی انتشار یافته است. این کتاب از آن جهت حائز اهمیت است که با معرفی ارزیابی سیاست‌های آمیخته، پیوند این دو حوزه را در سیاست‌گذاری نوآوری برای دانش‌پژوهان سیاست‌گذاری روشن می‌کند. متن این کتاب برای دانشجویان اقتصاد محیط زیست، سیاست‌گذاری علم و فناوری، سیاست‌گذاری عمومی و تمام علاقه‌مندان به مباحث پیشرفت علم و فناوری و محیط زیست نگاشته شده و به آنان تقدیم می‌شود.

این متن، نتیجه یک برنامه شامل بیست و پنج جلسه چند ساعته، ارائه در حوزه ارزیابی سیاست‌های نوآوری با رویکرد توسعه پایدار با عنوان «مپسد» در پژوهشکده فناوری‌های

نوین سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران است. در اینجا، بر خود لازم می‌دانم که مراتب قدردانی خود را از معاونت وقت برنامه‌ریزی و نظارت راهبری فعلی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری آقای دکتر سپهر قاضی نوری و معاونت فعلی آقای دکتر مهدی الیاسی که علاوه بر حمایت‌های مالی، حمایت‌های معنوی از این پژوهش را نیز بر عهده داشتند، ابراز کنم. همچنین از مسئولین سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران که امکان چنین تحقیقی را برای بنده فراهم کردند، سپاسگزارم. در پایان از زحمات خانم انسیه شجاعی برای گردآوری مطالب و داده‌های اولیه تشکر می‌کنم.

**طاهره میرعمادی**

**دانشیار سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران**

## فصل اول

مطالعات ارزیابی، سیاست‌های نوآوری، تبعات محیط زیستی

## پیش‌گفتار

حوزه ارزیابی سیاست‌های نوآوری محیط زیستی یک حوزه میان رشته‌ای است که از سه رشته مطالعاتی سیاست‌های نوآوری، مطالعات ارزیابی و پژوهش‌های محیط زیستی تشکیل شده است. هر یک از این رشته‌های مطالعاتی، خود به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. در بخش اول این فصل، کلیات حوزه مطالعات ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرد. حوزه ارزیابی آن‌چنان تخصصی شده که خود به تنهایی یک رشته مطالعاتی جداگانه محسوب می‌شود. در این بخش، علاوه بر مروری بر روش‌های ارزیابی سیاست، به گونه‌شناسی آن می‌پردازیم و در نهایت با مسئله ارزیابی آمیخته سیاستی روبه‌رو می‌شویم که بحث آخر این بخش را تشکیل می‌دهد.

بخش دوم مبحث ارزیابی سیاست‌گذاری نوآوری با سه زیرمجموعه سیاست علمی، سیاست فناوری و سیاست نوآوری (فاگربرگ و همکاران، ۲۰۱۳) معرفی می‌شود. رویکرد نوین به سیاست‌گذاری نوآوری آن است که در خلاء به تنظیم رفتار بازیگران نمی‌پردازد و امر مداخله عمومی را با ترکیبی از زمینه‌های سیاستی مرتبط با موضوع هماهنگ می‌سازد. متناسب با این تحول‌ها، در ارزیابی سیاست‌های نوآوری نیز به آمیخته‌ای از سیاست‌های اثرگذار توجه می‌شود و ارزیابی در خلاء و به شکل انتزاعی انجام نمی‌گیرد (ماگرو و ویلسون، ۲۰۱۳). بخش سوم فصل اول، به ارزیابی محیط زیستی سیاست‌ها پرداخته می‌شود و در پایان، با ارزیابی محیط زیستی آمیخته‌های سیاستی به پایان می‌رسد.

## ۱.۱ بخش اول: کلیات ارزیابی

مداقه در ماهیت ارزیابی، کار بسیار پیچیده‌ای است. ارزیابی و ارزیابی سیاست، توسط نویسندگان به معانی مختلف به کار رفته و پاسخ‌های گوناگونی برای پرسش‌های اساسی زیر داده شده است:

- آیا ارزیابی یک فن یا تکنیک است و یا یک کار علمی-پژوهشی؟

- بخشی از سیاست‌گذاری است و یا سیاست پژوهی؟

- هدف آن ارزشیابی است یا یادگیری؟

برای پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها در بررسی کلیات ارزیابی، نخست باید قلمرو ارزیابی مشخص و مشترکات آن با دیگر حوزه‌های همسان مانند تحلیل سیاست<sup>۱</sup> روشن شود.

در پاسخ به پرسش اول باید گفت که بعضی از محققان جنبه ابزاری-تکنیکی ارزیابی را برجسته ساخته‌اند. در تعریف آنان، ارزیابی به عنوان یک فن و یا ابزار شناخته شده است که برای فهم و اجرای سیاست‌گذاری، ضروری تلقی می‌شود. از سوی دیگر پاره‌ای از محققان، بر پژوهشی بودن ارزیابی تکیه می‌کنند. کرونباخ می‌گوید در تعریف پژوهش سه ویژگی آمده است:

۱. به معنای جستجوی هدفمند است.

۲. برای حل یک مسئله به کار می‌رود.

۳. هدف از آن‌ها تسهیل اقدام و یا فهم عمیق‌تر از یک موضوع است.<sup>۲</sup>

از سوی دیگر در هر پژوهش، فرآیند پردازش اطلاعات از داده به نتایج باید آشکار باشد و به نتایج منطقی و منسجم و قابل تأیید برسد؛ بنابراین اگر فرآیند ارزیابی هم محتوای اطلاعاتی در قالب یک نوع استدلال منطقی داشته باشد و در نهایت به نتایج مرتبط برسد و مهم‌تر آن‌که دارای یک روش استدلال روشن بوده، به طوری که بی‌طرفی<sup>۳</sup> آن قابل تشخیص باشد، یک فرآیند پژوهشی محسوب می‌شود (کرونباخ، ۱۹۶۹، به نقل از گویا و لینکن، ۱۹۸۳).

با این تعریف، ارزیابی و تحلیل سیاست، نقاط مشترک بسیاری با هم دارند و حتی از نظر بعضی افراد نیز یکی هستند. نایجل می‌گوید که تحلیل سیاست، تحلیل سیستم و تحلیل

1 Policy Analysis

۲ کرونباخ، ۱۹۶۹، به نقل از گویا و لینکن ۱۹۸۳

3 Value Free

عملیات را یکسان به کار می‌برد. گوبا و لینکلن با این ترادف مخالفاند و می‌گویند: «استدلال این افراد مانند آن است که بگوییم لوله‌کش، نجار و برق‌کار دارای یک حرفه هستند؛ زیرا همه از ابزارآلات خاصی مانند چکش و یا آچار استفاده می‌کنند»<sup>۱</sup>. این دو نویسنده همچنین می‌گویند که ارزیابی و تحلیل سیاست از دو نظر با هم متفاوت‌اند: اول این که مخاطبان مختلفی دارند؛ مخاطب تحلیل سیاست، هم‌ترازان در جامعه علمی است، در حالی که مخاطب ارزیابی، ذینفعان و سیاست‌گذاران هستند. دوم این که تحلیل سیاست اعم بر ارزیابی است و رابطه آن‌ها عموم و خصوص مطلق است. روش‌های تحلیل سیاست عبارت است از روش‌هایی که با تعیین طبیعت، ماهیت، علل و آثار تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌های دولت برای حل یک مسئله سروکار دارد و عبارت‌اند از:

الف) سیاست‌ها را ثابت در نظر بگیریم و معین کنیم که چه عللی باعث اتخاذ چنین سیاستی شده است.

ب) نیروهای اجتماعی را ثابت تلقی کنیم و فرض کنیم این نیروها مصدر طراحی و اجرای نوعی از سیاست‌ها هستند.

پ) سیاست‌ها را ثابت فرض کرده و معین کنیم که این سیاست‌ها چه تبعاتی دارند.

ت) تبعات را ثابت فرض کرده و معین کنیم چه سیاست‌هایی این تبعات را داشته‌اند. از این نظر بخشی از حوزه تحلیل سیاست، پژوهش ارزیابی است. بیش‌ترین مشابهت بین تحلیل سیاست و ارزیابی در نوع سوم است. مفهوم نوع چهارم نیز تا حدودی با ارزیابی سیاست همخوان است.

در نتیجه باید گفت ارزیابی در حوزه سیاست‌گذاری برای دو منظور تعریف می‌شود: اول به عنوان پژوهشی تحلیلی که در بررسی یک برنامه سیاستی به کار می‌رود و همه اطلاعات لازم برای سنجش کارایی، چه در فرآیند و چه در نتایج را جمع‌آوری و ارائه می‌کند و دوم ارزیابی به عنوان مرحله‌ای از چرخه سیاست‌گذاری که اطلاعات یادشده را به فرآیند سیاست‌گذاری بازخورد می‌دهد.

می‌بینیم که متفکران در طی سال‌ها، برداشت‌های متفاوتی از ارزیابی داشته‌اند: گروهی آن را بخشی از سیاست‌پژوهی دانسته که با تحلیل سیاست مرزهای مشترکی دارد. گروهی دیگر آن را مجموعه‌ای از ابزار و بخشی جدایی‌ناپذیر از روند سیاست‌گذاری و اقدام سیاستی

<sup>1</sup> Guba and Lincoln, 1983

دانسته‌اند. با توجه به نظرات هاوس، نایجل و گوبا و لینکلن (۱۹۸۳) در آغاز و اسمیت و مایتکلا در سال‌های اخیر می‌توان گفت که تحلیل سیاست و ارزیابی با وجودی که به شکل مجزا، در دو حوزه جداگانه ظهور کرده‌اند، اما از آغاز به هم بسیار نزدیک بوده‌اند و هر چه زمان گذشته و الگوهای نظری اقتصاد نوآوری رشد کرده است، زمینه‌های مشترک و آمیختگی بیش‌تری یافته‌اند (مایتلکا و اسمیت، ۲۰۰۱: ۱۲۵؛ شامیناد و همکاران، ۲۰۰۹).<sup>۲</sup>

### ۱.۱.۱ تعریف ارزیابی

هر پژوهشگر در وهله اول متوجه تعداد زیاد تعریف‌های موجود از ارزیابی می‌شود؛ مثل این تعریف‌ها: «ارزیابی باید موجبات یادگیری را در فرآیند تصمیم‌گیری در دو طرف ارزیابی کنندگان و ارزیابی شوندگان فراهم آورد». «ارزیابی به فرآیند تعیین ارزش<sup>۳</sup> یا اهمیت یک فعالیت، سیاست و یا برنامه نیز اشاره دارد». همچنین آمده است که «ارزیابی، سنجشی تا حد امکان نظام‌مند و عینی از مداخله‌های عمومی برنامه‌ریزی شده، در حال اجرا یا انجام شده است» و یا بالاخره «ارزیابی فعالیتی است که انتظار می‌رود هر یک از بخش‌های اداری به منظور کسب اطلاعات درباره تأثیر سیاست بر حوزه تحت اختیار خود در یک بازه مشخص زمانی به اجرا گذارند و آن را از نظر ضرورت، کارایی و اثربخشی بررسی کنند و به این ترتیب اطلاعات مهمی را برای اجرای شایسته طرح‌های مورد نظر و توسعه سیاست‌ها و عملکردهای اجرایی مبتنی بر آن‌ها به دست آورند».<sup>۴</sup>

در این میان، تعریف سازمان همکاری اقتصاد و توسعه<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) از ارزیابی یکی از جامع‌ترین تعاریف موجود است:

«ارزیابی عبارت است از سنجش نظام‌مند و عینی از یک پروژه قبل از اجرا، در حال اجرا و یا خاتمه یافته که در طی آن، طراحی، اجرا و نتایج برنامه یا سیاست‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف اصلی این فعالیت، ارزیابی کارایی و اثربخشی، آثار و تطابق<sup>۶</sup> با اهداف آن پروژه و همچنین تأمین اطلاعات قابل اطمینان و کاربردی به صورت پایدار است».

1 Mytelka, 2001

2 Chaminade, 2009

3 Worth

4 Baker et al, 2010

5 OECD, 2010

6 Relevance (OECD), 2002

میزان تطابق هدف‌های مداخله با نیازمندی‌های ذی‌نفعان، نیازهای کشور، اولویت‌های جهانی و سیاست‌های حامیان و شرکا

فارنکروگ هم تعریفی جامع از ارزیابی دارد: «ارزیابی را می‌توان فرآیندی نظام‌مند و بی‌طرف دانست که سازگاری، کارایی و اثربخشی سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌ها را در دستیابی به اهداف اولیه خود بررسی می‌کند. ارزیابی هم پایه نظری و هم عملی دارد. نتایج ارزیابی به فرآیند سیاست‌گذاری بازخورد می‌شود. از این‌رو ارزیابی بخشی از یک فرآیند یادگیری همیشگی است؛ شفافیت و پاسخ‌گویی را برای فرآیند سیاست‌گذاری به ارمغان می‌آورد و به مقوله‌بندی و ارزیابی مبانی و منطق سیاست کمک می‌کند»<sup>۱</sup>.

در این میان تعریف گوبا و لینکلن از نسل‌های ارزیابی و به‌خصوص نسل چهارم ارزیابی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در قبل نیز اشاره شد که آنها ارزیابی را یکی از سه شکل اصلی تحقیق (دو شکل دیگر عبارت‌اند از تجزیه و تحلیل پژوهشی و سیاستی)<sup>۲</sup> می‌دانند:<sup>۳</sup>

ارزیابی نوعی از تحقیق است که بر گروهی از ارزیابی‌شونده‌ها<sup>۴</sup> (برنامه، فرآیند، سازمان، فرد و ...) تمرکز کرده و به تفسیرها<sup>۵</sup> (قضوت‌ها) مبتنی بر شایستگی<sup>۶</sup> و یا ارزش<sup>۷</sup> در مورد آنها منجر می‌شود. تفسیرهای مبتنی بر شایستگی بر اساس کیفیت درونی ارزیابی‌شونده است و به کاربرد آن نظر ندارد. در حالی که ارزیابی ارزشی یا ارزشیابی به کاربرد و استفاده بیرونی ارزیابی‌شونده در جایگاهش توجه دارد. ارزیابی برنامه‌های در حال اجرا، ارزیابی توسعه‌ای<sup>۸</sup> نام دارد؛ در حالی که ارزیابی سیاست‌ها و برنامه‌های خاتمه یافته را ارزیابی تلخیصی<sup>۹</sup> می‌خوانند.<sup>۱۰</sup>

در وهله اول، این تعدد و گستره تعریف‌ها ممکن است گیج‌کننده به نظر آید. پتون (به نقل از کاهان، ۲۰۰۸)<sup>۱۱</sup> با اشاره به نکته‌ای به این سردرگمی پایان بخشیده است: «به نظر من، ما نیازی به یک تعریف معین و همه‌گیر از ارزیابی نداریم؛ زیرا این تعدد فقط نشان می‌دهد که هر ارزیاب باید تعریف خود از ارزیابی را به صورت شفاف بیان کند».

با این اوصاف و برای جمع‌بندی، بیان می‌شود که تعریف ولمان (۲۰۰۷)<sup>۱۲</sup> از ارزیابی

1 Fahrenkrog, 2002

2 Research and policy analysis

3 Guba & Lincoln, 2001

4 Evaluand

5 Construction

6 Merit

7 Worth

8 Formative

9 Summative

10 Guba and Lincoln, 1994

11 Kahan, 2008

12 Wollmann, 2007



سیاست که بعد تحلیلی ارزیابی و همچنین بعد مرحله‌ای از چرخه سیاست‌گذاری بودن آن را به‌خوبی نشان می‌دهد، کامل‌ترین و مناسب‌ترین تعریف از نظر متن حاضر است؛ او می‌گوید:

«ارزیابی در حوزه سیاست‌گذاری، در مفهوم بسیار کلی، به عنوان یک ابزار و شیوه تحلیلی برای دو منظور تعریف می‌شود: اول، به عنوان ابزاری تحلیلی که در بررسی یک برنامه سیاستی به کار می‌رود و همه اطلاعات لازم برای سنجش کارایی را، چه در فرآیند و چه در نتایج، جمع‌آوری می‌کند و دوم، ارزیابی به عنوان مرحله‌ای از چرخه سیاست‌گذاری است که اطلاعات مذکور را به فرآیند سیاست‌گذاری بازخورد می‌دهد»؛ بنابراین ارزیابی هم ابزاری برای تحلیل سیاست است و در حوزه سیاست پژوهی قرار دارد و هم مرحله‌ای از چرخه سیاست است و در حوزه سیاست‌گذاری می‌گنجد. آنچه این دو را به هم پیوند می‌دهد، «عنصر یادگیری» است که در هر دو مشترک است.

فرآیند توسعه و تحول در نظریه ارزیابی را از مسیرهای متعددی می‌توان ترسیم کرد. در ذیل به این فرآیند از دید تاریخی پرداخته می‌شود. پس از آن بنیان‌های فلسفی موضوع معرفی و سپس جایگاه آن در حوزه سیاست‌گذاری عمومی و مدل‌های ارزیابی بررسی خواهد شد.

## ۲.۱.۱ نسل‌های مختلف ارزیابی

گوبا و لینکلن (۱۹۸۹) تحول تاریخی در رویکردهای ارزیابی را با عنوان «چهار نسل ارزیابی» به تصویر کشیده‌اند. نسل اول ارزیابی، «نسل اندازه‌گیری»<sup>۱</sup> نامیده شده که از دوره زمانی ارسطو تا ۱۹۳۰ میلادی را در بر می‌گیرد. این نسل با ظهور مدیریت علمی در صنعت همزمان است. در این معنا، ارزیابی همان اندازه‌گیری است. ارزیاب با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از ابزارهای گوناگون طراحی شده برای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، نقشی تکنیکی بازی می‌کند.<sup>۲</sup> ابزارهای کمی، داده‌های عددی و رویکردهای عینی از ارزیابی، با این که اطلاعاتی ارزشمند و عینی را فراهم می‌کنند، اما در تشخیص و تبیین شرایط ویژه ناتوان هستند.

نسل دوم ارزیابی که توصیفی<sup>۳</sup> یا هدف محور نامیده می‌شود، بر توصیف روند ضعف‌ها و

1 Measurement generation

2 Guba & Lincoln, 1989

3 Guba & Lincoln, 1989

قوت‌ها با لحاظ اهدافی تبیین شده متمرکز است. هدف در این گونه ارزیابی، برنامه‌ها و سیاست‌ها و مداخله‌های عمومی هستند که مورد توصیف و اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. ارزیابان در این نسل، ضمن آن که از توانایی‌های تکنیکی خود بهره می‌گیرند، به این نکته توجه دارند که اندازه‌گیری صرف، تمام فرآیند ارزیابی نیست؛ بلکه تنها یک فن در فرآیند ارزیابی است. ارزیابان با توضیح آنچه در طی برنامه‌های دولتی روی داده است، موفقیت برنامه‌ها را با اهدافی از قبل تعیین شده می‌سنجند. این نسل از ارزیابی در دهه‌های ۳۰ تا ۵۰ میلادی رواج داشته است.

دهه‌های ۶۰ و ۷۰، دوره به‌کارگیری روش‌های نسل سوم ارزیابی به شمار می‌رود. از نظر گوبا و لینکلن (۱۹۸۹) ارزیابی در این نسل علاوه بر نقش‌های قبلی، نقش داوری را هم به عهده می‌گیرند. در این چارچوب، صرف مقایسه عملکرد با اهداف به منظور قضاوت درباره شایستگی‌ها<sup>۱</sup> و ارزش ارزیابی‌شونده، گمراه‌کننده است؛ چرا که ممکن است بسیاری از اثرات ارزنده و غیرمستقیم در نظر گرفته نشوند. برای رفع این مسئله بایستی استانداردها یا مبناهایی برای مقایسه وضع شوند.

نسل چهارم ارزیابی، فراتر از سه نسل قبلی عمل می‌کند. این رویکرد کل‌نگر، مؤلفه‌هایی چون اشخاص، زمینه‌های سیاسی، اجتماعی، فرهنگی برنامه‌ها، سیاست‌ها و ارزیابی را در نظر می‌گیرد. در این روش، این موضوع که ارزیابان نمی‌توانند خود را از ارزیابی‌شونده‌ها منفک کنند، یک اصل پذیرفته شده است؛ بنابراین تفسیر، جزء لازم ارزیابی است؛ اما این تفسیر در معرض نقد دیگران قرار می‌گیرد و حاصل آن در یک فرآیند دیالکتیک تأویل‌گرا<sup>۲</sup> توافق همه صاحب‌نفعان را دربردارد. با این وصف، در این ارزیابی، روش دیالکتیک تأویل‌گرا روش اصلی است و ارزیابان باید پژوهش خود را «به روشی اداره کنند که مفاهیم برساخته همه ذینفعان را نشان داده، فضا را برای نقد متقابل این برساخته‌ها آماده سازند و فرصت برای بهبود یا تغییر آن‌ها را برای همه فراهم آورند» (گوبا و لینکلن، ۱۹۸۹: ۱۴۹). هدف اصلی این ارزیابی دوگانه است؛ اول ایجاد اجماع بین ذینفعان در صورتی که امکان‌پذیر باشد و دوم، مشخص شدن دسته‌بندی آرای متفاوت در این زمینه، در صورتی این امکان وجود نداشته باشد (همان).

1 Merits

2 Hermeneutics

در نسل چهارم ارزیابی، ارزیابان همچنان اهدافی معین و استانداردهای مشخص دارند؛ اما در طی فرآیند دیالکتیک تأویل‌گرا، همه صاحب‌نفعان مسئول برگرداندن این اهداف و استانداردها به زبان ارزیابی هستند. این روش فهم عمیق‌تری از پویایی اجتماعی و همچنین زمینه‌های سیاسی، اجتماعی و فرهنگی برنامه‌ها به دست می‌دهد. علاوه بر این، هنگامی که همه ذینفعان در فرآیند ارزیابی شرکت دارند، ارتباط بین آن‌ها شکل می‌گیرد و در نتیجه روابط به شکل شبکه‌ای ایجاد می‌شود و توسعه می‌یابد.

نسل چهارم ارزیابی، حق شنیده شدن نظرات (متشکل از مطالبه‌ها، دغدغه‌ها و مسائل)<sup>۱</sup> و لحاظ آن‌ها در ارزیابی را به همه ذینفعان می‌دهد و برای رسیدن به اولویت‌های مشترک و فهم عمیق‌تر از برنامه و مخاطبانش، نیازمند یک فرآیند بحث و تبادل نظر واقعی و درازمدت است (گوبا و لینکن، ۱۹۸۹: ۱۵۰).<sup>۲</sup>

## ۳.۱.۱ بنیان‌های نظری ارزیابی

### ۱.۳.۱.۱ انگاره‌های فلسفی

برای درک چگونگی توسعه روش‌های ارزیابی گوناگون، نحوه تعامل این روش‌ها و دلایل انتخاب آن‌ها، بررسی سنت‌های فلسفی که بنیان روش‌های مختلف در فرآیند ارزیابی هستند، مفید است. رویکردهای معرفت‌شناختی به ارزیابی سیاست‌های عمومی، به وسیله سه سنت عمده فلسفی پشتیبانی می‌شود:<sup>۳</sup> پوزیتیویسم یا اثبات‌گرایان، پست پوزیتیویسم یا فرا اثبات‌گرایان (از جمله برساخت‌گرایی)<sup>۴</sup> و بالاخره واقع‌گرایی.<sup>۵</sup>

پوزیتیویسم به معنای به کار بردن روش‌های علمی در رابطه با پدیده‌های اجتماعی است. این مکتب با این رویکرد به دنبال کشف نظم‌ها و قانون پدیده‌ها و روایی و پایایی داده‌هاست. محدودیت‌های به کارگیری این روش برای ارزیابی توسعه اجتماعی-اقتصادی را می‌توان در مشکلات اندازه‌گیری بسیاری از پیامدها، پیچیدگی تعامل میان انواع سیاست‌ها با دیگر عوامل و نیز روشن نبودن «آنچه در عمل کار می‌کند»، دانست (کالیدونی-لاندبرگ، ۲۰۰۶: ۱۳).

1 Claims, Concerns, and Issues or CCI's

۲ خوانندگان کاربرد این روش ارزیابی را در فصل‌های بعدی در حوزه سیاست‌های کاربردی سی ان جی در ایران ملاحظه خواهند نمود.

3 Calidoni-Lundberg, 2006

4 Constructivism

5 Realism

محدودیت‌های این سنت موجب شد که طیفی از مکتب‌های رقیب و پسا اثبات‌گرا ظهور کنند. تندروترین این مکتب‌ها که بیشتر از همه، پیش‌فرض‌های اثباتی را رد می‌کند، مکتب برساخت‌گرایی است. این سنت احتمال وجود دانش عینی را انکار و استدلال می‌کند که فهم جهان تنها از راه تئوری‌سازی مشاهده‌گر ممکن است و ارزیابان و ذینفعان محور فرآیند ارزیابی هستند. در این رویکرد، ارزیاب با ایفای نقشی پاسخ‌گو، تعاملی و هماهنگ‌کننده، گروه‌های مختلف صاحب‌نفعان را با دیدگاه‌های مختلف با قصد ایجاد اجماع، در یک فرآیند انکشافی چندجانبه گرد هم می‌آورد.

در سوی دیگر، واقع‌گرایی بر فهم بسترهای مختلف تمرکز دارد و به دنبال گشودن جعبه سیاه درون سیاست‌ها و برنامه‌هاست تا سازوکارهای مسبب تغییر را کشف کند. واقع‌گرایی به این نکته توجه دارد که سیاست‌ها و برنامه‌ها درون فرآیندهای چندلایه اجتماعی و سازمانی جای گرفته‌اند و بیان علت تغییرات باید مأخوذ از تأثیر این لایه‌ها و نیز بسترهای مختلف باشد. در این رویکرد، تأکید بر تحقیق اجتماعی است. نظام‌های مورد بررسی، در اینجا به صورت نظام‌های باز دیده می‌شوند و تمرکز ارزیاب بر سازوکارهای علی‌زیربنایی و توضیح چرایی عملکرد چیزها در بسترهای مختلف است (کالیدونی-لاندبرگ، ۲۰۰۶: ۱۴).  
گوبا و لینکن تقسیم‌بندی دیگری که کمی با تقسیم‌بندی کالیدونی-لاندبرگ متفاوت است، ارائه می‌کنند. این تقسیم‌بندی شامل معرفت‌شناسی اثبات‌گرایانه، شبه اثبات‌گرا، تفسیرگرا و دیالکتیکی-تأویل‌گرا است (گوبا و لینکن، ۱۹۸۹).

در ادبیات نوین ارزیابی سیاست، مطالعه دوفی (۲۰۱۸)<sup>۱</sup> نیز قابل توجه است. او با دیدگاه پسا ساختارگرایانه‌ای که دارد، به پیروی از میشل فوکو، ارزیابی را ابزاری در خدمت نظم و کنترل اجتماعی می‌بیند که می‌تواند به یک نظم توتالیتر خدمت کند و یا برای تحول اجتماعی مفید واقع شود.

در پایان باید گفت که معمولاً فعالیت یک ارزیاب تنها در محدوده یک مکتب جای نمی‌گیرد و با توجه به شرایط و اقتضای زمان با درجه معینی از انعطاف‌پذیری ترکیبی از دو یا چند مکتب را در خدمت ارزیابی خود قرار می‌دهد. ارزیابی برساخت‌گرایانه (نسل چهارم از نظر گوبا و لینکن) زمانی مفید است که بین ذینفعان و ارزیاب، اعتماد متقابل وجود داشته باشد. عکس این مطلب در نگرش اثبات‌گرایانه صادق است. نگاه اثبات‌گرایان به ارزیابی،

1 Duffy, 2018

سنجش عینی است و از این نظر در بیش‌تر فرآیندهای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما تکیه بر آن به خودی خود کافی نیست. نگرش‌های واقع‌گرایانه انتقادی مانند نظریات روی باسکار که بر لایه‌ای بودن واقعیت‌ها تکیه دارند و بین عین و ذهن، راه حل بینابینی را انتخاب می‌کنند، می‌تواند مکمل خوبی برای سنت عینی ارزیابی و همچنین مکملی برای سنت بر ساخت گرایانه باشند. دیدگاه پسا ساختارگرایانه، دیدگاهی انتقادی نسبت به سیاست و سیاست‌گذاری است. این دیدگاه در چارچوب فرآیندهای بوروکراتیک نمی‌گنجد، اما بر لایه‌های عمیق‌تری از آن‌ها مانند لایه یادگیری اجتماعی تأثیر بسیاری می‌گذارد.

### ۱.۱.۳.۲ روش‌شناسی ارزیابی سیاست‌ها

ارزیابی سیاست‌ها خود نوعی پژوهش است و روش‌های پژوهشی عمدتاً در این پژوهش نیز بکار برده می‌شوند. روش‌شناسی پژوهش را می‌توان مشتمل بر سه سطح رویکرد، روش‌ها و تکنیک‌های پژوهش دانست. رویکرد پژوهش<sup>۱</sup> یک جهت‌گیری کلی است که روش‌ها<sup>۲</sup> و فنون<sup>۳</sup> را در بر می‌گیرد. انتخاب رویکرد در طراحی پژوهش‌ها تحت تأثیر نوع پرسش‌های مورد نظر و نیز متأثر از هدف پژوهش است. شش رویکرد عمده عبارت‌اند از:

۱. اکتشافی<sup>۴</sup>
۲. توصیفی<sup>۵</sup>
۳. پیش‌بینی<sup>۶</sup>
۴. تبیینی<sup>۷</sup>
۵. تجویزی<sup>۸</sup>
۶. انتقادی<sup>۹</sup>

این شش رویکرد را می‌توان بر گونه‌هایی از روش‌ها تطبیق داد که معمولاً در مطالعه‌های ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند: روش‌های مدل‌سازی، روش‌های تفسیری، روش‌های انتقادی، روش‌های پیمایشی، روش‌های تجربی، مطالعه میدانی/ انسان‌شناسی اجتماعی و

1 Mode of enquiry

2 Methods

3 Techniques

4 Exploratory

5 Descriptive

6 Predictive

7 Explanatory

8 Prescriptive

9 Critical

روش‌های مشارکتی. هر کدام از آن روش‌ها خود مشتمل بر فنون و ابزاری است. جدول زیر، روش‌های پژوهش، رویکردهای مرتبط و فنون رایج مورد استفاده در ارزیابی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱: روش‌های پژوهش، رویکردها و فنون رایج

انواع روش‌ها	رویکرد پژوهش	نوع / گستره پرسش‌ها	فنون
تجربی	<ul style="list-style-type: none"> <li>تبیینی</li> <li>تجویزی</li> <li>پیش‌بینی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>علی / تبیینی</li> <li>ابزاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>گروه کنترل پس آزمون</li> <li>گروه کنترل پیش‌آزمون - پس‌آزمون</li> <li>گروه‌های چهارگانه سلومون</li> <li>فاکتوریل</li> <li>سری‌های زمانی</li> <li>گروه‌های نامشابه<sup>۱</sup></li> </ul>
پیمایشی	<ul style="list-style-type: none"> <li>توصیفی</li> <li>تبیینی</li> <li>تجویزی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ابزاری</li> <li>باز</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>مصاحبه‌های رودررو</li> <li>گروه‌های کانونی<sup>۲</sup></li> <li>فنون نگاشت</li> <li>پیمایش‌های پرسش‌نامه‌ای</li> <li>آزمون‌های معیار</li> </ul>
مطالعه میدانی / روش‌های انسان‌شناسی اجتماعی	<ul style="list-style-type: none"> <li>اکتشافی</li> <li>توصیفی</li> <li>تجویزی</li> <li>انتقادی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>باز</li> <li>هنجاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>مشاهده (مشارکتی و غیر مشارکتی)</li> <li>تحلیل رسوم و وقایع کلیدی</li> <li>فنون قوم‌نگاری</li> <li>مورد کاوی</li> </ul>
مدل‌سازی	<ul style="list-style-type: none"> <li>تبیینی</li> <li>پیش‌بینی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>علی / تبیینی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شبیه‌سازی بازی</li> <li>مدل‌سازی اقتصادی</li> <li>تحلیل سیستم</li> </ul>
تفسیری	<ul style="list-style-type: none"> <li>اکتشافی</li> <li>توصیفی</li> <li>تجویزی</li> <li>تبیینی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>باز</li> <li>هنجاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل محتوا</li> <li>تاریخ شفاهی</li> </ul>
انتقادی	<ul style="list-style-type: none"> <li>انتقادی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هنجاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل گفتمان</li> <li>قوم‌نگاری انتقادی</li> </ul>
مشارکتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>اکتشافی</li> <li>توصیفی</li> <li>تجویزی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>باز</li> <li>ابزاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>اقدام پژوهشی<sup>۳</sup></li> </ul>

منبع: (فارنکروک و دیگران، ۲۰۰۲)<sup>۴</sup>

1 Non equivalent groups  
 2 Focus groups  
 3 Action research  
 4 Fahrenkrog, et al. 2002

## ۱.۱.۴ دسته‌بندی انواع ارزیابی

از نظر ونیبل (۲۰۱۶) ادبیات ارزیابی در چند بعد تقسیم می‌شود: «چرایی ارزیابی»<sup>۱</sup>، «چه زمانی ارزیابی»<sup>۲</sup>، «چگونگی ارزیابی»<sup>۳</sup> «چه‌ای ارزیابی»<sup>۴</sup>. ونیبل در مقاله خود تنها به چرایی ارزیابی اشاره کرده است.<sup>۵</sup> اما به پیروی از گونه‌شناسی او و با جستجوی ادبیات تخصصی، برای هر یک از بعدهای ارزیابی سیاست توضیحی ارائه می‌شود:

### ۱.۴.۱.۱ چرایی ارزیابی

آنچه چرایی ارزیابی را تعیین می‌کند، معمولاً با عنوان کارکرد شناخته می‌شود. ونیبل و همکاران<sup>۶</sup> کارکرد را معیاری برای چرایی ارزیابی می‌دانند و منظور از آن را، کارکردی می‌دانند که از خروجی‌های ارزیابی انتظار داریم. به گفته آن‌ها، ارزیابی دو کارکرد اصلی را دنبال می‌کند؛ نخستین کارکرد، تأمین خواسته حامیان و سرمایه‌گذاران یک برنامه است. این نوع که ارزیابی تلخیصی<sup>۷</sup> نامیده می‌شود، در پایان یا در مقاطع خاصی از مداخله سیاستی صورت می‌گیرد و اطلاعاتی درباره اثربخشی آن، ارائه می‌کند. یکی از گونه‌های اولیه این نوع ارزیابی سیاست، ارزیابی عملکرد است.

دومین کارکرد مورد انتظار، ارزیابی توسعه‌ای نامیده می‌شود. ارزیابی توسعه‌ای<sup>۸</sup>، جمع‌آوری اطلاعاتی است که به حفظ و توسعه برنامه یا سیاست اجرا شده کمک می‌کند. این اطلاعات از راه فرآیند بازخورد در دسترس افراد درگیر در مداخله سیاستی قرار می‌گیرد. ارزیابی توسعه‌ای در همان گام‌های اولیه، توانمندی‌های سیاست‌گذاران را تقویت کند و دستاوردهای بهتری را برای مداخله رقم بزند.

ارزیابی توسعه‌ای بیش‌تر از ارزیابی تلخیصی با مفهوم یادگیری همخوان و هماهنگ است. با پیچیده‌تر شدن برنامه‌ها و سیاست‌های پژوهش و نوآوری و پررنگ‌تر شدن نقش نهادها به تدریج محدودیت‌های ارزیابی تلخیصی مشخص شده و ارزیابی یادگیری محور و توسعه‌ای - گاه به عنوان رقیب و گاه به عنوان مکمل ارزیابی تلخیصی - مرزهای خود را گسترش داده است (ونیبل، ۲۰۱۶، ۷۸).

1 Why to evaluate

2 When to evaluate

3 How to evaluate

4 what to evaluate

5 Venable, 2016

6 Venable, 2016

7 Summative evaluation

8 Formative evaluation

### ۲.۴.۱.۱ چه زمانی ارزیابی

زمان ارزیابی به نسبت برنامه ارزیابی متغیر است. ارزیابی می‌تواند به صورت پیشینی انجام شود. همچنین ارزیابی می‌تواند پسینی باشد و بالاخره ارزیابی ممکن است به شکل پایش همزمان صورت بگیرد. در زیر شرح مختصری از هر یک آمده است:

#### • ارزیابی پیشینی

فرآیند ارزیابی پیش از اجرای سیاست، ارزیابی پیشینی نام دارد و هدف آن ارزیابی تطابق مداخله‌های برنامه‌ریزی شده با نیازها، انسجام آن‌ها با اهدافی برنامه‌ریزی شده و نحوه اجرای آن مداخله‌ها است. این ارزیابی با استفاده از خبرگان بیرونی که در تدوین سیاست نقش نداشتند، به تقویت و بهبود سیاست‌های در حال تهیه و تدوین کمک فراوانی می‌کند.

#### • ارزیابی درجا یا ارزیابی همزمان

پایش سیاست یا ارزیابی در حال اجرا عبارت است از جمع‌آوری منظم داده‌های کیفی و کمی اجرای سیاست با توجه به تحولی که در وضعیت مالی و یا فیزیکی محیط سیاستی در اثر اجرای آن رخ می‌دهد. پایش، متضمن توجه مداوم به چگونگی پیشرفت و روند مداخله‌ها، چگونگی مصرف بودجه‌های تخصیص یافته برای اجرای آن‌ها و چگونگی تغییر محیط مداخله‌ها در طول زمان اجرای آن‌ها است.

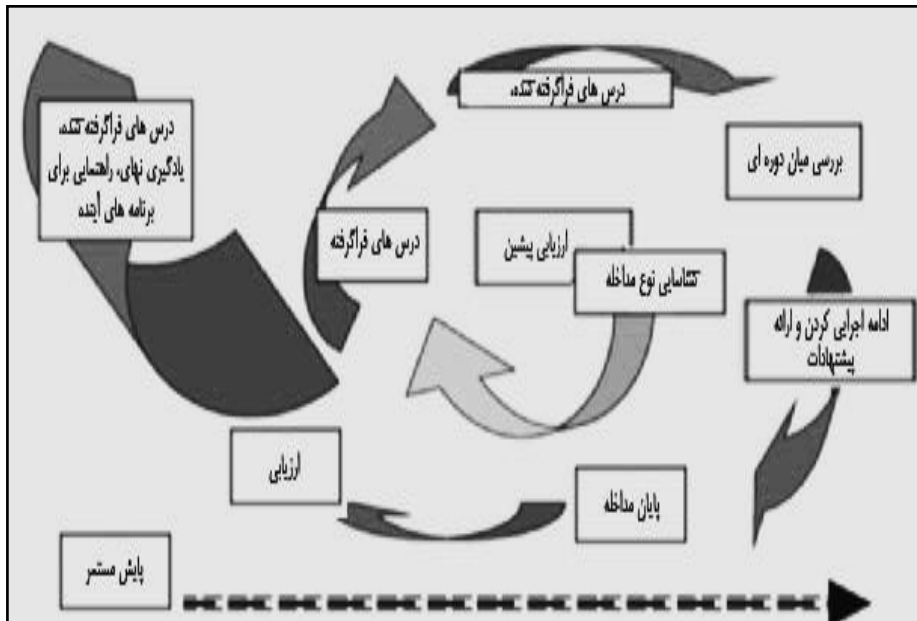
نکته‌های کلیدی پایش در جدول ۱-۲ خلاصه شده‌اند (سازمان همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جیکا)، ۲۰۱۱).<sup>۱</sup>

جدول ۱-۲: نکته‌های کلیدی پایش

بخش‌های پایش	نکته‌های کلیدی
عملکرد	کیفیت ورودی‌های سیاست؛ میزان تحقق خروجی‌ها
فعالیت‌ها و فرآیند اجرایی	آیا فعالیت‌ها طبق نقشه پیش رفته است؟ چرا طبق نقشه نیست؟ آیا نهادهای متولی به خوبی مرتبط‌اند.
ورودی‌ها	سنجش عملکرد ورودی‌ها.
لزوم بهسازی	با توجه به مسیر سیاست آیا تغییرهایی لازم است؟ تعدیل ورودی‌ها یا خروجی‌ها؟



تفاوت میان پایش و ارزیابی در شکل پایین دیده می‌شود. پایش، فرآیندی مداوم است در حالی که ارزیابی فرآیندی زنجیروار و مرکب از مراحل مختلف است (وزارت امور خارجه فنلاند، ۲۰۰۷).<sup>۱</sup>



شکل ۱-۱: رابطه زمانی پایش و ارزیابی

### • ارزیابی پسینی

وظیفه ارزیابی پسینی، تعیین میزان تحقق آثار و خروجی‌هایی است که پس از اتمام زمان سیاست نمایان می‌شود و بازخورد آن‌ها به نهادهای سیاست‌گذار تا در سیاست‌های آتی تغییرات لازم به بهترین شکل اعمال شود (سازمان همکاری‌های بین‌المللی ژاپن، ۲۰۱۱).<sup>۲</sup> در این ارزیابی تمرکز بر نحوه اجرای سیاست و میزان تطابق آن با برنامه، نحوه همکاری کنش‌گران مختلف و شناخت مشکلات اجرا از دیگر مسائل اصلی در ارزیابی پسین است. نکته‌های کلیدی که در ارزیابی پسین بایستی مد نظر باشند، در جدول زیر خلاصه شده‌اند (سازمان همکاری بین‌المللی ژاپن (جیکا)، ۲۰۱۱)

1 MFAF, 2007

2 Japan International Cooperation Agency or (JICA, 2011)

جدول ۱-۳: نکته‌های کلیدی در ارزیابی پسین

بخش‌های ارزیابی	نکته‌های کلیدی
بررسی عملکرد	آیا ورودی‌ها طبق برنامه تأمین شدند؟ یا خروجی‌ها طبق برنامه تحقق یافتند؟
بررسی فرآیند اجرا	آیا فرآیند اجرا با اهداف متناسب بوده است؟
سازگاری	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ضرورت</li> <li>• اولویت</li> <li>• مناسبت (شایستگی)</li> </ul>
اثربخشی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• اهدافی سیاست: آیا توانستیم به اهدافی سیاست برسیم؟</li> </ul>
کارایی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تولید خروجی</li> <li>• روابط علی</li> <li>• زمان‌بندی</li> <li>• هزینه</li> </ul>
اثرات (دورنما)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• اهداف کلان</li> <li>• روابط علی</li> <li>• آثار جانبی</li> </ul>
پایایی (دورنما)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سیاست‌ها و نظام‌ها</li> <li>• سازمان‌ها و جنبه‌های مالی</li> <li>• فناوری</li> <li>• جامعه، فرهنگ و محیط</li> <li>• پایایی به صورت کلی: با توجه به موارد بالا آیا پایایی کلی سیاست مطلوب بوده است؟</li> </ul>

### ۱.۱.۴.۳ چگونگی ارزیابی

عواملی که چگونگی و روش‌های ارزیابی را معین می‌کند، متعدد است. یکی از آنان، منظری است که از راه آن سیاست به عنوان مداخله عمومی تعریف می‌شود. کرابه و لی‌روی (۲۰۱۲)<sup>۱</sup> قائل به سه دیدگاه کلی در این زمینه هستند که عبارت است از:

*الف- سیاست به عنوان فرآیندی عقلایی و هدف محور*

در این رویکرد که رویکرد غالب نوشته‌های ادبیات این حوزه است، سیاست به عنوان فرآیند آگاهانه و منطقی حل مسئله فرض می‌شود و ارزیابی با روش‌های ساده و روشن، کارکرد کنترل‌کنندگی دارد.

1 Ann Crabbe and Pieter Leroy, 2012

### ب- سیاست به عنوان محصول تعامل سیاسی

این رویکرد از حوزه علوم سیاسی نشأت گرفته و در آن، سیاست نتیجه جنگ آشکار میان علایق متضاد و منابع قدرت است. این رویکرد بسیار واقعی‌تر از رویکرد اول به نظر می‌رسد ولی روش‌های ارزیابی در آن به شدت پیچیده و ابهام‌آمیز است.

### ج- سیاست به عنوان یک پدیده نهادی

نهادینه شدن، از مفاهیم پایه‌ای علوم اجتماعی بوده و بیان‌گر آن است که رفتار انسانی به تدریج و در تعامل با دیگران شکل می‌گیرد. در این رویکرد، فرآیند سیاست‌گذاری در انزوا شکوفا نمی‌شود؛ بلکه جزئی از یک چارچوب وسیع‌تر است که از آن به عنوان رژیم‌های سیاستی یاد می‌شود. پیشنهادهای این نوع ارزیابی با نوع زمینه نهادی که سیاست در آن اجرا می‌شود، مرتبط است. (کراب و لروی، ۲۰۱۲).

### ۱.۱.۴ چستی ارزیابی

زمانی که در رابطه با تأثیر سیاست‌ها صحبت می‌کنیم، معمولاً چارچوب زمانی خاصی را در نظر داریم. این تأثیرها در کوتاه مدت، خروجی‌های یک سیاست<sup>۱</sup> خوانده می‌شود، در میان مدت، «نتایج سیاست»<sup>۲</sup> و در درازمدت به این تأثیرها، آثار یا تبعات سیاستی<sup>۳</sup> گفته می‌شود. این نتایج و آثار در کنار سایر تغییرات اجتماعی که در اثر سایر سیاست‌گذاری‌ها یا روندهای جهانی پدید می‌آیند، موجب ظهور مسائل اجتماعی جدید، فرمول‌بندی مجدد مسئله و تجدیدنظر در دستور کار سیاست‌گذاران و در یک کلام، تکرار چرخه سیاست‌گذاری خواهد شد (کراب و لروی، ۲۰۰۸).<sup>۴</sup> در جدول زیر تعریف تأثیرهای ذکر شده، آمده است:

جدول ۱-۴: دسته‌بندی تأثیرهای سیاستی

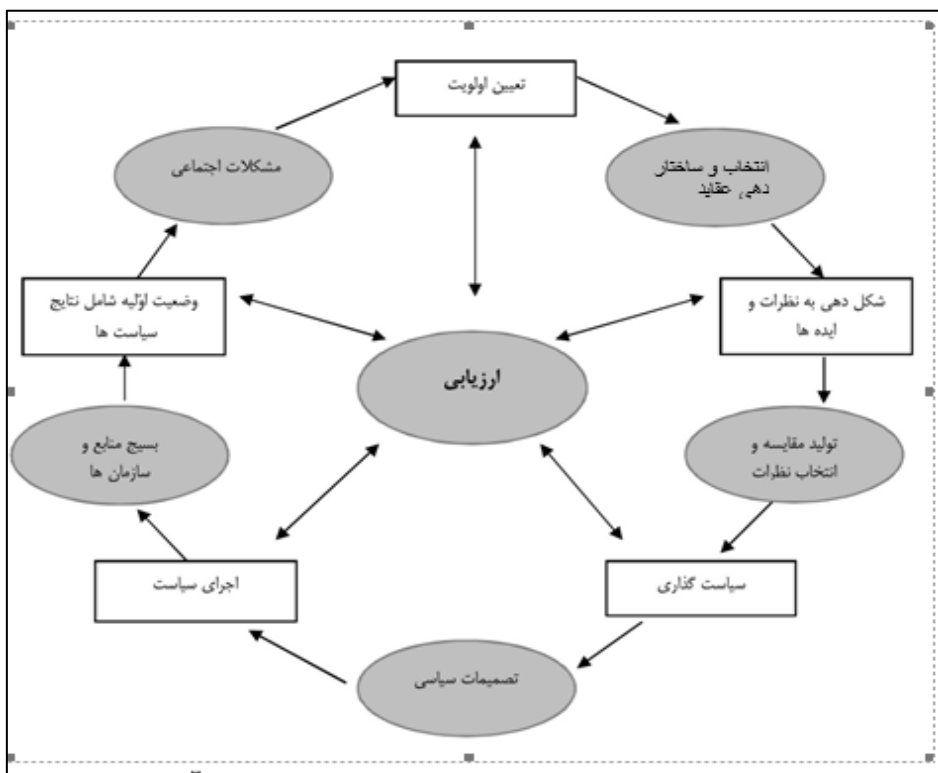
تعریف	نوع تأثیر
کمیت و کیفیت محصولات و خدمات ارائه شده به وسیله سیاست‌گذاران؛ مثل کاهش مالیات شرکت‌های دانش بنیان.	خروجی سیاست
تأثیر سیاست در قالب تغییر رفتار گروه هدف؛ مانند افزایش خرید محصولات فناورانه.	نتایج سیاست
تأثیرهای جانبی و اغلب پایدار یک سیاست در محیط گسترده‌تر اجتماعی (سیاسی، فرهنگی و اقتصادی) که معمولاً در درازمدت ظاهر می‌شوند؛ مانند افزایش برابری اجتماعی یا آلودگی محیط زیست.	آثار سیاست

منبع کرابه و لی روی (۲۰۱۲:۵)

1 Policy output  
2 Policy outcomes  
3 Policy impacts  
4 Crabbé and Leroy, 2008

### ۱.۱. ۵ جایگاه ارزیابی در فرآیند سیاست‌گذاری

چرخه سیاست‌گذاری یک مفهوم و استعاره کارا برای مطالعات سیاستی است. در این چرخه، مراحل ایده‌آل در فرآیند سیاست‌گذاری و فعالیت‌های مرتبط با هر مرحله تصویر می‌شود.<sup>۱</sup> با استفاده از این مفهوم که به نوعی عنصر زمان را در فرآیند سیاست‌گذاری لحاظ می‌کند، نوع‌شناسی دیگری در ادبیات ارزیابی شکل گرفته است. همچنین تفاوت نگاه به این چرخه بین سیاست‌گذاران و ارزیابان، دو الگوی مجزا برای ارزیابی را به وجود آورده است. پیش‌تر از این، ارزیابی به عنوان مرحله پایانی چرخه سیاست‌گذاری در نظر گرفته می‌شد که تأثیر حاصل از سیاست را مورد بررسی قرار می‌داد؛ اما در نگاه جدید، ارزیابی در مرکز چرخه سیاست‌گذاری جای گرفته و در همه مراحل فرآیند سیاست‌گذاری حضور دارد.

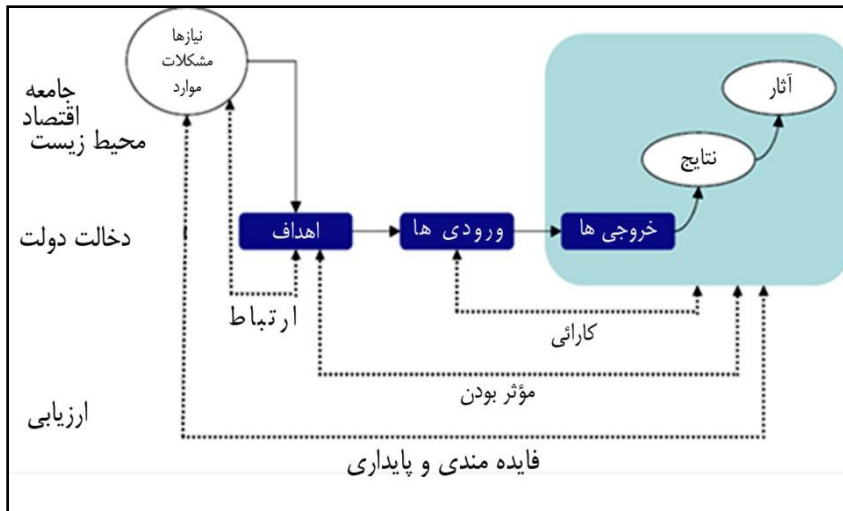


شکل ۱-۲: چرخه سیاست‌گذاری

منبع: کراب و لی‌روی، ۲۰۱۲: ۳

1 Frank Fischer, 2017

نگاه سیاست‌گذاران به فرآیند ارزیابی را می‌توان با مدل چرخه سیاست‌گذاری تحلیل کرد و بر اساس روند تکامل و ظهور تدریجی آثار سیاست در این مدل، سطوح و گونه‌های مختلفی از ارزیابی را در ارتباط با آن در نظر گرفت. در این نگاه، توجه به مسیری است که سیاست مورد نظر در چارچوب چرخه سیاست‌گذاری ترسیم می‌نماید.



شکل ۱-۳: ویرایش الگوی ارزیابی

منبع: اوسیمو و همکاران، ۲۰۰۷<sup>۱</sup>

در این الگو، اولین بخش مربوط به تعریف چگونگی استنتاج اهداف سیاست از مسائل یا نیازمندی‌های معین است و حاصل آن ارزیابی میزان سازگاری و انطباق اهداف با مسائل، نیازها و اولویت‌های سیاست‌ها خواهد بود. سپس به چگونگی تفسیر و ترجمه اهداف در قالب ورودی‌ها و فرآیند اجرای سیاست‌ها توجه می‌شود. ارزیابی کارایی<sup>۲</sup> سیاست‌ها، از راه بررسی رابطه خروجی‌هایی که مستقیم ایجاد شده با ورودی‌ها انجام می‌گردد.

اجرای سیاست‌ها و خروجی‌های آن، خود نتایج و آثاری را به دنبال دارد که باید نسبت به اهداف اولیه ارزیابی گردد تا اثربخشی<sup>۳</sup> سیاست معلوم شود. در نهایت، آثار نسبت به مسائل و

1 Osimo, D, 2007

2 Efficiency

3 Effectiveness

نیازهای اولیه ارزیابی می‌شوند تا از یک سو مفید بودن و سودمندی<sup>۱</sup> سیاست‌ها روشن شود و از سوی دیگر قابل قبول بودن و پایایی<sup>۲</sup> آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. منظور از سودمندی بررسی تأثیرگذاری سیاست بر گروه هدف با توجه به نیازهای آن است و پایایی هم به پایداری و دوام تغییرات حاصل از سیاست پس از اتمام دوره اجرای آن اشاره دارد. ارتباط دوسویه بخش ابتدایی و انتهایی نشان دهنده لزوم توجه به تأثیر سیاست، در مرحله طرح‌ریزی و اولویت‌دهی به گزینه‌های سیاستی است (اوسیمو و همکاران، ۲۰۰۷).<sup>۳</sup>

### ۱.۱.۶ فنون ارزیابی

فنون ارزیابی ضمن داشتن تفاوت‌هایی از نظر نوع، کاربرد و داده‌های مورد نیاز، از نظر نوع، کاربرد و داده‌های مورد نظر، نقاط قوت و محدودیت‌ها مخصوص به خود نیز دارا هستند. خلاصه‌ای از این تفاوت‌ها در جدول زیر آمده است:

جدول ۱-۵: نقاط ضعف و قوت روش‌های ارزیابی

روش	نوع	کاربرد	داده‌های مورد نیاز	نقاط قوت	محدودیت‌ها	سطح کاربرد داده‌ها
بیمایش نوآوری	نیمه کمی کمی	پایش ارزیابی پسین	داده‌های خرد پرداخت‌ها سودها پتنت‌ها نوآوری	<ul style="list-style-type: none"> <li>شناسایی روندهای نوآوری و ایجاد آگاهی نسبت به جنبه نرم نوآوری</li> <li>یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها می‌تواند تعمیم داده شود.</li> <li>ایجاد امکان شناسایی اندازه و گسترش تأثیرها</li> <li>ایجاد امکان مقایسه بین گروه‌ها و تغییرها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هزینه و زمان زیاد</li> <li>نیاز به نیروی انسانی زیاد برای تحلیل داده‌ها</li> <li>سختی به دست آوردن بعضی داده‌ها</li> <li>قابل احصاء نبودن سری‌های زمانی</li> </ul>	شرکت صنعت عرصه اقتصاد
خرد روش‌های روشن	داده‌های کیفی یا کمی قطعی	پایش ارزیابی پسین	داده‌های خرد پرداخت‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>نتایج بر اساس فرمول‌بندی واضح از روابط معلولی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کیفیت داده‌ها</li> <li>اجبار در اعلان عمومی اطلاعات برای</li> </ul>	کارخانه شرکت صنعت

1 Utility  
2 Sustainability  
3 Osimo, D, 2007

• عرصه اقتصاد	• نهادهای درگیر و غیر درگیر • تنها نرخ بازگشت تحقیق و توسعه بخش خصوصی قابل محاسبه است.	• ارزش افزوده تحقیق و توسعه <sup>۱</sup> • کنترل تأثیرات مختلف، اندازه شرکت‌ها، پرداخت‌ها، ظرفیت نوآوری	• سودها • پتنت‌ها			
• شرکت • صنعت • عرصه اقتصاد	• میانگین‌گیری از نتایج • نتایج قدرتمند • تأخیر زمانی در مشاهده تأثیرها	• نرخ بازگشت اجتماعی تحقیق و توسعه <sup>۲</sup> • حفظ سرریزهای تحقیق و توسعه • تخمین آثار بلندمدت سیاست • شبیه‌سازی سناریو برای حمایت از سیاست	• هزینه‌های تحقیق و توسعه • خروجی‌های تحقیق و توسعه • داده‌های اقتصاد کلان	• ارزیابی پیشین • پایش • ارزیابی پسین	• روش‌های مدل‌سازی کمی	• روش‌های کلان
• کارخانه • شرکت • صنعت • منطقه • عرصه اقتصاد	• نیاز به ظرفیت فنی بالا • هزینه‌های بالای اجرا • وابستگی به داده‌ها	• تعیین نتیجه سیاست‌ها بر نهادهای مربوط	• داده‌های خرد • پرداخت‌ها • سودها • پتنت‌ها	• ارزیابی پسین	• کمی	• مطالعات بهره‌وری
• شرکت • صنعت	• نیاز به ظرفیت فنی بالا • هزینه‌های بالای اجرا • نیازمند داده‌های زیاد	• تعیین تأثیر مداخله سیاست بر برنامه‌های مشارکتی	• داده‌های خرد • هزینه‌ها • سودها • پتنت‌ها	• ارزیابی پسین	• کمی	• رویکرد گروه کنترل
• شرکت • صنعت	• نیاز به ظرفیت فنی بالا • بسته به میزان مفروضات درجه‌ای از قضاوت بیرونی در نتایج دخیل است • در همه نمونه‌ها نمی‌توان به راحتی به کار برد.	• تخمین تأثیرات اجتماعی و اقتصادی مداخله • مناسب برای بررسی کارایی سیاست • بیان همه آثار سیاست	• داده‌های خرد • تخمین هزینه‌ها و سود	• ارزیابی پیشین (مخصوصاً) • پایش • ارزیابی پسین	• کمی (با عناصر کیفی)	• تحلیل هزینه منفعت

۱ با توجه به این که پژوهش بر سیاست‌های توسعه تحقیق و فناوری متمرکز بوده، مندرجات این جدول، خاص تحقیق و توسعه است.

2 Social Rate of return to R&D

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر منافع به‌سادگی قابل کمی‌سازی در قالب مالی نباشند، بیان دقیق نتایج ممکن نیست.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• شرکت</li> <li>• صنعت</li> <li>• عرصه</li> <li>• اقتصاد</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استقلال هم‌ترازان</li> <li>• منافع اقتصادی لحاظ نمی‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارزیابی مزیت‌های علمی</li> <li>• انعطاف‌پذیری</li> <li>• کاربرد وسیع</li> <li>• بی‌طرفی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• داده‌های برنامه پروژه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارزیابی پیشین</li> <li>• پایش ارزیابی پسین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کیفی</li> <li>• نیمه کمی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پیل خبرگان / بازرینی همکار</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• شرکت</li> <li>• صنعت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نتایج قابل تعمیم نیستند</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تأثیرات اجتماعی-اقتصادی در محیط مشاهده می‌شود.</li> <li>• مناسب برای تحقیقات اکتشافی و توصیفی</li> <li>• مناسب برای درک تأثیرات زمینه روی آثار</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• داده‌های برنامه پروژه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پایش ارزیابی پسین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کیفی</li> <li>• نیمه کمی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مطالعه موردی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• شرکت</li> <li>• صنعت</li> <li>• منطقه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نیاز به زمان زیاد</li> <li>• نیاز به ترغیب و تشویق</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کاملاً تجربی و جامع</li> <li>• داده‌ها با اهداف سیاسی تلفیق می‌شوند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• داده‌های برنامه پروژه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارزیابی پسین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کیفی</li> <li>• نیمه کمی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تحلیل شبکه</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نهادها</li> <li>• منطقه</li> <li>• عرصه</li> <li>• اقتصاد</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پیشرفت و نفوذ فناوری و پژوهش را نشان نمی‌دهد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کاهش عدم اطمینان با استفاده از سناریوهای مختلف</li> <li>• ترکیب داده‌های بخش خصوصی و دولتی</li> <li>• ترسیم ره‌نگاشت و معماری فناوری‌های جدید</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• داده‌های کیفی</li> <li>• سناریو</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارزیابی پیشین</li> <li>• پایش</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کیفی</li> <li>• نیمه کمی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• آینده‌نگاری / ارزیابی فناوری</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• شرکت</li> <li>• صنعت</li> <li>• عرصه</li> <li>• اقتصاد</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نیاز به داده‌های جزئی</li> <li>• غیرقابل انتقال</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• روش مقایسه‌ای در بخش‌های مختلف</li> <li>• حمایت از ارزیابی نظام‌مند نهادها و نظام‌ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• شاخص‌های علم و فناوری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پایش ارزیابی پسین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نیمه کمی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارزیابی مقایسه‌ای</li> </ul>

(فارنکر و همکاران، ۲۰۰۲: ۶۹-۷۰)



## ۷.۱.۱ نقش‌ها و مسئولیت‌ها در ارزیابی

فرآیند ارزیابی، صحنه حضور بازیگران مختلف با وظایف و مسئولیت‌های گوناگون است؛ به طوری که فهم دقیق و تحقق کامل و صحیح این فرآیند بدون درک و تمیز این نقش‌ها ممکن نیست. هرچند ساختار و شرح دقیق وظایف این نقش‌ها متأثر از نظام ارزیابی، ساختار و چینش دستگاه‌های حاکمیتی، نظام نهادی و... است؛ اما تفکیک برخی نقش‌ها و ارائه چارچوب کلی و نوع بازیگران خالی از فایده نخواهد بود. شکل زیر این چارچوب را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱: چارچوب زمانی حضور بازیگران در فرآیند

اجرای ارزیابی وزارت خارجه فنلاند (۲۰۰۷)

## ۲.۱ بخش دوم: ارزیابی سیاست‌های نوآوری

حوزه سیاستی علم، فناوری و نوآوری به‌طور خلاصه عبارت است از عرصه مداخله عمومی برای پشتیبانی از نرخ نوآوری در جامعه (ادلر و همکاران، ۲۰۱۶: ۱).<sup>۱</sup> در تعریف دقیق‌تر می‌توان گفت که این حوزه شامل مداخله عمومی به قصد پشتیبانی از ایجاد، انتشار و کاربرد نوآوری است و فرآیند، محصول، مدل تجاری، سازماندهی نوین با هدف تجاری و غیر تجاری را در برمی‌گیرد (ادلر و همکاران، ۲۰۱۶: ۳). در نظر داشته باشیم که وقتی می‌گوییم «مداخله عمومی»، یعنی یک خط‌مشی که به وسیله دولت طراحی و اجرا شود. در این تعریف، سیاست‌های بنگاه‌های خصوصی نمی‌گنجد. موضوع این سیاست، تنظیم رفتار دو دسته از بازیگران است؛ دسته اول، گروهی که در طرف عرضه به ایجاد نوآوری می‌پردازند و دسته دوم، بازیگرانی که کاربرد و جذب فناوری را بر عهده دارند و طرف تقاضای فناوری را تشکیل می‌دهند. سیاست‌گذاری علم و فناوری و نوآوری، همچون رشته مادر خود سیاست‌گذاری عمومی، یک رشته مسئله محور بوده و بر مبنای حل مسئله شکل گرفته است (فرانک فیشر و همکاران، ۲۰۱۷).<sup>۲</sup>

حوزه سیاست‌های علمی، از سال‌های بعد از جنگ جهانی دوم مطرح شد و عمده منظور آن، افزایش سهم بودجه تحقیق و توسعه در بودجه عمومی دولت، گسترش مراکز دانشگاه و افزایش بنیه تحقیقات در حوزه‌های علوم بنیادی بود. دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی، زمان توجه به اهمیت اقتصادی تحقیقات کاربردی و یا اولویت‌بخشی یکی از حوزه‌های فناوری به عنوان موتور دینامیک توسعه صنعتی و پیشرفت اقتصادی است (لاندوال و بوراس، ۲۰۰۶).<sup>۳</sup> سیاست نوآوری از دهه ۸۰ و با اشاعه تفکر سیستمیک به نوآوری و ظهور نگرش نظام ملی نوآوری در کشورهای اروپای شمالی و آمریکا مطرح گردید و پس از آن به‌سرعت در سطح جهان رواج یافت (فاگربرگ، مارتین و اندرسن، ۲۰۱۳).<sup>۴</sup> با گذشت زمان و در جریان گسترش و رواج این نوع چارچوب به سیاست‌گذاری، تحولی هم در نگرش نظام نوآوری به وجود آمد؛ به طوری که می‌توان گفت این نگرش خود یک فرآیند تکاملی را طی کرده و دارای چرخش‌های متعددی بوده است. هم اکنون به نظر می‌رسد این فرآیند تکامل به بلوغ نزدیک شده و طلیعه ظهور دیدگاه‌های جدیدی در عرصه مطالعات نوآوری، چشم‌انداز نظری

1 Edler, Cunningham, Gok, & Shapira, 2016

2 Frank Fischer, 2017

3 Lundvall B-A and Sussana Borrás, 2006

4 Fagerberg Jan, 2013

سیاست‌های نوآوری را متنوع‌تر ساخته است (میرعمادی، ۱۳۹۵). این بخش پس از پرداختن به کلیات، شامل سه قسمت می‌شود: اول، تغییر در اجرای سیاست‌گذاری علم و فناوری؛ دوم، تحول نظریه‌های اقتصاد نوآوری و سوم، رویکردهای جدید ارزیابی برای انطباق با دگرگونی‌های جدید.

### ۱.۲.۱ کلیات

منظور ما از «سیاست‌های نوآوری» به معنای اعم آن شامل سیاست‌های حاکم بر بخش‌های تحقیق و توسعه، فناوری و تجاری‌سازی و فراتر از آن است. ابزار این سیاست‌ها معمولاً برنامه‌هایی است که یک سازمان دولتی طراحی می‌کند و از این راه بودجه‌ای در اختیار شرکت‌ها، مؤسسه‌های تحقیقاتی و یا دانشگاه‌ها برای پیشبرد این برنامه‌ها قرار می‌دهد. تأمین مالی به شکل اهدای یارانه مثلاً در سقف ۵۰ درصد بودجه تحقیقاتی به شرکت‌های خصوصی و یا ۱۰۰ درصد بودجه مؤسسه‌های تحقیقاتی دولتی اجرا می‌گردد. (ادلر و همکاران، ۲۰۱۶، ۱). طبیعی خواهد بود که تأمین بودجه بازیگران عرصه پژوهش و توسعه و نوآوری، الزام به ارزیابی آثار اجرای آن را موجه سازد. در مورد این اصل که تمام مداخله‌های سیاستی باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد، توافق کلی وجود دارد؛ اما هیچ اجماع روشنی در مورد زمان مناسب انجام این کار، سطح تحلیل و یا معیارهای ارزیابی موجود نیست. همان‌طور که در بخش پیشین گفته شد، ارزیابی در مراحل مختلفی (پیشینی، همزمان، پسینی) از چرخه سیاست اتفاق می‌افتد. ارزیابی ممکن است بخشی از یک قرارداد (به عنوان مثال بودجه‌بندی برنامه‌های تحقیق و توسعه) و یا الزام قانونی باشد. موضوع ارزیابی می‌تواند، افراد، پروژه‌ها، سازمان‌ها (مانند دانشگاه‌ها، سازمان‌های مالی)، برنامه‌ها، سیاست‌ها و حتی کل نظام علم، فناوری و نوآوری باشد. ارزیابی می‌تواند فرآیندهای مدیریت را بررسی می‌کند (فرآیندگرا) و یا نتایج به دست آمده با توجه به اهداف از پیش تعریف شده (تأثیر گرا) را محل توجه خود قرار می‌دهد. ارزیابی می‌تواند توسط کارشناسان بیرون از سازمان و یا توسط بخشی از سازمان ارزیابی‌شونده انجام گیرد. غالباً، ارزیابی افراد، سازمان‌ها و یا نظام‌های ملی علم، فناوری و نوآوری، بر اساس عملکرد آن‌ها با توجه به مأموریت یا فعالیت‌های تعریف شده صورت می‌گیرد. بررسی سیاست‌ها و برنامه‌ها به طور معمول برای نشان دادن افزونه<sup>۱</sup> ورودی، خروجی و یا رفتاری مداخله دولتی به کار می‌رود؛

1 Additionality

یعنی میزانی که مداخله‌های دولتی به جای ورودی‌های خصوصی (مانند مشوق‌های مالیاتی تحقیق و توسعه)، منجر به ایجاد خروجی بیش‌تر (مثل اصلاح آموزش عالی) و تغییرات پایدار در رفتار یک جامعه (همچون یارانه‌های سبز) می‌شود (سازمان همکاری اقتصاد و توسعه، ۲۰۱۲).

سیاست‌گذاران و تحلیل‌گران اقتصادی، بر نقش ارزیابی در بررسی توجیه برنامه، تحلیل اثرات اقتصادی آن و در نتیجه ارائه اطلاعات برای هدایت تخصیص منابع و همچنین فرآیندهای تصمیم‌گیری استراتژیک شامل انتخاب ابزارها یا محور و جهت سیاست‌های فناوری (به طور کلی)، تأکید می‌ورزند؛ اما بسیاری از سیاست‌گذاران که درگیر اجرای برنامه‌های در دست اجرا هستند به نقش ارزیابی در بهبود رفتار، کیفیت، پاسخ‌گویی و اثربخشی یک برنامه و در نتیجه بالا بردن اثر اهرمی آن عنایت دارند. واضح است این اهداف مکمل هم هستند؛ با این حال دستیابی به آن‌ها اغلب نیازمند ابزارهای ارزیابی مختلف و سازمان‌های خاص انجام این ارزیابی‌هاست (آدلر و همکاران، ۲۰۱۶).

در بحث تکنیک‌ها یا همان فنون ارزیابی، گوناگونی سیاست‌ها ضرورت وجود فنون ارزیابی مختلف را ایجاد می‌کند. در بخش پیشین در مورد تفاوت‌های فنون ارزیابی پیشینی، پسینی و همزمان اشاره رفت. ارزیابی برنامه‌های توسعه فناوری مأموریت‌گرا<sup>۱</sup> در مقیاس بزرگ و یا مشوق‌های مالی برای تحقیق و توسعه صنعتی بیش‌تر متمایل به استفاده از تحلیل هزینه-منفعت است. ارزیابی برنامه‌های انتشارگرا<sup>۲</sup> فنون پیچیده‌تری را طلب می‌کند. این‌گونه برنامه‌ها، به تحلیل‌های اقتصادی در سطح خردتر و پیمایش‌های وسیع‌تر نیاز دارند و از این رو به اطلاعات با کیفیت بالا و پایگاه داده‌ها، بیش از پیش نیاز است. برنامه‌های دیگری که بر بعد نرم<sup>۳</sup> ابزارهای فرآیند نوآوری مانند آگاهی، اطلاعات و برنامه‌های مشاوره تمرکز می‌کنند، نیازمند استفاده از مطالعات موردی فشرده و نظرسنجی از کاربران است. به این ترتیب، درجه توسعه و به کارگیری روش‌های ارزیابی، مرتبط و منعکس‌کننده مرحله توسعه سیاست فناوری و نوآوری و ظرفیت و توانمندی نهاد ارزیابی به طور کلی در کشور است.

گذشته از تنوع در فنون، تحلیل داده‌ها در ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، به

1 Mission Oriented technology policy

برای شناخت این نوع از برنامه توسعه فناوری به مقاله هانری ارگاس (Ergas, 1987) مراجعه فرمایید.

2 Diffusionist technology policy

3 Soft dimension

خودی خود امری چالش‌برانگیز است؛ زیرا این گونه سیاست‌ها معمولاً اهداف چندگانه‌ای را دنبال می‌کنند و بین آثار دراز مدت و ورودی و خروجی‌های آن‌ها الزاماً پیوندهای مستقیمی برقرار نیست. به همین دلیل، ارزیابان مستقل ترجیح می‌دهند این سیاست‌ها را پس از اجرای کامل برنامه یا در مراحل پایانی آن و یا زمانی که محصول مشخصی را ارائه داد، به شکل پسینی ارزیابی کنند (آدلر و همکاران، ۲۰۱۶). معمولاً، مؤسسات اجراکننده برنامه، دارای آن ظرفیت از دانش و مهارت نیستند که به ارزیابی کار خود دست بزنند. به علاوه، اعتبار نظر ارزیابی مستقل به مراتب بیش‌تر است. از این جهت، جامعه ارزیابان مستقل به تدریج در جوامع صنعتی به وجود می‌آمده‌اند که به این نیاز پاسخ دهند.

نقش ارزیابان برنامه‌های تحقیق و توسعه آن است که برون‌دادها و درون‌دادهای کمی سیاست (خروجی) را تعیین کنند و با مشاهده میزان تغییر در رفتار بازیگران (اعم از ذینفعان و ذی‌نفعان)، تأثیر چنین تغییری را با عنوان «نتایج برنامه‌های خاص سیاست‌ها» دسته‌بندی و در نهایت تبعات درازمدت چنین سیاست‌هایی را در لایه‌های مشخص (اقتصادی، اجتماعی، سیاسی فناورانه، محیط زیستی و فرهنگی) بررسی نمایند. کشور ایران تاکنون از حضور جامعه ارزیابان مستقل محروم بوده است. امید است با انتشار و تقویت فرهنگ ارزیابی، این نهاد اساسی نیز پدیدار شود و نقش حیاتی خود را در رشد و توسعه سیاست‌های نوآوری ایفا نماید.

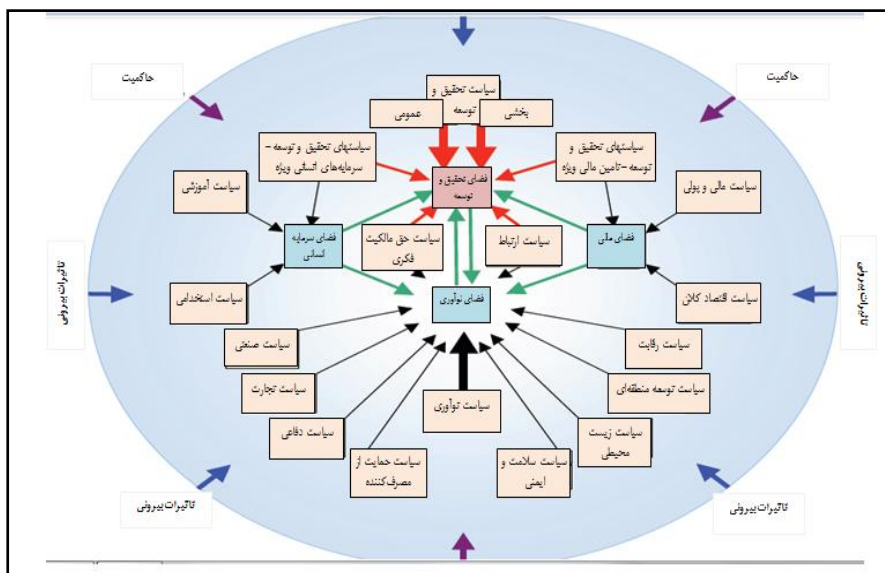
## ۱.۲.۲ امتناع ارزیابی انتزاعی سیاست‌های نوآوری

سیاست‌گذاران به ارزیابی تأثیر سیاست‌های علوم و فناوری بر بهره‌وری، رقابت‌پذیری و رفاه اجتماعی علاقه‌مند هستند. آن‌ها این نتایج را برای توجیه ادامه سیاست‌های خود لازم می‌بینند. ولی شناسایی تأثیر اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در جامعه به‌ندرت به شکل انتزاعی ممکن است؛ زیرا معمولاً آثار آن‌ها با تأثیر چندین سیاست و برنامه از قبل اجرا شده و یا در حال اجرا به هم آمیخته و در مجموع و به همراه آن‌ها یک کلاف پیچیده از تحولات را می‌سازد و به شکل کلی بر شاخص‌های اقتصادی اثر می‌گذارد (کانینگهام و همکاران، ۲۰۱۰؛ ماگرو و ویلسون، ۲۰۱۳).<sup>۱</sup>

1 Cunningham Paul, 2010, Magro and Wilson 2013

ترجمه فارسی دو مقاله اخیر در کتاب میرعمادی طاهره، ۱۳۹۵، ده مقاله اساسی در نظام ملی نوآوری، انتشارات موسسه توسعه دانش و پژوهش، تهران است.

سیاست‌گذاران، بدون این که به درآمیختن آثار این سیاست با سیاست‌های دیگر در حال اجرا در فضای سیاستی توجه داشته باشند، علاقه‌مندند که ارزیاب یک نتیجه مشخص و کمی مثل تأثیر سیاست‌های نوآوری در تولید ناخالص ملی را به آن‌ها ارائه دهد (مولاس گالارت و دیویس، ۲۰۰۵)<sup>۱</sup>. این مسئله برای ارزیابان مشکل‌زاست؛ زیرا همان‌طور که در قبل گفتیم برنامه‌ها و سیاست‌های نوآوری در انزوا طراحی و اجرا نمی‌شوند و در نتیجه ارزیابی تأثیر آن‌ها نیز در خلاء و به‌تنهایی امکان‌پذیر نیست (فلانگان، ۲۰۱۳) و به‌ندرت ممکن است نتایج ارزیابی عملکرد سیاست‌های نوآوری به یک جواب ساده برسد.



شکل ۱-۵: فضای سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری

منبع: (بورستات، ۲۰۱۱، نقل شده در میرعمادی و بهارلو، ۱۳۹۶)

شکل بالا برای توضیح گزاره قبل به خوبی گویا است. همان‌طور که مشاهده می‌کنیم که فضای سیاستی نوآوری تحت تأثیر سیاست‌های بهداشت، محیط زیست، توسعه منطقه‌ای، اقتصاد کلان، سیاست‌های اعتباری، پولی و مالی صنعتی، سیاست‌های دفاعی و سیاست‌های خارجی است. از این نظر، ارزیابی این تأثیرات به‌خصوص تأثیر درازمدت سیاست‌های نوآوری بر شاخص‌های اقتصادی بدون لحاظ این آمیختگی سیاستی غیر ممکن است. البته اعتبار

1 Molas -Gallart, 2006

این گزاره، نسبی است؛ زیرا تأثیر سیاست‌های مزبور از نظر بعد زمانی به سه دسته خروجی، آثار و تبعات تقسیم شده است. طبیعی خواهد بود که ارزیابی نتایج سیاست‌ها مشکل‌تر از ارزیابی خروجی‌های سیاست و ارزیابی تبعات درازمدت سیاستی دشوارتر از بررسی نتایج سیاست باشد.

ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری با علم به آمیختگی آثار این سیاست‌ها با سیاست‌های دیگر، تکیه کردن بر نظریه‌های نوآوری را الزام‌آور می‌سازد؛ بنابراین ارزیابان سیاست‌های علم و فناوری علاوه بر فنون و روش‌های ارزیابی، باید شناخت کاملی از نظریه‌های اقتصاد نوآوری داشته باشند؛ یعنی همان‌طور که سیاست‌گذاری، به پژوهش‌ها و فنون ارزیابی به عنوان ابزارهای هوشمند سازی سیاست احتیاج دارد، حوزه ارزیابی هم نیازمند نظریه‌های اقتصاد نوآوری است. همچنین، ارزیابان باید رابطه بین تغییر ارزیابی سیاست‌های نوآوری و تحول سیاست‌گذاری علم و فناوری و نوآوری را درک کنند (مولاس لاگارت و دیویس، ۲۰۰۶) و بدانند که حوزه اخیر هم به نوبه خود تحت تأثیر پویایی نظریه‌های نوآوری است (مایتلکا، ۲۰۰۱). تعامل بین نظریات اقتصاد نوآوری و فرآیند ارزیابی از راه رویه یا عمل<sup>۱</sup> به سیاست‌گذاری نوآوری صورت می‌گیرد و از این نظر، تحول در حوزه ارزیابی به نسبت نظریات، دارای یک تأخیر زمانی است (مولاس لاگارت و دیویس، ۲۰۰۶). شاید برای خوانندگان جالب باشد که بدانند همین رابطه تناظری در حوزه آینده پژوهی نیز مطرح است و تبعیت تحولات حوزه آینده‌پژوهی از چرخش‌های نظریات نوآوری توسط صاحب نظران بررسی شده است (اندرسن و اندرسن، ۲۰۱۴).<sup>۲</sup>

ارزیابی بر تبیین مسئله و دستور کار<sup>۳</sup> تأثیر مستقیم دارد؛ اما تعیین دستور کار یک مسئله عینی نیست. نکته بسیار مهم، درک چگونگی قرار گرفتن یک محور موضوعی به عنوان دستور کار سیاست‌گذاری عمومی و یا علم و فناوری است. جهان اولویت‌ها یا دنیای دستور کارها<sup>۴</sup> مجموعه محورهای موضوعی است که امکان دارد در یک جامعه اولویت‌یابی باشد (توماس بیرکلند، ۲۰۱۷).<sup>۵</sup> با توجه به این که گروه‌ها و دسته‌ها بر اساس علاقه و منفعت خود و تحت تأثیر مسائل مختلف بین‌المللی و داخلی، مشکلات جامعه را تفسیر می‌کنند، در هر مقطع زمانی خاص، بر اساس پویایی روابط بین گروه‌های اجتماعی و یا اجماع نخبگانی،

1 Praxis

2 Anderssen A.D. and Andersen A.D., 2014

3 Agenda setting

4 Agenda Universe

5 Birckland, 2017

دسته‌ای از محورهای موضوعی به عنوان دستور کار سیاست‌گذاری عمومی و در اینجا سیاست‌گذاری علم و فناوری تعیین می‌شود.

عامل دیگری که سیاست‌گذاری علم و فناوری از آن تأثیر می‌پذیرد، تحول در مدل نوآوری است. مدل‌های نوآوری عبارت است از الگوهای تغییرات فناوری از ۱۹۵۰ به بعد که به طور عینی توسط راتول جامعه شناس انگلیسی در پنج نسل تاریخی شناسایی شده است (راتول، ۱۹۹۴)<sup>۱</sup> این مدل‌ها عبارت‌اند از: مدل‌های فشار عرضه ۱۹۵۰-۱۹۶۰، کشش تقاضا ۱۹۶۰-۱۹۷۰، مدل زوجی تقاضا و عرضه ۱۹۷۰-۱۹۸۰، مدل کسب و کار یکپارچه ۱۹۸۰-۱۹۹۰ و بالاخره مدل سیستمی و شبکه‌ای ۱۹۹۰ تاکنون که به علت آشنایی همگان به این موضوع، توضیح درباره آن را لازم نمی‌بینیم.

در قبل گفتیم که تحولات سیاست‌گذاری علم و فناوری، خود باعث دگرگونی در دو روند دیگر یعنی نظریه‌پردازی حوزه علم و فناوری و ارزیابی سیاست‌گذاری علم و فناوری شده که شرح آن‌ها در ذیل می‌آید:

### ۱.۲.۳ نحوه تأثیرگذاری تحولات سیاست نوآوری بر روند ارزیابی

در ادبیات مطالعات نوآوری، واژه «سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری»، جزء یکی از کلیدی‌ترین واژگان این رشته است. در کاربرد این واژه، معمولاً فرض بر این است که در تفکر حاکم بر اجزای این رشته از سیاست‌گذاری عمومی، یک وحدت نظر وجود دارد. در این متن نشان داده می‌شود که این فرض، اشتباه است و بین چارچوب‌های نظری سیاست‌های نوآوری با سیاست‌های علم و فناوری فاصله قابل مشاهده‌ای وجود دارد.

توضیح آن که سیاست‌های علم و فناوری، از سال‌های بعد از جنگ جهانی دوم، مطرح شد و منظور از آن بیش‌تر، افزایش سهم بودجه تحقیق و توسعه در بودجه عمومی دولت، گسترش مراکز دانشگاه و افزایش بنیه تحقیقات در حوزه‌های علوم بنیادی و یا کاربردی و یا اولویت‌بخشی یک حوزه علمی و یا فناوری به عنوان موتور دینامیک توسعه صنعتی و پیشرفت اقتصادی است (لاندوال و بوراس، ۲۰۰۵)<sup>۲</sup>.

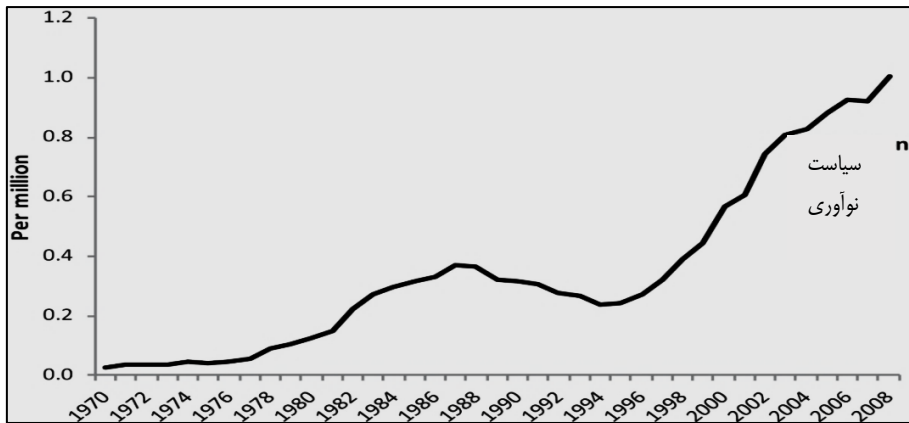
سیاست نوآوری از دهه ۸۰ و با اشاعه تفکر سیستمیک به نوآوری و نگرش نظام ملی نوآوری در کشورهای اروپای شمالی و آمریکا مطرح گردید و پس از آن به سرعت در

1 Rothwell, 1994

2 Lundvall B-A and Sussana Borrás, 2006



کشورهای آسیایی، آمریکای جنوبی و آفریقا رواج یافت. با گذشت زمان و در جریان گسترش و رواج این نوع چارچوب سیاست‌گذاری، تحولاتی هم در همین نگرش به وجود آمد، به طوری که می‌توان گفت این نگرش، خود یک فرآیند تطوری را طی کرده و دارای چرخش‌های متعددی بوده است و فرآیند تکامل آن طوری که به نظر می‌رسد هنوز هم برای بلوغ و تکامل نهایی خود راهی را در پی داشته باشد.



شکل ۱-۶: تواتر اصطلاح سیاست نوآوری<sup>۱</sup>

تعدادی از تحلیل‌گران استدلال کرده‌اند که سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در کشورهای پیشرفته در حال گذار به مرحله جدیدی از توسعه است. این پیش‌نگری از قبل هم سابقه داشته است؛ به عنوان مثال، کاراکوستا و مولدر (۱۹۹۸)<sup>۲</sup> مشخص کرده بودند که از زمان پایان جنگ جهانی دوم، چارچوب سیاست پژوهش و نوآوری از دو مرحله اصلی گذر کرده است: اول تأکید بر علوم پایه و دفاعی و دوم، تمرکز بعدی بر فناوری‌های کلیدی و اهداف صنعتی. هر دو تحول همان‌طور که پیش‌تر گفتیم، نماینده تغییر اصلی در مدل‌های نوآوری (از مدل‌های تک خطی فشار عرضه و کشش تقاضا، به طرف مدل‌های زوجی و یکپارچه و سیستمی) و همچنین تغییر در اجماع نخبگانی بر سر موضوع دارای اولویت و دستور کارسازی چرخه سیاست‌گذاری بوده است. از آنجا که در مورد تاریخ چنین تحولاتی زیاد نوشته شده است، ما به لحاظ رعایت اختصار به آن ورود نمی‌کنیم (میرعمادی، ۱۳۹۵،

۱ بر اساس هریک میلیون واژه (جاکوب ادلر و فاگربرگ، ۲۰۱۷، Edler and Fagerberg, 2017)

2 Caracosta and Mulder, 1998

پیش‌گفتار). اما آنچه کم‌تر درباره آن صحبت شده آن است که در قرن بیست و یکم، وقوع چرخش دیگری را شاهد هستیم و آن چرخش سیاست‌گذاری علوم و فناوری به طرف اهداف توسعه اجتماعی و ملاحظه‌های محیط زیستی است (میرعمادی، ۱۳۹۵، پیش‌گفتار؛ والاس، ۲۰۱۵؛ اپهام، ۲۰۱۶).<sup>۱</sup> این چرخش، تغییر مهمی را در سیاست‌گذاری علم و فناوری نشان می‌دهد که تا قبل از آن تنها با هدف رشد اقتصادی و سیادت فناورانه طراحی می‌شد، ولی اکنون اهدافی فراتر از آن دنبال می‌کند (والاس، ۲۰۱۵).

بوراس (۲۰۰۸)<sup>۲</sup> این تحولات را ناشی از تغییر تدریجی گستره حوزه مداخلات عمومی دولت‌ها در علم و فناوری می‌بیند. وی می‌گوید: «در طول چند سال اخیر، بسیاری از کشورها، سیاست‌های نوآوری خود را گسترش و عمق قابل توجهی داده‌اند و بیش‌تر دولت‌های توسعه یافته، در مواجهه با مسائل و چالش‌های دیرپا همچون کاهش وابستگی به سوخت‌های کربنی و حفاظت از محیط‌های طبیعی به سیاست نوآوری گسترده به عنوان بخشی از راه حل لازم مراجعه می‌کنند. همچنین این دولت‌ها از ابزار نوینی برای مداخلات سیاستی خود استفاده می‌کند که عمق بیشتری به این سیاست‌ها می‌بخشد. پس منظور از «گسترش حوزه سیاستی»، ورود مداخلات سیاستی به حوزه‌های نوین مانند محیط زیست و مسائل اجتماعی است و مراد از «تعمیق سیاست‌ها» استفاده از ابزارهای جدید برای آن سیاست‌ها است.

به طور کلی روندهای گسترش و تعمیق سیاست نوآوری، روندهایی تدریجی و حاصل یادگیری از تجارب مختلف سیاستی بوده است. بسیاری از معیارهای جدید سیاستی که حوزه مداخلات دولتی را گسترده‌تر می‌سازند و عمق بیشتری می‌بخشند یا اصالتاً معیارهای نوینی هستند و یا اقتباسی نوین از معیارهای از قبل موجود در یک زمینه جدید و بسط یافته می‌باشند.

از نظر کانینگهام و فلانگان این تحول موجب شده که دیگر درباره سیاست علم و فناوری و یا حتی «سیاست نوآوری» کمتر صحبت شود. در عوض، گفتگوها بر سر «آمیخته سیاستی نوآوری» به مفهوم مجموعه‌ای از سیاست‌هاست (فلانگان، ۲۰۱۱؛ کانینگهام، ۲۰۱۰).<sup>۴</sup> درباره اصطلاح آمیخته سیاستی باید گفت که یک آمیخته سیاستی می‌تواند ترکیبی از خرد مایه‌ها،

1 Wallace, 2015, Upham P. K., 2016

2 Borrás, 2008

3 Cunningham Paul, 2010

4 Flanagan, 2011

حوزه‌های سیاستی و ابزارهای سیاستی و یا هر سه این‌ها را دربرداشته باشد. آمیخته سیاستی نتیجه تکوین یک الگوی ادراکی سیستمی و کل‌گرا است و با ظهور تدریجی خرد مایه‌های «سیستمی»<sup>۱</sup> و پیدایش گونه‌شناسی‌های نوین در سیاست‌های نوآوری که به نقش عوامل غیرمستقیم به اندازه عوامل مستقیم (سنتی) اهمیت می‌دهند، همزمان شده است (جورجیو، ۲۰۰۶؛ اسمیتز و کولمان، ۲۰۰۴).<sup>۲</sup>

در اینجا یکبار دیگر باید بر ضرورت تفکر سیستمی در هنگام طراحی آمیخته سیاست‌های نوآوری تأکید کنیم چرا که توسعه دامنه سیاست‌های نوآوری مستلزم آن است که کلیه سیاست‌های کلان که به نحوی با حوزه نوآوری مرتبطند، به‌مثابه ابزارهای سیاستی نوآوری و در خدمت این سیاست‌ها درآیند. نایوولارس و وینجس<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) برای تشریح پدیده در خدمت قرار گرفتن ابزار دیگر در حوزه نوآوری از اصطلاح «حمله‌ور شدن» استفاده می‌کنند و می‌گویند امروزه نوآوری به بسیاری از دستور کارهای عرصه سیاست سنتی «حمله‌ور شده» و همه را در بر گرفته است.

#### ۴.۲.۱ حساسیت فرآیند راهبری در اثر تحولات سیاست‌گذاری

تحول در سیاست‌گذاری و پیدایش آمیخته سیاست‌گذاری نوآوری که نشان‌دهنده گسترش و تعمیق فضای این سیاست است، باعث شده که نگرش سیستمی به جای ارزیابی محتوایی سیاست‌گذاری مانند دو روند قبلی یعنی سیاست‌های علمی و سیاست‌های فناوری که بر اولویت‌های علمی و فناوری با هدف رشد اقتصادی متمرکز بود، بر فرآیند هدایت نوآوری با هدف هماهنگی سیاستی متمرکز شود. سوزان بوراس (۲۰۰۸) می‌گوید که این تحول موجب به وجود آمدن پرسش‌های تحلیلی مهمی درباره میزان سهم رویکرد جدید در اثربخشی راهبری سیستم نوآوری شده است. علت این امر، آن است که افزایش تجربه‌گرایی دولتی به خودی خود دلالت بر بهبود راهبری ابعاد نهادی و سازمانی سیستم نوآوری نمی‌کند؛ یعنی روندهای «گسترش» و «تعمیق» نه تنها به خودی خود تضمینی برای راهبری اثربخش نیست بلکه از نظر هماهنگی، مشکلات مدیریت و راهبری سیاست‌ها را بیش‌تر نیز می‌کند. بوراس می‌افزاید که دلیل این است که گسترش و تعمیق حوزه دخالت دولتی، بر لزوم هماهنگی افقی و عمودی سیاست‌ها به‌طور نسبی می‌افزاید؛ زیرا موضوع‌های

1 Rational

2 Soete and Corpakis, 2003; Georghiou, 2006; Smits and Kuhlman, 2004

3 Nauwelaers and Wintjes (2008)

بیش‌تر، برنامه‌های<sup>۱</sup> بیش‌تر و اهداف بیش‌تر، نیاز به هماهنگی را به‌طور تصاعدی افزایش می‌دهد. در ضمن، این پرسش وجود دارد که چگونه تعادلی بین تکثر تجربه‌های نوآوری اجتماعی و سازوکار انتخاب (بازار) در یک سیستم نوآوری، برقرار می‌شود؟

جدول ۱-۶: شرایط راهبری اثربخش و معیارهای تحلیلی آن‌ها

معیارهای تحلیلی-تشخیصی	شرایط راهبری اثربخش
<ul style="list-style-type: none"> <li>وجود یک چشم‌انداز سیاسی و اولویت‌بندی مشخص.</li> <li>شواهدی که نشان دهد چشم‌انداز و اولویت‌ها در انتخاب، طراحی و اجرای ابزارهای سیاست نوآوری مؤثر است.</li> </ul>	سیاست نوآوری استراتژیک
<ul style="list-style-type: none"> <li>وجود مکانیزم‌های روشن و همکارانه برای هماهنگی‌های افقی و عمودی.</li> <li>شواهدی که نشان دهد الگوهای شفاف تعامل کنش‌گران، به‌طور مشخص منجر به کاهش دوباره‌کاری‌ها و تقویت هم‌افزایی و تکمیل‌کنندگی اقدام‌های دولتی می‌شوند.</li> </ul>	هماهنگی مثبت اداری بین سیاست‌های نوآوری در سطوح میانی بخش‌های اجرایی
<ul style="list-style-type: none"> <li>شواهدی که نشان دهد چارچوب نهادی رسمی به‌سرعت سازگار می‌شود.</li> <li>شواهدی که نشان دهد سازگاری‌های اخیر در چارچوب نهادی رسمی منجر به عملکرد نوآورانه مطلوب شده است.</li> </ul>	سازگاری سریع چارچوب نهادی رسمی در نظام نوآوری
<ul style="list-style-type: none"> <li>تقویت اصول اضافه کردن راه ایجاد محتاطانه گوناگونی.</li> <li>شواهدی که نشان دهد اقدام‌های دولتی مشوق‌های فرآیند انتخاب بازار را تأمین می‌کند.</li> </ul>	ایجاد گوناگونی و انتخاب بازار به صورت متوازن
<ul style="list-style-type: none"> <li>قراردادهای رسمی و مبسوط بین شریکان در ناحیه پیچیده و خاکستری شراکت دولتی- خصوصی.</li> <li>شواهدی که نشان‌دهنده مشارکت مشروط بخش دولتی در انواع اقدام‌های دولتی- خصوصی باشد.</li> </ul>	توزیع شفاف نقش‌ها بین بخش خصوصی و دولتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>رشد و توسعه فعالانه سیاست‌گذاران و استفاده از متا-ابزارها.</li> <li>مشارکت فعال سیاست‌گذاران در صحنه‌های یادگیری</li> </ul>	یادگیری سیاست
<ul style="list-style-type: none"> <li>وجود چارچوب‌های مشارکتی با کیفیت در فرآیند سیاست‌گذاری نوآوری که تکمیل‌کننده کانال‌های رسمی و دموکراتیک است.</li> <li>شواهدی مبنی بر پاسخ‌گویی سیاسی در موضوع‌های مرتبط با نوآوری</li> </ul>	مشروعیت و پاسخ‌گویی دولتی

منبع: (بوراس ۲۰۰۸)

## ۱.۲.۵ مسئله آمیختگی ابزارهای سیاستی

هر سیاستی شامل یک دسته از ابزارهای سیاستی است. می‌دانیم که واژه «ابزار سیاستی» یک مفهوم ساده و ایستا نیست. در ساده‌ترین حالت، باید نگاه به «ابزار سیاستی» همچون نگاه به برنامه‌ها، نهادها، قوانین و مقررات باشد. ابزار سیاستی که در اجرایی کردن سیاست‌ها بکار گرفته می‌شود، بر نتایج سیاست‌ها اثر گذار است.

اما تفکیک ابزار از نتایج برنامه‌ریزی شده یا اهداف یک سیاست یک امر ساده نیست. ابزار می‌تواند از منظر سبک حکومتی خاص (فرا خرد مایه) و یا از منظر بازیگران در فرآیند سیاست، به عنوان هدف نیز مورد عنایت قرار بگیرد؛ به عبارت دیگر ارزش‌ها و منافع به ابزار وابسته است. در بعضی از حوزه‌های پیچیده سیاستی، جدا سازی ابزار سیاستی از اهداف سیاستی منوط به آن است که تفسیر چه گروه اجتماعی و یا حزبی بر برداشت دیگر گروه‌ها غلبه پیدا کند. در این رابطه می‌توان به تغییر برنامه‌های سدسازی و حفر چاه عمیق از ابزار سیاستی در دهه ۴۰ شمسی به هدف سیاستی در دهه ۷۰ شمسی و سپس بازگشت آن به عنوان یک ابزار سیاستی در دهه ۹۰ شمسی در کشور توجه کرد.

از سوی دیگر استفاده از ابزارهای واحد در طول زمان دچار دگرگونی شده است. ابزارها به هیچ وجه از نظر خرد مایه‌ها، اهداف در طول زمان و مکان ثابت نمی‌ماند؛ و همان‌طور که در سیر تحول سیاست‌ها مشاهده می‌کنیم اقدام‌های سیاستی اغلب در طول زمان موجب پیدایش بازیگران و نهادهای جدیدی می‌گردند که به‌عنوان بخشی از بستر متغیر فرآیند سیاست‌های آینده و فرآیندهای نوآوری ایفای نقش می‌کنند.

علاوه بر این، همهٔ تصمیم‌های سیاستی را نمی‌توان با توجه به اقدام‌های انجام شده توجیه کرد. بعضی از سیاست‌ها مبتنی بر تصمیم‌های آگاهانه دال بر عدم مداخله سیاستی دولت است و خود باید به عنوان گزینه‌های سیاستی در نظر گرفته شوند و به مانند تصمیم‌های مبتنی بر اقدام سیاستی، انتخاب‌های آینده ما را محدود سازد.

ابزارها از فضا در داخل خلاء پرتاب نمی‌شوند تا تنها یک سیاست معین را عملیاتی کنند. (برسرز و اتوله، ۲۰۰۵). تقریباً همیشه، تأثیر ابزارهای سیاستی تحت تأثیر مجموعه یا ترکیب مؤثر ابزارهای مختلف قرار می‌گیرند که گاهی در زمان‌های مختلف و اغلب برای اهداف متفاوتی به تصویب رسیده یا می‌رسند. تاکنون پنج نوع تعامل بین ابزارها در یک آمیخته سیاستی شناسایی شده‌اند که در جدول زیر خلاصهٔ آن آورده شده است:

جدول ۱-۷: گونه‌های متنوع ترکیب ابزار سیاستی از لحاظ نظری

نوع ترکیب	ابزار مبتنی بر
ترکیب ابزارهای ذاتاً مکمل در صورت همزمانی	۱- استراتژی‌های مبتنی بر اطلاعات با هر نوع ابزار دیگر. ۲- کنش داوطلبانه و یا خود تنظیمی <sup>۱</sup> با مقررات فرماندهی و کنترل. ۳- فرماندهی و کنترل <sup>۲</sup> /خود تنظیمی با مشوق‌های طرف عرضه. ۴- فرماندهی و کنترل/خود تنظیمی با ابزارهای اقتصادی عمومی <sup>۳</sup> (مانند مجوزهای قابل معامله خاص غیر بخشی و یا مالیات)؛ ۵- قوانین مسئولیت حقوقی <sup>۴</sup> و فرماندهی و کنترل/خود تنظیمی ۶- ابزارهای اقتصادی کلی با گزارش دهی اجباری و مقررات نظارت
ترکیب ابزارهای ذاتاً متعارض	۱- فرماندهی و کنترل/خود تنظیمی با ابزارهای اقتصادی عمومی ۲- استانداردهای مبتنی بر فناوری با استانداردهای مبتنی بر عملکرد؛ ۳- ابزار مبتنی بر تشویق با قوانین مسئولیت حقوقی
ترکیب ابزارهای مکمل در صورت توالی	۱- خود تنظیمی در پی استفاده فرماندهی و کنترل. ۲- خود تنظیمی در پی استفاده از ابزار اقتصادی عمومی

منبع: کانینگهام و سینکلر (۱۹۹۹) نقل شده در کانینگهام (۲۰۱۲)

تأثیرگذاری به صورت مثبت و یا منفی بین ابزارهای سیاستی، امری است که نباید از دید ارزیاب سیاست‌های نوآوری دور بماند. در جدول زیر این رابطه بررسی می‌شود.

جدول ۱-۸: همگرایی در ترکیب ابزارهای سیاستی<sup>۵</sup>

افزایش شدت مداخله سیاستی	ابزارهای متعدد با هدف قرار دادن یک بازیگر خاص و یا گروهی از بازیگران
ادغام ابزارهای متعدد در یک فرآیند تعاملی بین گروه‌های دولت و هدف	ابزارهای متعدد با هدف قرار دادن بازیگران مختلف/گروه‌های بازیگران درگیر در یک فرآیند مشابه
ابزارها و اقدام‌ها در سطوح مختلف حاکمیتی	تعامل بین ابزارها و اقدام‌های صورت گرفته در سطح‌های مختلف حاکمیتی چند سطحی
رقابت و همکاری بین حوزه‌های سیاستی مختلف اما وابسته به یکدیگر	تعامل و تنش در مناطق/دامنه‌های سیاستی
تقویت متقابل یا تضعیف اثر مداخله در نقاط مختلف عملیاتی در سیستم گسترده‌تر	تعامل‌هایی که از راه فرآیندها در یک سیستم گسترده‌تر واسطه‌گری انجام می‌شوند.

1 Self-regulation

2 Command-and-control

3 Generic economic instruments

4 Legal liability rules

۵ منبع: نویسنده، بر اساس مقاله برسرز و اتوله (۲۰۰۵)

روش‌های بحث شده در بالا بیش‌تر روی تعامل‌هایی متمرکز شده است که آن را آمیخته طراحی شده، به معنای ترکیب عمدی دو یا چند ابزار می‌نامیم.

جدول ۱-۹: انواع تعامل در اجزای آمیخته سیاستی

ردیف	اشکال تعامل	کانون‌های تنش و تشنج
۱	بین ابزارهای مختلف با هدف بازیگران و گروه‌های مشابه	خرد مایه‌های متناقض
۲	بین ابزارهای مختلف با هدف بازیگران/گروه‌های مختلف درگیر در یک فرآیند مشابه	اهداف متناقض
۳	بین ابزارهای مختلف با هدف فرآیندهای مختلف در یک سیستم گسترده‌تر (در ابعاد جغرافیایی و زمانی متفاوت)	روش‌های پیاده‌سازی متناقض

### ۲.۱.۶ ارزیابی آمیخته سیاستی

از زمانی که اصطلاح آمیخته سیاستی در ادبیات سیاست نوآوری باب شد (فلانگان و همکاران ۲۰۱۱؛ کانینگهام و همکاران، ۲۰۱۳)، محققان بر این موضوع تأکید داشتند که علاوه بر طراحی آمیخته‌های سیاستی، پویایی فرآیند اجرایی سیاست‌های آمیخته نیز باید مورد توجه قرار بگیرد؛ زیرا کنش‌های عاملیت انسانی منتزع از اجتماع انجام نمی‌شود و سرعت، فرآیند و پویایی و قدرت آن تحت تأثیر کنش‌های دیگر افراد قرار می‌گیرد. از این جهت ارزیابی آمیخته سیاستی با ارزیابی یک سیاست انتزاعی، متفاوت است و باید نظام مفهومی جداگانه و بسیار پیچیده‌تری را در اختیار داشته باشد.

از این نظر مقاله ماگرو و ویلسون (۲۰۱۳)<sup>۱</sup> می‌تواند در این زمینه برای خوانندگان بسیار روشنگر باشد. ماگرو و ویلسون در این مقاله از «نظام‌های پیچیده سیاست نوآوری»<sup>۲</sup> صحبت کرده است که نقطه تمرکز آن‌ها تغییرات تدریجی و انطباقی بر اثر تجربه اندوزی، تأملات و مباحثات بر سر ابزارها و اهداف و حتی تنش‌های سازنده است. آنان با تأثیرپذیری از تجربه اتحادیه اروپا، به مفهوم آمیخته سیاستی، سطح‌های مختلف راهبردی منطقه‌ای ملی و فراملی را هم افزوده (ماگرو ویلسون، ۲۰۱۳: ۱۶۵۵) و از یک فضای سیاستی می‌گویند که به وسیله

1 Magro and Wilson, 2013

2 Complex innovation policy systems

برنامه‌ها، خرد مایه‌ها و حوزه‌های سیاستی مختلف از یک سو و از سوی دیگر راهبری در سطح‌های گوناگون فراملی، ملی و فروملی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بر آن عنوان «نظام پیچیده سیاست نوآوری» می‌دهند. برای ارزیابی چنین سیستم سیاستی لازم است که ارزیابی از راه‌های متفاوت انجام شود و سرانجام در یک روند فراارزیابی با روش مثلثی‌سازی<sup>۱</sup>، تمامی یافته‌های قابل تأیید ارزیابی‌های انجام شده، با یکدیگر ترکیب گردد.

ماگرو و ویلسون گام‌های عملی یک فراارزیابی را به شرح زیر توضیح داده‌اند:

جدول ۱-۱۰: گام‌های عملی فرا ارزیابی آمیخته

گام اول	تعریف یک نظام سیاستی (آمیخته سیاستی). تشریح مرزهای این سیاست از نظر خرد مایه، حوزه سیاستی و ابزارهای سیاستی و تعیین سطح‌های مختلف آن
گام دوم	تعیین یک هدف سیاستی معین به جای یک خرد مایه نظری
گام سوم	تحلیل اهداف معین سیاست‌گذاری، ابزارهای مختلف و تعیین ویژگی‌هایی که این ابزارها را در تأثیرگذاری سیاست‌ها مکمل هم می‌سازد.
گام چهارم	بررسی نظام‌های ارزیابی فعلی و تشخیص این که این نظام‌ها تا چه حد تداخل سیاست‌ها را مورد عنایت قرار می‌دهند.
گام پنجم	طراحی و اجرای یک ارزیابی یکپارچه که تمامی سیاست‌های دخیل را در چارچوب یک خرد مایه بررسی می‌کند.
گام ششم	تکرار گام‌های سوم تا پنجم برای به دست دادن یک آمیخته ارزیابی: ارزیابی آمیخته

منبع: ماگرو و ویلسون (۲۰۱۳: ۱۶۵۱)



### ۳.۱ بخش سوم: ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی

ارزیابی نسبت به بسیاری از شاخه‌های سیاستی دیگر، دیرتر به حوزه زیست محیطی راه پیدا کرد (نپ و کیم ۱۹۹۸)؛ اما در حال حاضر، پیشرفت سریعی در بسیاری از کشورها (اندرسن و همکاران ۱۹۹۹، برسرز، ۱۹۹۵، هیلدن و همکاران ۲۰۰۲، جنیک و ویندر ۱۹۹۵) و همچنین در سطح اروپا (آژانس محیط زیست اروپا، ۲۰۰۰) داشته است (میکویتس، ۲۰۰۳).<sup>۱</sup> اگرچه پیشینه ارزیابی‌های سیاست‌های زیست‌محیطی کوتاه‌تر بوده و مفاهیم تغییر شکل یافته، اما علاقه به ارزیابی در این حوزه رو به افزایش است. در کنفرانس‌های اقتصاد محیط زیست، سیاست محیط زیست، علوم زیست‌محیطی و موافقت‌نامه پاریس در مورد تغییر آب و هوایی (۲۰۱۵) به فرآیند ارزیابی اشاره شده است. از همه مهم‌تر این که بیان مطالبات سیاست‌گذاران و مدیران بر اساس پژوهش‌هایی بوده است که با هدف ارزیابی زیست‌محیطی صورت گرفته است. وظیفه ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی از زمان ششمین برنامه اقدام محیط زیست برای اتحادیه اروپا<sup>۲</sup> که در نهایت در ژوئن ۲۰۰۲ به تصویب رسید، مشخص شده است. بند سوم در ماده ۱۰ آن برنامه اعلام می‌دارد: پس از ارتقای روند سیاست‌گذاری باید اقدامات ذیل صورت پذیرد:

الف: ارزیابی پیشینی تأثیرات احتمالی یعنی ارزیابی تأثیرات محیط زیستی احتمالی سیاست‌های جدید.

ب: ارزیابی پسینی اثربخشی سیاست‌های موجود در نیل به اهداف زیست‌محیطی (مجلس اروپا و شورای اتحادیه اروپا ۲۰۰۲).

اصولاً فنون و روش‌های کلی که برای ارزیابی سیاست مرسوم است، برای ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی نیز کاربرد دارند؛ اما یک تأخیر زمانی در رواج پژوهش‌های ارزیابی بین این دو حوزه وجود دارد. آنچه از سال‌های ۱۹۶۰، برای سیاست‌های کلان اقتصادی و علم و فناوری مورد استفاده قرار می‌گرفته، پس از گذشت چهل سال، از سال‌های ۲۰۰۰، تازه برای سیاست‌پژوهان محیط زیستی مطرح شد. در این شرایط، در حالی که مشکلات و مسائل ارزیابی برای بسیاری از سیاست‌گذاران حوزه عمومی بدیهی شده بود، برای بیش‌تر سیاست‌پژوهان حوزه محیط زیست، ایده‌ای نوین به شمار می‌رفت. با این حال،

1 Mickwitz, 2003  
2 1600/2000/EC

الگوی ارزیابی محیط زیستی مطابق نعل به نعل ارزیابی عمومی سیاست‌ها نیست و برخی ویژگی‌های آن، بر فرآیند و ابزار ارزیابی تأثیر گذاشته و می‌گذارد.

### ۱.۳.۱ کلیات

رایج‌ترین تعریفی که از سیاست‌های محیط زیستی وجود دارد، دسته‌بندی لاندکوئیست (۱۹۹۶) از آنهاست. وی دسته‌بندی سیاست زیست‌محیطی را بر اساس کارکرد، نهاد و هدف (اپهام و همکاران، ۲۰۱۴) تعریف کرده است.<sup>۱</sup> تعریف ارزیابی مبتنی بر کارکرد، عبارت است از ارزیابی سیاست‌هایی که بدون عنوان رسمی سیاست زیست‌محیطی، طراحی می‌شوند؛ اما در عمل بر محیط زیست تأثیر می‌گذارند. در حالی که ارزیابی مبتنی بر نهاد، به سیاست‌هایی گفته می‌شود که توسط مجموعه خاصی از نهادهای متولی و مسئول محیط زیست مثل وزارت محیط زیست و یا سازمان‌های خاص و غیره از اساس به منزله سیاست‌های زیست‌محیطی طراحی و اجرا می‌شود. دسته سوم، ارزیابی سیاست‌هایی است که طراحی آن با هدف اعلانی تأثیرگذاری بر محیط زیست صرف نظر از نهاد طراح سیاست، انجام می‌گیرد.

لاندکوئیست تعریف مبتنی بر هدف محیط زیستی را ترجیح می‌دهد. او سیاست‌های زیست‌محیطی را این‌گونه تعریف می‌کند: راهکارهایی که برحسب اصول، ارزش‌ها، نوع اقدام‌ها و نهادها در طراحی ارائه شده‌اند تا بر جامعه تأثیر بگذارند؛ به گونه‌ای که کیفیت محیط طبیعی را بهبود بخشند یا از زوال آن جلوگیری نمایند (لاندکوئیست، ۱۹۹۶:۱۶؛ اپهام و همکاران، ۲۰۱۶). با ترکیب تعریف هدفمند لاندکوئیست از سیاست‌های زیست‌محیطی و تعریف استاندارد ابزار سیاستی می‌توان گفت که ابزار سیاست‌های محیط زیستی عبارت‌اند از: مجموعه‌ای از ابزارها که مقام‌های دولتی به واسطه آن‌ها، اختیار خود را به کار می‌گیرند تا بر حسب ارزش‌ها و اصول سیاستی، بر روابط و نهادهای جامعه تأثیر بگذارند؛ به گونه‌ای که کیفیت محیط طبیعی را بهبود بخشند یا از زوال آن جلوگیری نمایند.

### ۱.۳.۲ ویژگی‌های خاص سیاست‌ها و مسائل زیست محیطی

مسائل زیست‌محیطی چند ویژگی خاص دارند که موجب می‌شوند ارزیابی‌های سیاستی آن‌ها معمولاً پیچیده‌تر از ارزیابی سیاست‌ها باشند (میکویتز، ۲۰۰۳ و میکویتز، ۲۰۰۶).

اپهام، ۲۰۱۴)<sup>۱</sup>. این ویژگی‌ها را به دو دسته مسائل زیست‌محیطی (عوامل عینی) و آگاهی و ادراک ما از آنان (عوامل ذهنی) تقسیم می‌شود. این دو دسته عوامل عینی و ذهنی ارتباط درونی با هم دارند. از یک طرف، هیچ مسئله زیست‌محیطی وجود ندارد که بدون دانش و آگاهی خود به خود به عنوان مشکل سیاستی در نظر گرفته شود؛ بنابراین نوع ادراک سیاست‌گذار تحت تأثیر دانش و آگاهی وی از این قضیه قرار دارد. از طرف دیگر دانش نیز تحت تأثیر عوامل مادی و تغییرات محیطی است. ویژگی مشکلات سیاستی و میزان دانشی که از آن‌ها داریم، هر دو بر مفاهیم اصلی ارزیابی ابزار سیاستی زیست محیطی تأثیرگذار هستند (میکویتز، ۲۰۰۳، اپهام، ۲۰۱۴).

در نگرش زیست‌محیطی، عامل فعالیت‌های انسانی باعث استخراج و استهلاک تدریجی منابع طبیعی می‌شود که خود منبع انتشار آلودگی و اتلاف منابع است. هر گونه تغییر در جنبه‌ای از محیط اعم از بعدها فیزیکی یا شیمیایی بر سایر قسمت‌ها مؤثر است و آن‌ها هم بر محیط زیست تأثیر متقابل دارند. وقتی تعاملات پیچیده انسانی، اجتماعی، فناوری و اقتصادی دخیل در نظر گرفته می‌شوند، این پیچیدگی بیش‌تر و بیش‌تر می‌شود. مسائل زیست‌محیطی، توجه سیاست‌گذاران را به مناطق دور افتاده جغرافیایی جلب می‌کند و مناطق مختلف را به هم پیوند می‌دهد. انتشار دی‌اکسید گوگرد از یک نیروگاه برق در یک منطقه ممکن است باعث تغییر در جمعیت ماهیان رودخانه کوچکی در منطقه‌ای دیگر و حتی کشوری دیگر شود. ساخت سد در ترکیه رودخانه‌هایی در عراق را خشک کند و با خشکی رودها، ریزگردها از آسمان عراق به طرف شهرهای جنوبی ایران هجوم آورده و باعث آسم و سایر آسیب‌های تنفسی برای شهروندان ایرانی گردد. مناطق دور دست جغرافیایی نه تنها از راه فرآیندهای زیست‌محیطی بلکه به وسیله اقتصاد جهانی به هم متصل می‌شوند. یک مصرف‌کننده ژاپنی ممکن است در حین خوردن شوسی خود در انقراض گونه‌های ماهی و کوسه در اقیانوس اطلس نقش داشته باشد یا یک مصرف‌کننده فرانسوی با خرید میوه‌های تازه باعث کاهش نابودی تنوع زیستی در آمازون شود؛ بنابراین مسئله سیاستی محیط زیستی کم‌تر در چارچوب مرزهای شهری، استانی و حتی کشوری قابل بررسی است. دانشمندان بر این باورند که ویژگی مسائل زیست‌محیطی در دو بعد زمانی و مکانی در محور عوامل عینی و علم و آگاهی از یک سو و تنوع ذی‌نفعان از سوی دیگر، در محور عوامل ذهنی

1 Mickwitz, 2006

در ماهیت سیاست‌گذاری تأثیر می‌گذارد:

الف: ویژگی محیط زیستی از یک طرف باعث می‌شود که بین اقدام سیاست‌گذاری و پدیداری آثار و تبعات آن مدت زیادی فاصله باشد؛ یعنی مدت زمان بسیار طولانی لازم است تا ما شاهد بروز آثار و تبعات زیست‌محیطی آن اقدام سیاستی باشیم. زمانی که یک ماده شیمیایی آزاد می‌شود، قبل از این که در برخی از گونه‌های جانوری انباشته شود، سال‌ها یا دهه‌ها طول می‌کشد تا در چرخه غذایی بالاتر رود و بر سلامت انسان‌هایی که از آن گونه جانوری استفاده می‌کنند، تأثیر گذارد. گازهایی که باعث تغییر اقلیمی می‌شوند، یک دهه طول می‌کشد تا یک متان را حذف کنند، در حالی که دی‌اکسید کربن ممکن است ۲۰۰ سال باقی بماند (آی، پی، پی سی، ۲۰۰۱).<sup>۱</sup>

ب: ویژگی دیگر سیاست‌های محیط زیستی، محدود نماندن نتایج آن در یک کشور و فرا مرزی بودن آن است. مثال آثار و تبعات سیاست سدسازی ترکیه که در قبل گفته شد، به‌خوبی نشان می‌دهد چگونه دو کشور عراق و ایران تحت تأثیر آن قرار دارند. در حالی که آثار مثبت پیشرفت صنعتی تنها سهم خود کشورهای غربی است، آثار بلند مدت منفی صنعتی شدن آن‌ها، گریبان گیر همه کشورهای جهان و به‌خصوص کشورهای کوچک و فقیر می‌شود.

مسائل زیست‌محیطی ارتباط نزدیکی با مقوله عدالت دارند؛ زیرا نتایج همیشه به صورت برابر توزیع نمی‌شوند. چنین توزیعی غالباً به صورت بین‌المللی، ملی و حتی منطقه‌ای است. تصور می‌شود که کشورهای در حال توسعه بیش‌تر از کشورهای توسعه یافته تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار بگیرند. چون بیش‌تر کشورهای در حال توسعه در مناطق گرمسیری واقع شده‌اند و به منابع طبیعی و کشاورزی وابسته‌تر هستند و برای سازگاری با تغییرات اقلیمی از سرمایه کم‌تری برخوردارند (میکویتز، ۲۰۰۳).

مسئله عدالت محیط زیستی در سطح یک کشور هم قابل بررسی است. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند تنها نتایج کوتاه مدت سیاست‌ها نیستند که به صورت نابرابر توزیع می‌شوند؛ آثار و تبعات منفی درازمدت نیز به‌طور نابرابر جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ۱۵ درصد از جمعیت جهان که ساکن غنی‌ترین کشورها هستند، حدود ۵۰ درصد کل دی‌اکسید کربن جهان را تولید می‌کنند. دلیل عمده این مسئله به اقتصاد آن‌ها مربوط می‌شود که مستلزم

1 IPCC, 2001

صرف انرژی بسیار بالاتری است. کوزنس می‌گوید که یک آمریکایی به طور متوسط چندین برابر سرانه متوسط هند انرژی مصرف می‌کند؛ بنابراین مسئله عدالت محیط زیستی چه در سطح بین‌المللی و چه در بین اقشار یک جامعه، یکی از موارد مهمی است که در ارزیابی محیط زیستی سیاست‌ها باید در نظر گرفته شود (کوزنس، ۲۰۰۲).

پ: همان‌طور که گفتیم در مقابل عوامل عینی، عوامل ذهنی یعنی آگاهی و ادراک نیز در سیاست‌های نوآوری محیط زیستی تأثیر می‌گذارد. تغییر ادراک، نتیجه افزایش اطلاعات و روشننگری دانشمندان است (جنکیز و ساباتیو، ۱۹۹۳).

یک ویژگی خاص مسائل و سیاست‌های زیست‌محیطی این است که موضوع، کاملاً تخصصی است و در بیش‌تر موارد، تهدیدهای محیط زیستی برای افراد غیر متخصص از جمله سیاست‌گذاران قابل لمس نیست. پس سیاست‌گذاران نیز باید به تخصص دانشمندان تکیه کنند. علم و عالمان در ایجاد مسائل و پاسخ‌های زیست‌محیطی اغلب نقش مهمی داشته‌اند؛ به عنوان مثال اگر دانشمندان نظریه‌های علمی مربوط به تغییر آب و هوا را مطرح نمی‌کردند، جامعه هنوز نمی‌دانست سوراخ شدن لایه ازن یا از بین رفتن تنوع زیستی، یک مشکل عاجل بشری محسوب می‌شود؛ بنابراین نقش علم و فناوری دو لبه است؛ از یک طرف پیشرفت علم و فناوری (صنعتی شدن) باعث می‌شود که مشکلات محیط زیستی برای بشر به وجود آید و از سوی دیگر پیشرفت علم، باعث آگاهی ما از اثرات محیط زیستی صنعتی شدن و رشد اقتصادی شده است (میکویتز، ۲۰۰۶).

ت: اما فقط دانشمندان نیستند که در فرآیند سیاست‌گذاری محیط زیست تأثیر دارند. گروه‌های زیاد دیگری مانند کارکنان و مالکان شرکت‌های صنعتی، زمین‌داران، کشاورزان، شهروندان عادی و سازمان‌های زیست‌محیطی غیر دولتی با علاقه و سوابق گوناگون در این فرآیند نقش ایفا می‌کنند. گرایش‌های آن‌ها متنوع است. این گروه‌ها بر اساس نظام‌های اعتقادی و اهداف متفاوتی که دارند بر سیاست‌های محیط زیست پافشاری و یا با آن مخالفت می‌ورزند.

پل ساباتیو و همکارانش نظریه ائتلاف‌های حامی را با مطالعه مسائل سیاست‌گذاری محیط زیستی ارائه داده‌اند و به همین دلیل هم اکثر قریب به اتفاق مطالعات موردی که آن‌ها به چاپ رسانیده‌اند، تحلیل پویایی کنش دسته‌ها و گروه‌های مختلف در یکی از حوزه‌های سیاستی محیط زیستی است. ساباتیو همچنین نقش خاص برای دانشمندان محیط زیست

قائل شده و معتقد است تعارض بین مواضع ائتلاف‌های حامی در مسائل سیاستی تنها از راه روشننگری و ارائه اطلاعات علمی دانشمندان رفع می‌گردد (جنکیز و سابتیه، ۱۹۹۳).<sup>۱</sup>

جدول ۱-۱۱: ویژگی‌های مسائل محیط زیست در سیاست‌گذاری

ردیف	ویژگی‌های مربوط به عوامل مادی	ویژگی‌های مربوط به عوامل ذهنی
۱	بسیار پیچیده هستند.	آگاهی نسبت به آن علم و دانش تخصصی می‌خواهد.
۲	تأثیر آن در درازمدت مشخص می‌شود.	متضمن بی‌اطمینانی و ریسک بسیار بالاست.
۳	تأثیر آن از مرزهای کشوری فراتر می‌رود.	گروه‌های مختلف با عقاید متفاوت، درباره مسائل آن نظر سیاستی گوناگونی ابراز کرده‌اند.
۴	اقتضای مختلف مردم از تأثیر نامتوازن آن متضرر یا منتفع می‌گردند.	

منبع (میکویتز، ۲۰۰۳)<sup>۲</sup>

همه عوامل مادی و ادراکی که توضیح داده شد، مجموعه‌ای را تشکیل می‌دهند که پدیده‌ای غامض از مجموعه مشکلات محیط زیستی و یا آنچه در اصطلاح به آن «مسئله بدخیم»<sup>۳</sup> می‌گویند، ایجاد می‌کند. مسئله سیاستی بدخیم، مسئله‌ای در سیاست‌گذاری است که چند بعدی است و برای آن راه حل یگانه‌ای وجود ندارد. انتظار می‌رود هر راه حلی برای پاسخ‌گویی به یک بعد از مسئله سیاستی در درازمدت به تولید ابعاد غامض‌تری بیانجامد (آندریاس اندل، ۲۰۱۷).<sup>۴</sup>

### ۳.۳.۱ گونه‌های ابزارهای سیاست زیست محیطی

ابزار سیاستی زیست‌محیطی مانند ابزارهای سیاستی کلی به شیوه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شود. یک شیوه طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس میزان اقتدار اداری است. این طبقه‌بندی باعث تفکیک سه نوع ابزار سیاستی زیست‌محیطی می‌شود: آیین‌نامه‌ها، اطلاعات و ابزار اقتصادی. مقوله دیگر می‌تواند بر اساس هدف ابزار باشد. مشکلات زیست‌محیطی عموماً به چند علت ایجاد می‌شوند؛ از جمله شیوه استخراج منابع طبیعی و مقدار منابع استخراج شده برای بهره‌وری و این‌که چطور در ایجاد محصولات و خدمات به کار گرفته می‌شوند و مقدار و شیوه مصرف خدمات و محصولات چگونه است؛ بنابراین می‌توان ابزار سیاست زیست محیطی را بر

1 Jenkins-Smith, 1993

2 Mickwitz, 2003

3 Wicked problem

4 Endl, 2017

اساس این که در جهت کدام یک از این مراحل به کار گرفته می‌شوند، گروه‌بندی نمود. به دلیل ارتباط این مراحل به هم و صرف‌نظر از این که کدام مرحله، هدف اولیه ابزار است، همه آن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

ابزار مورد استفاده عبارت‌اند از: استانداردها، ممنوعیت‌ها، مجوزها، منطقه‌بندی حوزه‌های جغرافیایی و شهری و محدودیت‌های کاربرد و تشویق افزایش بهره‌وری منابع. این ابزار در خدمت سه رویکرد سیاست‌گذاری قرار می‌گیرد. اولین رویکرد، رویکرد مدیریتی از بالا به پایین یا قانونی سیاست‌گذاری یا فرمان و نظارت<sup>۱</sup> است. استفاده از آیین‌نامه، معمول‌ترین رویکرد مداخله دولتی در سیاست‌های زیست‌محیطی با این رویکرد است.

رویکرد دوم، رویکرد اقتصادی است و هدف این رویکرد استفاده از ابزارهای سیاستی زیست‌محیطی به منظور تغییر (افزایش یا کاهش) منافع و یا هزینه‌های کارگزاران است. ابزارهای اقتصادی مورد استفاده شامل اهدای یارانه‌ها و کمک هزینه‌ها، مالیات و مخارج و بازار سازی از راه توزیع یا سهمیه‌بندی منابع می‌شود (سازمان همکاری اقتصاد و توسعه ۱۹۹۴ به نقل از میکویتز، ۲۰۰۳).

رویکرد سوم «ارائه اطلاعات» در جهت توانمندسازی ذینفعان و انگیزش آن‌ها برای ایفای مسئولیت در برابر محیط زیست نیز یکی از ابزارهای مهم سیاستی بوده است. البته به‌طور کلی هیچ ابزار سیاستی بی‌نیاز از حداقلی از اطلاعات نیست؛ اما در اینجا منظور ما اطلاعات به عنوان ابزاری مستقل است. ودانگ (۱۹۹۸: ۴۸ به نقل از میکویتز، ۲۰۰۳) معتقد است که باید میان اطلاعات پیرامون ابزار سیاستی و اطلاعات به عنوان ابزار سیاستی تمایز قائل شد (میکویتز ۲۰۰۶، فلانگان، ۲۰۱۱). هدف از ارائه اطلاعات به عنوان ابزار مستقل، افزایش اولویت‌ها و عوامل مهم مرتبط با مباحث زیست‌محیطی در سیاست‌های عمومی است. بعضی از صاحب‌نظران رویکرد سوم را رویکرد «موعظه<sup>۲</sup>» می‌نامند (بوراس، ۲۰۰۹)<sup>۳</sup> چون با نیت افزایش آگاهی به مسئولیت افراد است. این ابزار شامل آموزش‌های مختلف و کارزارهای افزایش اطلاعاتی می‌شوند؛ اقدام‌هایی که طی آن‌ها اشاعه اطلاعات حقیقی توسط سازمان‌های مردم‌نهاد و بخش خصوصی انجام می‌گیرد؛ اما مجوز آن را سیاست‌گذاران اعطا می‌کنند. سیستم‌های مدیریت اطلاعات محیط زیست و طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس معیارهای

1 Command and Control

2 Summon

3 Borras, 2008

زیست محیطی نیز جزء این دسته از ابزار به شمار می‌آیند. تجربه کنونی به ما می‌آموزد که امکانات بالقوه ابزارهای سیاستی بسیارند و با نگرشی پویا می‌توان برای استفاده از این ابزارها با توجه به ظرفیت آن‌ها تصمیم‌گیری کرد.

### ۴.۳.۱ محدوده زمانی ارزیابی معمول سیاست‌های زیست محیطی

در بخش اول، در مورد ارزیابی به طور کلی و در بخش قبل، از دسته‌بندی‌های متفاوت آن صحبت کردیم. بخش دوم را با تشریح ارزیابی آمیخته سیاست‌ها به پایان بردیم. در بخش سوم، ارزیابی سیاست‌ها در حوزه محیط زیست را معرفی می‌کنیم. یکی از ویژگی‌های ارزیابی محیط زیستی، «ارزیابی ابزار سیاستی تازه به کار رفته»<sup>۱</sup> است. ارزیابی ابزار سیاستی تازه به کار رفته، اصطلاحی است که به نوعی در میانه ارزیابی پسینی و پیشینی قرار گرفته است. این ارزیابی، متفاوت از ارزیابی پسین سنتی است؛ زیرا پیامدها و آثار آن، غیرقابل پیش‌بینی بوده و هنوز در دسترس نیستند. این ارزیابی با ارزیابی پیشین نیز متفاوت است؛ زیرا غالباً چندین روش اجرایی و فرضیه ضمنی وجود دارد که بر اساس تجربه‌های موجود می‌توان آن‌ها را آزمود. ارزیابی ابزارهای سیاستی تازه به کار رفته، به نوعی همان ارزیابی درجا و یا همزمان با اجرا است و می‌تواند آثار را تا قبل از شکست کامل سیاست‌ها به اطلاع مدیران برساند. از سوی دیگر می‌تواند هدف ارزیابی یادگیری سیاستی باشد و از راه تجربه‌اندوزی و درس‌آموزی، روش‌های طراحی شده را تصحیح نماید. ارزش این نوع ارزیابی، زمانی به درستی فهمیده می‌شود که به درازمدت بودن تأثیر سیاست‌های محیط زیستی توجه کنیم. غلط بودن سیاست‌های محیط زیستی، تبعات سهمگینی به همراه دارد. از این رو ارزیابی پسینی در این شرایط کم‌تر به کار گرفته می‌شود. ارزیابی پیشینی هم از دقت لازم برخوردار نیست؛ زیرا تعداد عوامل تأثیرگذار در سیاست‌های محیط زیستی آن قدر متنوع است که برآورد صحیح تأثیر سیاست‌ها تا حدی غیر ممکن خواهد بود.

### ۵.۳.۱ الگوهای اصلی ارزیابی سیاست‌های زیست محیطی

قدیمی‌ترین مدل ارزیابی، «مدل دستیابی به هدف» است. منطق این مدل ساده است. این مدل ابتدا بر پاسخ این پرسش استوار بوده که «آیا نتایج به موضوع مورد ارزیابی مربوط می‌شوند؟» و سپس به دنبال این پاسخ است که «آیا نتایج در راستای اهداف قرار دارند؟». با

1 Recently Introduced Policy Instruments (RIPI)



وجود این واقعیت که مدل دستیابی به هدف به‌ویژه در ساده‌ترین شکل خود چند نقطه قوت دارد، نقاط ضعف آن اساس ایجاد سایر مدل‌های ارزیابی بوده است. از جمله آشکارترین مشکلات مدل دستیابی به هدف این است که آثار جانبی و غیر قابل پیش‌بینی را نادیده می‌گیرد، هزینه‌ها را در نظر نمی‌آورد و مناسب بودن اهداف را بررسی نمی‌کند. این مدل، به‌تازگی با عنوان جدید «ارزیابی مؤثر» در ادبیات محیط زیستی مورد توجه قرار گرفته است (میکویتز ۸۵: ۲۰۰۸).

الگوی «ارزیابی بدون در نظر گرفتن هدف» در واکنش به انتقادات از «مدل دستیابی به هدف» مطرح شده است. ارزیابی بدون در نظر گرفتن هدف در شکل ساده خود، باید بدون این‌که ارزیاب حتی از اهداف موضوع مورد ارزیابی آگاه باشد، انجام بگیرد. منطق چنین مدلی آن است که این اهداف باید خود به خود در بین اثرها ظاهر شوند؛ به اصطلاح «آفتاب دلیل آفتاب» باشند و گرنه غیر مرتبط هستند. البته، مدل ارزیابی بدون در نظر گرفتن هدف، باعث طرح نقد دیگری از سوی مخالفان شده است که اگر اهداف سیاستی اعلان شده، دنبال نگردد به‌طور آشکاری با فرآیند دموکراتیک تصمیم‌سازی‌ها همخوانی ندارد و خلاف اصول مردم‌سالاری است (وندگ ۶۱: ۱۹۹۷ به نقل از میکویتز ۲۰۰۳).

الگوی ارزیابی سوم که به طور خاص برای ارزیابی ابزار سیاستی زیست‌محیطی مناسب است، «ارزیابی اثرات جانبی» خوانده می‌شود. این مدل، هم با میزان پیچیدگی و هم با امر عدم قطعیت زیاد مشکلات سیاستی زیست‌محیطی متناسب است. در این مدل ابتدا اثرهای ابزار ارزیابی شده، به اثر قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی تقسیم می‌شوند. در سطح بعدی، این مسئله بررسی می‌شود که آیا اثرها، درون محدوده تعیین شده یا خارج از آن اتفاق می‌افتد. سطح سوم، اندازه‌گیری کیفی اثرها است. به علت پیچیدگی بسیاری از مسائل سیاست زیست‌محیطی، اثرهای منفی زیست محیطی در بیرون محدوده هدف سیاست‌گذاری به‌خوبی قابل پیش‌بینی نیست. در نتیجه‌ی عدم قطعیت‌های دخیل در بسیاری از مسائل زیست‌محیطی، ابزارهای سیاستی زیست محیطی نیز اثرهای غیر مستقیم زیست محیطی را پیش‌بینی نمی‌کنند. از آنجا که اکثر مشکلات محیط زیستی مستعد تبدیل شدن به معضله بدخیم سیاستی هستند، در اثر اجرای سیاست‌ها با افق کوتاه مدت، مسئله سیاستی حل شده به نظر می‌رسد؛ اما معمولاً در میان مدت و دراز مدت مسائل وخیم‌تری بروز می‌کنند. نمونه بارز چنین تصمیم‌گیری‌هایی، طراحی و اجرای سدهای

متعدد روی رودخانه‌های کشور بوده است که در کوتاه‌مدت باعث حل مسئله آب کشاورزی به‌طور مثال در منطقه آذربایجان و چهارمحال بختیاری و... گردید؛ اما در میان مدت به کوچک شدن دریاچه ارومیه و یا کم آبی زاینده رود و خشک شدن باتلاق گاوخونی و در درازمدت به پیدایش طوفان‌های نمک در منطقه ارومیه، کساد شدن جهانگردی در اصفهان و بروز احتمال پیوستن دو کویر لوت و نمک در فلات مرکزی ایران منجر شده است.

به علت درازمدت بودن فاصله بین سیاست‌گذاری و بروز آثار و تبعات، مناسب‌ترین نوع ارزیابی، ارزیابی درجا و در حال اجرا یا همان‌طور که در قبل گفتیم ارزیابی ابزارهای تازه اجرا شده است. در این ارزیابی سیاست‌ها، مرتب ارزیابی شده و با طراحی نوعی سازش بین اهداف متفاوت و گاه متعارض، نقاط ضعف و قوت ابزارهای سیاستی دائم مطالعه می‌شوند. پس از اجرای کوتاه‌مدت آن، دوباره از آغاز بر سر نوع مشکل و دستور کار توافق به وجود می‌آید. این نوع ارزیابی بر مبنای چارچوب فلسفی ارزیابی نسل چهارم گوبا و لینکن (۱۹۹۸) تدوین می‌یابد. (میکویتز، ۲۰۰۶) که در بخش قبل در توضیح مسائل محیط زیستی درباره آن توضیح داده شده است.

می‌دانیم که نظریه گوبا و لینکن بر مبنای مذاکره بر سر این که «مسئله و مشکل، دغدغه اصلی و مسائل مهم در موضوع مورد بحث چیست»، شکل گرفته است. میکویتز از این روش برای ارزیابی مسائل محیط زیستی استفاده می‌کند (۲۰۰۶)؛ اما در سال‌های بعد نه تنها روش مذاکره را برای ارزیابی مهم می‌داند، بلکه از آن هم فراتر رفته و به روش رادیکال‌تر اقدام پژوهی از راه اجرای کارگاه‌های یادگیری جمعی روی می‌آورد (آپهام، ۲۰۱۴). آپهام، کیویما و میکویتز اظهار کرده‌اند که اقدام پژوهی و کارگاه‌های یادگیری جمعی، تنها برای ارتقای سطح آگاهی افراد محلی نیست، بلکه در واقع برای تعریف دسته‌جمعی مشکل و تعریف جمعی راه حل است (آپهام، ۲۰۱۴)؛ بنابراین گونه‌های نوین ارزیابی سیاست‌های محیط زیستی روز به روز بیش‌تر بر ارزیابی مشارکتی و روش اقدام پژوهی تکیه می‌کند.

### ۱.۳.۶ خرد مایه سیاستی در مسائل محیط زیستی

نقطه شروع شناسایی اثرهای گوناگون سیاست‌های محیط زیستی، تعریف نمودن منطق یا خرد مایه‌های مداخله برای ابزار مورد ارزیابی است. مداخله سیاستی اغلب ممکن است بر چندین خرد مایه مختلف استوار باشد؛ زیرا گروه‌های مختلف اغلب بر اساس انتظاری که از ابزار سیاستی دارند، از آن حمایت می‌کنند. کارکرد نظریه‌های سیاستی، توصیف چگونگی

اجرا و عملکرد سیاست است. این نظریه‌ها برای توصیف این که ابزار سیاستی چگونه عمل می‌کنند، در نظر گرفته نشده‌اند. از این نظریه‌ها به عنوان ابزاری برای پیشبرد ارزیابی این که مداخله دولتی چگونه اجرا شده و در عمل چه تأثیرهایی دارد، استفاده می‌شود.

سیاست‌های محیط زیستی مانند سیاست‌های انرژی و آب و امنیت غذایی بر هم‌دیگر و در دیگر سیاست‌ها مانند سیاست‌های علوم و فناوری (در فصل بعدی به تفصیل درباره آن سخن می‌گوییم) تأثیرگذارند؛ بنابراین کنش ارزیابی باید مجهز به ابزارهایی باشد که توانایی ارزیابی آمیخته‌های سیاستی را با خرد مایه‌های مختلف، حوزه‌های سیاستی گوناگون و ابزارهای متفاوت داشته باشد.

نظریه‌های مداخله دولتی یا خرد مایه‌های سیاستی عبارت‌اند از نظریه‌هایی که چگونگی کنش عوامل زیر و روابط علی بین آن‌ها را چنین توضیح می‌دهد:

عاملان: تصمیم‌گیرندگان مانند مقام‌های صالح، شرکت‌ها، سازمان‌ها و اشخاص غیر دولتی. عاملان عبارت‌اند از کارگزاران مجری ابزار سیاستی و گروه‌های هدف یعنی اهداف ابزار.

داده‌ها (ورودی‌ها): آنچه که مدیریت برای تولید بازده به کار می‌گیرد. این منابع شامل کارکنان و امور مالی می‌شود؛ اما در برگیرنده مسائل مربوط به گروه هدف مانند درخواست مجوز نیز هست که کارگزاران مد نظر قرار می‌دهند یا به آنان پاسخ می‌دهند.

بازده (خروجی): مسائلی که گروه‌های هدف با آن مواجه هستند؛ مانند مجوز و شرایط خاص آن.

پیامدها: اقدام‌هایی که گروه هدف به هنگام مواجهه با بازده اتخاذ می‌کند و نتایج این اقدام‌ها. پیامدها را می‌توان به پیامدهای اولیه (فوری)، پیامدهای میانی و پیامدهای نهایی تقسیم نمود.

سیاست‌های اقتصادی و به تبع آن اقتصاد نوآوری، عموماً بر مبنای خرد مایه‌های نئوکلاسیکی (شکست بازار) مطابق با جدول بعدی استوار است:

جدول ۱-۱۲: تبیین شکست بازار از نظر نئوکلاسیک‌ها

ساز و کار شکست	نوع شکست	
نبود قطعیت در مورد نتیجه تحقیقات، کوتاه‌مدت بودن افق زمانی برای نتیجه گرفتن از سرمایه‌گذاری.	تقارن نداشتن اطلاعات و افق‌های زمانی <sup>۱</sup> به علت نبود قطعیت	شکست بازار یا خرد مایه انتخاب
به دلیل خصوصیت کالای عمومی تحقیقات، سرزیر دانشی امکان‌پذیر می‌شود. همه نتایج تحقیق و توسعه به مالکیت سرمایه‌گذار در نمی‌آید و بقیه هم استفاده می‌کنند و این امر موجب دلسردی سرمایه‌گذار خصوصی نسبت به سرمایه‌گذاری در تحقیقات می‌شود.	سرزیر دانشی <sup>۲</sup> به علت عدم تملیک	عقلایی و به حداکثر رسانیدن نفع فردی

منبع: میرعمادی، ۱۳۹۶ الف

مکتب دیگری که به تبیین خرد مایه‌های مداخله دولتی در اقتصاد نوآوری پرداخته است، خرد مایه تکامل‌گرا است. شکست‌های سیستمی در تعامل بین بازیگران، شبکه‌ها و نهادی ساختاری و کارکردهای سیستم به شرح زیر مطرح شده است:

جدول ۱-۱۳: تبیین شکست سیستم

سازوکار شکست	نوع شکست	ردیف
شکست زیربنایی در دو وجه زیربناهای فیزیکی مانند بندرها و راه‌ها و زیربناهای غیر فیزیکی مانند نظام آموزشی و پژوهشی قابل تشخیص است.	زیربنایی	۱
شکست شبکه‌ای نیز در دو دسته شبکه‌های قوی و شبکه‌های ضعیف قابل تقسیم است: شبکه قوی شبکه‌ای است که تعامل داخلی در آن زیاد و ارتباط آن با محیط بیرونی ضعیف و ناکافی است. برعکس، در شبکه ضعیف تواتر تعامل درونی آن به صورتی است که تداوم حیات شبکه را به خطر می‌اندازد.	شبکه‌ای	۲
نهادهای نیز دچار شکست می‌شوند و آن شامل شکست نهادهای سخت مانند نبود قانون و یا عدم اجرای آن و نبود نهادهای نرم مانند فرهنگ یا روال‌های کاری مناسب است.	نهادهای	۳
منظور از شکست بازیگران، ضعف یا قابل قبول نبودن سطح توانمندی بازیگران یا شرکت‌هایی است که در نظام نوآوری فعالیت می‌کنند و معمولاً شامل شرکت‌های کوچک و متوسط می‌شود.	بازیگران	۴
شکست گذار یا شکست قفل‌شدگی، شکستی است که یک شرکت یا یک نظام دچار آن می‌شود و به این علت قادر نیست یک نظام فناوری قدیمی و ناکار را واگذارد و یک نظام فناورانه جدیدتر و کاراتر را انتخاب کند.	فرآیند	۶

منبع: ولتویس، ۲۰۰۵<sup>۳</sup>

1 Information asymmetries

2 Spillover

3 Woolthuis, 2005

این دو خرد مایه، به طور معمول سیاست را یک عنصر در انزوا در نظر می‌گیرند. این حکم در مورد مکتب نئوکلاسیک به‌طور مطلق صدق می‌کند. در مکتب تکامل‌گرا چون صحبت از یک سیستم است، ضعف تعامل اجزای سیستم با هم شکست یک سیستم را مشخص می‌کند؛ اما این سیستم در یک خلاء سیاستی مطالعه شده و ارتباط بین سیستم و فضای سیاستی پیرامون خود مسکوت گذاشته می‌شود. در مطالعات آمیخته‌های سیاستی از جمله شکست‌ها در سطح آمیخته‌های سیاستی، به امر ارتباط سیاست‌ها با محیط اطراف خود نمی‌توان بی‌توجه گذشت؛ از این جهت علاوه بر شناخت شکست‌های سیاستی مجزا، باید به عدم توفیق سیاست‌گذاری در سطح کلان برای هماهنگ‌سازی و یک‌دستی سیاست‌ها با یکدیگر نیز توجه شود و شکست هماهنگی بین آن‌ها به عنوان یک مقوله مجزا ارزیابی شود. در جدول ۱-۱۴ شکست‌های آمیخته‌های سیاستی مطالعه شده‌اند:

جدول ۱-۱۴: شکست‌ها در آمیخته‌های سیاستی

<p>۱- اجماع نداشتن در مورد چشم‌انداز، اهداف و جهت‌گیری تغییر                  ۲- ناتوانی برای هماهنگی جمعی بازیگران متفرقه در شکل‌دهی به شکل‌گیری تغییر                  ۳- نبود استاندارد و قوانین کافی و لازم برای ایجاد فناوری</p>	<p>شکست جهت‌گیری</p>
<p>۱- نبود فضای لازم برای آینده‌نگری و یادگیری نیازهای کاربر                  ۲- فقدان علامت‌های تحریک کننده و جهت‌دهنده برای تقاضای عمومی                  ۳- ناتوانایی شکل‌گیری تقاضا</p>	<p>شکست شکل‌گیری تقاضا</p>
<p>۱- ناهماهنگی سیاست‌ها در سطح‌ها و نواحی مختلف کشور و سطوح فراملی (مانند اتحادیه اروپا)                  ۲- ناهماهنگی افقی بین تحقیق و توسعه، فناوری و بخش‌های صنعتی                  ۳- ناهماهنگی بین بخش‌های اداری و وزارتخانه‌های مختلف، بخش‌های خصوصی و عمومی</p>	<p>شکست هماهنگی سیاست</p>
<p>۱- ناتوانی نظام در نظارت، پیش‌بینی و کمک به ورود بازیگر به عرصه خود تنظیمی                  ۲- فقدان ترتیبات تأملی توزیع شده<sup>۱</sup> بین حوزه‌های گفتمان‌های مختلف                  ۳- نبود فضا برای تجربه کردن و یادگیری                  ۴- نبود آمیخته سیاست‌های انطباقی برای باز نگه داشتن در به منظور انتخاب‌های تازه و رویارویی برای عدم قطعیت‌ها<sup>۲</sup></p>	<p>شکست تأملی</p>

منبع: میرعمادی (۲۰۱۶ الف) با الهام از وبر و روراچرز (۲۰۱۲)<sup>۳</sup> و لیندner<sup>۴</sup> (۲۰۱۶)

1 Lack of Distributed reflexive arrangements to connect different discursive spheres

2 No adaptive policy portfolios to keep options open and deal with uncertainty

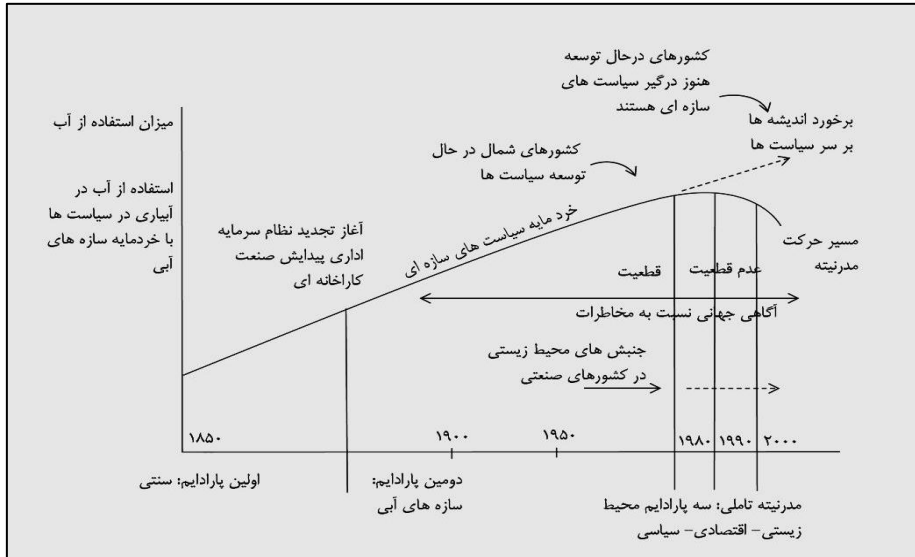
3 (Weber, 2012) Rohracher (2012)

4 Lindner et al. (2016)

تیبین شکست‌های سیستم و هماهنگی اجزای آمیخته سیاستی نقشی مهم در ارزیابی دارند: اول؛ از آن‌ها می‌توان برای برقرار کردن اثرات مورد نظر ابزار و محدوده هدف هر ابزار استفاده کرد. دوم؛ برای تعیین نوع خروجی‌ها، پیامدها و روابط علی در جمع‌آوری اطلاعات از آن‌ها سود جست. زمانی که ارزیابی انجام می‌گیرد، خرد مایه سیاستی به تفسیر نتایج کمک می‌کند؛ تنها برخی از فرضیات اثبات می‌شوند؛ در حالی که برخی دیگر ابطال می‌شوند.

خرد مایه سیاستی، در ارزیابی ابزارهای سیاستی زیست‌محیطی نقش ویژه‌ای دارند. همان‌طور که گفتیم خرد مایه‌های سیاستی در حوزه محیط زیست به مراتب متنوع‌تر از حوزه‌های دیگر است. این خرد مایه‌ها مانند خرد مایه‌های سیاست‌های علم و فناوری که در بالا از آن یاد شد، باید تا حدی بر علم و نظریه‌های علمی استوار باشند. البته این واقعیت که جنبه‌هایی از خرد مایه‌ها بر شواهد علمی استوارند، در مقایسه با بیش‌تر موقعیت‌ها در سایر حوزه‌های سیاستی که چنین دانشی وجود ندارد، یک نقطه قوت به شمار می‌آید (میکویتز، ۲۰۰۳). با این حال در بیش‌تر موارد استفاده از دانش و سر و کار داشتن با علم مستلزم مهارت‌های علمی است. به علاوه دانش، به تنهایی سازنده خرد مایه سیاستی نیست؛ زیرا سیاست‌گذاران برای تدوین سیاست‌ها به‌ندرت به نظریه‌ها مراجعه می‌کنند، بلکه برعکس به جامعه و رأی دهندگان خود رجوع و از آن‌ها نظرخواهی می‌کنند. افزون بر آن، به علت چارچوب طولانی مدت بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی، پیامدهای نهایی آن‌ها غالباً در زمان ارزیابی در دسترس نیست تا با منطق خرد مایه سیاستی بررسی گردد.

در شکل بعدی به نقل از آلن، پنج خرد مایه سیاست‌گذاری و حکمرانی منابع آبی در جامعه‌های مختلف بر اساس عامل زمان جایابی شده‌اند. در این شکل دیده می‌شود که برای سیاست‌گذاری در حوزه مدیریت آب، از آغاز تا به امروز پنج خرد مایه سنتی، سازه‌های آبی، محیط زیستی، اقتصادی و سیاسی وجود داشته است. در کشورهای صنعتی که مرحله اول عصر مدرنیته را سپری کرده‌اند و وارد مرحله دوم آن شده‌اند، هم‌اکنون خرد مایه سیاسی که به شکل الگوی مدیریت یکپارچه و مشارکت ذینفعان است، غالب و حکم‌فرماست؛ اما در کشورهای در حال توسعه من‌جمله کشورهای ایران و همسایه‌های آن چون مصر و ترکیه هنوز خرد مایه سازه‌های آبی غالب است.



شکل ۱-۷: پنج پارادایم سیاست‌های آبی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه

منبع: آلن به نقل از میرعمادی، ۱۳۹۶

خرد مایه‌های سنتی در حوزه آب، نظام‌های مبتنی بر قنات و کار ریز را در کشور ایران سامان داده بود. با تغییر این نظام به طرف خرد مایه‌های سازه‌های آبی سد سازی و حفر چاه‌های عمیق و کانال‌های انتقال آبی پدیدار شد. این خرد مایه همچنان در ایران و بسیاری از کشورهای جهان سوم مبنای سیاست‌گذاری در حوزه آب را تشکیل می‌دهد. لکن، کشورهای صنعتی از دهه هفتاد و هشتاد وارد عصری شدند که سیاست‌گذاری در آن بر ضرورت ملاحظات محیط زیستی پای می فشارد. در دهه نود، پدیده‌های چون بازار آب به عنوان ابزار اقتصادی سیاست‌های آب به این ملاحظات اضافه شد و در نهایت مدیریت یکپارچه منابع آبی به عنوان یک ابزار سیاسی که مشارکت کلیه ذینفعان را طلب می‌کند، مطرح شده است (میرعمادی، ۱۳۹۶).

### ۷.۳.۱ روش پژوهش در ارزیابی محیط زیستی

برای بسیاری، مسئله اصلی فرآیندهای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، تعیین میزان اثرهای ناشی از عملیاتی شدن ابزارهای سیاستی است. برآورد میزان تأثیر در همه ارزیابی‌ها و به

طور کلی در سیاست‌های اجتماعی همیشه دشوار است. می‌توان استدلال نمود که برای ابزار سیاستی زیست‌محیطی این مسئله به‌طور ویژه دشوارتر است؛ زیرا مسائل این حوزه غالباً بسیار پیچیده و از عدم قطعیت بالایی برخوردار است و در بسیاری از موارد چارچوب زمان بین عمل (اقدام) و نتایج، طولانی است. افزون بر آن، هیچ راه‌حل منفرد، مشخص و عمومی که بر سر آن اجماع صورت گرفته باشد، وجود ندارد. مع‌هذا، در اغلب مواقع، توصیه می‌شود که به جای یک روش از چندین روش استفاده و به اصطلاح از ترکیب روش‌های کمی و کیفی استفاده شود (میکویتز، ۲۰۰۶؛ سورس، ۲۰۰۹). معمولاً، در پروژه‌های ارزیابی محیط زیستی یا ترکیبی از روش‌های چندگانه مورد نظر است یا از منابع اطلاعاتی چندگانه در یک روش استفاده می‌شود و یا تحلیل‌های چندگانه و نظریه‌های چندگانه باهم ترکیب می‌شود و مدل مفهومی ترکیبی ایجاد شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (میکویتز، ۲۰۰۶).

### ۸.۳.۱ نتیجه‌گیری

غالباً تصور می‌شود در ارزیابی‌های محیط زیستی، بهبود وضعیت محیط زیست تنها شاخصی است که باید به آن توجه کرد. رویکرد پژوهش حاضر بر آن است که ارزیابی محیط زیستی سیاست‌های نوآوری باید نگرش گسترده‌تری را دنبال کند. با توجه به یافته‌های پژوهشی در بخش دوم که به ارزیابی آمیخته‌های سیاستی نوآوری اختصاص داشت، این بخش را با برشمردن ارزیابی‌های خاص ملاحظه‌های محیط زیستی به پایان می‌بریم تا در فصل دوم کتاب به آمیخته سیاستی نوآوری بپردازیم که ملاحظه‌های محیط زیستی تنها یکی از ابعاد مهم آن است.

در این فصل مشخص شد که ملاحظه‌های محیط زیستی بعد ویژه‌ای را به سیاست‌های نوآوری می‌بخشد، زیرا پدیده‌های محیط زیستی دارای ویژگی‌های زیر هستند:

جدول ۱-۱۵: ویژگی‌های مسائل محیط زیستی

۱- پیچیده هستند.
۲- چارچوب‌های طولانی مدت دارند.
۳- با مناطق دور افتاده جغرافیایی سر و کار دارند.
۴- توزیع تأثیر آن‌ها بر گروه‌های مختلف در جامعه نابرابر است.
۵- تبیین مسئله آن‌ها تنها از سوی دانشمندان انجام می‌شود.
۶- دارای عدم قطعیت‌های زیادی هستند.
۷- حل آن‌ها در گرو اجماع ذینفعانی است که اهداف متناقض و نظام‌های اعتقادی مختلف دارند، از این جهت در اغلب مواقع یک معضله سیاستی محسوب می‌شوند.



از این جهت معیاری‌های عمومی ارزیابی آمیخته سیاستی در بعد محیط زیستی باید این پرسش‌ها را در برداشته باشد:

جدول ۱-۱۶: معیارهای عمومی برای ارزیابی ابزارهای سیاستی

ردیف	معیار
۱	ارتباط آیا کاربرد ابزار سیاستی هدف سیاست را که همان مشکل اصلی محیط زیستی باشد، حل کرده است؟
۲	تأثیر تا چه درجه ابزارهای سیاستی در تخفیف مشکلات محیط زیستی تأثیر گذاشته است؟
۳	تداوم آیا تأثیر مثبت ابزارهای سیاستی در محیط زیست تداوم داشته است؟
۴	انعطاف ابزارهای مورد اشاره تا چه حد انعطاف دارند و با تغییر شرایط و محیط قابل استفاده‌اند؟
۵	پیش‌بینی تا چه اندازه آثار، نتایج و عواقب کاربرد چنین ابزارهای سیاستی قابل پیش‌بینی هستند؟

افزودن ملاحظه‌های محیط زیستی باعث می‌شود که فرآیند ارزیابی به مراتب پیچیده‌تر، الزام به مشارکتی بودن رویکرد ارزیابی بیشتر تر و بعد زمانی آن طولانی‌تر گردد؛ بنابراین ارزیابی اثرات جانبی موارد زیر را الزامی می‌سازد:

۱. استفاده هم‌زمان از انواع معیارها با تأکید ویژه بر معیارهای مشارکتی،
۲. توجه به نظریه‌های سیاست‌گذاری به عنوان وسیله ارزیابی و ابزاری برای یادگیری از دیدگاه‌های مختلف،
۳. استفاده از روش‌ها و منابع اطلاعاتی متعدد به عنوان مکمل هم برای رفع مشکل برآورد تأثیر
۴. بهره‌برداری از فرآیندهای ارزیابی واضح و همگانی که تأثیر و کارایی ارزیابی را به‌طور عینی و ذهنی ارتقاء می‌بخشد.



## فصل دوم

### ارزیابی آمیخته سیاستی توسعه نوآوری محیط زیستی

## پیش‌گفتار

در فصل اول دریافتیم که محورهای بحث ارزیابی در هریک از حوزه‌های سیاست‌های نوآوری، پژوهش‌های ارزیابی و مطالعات محیط زیستی کدامند و در پایان دیدیم که در هر سه حوزه مطالعاتی، پژوهش در امر «آمیخته سیاستی» یکی از گرایش‌های مسلط و مشترک است. آنچه در فصل اول به صورت سه بخش جداگانه مورد بحث قرار گرفته بود، در فصل دوم به شکل سه جزء در هم تنیده در یک حوزه میان‌رشته‌ای بررسی می‌شود. به این ترتیب، حوزه مورد نظر این فصل، حوزه «ارزیابی و تحلیل آمیخته سیاستی نوآوری‌های فناورانه محیط زیستی» بوده که از آمیختگی حوزه‌های مطالعات نوآوری، مطالعات ارزیابی و اقتصاد محیط زیستی به وجود آمده است. یادآوری می‌شود که آمیخته سیاستی، به مجموعه‌ای از ابزارهای سیاستی می‌گویند (روگه، ۲۰۱۷)<sup>۱</sup> که در خدمت یک یا چند هدف مشخص سیاستی قرار گیرد.

علاوه بر دسته‌بندی در جدول بالا، ارزیابی و تحلیل سیاست‌های نوآوری محیط زیستی، می‌تواند بر اساس خروجی‌های سیاست، آثار و تبعات آن دسته‌بندی شود. در اینجا، از ایده کرابه و لی‌روی (۲۰۱۲: ۵) در دسته‌بندی ارزیابی سیاست استفاده کرده و این سه بعد یک بار دیگر و با توجه به تحلیل سیاست با ملاحظه‌های محیط زیستی چنین تفسیر می‌شود:

ارزیابی خروجی سیاست‌های نوآوری فناورانه عبارت است از ارزیابی کمی میزان عملکرد آمیخته سیاستی که به شکل نتایج بی‌درنگ خود را نشان می‌دهد؛ مانند محاسبه افزایش تعداد خودروهای برقی در اثر اتخاذ سیاست‌های ترویج استفاده از خودروهای با سوخت پاک و ارزیابی میزان مالیات اخذ شده از صنایع آلوده کننده در اثر اجرای مقررات قیمت‌گذاری کربن.

در دسته دوم ارزیابی‌ها، کرابه و لی‌روی (۲۰۱۲) می‌گویند «ارزیابی آثار سیاست‌های نوآوری فناورانه عبارت است از ارزیابی تغییرات رفتاری مصرف‌کنندگان، شرکت‌ها و حتی دولت‌ها در اثر اتخاذ سیاست‌های جدید نوآوری». در این باره مثال‌های زیادی وجود دارد؛ تغییر الگوی مصرف انرژی و تمایل به جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر در اثر برقراری

1 Rogge, 2017

مشوق‌های اقتصادی و یا جریمه برای استفاده از سوخت‌های کربنی، تغییر الگوی کشت از گیاهان با مصرف آب بالا مانند برنج به کشت گیاهانی مانند کینوا که مصرف آبی کم‌تری دارند، از جمله این موارد است.

طبیعی است که این نوع ارزیابی، آمیخته‌ای از شاخص‌های کمی و کیفی را طلب می‌کند. ارزیابی و تحلیل آثار سیاست از سوی دیگر می‌تواند بر اساس تعیین سطح توسعه نظام‌های نوآوری‌های فناورانه محیط زیستی باشد؛ به عبارت دیگر ارزیابی آثار در این مورد، ارزیابی تعامل اجزای مجموعه آمیخته سیاستی است که از راه شناخت میزان پویایی سیستم نوآوری فناورانه آن سنجیده شود.

از نظر کرابه و لی‌روی «ارزیابی سطح سوم، ارزیابی تبعات درازمدت سیاست‌ها است که ملاحظه تأثیر درازمدت سیاست‌ها در اکوسیستم محیط زیستی مانند کاهش انتشار گاز کربنیک، دی‌اکسید سولفور و دیگر گازهای خطرناک در جو زمین است» (کروبه و لی‌روی، ۲۰۱۲: ۵). این تفسیر را نیز می‌توان توسعه داد و معیارهای دیگری مانند تبعات سیاست نوآوری بر عدالت اجتماعی، امنیت غذایی، سلامت جامعه بر آن افزود؛ به عبارت دیگر سطح سوم، سطحی است که ارزیابی سیاست‌ها را در مواجهه با چالش‌های بزرگ جامعه در حوزه محیط زیستی، اجتماعی و بهداشتی و غیره می‌سنجد.

در فصل دوم، می‌بینیم که ارزیابی در سطوح سه‌گانه، با نگرش‌ها و پایه‌های نظری مختلف انجام گرفته است. سطح اول این تحلیل، یعنی ارزیابی خروجی‌ها با خرد مایه نئوکلاسیک انجام می‌گیرد که در آن تصمیم‌گیری در ایجاد فناوری در حوزه سیاست‌های تحقیق و توسعه مفروض است و ارزیابی به صورت تک‌خطی و با محاسبه ورودی و خروجی انجام می‌شود. این سطح به دلیل این که سطحی‌ترین تحلیل را می‌دهد و نتایج آن امکان تصمیم ندارد، در این فصل مطالعه نمی‌شود؛ اما در فصل سوم که به مطالعات موردی اختصاص دارد، به آن پرداخته می‌شود.

ارزیابی و تحلیل سیاست در سطح آثار (سطح دوم)، نیازمند نگرشی به مراتب پیچیده‌تر و متنوع‌تر است. یادآوری می‌شود که ما کلیت آن را در فصل قبلی با عنوان نظام پیچیده سیاست‌های نوآوری (ماگرو ویلسون، ۲۰۱۳) مطالعه کردیم. سطح سوم، نیز به ارزیابی سیاست‌های نوآوری بر محیط بیرونی خود اختصاص دارد و آن هم در چارچوب تلفیقی

تکامل‌گرایی - برساخت‌گرایی رشد یافته است. به دلیل آن که حوزه ارزیابی سیاست‌های نوآوری با حوزه سنجش‌های فناوری تا حدود زیادی آمیخته شده است، مختصری به حوزه مورد نظر می‌پردازیم تا خوانندگان با مدل‌های سنجش فناوری<sup>1</sup> آشنا شوند:

---

<sup>1</sup> Technological assessment

## ۱.۲ بخش اول: الگوهای ارزیابی پیشینی، همزمان و پسینی و ملاحظه‌های

### محیط زیستی

#### ۱.۱.۲ ارزیابی پیشینی: الگوهای سنجش فناوری

سنجش فناوری، عرصه‌ای است که در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های حوزه سیاست نوآوری به کار می‌آید و به ارزیابی پیشینی توسعه فناوری کمک می‌کند. مدل‌های سنجش فناوری‌های محیط زیستی از نظر روش شناختی چهار گونه است (لویی مونداکا و همکاران، ۲۰۱۰):<sup>۱</sup>

الف: مدل‌های شبیه‌سازی

ب: مدل‌های مبتنی بر بهینه‌سازی

ج: مدل‌های حسابداری

دال: مدل‌های تلفیقی

البته گونه‌های دیگری نیز وجود دارند که جزء این چهار نوع محسوب نمی‌شوند؛ اما به تعبیر لویی مونداکا و همکاران، (۲۰۱۰) این چهار نوع از مدل‌ها، معروف‌ترین مدل‌های سنجش فناورانه محیط زیستی به‌ویژه در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر و ابزار دو دسته بزرگ فرآیندهای ارزیابی هستند؛ ارزیابی بر مبنای مدل‌های تک‌پایه مانند مدل‌های شبیه‌سازی و ارزیابی بر مبنای مدل‌های تلفیقی یا مدل‌های یکپارچه.

- **مدل‌های تک‌پایه:** مدل‌های تک‌پایه از جمله مدل‌های مبتنی بر شبیه‌سازی، عبارت‌اند از تشریح کمی و توصیفی تولید و مصرف انرژی مبتنی بر سناریوهایی که مشخصات آن‌ها را عوامل بیرونی تعیین کرده‌اند. این نوع مدل، مبتنی بر نگرشی است که رفتار تصمیم‌گیری در سطح اقتصاد خرد را که با مدل‌های عقلانی منطبق نیستند، تحلیل می‌کند و همچنین می‌توانند انتخاب فناورانه مصرف‌کننده نهایی را با توجه به پیشران‌های مختلف مانند امنیت انرژی پیش‌بینی کنند. این پیشران‌ها معمولاً به ابعاد دیگر نظام‌های انرژی (انتشار دی اکسید کربن) مرتبط است.

- **مدل‌های تلفیقی یا یکپارچه ارزیابی:** مدل‌سازی یکپارچه یک نوع مدل‌سازی علمی است که عمدتاً توسط علوم زیست محیطی و تجزیه و تحلیل سیاست‌های زیست محیطی

1 Luis Mundaca, 2010

2 Integrated Assessment Modelling

مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این نوع مدل‌سازی، مدل‌سازی یکپارچه می‌گویند؛ زیرا مشکلات محیطی، ورای مرز دیسیپلین‌های علمی است و این مدل‌های یکپارچه ارزیابی، حوزه‌های دانشی را از دو یا چند حوزه به یک چارچوب واحد متصل می‌کنند. هدف این فعالیت، تولید اطلاعات مفید برای پیشرفت علمی نیست، بلکه کاملاً مسئله محور و هدف آن کمک به تصمیم‌گیری‌ها در عرصه سیاست‌گذاری است.

مدل‌سازی یکپارچه ارزیابی، ابزاری برای فرآیند ارزیابی یکپارچه است که به استفاده از مدل‌های ریاضی اتکاء دارد. این نوع مدل‌سازی، تاریخی طولانی داشته و دانشمندان در مورد اولین سابقه اختلاف نظر دارند. با این حال، در اواخر دهه ۱۹۸۰ رواج کامل یافت. مدل‌سازی یکپارچه روش تحلیل منتخب شورای بین‌المللی تغییر آب و هوایی<sup>۱</sup> بوده است؛ اگرچه به مرور نقاط ضعف روش مشخص شده و تکیه به آن کمتر شده است.

گزارش تطبیقی پنجمین ارزیابی شورا که نویسنده اصلی آن توماس بروکner است، رویکرد محتاطانه‌تری اتخاذ کرده و نسبت به کاربرد کورکورانه آن هشدار می‌دهد (بروکner، ۲۰۱۴).<sup>۲</sup> این گزارش، بین ارزیابی یکپارچه و مدل‌سازی ارزیابی یکپارچه تفاوت می‌گذارد و می‌گوید که ارزیابی، زمانی یکپارچه است که مجموعه‌ای وسیع‌تر از استاندارد معمول پژوهش را مورد استفاده قرار بدهد. با توجه به این که ارزیابی یکپارچه همه اطلاعات را در یک جا جمع و پردازش می‌کند، برای ارزیابی و سنجش مسائل محیط زیستی بسیار مفید است و سیاست‌گذاران را در این رشته یاری می‌دهد تا درباره مسائل بسیار پیچیده محیط زیستی تصمیم‌گیری کنند. در ارزیابی تغییرات اقلیم، ارزیابی یکپارچه، اطلاعات مربوط به عوامل اجتماعی و اقتصادی که از انتشار گازهای گلخانه‌ای منشعب می‌شود، چرخه‌های بیوژئوکیماکال و شیمی اتمسفریک که عاقبت این انتشار را روشن می‌کند، به کار می‌بندد تا آثار منتج از انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اقلیم و رفاه انسان‌ها را مشخص کند. خلاصه این که دو مشخصه تعیین‌کننده ارزیابی یکپارچه تغییرات اقلیم عبارت‌اند از: اول، کاملاً در خدمت سیاست‌گذاران قرار دارد؛ در نتیجه مسئله محور است. دوم، به نسبت ارزیابی‌های ساده، طیف وسیع‌تری از روش‌ها، اسلوب‌ها، مطالعات و درجه‌های متنوع‌تری از عدم قطعیت‌ها را در بر دارد.

1 IPCC

2 Bruckner, 2014

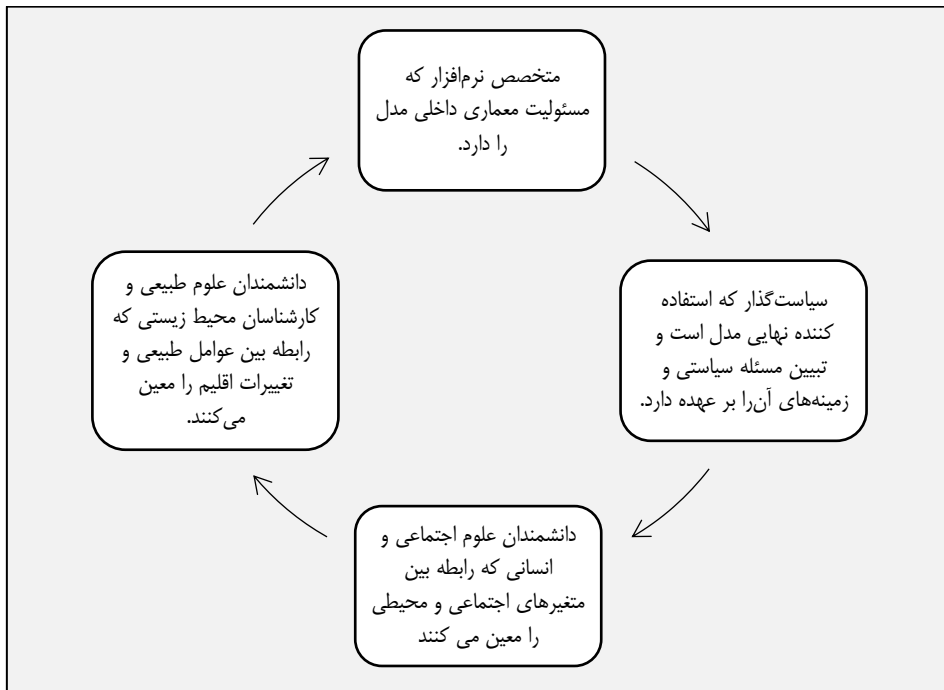


- **ابزار سنجش یکپارچه:** مدل‌سازی سنجش یکپارچه، ابزار این سنجش یکپارچه است. مدل‌های ارزیابی یکپارچه، ابزاری ریاضی هستند که به کمک رایانه‌ها، فرض‌های کارشناسان را در مورد رفتار احتمالی انسان و طبیعت در یک مدل یکپارچه بررسی می‌کنند. نقطه قوت یک ارزیابی یکپارچه آن است که نتایج گمانه‌های مختلف را محاسبه کند تا بتواند عوامل متعددی را در یک مقطع از زمان به هم ارتباط دهد. البته نقاط ضعف این مدل مربوط به درجه انطباق فرضیات با واقعیت‌ها است. بیش‌تر پروژه‌های ارزیابی اقلیمی در دست اجرا، از این مدل محاسباتی استفاده می‌کنند؛ زیرا این مدل کمک می‌کند که اطلاعات بسیار وسیعی ادغام و ارزیابی شود. استفاده کنندگان مدل‌سازی‌های ارزیابی یکپارچه دو گروه از سیاست‌گذاران هستند. اول کسانی که تفکر اقتصادی دارند و محیط زیست را بخشی از درونداده‌های نظام تولید اقتصادی می‌بینند. گروه دوم عبارت‌اند از کسانی که برای محیط زیست یک موجودیت علوم طبیعی قائل‌اند. این دسته معمولاً با پشتوانه تحصیلی علوم طبیعی و مهندسی بوده و به کره زمین به عنوان یک اکوسیستم طبیعی توجه دارند تا نظام‌های اقتصادی و اجتماعی.

هر دو دسته، به منظور یافتن راه حل برای مسائل سیاست‌گذاری، از مدل‌سازی‌های ریاضی بهره می‌گیرند. دانشمندان علوم طبیعی روش‌های شبیه‌سازی را به کار می‌برند. اقتصاددانان بیش‌تر بر بهینه‌سازی و نگرش‌های کنترل بهینه تکیه می‌کنند تا به راه حل‌های باصرفه در سطح جهان دست پیدا کنند. از آنجا که پژوهشگران ارزیابی یکپارچه، دارای پشتوانه‌های نظری متفاوتی هستند، این گونه ارزیابی‌ها پاسخ‌های گوناگون به بار می‌آورد. در بسیاری از مواقع، ارزیابی‌های انجام شده قبلی در یک قالب واحد جمع‌آوری و به شکل یک فرا ارزیابی ارائه می‌شود.

- **سنجش یکپارچه و تفاوت آن با مدل‌سازی سنجش یکپارچه:** ارزیابی یکپارچه و مدل‌سازی ارزیابی یکپارچه دو مفهوم متفاوت و در عین حال به هم مرتبطی هستند. مدل‌سازی تنها ابزاری است که در خدمت ارزیابی یکپارچه قرار دارد؛ اما داشتن مدل، تنها کافی نیست و در پاره‌ای از موارد، مدل‌سازی ناکارآمد بوده و در نتیجه ارزیابی، نادرست به پایان رسیده است. به دلیل آن که مدل‌سازی، تکنیکی تر و نتایج آن ریاضی است، آمادگی بیش‌تری برای کاربری آن وجود دارد؛ اما هر ارزیابی یکپارچه‌ای الزاماً با مدل‌سازی یکپارچه همراه نیست. ارزیابی می‌تواند قضاوتی باشد و یا بر اساس نظرات کارشناسان انجام گیرد.

همچنین ارزیابی ممکن است همزمان از راه مدل‌سازی و روشی غیر مدل‌سازی صورت گیرد. - **اعضاء و کارکردهای مختلف آن‌ها در پروژه ساخت مدل:** مدل‌های سنجش‌های یکپارچه، همزمان می‌توانند از متغیرهای جمعیت شناختی، سیاسی و اقتصادی در فرآیند مدل‌سازی استفاده کنند. از این جهت، اعضای یک پروژه مدل‌سازی سنجش، دارای پشتوانه‌های تحصیلی متفاوت بوده و در پروژه مسئولیت‌های مختلف بر عهده دارند:



شکل ۲-۱: نقش‌های اعضای پروژه مدل‌سازی یکپارچه

منبع: ون دلدن و همکاران، ۲۰۱۱<sup>۱</sup>

کاربر نهایی این مدل، سیاست‌گذاران هستند که با تبیین مسئله، مدل را به کارشناسان سفارش می‌دهند. این مسئله سپس از دید عالمان علوم اجتماعی-سیاستی و اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و روابط بین لایه‌های مختلف شناسایی و کدگذاری می‌شود. سپس در عرصه محیط زیستی به بررسی تبعات آن پرداخته شده و در نهایت به صورت یکپارچه در می‌آید. در اینجا معمار نرم‌افزار وارد شده و به این روابط، بیان ریاضی می‌دهد و

<sup>1</sup> Van Delden and A.J. Jakeman, 2011

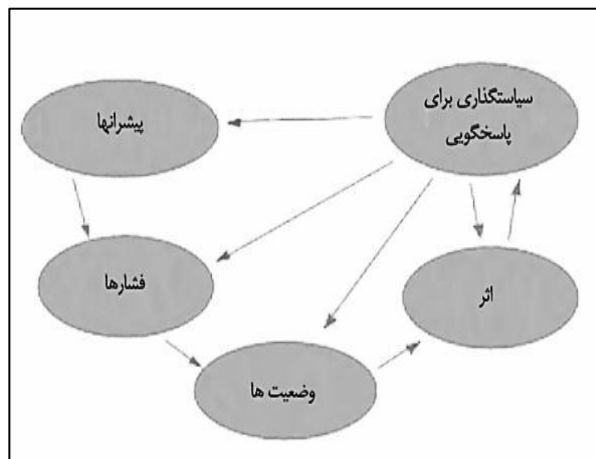
آن را برای اجرا و کمک به تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران در اختیار کاربر نهایی قرار می‌دهد (ون دلدن و همکاران، ۲۰۱۱).

## ۲.۱.۲ ارزیابی وضعیت و یا ارزیابی همزمان سیاست با ملاحظه‌های محیط

### زیستی

- چارچوب «پیشران، فشار، وضعیت، تبعات، پاسخ»<sup>۱</sup>

این مدل یکی دیگر از مدل‌های متداول بررسی تعاملی تأثیر تغییرات اقلیمی و مسائل اقتصادی-اجتماعی جوامع به شمار می‌رود و برعکس چارچوب قبلی که به تصمیم‌گیری‌های آتی کمک می‌کند، شامل ارزیابی وضعیت و موقعیت کنونی می‌شود. در واقع این مدل کمکی برای چارچوب‌بندی و لایه‌بندی مشکل جاری است. در این مدل، فرض می‌شود که یک سلسله زنجیره‌های علی بین پیشران‌های انسانی-اجتماعی نظیر افزایش جمعیت بر ایجاد فشار به منابع طبیعی وجود دارد که موجب وضعیت‌های وخیم همچون تنش‌های آبی می‌گردد و آن هم تبعات کوتاه‌مدت و درازمدتی را مانند ایجاد ریزگردها و در نتیجه مهاجرت جمعیت از مناطق مرزی به دنبال دارد؛ در نتیجه امنیت مرزها به خطر افتاده و نیازمند یک نوع سیاست‌گذاری در پاسخ به چنین مشکلی می‌شود.



شکل ۲-۲: فرآیند دوری چارچوب پیشران، فشار، وضعیت، تبعات، پاسخ

منبع: کریستنسن، ۲۰۰۴<sup>۱</sup>

1 The model of "Driving forces, Pressure, State, Impact, Respons": The DPSIR Framework

### ۳.۱.۲ ارزیابی پسینی سیاست‌های نوآوری با ملاحظه‌های محیط زیستی

ارزیابی سیاست‌ها، به طور ذاتی مبنایی برای قضاوت و تجویز است و چون چندین معیار برای تجویز وجود دارد، می‌توان از چندین مبنای، از ارزیابی برای استخراج تجویزها استفاده و توجیه‌های اصولی را بر اساس آن معیارها استوار کرد. سه دسته معیار یا محک معمولاً مبنای توجیه‌های ما قرار می‌گیرند: معیارهای عمومی، معیارهای اقتصادی و معیارهای فرآیندی (میکویتز، ۲۰۰۳).

برخی از معیارها یا محک‌ها در بعضی از ارزیابی‌ها مفیدتر از معیارهای دیگر واقع می‌شوند؛ مانند «معیار ارتباط موضوعی»<sup>۲</sup> که برای ارزیابی اثرهای کوتاه مدت و اهداف پیش‌بینی شده و ارزیابی پیشینی در محدوده هدف سیاستی کاملاً مرتبط و مناسب است. اثربخشی<sup>۳</sup> نیز معیاری است که می‌توان با آن به آثار پیش‌بینی شده با توجه به اهداف پرداخت. انعطاف‌پذیری ابزار سیاستی زیست‌محیطی ویژگی مهمی قلمداد می‌شود. انعطاف‌پذیری گاهی با معیار مهم دیگر سیاست عمومی یعنی قابلیت پیش‌بینی، در مغایرت است.

جدول ۲-۱: معیارهای عمومی برای ارزیابی محیط زیستی

ردیف	معیارهای عمومی	شرح
۱	ارتباط	آیا ابزار سیاسی مزبور با هدف سیاستی مرتبط است؟
۲	تبعات	آیا آثار و تبعات قابل اندازه‌گیری است؟
۳	مداومت آثار در درازمدت	آیا آثار پیش‌بینی شده با گذشت زمان غیرقابل مشاهده هستند؟
۴	تأثیرگذاری	آیا تأثیرگذاری ابزارهای سیاستی مناسب است؟
۵	انعطاف	آیا ابزارهای سیاستی مذکور در شرایط متفاوت، انعطاف دارند؟
۶	قابلیت پیش‌بینی	آیا بازیگران می‌توانند با توجه به ابزار سیاستی، اوضاع را پیش‌بینی و در نتیجه رفتار خود را تنظیم کنند؟

1 Kristensen, 2004

2 relevance

3 Effectiveness

## ۲.۲ بخش دوم: ارزیابی آثار سیاست

تعامل بین سیاست‌های نوآوری و سیاست‌های محیط زیستی و تلفیق ملاحظه‌های میان این دو، از چالش‌های اصلی سیاست‌گذاران در سطح ملی است. سیاست‌گذاران کلان با این پرسش روبه‌رو هستند که آثار فناورانه سیاست‌های محیط زیستی و آثار محیط زیستی سیاست‌های علم و فناوری کدام است و چگونه می‌توان با هماهنگی بین این دو سیاست، تبعات هر دو را تقویت کرد و هم‌افزایی به وجود آورد. در همین راستا، سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (اوا‌سی‌دی، ۲۰۰۰: ۱۴)<sup>۱</sup> پیشنهاد می‌کند که:

الف: در طراحی سیاست‌های محیط زیستی، طوری عمل شود که راه‌های محیط زیستی به نوآوری‌های فناورانه و اجتماعی منتهی شود.

ب: در طراحی سیاست‌های نوآوری، ملاحظه‌های محیط زیستی رعایت شود؛ به طوری که افزایش نرخ نوآوری منجر به افزایش آسیب‌های محیط زیستی نگردد.

بنابراین بحث در مورد تلفیق سیاست‌های نوآوری و مسائل محیط زیست از چند نظر مطرح می‌شود. نخست، از دیدگاه سیاست‌های محیط زیستی و ارتباط آن با نوآوری. جوهره این بحث آن است که اگر مدیریت مقررات محدود کننده محیط زیستی هوشمندانه باشد، زمینه‌ساز تحریک تقاضا برای یک سری از نوآوری‌ها در صنایع مختلف می‌شود. چنان‌که پژوهش‌های بسیاری در حوزه‌های مختلف صنعتی در زمینه افزایش نوآوری به دلیل سیاست‌های درست مالی و مالیاتی انجام شده است. از سوی دیگر، سیاست‌های نوآوری را می‌توان در دورنمای توسعه پایدار مطالعه کرد (هیز، ۲۰۰۸)<sup>۲</sup>. هیز می‌گوید «سیاست‌های نوآوری و سیاست‌های محیط زیستی، اگرچه نه انحصاراً، اما اصلی‌ترین سیاست‌های مرتبط به نوآوری پایدار هستند» (هیز، ۲۰۰۸: ۲۴).

سیاست‌های محیط زیستی، مجموعه سیاست‌ها، مقررات، سازوکارها و تمهیدات قانونی هستند که دولت در اختیار می‌گیرد تا با مسائل محیط زیستی مواجه شود. هدف سیاست‌های محیط زیستی، استفاده از ابزارهای سیاستی برای تصحیح شکست بازار و کاهش عوامل بیرونی منفی<sup>۳</sup> است که به تخریب محیط زیست می‌انجامد. در تعریف عوامل بیرونی باید گفت که در فرآیند تعامل نوآورانه ممکن است یک فناوری ایجاد شود و یا انتشار

1 OECD, 2000

2 Morigan Hayes, 2008

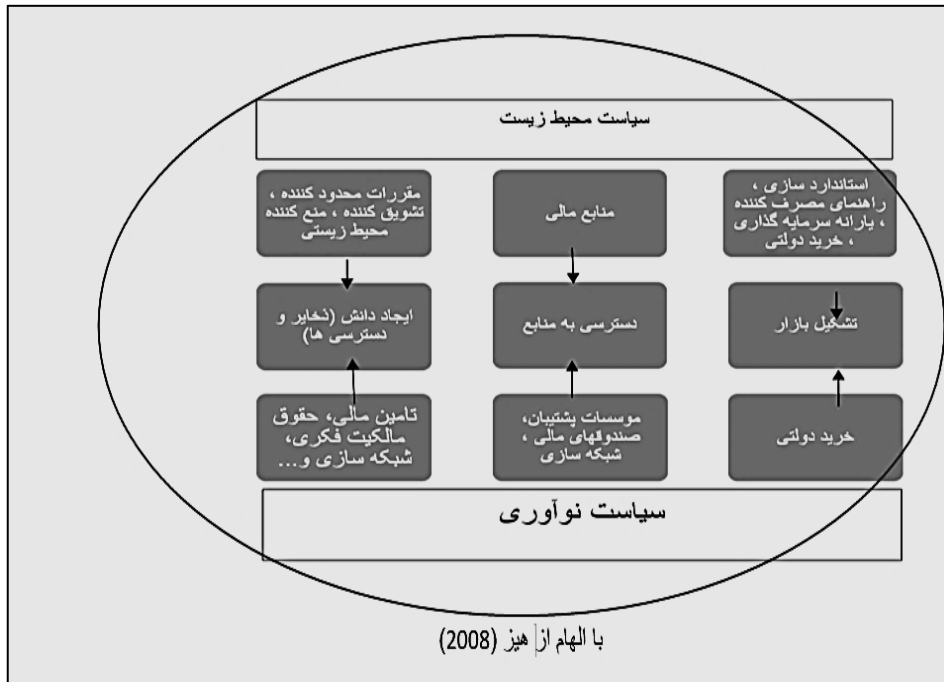
3 Negative Externalities

یابد که با آثار منفی در محیط زیست نه تنها برای ذینفعان فناوری بلکه برای کل جامعه هزینه داشته باشد. آلودگی هوا ناشی از تولیدات صنعتی یک نمونه از عوامل بیرونی منفی است و هزینه بسیار برای کل جامعه داشته است (هیز، ۲۰۰۸).

از سوی دیگر، سیاست‌های نوآوری مجموعه‌ای از سیاست‌هاست که مانند چتری فعالیت‌های حوزه‌های علم، پژوهش و فناوری و تجاری‌سازی را در برمی‌گیرد. هدف سیاست‌های نوآوری نیز تصحیح شکست بازار و شکست سیستم و کاهش عوامل بیرونی منفی مانند سرریز دانش از دیدگاه صاحب فناوری و افزایش عوامل بیرونی مثبت مانند افزایش زیرساخت‌های دانشی است. برای طراحی هوشمندانه آمیخته سیاستی که ترکیبی از هر دو خرد مایه را دربر داشته باشند، ما به یک نگاه سیستمی از نوآوری نیازمندیم که توسعه نوآوری فناورانه را با هدف توسعه پایدار در نظر داشته باشد.

در این سیستم، سیاست‌های محیط زیستی غالباً وظیفه ایجاد سیستم‌های انگیزشی و تحریک تقاضای نوآوری‌های محیط زیستی را بر عهده دارند؛ بنابراین قوانین محیط زیستی، قوانین بازارساز از راه سازوکارهای انگیزشی مانند خریدهای دولتی و یا از راه تدوین الزامات قانونی مانند محدودیت انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد که حاصل آن‌ها بازارسازی برای محصولات نوآورانه پایدار است. با ابزارهای سیاستی محیط زیستی، تقاضا برای نوآوری‌های سبز و فناوری‌های موافق محیط زیست ایجاد می‌شود. برعکس، سیاست‌های علم و فناوری بیش‌تر بر طرف عرضه متمرکز است. این سیاست‌ها به تحقیق و توسعه و مرحله اولیه و ابتدایی توسعه فناوری توجه دارند و می‌خواهند با اولویت‌گذاری، منابع مالی محدود سازمان‌های پژوهشی دولتی صرف ایجاد فناوری‌های نوظهور گردد. مجموعه این اهداف روی هم یک سیستم نوآوری با ملاحظه‌های محیط زیستی را در دو بخش عرضه و تقاضا شکل می‌دهد:

درجه موفقیت این سیاست‌ها در ایجاد تقاضا به زمینه‌های اجتماعی، سیاستی و سیاسی هر کشور بستگی دارد. موفقیت سیاست‌های نوآوری در آن است که به تولید نوآوری‌های محیط زیستی برسد و موفقیت سیاست‌های محیط زیستی در آن است که به ایجاد مؤثر تقاضا برای نوآوری بیانجامد. هماهنگی و یکدستی در پرتفلیوی سیاست‌های نوآوری پایدار زمانی حاصل می‌شود که نوآوری‌های پایدار ایجاد شده، منتشر شوند و گسترش یابند.



شکل ۲-۳: فضای سیاستی آمیخته سیاست‌های نوآوری‌های محیط زیستی

بنابراین سیاست‌های محیط زیستی و سیاست‌های نوآوری، دو سوی یک آمیخته سیاستی است که با هدف توسعه فناوری پایدار طراحی می‌شود. بدین ترتیب:

الف: زمانی که ما در مورد سیاست‌های ایجاد و گسترش نوآوری‌های فناورانه با ملاحظه‌های محیط زیستی صحبت می‌کنیم، منظور یک مجموعه یا آمیخته‌ای از سیاست‌های طرف عرضه و تقاضا در توسعه فناوری است که هدف آن علاوه بر رشد اقتصادی جامعه و منافع شرکتی، توسعه پایدار جوامع نیز باشد. در سطح میکرو این سیاست‌ها، سیاست‌های توسعه فناوری و مصرف انرژی تجدید پذیر، تولید و توزیع آب است. به این نوع نگاه سیستمی نوآوری، نوآوری محیط زیستی و نوآوری سبز<sup>۱</sup> گفته می‌شود.

ب: ارزیابی آمیخته سیاستی، با ارزیابی سیاست به صورت انفرادی متفاوت است. این ارزیابی در آن واحد هم به ارزیابی سیاست‌های طرف عرضه و هم ارزیابی سیاست‌های طرف تقاضا می‌پردازد. به علاوه، حکمرانی این نظام که کار هماهنگی بین این دوگونه سیاست

1 Eco-innovation or green Innovation

را در ایجاد نوآوری بر عهده دارد، خود یکی از موضوع‌های ارزیابی خواهد بود. برای حل همه این پیچیدگی‌ها، ارزیابی ناگزیر به تکیه بر نظریات نوآوری است.

## ۲.۲.۱ نظریات نوآوری به عنوان ابزار ارزیابی و تحلیل سیاست‌ها

ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری در شرایط کنونی به شدت پیچیده و تخصصی شده است. مولاس گالارت و همکاران (۲۰۱۵؛ ۲۰۱۶)<sup>۱</sup> در مقاله‌های اخیر خود، بر جنبه‌های تخصصی ارزیابی در رشته‌های مختلف علمی و فناوری مانند تحقیقات پزشکی و یا تفاوت شاخص‌ها در کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه تأکید می‌کنند؛ اما به هر حال بسیاری از روش‌ها و ابزارها، در تمامی ارزیابی‌ها یکسان هستند؛ مولاس گالارت می‌گوید که ارزیابی، تابع مستقیم از انگاره ما از فرآیندی است که تحقیقات تا نوآوری در آن انجام می‌گیرد. اگر ما این فرآیند را خطی ببینیم، ارزیابی نیز شامل بررسی زمانی است که تحقیقات بنیادی به محصول نوآوری منجر می‌شود. یک نکته مهم دیگر در تک خطی دیدن فرآیند تحقیقات آن است که در نگرش تک خطی هدف پژوهشگران کشف خلاءهای موجود در فرآیند است؛ اما اگر ما فرآیند تحقیقات را سیستمی و چندجانبه ببینیم، فرآیند ارزیابی متفاوت می‌شود. در اینجا میزان تعامل بین اجزای سیستم و میزان یادگیری، موضوع ارزیابی خواهد بود (مولاس گالارت، ۲۰۱۵)؛ بنابراین با الهام از اندیشه‌های مولاس گالارت، می‌توان ارزیابی را بخشی هم‌مرز با تحلیل سیاستی سیاست نوآوری دانست و از ابزار آن از جمله نظریات نوآوری استفاده کرد و ارزیابی آمیخته سیاستی نوآوری محیط زیستی را نیز تابعی از نظریاتی تلقی کرد که در این حوزه تبیین شده است. از همین جا است که اهمیت نظریه‌های تبیین‌گر ایجاد نوآوری‌های محیط زیستی همچون نظریات نظام‌های نوآوری و نگرش چند سطحی اهمیت پیدا می‌کند.

ارزیابی در این نگرش، یک کوشش پژوهشی است که با اهرم نظریه‌های علمی مانند نگرش نظام نوآوری و یا نوآوری در نظام که تفصیل آن در ادامه خواهد آمد، همه معیارهای پژوهش را دارا می‌شود. گفتیم که این نوع ارزیابی نقاط مشترک زیادی با تحلیل سیاست دارد و ارزیابی را تنها یک مجموعه از ابزار نمی‌بیند، بلکه نوعی نگرش مبتنی بر نظریه است.

نقاط ممتاز ارزیابی مبتنی بر نظریه آن است که به قول کرونباخ دارای یک دستمایه<sup>۲</sup>

1 Molas-Gallart, 2015:2016

2 Texture



نظری است که در قالب یک نوع استدلال منطقی (نظریه نوآوری) باز سازمان‌دهی می‌شود تا به نتایج مربوط برسد. از سوی دیگر فرآیند پردازش اطلاعات از داده به نتایج مشخص باید بر خواننده (به علت داشتن نظریه) نیز آشکار بوده و از نظر منطقی و انسجام قابل تأیید باشد. به علاوه نکته‌های زیر به نقل از کروناخ و گوبا و لینکن (۱۹۸۳) قابل ملاحظه است:

۱. مسئله محور و مبتنی بر حل یک مشکل است (مداخله سیاستی).
۲. جستجویی هدفمند است.
۳. هدف از پژوهش می‌تواند هم تسهیل اقدام (سیاست‌گذاری) و هم فهم عمیق‌تر (سیاست پژوهی) را شامل شود. بر اساس تقسیم‌بندی‌هایی که در فصل قبل انجام شد، ارزیابی مبتنی بر نظریه‌های نوآوری در قالب ارزیابی‌های تخلیصی به قصد ارزیابی پسینی سیاست‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما ارزش بیش‌تر آن در چارچوب ارزیابی‌های توسعه‌ای و به قصد یادگیری است. یک نظام نوآوری شامل اجزاء (اجزای عمل‌کننده)، روابط (ارتباط بین اجزاء) و ویژگی‌ها (مشخصات اجزاء) است. در مورد یک سیستم نوآوری چهار بعد ساختاری، بازیگران، نهادها، زیرساخت و تعامل توسعه داده شده است. با توجه به این شکل‌بندی، ارزیابی میان‌مدت و درازمدت دارای یک شاکله سیستمی می‌شود. اگر ارزیابی سیاست‌ها در کوتاه‌مدت از راه بررسی خروجی‌های سیاست نوآوری انجام بگیرد، ارزیابی عملکرد سیاست‌ها در میان‌مدت بدون در نظر داشتن سیاست‌های دخیل در توسعه فناوری و آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت آنان در فرآیند توسعه فناوری امکان‌پذیر نیست. ورود نگرش نظام‌های نوآوری فناورانه به حوزه ارزیابی دو فایده مهم دارد:

۱. با شناخت کارکردها و ارتباط آن با سیاست‌های دخیل، ترکیب آمیخته سیاستی برای ما مشخص می‌شود.
۲. با شناخت نحوه تعامل کارکردها در مسیر تکامل فناوری ترکیب اجزای آمیخته سیاستی زمانمند می‌شود (میرعمادی و بهارلو، ۱۳۹۶).

در همین رابطه سورس، طراح اصلی نگرش موتورهای نوآوری می‌گوید: «در نظر داشته باشید که چارچوب تعیین موتورهای نوآوری اگر انتخاب شود، رابطه سهم فناوری با نیل به پایداری یا مطلوبیت آن در رسیدن به هر هدف دیگر اجتماعی یک رابطه مستقیم و علت و معلولی نیست، بلکه یک تأثیر در میان‌مدت است»؛ به عبارت دیگر،

آثار میان مدت سیاست ایجاد فناوری‌های محیط زیستی، به راه افتادن عملکرد انباشتی کارکردهای نوآوری است و عملکرد در اینجا با مفهوم موتورهای نوآوری رابطه مستقیم دارد. سورس می‌گوید: «ارزیابی عملکرد مبتنی بر موتورها، ناشی از ارزیابی دور باطل (منفی) یا دور فضیلت<sup>۱</sup> یا مثبت در کارکردها است». او همچنین می‌گوید: که سهم وی در ادبیات سیستم‌های نوآوری فناورانه آن است که به این چارچوب یک بینش ارزیابی داده است تا بدین وسیله موانع و پیشران‌های سیستم که زیرمجموعه دوره‌های باطل و فضیلت سیستم هستند، شناسایی شوند (سورس، ۲۰۰۹: ۲۶). از این جهت، در ارزیابی سیاست‌های آمیخته، بعد ارزیابی هماهنگی و یکدستی به شکل زمانمند و بر اساس چهار موتور تکامل سیستم و یا چهار مرحله تکامل فناوری قابل بررسی است.

قبل از ورود به بحث اصلی، باید خاطر نشان کنیم که در نظریه‌های نوآوری کمتر به مسئله هماهنگی سیاست‌ها پرداخته شده است. در واقع، رواج اصطلاح هماهنگی و یکدستی سیاست‌ها در مبحث «طراحی سیاست»<sup>۲</sup> مدیون معرفی آن از سوی هاوالت است (هاوالت و موخرجی، ۲۰۱۷)<sup>۳</sup> و منظور از آن تلفیق و جمع کردن آن تعداد از ابزارهای سیاستی است که به قصد رسیدن به یک هدف سیاستی واحد در کنار هم قرار می‌گیرد. آمیخته سیاستی مناسب آن است که این ابزارها دارای یکدستی<sup>۴</sup> و هماهنگی<sup>۵</sup> باشند. از نظر هاوالت و رینر، یکدستی ابزارهای سیاستی عبارت است از توانایی ابزارهای سیاستی متعدد که در نیل به یک هدف مشترک به جای خنثی کردن یکدیگر، همدیگر را تقویت کنند. هماهنگی ابزارهای سیاستی عبارت‌اند از توانایی ابزارهای سیاستی مختلف که در یک چارچوب سیاستی به‌طور منطقی در کنار یکدیگر قرار بگیرند (هاوالت و راینر، ۲۰۱۳).<sup>۶</sup> البته باید در نظر داشت که به مرور ایام، ممکن است اهداف و ابزار از یکدیگر جدا شوند؛ اما پرسش اصلی آن است که یکدستی و هماهنگی بین ابزارهای سیاستی چگونه تأمین می‌شود؟ به این پرسش در فصل بعدی پاسخ داده می‌شود.

اگر دوباره به نظریات نوآوری بازگردیم، مشاهده می‌کنیم که با استفاده از رویکرد پویایی نظام نوآوری، ارزیابی آثار میان مدت سیاست‌ها از راه شناخت فرآیند توسعه و انتشار فناوری

1 Virtue Cycle

2 Policy Design

3 Mukherjee, 2017

4 Consistency

5 Coordination

6 Hawlt &amp; Rainer, 2013

عملی و ممکن می‌شود.

## ۱.۱.۲.۲ تعریف نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری که محور تحلیل آن‌ها فناوری خاصی باشد، نظام نوآوری فناورانه خوانده می‌شود (برگگ و همکاران، ۲۰۰۸)<sup>۱</sup>. کارلسون و استانکیویکس نظام نوآوری فناورانه را شبکه‌ای از کنش‌گران می‌داند که در یک حوزه اقتصادی و فنی متکی بر یک زیرساخت نهادی برای ایجاد، گسترش و کاربرد فناوری با یکدیگر در تعامل‌اند. نظام‌های فناوری در رابطه با جریان‌های دانش و مهارت و نه جریان‌های کالا و خدمات تعریف می‌شوند و ممکن است در مراحل تکامل فناوری شامل شبکه یا شبکه‌های از کالا و خدمات هم بشوند<sup>۲</sup>. سطح تحلیل در این رویکرد، ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی است. نظام نوآوری می‌تواند مقطعی از بخش‌های مختلف صنعتی را بپوشاند؛ مانند فناوری زیست که در بخش‌های کشاورزی، پارچه‌بافی و غیره و حتی معدن حضور دارد<sup>۳</sup>. مارکارد در نقد این تعریف می‌گوید که این تعریف تفاوت خاصی بین فناوری‌های نوظهور و بلوغ یافته نمی‌گذارد. این امر زمانی مهم است که ما از یک تغییر رادیکال و ناگهانی در عرصه فناوری صحبت کنیم. البته منظور از «ایجاد» می‌تواند فناوری‌های نوین باشد؛ اما گسترش و کاربرد مطمئناً درباره فناوری‌های رشد یافته است؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم که منظور کارلسون و استانکیویکس، نظامی است که در زمان واحد هم فناوری را خلق می‌کند و هم آن را گسترش می‌دهد و به کار می‌برد. این تفاوت در مورد فرآیند تدریجی نوآوری‌های فناورانه صادق است، اما اگر موضوع تحقیق ما نوآوری‌های رادیکال باشد، این تعریف با مشکل مواجه می‌شود.

برای حل این موضوع، در تعریفی که در مورد نظام نوآوری بخشی وجود دارد، بین فناوری‌های قدیم و جدید تفاوت گذاشته است. در این تعریف آمده که چون مفهوم نظام‌های بخشی شامل نوآوری و تولید در فرآیندهای بازار و تقاضا می‌شود، یک محقق می‌تواند به منظور نیل به اهداف تحلیلی خود نظام تولید، نوآوری و توزیع در بازار را از هم جدا سازد (مالربا، ۲۰۰۲ : ۲۵۱). ماکارد معتقد است که می‌توان تفکیک نظام فناورانه را دارای دو حوزه جدای تولید و نوآوری انجام داد. البته در حوزه تولید به نوآوری در حد نوآوری تدریجی پرداخته می‌شود و کوچک‌ترین چالشی را بر نمی‌انگیزد. برعکس تحلیل نظام

1 Bergek Ann, S Jacobsson, B Carlsson, et al. 2008

2 Carlsson Bo and Rikard Stankiewicz, 1991

3 Carlsson Bo, 2002

نوآوری مربوط به نوآوری‌هایی می‌شود که تحول اساسی در بخش تولید ایجاد کرده و چالش مهمی را برای نظام به وجود می‌آورد. به نظر می‌رسد که بازیگران، نهادها و شبکه‌هایی که خود در امر هدایت نوآوری‌های رادیکال شرکت دارند، به کلی با بازیگران، نهاد و شبکه‌های نوآوری تدریجی متفاوت هستند؛ هرچند که ممکن است، هم‌پوشانی‌هایی هم داشته باشند؛ بنابراین تعریف ادکوئیست به جا و مناسب‌تر است که می‌گوید: «یک نظام نوآوری، نظامی است که مهم‌ترین کارکرد آن پیگیری فرآیندهای نوآوری باشد؛ یعنی ایجاد، گسترش و کاربرد نوآوری» (ادکوئیست، ۲۰۰۵: ۱۸۲). همچنین، ادکوئیست بسیار بین فرآیندها و محصولات جدید که نتیجه و برون‌داد نظام نوآوری هستند و اجزای درونی نظام نوآوری تفاوت می‌گذارد. وی می‌گوید که باید بین متغیرهای وابسته و غیر وابسته تفاوت قائل شد تا بتوان بین گرایش به نوآوری و نتایج نوآوری فرق گذاشت (ادکوئیست، ۲۰۰۴: ۴۸۷).<sup>۱</sup> این تفاوت‌گذاری را در نوشته‌های مالربا نمی‌توان دید؛ یعنی وی محصولات و فرآیندها را بخشی از نظام نوآوری می‌شمارد. به نظر مارکارد اهمیت این تفاوت‌گذاری در هدفی است که هر تحقیق دنبال می‌کند. به علاوه باید به خاطر داشت که چون خود نوآوری چه در شکل محصول و یا فرآیند، به شکل بازخورد دوباره وارد نظام می‌شود، تفاوت این دو نگرش بسیار کم خواهد بود (ماکارد و ترافر ۲۰۰۸).<sup>۲</sup>

## ۲.۱.۲. کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و سیاست‌های مرتبط با آن

در سال‌های اخیر، ارزیابی و تحلیل کارکردهای نظام نوآوری فناورانه توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. نظام نوآوری فناورانه بر اهمیت آنچه در نظام انجام می‌شود و به آن «کارکرد» می‌گوید، تأکید دارد و برعکس نگرش‌های قبلی نظام است که بر اجزای ساختاری آن تأکید می‌کرد (برگک و همکاران، ۲۰۰۸).

کارکرد، مفهومی است که نحوه تعامل بازیگران، نهادها و شبکه‌ها را برای بقا و توسعه نظام می‌رساند. کل کارکردها به کارکردهای تولید، گسترش و کاربرد نوآوری قابل تقسیم است (ادکوئیست ۲۰۰۵)؛ اما آن‌ها کم‌کم به چند کارکرد مشخص تقسیم و به تدریج در ادبیات نظام نوآوری با هم تلفیق شدند. نمونه آن در جدول زیر مشاهده می‌شود.

1 Edquist Charles, 2004

2 Markard and Bernhard Truffer (2008).

جدول ۲-۲: بررسی تطبیقی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه

ردیف	تعریف اول	تعریف دوم	تعریف سوم
۱	هکرت و همکاران (۲۰۰۷)	برگک و هکرت و یاکوبسون (۲۰۰۵)	شامیناد و ادکوئیست (۲۰۰۵)
۲	فعالیت‌های کارآفرینی	تجربه‌های کارآفرینی	ایجاد و تغییر سازمان‌ها
۳	خلق و توزیع دانش	توسعه گسترش دانش	عرضه آموزش و تحقیق و توسعه عرضه آموزش و کارآموزی
۴	هدایت تحقیق	تأثیر بر جهت تحقیق	مشخص کردن الزام‌های کیفی کالا برای تحریک تقاضا
۵	شکل‌دهی بازار	بازارسازی	فعالیت‌های حمایتی مراکز رشد
۶	بسیج منابع	بسیج منابع	فعالیت‌های حمایت از نشو و نمای فناوری-تأمین مالی نوآوری -فراهم کردن مشاوره
۷	خلق مشروعیت	مشروعیت بخشی و توسعه عوامل خارجی مثبت	خلق و تغییر نهادها- شبکه‌سازی و یادگیری جمعی

منبع ترافر و ماکارد (۲۰۰۸: ۶۰۲)

این تقسیم‌بندی هفت‌گانه مرتب در مقاله‌های نویسندگان مزبور و دیگر صاحب‌نظران تکرار شده است و به شکل استاندارد مورد قبول دانشمندان حوزه نظام‌های نوآوری قرار دارد. ساختار و کارکرد دو مفهوم جدا هستند که با هم ارتباط کامل دارند؛ اما نحوه تعامل آن‌ها با یکدیگر در نظام‌های مختلف ثابت نیست؛ به عبارت دیگر دو نظامی که از نظر ساختار با هم تفاوت دارند، ممکن است از نظر کارکرد با هم شباهت کامل داشته باشند. در نتیجه هیچ‌گونه ساختار بهینه‌ای وجود ندارد که کارکرد حداکثر نظام را تضمین کند. با این حال، به صورت نسبی و تقریبی می‌توان در هنگام ارزیابی گفت که یک نظام که دارای تعامل بیشتر در کارکردها و در رابطه بین کارکرد و ساختار باشد، دارای عملکرد بهتری است. توصیه‌های مدیریتی در این باره آن است که برای افزایش عملکرد نظام یا کاهش سازوکارهایی که بر سر آن مانع ایجاد می‌کنند، باید تعامل بین اجزای ساختاری و کارکردهای نظام را افزایش داد (میرعمادی، بهارلو، ۲۰۱۹).<sup>۲</sup>

ما با اصطلاح چرخه حیات تکامل فناوری آشنا هستیم؛ اما دیدگاه نظام نوآوری فناورانه متکی به نگرش تاریخی از تکوین چرخه حیات نظام نوآوری صحبت می‌کند و تقسیم آن را

1-Chaminde and Edquist, 2000  
2 Miremedi & Baharloo, 2019

به دو مرحله نظام در حال شکل‌گیری<sup>۱</sup> و نظام بلوغ یافته توضیح می‌دهد. تکیه به نگرش تاریخی، این دیدگاه را به دیدگاه‌های مرحله‌ای نزدیک و بخشی از مزایای این دسته از نظریات را به خود منتقل کرده است. از نظر این دیدگاه، کیفیت کارکردهای نظام به کیفیت تعامل بین اجزای کارکردی- ساختاری بستگی دارد. کارکردهای متفاوت نظام به هم وابسته است؛ اما درجه وابستگی هر یک به دیگری در یک چارچوب زمانمند و بر اساس مرحله و یا موتور نظام نوآوری روشن می‌گردد. همچنین، ارتباط مجموعه سیاست‌ها با هر یک کارکردها، از راه نگرش نظام نوآوری فناورانه مشخص می‌شود:

جدول ۲-۳: ارتباط سیاست‌های مرتبط با کارکردهای نظام نوآوری

سیاست‌های عمومی مرتبط	کارکردهای نظام نوآوری
سیاست‌های بنگاه‌داری- سیاست‌های مالکیت فکری، سیاست‌های تشویقی برای بنگاه‌های استارت‌آپ، حقوق قراردادها	ک (۱) تجربه کارآفرینی
سیاست‌های پژوهشی	(ک ۲) تولید دانش
سیاست‌های مرتبط با انتشار فناوری	(ک ۳) توزیع دانش
سیاست‌های کلی علم، پژوهش و نوآوری	(ک ۴) هدایت تحقیق
سیاست‌های مالیاتی و اعتباری و محیط زیستی	(ک ۵) بازاریابی
سیاست‌های آموزش نیروی انسانی، تشویق بازگشت نخبگان مهاجر به داخل کشور، سیاست‌های سرمایه مخاطره پذیر، بانکی و مالی	(ک ۶) بسیج منابع
سیاست‌های مربوط به (سازمان‌های مردم‌نهاد) سمندها	(ک ۷) مشروعیت‌سازی

## ۲.۲.۱.۳ مراحل روش شناختی ارزیابی کارکردی

ارزیابی کارکردی نظام فناوری هشت مرحله دارد. قبل از شروع، یا همان مرحله صفر، ارزیاب به تعیین سطح تحلیل نظام نوآوری می‌پردازد و پس از آن هشت مرحله را یک به یک به شرح زیر انجام می‌دهد:

مرحله اول: شناسایی حوزه فناوری مورد نظر؛

مرحله دوم: ترسیم نقشه ساختاری و شناخت اجزای آن (اعم از شبکه‌ها، بازیگران و نهادها)؛  
 مرحله سوم: بررسی کارکردهای نظام؛ قدم اول: ارائه مطالعه توصیفی از آنچه در حال حاضر در ساختار اجرا می‌شود. در واقع، اینجا یک بیلان از کارکردها به دست می‌دهد.

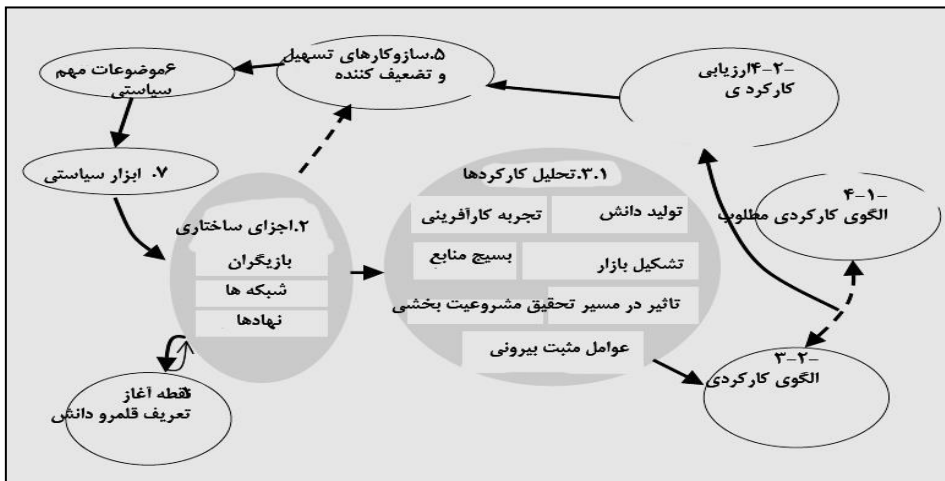
مرحله چهارم: پرداختن به وضعیت ایده‌آل هر یک از این کارکردها و ترسیم وضعیت مطلوب؛

مرحله پنجم: رسیدگی به سازوکارهایی که راه رسیدن از وضعیت موجود به مطلوب را سد و یا آن را تسهیل می‌کنند؛

مرحله ششم: شناسایی سازوکارهای خاص که به عنوان اجزای خاص ساختاری در کارکردها تأثیر تضعیف کننده و یا تسهیل کننده دارند؛

مرحله هفتم: پرداختن به ارزیابی کل سازوکارهای تضعیف کننده و تسهیل کننده و ارائه یک الگوی کارکردی کلان از نظام؛

مرحله هشتم: تأمل در روش و بازخوانی مراحل انجام شده تا دستگاه ارزیابی اصلاح شود و بهبود یابد.



شکل ۲-۴: مراحل انجام تحلیل کارکردی

منبع: برگک و دیگران (۲۰۰۸)

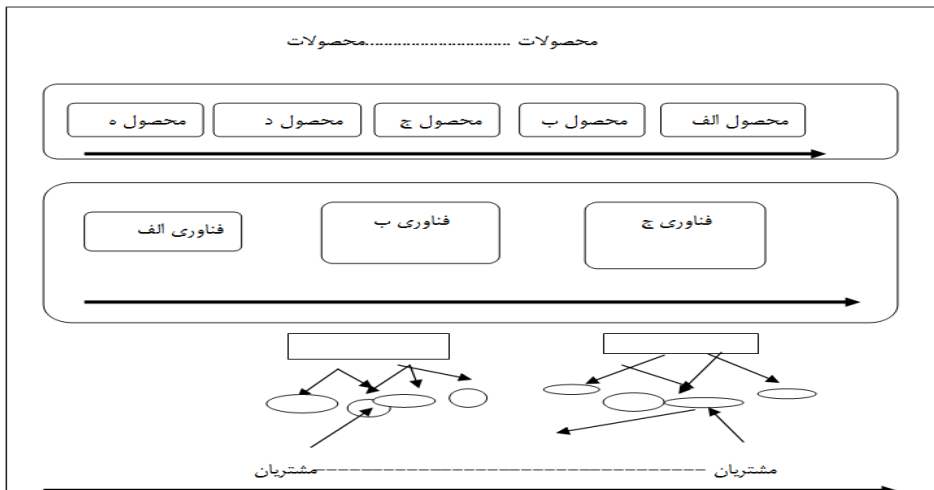
**مرحله صفر؛ مشخص کردن سطح تحلیل:** گفتیم که تعریف نظام نوآوری فناورانه عبارت است از شبکه‌ای از کارگزاران که روی یک فناوری مشخص در چارچوب یک زیربنای نهادی فعالیت می‌کنند و مشغول تولید، توزیع و کاربرد فناوری هستند. (کارلسون، ۱۹۹۱)<sup>۱</sup> این تعریف راه را برای تعیین مرزهای نظام نوآوری به عنوان یک حوزه دانشی مانند

1 Carlsson, B., Stankiewicz, R., (1991).

سلول‌های بنیادی، یک محصول مانند آب شیرین کن و یا یک کارکرد خاص مانند بهداشت، حمل و نقل باز می‌کند. پس نظام نوآوری فناورانه می‌تواند مربوط به:

۱. یک فناوری به معنای حوزه دانشی،
۲. فناوری به معنای یک محصول،
۳. فناوری به معنای ترکیبی از محصول و ماشین‌آلات برای ارضای یک کارکرد خاص مانند حمل و نقل و بهداشت باشد.

تفاوت نگرش‌ها در سه سطح تحلیل در تصویر بعدی قابل تشخیص است. در این تصویر، منظور از دایره‌ها، مشتریان است. ردیف بالا، محصولات و شکل‌های چارگوش، نمایانگر فناوری‌ها هستند. این شکل ساده در واقع نمایانگر بسیاری از عناصر محتوایی مسائل روش شناختی در روش کارکردی نظام نوآوری است. بدین‌صورت که مطالعه مورد نظر به یک فناوری خاص یا یک سری فناوری خاص و با هم ارتباط دارد. در اینجا موضوع باید نحوه گسترش فناوری در محصول معین باشد نه خود محصولات و یا بازار آن‌ها. البته در نوشته‌های متقدم‌تر، مفاهیم نظام نوآوری فناوری به شکل محصول و یا بازار محصول نیز مورد توجه بوده است که بعدها کاربرد آنان، با روشن‌تر شدن تعاریف نظام نوآوری بخشی و چشم‌انداز چند سطحی، در این ادبیات به کلی منسوخ شد.



شکل ۲-۵: سطح‌های مختلف تحلیل برای ارزیابی کارکردی نظام نوآوری فناوری

منبع: کارلسون و همکاران (۲۰۰۲)<sup>۱</sup>

1 Bo Carlsson, Staffan Jacobsson, Magnus Holmén, Annika Rickne, 2002



در سطح محصول، دیگر تولید دانش و گسترش آن (فناوری) نیست که محور مطالعه قرار می‌گیرد؛ بلکه محصول صنعتی<sup>۱</sup> است که موضوع طراحی مدل خواهد بود. پس از محصول، رابطه بین محصول صنعتی و بازار و مشتریان آن نیز موضوع مطالعه بوده است. این رویکرد بعداً به ادبیات نظام نوآوری بخشی پیوست.

مدل مبتنی بر سطح بازار، سطحی از تحلیل است که یک بازار معین را هدف مطالعه قرار داده و از یک نظام، یک مجموعه از بازیگران و نهادها که به این بازار خدمات و محصول می‌رسانند، مراد می‌شود. در این سطح تنها یک محصول موضوع مطالعه نبود، بلکه مجموعه‌ای از محصول و خدمات که جانشین و یا مکمل هم باشند، (بازار خدمات بهداشتی یا حمل و نقل که در آن خدمات و محصولات متفاوت بازیگران متفاوت و فناوری متفاوت ایفای نقش می‌کنند) مورد نظر بوده است. در این سطح تحلیل، رابطه بین مشتریان و محصولات و فناوری با هم سنجیده می‌شود و تعامل محصولات با هم و گروه‌های مشتری با یکدیگر مد نظر قرار می‌گیرند. طبیعی است که این نوع تحلیل، فناوری‌های متعددی را دربر می‌گیرد و بر فناوری خاصی متمرکز نمی‌شود. همان‌طور که گفتیم این رویکرد نیز بعداً تکامل یافت و تحت عنوان چشم‌انداز چند سطحی معروف شد.

بنابراین نظام نوآوری فناوری در سال‌های بعد و در ادبیات متأخر، تنها رویکردی است که به ایجاد و توسعه فناوری و گسترش آن توجه دارد. اگرچه این ادبیات در سال‌های اولیه به کلیه گونه‌های فناوری‌های نوین توجه داشته است (برگک و همکاران، ۲۰۰۸) اما بخش اعظم ادبیات نظام نوآوری فناورانه با رویکرد کارکردی به بررسی‌های مربوط به فناوری‌های پایدار بخصوص انرژی‌های تجدید پذیر متعلق است.

**مرحله اول، شناسایی فناوری مورد نظر:** هدف اصلی یک نظام نوآوری، توسعه، گسترش و کاربرد نوآوری است. دیدگاه سیستمی نظام نوآوری باعث می‌شود که اجزای نظام (بازیگران، شبکه‌ها و نهادها) در تعامل با یکدیگر تحلیل شود. با این حال، این بدان معنا نیست که چنین نظامی از نظر عینی به صورت کامل وجود داشته باشد. در بسیاری از موارد تنها بخش‌هایی از چنین نظامی وجود دارند و در بسیاری از موارد ارتباط عینی خاصی نیز بین آن‌ها نیست؛ بنابراین ممکن است که نظام مورد نظر در مرحله شکل‌گیری باشد، درحالی که در رابطه با نظام‌مند کردن تعامل آن‌ها در جریان یادگیری، توسعه دانش و نرخ توسعه

نظام به عنوان یک کل فرض شود.

تحلیل‌گر در این رابطه چندین انتخاب دارد تا محور مطالعه خود را بر اساس علاقه‌مندی علمی و یا نیاز سیاست‌گذار تعیین کند و شایسته است که در طول تحلیل، مرتب انتخاب حوزه مطالعه و اجزای دربرگیرنده آن مورد بازبینی قرار گیرد. چون انتخاب حوزه مطالعه تأثیر مستقیم بر نتیجه‌گیری‌هایی دارد که در پایان پژوهش انجام می‌شود. در مرحله اول، در واقع سه نوع تصمیم وجود دارد:

اول: انتخاب گستره و درجه عمق فناوری

دوم: انتخاب بین تمام کاربردها و یا بعضی از آنان

سوم: انتخاب بین فضای جغرافیایی مورد مطالعه.

پاسخ هیچ کدام از این پرسش‌ها را نباید به صورت کلیشه‌ای داد و هدف مطالعه در انتخاب پاسخ باید مورد نظر قرار بگیرد.

مقوله بعدی که پژوهش با آن روبه‌رو است، چگونگی روشن ساختن قلمرو آن است و باید تحلیل این مقوله نیز با تکیه بر سطح تحلیل سه‌گانه باشد. سطح تحلیل، گروه محصولات و روابط بین عناصر نظام، یک رابطه افقی است، همانند روش تحقیق در چارچوب نگرش پورتر که قلمرو مرزی نظام را شماره استاندارد<sup>۱</sup> تعیین می‌کند. مثلاً در مورد محصول کاغذ و صنایع جانبی آن (صنایع سلولزی و ماشین‌آلات و غیره). البته باید بگوییم که وقتی از خوشه‌های صنعتی صحبت می‌کنیم، مسئله تعیین خط مرز باز هم پیچیده‌تر است و در نهایت همان‌طور که از پورتر نقل می‌شود به تصمیم خود محقق بستگی دارد (برگک و همکاران، ۲۰۰۸).

اگر واحد تحلیل ما سطح فناوری باشد، تعیین مرزهای فناوری به مراتب سخت‌تر است. تعیین مرزهای قلمرو یک فناوری ژنریک باز هم کار را پیچیده‌تر می‌کند. در اینجا محقق نیاز به اطلاعات زیادی دارد تا بتواند رشته‌هایی را که داخل مرز نقشه علم و فناوری مورد نظر محسوب می‌شوند و رشته‌هایی که از آن بیرون می‌مانند، تشخیص دهد. به علاوه لازم است که فاصله هر زیر حوزه با مرکزیت آن اندازه‌گیری شود.

راهبردهای دستیابی به اطلاعات قلمرو و مرزهای دانش، به سه گروه تقسیم می‌شود:

ارتباط حضوری و ایجاد گفتگوهای آزاد، شرکت در کنفرانس‌های علمی و مجامع دیگری

که این گونه اطلاعات را در اختیار محقق بگذارد، یکی از این راهبردها است. راهبرد دیگر، نظرخواهی به وسیله پرسشنامه است تا مشخص شود از نظر کارشناسان این رشته چه فناوری‌هایی در داخل قلمرو فناوری مورد نظر قرار می‌گیرد. سوم، شناخت پیشینه تحصیلی محقق و یا نویسندگان مقاله‌های مشترک و پتنت‌های آن‌ها است که با روش‌های کتابشناختی و کتاب‌سنجی عملی می‌شود. بین فاز صفر پژوهش و فاز یک، ارتباطی تنگاتنگ وجود دارد. روشن است که اگر قلمرو دانشی یک فناوری در فاز صفر در نظر گرفته نشود، تمامی انتخاب‌های پژوهش در فاز اول مربوط به مرزهای دانش و حدود در بر گرفتن دانش‌های مجاور و مکمل و عمق مطالعه به مراتب از فازهای دیگر حساس‌تر خواهد بود و باید تصمیم گرفته شود که تا چه حد به صورت تخصصی و تا کجا به صورت گسترده تحلیل انجام گیرد. روشن است که تغییرات فناوری ترکیبی از حوزه‌های دانشی و محصولات و خدمات مکمل را در بر می‌گیرد. نوآوری می‌تواند در طول زنجیره تولید یا حوزه‌های مکمل انجام شود؛ مانند این که در حوزه کاربرد اینترنت موبایل باید به تمامی حوزه‌های تکمیلی مانند زیرساخت موبایل، ترمینال‌ها و تولید کنندگان محتوا پرداخت.

انتخاب دوم در مرحله اول، انتخاب طیف کاربردهای فناوری است که به عنوان حوزه مطالعه انجام می‌شود. تحلیل ممکن است که استفاده خاصی از فناوری مورد نظر را مورد توجه قرار بدهد. در تحلیل دیگر ممکن است، کاربردهای قابل تصور مورد توجه تحلیل‌گر قرار گیرد. به‌طور مثال در مقاله میرعمادی (۲۰۱۳)، حوزه فناوری زیستی برای مطالعه انتخاب شده اما تنها زیر حوزه سلول‌های بنیادی به عنوان محور اصلی تحلیل انتخاب شده است.

زمانی که ترسیم قلمرو دانشی مطرح می‌شود، این نکته را باید در نظر گرفت که شکل‌گیری یک قلمرو دانشی، امری پویا است و در طول زمان دچار تحول می‌شود؛ به طوری که ممکن است رشته‌های مختلف به یک فناوری بپیوندند و یا از آن جدا شوند؛ بنابراین با پیشرفت فناوری، حوزه‌های جدیدی به آن اضافه می‌شوند و تعریف از قلمرو حوزه، دائم تغییر می‌کند.

طبیعی است که بر اساس قلمرو دانشی تعریف شده، دسته مشخصی از بازیگران، شبکه‌ها و نهادهای مورد نظر خواهند بود و ما با نظام متفاوتی روبه‌رو هستیم و تصویر متفاوتی

خواهیم داشت. اگر محقق تازه کار باشد، بهتر است دامنه بسیار وسیعی را انتخاب کند و هر چه که تخصصی تر شود، گستره دامنه محدودتر و عمق آن بیش تر خواهد شد. مثال در این رابطه مقاله میرعمادی و رحیمی راد (۱۳۹۵) در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر است که بر روی حوزه تخصصی سوخت‌های زیستی به طور کلی متمرکز شده است. پس از آن این دو نویسنده حوزه انرژی تجدید پذیر و سوخت‌های زیستی را عمیق تر بررسی کرده و بر روی انرژی حاصله از جلبک‌های خلیج فارس به صورت تخصصی تحلیل خود را ارائه داده‌اند (میرعمادی و رحیمی راد، ۱۳۹۶)

دوم این که با توجه به عدم اطمینان از فرآیندهای نوآوری در فناوری‌های نوظهور، تصمیم اولیه در مورد محور تمرکز ممکن است اشتباه باشد؛ بنابراین باید در هر مرحله ارزیابی، درستی محور مطالعه مورد بازبینی قرار بگیرد؛ مانند مرحله اول توسعه فناوری بالگرد که انتظار می‌رفت کاربرد آن در صنایع نظامی لیزر باشد، اما بعدها مشخص شد که بیش ترین کاربرد در سی‌دی‌خوان است<sup>۱</sup>؛ بنابراین تمرکز اولیه باید به صورت «مقطعی»<sup>۲</sup> در نظر گرفته شود؛ زیرا تنها برای یک مقطع زمانی خاص اعتبار دارد.

سومین مرحله تصمیم‌گیری باید در حوزه فضای جغرافیایی باشد. توضیح آن که نظام نوآوری خصلت جهانی دارد؛ اما به دلایلی به صورت محدودتر هم بررسی می‌شود. رایج ترین حالت، زمانی است که یک گروه خاص از بازیگران در سطح ملی و یا ناحیه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. در سال‌های اخیر بحث بین‌المللی سازی نظام‌های نوآوری به سوژه‌ای پر طرفدار تبدیل شده است. دهقان، میرعمادی و قاضی نوری در مقاله گونه شناسی نظریه‌های بین‌المللی سازی نظام‌های نوآوری به دو جریان عمده در این رابطه اشاره کرده‌اند (دهقان و دیگران، ۱۳۹۶).

**تعیین اجزای ساختاری:**<sup>۳</sup> بعد از مشخص شدن محور توجه، باید تعریف و تحلیل اجزای ساختاری نظام یعنی بازیگران، شبکه‌ها و نهادها انجام گیرد. البته بازیگران (صنایع بالادستی، صنایع پایین دستی و دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های تحقیقاتی و نهادهای دولتی و سازمان‌های ذینفع، سرمایه مخاطره‌آمیز، مؤسسه‌های استاندارد و غیره) باید در طول زنجیره تولید در نظر گرفته شوند؛ به عنوان نمونه به مقاله میرعمادی (۲۰۱۸) نگاه کنید در این

1 Anna Bergek, Staffan Jacobsson, Bo Carlsson, Sven Lindmark, Annika Rickne, 2008

2 snapshot

3 System components

مقاله زنجیره ارزش رادیو دارو در جهان و اجزای ساختاری آن اعم از بازیگران آن و نهادها در سطح جهان بررسی شده است. پس از آن به بررسی ساختار این نظام در ایران با محوریت شرکت پارس ایزوتوپ به عنوان یکی از شرکت‌های زایشی سازمان انرژی اتمی پرداخته شده است.

شاید بتوان گفت یکی از اهداف اصلی در یک بررسی نظام نوآوری که به ارزیابی سیاست کمک می‌کند، پیدا کردن بازیگران نظام ساختاری آن و در واقع شناخت کلیه ذینفعان و ذی‌نفعان سیاست‌های نوآوری است. دو پرسش اصلی پژوهش در این مرحله عبارت است:

الف - چگونه می‌توان فهمید که یک بازیگر متعلق به نظام نوآوری مورد نظر است؟

ب- چگونه می‌توان فهمید که تمام بازیگران نظام شناسایی شده‌اند؟

روش‌هایی که برای شناسایی بازیگران از سوی صاحب‌نظرانی مانند هلمن و یاکوبسون، ۲۰۰۰ معرفی شده‌اند عبارت‌اند از:

ایجاد تماس با اتحادیه‌های صنعتی، نمایندگان، راهنمای شرکت‌ها و کاتالوگ‌ها.

تحلیل پتنت که بیان‌گر عمق تولید دانش و مسیر آن در سازمان‌های مختلف است، توضیح می‌دهد که واحدهای گوناگون در چه حوزه‌هایی از فناوری در حال ایجاد شدن است. البته استفاده از تحلیل پتنت خالی از اشکال نیست؛ زیرا رابطه بین طبقه‌بندی پتنت و طبقه‌بندی محصول به روشنی آشکار نیست. اگر یک حوزه علمی یا فناوری در نظر گرفته شود، نمی‌توان شرکت‌هایی را که پتنت‌هایی در طبقه‌بندی خاص دانشی دارند، الزاماً شرکت‌هایی دانست که در آن حوزه دانشی فعالیت می‌کنند.

تحلیل کتابشناختی (تعداد انتشارات، تحلیل استنادها و غیره): تحلیل کتابشناختی یک فهرست از سازمان‌های فعال در شکل مقاله منتشر شده ارائه می‌دهد و نه تنها شامل دانشگاه‌ها است، بلکه مؤسسه‌ها و شرکت‌ها را هم در بر می‌گیرد.

مصاحبه‌ها و مباحثه‌ها با متخصصان صنعتی شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیقاتی و مالی نیز برای شناسایی بازیگران بسیار اهمیت دارد. این روش به روش «بهمن برف یا گلوله برفی» معروف است که بر اساس آن بازیگران مشخص می‌شوند و هر بازیگر، بازیگر دیگری را معرفی می‌کند.

عنصر مهم دیگر، ساختار شبکه‌ها بوده که صورت رسمی و غیر رسمی وجود دارند و ارتباط

بین بازیگران و نهادها را ممکن می‌سازند. شبکه‌ها به چندین دسته تقسیم می‌شوند: برخی از آنان وظیفه خاصی دارند؛ بعضی به عنوان سکوی ارتباط بین بخش خصوصی و دولتی عمل می‌کنند؛ تعدادی از شبکه‌ها رابط بین صنعت و دانشگاه هستند و بعضی دیگر خریدار و فروشنده را به هم پیوند می‌دهند. شبکه‌های صنفی و اتحادیه‌ها و مشتریان برای تبیین نظام ملی نوآوری اهمیت دارند. نباید فراموش شود که شبکه‌ها می‌توانند به صورت رسمی و غیر رسمی فعالیت کنند. تشخیص شبکه‌های رسمی بسیار سهل‌تر از شبکه‌های غیررسمی است. شبکه‌های رسمی به وسیله کمیته‌های استاندارد و اتحادیه‌های صنعتی قابل ردیابی‌اند. در حوزه شبکه‌های غیررسمی، صحبت‌های کارشناسان و بازیگران و تحلیل همکاری مشترک در ثبت پتنت و انتشارات، شرکت با سرمایه‌گذاری مشترک و پروژه‌های صنعتی - دانشگاهی باید مورد توجه قرار بگیرد (نگاه کنید به میرعمادی، بهارلو و بهزادی فر (۱۳۹۷)).

عنصر سوم از نقشه ساختاری نظام نوآوری فناورانه را «نهادها» تشکیل می‌دهند. در مطالعه‌های اولیه نظام ملی نوآوری، نهادها و سازمان‌ها با یکدیگر ادغام می‌شد؛ اما تفاوت‌گذاری بین آن‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. نهادها همان قواعد بازی هستند که رفتار بازیگران را شکل می‌دهند. نهادها به دو گروه تقسیم می‌شوند: نخست، نهادهایی که بر رفتار بازیگران، تأثیر ضمنی می‌گذارند؛ مانند فرهنگ، آداب، سنن و روتین‌های سازمانی. دوم، نهادهایی که به صورت مدون از سوی مراجع مسئول تنظیم می‌شوند و در اختیار همگان قرار دارد.

در فرآیند توسعه و تحول فناوری، انطباق نهادها و شکل‌بندی نهادی با صورت تحول یافته فناوری از اهمیت بسیاری برخوردار است. در صورتی که این انطباق وجود نداشته باشد، یکی از مشکل‌ترین و زمان‌برترین امور، تغییر نهادها به خصوص نهادهای ضمنی مانند روتین‌های سازمانی است (فریمن و لوجا، ۲۰۰۲)<sup>۱</sup>. شرکت‌ها تنها در بازار رقابت نمی‌کنند، بلکه بر سر طبیعت و چینش نهادها نیز با هم رقابت می‌کنند که مهم‌ترین نماد آن تلاش و کوشش برای قانون‌گذاری در حمایت مالی حوزه فناوری مورد نظر آن‌ها است.

پژوهشگری نظام فناوری، مستلزم شناخت چارچوب‌های حقوقی و قانونی مورد نظر است؛ مثلاً ظهور نظام‌های فناوری که در فناوری‌های اروپایی تحت تأثیر قواعد و قوانین و دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا است و به همین خاطر تحلیل‌گران باید چشم‌انداز وسیعی از

1 Freeman and Louca, 2002

قوانین و مقررات مؤثر در فرآیند داشته باشند. البته گاهی فقدان نهاد است که باید مورد توجه قرار بگیرد در این مورد مقاله میرعمادی و رحیمی راد در مورد انرژی‌های تجدید پذیر در ایران، یکی از شکست‌های اصلی نظام را، نبود قوانین و مقررات کافی برای تشویق تولیدکنندگان فناوری به روی آوردن به این نوع فناوری دانسته است (میرعمادی و رحیمی راد، ۱۳۹۵).

در بین روش‌های شناسایی بازیگران، شبکه‌ها و نهادها با توجه به تفاوت‌هایی که در سطح تحلیل پژوهش وجود دارد، اندکی تفاوت مشاهده می‌شود. در اینجا هم با توجه به سطح تحلیل‌های متفاوت (در فاز صفر) می‌توان گفت که شناسایی این عوامل در سطح تحلیل محصول باز هم کاری آسان‌تر از دیگر سطح تحلیل‌ها است؛ چون در تمام مجموعه‌های اطلاعات آماری، این بازیگران صنعتی بر اساس تقسیم‌بندی‌های استاندارد آمده‌اند. جدول داده‌ها و ستانده‌ها و اطلاعات مربوط به تجارت نیز در این مورد راهگشا است. اتحادیه‌های صنعتی و تولیدی نیز تا حدود زیادی می‌توانند کمک کنند تا بازیگران اصلی شناخته شوند. تنها نکته مهمی که باید به آن توجه کرد، امکان متفاوت بودن استانداردهای تقسیم‌بندی محصولات بین دو کشور است که از این جهت کار تا حدودی مشکل می‌شود.

اگر نظام‌ها تنها در مرحله ظهور باشند، شناخت ساختار و عوامل آن بسیار مشکل خواهد بود. در این مرحله راهنمای صنایع در مورد شرکت‌های موجود، ناکافی است. بعضی از شرکت‌ها خود را متعلق به یک نظام نوآوری واحد نمی‌شناسند. به علاوه در مراحل اولیه، شبکه‌های رسمی هنوز وجود ندارند، قوانین و مقررات هنوز تدوین نشده و نهادهای تخصصی نظام نوآوری هنوز به وجود نیامده‌اند. به همین دلیل نگاشت ساختاری نظام هم باید تدریجی انجام گیرد.

### ۲.۲.۲. ترسیم الگوی کارکردی نظام نوآوری

یکی از مهم‌ترین گام‌ها در تحلیل نظام نوآوری، تشریح الگوی کارکردی نظام نوآوری است. الگوی کارکردی هر نظام با نظام دیگر متفاوت است. هیچ الگویی نه بهینه است و نه می‌تواند در زمان و مکان متفاوت تکرار شود.

مهم‌ترین مزیت این الگو آن است که ساختار از محتوا جدا می‌شود و آنچه در عمل اتفاق می‌افتد، مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ بنابراین هیچ یک از اجزای ساختار نظام، نمی‌تواند به خودی خود و بدون بررسی عملکرد مطالعه شود. مزیت بعدی آن است که در تحلیل

مشکلات نظام و توصیه‌های سیاستی برای رفع آن، این کارکردها هستند که مورد توجه قرار می‌گیرند. باید یادآوری کنیم که در این مرحله هدف ما قضاوت در مورد خوبی یا بدی کارکرد نیست. به خوبی یا بدی الگوی کارکردی نظام در مراحل بعد رسیدگی می‌شود. نخست باید روشن کرد که الگوی کارکردی نظام نوآوری چیست؟ پاسخ این است که همه نظام‌ها هدفمند و دارای اجزایی هستند که برای رسیدن به این هدف، به وجود آمده‌اند. «کارکرد» به نقشی گفته می‌شود که هر جزء یا مجموعه‌ای از اجزا برای رسیدن به هدف کلی نظام، بازی می‌کنند. از نظر صاحب‌نظران، نباید انتظار داشت که رابطه‌ای «یک به یک» بین کارکرد و اجزا وجود داشته باشد. هر نوعی از اجزا ممکن است بر چندین کارکرد تأثیر بگذارند. حتی ممکن است کارکرد به صورت دوره‌ای بازخورد مثبت یا منفی داشته باشند.

### - کارکرد اول: تجربیات کارآفرینی

یک نظام نوآوری هدایت شده از بالا، بدون آن‌که تجربه کارآفرینی متنوعی را در برداشته باشد، یک نظام پویا به حساب نمی‌آید. نظام نوآوری تحت شرایط نااطمینانی و ریسک در فناوری و بازار، تحول می‌یابد. ریسک و بی‌اعتمادی در تمامی مراحل رشد فناوری وجود دارد؛ اما به هر حال در فاز اولیه رشد فناوری این عدم اطمینان و ریسک زیادتر از دوره‌های دیگر است. بهترین روش برای مقابله با فاکتور ریسک و نااطمینانی، تنوع تجربه‌های کارآفرینی است که به صورت ایجاد شرکت‌ها و یا آغاز پروژه‌های جدید در یک شرکت انجام می‌شود. تجربه کارآفرینی یعنی بررسی فناوری و کاربردهای جدید آن به صورت تجربی که ممکن است شکست اکثریت را به همراه داشته باشد و تنها اندکی از آن قرین موفقیت گردد؛ اما این تلاش‌ها چه با موفقیت همراه باشد و چه به شکست بیانجامد، منجر به ایجاد یک فرآیند یادگیری اجتماعی خواهد شد که نظام نوآوری را به تحرک و مقابله با ریسک‌ها وامی‌دارد.

کارکرد تجارب کارآفرینی در حوزه‌های مختلف فناوری مسقماً به ایجاد تنوع فناورانه مرتبط است و از این نظر ویژگی‌های اساسی در ساختار نظام دارد که در پژوهش باید در نظر گرفته شود. به عنوان مثال کارآفرینی در حوزه فناوری ارتباطات، کمتر از بقیه رشته‌های مرسوم به سرمایه‌های کلان و بازیگران بزرگ متکی است و یا در حوزه سلول‌های بنیادی، کارآفرینی فناورانه و اجتماعی به هم می‌آمیزد. در مقاله‌های میرعمادی (۲۰۱۴) و میرعمادی و دیگران (۲۰۱۴)، نشان داده شده است که چگونه پژوهشگاه رویان در برطرف



کردن موانع نهادی رشد تحقیق و توسعه در این حوزه در ایران نقش محوری بازی کرده است. این نقش بسیار به نقشی که دانشگاه ویسکانسین در آمریکا برای پیشبرد و توسعه تحقیقات سلول‌های بنیادی آمریکا بر عهده داشته است، نزدیک است.

#### - کارکرد دوم: توسعه دانش

کارکرد توسعه و انتشار دانش، قلب نظام نوآوری خوانده می‌شود و به اصطلاح، مهم‌ترین کارکرد آن به شمار می‌رود؛ چرا که با پایه دانشی نظام نوآوری در سطح جهانی در ارتباط است. ارزیابی این کارکرد، مستلزم شناخت مرتبه و نسبت نظام محلی نوآوری در ارتباط با نظام جهانی آن است. ارزیابی کارکرد باید برآوردی از درجه عمق و گستره انتشار دانش و فناوری و ادغام آن در نظام ملی نوآوری ارائه کند. همچنین باید بین نوع و منبع توسعه دانش تفاوت قائل شود:

نوع دانش به معنای دانش علمی، فناورانه، تولید، بازار، تدارکات، پشتیبانی، کاربرد خاص، طراحی و غیره؛

منبع به معنای تحقیق و توسعه، یادگیری از راه کاربرد یا تقلید یا واردات.

#### - کارکرد سوم: انتشار دانش

فعالیت‌های نشر دانش، مستلزم مشارکت بین بازیگران مانند توسعه‌دهندگان فناوری و همچنین برگزاری کارگاه‌ها و کنفرانس‌ها است. مجموعه فعالیت‌های کارکرد سوم، همچون کارکردهای دیگر، با بلوغ نظام نوآوری در حال تغییر است و از کنفرانس‌ها و دوره‌ها آغاز و به تشکیل شبکه‌های دانشی و شرکت‌های مختلط ختم می‌شود.

در پژوهش‌هایی که سر ریز دانشی را در حوزه صنایع دفاعی به صنایع غیر دفاعی بررسی می‌کنند، مطالعه کارکرد سوم بیشترین اهمیت را دارند. بررسی‌های میرعمادی و بهارلو (۱۳۹۷ ب) در حوزه پهباد نشان داده شده که چگونه موانع تکاملی در کارکرد سوم به شکل شکست‌های نظام، مانع از سر ریز دانش از حوزه دفاع به غیر دفاع می‌شود.

#### - کارکرد چهارم: تأثیر هدایت تحقیق

کارکرد چهارم، دو بخش متفاوت دارد: اول هدایت تحقیق از بخش‌های بیرونی به داخل نظام. توضیح این‌که برای توسعه یک نظام نوآوری، لازم است تعداد زیادی سازمان و شرکت در ایجاد نوآوری در آن بخش خاص فعال گردند. تحقق چنین موجی نیازمند سازوکاری مثبت و منفی در جهت ایجاد فشار بر سازمان‌ها و تشویق آن‌ها برای ورود به نظام است. از

سوی دیگر، این کارکرد در داخل نظام هم باعث اثرگذاری بر جریان تولید و توزیع سازمان‌ها و شرکت‌ها شده و آن‌ها را به سمت یک فناوری خاص، کاربرد خاص، بازار خاص و مدل تجاری خاص در مقابل بقیه الگوهای رقیب هدایت می‌کند. توجه کنید که منظور، ارائه این کارکرد از سوی تنها یک بازیگر خاص مثل دولت نیست. نقش دولت، فراهم آوردن قوانین و مقررات است که تنها بخشی از امر هدایت را شامل می‌شود. هدایت تحقیقات از راه پیدایش، افزایش و کاهش انتظاراتها نیز باید مطالعه شود؛ به عبارت دیگر هدایت تحقیق توسط دو جریان از بالا به پایین (سیاست‌گذاری) و از پایین به بالا (انتظاراتها) انجام می‌شود و طبیعی است که این دو جریان با هم تعامل دارند.

#### - کارکرد پنجم: تشکیل بازار

برای یک نظام نوآوری در حال ظهور و یا در حال گذار، ممکن است وضع بازار تقاضا به شکل‌های زیر باشد:

۱. بازار تقاضا وجود ندارد و یا در وضعیت بسیار ابتدایی است.
۲. در صورت وجود مشتریان بالقوه، نیاز آنان هنوز به شکل تقاضا در بازار تبلور نشده یا توانایی برای تبلور یافتن آن به وجود نیامده است.
۳. به علت وجود نااطمینانی، رابطه‌ای بین اجرا و قیمت وجود ندارد یا این رابطه مناسب نیست.

#### - کارکرد ششم: بسیج منابع

همان‌طور که نظام نوآوری تکامل پیدا می‌کند، نیاز به منابع مالی و غیر مالی چند برابر می‌شود و ادامه کار اجزای نظام و تسهیل کارکردهای آنان در گرو بسیج منابع دیگر مالی و غیر مالی است. منابع غیر مالی عبارت‌اند از: منابع فنی، علمی و منابع پشتیبانی؛ یعنی منابعی که برای کارکردهای نظام نوآوری جنبه تکمیلی دارند؛ بنابراین لازم است که برآوردی واقع‌بینانه از درجه بسیج این منابع از راه نظام نوآوری وجود داشته باشد.

#### - کارکرد هفتم: مشروعیت بخشی

مشروعیت بخشی عبارت است از قبول اجتماعی فناوری و تأیید هماهنگی بین استانداردهای نهادهای حاکم بر جامعه با شرایط خاص فناوری. تشخیص این هماهنگی با بازیگران است و با این تشخیص، بسیج منابع مالی برای توسعه فناوری امکان‌پذیر خواهد شد. از سوی دیگر منابع در شکل گرفتن تقاضا بسیار مؤثر بوده و شکل‌گیری تقاضا به تقویت

نظام نوآوری و مشروعیت بیشتر تر نظام فناوری می‌انجامد. مشروعیت پس از آن، انتظارهای بین مدیران را شکل می‌دهد و تأثیرپذیری مدیران به ترسیم راهبرد نوآوری می‌انجامد. در این مورد، توصیه می‌شود به مقاله میرعمادی (۲۰۱۴) توجه کنید که نشان می‌دهد چگونه مشروعیت بخشی فتوای رهبر نظام جمهوری اسلامی باعث رونق تحقیقات سلول‌های بنیادی در ایران شد.

### ۳.۲.۲ ارزیابی کارکردی نظام نوآوری

تا این مرحله، مشخص شد که کارکردهای هفت‌گانه چیست و چگونه نقاط قوت و ضعف آن را باید اندازه گرفت؛ اما الگوی کارکردی به‌تنهایی شاخصی برای کارکرد خوب یا بد نظام نوآوری مورد نظر نیست. یک کارکرد ضعیف یا قوی نمی‌تواند حکم کلی در مورد کلان نظام داشته باشد. می‌توان گفت که کارکردها چگونه‌اند؛ اما این که کارکردها چقدر مناسب هستند و چقدر برای کل نظام اهمیت دارند، هنوز روشن نیست. به نظر می‌رسد محققانی که به رویکرد کارکردی گرایش دارند، هنوز نتوانسته‌اند با رویکرد خاص خود به‌تنهایی جوابگوی تناسب الگوی کارکردی در سطح کلان باشند؛ زیرا معترفاند که کارکردها در طول عمر فناوری و به نسبت مناطق جغرافیایی تغییر می‌کند و از این‌رو باید پارامترهای زمانی و مکانی را به دستگاه ارزیابی خود وارد کنند. البته این به آن معنا نیست که همه فناوری‌ها دقیقاً از یک مسیر عبور می‌کنند.

ویژگی دیدگاه کارکردی آن است که در آن یک نسخه را نمی‌توان برای همه فناوری‌ها پیچید. در نظریه چرخه عمر، مرحله اول مملو از جو نااطمینانی در فناوری، ورودی شرکت‌ها و تشکیل شبکه‌های هوادار و یا مخالف این فناوری است. پس از گذشت مراحل بحرانی، در مقطع بعدی، فناوری ممکن است با تغییر و تحول روبه‌رو شود و طی یک مسیر پویا را با رشد سریع آغاز کند که برای رسیدن نظام به سطح یک مرحله رشد پایدار لازم است. در مرحله بعدی، زمانی که نظام به لحاظ فناوری و ساختاری به حالت تثبیت‌شده رسید، نظام وارد مرحله بلوغ خود شده است. در این مرحله، بازار در اختیار تعداد شرکت‌های محدودی قرار دارد و در حالی که کاهش نااطمینانی روبه‌رو می‌شود که نرخ رشد بسیار افت کرده است. مشخص است که با در نظر گرفتن چنین پیش‌فرضی اهمیت کارکردها در مراحل مختلف، تغییر می‌کند. با توجه به این که چارچوب پژوهش فعلی بیشتر به فناوری‌های نوظهور علاقه‌مند است، در اینجا تنها دو فاز اول یعنی مرحله شکل‌گیری و مرحله رشد اولیه و

کارکردهایی که از نظر این دو مرحله اساسی باشند، مورد نظر است. در مطالعه کارکردهای کلیدی در دو مرحله اولیه رشد فناوری متوجه می‌شویم که یک نوع علیت انباشتی<sup>۱</sup> بین کارکردها وجود دارد؛ به عبارت دیگر تأثیر هر کارکرد، تنها عملکرد در جهت هدف خاص نیست، بلکه در یک جریان زنجیره‌وار به تقویت کل کارکردهای نظام می‌انجامد. با توجه به این اثر انباشتی، تواتر کارکردها در دو مرحله اول و دوم با توجه به جدول کارکردهای نظام فناوری که در قبل ارائه گردید، بررسی می‌شود.

ارتباط بین اجزا در هر مرحله از توسعه نظام به شدت اهمیت دارد. به دلیل اصل تفکیک بین علیت انباشتی مرحله اول و دوم، هر مرحله دارای شرایط مشخصی است و توصیه‌های سیاستی نیز باید مرتبط با مرحله خاص و در جهت حرکت از یک مرحله به مرحله بعدی باشد. پرسش‌های تحلیل‌گران نیز باید به مرحله‌ای که فناوری در آن وجود دارد، مرتبط باشد و برای توصیه‌های سیاست‌گذاری نیز لازم است تجویزهایی ارائه شود که حرکت فناوری را از یک مرحله به مرحله دیگر تسهیل کند. قوت و ضعف کارکردها باید در رابطه با هر مرحله سنجیده شود. یکی از اشتباه‌های متداول پژوهشگران آن است که ارتباط بین نظام و مرحله را نادیده می‌انگارند و ارزیابی نظام فناوری را بدون توجه به مرحله‌ای که در آن قرار دارد، انجام می‌دهند.

بنابراین تشخیص مرحله، بسیاری از سردرگمی‌ها را کم می‌کند. البته تشخیص این که ما در چه مرحله‌ای هستیم، همواره آسان نیست؛ اما شاخص‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد آیا ما در مرحله شکل‌گیری هستیم یا خیر؟ صاحب‌نظرانی چون ریکنه، جانسون و یاکوبسون معیارهایی برای تشخیص مرحله‌ای که نظام فناوری در آن به سر می‌برد، ارائه داده‌اند که به قرار زیر است:

یکی از مهم‌ترین معیارهای مرحله اول، کند بودن گسترش در فعالیتهای اقتصادی است. حجم فعالیتهای کوچک و فعالیتهای در حد تجربه است.

اگر از شروع فناوری کم‌تر از ده سال گذشته باشد، به‌ندرت می‌توان گفت که فناوری از مرحله شکل‌گیری گذشته است. البته دوران نوپایی فناوری ممکن است بیش از یک دهه به طول بیانجامد، چنان‌که در مورد بعضی از فناوری‌ها مانند سلول‌های خورشیدی چند دهه برای آن وقت صرف شد:

1 Cumulative causation

۱. در مرحله اول، عدم اطمینان شدیدی در رابطه با فناوری، بازار و کاربردها وجود دارد.
  ۲. هنوز رابطه بین قیمت‌ها و هزینه تولید به‌درستی تعیین نشده است.
  ۳. تنها درجه‌ای از پتانسیل قابل پیش‌بینی در گسترش فناوری و فعالیت‌های اقتصادی تحقق یافته است.
  ۴. هنوز در طول زنجیره تولید بازیگران زیادی وجود ندارند.
  ۵. تقاضا به‌خوبی متبلور نشده و صنعت بالا دستی هنوز یا شکل نگرفته و یا در حال شکل گرفتن است.
  ۶. خصلت‌هایی که باعث تقویت و تداوم<sup>۱</sup> نظام و بروز بازخوردهای مثبت<sup>۲</sup> می‌گردند، هنوز حضور نیافته‌اند و یا قابل ملاحظه نیستند.
  ۷. هنوز عوامل خارجی مثبت و تجهیزات مجانی برای استفاده در نظام وجود ندارد.
- مقایسه بین‌المللی نیز یکی از روش‌های ارزشمند برای مطالعه کارکردی نظام است (برگک و همکاران، ۲۰۰۸) و (یاکوبسن و برگک، ۲۰۰۴). شرکتی که می‌خواهد تولید یک فناوری را آغاز کند، قاعدتاً به شرکت‌های دیگری که با این فناوری کار می‌کنند، مراجعه می‌کند و از آن‌ها اطلاعات می‌گیرد. در همین راستا سیاستمداران نیز که با نظام نوآوری یک فناوری روبه‌رو هستند، باید با نظام‌های مشابه در کشورهای دیگر آشنا شوند و ببینند که بازیگران این نظام معمولاً چه کسانی و یا چه سازمان‌هایی هستند؟ چه گروه و طیفی، مشتریان این فناوری محسوب می‌شوند؟ نیازهای آن‌ها چیست؟ محصولات رقیب کدام است؟ چه منابعی در دسترس است؟ به چه موانعی بر می‌خورند؟ چگونه بر آن فائق می‌آیند؟ و نظام آن‌ها چه کارکردی دارد و موانع آن کدام است؟
- مثلاً نتیجه چنین حاصل می‌شود که باید سیاست‌هایی اتخاذ کرد که پایه دانشی (کارکرد تولید دانش یا طیف تجربه‌ها) را افزایش داد. این توصیه‌ها به نام اهداف فرآیندی شناخته می‌شوند که بر خلاف اهداف نهایی، مرحله‌ای هستند. اهداف فرآیندی این مزیت را برای سیاست‌گذاران دارند که به ابزارهای قابل استفاده آن‌ها نزدیک و برای ارزیابی سیاست‌ها آسان‌ترند. کارلسون و همکاران (۲۰۰۲) به صورت پیشینی<sup>۳</sup>، برای اولین بار الگوی کارکردی برای دوره رشد نظام را در صنعت کاغذ و چوب تعیین کردند. به هر حال الگوهای کارکردی

1 Self reinforcing  
2 positive feed-backs  
3 ex ante

ممکن است خیلی پیچیده باشند و بر حسب آن اهداف کارکردی نیز پیچیده تر گردند. به علاوه بسیار اتفاق می افتد که الگوهای کارکردی که به نظر متفاوت می آیند، دارای اهداف کارکردی مشابه باشند و الگوهای کارکردی یکسان می توانند در عمل اهداف کارکردی کاملاً متفاوتی را ارائه دهند. اصل آن است که ما در طول ارزیابی، بطور دائم مقدمات و نتایج مرحله ای خود را بررسی کنیم و آمادگی آن را داشته باشیم هر لحظه که نیاز دیده شد، در مورد آن ها تجدید نظر به عمل بیاوریم.

راهی که کارلسون و یاکوبسون برای اولین بار استفاده کردند، بعداً توسط دیگران به عنوان الگوهای شناخت پویایی کارکردی نظام، مبنایی برای ارزیابی و تجویزات سیاستی نظام های نوآوری دنبال شد. در این مسیر، سه نوع نظریه برای الگوهای شناخت پویایی کارکردی نظام های نوآوری قابل تفکیک است. اول، الگوی ارزیابی نظام های نوآوری بر اساس سازوکارهای تسهیل کننده و محدود کننده کارکردها که ما در اینجا از آن به عنوان الگوی برگک نام می بریم. دوم، الگوی ارزیابی کارکردهای نظام بر محوریت شناخت شکست های نظام است که هکرت آن را ابداع کرده و سوم، الگوی ارزیابی سورس بر اساس تعیین موتورهای نوآوری است. در ذیل هر سه الگوی ارزیابی سیستم معرفی می شوند.

### ۲.۲.۳. ۱. ارزیابی عملکرد نظام بر اساس الگوی برگک

در شناخت پویایی نظام های نوآوری بر اساس کارکردها می توان سناریویی را در نظر داشت که فضا کاملاً به نفع نظام های از قبل موجود است. در این فضا، فناوری های نوین و نوظهور بسیار سخت می توانند با آن مقابله کنند و به دلیل های زیر کارکردهای نوآوری بسیار ضعیف است و به کندی به پیش می رود:

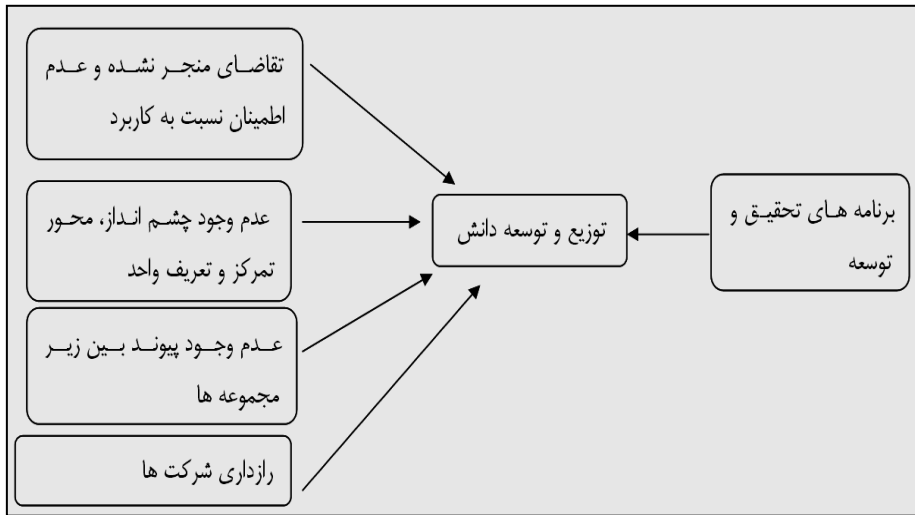
ممکن است طرفداران فناوری جدید آن قدر از نظر نهادی قوی نباشند که بتوانند کارکرد مشروعیت را به پیش ببرند و در رویارویی با نهادها و فناوری های موجود بازند و در نتیجه از حمایت چارچوب های قوانین و مقررات یا بازارهای مالی و آموزشی بهره مند نشوند. ناهمسویی با نهادهای موجود، به عدم تشکیل بازار می انجامد و توانایی تأثیرگذاری بر هدایت مسیر تحقیقات را کاهش می دهد و تجربه های کارآفرینی را محدود می کند.

توانایی کم مشتریان بالقوه، به غیبت یا درست مطرح نشدن تقاضا منجر می شود که آن هم به توسعه کم کارکردهای تشکیل بازار و تأثیر بر هدایت تحقیق و تجربه کارآفرینی می انجامد.

شبکه‌ها به دلیل ارتباط ضعیف بین بازیگران نمی‌توانند به فناوری جدید کمک کنند و حتی ممکن است عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان را از فناوری جدید دور سازند. این سه دلیل که از نقاط ضعف ساختاری سرچشمه گرفته است، کارکردهای نظام را محدود می‌کند و اگر قرار باشد که نظام به کارکرد بالاتری برسد، باید سازوکارهای محدودساز را از میان ببرد یا حداقل کاهش دهد. این سازوکارها بیش‌تر در مرحله شکل‌گیری ظاهر می‌شوند، اما در مراحل بالاتر رشد نیز این امکان هست که سازوکارهای تضعیف‌کننده‌ای ظهور کنند. در مقابل البته، سازوکارهای تسهیل‌کننده و تقویت‌کننده‌ای حضور دارند که گذار نظام نوآوری را از مرحله شکل‌گیری به مرحله رشد اولیه و پس از آن سوق می‌دهد. از نظر تجربی این امکان وجود دارد و بسیار هم مهم است که ما رابطه بین سازوکارهای تسهیل‌کننده و تضعیف‌کننده را در کنار هم ترسیم کنیم. دو نوع نتیجه‌گیری بر این اساس انجام می‌گیرد:

اول این‌که سازوکار القایی دو نوع است: یکی اعتقاد به توانایی‌های آن؛ دوم، سیاست‌های تحقیق و توسعه دولتی. اولی به یک سری فاکتور بستگی دارد: مانند فرصت‌های فناورانه، گرایش‌های جمعیت شناختی، مقررات‌زدایی از بخش دولتی، محدودیت بودجه دولتی. این سازوکار القایی به عملکرد هدایت مسیر تحقیق تشکیل بازار داخلی و تجربه‌های کارآفرینی وابسته است.

سازوکار دوم نیز کارکرد هدایت مسیر تحقیق را تقویت می‌کند و بر کارکردهای بسیج منابع، کارکرد تولید و توزیع دانش، تجربه کارآفرینی و مشروعیت تأثیر می‌گذارد. بین کارکرد و سازوکارهای تضعیف‌کننده رابطه یک به یک وجود ندارد. تشکیل بازار ممکن است چندین عامل را تضعیف کند؛ کمی تقاضا، تشکیل بازار را مختل و تجربه کارآفرینی و هدایت مسیر تحقیق را تضعیف می‌نماید. به علاوه کارکردها مستقل از هم نیستند و همدیگر را تقویت می‌کنند؛ کمی تجربه کارآفرینی بر بسیج منابع تأثیر می‌گذارد و توسعه و توزیع دانش را تضعیف می‌کند. به این صورت که سازوکار تضعیف‌کننده اثر خود را بر چند کارکرد، به‌طور تصاعدی افزایش می‌دهد؛ بنابراین سیاست‌ها باید به روی کاهش سازوکارهای تضعیف‌کننده در کنار افزایش سازوکارهای تقویت‌کننده متمرکز شود.



شکل ۲-۶: تعامل بین سازوکارهای تسهیل کننده و تضعیف کننده در نظام نوآوری

منبع: برگگ و همکاران، ۲۰۰۸

برگگ می گوید که کارکرد توسعه و توزیع دانش به وسیله چند سازوکار تضعیف کننده، محدود می شود:

الف: عدم حضور بازیگران در نیمه یا انتهای زنجیره تولید؛

ب: فقدان تقاضای معین و عدم اطمینان نسبت به کاربرد آن؛

پ: نبود چشم انداز و محور تمرکز؛

ت: گسستگی بین بازیگران و زیر مجموعه ها؛

د: رازداری شرکت ها.

یک نظام بازیگرانی متفاوت در نقش تولیدکننده و گسترش دهنده فناوری و همچنین بازیگرانی در حیطه قانون گذاری و امور پشتیبانی دارد. عملکرد همه این بازیگران باید بررسی شود. این بررسی نباید به عنوان یک بازیگر در خلاء باشد، بلکه باید عملکرد بازیگران در ارتباط با یکدیگر سنجیده شود؛ بنابراین در جریان ارزیابی، به هر جزء می پردازیم، اما هدف نهایی ما، ارزیابی کل نظام است.

چند عامل ارزیابی را مشکل می کند: نخست این که واحد تحلیل و سطح تحلیل چیست؟ و دوم این که نظام تا چه حد بلوغ یافته است؟ اگر واحد تحلیل ما فناوری باشد، البته می توان از راه فرآیند چاپ پژوهش و پتنت اجرای تولید را سنجید؛ اما نمی توان به اثرگذاری این فناوری در اقتصاد توجه کرد. معمولاً فناوری خاص، تنها بخشی از ارزش افزوده آن



محصول را دارد و نیاز است که ما از سهم فناوری‌های مکمل نیز اطلاع داشته باشیم. افزون بر آن، نقش فناوری در بازارها دائم تغییر می‌یابد و نمی‌توان آن را دقیق اندازه‌گیری کرد؛ بنابراین اگر واحد اندازه‌گیری محصول باشد به مراتب اندازه‌گیری اقتصادی کار آسان‌تر است. وقتی که نظام بلوغ نیافته باشد، مشکلات بسیار پیچیده‌تر خواهد بود و تنها یک شاخص کافی نیست؛ بلکه باید شاخص‌های متعدد با هم ترکیب شوند تا این ارزیابی واقع‌بینانه باشد. در جدول زیر شاخص‌های فناوری نوظهور معرفی می‌شود.

جدول ۲-۴: شاخص‌های سنجش عملکرد نظام در فناوری نوظهور

شاخص‌های تولید فناوری	شاخص‌های گسترش فناوری	شاخص‌های کاربرد فناوری
تعداد پتنت	مرحله سنجی توسعه نظام	اشتغال
تعداد مهندسان و دانشمندان	پذیرش مقررات	درآمد
تحرك دانشمندان	تعداد شریکان و دارندگان لیسانس کاربرد فناوری	رشد
تعداد حوزه‌های فناوری		درآمدها و ثروت‌های مالی

منبع: کارلسن و همکاران (۲۰۰۲)

از نظر اتریک (۱۹۹۴) به نقل برگگ و همکاران، این دوره به دوره سیالیت فناوری معروف است که باید توسط چند شاخص اندازه‌گیری شود. هیچ کدام از این شاخص‌ها به تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده اجرای تولید، توزیع و کاربرد فناوری باشد. در شاخص‌های ارائه شده توسط کارلسون و همکارانش، تولید پتنت مطالعه شده است، اما در کنار آن تعداد مهندسان حوزه‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود. تحرك دانشمندان از یک مؤسسه تحقیقاتی به مؤسسه‌ای دیگر موجب انتشار فناوری خواهد شد. برای مقابله با بی‌اطمینانی و ریسک، معمولاً تعدد تجربه‌های کارآفرینی بسیار مهم است. تنوع فناوری‌های موجود، امر انتخاب فناوری را تسهیل می‌کند.

در ستون گسترش فناوری، نزدیکی آن به بازار بسیار مهم است. در تحقیق و توسعه پزشکی، آزمایش‌های کلینیکی بسیار وقت‌گیر است. بعد این که تا چه حد مقررات آن کالا استاندارد شده و تعداد کانال‌های توزیع در بازار به چه میزان است؟ میرعمادی و همکاران (۲۰۱۴) توضیح می‌دهند که با آنکه تعداد آزمایش‌های کلینیکی ثبت شده پژوهشگاه رویان در کشورهای منطقه اول است، با این حال ندادن مجوز لازم برای درمان بیمار در این کلینیک باعث عدم گسترش بیشتر این پراکتیس به بیماران ایرانی و خارجی که تحت عنوان

توریسم پزشکی به ایران سفر می‌کنند، شده است. همین مسئله تا حدود زیادی برای فناوری رادیو دارو در ایران وجود دارد. اگرچه رادیو دارو ایرانی توسط وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی ایران مجوزهای لازم را برای استفاده در بیمارستان‌ها کسب کرده است، اما نداشتن استانداردهای لازم بین‌المللی مانع بزرگی برای صادرات این داروها به خارج می‌باشد (میرعمادی، ۲۰۱۸).

در نتیجه‌گیری این بخش می‌توان گفت که ما نخست دریافتیم باید در مورد سطح تحقیق خود تصمیم بگیریم؛ سپس بازیگران و نقش آن‌ها را مشخص کنیم؛ آن‌گاه تصمیم بگیریم که مهم‌ترین ارتباطات داخلی نظام کدام‌ها هستند و در نهایت چگونه ما عملکرد نظام را اندازه‌گیری کنیم. مسئله عملکرد نظام از همه برای ما مهم‌تر است؛ اما به هر حال تأثیر آن بر رشد اقتصادی در درازمدت امری است که این نظام نوآوری فناورانه فاقد آن است.

## ۲.۳.۲. ارزیابی عملکرد نظام بر اساس الگوی هکرت

پیشتر گفتیم که هکرت الگوی ارزیابی کارکردی خود را در چند مقاله در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ تبیین نموده است. در این الگو، مشکلات سیستمی به تبعیت از نویسندگانی چون اسمیت و کولمان، ۲۰۰۴؛ ولتویتس و همکاران، ۲۰۰۵ و غیره<sup>۱</sup>، شکست سیستم نامیده می‌شوند. هکرت کوشش می‌کند یک گونه‌شناسی کلی از موانع توسعه سیستم‌ها یا شکست‌های سیستمی به دست آورد. به این منظور با مراجعه به چشم‌انداز مطالعات سیستم شروع می‌کند که بر اساس آن سیستم متشکل از: اجزاء (اجزای عمل‌کننده)، روابط (ارتباط بین اجزاء) و ویژگی‌ها (مشخصات اجزاء) است. در مورد یک سیستم نوآوری چهار بعد ساختاری، بازیگران، نهادها، زیرساخت و تعامل بین اجزا تبیین شده است. سه بعد اول یعنی بازیگران، زیرساخت و نهادها به‌سادگی از اجزای سیستم در نظر گرفته می‌شود. در زبان مطالعات سیستم، تعامل‌ها همان روابط بین اجزاء هستند. برآیند این چهار جز، تشکیل دهنده ۷ کارکرد سیستم است. در جدول بعدی هر ۷ کارکرد توصیف شده و رویدادهای مرتبط با آن معرفی می‌شوند.

1 Smits and Kuhlmann, 2004, Klein Woolthuis et al., 2005, Van Mierlo et al., 2010, Negro, S.O., Alkemade, F., Hekkert, M.P., 2011).

جدول ۲-۵: خلاصه کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و رویدادهای مرتبط برای تشخیص کارکرد

کارکردهای نظام	توصیف کارکرد	رویدادهای مرتبط
۱- کارکرد فعالیتهای کارآفرینانه	کارآفرین دانش را به فرصت‌های کسب و کار و در نهایت نوآوری ترجمه می‌کند. فعالیتهای کارآفرین پروژه‌هایی را شامل می‌شود که هدف آن‌ها اثبات سودمندی فناوری در حال ظهور در محیط تجاری یا عملی است.	سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر صورت پذیرفته (پروژه‌های انجام‌شده) در تجاری‌سازی فناوری
		ورود شرکت‌های نوآور در عرصه تجاری‌سازی فناوری مانند تأسیس شرکت‌های نوپا و ورود شرکت‌های موجود در حوزه دیگر به حوزه فناوری
		ارائه محصولات و خدمات جدید در زمینه فناوری
۲- کارکرد خلق و توسعه دانش	توسعه دانش، فعالیتهای یادگیری را در فناوری‌های نوظهور و همچنین در بازار، شبکه‌ها و غیره شامل می‌شود.	ایده‌پردازی
		تعداد مقاله‌های آی‌اس‌آی منتشرشده در زمینه فناوری
		تعداد حق اختراعات ثبت شده بین‌المللی در زمینه فناوری
		تعداد و اندازه نهادهای تحقیقاتی فعال در زمینه فناوری
		تعداد و اندازه مطالعات علمی و فنی صورت گرفته
		تعداد تست‌های آزمایشگاهی انجام شده از فناوری
		تعداد انجام آزمایش و پیاده‌سازی فناوری در ناحیه‌هایی از محیط به جای محدوده گسترده
۳- کارکرد انتشار دانش	فعالیت‌های نشر دانش، مستلزم مشارکت بین بازیگران مانند توسعه‌دهندگان فناوری و همچنین برگزاری کارگاه‌ها و کنفرانس‌ها است.	تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از فناوری
		فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)
		میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل‌کرده دانشگاهی با محوریت فناوری
		کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی، پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران، سرمایه‌گذاری‌های مشترک صورت گرفته با موضوع فناوری
		تعداد و اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه

<p>وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه فناوری و موارد مؤثر بر فناوری (وضع قوانین و آیین‌نامه‌های جدید)</p> <p>شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه فناوری یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی فناوری)</p> <p>شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی</p> <p>رشد فناوری در کشورهای دیگر</p> <p>ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تحریم، تغییر آب و هوایی)</p> <p>شکل‌گیری انتظارات درباره آینده فناوری</p> <p>هدف‌گذاری‌های انجام‌شده در سیاست‌گذاری‌های فناوری</p> <p>قانون‌گذاری در زمینه فناوری</p> <p>تدوین استانداردها</p> <p>بروز نتایج مثبت یا منفی از تحقیقات انجام شده در زمینه فناوری</p> <p>شناسایی مشکلات، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در زمینه فناوری</p>	<p>هدایت تحقیقات، اشاره به فعالیت‌هایی دارد که نیازها، ملزومات و انتظار از بازیگران را با توجه به حمایت بیش‌تر از فناوری در حال ظهور، شکل می‌دهد.</p>	<p>۴- کارکرد جهت‌دهی به نظام</p>
<p>شناسایی مرحله بلوغ (دوره عمر) بازار</p> <p>شفاف‌سازی پتانسیل بازار</p> <p>تعداد و تنوع کاربران موجود</p> <p>تعداد و تنوع نهادهای تنظیم شده برای شکل‌دهی به بازار</p> <p>میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاری</p> <p>هزینه‌های مصرف فناوری، شروع معافیت‌های مالیاتی، پایان معافیت‌های مالیاتی</p>	<p>شکل‌دهی بازار شامل فعالیت‌هایی است که منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری در حال ظهور شود.</p>	<p>۵- کارکرد شکل‌گیری بازار</p>
<p>کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)</p> <p>سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری</p> <p>توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل</p> <p>تأمین مواد اولیه موردنیاز برای توسعه فناوری از خارج کشور</p>	<p>بسیج منابع، اشاره به اختصاص سرمایه مالی، مادی و انسانی دارد. دسترسی به چنین عوامل سرمایه‌ای برای هر تحول دیگر لازم است.</p>	<p>۶- کارکرد بسیج منابع</p>

در دسترس بودن نیروی انسانی فنی مرتبط با فناوری موردنظر		
همگرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه	رشد فناوری در حال ظهور اغلب با مقاومت بازیگران در مقابل کسب	۱- کارکرد مشروعیت بخشی
میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری و محصولات مربوط به آن	منافع سیستم کنونی همراه است. به منظور توسعه و بهره‌گیری از سیستم	
رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری	نوآوری فناوری، دیگر بازیگران باید اثر این مقابله را خنثی کنند. این کار	
اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان فناوری در بخش‌های مختلف دولت و صنعت	می‌تواند با پیگیری مصرانه مقام‌های قدرتمند برای تجدید پیکربندی نهاد	
میزان حمایت از فناوری موردنظر در رسانه‌ها	سیستم انجام شود.	

مطابق با تبیین وایزورک و هکرت (۲۰۱۲)<sup>۱</sup>، در هر کارکرد، ساختار از دیدگاه حضور، توانمندی و کیفیت کارکرد اجزای آن بررسی می‌شود. به این ترتیب از راه مطالعه تعامل دو بعد ساختار و کارکرد، ارزیابی عملکرد سیستم نوآوری و شناسایی نقاط ضعف سیستم ممکن می‌شود.

در دیدگاه کل گرای الگوی هکرت تنها اشکال یکی از این ابعاد چهارگانه سیستم کافی است که عملکرد سیستم دچار اختلال گردد در حقیقت یک سیستم نوآوری، عملکرد مناسبی نخواهد داشت اگر:

۱. یکی از عناصر ساختاری آن غیبت داشته باشند.
۲. عناصر ساختاری حضور داشته باشند اما دارای ضعف و یا قدرت بی تناسب باشد؛ مانند این که توانمندی‌های بازیگران به حد کافی نباشد یا یکی از شبکه‌ها بسیار قوی‌تر از بقیه باشد و نتواند با دیگران تعامل داشته باشد. این بدان معنی است که اگر سیستم نوآوری عملکرد مناسبی ندارد، ما می‌توانیم با بررسی هر یک از عناصر ساختاری، از دو منظر به تحلیل پردازیم. این که مشکل ناشی از عدم حضور عنصر ساختاری هست و یا به خاطر عدم تعادل در یکی یا چند ویژگی‌ها آن است (میرعمادی، بهارلو ۱۳۹۷؛ میرعمادی، رحیمی راد، ۲۰۱۵).

برای بیان ویژگی‌های عناصر ساختاری مختلف، عبارت‌هایی مثل ظرفیت، کیفیت، شدت در جهت مثبت و یا منفی استفاده می‌شود. تعامل ممکن است بیش از حد تناسب قوی و یا

1 Wiczorek&Hekkert, 2012

ضعیف باشد. یک نهاد می‌تواند بیش از حد سخت‌گیرانه و یا ساده‌گیر باشد. یک نوع دسته‌بندی برای شکست‌های سیستمی در جدول (۲-۶) ارائه شده است. دقت شود که با ارائه این گونه‌شناسی منظور نیست که حضور تمام بازیگران، تمامی زیرساخت‌ها و یا نهادها همواره در یک سیستم لازم است و در غیر این صورت، ظهور موانع و بروز شکست‌های سیستمی حتمی است اتفاقاً در مواردی ممکن است حضور بازیگران خاصی و یا وجود برخی از مقررات مانع از عملکرد مثبت سیستم شود. این‌که چه کسی دخالت کند و در چه ظرفیتی باید دخالت صورت گیرد، وابسته به سیستم پیرامونی و محیط اقتصادی، سیاسی و اجتماعی آن است.

جدول ۲-۶: مطالعه شکست‌های سیستمی در نگرش نظام نوآوری کارکردی برای سیاست‌گذاری نوآوری فناوریانه

عناصر	زیر بخش‌ها
بازیگران	مربوط به حضور: بازیگران مرتبط ممکن است غایب باشند. مربوط به قابلیت: بازیگران ممکن است قابلیت لازم و یا ظرفیت یادگیری، استفاده از منابع، شناسایی نیازها و توسعه استراتژی‌ها را نداشته و یا در این موارد دچار ضعف باشند.
نهادها	مربوط به حضور: نهادهای مرتبط ممکن است وجود نداشته باشند. مربوط به ظرفیت: زمانی که مشکلی در ارتباط با ظرفیت و یا ویژگی‌های آنان وجود داشته باشد: - مشکلات نهادهای سخت‌گیرانه - مشکلات نهادهای ضعیف که ممکن است مانع از نوآوری شوند؛ مثل حمایت از فناوری‌های ناکارآمد.
تعامل	مربوط به وجود: تعامل ممکن است به دلیل فاصله زیاد، تفاوت اهداف، فرضیه‌ها، قابلیت‌ها یا ضعف اعتماد دو طرف وجود نداشته باشد. مربوط به کیفیت: زمانی که مشکلی در ارتباط با شدت و یا ویژگی‌های تعامل وجود داشته باشد: مشکلات تعامل قوی: زمانی که بعضی از بازیگران به نادرستی توسط بازیگران قوی‌تر هدایت می‌شوند؛ این کار ممکن است به دلایل زیر باشد: - نزدیک‌بینی: جهت‌گیری‌های داخلی طرفدار ارتباطات، وضعیت و تنظیمات فعلی که مانع از شکل‌گیری ضروری ایجاد روابط با نیروهای خارجی می‌شوند؛ - درگیری زیاد بازیگران فعلی؛ - فقدان قیود ارزشمند برای کنترل سازمان‌های قوی داخلی؛ - وابستگی به شریکان مسلط به دلیل ویژگی‌های دارایی؛ - مشکلات شبکه‌های ضعیف که به دلیل ارتباط ضعیف بین بازیگران ایجاد شده و مانع از نوآوری و یادگیری تعاملی است.
زیرساخت	مربوط به حضور: زمانی که نوع مشخصی از زیرساخت وجود نداشته باشد. مربوط به کیفیت: زمانی که زیرساخت ناکافی و یا معیوب است.

زمانی که الگوی کارکردی یک سیستم شناسایی می‌شود، بهتر است هر کارکرد با توجه به چهار عنصر ساختاری برای شرح و توجیه‌پذیری و همچنین دلایل سیاستی بررسی شود؛ بنابراین دلیلی که یک کارکرد ضعیف است و یا وجود ندارد، ممکن است وابسته به ساختار سیستم‌های نوآوری و یا به‌طور خاص‌تر وابسته به بازیگران، تعامل‌ها، نهادها و زیرساخت‌ها باشد. مشابه این، تغییر در سیاست عناصر ساختاری می‌تواند حضور و یا قوی شدن کارکردها را به دنبال داشته باشد.

تحلیل‌های مرتبط با شکست‌های سیستمی نهایتاً به تجویزات سیاستی و ترکیب مناسب ابزارهای سیستمی با هدف رفع شکست‌ها منجر می‌شود (جدول ۲-۶ را ملاحظه کنید). در این چارچوب، کارکردها با استفاده از شناخت ظرفیت ساختارها ارزیابی می‌شوند. چنین ارزیابی منجر به شناسایی دقیق عواملی ساختاری است که مانع از بهبود عملکرد سیستم و توسعه آن می‌شوند.

جدول ۲-۷: نمونه چارچوب سیاستی سیستم نوآوری برای یک کارکرد

کارکرد سیستم	عنصر ساختاری	مشکلی سیستمی	نوع مسئله	اهداف
کارکرد فعالیت‌های کارآفرینانه	بازیگران	مشکلات بازیگران	مربوط به وجود مربوط به کیفیت	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران ایجاد فضایی برای توسعه قابلیت‌های بازیگران (از راه یادگیری و آزمایش)
	نهادها	مشکلات نهادها	مربوط به وجود مربوط به کیفیت	تحریک برقراری تعامل میان بازیگران (مدیریت تعامل و تشکیل اجتماعات) جلوگیری از روابطی که بیش از حد قوی و یا ضعیف هستند.
	تعامل	مشکلات تعامل	مربوط به وجود مربوط به کیفیت	فراهم‌سازی حضور امن مؤسسه‌های (نهاد) سخت و نرم
	زیرساخت	مشکلات زیرساخت	مربوط به وجود مربوط به کیفیت	جلوگیری از داشتن نهادهایی بسیار ضعیف و یا سخت‌گیرانه تحریک فراهم‌سازی ایجاد زیرساخت مناسب مالی، دانشی و فیزیکی اطمینان‌دهی از کیفیت مناسب و کافی زیرساخت

## ۲.۳.۲.۳ ارزیابی عملکرد نظام بر اساس سورس

اصطلاح موتورهای نوآوری اشاره به دوره‌های مطلوب<sup>۱</sup> و یا باطلی<sup>۲</sup> است که در نتیجه تعامل بین کارکردهای سیستم ایجاد می‌شوند. سورس در کتابی با عنوان «موتورهای نوآوری

1 Virtuous Circle  
2 Vicious Circle

پایدار» با بررسی نحوه شکل‌گیری چند نظام نوآوری فناورانه نوظهور در حوزه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، چهار نوع موتور محرک شکل‌گیری نظام‌های نوآوری نوظهور ارائه می‌کند. این موتورها عبارت‌اند از:

۱. موتور محرک علم و فناوری؛ این موتور با شتاب بخشی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، روند ظهور نظام نوآوری فناوری و شرایط رشد آن را میسر می‌کند.

۲. موتور کارآفرینی؛ هدف این موتور آن است که حجم فعالیت‌های کارآفرینی انجام شده در فرآیند توسعه فناوری نوظهور را شدت بخشد.

۳. موتور سیستم‌سازی؛ این موتور با هدف ایجاد ساختاری منسجم و یکپارچه برای توسعه فناوری در معنای عام است.

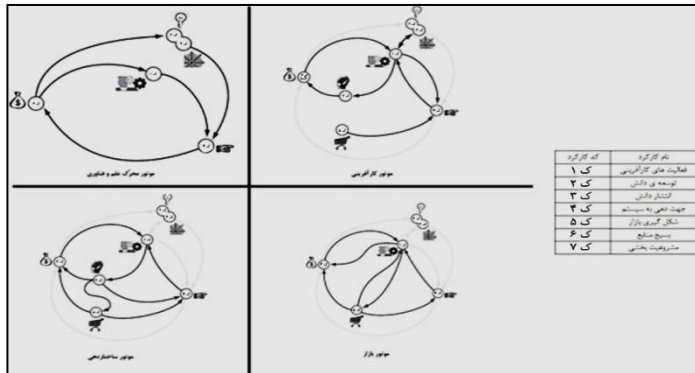
۴. موتور بازار؛ هدف این موتور آن است که نظام نوآوری فناورانه به عنوان بخشی از سیستم‌های مسلط به حساب آید و فناوری با تقاضای بازار توسعه یابد.<sup>۱</sup>

توالی کارکردها در هریک از موتورها در منبع سورس (۲۰۰۷) نشان داده شده است. هیچ کارکردی به‌طور مستقل در تشکیل موتورها مؤثر نیست؛ به همین جهت این رویکرد بر اساس یک رابطه ساده علت و معلولی بنا نشده است، بلکه پویایی سیستم را نتیجه انباشت زنجیره‌ای از علیت‌ها می‌بیند که در نتیجه دو تعامل یعنی تعامل کارکردها با یکدیگر و تعامل کارکردها با ساختار به وجود می‌آید.

در پژوهش دیگری که توسط سورس و همکارانش (۲۰۱۱) انجام شده است، به مفهوم چهار مرحله (موتور) رشد فناوری اشاره و استدلال می‌شود که در هر مرحله از رشد فناوری، به دلیل وجود کارکردهای متفاوت سیستم، شکست‌های سیستم دارای اثرگذاری‌های متفاوتی خواهند بود؛ مثال این که در مرحله موتور کارآفرینی یا همان رشد سیستم، کارکرد اول یا تجربه کارآفرینی اثرگذاری بسیار حیاتی برای تحقق این مرحله از رشد نوآوری خواهد داشت. البته ناگفته نماند که این کارکرد، ابتدا به ساکن به وجود نمی‌آید و تعامل کارکردهای دیگر مانند جهت‌دهی به نظام (کارکرد چهارم) و بسیج منابع (کارکرد ششم)، نقش اساسی در ظهور این کارکرد (کارکرد اول) بازی می‌کند.

1 Suurs R. A., 2009





شکل ۲-۷: انواع موتورهای نوآوری

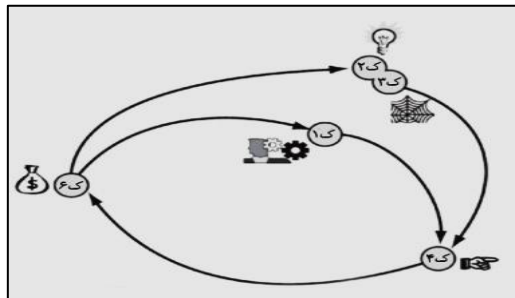
منبع سورس (۲۰۰۹)<sup>۱</sup>

**موتور محرک علم و فناوری:** همان‌طور که از نام این موتور مشخص است، موتور محرک علم و فناوری با هدف گسترش دانش نظری و عملی پیرامون فناوری از ابعاد مختلف (دانش امکان‌سنجی، دانش بازار، دانش فنی، دانش مدیریتی و...) ظهور و تکوین می‌یابد. اگر فناوری مورد مطالعه نابالغ باشد، این موتور با شتاب‌بخشی به انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه، روند رشد نظام نوآوری فناوری و بلوغ آن را میسر می‌کند. هر موتور نوآوری از توالی کارکردهای حاصل می‌شود. زمانی که هدف، راه‌اندازی موتور محرک علم و فناوری باشد، انجام فعالیت در ۵ کارکرد ضروری است و سایر کارکردها در اولویت قرار نمی‌گیرند. کارکرد خلق و توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به نظام، بسیج منابع و فعالیت‌های کارآفرینی، کارکردهای تشکیل‌دهنده این موتور هستند. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی اگرچه در این موتور از نقش مهمی برخوردار است، ولی اوایل ظهور این موتور، بیش‌تر به صورتی بسیار ضعیف دیده می‌شود و یا غایب است و با بلوغ موتور، حضورش پررنگ‌تر می‌گردد. کارکرد محوری در این موتور که نقشی اساسی در تحقق اهداف آن بر عهده دارد، کارکردهای توسعه و انتشار دانش است. توالی برآورده شدن کارکردهای نام برده، منجر به شکل‌گیری موتور محرک علم و فناوری می‌شود.

نتایج مثبت و امیدهایی که از فعالیت‌های موفق تحقیقاتی و مطالعات امکان‌سنجی مثبت در زمینه فناوری به دست می‌آید (از طریق ک ۴ و ک ۶)، دولت‌مردان و سیاست‌گذاران را نیز نسبت به کاربرد این فناوری در مراحل مختلف خوش‌بین و آنان را به تدوین برنامه‌های

1 Suurs R. A., 2009

حمایتی و تخصیص بودجه برای گسترش فناوری ترغیب خواهد کرد (ک ۴). تخصیص این بودجه موجب ایجاد انگیزه برای گروه‌های تحقیقاتی (دانشگاهیان، مؤسسه‌های تحقیقاتی و...) می‌شود. با گسترش فعالیت این گروه‌ها هدف اصلی که بالا رفتن فعالیت‌های تحقیقاتی و تولید دانش است، محقق می‌گردد (ک ۲). با تولید بیش‌تر دانش در رابطه با فناوری موردنظر، همایش، کنفرانس‌ها و سمپوزیوم‌هایی با موضوع مزبور برگزار می‌گردد (ک ۳). این فعالیت‌ها نیز هر یک به گسترش دانش پیرامون فناوری کمک شایانی خواهد کرد. در کنار تولید دانش و به صورت موازی، با تخصیص بودجه و اعلام اولویت‌های برنامه‌ای سیاست‌گذاران در دولت، شرکت‌ها و واحدهای صنعتی و به اجرای آزمایشی و تولید نمونه‌های اولیه از فناوری ترغیب خواهند شد (ک ۱). در صورت موفقیت تولید نمونه‌های اولیه توسط کارآفرینان، بار دیگر امیدها و انتظارات از فناوری بیش‌تر و در نتیجه حمایت‌های مالی دولت نیز افزایش می‌یابد (ک ۴ و ک ۶). این نکته را نیز باید در نظر داشت که در صورت شکست نمونه‌های آزمایشی، این دو کارکرد در جهت منفی سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در صورت مثبت بودن، این دور به صورت متوالی تکرار می‌شود و در هر مرحله به طور فزاینده‌ای به تولید و انتشار علم و فناوری می‌پردازد.



شکل ۲-۸: توالی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری

در شکل بالا دیده می‌شود که این موتور از دو حلقه علی‌انباشتی تشکیل شده است. در اولین حلقه، کارکرد جهت‌دهی به سیستم (ک ۴)، به عنوان فعالیت‌های آغازین این موتور شروع به کار کرده و با انجام فعالیت در کارکرد بسیج منابع (ک ۶) و سپس با تحقق کارکردهای توسعه و انتشار دانش (ک ۲ و ک ۳) ادامه پیدا کرده و در نهایت به کارکرد جهت‌دهی به سیستم باز می‌گردد. حلقه دوم این موتور نیز که عموماً در دوره‌هایی پدیدار می‌شود که حلقه اول سرعت گرفته باشد، از کارکرد جهت‌دهی به سیستم (ک ۴) شروع

شده، با کارکرد بسیج منابع (ک ۶) و فعالیت‌های کارآفرینی (ک ۱) ادامه یافته و دوباره به جهت‌دهی نظام باز می‌گردد. فعالیت متوالی این حلقه‌ها (به‌ویژه حلقه اول که از قوت بیش‌تری برخوردار است) در مرور زمان، منجر به تحقق هدف موتور اول که توسعه دانش و فناوری بوده، خواهد شد. لازم است خاطر نشان گردد که در طول فعالیت این حلقه‌ها، ممکن است کارکردی در جهت مخالف رشد سیستم، شکل بگیرد؛ مثلاً شکست پروژه‌های پایلوت باعث ایجاد بدبینی نسبت به آینده فناوری در کارآفرینان شود (ک ۱). این اثر منفی فعالیت مثبت این حلقه‌ها را مختل نموده و یک حلقه کاهنده و یک موتور مخرب<sup>۱</sup> می‌سازد.

**- موتور کارآفرینی:** با راه‌اندازی موفق موتور محرک علم و فناوری و توسعه دانش در حوزه‌های مختلف پیرامون فناوری، نوبت به پررنگ‌تر شدن حلقه‌های مرتبط با فعالیت‌های کارآفرینی می‌رسد. هم‌افزایی این حلقه‌ها، منجر به ظهور موتور جدیدی با عنوان موتور کارآفرینی می‌شود. هدف موتور کارآفرینی، شدت بخشیدن به حجم فعالیت‌های کارآفرینی در فرآیند توسعه فناوری نوظهور خواهد بود؛ به عبارت دیگر، بعد از کاسته شدن از عدم قطعیت پیرامون فناوری و گسترش دانش در موتور محرک علم و فناوری، این موتور سعی می‌کند یافته‌هایی را که تاکنون حاصل شده، عملیاتی و از این راه خلاقیت را به نوآوری تبدیل کند. هدف دوم این موتور این است که با گسترش فعالیت‌های عملیاتی شده، نیازمندی‌ها و نقص‌های دانشی موجود را شناسایی کند و بازخوردی از محیط کسب و کار به سیستم‌های تحقیق و توسعه دهد تا فناوری نیز به بلوغ برسد.

موتور کارآفرینی برای شتاب بخشیدن به روند فعالیت‌ها، نیازمند تحقق کارکردهای مختلفی خواهد بود؛ به عبارت دیگر، انجام فعالیت‌ها در چارچوب کارکردهای مختلف توسط بازیگران گوناگون، موجب تحقق کارکردهایی می‌شود که توالی این کارکردها، موتور کارآفرینی را پدید می‌آورد. در موتور کارآفرینی نیز مانند موتور محرک علم و فناوری، کارکردهای توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم و بسیج منابع به صورت پرقدردت ظاهر می‌شوند؛ اما علاوه بر این‌ها، کارکردهای دیگری نیز وجود دارد که این موتور را از موتور محرک علم و فناوری متمایز می‌کنند. حضور فعال دو کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی و مشروعیت بخشی منجر به تغییر تعامل میان کارکردها و پدید آمدن موتور

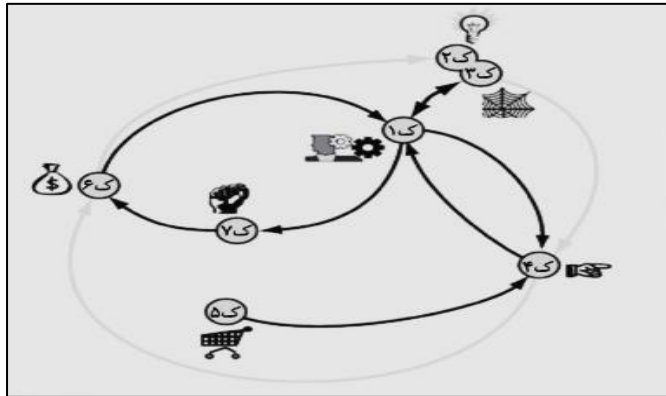
<sup>1</sup> Declining motor

کارآفرینی می‌شود. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی، کارکرد محوری در این موتور است که نقشی اساسی در محقق نمودن اهداف آن بر عهده دارد. توالی برآورده شدن کارکردها و حلقه‌های علی و معلولی در این موتور به صورت زیر است:

ورود بنگاه‌های دولتی و خصوصی در راه‌اندازی پروژه‌های عملیاتی شروع فعالیت موتور کارآفرینی را رقم خواهد زد. مشاهده فرصت‌های تجاری‌سازی و انتظار مثبت از کسب و کار در آینده‌ای نزدیک (ک ۴) برای فناوری علت گرایش کارآفرینان به این حوزه خواهد بود. با انجام فعالیت‌هایی در این دو کارکرد، تعاملی از دو کارکرد جهت‌دهی به سیستم و فعالیت‌های کارآفرینی به وجود می‌آید و حجم این فعالیت‌ها در سیستم بالا می‌رود؛ اما بازیگرانی که به فعالیت‌های کارآفرینی مشغول می‌شوند، با فناوری نوظهوری سروکار دارند که پیاده‌سازی آن، ریسک و عدم اطمینان بالایی را برای آن‌ها به همراه می‌آورد. از این رو به منابعی نیاز است تا بخشی از این هزینه‌ها و ریسک‌های مالی کارآفرینان را جبران کند. برای رسیدن به این منظور، لازم است هر گروه از بازیگران به رایزنی‌های سیاسی با دولت بپردازند (ک ۷)؛ تا منابع مالی مورد نیاز پروژه‌های خود را به شکل کمک‌های مالی پروژه محور (ک ۶) به دست آورند. با دستیابی به این منابع مالی، بازیگران قادر خواهند شد بر حجم فعالیت‌های کارآفرینی خود (ک ۱) بیفزایند و در مقابل، نتایج حاصل از کار آن‌ها نیز بر سطح انتظار عمومی نسبت به فناوری خواهد افزود. علاوه بر این تأثیر، افزایش فعالیت‌های کارآفرینی موجب خواهد شد تا بازخوردی از یک محیط اجرایی به تحقیق و توسعه دانش فناوری ایجاد شود. این بازخورد نیازها و کمبودهایی که در حین اجرای دانش شناسایی شده، به آزمایشگاه‌های تولید دانش منتقل و موجب رونق فعالیت‌های این کارکرد (ک ۲) و (ک ۳) می‌شود و در مقابل، گسترش دانش نیز حجم فعالیت‌های موفق و کارا تر کارآفرینی را ممکن می‌سازد. در کنار این تعامل‌ها که تاکنون بررسی شد، در موتور کارآفرینی ربطی میان دو کارکرد به چشم می‌خورد که یک‌طرفه است و حلقه‌ای تشکیل نمی‌شود. ظهور یک فناوری، تأکید مراکز علمی بر پیشرفت دانشی آن و اجرای فعالیت‌های کارآفرینی در حوزه این فناوری، می‌تواند جدا از تأثیر نظام نوآوری فناورانه به صورت کاملاً تصادفی، وجود یک بازار جذاب و تازه را در ذهن تداعی کند و موجب انجام فعالیت‌هایی در کارکرد شکل‌دهی به بازار از سوی بازیگران شود. انجام این‌گونه فعالیت‌ها، امید و انتظار از فناوری را در ذهن کارآفرینان دیگر بالا می‌برد (ک ۴) و غیرمستقیم، موجب گسترش حجم فعالیت‌های

کارآفرینی می‌شود. به دلیل آن که انجام فعالیت در کارکرد شکل‌دهی به بازار به صورت تصادفی و جدا از چارچوب نظام نوآوری فناورانه به وجود آمده است، تأثیر آن بر کارکرد جهت‌دهی به سیستم نیز یک‌طرفه است و منجر به ایجاد حلقه‌ای نمی‌گردد. با مروری که بر توالی کارکردها انجام گرفت، معین می‌شود که سه حلقه علی و معلولی جدید فعال در این موتور وجود دارد. (در حقیقت ۴ حلقه علی و معلولی وجود دارد که یک حلقه آن با موتور محرک علم و فناوری مشترک است و دوباره ویژگی‌های آن تکرار نمی‌شود). در اولین حلقه، کارکرد جهت‌دهی به سیستم منجر به ایجاد کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی می‌گردد و این تعامل به صورت متقابل ادامه پیدا می‌کند. در حلقه دوم نیز کارکردهای فعالیت‌های کارآفرینی شرایط برای انجام فعالیت در کارکرد مشروعیت بخشی را ممکن و در ادامه، این کارکرد نیز تحقق کارکرد بسیج منابع را تسهیل می‌نماید. در نهایت و با انجام این کارکرد، شرایط برای انجام فعالیت‌های کارآفرینی هموار د و این حلقه کامل می‌شود.

در سومین حلقه نیز کارکرد انجام فعالیت‌های کارآفرینی (ک ۱) با دو کارکرد خلق و انتشار دانش در تعامل است و حلقه‌ای سازنده را ایجاد می‌نماید. از کنار هم قرارگیری این سه حلقه، موتور کارآفرینی موجب شتاب بخشی انجام فعالیت‌های کارآفرینی و ورود دانش به عرصه اجرا خواهد شد.



شکل ۲-۹: توالی کارکردها در موتور محرک کارآفرینی

- **موتور سیستم سازی:** در این مرحله، با حوزه‌های متعدد تحقیقاتی گسترده‌ای که تاکنون پدید آمده (موتور محرک علم و فناوری) و نیز حجمی از فعالیت‌های کارآفرینی

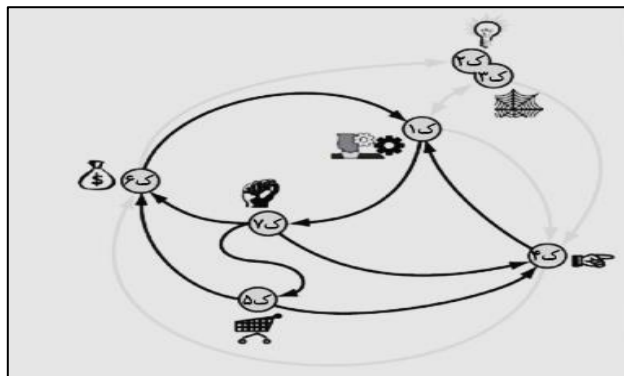
که به وقوع پیوسته، فناوری مورد نظر به بلوغ رسیده و از قابلیت تبدیل به محصول نیز برخوردار شده است. فعالیتهایی که تاکنون صورت می‌پذیرفت، از برنامه‌ریزی‌ها تا تخصیص منابع، همگی برای راه‌اندازی پروژه‌های کارآفرینی غیرمتمرکز بود. اکنون باید فعالیتهای پراکنده‌ای را که برای توسعه فناوری و ب صورت پروژه محور صورت می‌پذیرد، منسجم نموده و نظامی ساختار یافته بر پایه‌های پی‌ریزی شده در موتورهای قبل بنیان‌گذاری کرد. این کار در موتور سیستم سازی به انجام می‌رسد. این موتور با هدف ایجاد ساختاری منسجم و یکپارچه برای توسعه فناوری، به دنبال فراهم آوردن فرصتهایی برای برنامه‌ریزی‌های کلان است تا جهت رشد سیستم را از حالت وابستگی و پروژه محوری خارج کند و توسعه فناوری در معنای عام را هدف قرار دهد. همچنین این موتور تلاش می‌کند تا با فراهم آوردن فضای بیش‌تر برای بازار در روند توسعه فناوری، عامل محرک در برنامه‌ریزی‌های صورت پذیرفته (ک ۴) و نیز بسیج منابع برای فعالیتهای (ک ۶) را از وابستگی به دولت و رایزنی‌های سیاسی خارج نماید تا فناوری بر پایه قابلیت‌های خود توسعه یابد؛ به عبارت دیگر تا قبل از این مرحله لازم است تا با حمایت‌های دولتی و رایزنی‌های سیاسی، سیستم مسیر رشد را طی کند و حال که فناوری تا حدی توان رقابت‌پذیری پیدا نموده، در این مرحله، باید وابستگی فناوری را به حمایت‌ها از بین برد و فناوری را در بازار رقابتی و غیر حمایتی تنها گذاشت.

در موتور سیستم سازی، برای اولین بار هر هفت کارکرد نظام نوآوری فناورانه وارد عرصه عمل می‌شوند. کارکردهای توسعه و انتشار دانش، فعالیتهای کارآفرینی، جهت‌دهی به سیستم، بسیج منابع و مشروعیت بخشی همچنان از موتورهای قبلی باقی مانده، اما تغییراتی در تعامل میان آن‌ها صورت می‌پذیرد. مهم‌ترین کارکردی که در این موتور برای اولین بار به صورت پر قدرت ظاهر می‌شود، کارکرد تشکیل بازار است که نقشی اساسی در این موتور بر عهده دارد. کارکرد مشروعیت بخشی (از راه ایجاد شبکه‌های حمایتی میان کارآفرینان)، مهم‌ترین نقش را در تحقق اهداف این موتور بر عهده دارد. روند سیستم سازی، یک روند تکاملی است و یک ترتیب و توالی خاصی بر ظهور و بروز کارکرد حکم‌فرماست. این توالی به صورت زیر است:

بر اساس آنچه از توالی کارکردها بیان شد، موتور سیستم سازی از چهار حلقه اصلی (جدید) تشکیل شده است. دو حلقه اول این موتور در اثر رایزنی‌های سیاسی قدرت می‌گیرد

و با حمایت‌های دولتی ایجاد می‌شود. اولین حلقه از تعامل کارکردهای ۱، ۷ و ۴ به وجود می‌آید. این حلقه به جهت‌گیری‌های کلان غیر پروژه محور، اما با وابستگی دولتی می‌انجامد. یادآوری می‌شود که تاکنون کارآفرینان برای تأمین نیازهای خود، به رایزنی‌های سیاسی پراکنده می‌پرداختند و مطالبات خود را دنبال می‌نمودند؛ اما در این موتور، کارآفرینانی که تا این مرحله وارد نظام نوآوری فناورانه شبکه‌های فناوری شده‌اند و فعالیت‌ها و اقدام‌هایی نیز به انجام رسانده‌اند (ک ۱)، شبکه‌هایی به صورت رسمی (اتحادیه‌ها، انجمن‌ها و...) در میان خود ایجاد می‌نمایند (ک ۷).

دومین حلقه از توالی میان کارکردهای ۱، ۷ و ۶ ایجاد می‌شود. این حلقه نیز منجر به تأمین منابع مورد نیاز به صورت غیر پروژه محور ولی با وابستگی به رایزنی‌های سیاسی می‌شود. حلقه دوم موتور ساختاردهی، از راه بازار فعال می‌گردد و وابستگی به حمایت‌های دولتی در آن دیده نمی‌شود. حلقه‌های سوم این موتور ناشی از تعامل کارکردهای ۱، ۷، ۵ و ۶ است که هدف تأمین منابع را از مسیر بازار دنبال می‌کند. در نهایت حلقه چهارم هم از تعامل کارکردهای ۱، ۷، ۵ و ۴ به دست می‌آید که به دنبال جهت‌دهی و برنامه‌ریزی کلان با محرک بازار است.



شکل ۲-۱۰: توالی کارکردهای موتورهای ساختاردهی

سه تفاوت مهم میان این موتور و موتور کارآفرینی وجود دارد. اول این که بنگاه‌هایی که در این موتور مشغول انجام فعالیت‌های کارآفرینی هستند هوشمندانه و هدفمند اتحادیه‌هایی استراتژیک برای تأثیر بر جهت‌دهی به سیستم، مشروعیت بخشی، تشکیل بازار و بسیج منابع تشکیل می‌دهند. دوم این که فعالیت‌های انجام شده در کارکردهای مختلف از حالت

وابستگی به یک پروژه خاص رها شده و هدف، تأثیرگذاری بر توسعه کلی نظام نوآوری فناورانه است. در نهایت، سومین تفاوت این موتور با موتور کارآفرینی نیز کم کردن حمایت‌های دولت در توسعه نظام نوآوری فناورانه و واگذار کردن روند توسعه به نیروهای بازار و رقابت‌های موجود در آن است.

**- موتور بازار:** هنگامی که در موتور سیستم سازی برای اولین بار با تشکیل بازار سعی شد تا روند توسعه نظام نوآوری فناورانه از وابستگی به حمایت‌های دولتی آزاد شود و بر مبنای جذابیت‌های واقعی موجود در بازار، توسعه پیدا نماید، این نگرانی وجود داشت که کارآفرینان به تنهایی قادر به ایجاد این بازار نخواهند بود. بر همین اساس، شبکه‌هایی میان آن‌ها ایجاد شد تا با لابی‌های حمایتی حاصل از این شبکه‌ها، اقدام‌هایی در جهت تشکیل اولیه بازار به انجام برسد. با گذشتن مدتی از عمر موتور ساختاردهی و محقق شدن اهداف آن، بازار فناوری به حدی از توانایی رسید که بتواند روی پای خود بایستد و از هرگونه حمایت مستقیمی بی‌نیاز شود؛ بنابراین، اکنون باید نظام نوآوری فناورانه را که از آمادگی برخوردار است، در بازاری بدون حمایت از سوی هیچ گروهی تنها گذاشت. این مهم با انجام فعالیت‌های موتور بازار محقق خواهد شد. هدفی که در این موتور دنبال می‌شود، این است که نظام نوآوری فناورانه به عنوان بخشی از سیستم‌های تولیدی موجود به حساب آید، به گونه‌ای که فناوری بدون حمایت دولتی و تنها با جذابیت‌های بازار توسعه یابد.

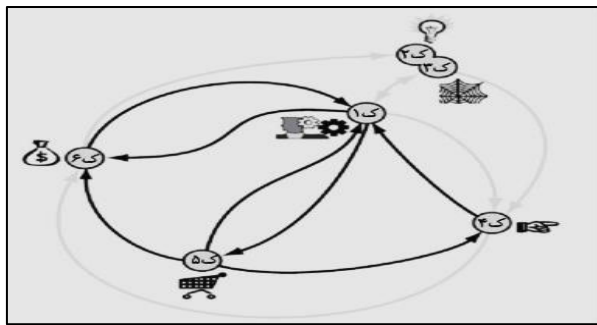
در این موتور تمام کارکردها به جز کارکرد مشروعیت بخشی محقق می‌شوند. علت این موضوع نیز این است که در این مرحله از بلوغ سیستم، انجام فعالیت در کارکرد تشکیل بازار، نیازمند حمایت و پشتیبانی شبکه‌های کارآفرین و دولت نیست. برقراری توالی خاص میان این کارکردها، نقش موتور بازار را برای آن‌ها ایجاد می‌نماید.

در این موتور چهار حلقه جدید فعال وجود دارد؛ اولین حلقه از توالی ک ۱ و ک ۵ ایجاد می‌شود. این حلقه از یک طرف به ایجاد جذابیت در بازار کمک می‌کند و از طرف دیگر ورود کارآفرینان جدید را شدت می‌بخشد. حلقه دوم از توالی ک ۵، ک ۴، ک ۱ و دوباره ک ۵ به وجود می‌آید. حلقه سوم از تعامل کارکردهای ک ۱، ک ۵، ک ۶ و ک ۱ پدید می‌آید که هدف تأمین منابع برای کارآفرینان را دنبال می‌کند.

نکته‌ای که در این موتور باید به آن توجه داشت، این است که فعالیت موتور بازار می‌تواند



منجر به پدید آمدن بازار جذاب گردد، ولی لزوماً وجود بازاری جذاب و تازه نشانه‌ای از ظهور و فعالیت موتور بازار نیست. آنچه با ظهور موتور بازار رخ می‌دهد و ممکن است به عنوان شرط لازم و کافی در شناسایی آن تلقی شود، توسعه فناوری موجود به عنوان یک سیستم پایدار است. وجود یک سیستم پایدار در ارائه فناوری تنها در صورت راه‌اندازی موتور بازار به وقوع می‌پیوندد، ولی وجود بازار جذاب و تازه برای فناوری، در هر برهه دیگر مانند زمان فعالیت موتور کارآفرینی نیز ممکن خواهد بود.



شکل ۱-۲: توالی کارکردها در موتور بازار

مطالعات موردی با رویکرد سورس در حوزه موتورهای نوآوری در ایران به مراتب کمتر از دو رویکرد قبلی برگگ و هکرت انجام شده است. برای مطالعه در این مورد می‌توان به مقاله تقوا فرد و همکاران (۱۳۹۵) مراجعه شود.

## ۳.۲ بخش سوم: ارزیابی تبعات سیاست‌های توسعه فناوری

شناخت تبعات یا آثار درازمدت سیاست‌ها از شناخت آثار میان‌مدت هم دشوارتر است. بخش سوم این فصل به معرفی دستگاه‌های نظری می‌پردازد که ارزیابی تبعات درازمدت سیاست‌های توسعه فناوری با ملاحظات محیط زیستی را ممکن می‌سازد و چون نظام‌های نوآوری فناورانه به محیط اقتصادی و اجتماعی خود عنایت ندارند، با این نظریه، تأثیر درازمدت سیاست‌های توسعه فناوری در بستر اجتماعی-اقتصادی قابل شناخت نیست. از همین جا است که دسته دیگری از الگوهای نظری که نظریات نوآوری در نظام و یا چشم‌انداز چند سطحی<sup>۱</sup> و یا مدیریت‌گذار<sup>۲</sup> نام گرفته‌اند، وارد حوزه تدوین سیاست‌های نوآوری می‌شوند و پیوند سیاست‌های توسعه فناوری را با ملاحظات محیط زیستی در چند سطح شناسایی می‌کنند (اپهام، ۲۰۱۴).<sup>۳</sup> اپهام از الگوی چشم‌انداز چند سطحی استفاده می‌کند و می‌گوید که سیاست‌های مواجهه با تغییر آب و هوایی در سه سطح قابل مشاهده هستند؛ سیاست‌های ایجاد تغییر رادیکال فناوری و سازمان<sup>۴</sup> در سطح جا گوشه<sup>۵</sup>، سیاست‌های تغییرات تدریجی فناوری و سازمان<sup>۶</sup> در سطح رژیم و سیاست‌های انتشار فناوری<sup>۷</sup> در سطح دورنما<sup>۸</sup> (اپهام، ۲۰۱۶).

### ۳.۲.۱ مدیریت‌گذار و قلمرو نظام فنی-اجتماعی<sup>۹</sup>

به غیر از چارچوب‌های نظری مرتبط با نظام کارکردی فناوری، انگاره‌های نظری دیگری وجود دارند که ابزار تحلیلی مشخصی برای درک و تبیین روند ایجاد و گسترش نوآوری ارائه می‌دهند. بیش‌تر این چارچوب‌ها متعلق به نگرش‌هایی است که این فرآیند را از دید کلان تحولات اجتماعی، سیاسی، سیاستی، فناورانه می‌نگرند.

تغییر و تحول نظام‌های فنی-اجتماعی، پیشتر، موضوع مطالعه بسیاری از صاحب‌نظران بوده و با عنوان‌های مختلف بررسی شده است: از جمله انقلاب‌های فناوری (کارلتا پرز، ۲۰۰۲)، گذار فناوری (گیلز، ۲۰۰۴؛ ۲۰۰۲؛ ۲۰۰۵؛ ۲۰۱۸). صاحبان نگرش‌های متفاوت برای تحول فناوری، مسیرهای گذار متفاوتی پیش‌بینی کرده‌اند. یکی از این نگرش‌ها، نگرش

1 Multilevel perspective (MLP)

2 Transition Management (TM)

3 Upham, 2014

4 Original policies

5 Startegic Niche Management

6 Reframing policies

7 Diffusionist policies

8 landscape

9 Socio-technical systems

چشم‌انداز چند سطحی<sup>۱</sup> است. در این نگرش، به جای یک مسیر، مسیرهای متفاوت برای گذار پیش‌بینی می‌شود. در نگرش چشم‌انداز چند سطحی، تحول نتیجه همسویی چندین فرآیند توسعه تلقی می‌شود.

دیدگاه موسوم به دیدگاه چشم‌انداز چند سطحی معتقد است نوآوری در یک شبه انکوباتور یا جاویژه<sup>۲</sup>، رشد می‌یابد و سپس با استفاده از فرصتی که فشار تحول بستر اجتماعی بر رژیم فناوری<sup>۳</sup> فراهم آورده، فرصت جایگزینی پیدا می‌کند.

در این نگرش، علاوه بر نظام علوم و فناوری به مصنوعات، دانش، سرمایه و کار و معانی فرهنگی توجه می‌شود. در قبل گفتیم که مهم‌ترین حسن نگرش نظام نوآوری فناورانه مطالعه «پویایی نظام‌ها» است. در این نگرش، پویایی نظام فناورانه نوین در مقابل ایستایی نظام حاکم قرار می‌گیرد.

کلید واژه‌های اصلی این ادبیات عبارت‌اند از: اول، اصطلاح‌های «نوآوری- جا ویژه<sup>۴</sup>»، دوم، رژیم‌های اجتماعی- فنی<sup>۵</sup> و سوم، مفهوم «دورنما<sup>۶</sup>» از نظر نگرش چند سطحی مجموعه دانش، مهارت‌های مهندسی فناوری فرآیندهای تولید، خصوصیات محصول، مهارت‌ها و فرآیندها، نیازهای نهادینه شده مصرف‌کننده نهادها و زیرساخت‌ها یک رژیم فناوری را تشکیل می‌دهد. کلیدواژه اصلی برای تفاوت‌گذاری بین حوزه رژیم و جاویژه درجه ساخت‌مندی<sup>۷</sup> بوده که کلید واژه‌ای بر گرفته از نظریه آنتونی گیدنزو گیلز (۲۰۰۴)<sup>۸</sup> و (۲۰۰۷) به مفهوم درجه نهادینه شدن روابط درونی است. نهادینه شدن روابط، هم به معنای محدود کردن فرآیند رشد فناوری است و هم به معنای توانمندسازی آن برای تغییر. به عبارت دیگر ساخت‌مندی یک نوع محدودیت توانمندساز<sup>۹</sup> است که فرآیند رشد را در چارچوب تعیین‌شده‌ای هدایت و تسهیل می‌کند (میرعمادی، ۱۳۹۶ الف)

ویژگی سطح رژیم فناوری، درجه ساخت‌مندی بالا است. سطح جا ویژه درجه ساخت‌مندی بسیار پایینی دارد. به همین دلیل حوزه فناوری رژیم، با ثبات و حوزه جا ویژه به شدت بی‌ثبات و فاقد هرگونه قواعد بازی است. در مورد کیفیت نوآوری نیز باید گفت که درحالی‌که

1 Multi-level perspective"

2 Niche

3 Socio-technical regimes

4 Innovation-nitche

5 Socio-technical Regime

6 Landscape

7 structuration

8 Giddens Anthony (1984). Geels Frank (2004).

9 Enabling constraint

نوآوری‌های انباشتی در حوزه رژیم قرار می‌گیرد، حوزه جا ویژه، حوزه نوآوری‌های رادیکال است.

نگرش مرتبط دیگر، مدیریت دوره گذار<sup>۱</sup> است که از سوی راتمن و کمپ<sup>۲</sup> معرفی شده و هدف از آن تحلیل فرآیند تکامل هماهنگ<sup>۳</sup> بین توسعه فناوری و تحول در نهادهای اجتماعی است. گیلز نیز در اثر مهم خود به نام «گذار فناوری و نوآوری فناورانه»<sup>۴</sup> به مبحث مدیریت گذار پرداخته و آن را از دیدگاه تحول اجتماعی بررسی کرده است. در این نگرش، «محور اصلی مطالعه فرآیند گذار از یک نظام اجتماعی - فنی به نظام دیگر است»؛ بنابراین در اینجا منظور، نوآوری در حوزه نظام است که موضوعی جامع و بسیار وسیع‌تر از حوزه‌های نوآوری فرآیندی و محصولی است.

در ادبیات، نوآوری در نظام در سطوح مختلف مطرح شده است؛ در سطح شرکت، ملهم از نظریه قدیمی پیوند انسان- ماشین در محل کار است که نخستین بار در مکتب تاویستاک<sup>۵</sup> مطرح شد (گیلز، ۲۰۰۵).<sup>۶</sup>

در نظریه گیلز، نوآوری در نظام در سطح جامعه انسانی طرح می‌شود. فناوری و مصنوعات صنعتی به‌تنهایی نمی‌توانند کارکردهای اجتماعی داشته باشند؛ بنابراین نقطه عزیمت مطالعه باید انسان‌ها و روابط اجتماعی آنان و نه مصنوعات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری فناورانه<sup>۷</sup> باشد؛ چرا که در موقعیت‌های زندگی واقعی (خانه، محل کار، اجتماع، کارخانه‌ها) ما هرگز با مصنوعات به صورت تجریدی روبه‌رو نیستیم، بلکه همیشه با آن‌ها در بستر زمینه‌های اجتماعی تعامل می‌کنیم؛ بنابراین واحد تحلیل مناسب ترکیب و تعاملی بین امر فناورانه<sup>۸</sup> و امر اجتماعی<sup>۹</sup> است؛ اما این ترکیب شامل چه اجزایی است. گیلز می‌گوید ترکیب مورد نظر او، شامل عناصر اجتماعی مانند قوانین و مقررات، بازار و کنش استفاده‌کنندگان، نظام مفاهیم فرهنگی و عناصر سخت‌افزاری تأسیسات زیربنایی، شبکه‌های تعمیرات و نگهداری و نرم‌افزاری مانند روال‌های کاری و. است که به نام نظام اجتماعی- فنی خوانده می‌شود، در شکل بعدی، نظام فنی- اجتماعی و عناصر متعامل آن دیده می‌شوند.

1 Transition management

2 Rotmans, J. Kemp. A. 2001.

3 Co-evolution

4 Geels Frank 2005.

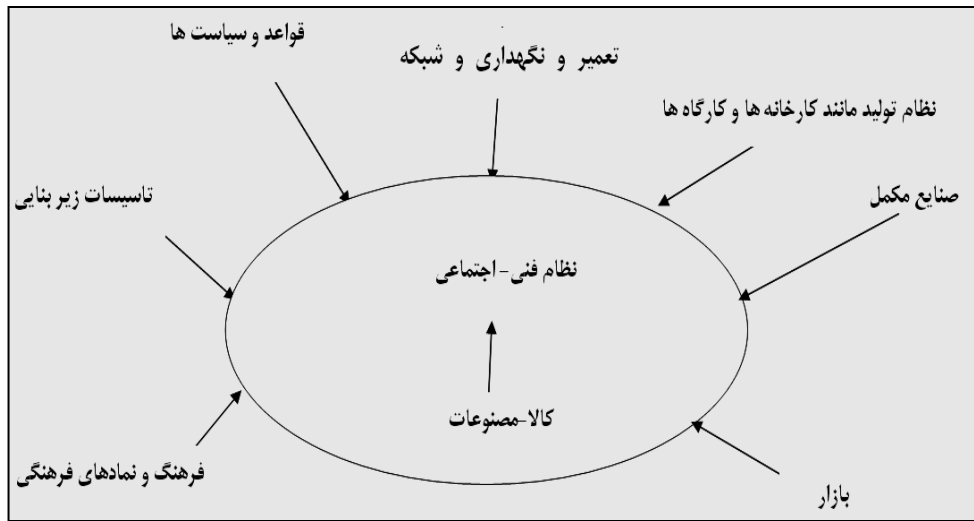
5 Tavistock school

6 Geels 2005.

7 Technological artifacts

8 The Technical

9 The Social



شکل ۲-۱۲: نظام فنی-اجتماعی و عناصر متعامل آن

منبع: گیلز (۲۰۰۵)

### ۲.۳.۱. نحوه گذار از یک نظام نوآوری به یک نظام دیگر

#### الف: مفاهیم کلیدی:

مفهوم رژیم اجتماعی-فنی، صورت تکامل یافته مفهوم نلسون-ویتنر (۱۹۸۲)<sup>۱</sup> که در رابطه با رژیم‌های فناورانه معرفی شده است. منظور از رژیم‌های فناورانه، روتین‌های معرفتی مشترک در یک جامعه مهندسی است که به وسیله آن، توسعه فناوری بر اساس الگوی مسیرهای فناوری<sup>۲</sup> توضیح داده می‌شود. جامعه‌شناسان در تکمیل چنین مفهوم پردازی، عوامل اجتماعی مانند قوانین و مقررات، لابی‌های فشار، دولت و منافع دانشمندان را در این تکوین و تکامل مؤثر می‌دانند؛ بنابراین مفهوم رژیم فنی-اجتماعی علاوه بر جامعه مهندسان، گروه‌های دیگر اجتماعی را در برمی‌گیرد و به روال‌ها و رویه‌های دیگر، مانند قوانین و مقررات و نرم‌های اخلاقی توجه می‌کند. مجموعه این رویه‌های درهم پیچیده، ساخت‌مندی آن رژیم را تشکیل می‌دهد که نوآوری فناورانه در مسیری مشخص تسهیل کرده و از توجه به نوآوری‌های خارج از آن راه عدم سرمایه‌گذاری ممانعت به عمل می‌آورد.

1 Nelson, R. R., Winter, 1982.

2 Technological trajectory

اما مفهوم محوری دیگر، مفهوم دوگانه نوآوری- جا ویژه است که در سطح خرد، نوآوری‌های رادیکال را به وجود می‌آورد. نوآوری رادیکال به دلیل بنیاد ضعیفی که از نظر بازار و درآمد اقتصادی دارد، با منطق اقتصادی رژیم‌ها دچار مشکل می‌شود. از این جهت نیازمند حمایت و تغذیه به وسیله سازوکاری غیر از بازار است. کارکرد جا ویژه‌ها این است که مانند بستر نشو و نمو یا انکوباتور از این نوآوری‌های رادیکال حفاظت کند؛ بنابراین نوآوری‌های رادیکال در شبکه‌ای از بازیگران خارج از شبکه اصلی در حوزه محدودی، دوران تکوین خود را می‌گذرانند؛ بدون این که سازوکارهای انتخاب بازار بتوانند آن‌ها را از دور خارج کنند (گیلز و سات، ۲۰۰۷).<sup>۱</sup>

«دورنما»، مفهوم کلیدی دیگری است که سطح سوم تحلیل ما را می‌سازد. دورنما محیطی است که در خارج از حوزه تأثیر رابطه بین رژیم و جا ویژه و به‌طور کلی خارج از حوزه مدیریت گذار قرار دارد؛ اما خود قادر است که در آن‌ها تأثیر عمیقی بگذارد؛ به‌طور مثال، بستر اقتصاد کلان جامعه، تغییرات جمعیت شناختی و یا نهادهای فرهنگی ریشه‌دار در جامعه جمله فرآیندهای موجود در دورنما هستند. معمولاً اما نه همیشه تغییر در این عوامل، به دنبال تغییر ده‌ها پارامتر در طول زمان طولانی امکان‌پذیر است. چشم‌انداز چند سطحی معتقد است که فرآیند گذار حاصل تعامل این سه سطح است:

در سطح خرد، نوآوری رادیکال در جا ویژه دوران نشو و نمای خود را می‌گذراند و عملکرد اقتصادی خود را بهبود می‌بخشد. در همین زمان نیز توجه پاره‌ای از گروه‌های صاحب نفوذ در بازار (مصرف‌کننده- تولیدکننده) را به خود جلب می‌کند.

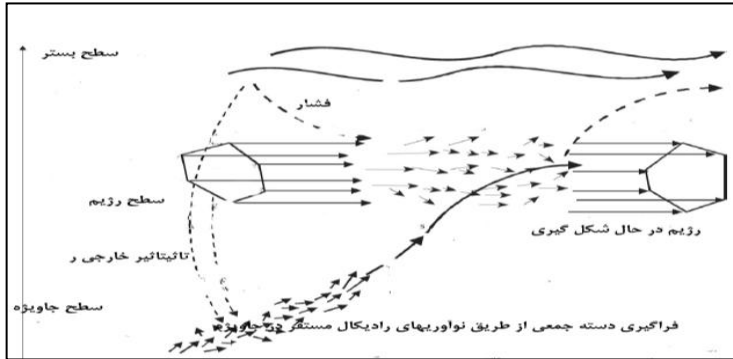
در سطح کلان، تحولات بطئی در دورنما در مقطعی باعث فشار به رژیم‌های اجتماعی- فنی شده و تاب‌آوری او را در برابر این فشار کاهش می‌دهد. این امر خود بی‌ثباتی در رژیم را موجب شده و روزه‌های فرصت برای توسعه بازاری جا ویژه‌های تا حدودی پیشرفته و الحاق احتمالی آن‌ها به سطح رژیم را فراهم می‌آورد.

بنابراین در این نگرش دو نوع فرآیند تحول وجود دارد که البته از هم مستقل بوده ولی در تعامل با یکدیگر، بر هم تأثیر می‌گذارند. این دو تحول عبارت‌اند از: اول؛ تحول فناوری در جا گوشه‌ها، دوم؛ تحول غیر فناوری که در دورنما رخ می‌دهد.

از آنجا که تغییرات رادیکال در سطح خرد و در سطح جاویژه رخ می‌دهد که از نظر فناوری

1 Geels Farnk and Johan Schot, 2007

در مرحله جنینی قرار دارد، به خودی خود نمی‌تواند تهدیدی برای رژیم‌های اجتماعی- فنی باشد؛ اما زمانی که این تغییرات به سطح قابل قبولی برسد و با فشار تغییرات دورنما بر رژیم مصادف باشد، خود به عاملی برای تحول در رژیم تبدیل می‌شود (گیلز-شات، ۲۰۰۷).



شکل ۲-۱۳: چشم‌انداز چند سطحی گذارها

منبع گیلز شات، ۲۰۰۷: ۴۰۱

در شکل بالا، در دو محور مختصات زمان و درجه ساخت‌مندی<sup>۱</sup>، سه سطح جا ویژه، رژیم و دورنما نشان داده می‌شود. تغییر در جاویژه در سطح خرد و به صورت بنگاهی صورت می‌گیرد و در سطحی بالاتر از نظر ساخت‌مندی، وارد شبکه‌های حاشیه‌ای رژیم می‌شود و در زمان مناسب مسیر تغییر رژیم را هدایت می‌کند. در این مسیر تغییرهای دورنما سهم اصلی را دارند. فشارهای متفاوت دورنمای اجتماعی- فنی بر رژیم، زمان مناسب را برای تحول رژیم حاکم به وجود می‌آورد.

تأثیرات تغییر دورنما بر رژیم، خود می‌تواند از نظر تواتر و سرعت دسته‌بندی شود:

الف: تغییرهایی که بسیار بطئی هستند؛ مانند تغییرات جمعیت شناختی؛ افزایش جمعیت کشورها و یا فرهنگ مصرف آن‌ها؛

ب: تغییرهایی که سرعت و تواتر متوسطی دارند؛ مانند تغییر در اقتصاد کلان و تجارت کشورها؛

ج: تغییرهایی که سریع هستند و به رژیم اجتماعی- فنی شوک عظیمی وارد می‌کنند؛ مانند بحران در بازار مالی ۲۰۰۹ و یا سونامی- زلزله اخیر در ژاپن در سال ۲۰۱۱.

1 Transition Management (TM)

## ب: گونه‌شناسی<sup>۱</sup> مسیر گذار

در این چارچوب، مسیر گذار از یک رژیم اجتماعی- فنی به رژیمی دیگر، یک مسیر تک‌خطی نیست و با این که با عامل درجه ساخت‌مندی سه سطح تحلیلی از هم شناخته شده است، ولی بر اساس نحوه تعامل، این سه سطح با یکدیگر مسیر خاصی از گذار را ترسیم می‌کنند و به گونه خاصی از مسیر گذار ختم می‌شوند (گیلز و شات، ۲۰۰۷). تأثیر دو سطح جاویژه- نوآوری و دورنمای اجتماعی- فنی را در محور زمان‌بندی تعامل و طبیعت تعامل تقسیم می‌کند:

- **زمان‌بندی تعامل:** زمان‌بندی تعامل دورنما و جاویژه - نوآوری در ترسیم گونه‌ی مسیر گذار رژیم اجتماعی - فنی بسیار مؤثر است. اگر فشار دورنما در زمانی باشد که هنوز رابطه نوآوری- جاویژه استقرار کامل نیافته باشد، با زمانی که این روابط، بطور کامل تثبیت شده باشد، مسیر گذار رژیم متفاوت می‌شود. یادآوری می‌شود که مفهوم تثبیت و استقرار نوآوری در محیط جاویژه با محیط رژیم تفاوت کامل دارد؛ بنابراین شاخص‌های نمایانگر تثبیت و استقرار در جاویژه همان شاخص‌های رژیم نیستند. با این حال می‌توان برای عینی کردن این فرآیند به شاخص‌های دیگری مانند فاکتورهای زیر اشاره کرد:

الف- فرآیند یادگیری در طراحی محصول.

ب- ارتباط بازیگران عمده به شبکه‌های یادگیری

ج- مدیریت انتظارات و افزایش انتظار برای بهبود سریع

د- به وجود آمدن بازار جاویژه و کسب تا حدود پنج درصد بازار مصرف.

- **طبیعت تعامل:** عامل بعدی، طبیعت تعامل است. سؤال اینجا است که آیا تغییرهای دورنما بر رژیم اجتماعی- فنی تأثیر تقویت‌کننده رژیم را دارد و یا اخلال‌گر است؟ از سوی دیگر تحولات نوآوری- جاویژه نیز می‌تواند دو نوع رابطه را با رژیم برقرار کند: به عنوان یک رقیب با رژیم موجود، با افزایش سطح فراگیری و تثبیت خود به آن ضربه بزند یا این که در نقش مکمل در طول مسیر گذار، آن را اصلاح کرده و موقعیت آن را تحکیم بخشد.

با ترکیب این دو عامل به چهار نوع مسیر گذار خواهیم رسید که عبارت‌اند از:

<sup>1</sup> Typology of socio-technical transition pathways



گذار تحول<sup>۱</sup>، ناراستایی<sup>۲</sup> - همراستایی<sup>۳</sup>، تجدید سامان<sup>۴</sup> و بالاخره جایگزینی فناوری (گیلز و شات، ۲۰۰۷)<sup>۵</sup>.

- **مسیر گذار صفر، سناریوی بدون تغییر:** اگر هیچ نوع فشار خارجی دورنما بر رژیم نباشد، رژیم، متعادل باقی می‌ماند و خود را باز تولید می‌کند. در این شرایط ممکن است جاویژه- نوآوری وجود داشته باشد، اما فرصتی برای تأثیرگذاری بر رژیم را پیدا نمی‌کند. البته ممکن است در داخل رژیم مشکلاتی وجود داشته باشد، اما تصور عمومی بر این است که رژیم دارای ظرفیت بالایی از نظر حل مشکلات است و می‌تواند برای هر مسئله‌ای پاسخ بیابد. رژیم‌های متعادل، دارای پویایی داخلی هستند؛ شرکت‌ها در بازار رقابت می‌کنند؛ سرمایه‌گذاری در توسعه محصولات جدید انجام می‌شود؛ تغییر صاحبان شرکت‌ها پیش می‌آید؛ اما همه این تغییرات در چارچوب حفظ نظام انجام می‌شود و مسیر آن‌ها از قبل پیش‌بینی شده است. نوآوری‌های انباشتی، عملکرد رژیم را تدریجی افزایش می‌دهند. بخش مهمی از رشد اقتصادی مدیون رشد بهره‌وری است که به شکل انباشت غیرمرئی بهبود حاصل از تغییرات جزئی فرآیند و محصول و سازمان انجام می‌شود و در نهایت به رفاه مصرف‌کننده می‌انجامد.

- **مسیر گذار اول- مسیر تحول:** در این سناریو، فشار اندکی از سوی دورنمای اجتماعی - فنی وجود دارد؛ درحالی‌که نوآوری- جاویژه هنوز به مرحله‌ای نرسیده که بتواند در تغییر رژیم مؤثر باشد؛ بنابراین، بازیگران رژیم به فشار واکنش نشان داده و با بهبود تدریجی نظام اجتماعی- فنی، رژیم مسلط را متحول می‌سازند. در قبل گفتیم که در این مرحله، فشار متوسطی بر رژیم از سوی دورنما احساس می‌شود. در این مرحله نوآوری- جاویژه نمی‌تواند از پنجره فرصت استفاده کند؛ زیرا هنوز به اندازه کافی توسعه نیافته است. البته تغییر در دورنما تنها زمانی تأثیرگذار است که از سوی بازیگران رژیم احساس شود و نسبت به آن واکنش نشان داده شود. گروه‌های فشار و جنبش‌های اجتماعی، ممکن است فشارهای اجتماعی را در مطالبات خود انعکاس دهند. آن‌ها، با بسیج افکار عمومی و لابی کردن افراد پرنفوذ، افکار عمومی را شکل می‌دهند و خواستار راه حل اجتماعی برای آن می‌شوند. کارشناسان و محققان خارج از رژیم نیز ممکن است

1 Transformation

2 De-alignment

3 Re-alignment

4 Reconfiguration

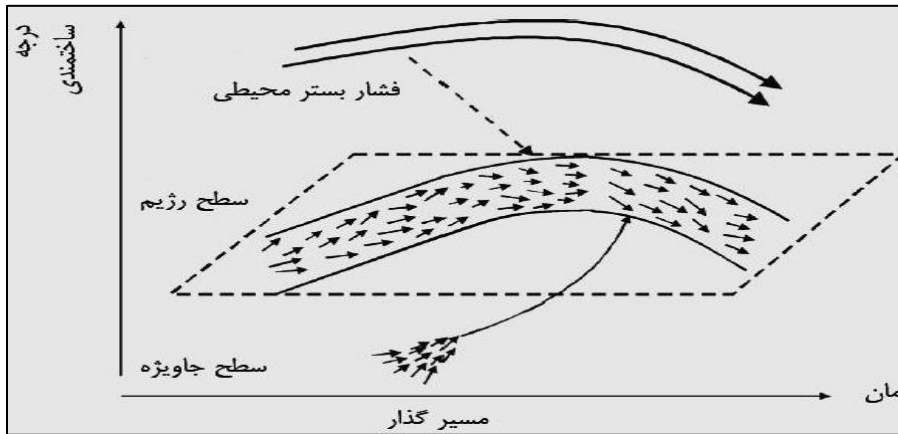
5 Technological substitution

سناریوهای جایگزین با فناوری یا رویه‌های کاری مشابه معرفی کنند. سناریوهای مشابه ممکن است بتواند ادراک بازیگران داخل رژیم را عوض کند و به تغییر جریانات نوآوری بیانجامد.

درس مهم از این الگو آن است که تغییر در دورنما، بلافاصله و به صورت مستقیم به تحول رژیم فناوری تبدیل نمی‌شود. این تغییرات باید در ادراکات بازیگران رژیم منعکس شود و باعث تردید آن‌ها در پایداری رژیم گردد. فرآیند تغییر، بسیار آشفته و بی‌نظم و با جنگ قدرت و تعارضات اجتماعی فراوان روبه‌رو است. معمولاً گروه‌های اجتماعی بر سر مواضع خود می‌ایستند و بر سر منافع خود با دیگران به تقابل می‌پردازند. پویایی اجتماعی در این راه بسیار اهمیت دارد. نهادهایی که بتوانند پویایی اجتماعی را نهادینه کنند و باعث شوند که گروه‌های اجتماعی تحول خواه در چارچوب نهادهای مشروع نظام، مطالبات خود را پیگیری کنند و بدین سان باعث تحول در رژیم اجتماعی - فناوری گردند.

در مقابل گروه‌های اجتماعی بیرون از رژیم، بازیگران داخل رژیم نیز از توانایی‌های انطباق خود استفاده می‌کنند تا مسیر توسعه فناوری را تغییر دهند. همین امر در پاره‌ای از مواقع به توسعه فناوری منجر می‌شود. بعضی از این تغییرات با محیط دگرگون شده دورنما سازگاری بهتری پیدا می‌کنند و زمانی که این تحولات پدیدار می‌شود، رژیم را از داخل تغییر می‌دهد؛ بنابراین تحول نهادی - اجتماعی و روند تحول فناوری در آن واحد، در یک فرآیند هم‌تکاملی همدیگر را تقویت می‌کنند.

در این راه و در اثر انطباق و تغییر مسیرهای تدریجی، رژیم‌های نوین از درون رژیم قبلی سر برون می‌آورد. شکل بعدی نشان می‌دهد که در این وضعیت، رژیم موجود همچنان باقی می‌ماند، اما بر اثر تغییرات حاصل ممکن است در شبکه اجتماعی آن تغییرهایی به وجود آمده باشد. به علاوه ممکن است اگر فاصله بین سطح دانشی داخلی و خارجی (سطح دانش در جاویژه) زیاد نباشد، رژیم موجود بتواند دانش جاویژه را به داخل منتقل کند. در این صورت دانش و نوآوری حاصل در جاویژه باعث اختلال در ساختار اصلی رژیم نمی‌شود و حتی آن را تقویت هم می‌کند.



شکل ۲-۱۴: مسیر گذار اول

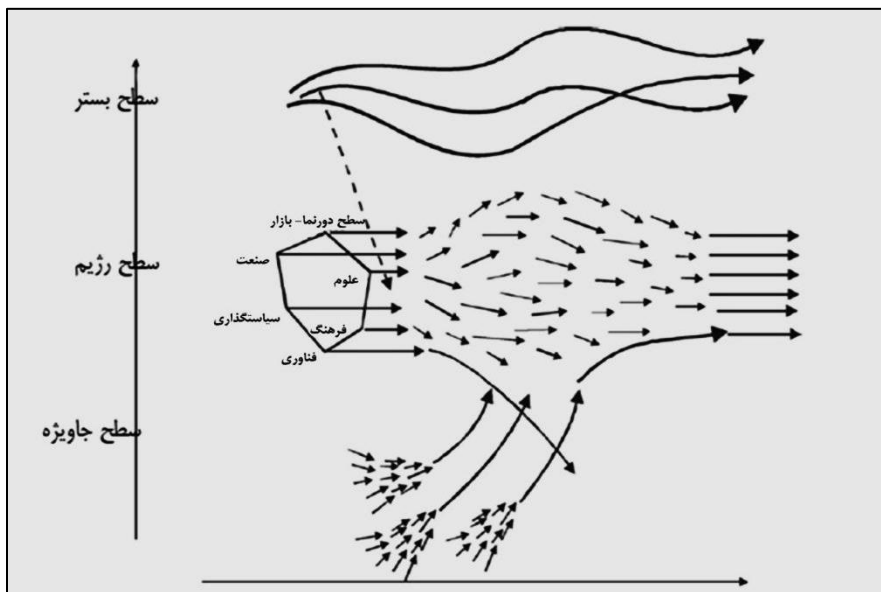
منبع: گیلز-شات ۲۰۰۷

**مسیر گذار دوم؛ گذار ناراستایی - هم‌راستایی:** اگر تغییر در دورنمای فرهنگی- فناوری شدید، ناگهانی و عظیم باشد (شبيه به فرو ریختن بهمن)، مشکلات رو به تزاید در درون رژیم ممکن است باعث شود بازیگران اعتماد خود را نسبت به آینده رژیم از دست بدهند. این امر باعث از فرسایش و هم‌گسیختگی رژیم خواهد شد. حال اگر نوآوری- جاویژه به اندازه کافی توسعه نیافته باشد، جانشین اصلی و بلامنازعی هم وجود نخواهد داشت و باعث می‌شود که چندین نوآوری با هم بر سر جانشینی رژیم به رقابت بپردازند و در نهایت یک نوآوری- جاویژه حاکم می‌شود تا همه عناصر رژیم همسو سازد.

در این مسیر گذار، رژیم تحت فشار جدی و سریع دورنما قرار خواهد گرفت ممکن است مشکلات زیادی را در رابطه با سقوطها، فرسایشها تجربه کند. بخصوص تغییرات بهمن وار دورنما ممکن است اصولاً فروپاشی رژیم را به همراه داشته باشد. در این شرایط، بازیگران اعتماد خود را از دست می‌دهند و از رژیم موجود دفاع نمی‌کنند. به همین دلیل سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کاهش می‌یابد و بی‌ثباتی باعث نا اطمینانی نسبت به بهینه کردن مسیرهای موجود از طریق نوآوری می‌شود (تدوین قوانین و مقررات، معیارهای انتخاب، ترجیح مصرف‌کننده). به‌طور نمادین می‌توان گفت که تهی شدن رژیم به یک خلاء می‌انجامد، اما در این مسیر، هنوز نوآوری در جاویژه به صورتی رشد نکرده است که به عنوان یک بدیل مسلم از جاویژه، بتواند این خلاء را پر کند. برعکس، خلاء باعث به وجود آمدن جاویژه- نوآوری متعدد از سوی بازیگران بیرون رژیم و در نهایت موجب تنوع بازیگران رژیم

خواهد شد.

فقدان یک بدیل مناسب، باعث کشف راه‌های متعدد و مسیرهای متنوع از توسعه فناوری می‌شود. همین امر (تنوع مسیرهای فناوری) نا اطمینانی بیش‌تری را ایجاد می‌کند و مدعیان زیادی به وجود می‌آیند و یک دوره طولانی از بی‌اطمینانی، تجربه‌های متفاوت و رقابت بر سر توجه و منابع وجود خواهد داشت. در نهایت یکی از نوآوری- جاویژه‌ها از رقیبان پیشی خواهد گرفت و بر آن‌ها حاکم خواهد شد. پس از آن است که تمام بازیگران و نهادها برای همسویی و هم‌راستایی با نوآوری حاکم دست به تجدید ساختار خواهند زد.



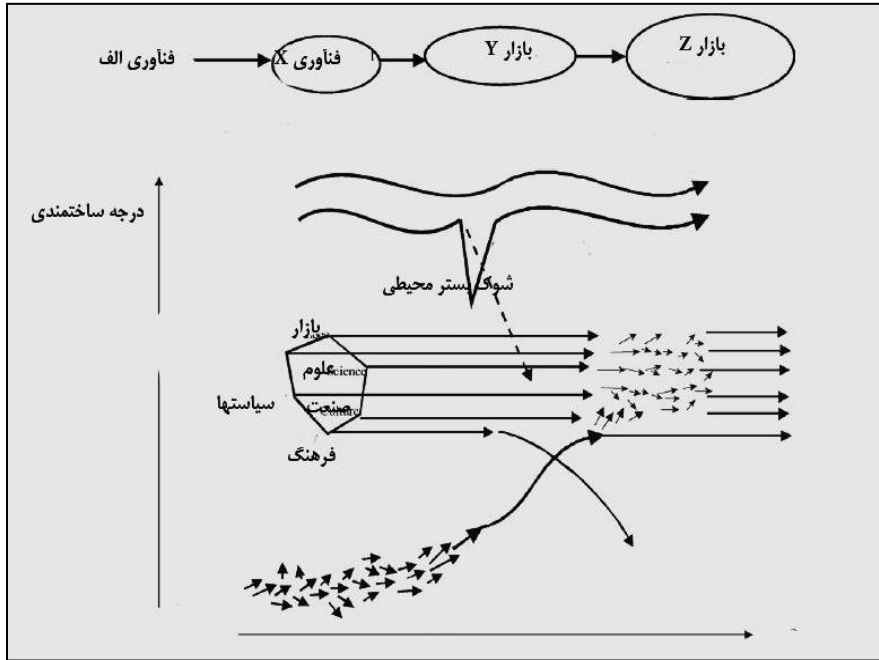
شکل ۲-۱۵: مسیر گذار دوم

منبع: گیلز و شات (۲۰۰۷)

**مسیر گذار سوم؛ جایگزینی فناوری:** سناریوهای قبلی تحول رژیم که تاکنون برشمردیم در مورد موقعیت‌هایی بود که فشارهای دورنمای فرهنگی- فناوری به رژیم باعث اختلال کم و بیش آن می‌شد؛ اما چون نوآوری- جاویژه هنوز به سطحی از توسعه و تکامل نرسیده است، این اختلال باعث جاننشینی کامل فناوری رقیب در جاویژه نمی‌شود. در واقع در صورتی که نوآوری- جاویژه به سطحی از تکامل می‌رسید، بی‌درنگ این جایگزینی انجام می‌گرفت.

در سناریو فعلی برعکس، فرض می‌شود که فناوری در جاویژه به سطح مناسبی از رشد رسیده، اما چون رژیم متعادل و برقرار است، هیچ‌گونه مفری برای خروج از جاویژه ندارد. بازیگران درون رژیم نیز به آینده رژیم امیدوارند و مشکلات حداقلی را با تغییرهایی تدریجی، حل شده می‌بینند و به این دلیل به دنبال راه‌حل‌های ریشه‌ای در جاویژه‌ها نمی‌گردند. اگر فشارهای دورنما نباشد، این وضعیت به حالت ایستا باقی می‌ماند و رژیم می‌تواند با وجود آمادگی نوآوری- جاویژه همچنان به بازتولید خود بپردازد؛ اما اگر از سوی دورنما، یک شوک به رژیم وارد شود - حال شوک، شبیه آوار بهمن باشد و یا حالت تحول اخلاص‌گر را داشته باشد- به تنشی بزرگ در رژیم منجر می‌شود و حاصل آن گشایش یک روزنه فرصت برای فناوری‌هایی است که در جاویژه به انتظار چنین موقعیتی بوده‌اند. با استفاده از این موقعیت فناوری جاویژه به بازار بزرگ‌تر سرایت می‌کند و منتشر می‌شود. (شکل ۲-۱۵)

وقتی که نوآوری وارد بازار اصلی فناوری می‌شود، بازیگران رژیم با هدف بقای خود، به بهبود بهره‌وری خود دست می‌زنند و به صورت زنجیره‌وار تأثیر می‌پذیرند و تحول را پذیرا می‌شوند. از نظر نتیجه، مسیر حاضر با مسیر قبلی (مسیر همسویی و همسویی دوباره) مشابه است. هر دو مسیر به تغییر رژیم‌های اجتماعی- فناوری با فروپاشی رژیم موجود و ارتقای نوآوری در جاویژه می‌انجامد. تفاوت، اما در مسیر این تحول و میزان آمادگی نوآوری- جاویژه است؛ مثال آن نیز جایگزینی کشتی‌های بادبانی توسط کشتی‌های بخار است. از آنجا که این مسیر معمولاً به سقوط شرکت‌های قدرتمند قبلی و جایگزینی آن با شرکت‌های جدید با فناوری نوین می‌انجامد، مورد توجه ادبیات مطالعات کسب و کار و مدیریت فناوری می‌باشد.

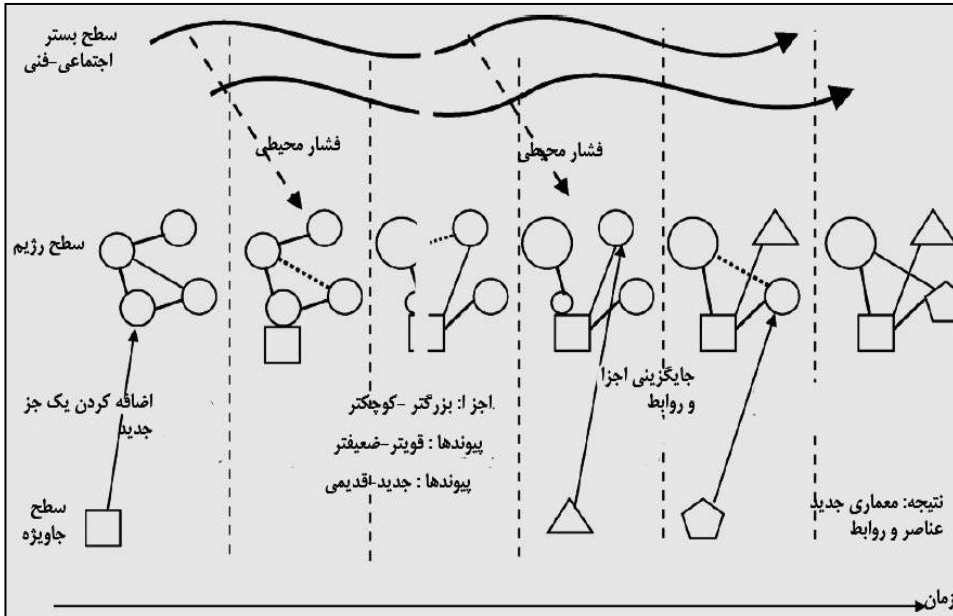


شکل ۲-۱۶: مسیر گذار سوم؛ جایگزینی فناوری

منبع: گیلز و شات (۲۰۰۷)

**مسیر گذار چهارم؛ تجدید سامان<sup>۱</sup>:** نوآوری‌های همزمان و همسو که در جاویژه‌ها توسعه می‌یابد، در ابتدا در حوزه‌هایی از رژیم مستقر می‌شود که مشکلات حوزه را حل کند؛ اما کم‌کم به جایی می‌رسد که ساختار اصلی رژیم را تغییر دهد. نوآوری‌های اساسی و ریشه‌ای در جاویژه‌ها توسعه می‌یابد. اگر ارتباطات موازی با رژیم وجود داشته باشد، به راحتی می‌تواند جایگزین بخشی از رژیم شود. این تغییرهای جزئی در محیطی انجام می‌شود که ملاحظه‌های اقتصادی حاکم است و بنابراین قسمت مهمی از رژیم بدون تغییر خواهد ماند. اگر قسمت اعظم رژیم بدون تغییر باقی بماند، مسیر آینده همان مسیر اول است؛ اما اگر به تدریج و زیر فشار دورنمای اجتماعی - فناوری، بازیگران بیش‌تری در طول سالیان به نوآوری‌های جاویژه رو بیاورند، به تدریج ادراکات خود را تغییر می‌دهند و جا را برای پذیرش اساسی نوآوری - جاویژه باز می‌کنند؛ بنابراین مراحل تدریجی نوآوری در اجزای متفاوت در طول زمان و زیر تأثیر فشار دورنما به تغییر کامل رژیم منجر می‌شود.

1 Reconfiguration



شکل ۲-۱۷: مسیر گذار چهارم

منبع: گیلز-شات ۲۰۰۷

در مسیر تجدید سامان، مانند مسیر تحول یا مسیر اول، رژیم جدید از رژیم قبلی به وجود می‌آید. تفاوت آن با مسیر اول، در این است که در مسیر تجدید سامان، تغییرات اساسی در ساختار اجتماعی مشاهده می‌شود. مسیر تجدید سامان، به‌خصوص، برای نظام‌های اجتماعی-فناوری توزیع شده<sup>۱</sup> (مانند کشاورزی، بیمارستان‌ها خرده‌فروشی) که دربرگیرنده چندین فناوری است، مناسب است. در این شرایط، فشارهای محیطی به وسیله رشد تنها یک فناوری رخ نمی‌دهد، بلکه چندین فناوری درگیر هستند. خصوصیت اصلی مسیر گذار، تعامل بین اجزای مختلف نوآوری و رژیم است. مثال بارز آن گذار رژیم استحصال و مصرف آب در ایران در دهه ۴۰ شمسی است که رژیم اجتماعی و فنی سنتی جای خود را به یک رژیم مدرن آب می‌سپارد. نوآوری استحصال آب به شکل نوآوری‌های خوشه‌ای شامل انواع سدها و آب بندها، درکنار نوآوری در توزیع برق و استفاده از پمپ‌های برقی و حفر چاه عمیق و کانال‌های انتقال آب انتشار یافت. نوآوری فناورانه با نوآوری‌های اجتماعی که در اثر اصلاحات از بالا به پایین موسوم به انقلاب سفید شروع شده بود، نهادهای اجتماعی سنتی

1 Distributed system

چون بنه را از هم فروپاشید و با از هم گسیختن این نهادها، بسیاری از قنات‌ها متروکه شدند. در نهایت، تحول عمده‌ای در ساختار اجتماعی- فنی استحصال و توزیع آب صورت پذیرفت (میرعمادی، ۱۳۹۶ ب).

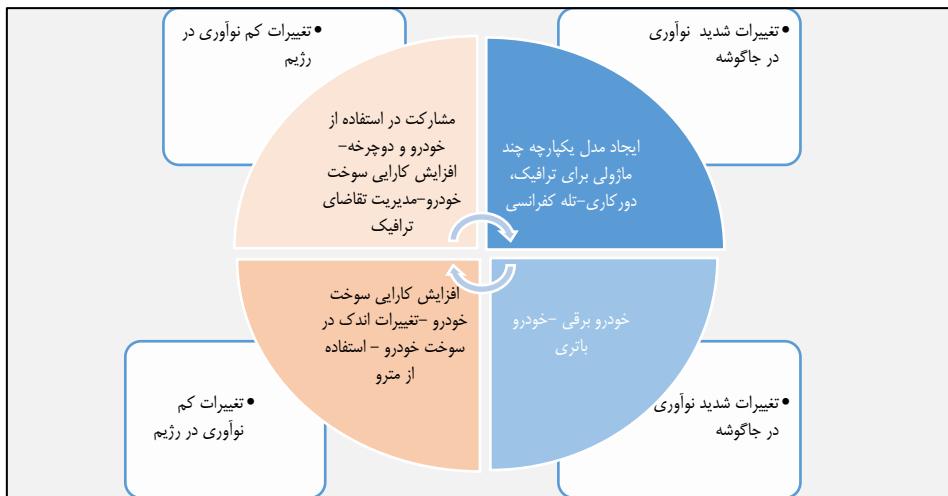
در مورد تغییرات در رژیم استحصال آب، بسته اصلاحات از بالا به پایین موسوم به اصلاحات ارضی، به شکل تغییرات بهمن واره، محیط نهادهای اجتماعی را تحت تأثیر قرار داد. پس از آن، مسیر گذار از رژیم سنتی به رژیم مدرن به شکل ترکیبی از دو مسیر تجدید سامان و مسیر ناراستائی-همراستائی پدیدار شد.

اگر فشار دورنما، به شکل تغییر اخلاص گرانه باشد، یک مرحله از مسیر گذار به شکل مسیر تحول طی خواهد شد؛ اما بعد به مسیر تجدید سامان و احتمالاً به مسیر جایگزین و ناراستائی و هم راستائی دوباره تغییر شکل خواهد داد. در قبل نیز گفتیم که اخلاص گری، در مقابل تغییرات منظم و تغییرات بهمن واره، نوع ویژه‌ای از تحول دورنما است که در آن سرعت تغییرات آهسته است. بازیگران در آغاز تنها آن‌ها را به عنوان تغییرات متوسط و کم‌اهمیت که مشکلات مختصری در رژیم به وجود می‌آورند، تلقی می‌کنند و برای مقابله با این مشکلات از منابع داخلی برداشت می‌کنند تا مسیر فعالیت و مسیر گذار را تغییر دهند. اگر مشکلات حل شد، مسیر گذار، همان مسیر تحول یا مسیر اول است. اگر فشار دورنمای اجتماعی- فناوری افزایش یابد و مشکلات بیش‌تر شود، ممکن است بازیگران به استفاده همزمان از نوآوری- جاویژه و به‌کارگیری تغییر در اجزا ملزم شوند. اگر این حذف و اضافه‌ها تغییری در ساختار رژیم صورت ندهد، هنوز به صورت مسیر اول یا مسیر تحول است؛ اما اگر این اضافه‌ها به اصلاح ساختار بیانجامد، بازیگران ساختار باقی می‌مانند. در همین زمان، فشار دورنما و مشکلات رژیم، کارآفرینان و شرکت‌ها را وامی‌دارد تا نوآوری‌های اساسی در جاویژه صورت دهند. اگر فشار دورنما باز هم افزایش یابد، اصلاحات در رژیم سابق ناکافی به نظر می‌رسد و کم‌کم بازیگران موجود اعتماد خود را نسبت به دوام رژیم از دست می‌دهند. اگر نوآوری- جاویژه به خصوصی به اندازه کافی رشد کرده باشد، می‌تواند از پنجره فرصت استفاده کند و به مسیر جانشینی برسد ولی چنانچه رشد نوآوری- جاویژه به اندازه کافی نباشد، نتیجه همان مسیر ناراستائی-همراستائی دوباره خواهد بود تا بالاخره یکی از آن‌ها غالب شود. این مسیرهای متعدد نشان می‌دهد که بین مسیرها نقاط مماس و تقاطع نیز ممکن است رخ دهد (گیلز و همکاران، ۲۰۱۶)



### ۲.۳.۲ ارزیابی مدیریت گذار سیاست‌های نوآوری به طرف توسعه پایدار

تغییر مسئله از ارزیابی سیاست به صورت یک امر مجزا به ارزیابی مدیریت و راهبری گذار و نوآوری در نظام، تغییرات بسیار زیادی را در دستگاه ارزیابی ایجاد می‌کند. در اینجا ارزیاب نه تنها به جای سیاست یک سیستمی را مورد بررسی قرار دهد (ماگرو و ویلسون، ۲۰۱۳)، بلکه باید آن را یک سیستم پویا بداند که مرکب از اجزای بسیار زیاد و متفاوت اما متعامل با هم است. هدایت مسیر این اجزای به هم مرتبط با آگاهی از پویایی عوامل بیرونی که به آن نام دورنما داده‌ایم و پیشرفت‌های نوآوری در جاگوشه امکان‌پذیر است. عامل مؤثر اول، توانمندی جاگوشه‌های نوآوری اعم از نهادی و فناوری است که تا چه حد آمادگی برای ورود به عرصه رژیم‌های اجتماعی-فناوری را داشته باشند. شکل زیر از مقاله ۲۰۱۸، گروهی از نویسندگان استخراج شده که گیلز نیز یکی از همکاران است (فلیکس و همکاران ۲۰۱۸):

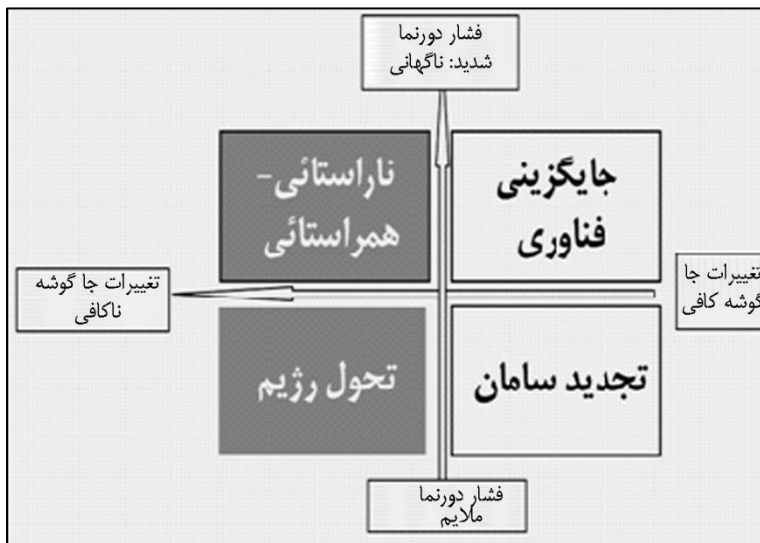


شکل: ۲-۱۸: تغییرهای نوآوری در رژیم و جاگوشه‌های فناوری و اجتماعی

منبع فلیکس و همکاران ۲۰۱۸

در این شکل انواع نوآوری‌های حمل و نقل بر اساس میزان آمادگی جاگوشه برای ورود به رژیم و آمادگی رژیم برای پذیرش آن‌ها به چهار بخش تقسیم شده است. دو بخش دست چپ مربوط به تغییراتی است که به شکل تدریجی در رژیم اتفاق افتاده است؛ و دو بخش دست راست، گویای تغییراتی است که به شکل رادیکال در جاگوشه رویداده است. بعد از عامل آمادگی جاگوشه برای ورود به حوزه‌های خاص فناورانه رژیم و آمادگی رژیم

برای پذیرش آن، عامل بعدی برای معین کردن مسیرهای گذار، فشار دورنما است که همان‌طور که در این بخش دیدیم به شکل فشار منظم و مداوم، فشار اخلاگر و فشار بهمن‌واره خود را نمایان می‌سازد. لیندا کمپ این مسیرهای چهارگانه را به شکل زیر نمایش می‌دهد. با استفاده از شکل کمپ و همکاران (۲۰۱۰) بر اساس شدت فشار دورنما و میزان تحول نوآوری در نمودار ۲-۱۹ تقسیم‌بندی و گونه‌شناسی به دست می‌آید.



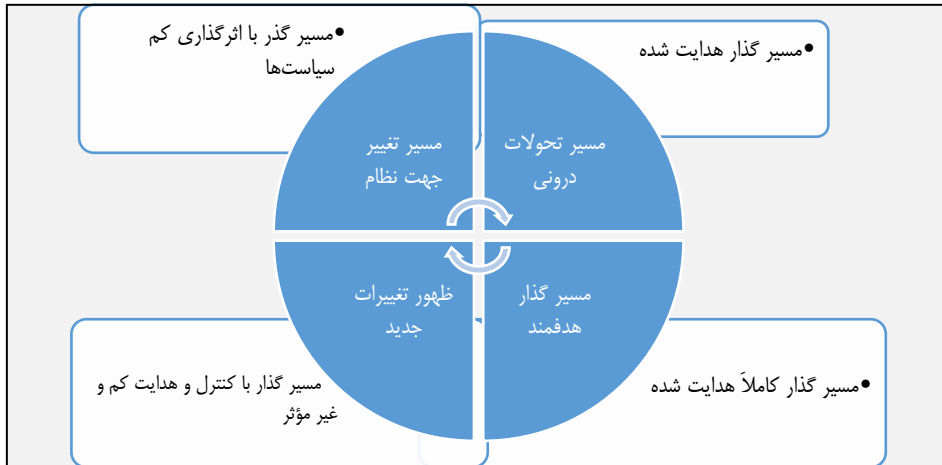
شکل ۲-۱۹: گونه‌شناسی ظرفیت راهبری مسیرهای گذار

منبع: (لیندا کمپ و همکاران، ۲۰۱۰: ۵)<sup>۱</sup>

در گونه‌شناسی گیلز، در واقع سیاست‌ها و برنامه به نسبت سیستم‌های اجتماعی-فنی، عوامل خارجی محسوب می‌شوند (گیلز و شات، ۲۰۰۷: ۴۰۱). حاصل تعامل بین فشار سیاست‌ها و توانمندی جاگوشه‌های نوآوری اجتماعی و فنی به شکل راهبردهای متفاوتی جلوه‌گر می‌شود که در شکل ۲-۲۰ دیده می‌شود.

با این حال ادبیات برکهورت و همکاران که ناظر بر گونه‌شناسی مدیریت گذار بوده است، درجه توانمندی مدیریت برای گذار هدایت شده و هدفمند را به عنوان عامل سوم در کنار میزان توانمندی فناورانه و نوع فشار بیرونی معرفی کرده است.

1 Linda M. Kamp et al., 2010



شکل ۲-۲۰: تعامل سیاست‌ها و مسیرهای گذار

منبع: برکهوت و همکاران، ۲۰۰۴

در شکل بالا، مسیر «نوسازی بومی»<sup>۱</sup> زمانی تحقق می‌یابد که بازیگران و شبکه‌ها (شرکت‌ها، زنجیره‌های، مشتریان و واضعان قوانین و مقررات) در پی حل مسئله فشار بیرونی دورنما (رقابت بین‌المللی) با استفاده راه حل‌های درونی هستند. در این گونه موارد، معمولاً جاویژه‌های فناوری از پنجره فرصت باز شده توسط فشار دورنما وارد رژیم شده و به ثبات آن کمک می‌کنند (برکهوت و همکاران، ۲۰۰۴: ۲۶). مسیر دوم، مسیری است که در آن تغییر، بدون برنامه‌ریزی و هدایت ایجاد می‌شود و شکل‌بندی نهایی آن حاصل جمع تصادفی رویدادهای تعیین کننده در حوزه فناوری، مقررات و عوامل بیرونی است. به این نحوه گذار «تغییر جهت مسیرهای گذار»<sup>۲</sup> گفته می‌شود. گونه سوم، تحولات نوظهور است که حاصل ظهور فناوری‌هایی است که به صورت خوشه‌ای ظهور می‌کنند (انقلابات فناوری به زبان فریمن و لوچا، ۲۰۰۱) و بعدها بر کل نظام تأثیر می‌گذارند. فناوری‌ها در مسیر سوم خود دارای پویایی درونی هستند و رشد و انتشار آنان منوط به ابتکار خاصی نیست. مسیر چهارم برعکس مسیر سوم، انتشار فناوری را در گرو شبکه‌سازی و لابی کردن گروه‌های ذی‌نفع و هدایت تحقیقات به سمت مورد نظر خود می‌یابد. مثال بارز آن تغییر مسیر تحقیق و توسعه از سلول‌های بنیادی جنینی به سلول‌های بنیادی بزرگ‌سال مانند سلول‌های بنیادی پوست

1 Indegenous Renewable

2 Re-orientation of trajectories

بود (میرعمادی و دیگران، ۲۰۱۲).

در واقع مسیر اول و مسیر چهارم دارای بیش‌ترین ظرفیت برای اثرگذاری راهبری و مدیریت گذار است؛ درحالی‌که مسیر دوم و سوم کم‌ترین ظرفیت را در این زمینه دارد. از نظر مسیر دوم، کمبود توانمندی راهبری و مسیر سوم نوع ماهیت فناوری عامل چنین گذار اغتشاش‌آمیزی است؛ بنابراین فاکتورهای تعیین‌کننده در نوع گذار، طبیعت فناوری و ظرفیت پذیرش رژیم، توانمندی راهبری و نوع فشار بیرونی است. در واقع اینجا، مدیریت گذار به شکل یک عامل میانی بین فشار بیرونی و عامل درونی نشان داده می‌شود (برکھوت و همکاران، ۲۰۰۴).

### ۲.۳.۳ ارزیابی تبعات راهبری گذار

ارزیابی تبعات سیاست‌گذاری امری کاملاً متفاوت با ارزیابی عملکرد نظام نوآوری است. ارزیابی عملکرد نظام نوآوری درونی و منبعث از تعامل کارکردها (سورس) و یا تعامل کارکردها و ساختارهای (هکرت) یک نظام نوآوری با هم است ولی ارزیابی تبعات سیاست‌ها، ارزیابی تأثیر توسعه نظام پیچیده سیاست‌های نوآوری بر نظام محیط و پیرامون خود است؛ مانند ارزیابی سیاست‌های توسعه فناوری سوخت زیستی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و یا ارزیابی سیاست‌های توسعه گیاهان ترا ریخته بر عدالت اجتماعی و امنیت غذایی. سؤال اینجا است که این‌گونه ارزیابی سیاستی بر اساس چه انگاره نظری انجام‌پذیر است.

با در نظر گرفتن مفهوم چالش‌های بزرگ که به‌ویژه بر تهدیدهای امنیتی صادق است، به نظر می‌رسد انگاره نظری نگرش چند سطحی و مدیریت گذار، برای تحلیل تبعات سیاستی مناسب باشد. اپهام (۲۰۱۶) می‌گوید که مدیریت گذار چارچوبی است که برای سیاست‌گذاری با هدف تخفیف «چالش‌های بزرگ» مناسب است؛ زیرا اصول مدیریت گذار متناظر با خصوصیتی است که در ادبیات سیاستی مواجهه با چالش‌های بزرگ وجود دارد و با توجه به این تناظر می‌توان یک ماتریس ارزیابی سیاست ساخت.

اپهام بر اساس نتایج ۷۲۰ فعالیت پیش‌نگرانه که در برنامه‌های پژوهشی انجام شده، جمع‌آوری شده بود، چند ویژگی عمده را از ادبیات مقابله با چالش‌های بزرگ استخراج می‌کند:

۱. نیاز به مشارکت اجتماعی

۲. میان‌رشتگی



۳. تأثیر بر زیر ساخت

۴. درگیر شدن بخش خصوصی

۵. دانش‌بنیان بودن

۶. داشتن راهبردهای سیاست‌گذاری

۷. حامل بودن اقدام سیاستی (اپهام، ۲۰۱۷: ۶۰).

در قبل گفته شد که اختلاف جزئی بین تعریف راهبری در ادبیات متعلق به برکھوت (۲۰۰۴)، کمپ (۲۰۰۴) و گیلز و شات (۲۰۰۷) مشاهده می‌شود. راتمن لورباخ و کمپ (۲۰۰۷)<sup>۱</sup> اغتشاش ذهنی حاصل از تعریف چندگانه را با ارائه یک سازه مفهومی لایه‌های راهبری حل کردند. از نظر آن‌ها راهبری در درجه اول سه لایه راهبری راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی دارد. مفهوم این راهبری، درگیر شدن با چندگانگی مدیریت فعالیت بازیگران متعدد، ابزارهای سیاستی متعدد و سازوکارهای متعدد است.

از سوی دیگر در مدیریت گذار، تحول ناشی از تعامل سه لایه راهبری (شامل راهبری راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی) است که توسط یک لایه راهبری میان لایه‌های<sup>۲</sup> یعنی لایه تأملی - بازانديشي به هم دوخته و وصل می‌شود و ساختار تحلیلی نظری را به دست می‌دهد (آژانس محیط زیست اروپا، ۲۰۱۷: ۶۲)<sup>۳</sup>؛ بنابراین چارچوب، سطوح راهبری عبارت‌اند از:

سطح راهبردی که شامل چشم‌انداز سازی، گفتمان‌سازی، تدوین اهداف دراز مدت و تغییرات فرهنگی مرتبط با آن است و در یک دوره ۳۰ تا ۵۰ ساله به انجام می‌رسد. سطح تاکتیکی<sup>۴</sup>: شامل فرآیند دستورکارسازی، مذاکره، شبکه‌سازی، ائتلاف‌سازی و شناخت موانع است و شامل اقدام‌های مدیریتی مانند تدوین قوانین و مقررات، برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی، نهادهای موجود در رژیم می‌شود و یک افق زمانی ۵ تا ۱۵ سال را در بر می‌گیرد.

سطح عملیاتی: که فرآیندهای تجربه‌اندوزی، برنامه‌ریزی، اجرای راهبری و فعالیت‌های مستقل را شامل می‌شود و برای اهداف انفرادی تنظیم شده است. (اپهام، ۲۰۱۶:

۶۱). چشم‌انداز زمانی این سطح معمولاً ۵ سال است.

تأمل و بازانديشي: فعالیت‌هایی است که از میان تمام سطح‌ها عبور می‌کند و نظارت، سنجش و

1 R. Kemp René, Loorbach and Rotmans, 2007, 5

2 Cross-cutting

3 European Environmnet Agency, 2017

4 Tactical

ارزیابی را با هدف هماهنگی بین سیاست‌ها، فرآیندها را توسط سازمان‌ها، شهروندان مختلف بر اساس اهداف مختلف به انجام می‌رساند. در جدول زیر این چهار سطح مشخص شده است:

جدول ۲-۸: فعالیت‌های راهبری مرتبط با راهبری مدیریت گذار

سطح حوزه	مقیاس زمانی	حوزه مشکل‌دار	تمرکز	راهبردی
سیستم	درازمدت (۳۰ تا سال)	نظام اجتماعی انتزاعی	فرهنگی	راهبردی
رژیم	میان مدت (پنج تا پانزده سال)	رژیم/ نهادی	ساختارها	تاکتیکی
جاویزه	کوتاه‌مدت / تا پنج سال	پروژه‌ها	روال سازی <sup>۱</sup> و تجربه‌اندوزی	عملیاتی
تمام سطح‌ها و حوزه‌ها	تمام	اجتماعی	میان سطحی	تأملی -بازاندیشی

منبع: اپهام، ۲۰۱۶: ۶۱

گزارش ۲۰۱۷ آژانس محیط زیست می‌گوید که راهبری راهبردی جامعه در یک چشم‌انداز سی ساله در حوزه فرهنگی- سیاسی از طریق گفتمان‌سازی اجتماعی و بررسی راه‌های گذار تحقق می‌یابد. این راهبری از مدیریت رژیم‌ها و ساختارهای موجود جدا شده و به پیشقروالان<sup>۲</sup>، روشنفکران، اندیشکده‌ها وابسته است که فراتر از نظام موجود و گفتمان موجود فکر می‌کنند. کارکرد پیشقروالان آن است که گفتمان‌سازی کنند، کلیشه‌های فرهنگی قدیمی را تغییر دهند و راه را برای ظهور روال‌های نوین باز کنند.

در سطح راهبری تاکتیکی ما با سیاست‌های حاکم بر رژیم مواجه هستیم که شامل سیاست‌های صنعتی، نوآوری و سیاست‌های محیط زیستی است. در سیاست‌های نوآوری، نوآوری‌های تدریجی برای انطباق رژیم با شرایط تازه انجام می‌گیرد. در سیاست‌های صنعتی، هزینه‌ها و یارانه‌های انرژی فسیلی کاهش می‌یابند. در سیاست‌های محیط زیستی، سازوکارهای انتخاب از راه قوانین و مقررات محیط زیستی، مالی و مالیاتی تغییر می‌کند. در سطح راهبری عملیاتی، حوزه سیاست‌های تحقیق و توسعه است که به افزایش تنوع و گوناگونی تجربه‌اندوزی رادیکال می‌افزاید. در این حوزه، انواع پروژه‌های تحقیق و توسعه به تدریج به جا گوشه‌های فناوری و جاگوشه‌های بازار تبدیل می‌شوند.

1 Praxis  
2 Frontrunner

اما در کنار هر سه سطح، ما با راهبری کلی و بین‌لایه‌ای نیز سر و کار داریم که راهبری بازانديشی و تأملی است و کار ارزیابی پروژه‌ها، سنجش دستورکارها، نظارت بر پیشرفت کارها و روند کل‌گذار را انجام می‌دهد. این ارزیابی در نهایت باید به ارزیابی کل‌اهداف و شناسایی الگوهای نمونه برسد (آژانس محیط زیست اروپا، ۲۰۱۷: ۶۴).

از تعامل بین این دو ادبیات یعنی ادبیات چالش‌های بزرگ و مدیریت گذار، مشخص است که راهبری در سطح تأملی/ بازانديشی، جوهره اصلی ارزیابی است. البته دولت‌ها به صورت عادی روال ارزیابی برنامه‌های خود را دارند؛ اما به‌ندرت این ارزیابی به شکل نظام‌های پیش‌دستانه و مشارکتی است. گزارش‌های مختلفی که اتحادیه اروپا در مورد چالش‌های بزرگ محیط زیستی منتشر کرده است (آژانس محیط زیستی اروپا، ۲۰۱۷) نشان می‌دهد که این جامعه در حال تأمل و بازانديشی سیاست‌های فعلی خود است. با این حال، به نظر می‌رسد تا تحول سیاست‌های فعلی راه درازی در پیش باشد (اپهام، ۲۰۱۶). چالش‌های بزرگ محیط زیستی، فرآیند سیاست‌گذاری نوآوری را ملزم ساخته که امری تأملی و بازانديشانه و مشارکت پذیر باشد. این فرآیند باید با پایه عینی و مادی خود یعنی زیر ساخت‌ها که در مجموع، وابستگی به مسیر را در پی دارد، ارتباط برقرار کند و از سوی دیگر آن‌قدر برای مشارکت بخش خصوصی انگیزه به وجود آورد که این بخش را با هدف کسب منفعت درگیر فرآیند گذار خود کند. در این فرآیند، منافع بخش خصوصی، خیر عمومی، مداخلات دولتی و مشارکت سازمان‌های مردم‌نهاد تعادل بسیار شکننده‌ای را ایجاد می‌کنند که تنها یک مدیریت گذار با خصوصیات بازانديشی و مشارکت‌پذیری امکان ایجاد آن را دارد (فاز و همکاران، ۲۰۰۹).<sup>۱</sup>

### ۲.۳.۴ ارزیابی راهبری گذار از طریق تحلیل آمیخته سیاستی

در بخش پیشین، با بررسی نظریه نظام‌های نوآوری فناورانه با آمیخته‌های سیاستی آشنا شدیم که هر دو حوزه عرضه و تقاضای نوآوری‌های نوظهور محیط زیستی را تحلیل می‌کردند و بر اساس اقتضانات پویایی سیستمی تجویزات سیاستی ارائه می‌دهند؛ اما موضوع بحث بخش ارزیابی تبعات درازمدت سیاست‌ها است. در همین راستا باید گفت که صرف تدوین سیاست‌های عرضه و تقاضای فناوری نوظهور محیط زیستی، برای مدیریت گذار از یک سیستم اجتماعی-فناوری

<sup>1</sup> Jan-Peter Voß, Adrian Smith • John Grin, 2009

به سیستم دیگر کافی نیست، بلکه علاوه بر این سیاست‌ها، لازم است که نهادهای پشتیبان نظام‌های مسلط و موجود که در واقع مسئول قفل‌شدگی رژیم هستند، مورد توجه سیاست‌های کلان قرار گیرند. این بدان معناست که در این مرحله، فضای سیاستی نوآوری محیط زیستی که در قبل تشریح شد، باز هم گسترش یافته و به مراتب از فضای سیاستی که انگاره مفهومی نظام‌های نوآوری ترسیم می‌کنند، پیچیده‌تر می‌شود.

این تعداد و تنوع بخش‌ها و زیر بخش‌ها نمایشگر این واقعیت است که برای طراحی سیاست‌های تأثیرگذار ما نمی‌توانیم با ابزارهای متعارف و معمول به تنظیم بسته سیاستی پردازیم، بلکه مجبوریم به جستجوی ابزارهای متنوع برآمده و در تنظیم خرد مایه سیاستی آن نیز ناچاراً، شکست‌های متعدد سیستمی را تبیین کنیم. البته همواره یک نوع ابزار خاص و یا یک دسته از ابزار اصلی مانند قیمت‌گذاری بر کربن برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای<sup>۱</sup>، تعرفه تشویقی یا تغذیه در تعرفه<sup>۲</sup> وجود دارند که برای ایجاد و انتشار فناوری‌های محیط زیستی در حوزه انرژی، مورد نظر قرار می‌گیرند و معمولاً بقیه ابزارهای سیاستی در هماهنگی با این ابزار سیاستی یادشده انتخاب شده و به این ترتیب آمیخته سیاستی به‌طور کلی طراحی می‌شود.

از سوی دیگر می‌دانیم هیچ سیاستی در خلاء تنظیم نمی‌شود؛ بنابراین تحلیل آثار سیاست‌ها باید در هماهنگی کامل با سیاست‌های پیشین که هنوز جاری و اثرگذار هستند، انجام بگیرد (پل کانینگهام، ۲۰۱۳ و فلانگان، ۲۰۱۱). این سیاست‌ها ممکن است از نظر اهداف و یا ابزار، مغایر با سیاست‌های نوین باشند؛ مانند سیاست‌های یارانه سوخت در ایران و یا سیاست‌های سوخت هسته‌ای در آلمان. گیلز می‌گوید معمولاً افزایش اهمیت آمیخته سیاستی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در دستور کار سیاست‌های کلان انرژی آلمان، زمانی بوده است که اولویت‌گذاری انرژی هسته‌ای کاهش یافته است. هر زمان اولویت سیاست‌های موجود در حمایت از انرژی هسته‌ای کاهش می‌یافت، بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تأکید بیش‌تری می‌شد (کارولین روگا، ۲۰۱۷). این رابطه معکوس بین تضعیف سیاست‌های توسعه انرژی هسته‌ای و تقویت سیاست‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از طرف ورهیس و گیلز (ورهیس و گیلز، ۲۰۱۱)<sup>۳</sup> در سیاست‌های دولت هلند نیز تأیید شده است.

1 Carbon Pricing

2 Feed in Tariff

3 Geels and Verhees, 2011



پائولا کیویما اولین کسی بود که در حوزه آمیخته‌سیاستی، رابطه معکوس بین سیاست‌ها را تبیین کرد. او با توجه به این رابطه معکوس، آن را آمیخته‌سیاستی «تخریب‌سازنده» نامید (کیویما، ۲۰۱۶، ۲۰۶)<sup>۱</sup>. کیویما می‌گوید: «آمیخته‌سیاستی تخریب‌سازنده، آمیخته‌ای است که ضمن حمایت از گسترش و توسعه فناوری نوین و بازار جاگوشه‌های آن، رژیم اجتماعی-فناوری قدیمی و مسلط را نیز بی‌ثبات می‌کند. سیاست‌های بی‌ثبات کردن رژیم به شکل کاهش تدریجی و یا حذف یکباره تمامی ابزارهای (مالی) است که رژیم تولید و مصرف فناوری‌های انرژی فسیلی از آن برای تداوم خود استفاده می‌کند. در واقع رژیم اجتماعی-فناوری مسلط به یاری این ابزارها سیاستی تعادل خود را حفظ می‌کند و جاگوشه‌ها را به پس می‌راند (کیویما، ۲۰۱۶، همان).

## ۵.۳.۲ نتیجه‌گیری فصل دوم:

### نتیجه‌گیری ارزیابی آثار آمیخته نظام‌مند سیاست‌ها

در فصل دوم ارزیابی آمیخته‌سیاستی نوآوری با ملاحظات محیط زیستی برخلاف فصل اول، به شکل سه جزء در هم تنیده در یک حوزه میان‌رشته‌ای بررسی شد. در این فصل دریافتیم که این حوزه از آمیختگی حوزه‌های مطالعات نوآوری، مطالعات ارزیابی و اقتصاد محیط زیستی به وجود آمده است. حاصل این درهم‌تنیدگی به تدریج پیچیدگی ارزیابی افزایش می‌دهد؛ به این معنا که هر چه بازه زمانی ارزیابی از کوتاه مدت به میان مدت و دراز مدت میل می‌کند، روش‌های ارزیابی نیز از محاسبه خروجی که معمولاً با شاخص‌های کمی و به نحو ساده اندازه‌گیری می‌شود، متوجه روش‌های پیچیده‌تری برای درک آثار آمیخته‌های سیاستی و حکمرانی آن‌ها در بازه میان مدت و تبعات سیاست‌های نوآوری در رشد اقتصادی، عدالت اجتماعی در دراز مدت می‌گردد.

در مقطع زمانی میان مدت، مهم‌ترین بعد ارزیابی سیاست‌های آمیخته، بعد ارزیابی هماهنگی زمان‌مند سیاست‌ها از نظر هماهنگی و یکدستی آن‌ها است. در این بخش دیدیم، این ارزیابی از طریق شناخت نظریه‌های متنوع ناظر بر پویایی سیستم‌های نوآوری عملی است. سه رویکرد برگک، هکرت و سورس معرفی شده در این بخش به خواننده ابزارهای مفهومی-نظری ارائه شد که با آن‌ها بتوان ارزیابی آثار میان مدت آمیخته‌های سیاستی

نوآوری از نظر هماهنگی و یکدستی بین اجزای آن در یک فرآیند پویا انجام داد. قبل از پرداختن به کاربرد این روش تحلیل، باید به سه نکته توجه شود: اول: این که ظهور یک نظام نوآوری، فرآیندی است که شاید چندین ده طول بکشد. با وجود چنین افق زمانی، عامل ریسک و نااطمینانی در تمام مراحل باید در نظر گرفته شود. دوم: در تحلیل مشکلات سیاست‌گذاری، نباید ساده‌اندیشانه در تمام موارد، بهینه‌ترین باشیم. نمی‌توان همه بدیل‌های سیاست‌گذاری را منظم کنار هم چید و از بین آنان انتخاب کرد. سیاست‌گذاری یک فرآیند به‌شدت بی‌نظم است و در بهترین حالت در یک وضعیت فازی و در حالی که بسیاری از متغیرها در ابهام قرار دارند، تصمیم‌گیری می‌شود.

سوم: سیاست‌گذاران نه تنها تصمیم‌گیران در فرآیند توسعه فناوری هستند و نه حتی مهم‌ترین آن‌ها. هیچ کس نباید نقش سیاست‌گذاری عمومی را در برابر بقیه بازیگران در حوزه‌های پیچیده سیاست‌سازی دست بالا بگیرد. قدرت‌های دولتی در سطح، ناحیه‌ای، ملی، فراملی نقش مهمی را بازی می‌کنند؛ اما نقش غالب را ندارند. دولت‌ها باید درک کنند که کارکرد تشخیص و حل یک مشکل نظام نوآوری ممکن است به آن‌ها اختصاص نداشته باشد و در واقع آن‌ها در بیش‌تر مواقع نمی‌توانند کارها را از بالا به پایین هدایت کنند، بلکه کارکرد یک واسطه‌گر را دارند که کوشش می‌کند بین صاحب نفعان هماهنگی به وجود آورد.

اما مسئله ارزیابی سیاست‌های نوآوری با ملاحظات محیط زیست در بازه زمانی دراز مدت، به نحو زیادی از ادبیات نظام‌های نوآوری فاصله گرفته و به‌طور عمده متکی به نظریات سه گانه چشم‌انداز چند وجهی، مدیریت گذار و مدیریت استراتژیک جاویژه است (میرعمادی، الف ۱۳۹۶).

بحث سیاست‌های نوآوری معطوف به توسعه پایدار به‌خصوص بعد از موافقت‌نامه پاریس که خواهان محدودسازی افزایش دما به زیر دو درجه شده، بسیار شدت یافته است. اجماع بر سر اجرای سیاست‌های همه‌جانبه که حکمرانی طرف تقاضا و عرضه سیاست‌های نوآوری را در یک عرصه مشترک بازیگران، شبکه‌ها و نهادها هماهنگ سازد، تقویت گردیده است. این سیاست‌ها بسیار ضروری هستند، زیرا مقاومت در برابر تحول سیاست‌های زیان‌بار برای محیط زیست بسیار پیچیده‌تر از مقاومت در برابر نوآوری‌های فناوری‌های متعارف است. از

یک طرف، نظام‌های نوآوری وابسته به مسیر توسعه سوخت‌های فسیلی به عنوان مسیر تکاملی گذشته خود هستند و در نتیجه تغییر جهت از نظام این سوخت‌ها به سوخت‌های تجدیدپذیر، جامعه را نیازمند زیرساخت‌های جدید می‌کند. از سوی دیگر، این تغییر نیازمند ایجاد تحول در ادراکات افراد به عنوان مصرف کننده است تا عادت‌های فرهنگی قدیم را کنار گذارند و از محصولات نوین استفاده کنند. در بعد دیگر، کاربرد فناوری‌های نوین، توانمندی‌های تازه را می‌طلبد و بنابراین افراد در حوزه تولید نیازمند آموزش و تربیت ویژه‌اند. این موانع و بسیاری از مسائل دیگر مانند مسئله اصرار صاحبان اقتدار در حفظ موقعیت و منافع صاحبان فناوری‌های موجود، بر روی هم پدیده «قفل‌شدگی» را به همراه می‌آورد. و منظور از آن وضعیت ایستایی و سکون در چارچوب یک نظام اجتماعی- فناوری مسلط یا به اصطلاح «رژیم اجتماعی- فناوری» است. قفل‌شدگی سر منشا اصلی پیچیده شدن مسائل سیاستی محیط زیستی و «بدخیم» بودن آن‌ها است.

بخش سوم به بررسی نظریاتی پرداخت که بتواند این وضعیت پیچیده را تبیین کند و برای حل مسئله تجویزات سیاستی ارائه دهد.



## فصل سوم

### نگاهی بر ارزیابی سیاست‌های نوآوری پایدار در ایران

مطالعه موردی: ارزیابی سیاست‌های جایگزینی سوخت خودرو در ایران

۱۳۸۹-۱۳۹۲

## پیش‌گفتار

ایران از برنامه سوم پنج‌ساله توسعه اقتصادی، نگرش نظام ملی نوآوری را در برنامه‌ریزی‌های خود مورد عنایت قرار داد و با اجماع بین‌نخبگان، از راه نهادسازی‌های متعدد مانند معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستادهای فناوری نوین در کنار نهادهای قدیمی‌تر مانند سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، توسعه فناوری‌های پیشرفته را هدف گرفت. اکنون پس از گذشت نزدیک به دو دهه از آغاز چنین حرکت شتابنده‌ای در زمینه توسعه فناوری با وجود دستاوردهای قابل توجه، این کشور، شاهد نزول رتبه عملکرد محیط‌زیستی خود در سطح جهانی است. به طوری که جایگاه این کشور در زمینه آلودگی هوا از بین ۱۸۰ کشور مورد مطالعه به رتبه ۱۶۸ تنزل یافته است<sup>۱</sup> (شاخص‌های عملکرد محیط زیستی، ۲۰۱۸) و تهران یکی از ۵ شهر پر استرس دنیا به خاطر آلودگی هوا و ترافیک فشرده آن شناخته می‌شود (زیپ‌جت، ۲۰۱۷)<sup>۲</sup>.

در نتیجه بیش از هر چیز، تغییر جهت سیاست‌های علم و فناوری ایران به طرف توسعه پایدار به عنوان یک الزام راهبردی محسوس است. گذار سیاست‌های ایران از یک انگاره سیاستی معطوف به توسعه فناوری به انگاره سیاستی توسعه نوآوری با ملاحظه‌های محیط زیستی، نیازمند تحولی همه‌جانبه است که در آن تغییر نهادهای قانونی و مهم‌تر از آن نهادهای عرفی و فرهنگی به شدت احساس می‌شود گام اول این فرآیند جامع، ارزیابی سیاست‌های علوم و فناوری در شرایط کنونی و یادگیری از آن است. این متن قصد ندارد به کلیت این فرآیند همه‌جانبه و جامع بپردازد و تنها می‌کوشد فتح بایی برای آن باشد. از این جهت بر مبحث ارزیابی به عنوان اولین گام در طی این مسیر و استفاده از درس‌های آن برای طراحی سیاست‌های نوآوری در چارچوب حکمرانی تأملی<sup>۳</sup> توجه می‌کند.

همان‌طور که در فصل‌های مقدماتی این متن دیده شد، منظور از ارزیابی سیاست‌های نوآوری پایدار، ارزیابی مبتنی بر نظریه‌های نوآوری با نگرش محیط زیستی است. محتویات دو بخش آینده، ارزیابی سیاست‌های جایگزین سوخت بنزین خودرو با سی‌ان‌جی، به عنوان مورد مطالعاتی این متن مورد توجه قرار می‌گیرد. به دلیل آن که ارزیابی آثار و تبعات

1 Yale, 2018

2 Zipjet, 2017

3 Reflexive governance

سیاست‌ها تنها با گذشت فاصله زمانی میسر بوده، تمرکز این بخش بر ارزیابی سیاست‌های دوره ۸۴ تا ۹۲ است.

چارچوب نظری و روش شناختی این مطالعه از راه استخراج آموزه‌های فصل اول و دوم این متن بنا نهاده شده که در مقدمه در طی ۹ بند به آن اشاره رفته است.

این فصل دارای سه بخش جداگانه حول محور ارزیابی سیاست‌های سوخت خودرو در ایران است. بخش اول، کلیاتی از موضوع سوخت خودرو در ایران و ارزیابی خروجی‌های سیاست‌های آن ارائه می‌شود. بخش دوم به ارزیابی آثار سیاست در چارچوب مطالعه عملکرد نظام نوآوری فناورانه می‌پردازد. در این بخش، نخست مطالعه ساختاری آن انجام می‌گیرد و بعد با مطالعه کارکردها و تعامل بین این دو، موتورهای نوآوری این نظام شناسایی می‌شوند. بخش سوم و یا بخش آخر این فصل به ارزیابی تبعات درازمدت سیاست سوخت کربنی توجه دارد. این بخش مکمل ارزیابی بخش قبلی است و با نگرش چند سطحی و مدیریت گذار به بررسی پدیده قفل‌شدگی کربنی می‌پردازد. با این مطالعه، سیاست سوخت کربنی در ایران در چارچوب نظریه سیستم‌های اجتماعی- فنی مطالعه می‌شود. یافته ما از این مطالعه آن است که ویرای سیاست‌های ناکارآمدی که توضیح‌دهنده گام‌های آهسته ایران در توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران است، عامل بنیادی‌تری برای وضعیت نامطلوب فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران وجود دارد که ناگفته می‌ماند و آن مقاومت و جان‌سختی رژیم حاکم اجتماعی- فنی سوخت بر مبنای انرژی کربنی است. به همین علت، آمیخته سیاستی سوخت‌های تجدیدپذیر تا زمانی که تضعیف این رژیم را مورد هدف قرار ندهد، هر چه در تقویت نظام‌های نوآوری فناورانه تجدیدپذیرها بکوشد، مصدر ایجاد تحول اساسی نخواهد بود. احراز این رویکرد در گرو دربرداشتن یک نوع تأمل و غور در خود و انتقاد از خود است که وجه مشخصه «حکمرانی تأملی» است. به‌درستی هم تا زمانی که ارزیابی از محتوای سیاست‌ها گسترش نیابد و به ارزیابی فرآیند حکمرانی آن پرداخته می‌شود، از رعایت منافع حداکثری صاحب نفعان ناتوان و از هماهنگی بین سیاست‌های خود عاجز است و تنها می‌تواند اهداف کوتاه مدت و حداقلی را دنبال کند.

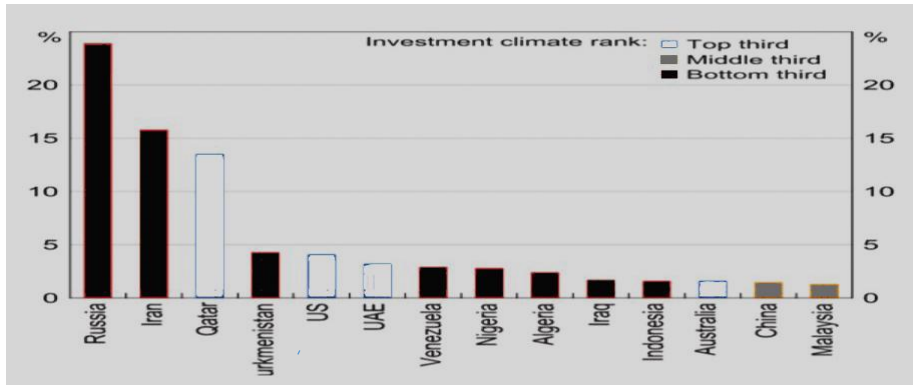
حوزه مورد نظر مطالعه، حوزه راهبری سیاست‌های انرژی است. تأمین و به‌کارگیری انرژی یکی از عوامل مؤثر رشد اقتصادی و ثبات سیاسی کشورها به شمار می‌رود، اما به همان اندازه نیز آلودگی محیط زیست و تخریب آن نقش دارد. در همین راستا، حفاظت از منابع

موجود، مدیریت مصرف، استفاده از منابع جدید انرژی و همچنین کاهش اثرهای زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بخش حمل و نقل یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی است که نقشی بسیار مؤثر در محیط زیست دارد.

طبق بخش «آمار راهنمای انرژی جهان، ۲۰۱۸»<sup>۱</sup>، ایران چهارمین تولیدکننده گاز طبیعی در جهان است. افزون بر این، قیمت تمام شده گاز طبیعی در کشور ما پایین‌تر از بنزین بوده و در عین حال صادرات مازاد مصرف داخلی به راحتی میسر نیست. از سویی دیگر، صادرات گاز طبیعی در مقایسه با فرآورده‌های مایع، نیازمند ایجاد زیرساخت‌هایی پیچیده‌تر و گران‌تر است که این مسئله ارزش افزوده صادرات گاز طبیعی را کاهش می‌دهد. نکته مهمی که در لزوم استفاده از گاز طبیعی اهمیت می‌یابد، این است که ۶ میدان گازی ایران با همسایگان و کشورهای هم‌جوار یعنی قطر، امارات، کویت، عربستان، ترکمنستان و آذربایجان مشترک است. طی سالیان گذشته اغلب این کشورها به کمک شرکت‌ها و کارتل‌های بزرگ نفتی دنیا، اقدام به برداشت از این میادین مشترک کرده‌اند، ولی ایران به دلایل گوناگون از جمله تحریم، بسیار کم‌تر از اغلب همسایگان خود در آن سوی مرزها برداشت می‌کند. از این جهت، عدم بهره‌برداری از این منابع، موجب کاهش سهم ایران و خسران اقتصادی قابل توجهی بوده است. علاوه بر موارد فوق، افزایش نرخ سوخت در بازارهای جهانی و به تبع آن افزایش قیمت بنزین و گازوئیل موجب صرف بخش عظیمی از بودجه کشور در جهت تأمین هزینه‌های ناشی از واردات بنزین و پرداخت یارانه‌های مربوط به آن شود.

با توجه به مراتب بالا، سیاست گازسوز کردن خودروها در قالب طرح ملی سی‌ان‌جی به مرور از سال ۱۳۶۶ با اجرای آزمایشی گازسوز کردن نمونه‌ای خودرو آغاز و در سال ۱۳۷۴ با تصویب قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا، به شکل قانونی تصویب شد و به اجرا درآمد. با وجود ساختار دانشی، عرضه پایدار و حتی قیمت جذاب گاز طبیعی در مقایسه با سایر سوخت‌ها توسعه این فناوری در کشور، با فراز و نشیب روبه‌رو بوده است. هدف بخش سوم از این کتاب، تشریح نحوه توسعه و انتشار فناوری استفاده از گاز طبیعی در خودرو در قالب نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز و دوگانه‌سوز و بررسی علل گسترش حداکثری انتشار و یا قفل‌شدگی نسبی آن در کشور است.



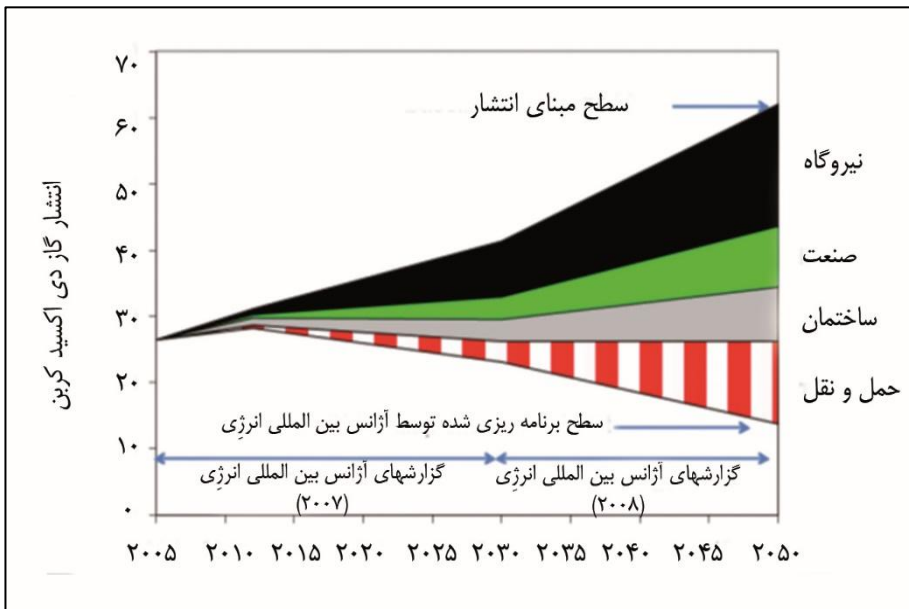


شکل ۳-۱: درصد ذخایر گاز کشورها

منبع: <https://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2011/sep/3.html>

### ۳.۱ بخش اول کلیات؛ انرژی بخش حمل و نقل و جایگاه آن در ایران

نقش حمل و نقل در اقتصاد کلیدی است و برای رفع اثر سوء آن نیاز به ایجاد سیستم حمل و نقل با آلودگی کمتر وجود دارد. مسیر دستیابی به سیستم حمل و نقل پایدار، مسیری پر چالش و دشوار است و تلاش جهانی و ملی را در بعدهای مختلف علمی، صنعتی، برنامه‌ریزی، آموزشی، فرهنگ‌سازی و سیاست‌گذاری می‌طلبد.

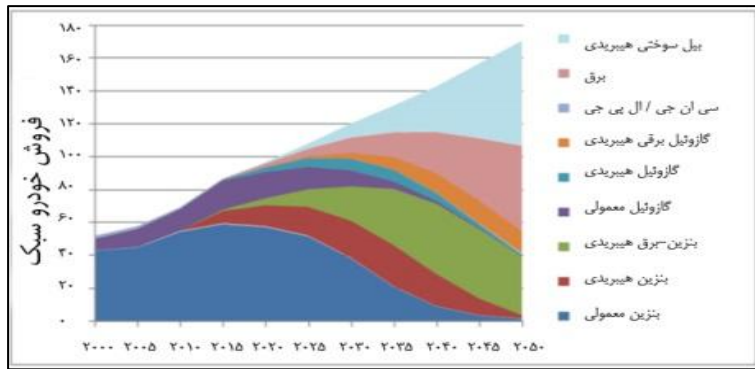


شکل ۳-۲: سهم هر بخش در کاهش انتشار کربن

منبع: تاناکا، ۲۰۱۵<sup>۱</sup>

بر اساس برآورد جهانی، تقاضای جهانی انرژی تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۴۶ درصد افزایش می‌یابد (میانگین رشد سالیانه ۶/۱ درصد). این در حالی است که با توجه به روند توسعه حمل و نقل کشورهای در حال توسعه، در حدود سه چهارم از افزایش نیاز به انرژی در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۳۰ به بخش حمل و نقل تعلق خواهد داشت. در نقشه راه جهانی سهم حمل و نقل از کاهش انتشار دی‌اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰، ۳۰٪ است. (چشم‌انداز انرژی جهان، ۲۰۱۳).

1 Tanaka, 2015

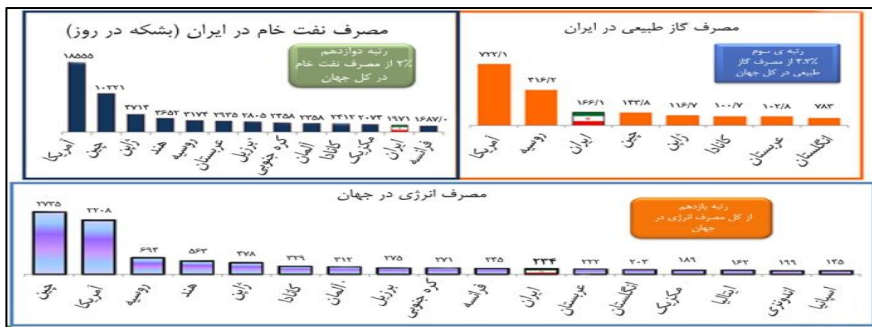


شکل ۳-۳: سهم هر یک از منابع انرژی در سید انرژی بر اساس نقشه راه جهانی تا سال ۲۰۵۰

منبع: تاناکا، ۲۰۱۵

سهم سید ناوگان خودروهای سبک در صورت اجرای این نقشه راه، در شکل ۳-۳، نشان داده شده است. بر این اساس، برای کنترل اثر سوء مصرف سوخت‌های فسیلی تا سال ۲۰۵۰ باید میزان انتشار دی‌اکسید کربن برابر با نصف کاهش یابد. مشخص است که باید از سهم سوخت‌های فسیلی کنونی (بنزین و گازوئیل) به شدت کاسته و سوخت‌های تجدیدپذیر جایگزین شود.

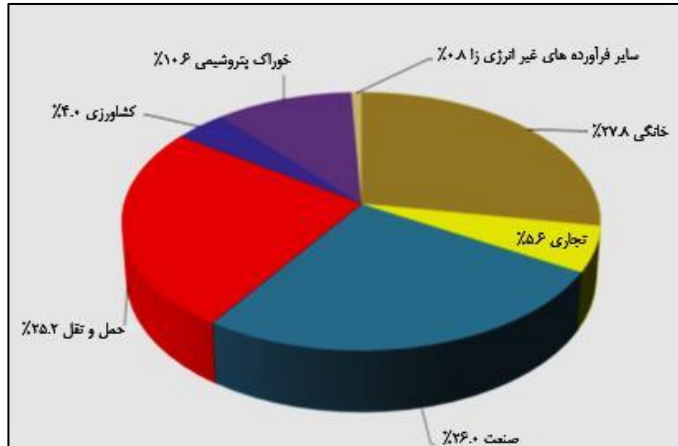
در شکل ۳-۴ دیده می‌شود که ایران در مصرف گاز رتبه سوم، در مصرف نفت رتبه دوازدهم و در کل از نظر مصرف انرژی‌های فسیلی رتبه یازدهم جهان را دارد<sup>۱</sup>.



شکل ۳-۴: جایگاه ایران در مصرف انرژی

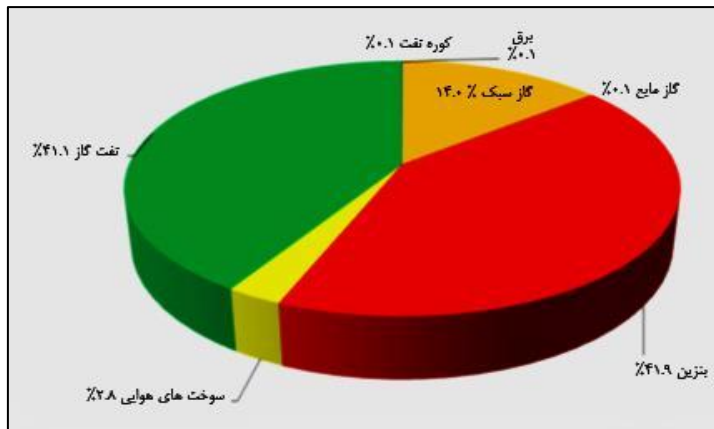
منبع: بی بی سی، ۲۰۱۲

بر اساس شکل ۵ با فاصله نزدیک، بخش حمل و نقل از بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌های انرژی در ایران است که معادل ۲۵٫۲٪ کل انرژی نهایی مصرفی ایران را شامل می‌شود. مصرف کل انرژی ایران معادل ۱۲۱۶ میلیون بشکه نفت خام است.

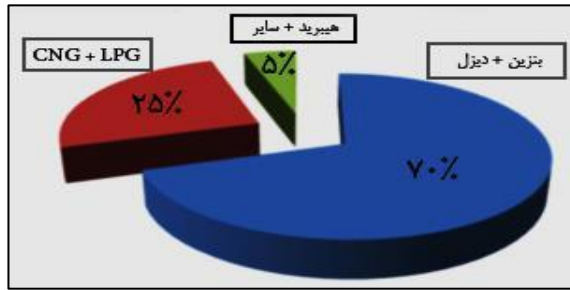


شکل ۳-۵. سهم بخش‌های مصرف‌کننده داخلی انرژی در ایران

منبع: عیار آنالاین، ۱۳۹۴



شکل ۳-۶: سهم هر یک از بخش مصرف‌کننده سوخت (منبع: همان)

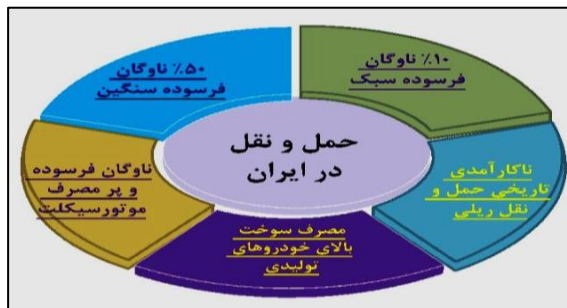


شکل ۳-۷: سهم هر یک از فرآورده‌های انرژی در بخش حمل و نقل ۱۳۹۵ (منبع: همان)

در شکل ۳-۷ دیده می‌شود که بنزین و نفت گاز با ۴۱٫۹٪ و ۴۱٫۱٪ بیش‌ترین مصرف را در سبد سوخت‌های بخش حمل و نقل دارد. در واقع بخش حمل و نقل معادل ۳۰۳ میلیون بشکه نفت خام را مصرف می‌کند (ماهنامه انرژی، ۱۳۹۶).

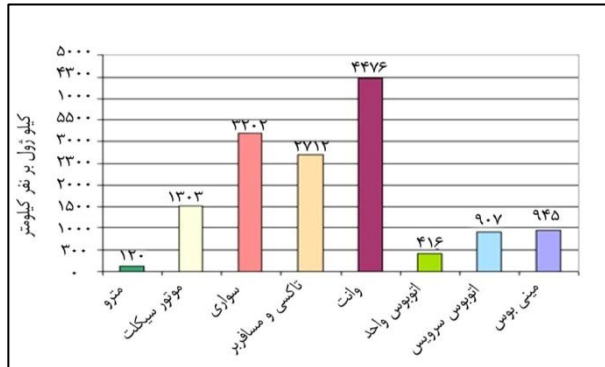
مستندات مربوط به تصمیم سیاست‌گذاران در مورد سبد سوخت ناوگان حمل و نقل ایران نشان می‌دهد که بر اساس تحقیقات، همچنین با توجه به نقشه راه فناوری در سطح جهانی و جمیع جوانب، سیاست‌های اتخاذ شده توسط ایران نمی‌تواند به حمل و نقل پایدار بیانجامد.

در حقیقت ویژگی‌های ناوگان حمل و نقل ایران شامل ۵۰٪ ناوگان فرسوده سنگین، ۱۰٪ ناوگان فرسوده سبک، ناوگان فرسوده و پرمصرف موتورسیکلت، مصرف سوخت بالای خودروهای تولیدی و ناکارآمدی تاریخی حمل و نقل ریلی است (سعید میرزایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۳۹۲).



شکل ۳-۸: ویژگی‌های بخش حمل و نقل در کشور ایران

منبع: (سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۳۹۲)



شکل ۳-۹: شدت انرژی در مدل‌های مختلف حمل و نقل (سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۳۹۲)

شکل ۳-۹ ویژگی‌های ناوگان حمل و نقل ایران را تأیید می‌کند. شدت انرژی اتوبوس واحد ۳/۵ برابر، تاکسی ۲۲ برابر و خودروهای شخصی ۲۶ برابر مترو است (سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۳۹۲). همچنین شدت انرژی حمل و نقل جاده‌ای چه بر اساس میزان مصرف سوخت و چه بر اساس افراد انتقال یافته در حدود ۶ تا ۸ برابر حمل و نقل جاده‌ای است.

- **صنعت خودرو در ایران:** صنعت خودروسازی کشور، دومین شاخه مهم اقتصاد ملی بعد از صنعت نفت و گاز به حساب می‌آید (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۳). در سال ۲۰۱۱ ایران به عنوان دوازدهمین تولیدکننده بزرگ جهانی خودرو شناخته شده بود که در سال ۲۰۱۲ با شش پله تنزل در رتبه هجدهم یعنی پایین‌تر از کشورهای ترکیه و اندونزی قرار گرفت. در حال حاضر ۲۸ شرکت خودروسازی در تولید انواع خودروهای سبک و سنگین در کشور فعالیت می‌نمایند. صنعت خودرو کشور با گردش مالی سالانه حدود ۲۰۰ هزار میلیارد ریال و ایجاد اشتغال مستقیم و غیر مستقیم برای حدود ۵۰۰ هزار نفر، یکی از کانون‌های توجه سیاست‌گذاران کشور است. صنعت خودرو، دومین صنعت مؤثر در جدول داده - ستانده‌های اقتصادی در بین ۱۰ صنعت برتر کشور است. از صنایع مهمی که ارتباط نزدیکی با صنعت خودرو دارند، می‌توان به صنعت فولاد،

۱ اطلاعات این بخش با استناد به خلاصه گزارش تحقیق و تفحص صنعت خودرو سازی در ایران، مجلس شورای اسلامی تهیه شده است. گزارش تحقیق و تفحص حاصل فعالیت هیأت تحقیق و تفحص صنعت خودرو سازی ایران با بررسی حدود ۱۲۰ هزار برگ سند کتبی و دیجیتال و مطالعات میدانی، شامل ۵۴۰ صفحه است.

آلومینیوم، مس، شیشه، لاستیک، نساجی، الکترونیک، رنگ و مواد شیمیایی اشاره کرد که به عنوان صنایع بالا دستی ورودی صنعت خودرو محسوب می‌شوند. صنعت خودرو در ایران، بازار صادراتی نیز دارد<sup>۱</sup> و از این جهت هدف تحریم‌های آمریکایی قرار گرفته بود که با مذاکرات برجام تعلیق گردید<sup>۲</sup>.

در قیل گفتیم که ایران در سال یا ۱۳۹۰ شمسی با تولید ۱۶۴۸۵۰۵ خودرو موفق شد در رتبه ۱۱ خودروسازان جهان قرار بگیرد؛ اما تولید خودروی ایران در سال ۱۳۹۱ نیز با کاهش ۳۸,۵ درصدی نسبت به سال قبل از آن مواجه شده و به یک میلیون و ۱۳ هزار دستگاه رسید. در سال ۱۳۹۲ نیز تنها ۶۲۶ هزار و ۱۱۰ دستگاه خودرو در ایران تولید شده است ولی در سال ۱۳۹۵ ایران یک میلیون و پانصد هزار دستگاه خودرو تولید کرده است. با این رقم، ایران دارای سریع‌ترین رشد تولید خودرو شده است. در سال ۱۳۹۶ ایران در مقام هیجدهم دنیا ایستاده اما با توجه به رکود سال‌های قبل، سریع‌ترین نرخ رشد را دارد.

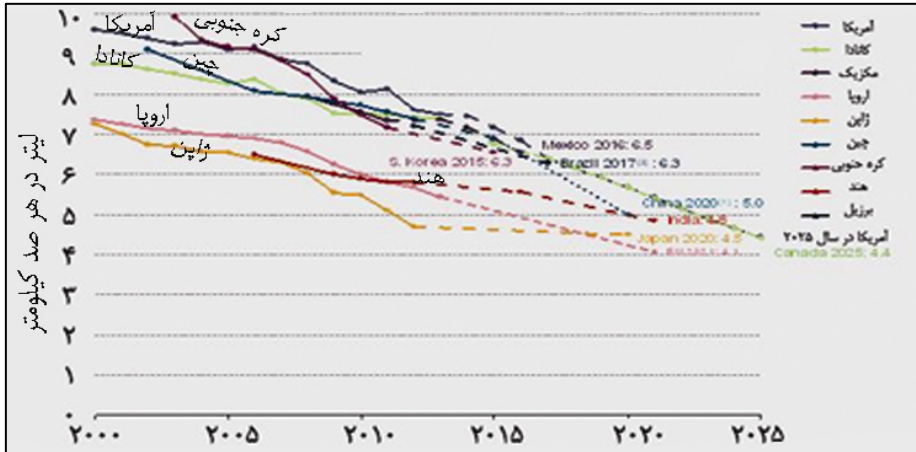
جدول ۳-۱: میزان تولید ایران به تفکیک سال ۲۰۱۵

سال	۲۰۱۷	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۵	۲۰۰۰
میزان تولید	۱۵۰۰۰۰۰	۷۴۳۶۸۰	۹۸۹۱۱۰	۱۶۴۸۵۰۵	۱۵۹۹۴۵۴	۸۱۷۲۰۰	۱۴۱۵۴۶

- **مقایسه شاخص‌های سوخت خودرو:** در سطح جهانی میزان مصرف و آلاینده‌گی خودروها پس از سال ۲۰۰۰ همواره کاهشی بوده است، برای این منظور می‌توانید به شکل زیر که نشان دهنده کاهش مصرف سوخت در کشورهای مختلف است، مراجعه کنید. مشاهده می‌کنید که هر چند اهداف برای سال ۲۰۲۵ میلادی به صورت نسبی همگرا هستند، اما هم‌اکنون کشورها را می‌توان به دو گروه پیش رو و جامانده تقسیم‌بندی کرد.

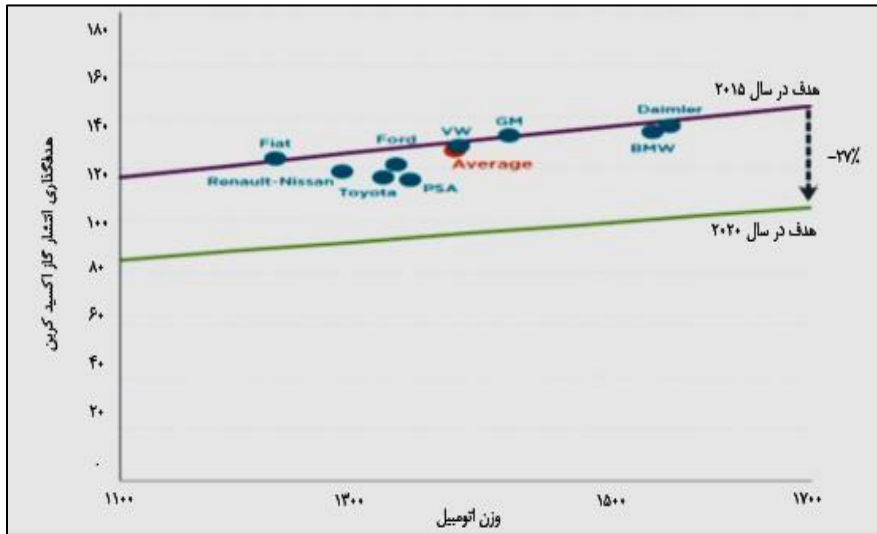
۱ نگاهی به بخشی از گزارش دیوید کوهن معاون وزیر خزانه‌داری آمریکا به مجلس سنا مورخ ۲۲ دی ماه سال ۱۳۹۲ (۱۲/دسامبر/۲۰۱۳) می‌تواند گویای بسیاری از ناگفته‌ها باشد.

۲ ذکر این نکته حائز اهمیت است که اعمال تحریم‌های صنعت خودرو کشور از سوی کشورهای غربی در تاریخ تیر ماه ۱۳۹۲ (جولای ۲۰۱۳) فقط شامل تحریم قطعه و فناوری بوده و قطعات سیستم‌های پشتیبانی CBU شامل این تحریم نمی‌گردند.



شکل ۳-۱۰: میزان مصرف سوخت در هر ۱۰۰ کیلومتر

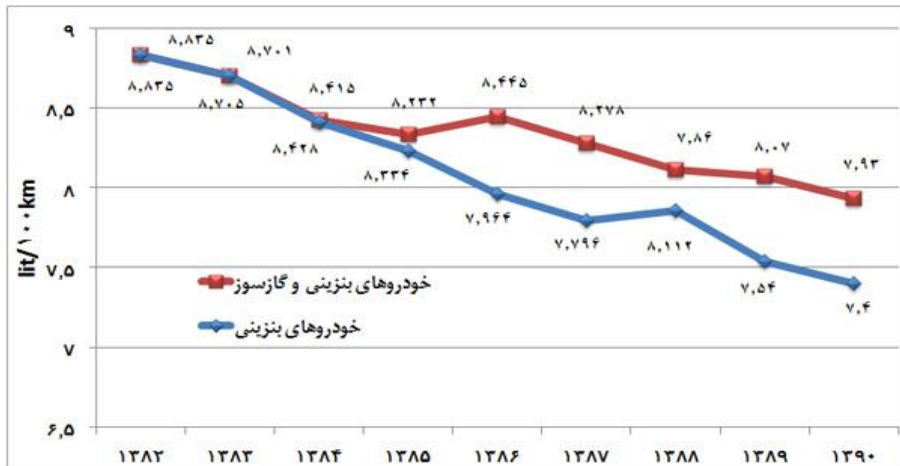
در بررسی برندهای مختلف نیز به شکل زیر خواهیم رسید و شاهد آن هستیم که خودروهایی که از کارایی بهتری برخوردارند، متعلق به اروپا و ژاپن بوده و کشورهای آمریکای شمالی عقب‌تر از کشورهای دیگر در این زمینه قرار دارند.



شکل ۳-۱۱: تولید کربن با توجه به وزن خودروها

کشور ایران نیز در این عرصه به گروه کشورهای جامانده تعلق دارد؛ به صورتی که مصرف سوخت در سال برای خودروهای بنزینی ۷,۴ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر و برای خودروهای دوگانه‌سوز ۷,۹۳ لیتر برای هر ۱۰۰ کیلومتر است.





شکل ۳-۱۲: میزان مصرف انواع خودروهای ایرانی در ۱۰۰ کیلومتر

منبع: (میرعمادی و همکاران، ۱۳۹۵)

## صنعت سوخت خودرو در ایران

بنزین و نفت گاز (گازوئیل) از سوخت‌های اصلی است که از دیرباز در ایران استفاده می‌شده است. بنزین برای خودروهای سبک یعنی سواری و وانت و همچنین موتورسیکلت و نفت گاز برای خودروهای سنگین نظیر اتوبوس، مینی‌بوس، کامیون، کامیونت و کشنده مورد استفاده قرار می‌گیرد. به مرور دو سوخت جایگزین ال‌پی‌جی یا گاز مایع و سی‌ان‌جی یا گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین در خودروها به کار گرفته شد. البته برق نیز به عنوان یکی از سوخت‌های جایگزین مطرح شده که در ایران فقط در اتوبوس‌ها استفاده می‌شود و مورد بحث این ارزیابی قرار نمی‌گیرند.

۱. بنزین

۱. گاز

۲. طبیعی

۳. گاز فشرده

۴. گاز مایع نفتی<sup>۱</sup>

این سوخت از فراورده‌های نفتی بوده که عمده ترکیبات آن هیدروکربن‌های سبک مایع<sup>۱</sup> مخلوطی از دو هیدروکربن سبک نفتی به نام پروپان و بوتان) است. این گازها از مواد سبک

1 Liquid Petroleum Gas

بالاسری برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها به دست می‌آید. در این سوخت از مواد افزودنی ترکیبات اکسیژنه به جای ترکیبات سرب استفاده می‌شود. کاربرد این سوخت در وسایل گازسوز خانگی و به عنوان سوخت جایگزین در خودروها (انواع موتورهای درون سوز بنزینی) و صنایع است.  
۵. گاز طبیعی

بر اساس استاندارد ملی به شماره ۵۱۱۱، گاز طبیعی مخلوطی از هیدروکربن‌های گازی بوده که عمدتاً از متان تشکیل شده است. این گاز در طبیعت تحت فشارهای بالا همواره به صورت گازی باقی می‌ماند. ترکیبات غیر هیدروکربوری نظیر سولفید هیدروژن، دی‌اکسید کربن و نیتروژن نیز همراه گاز طبیعی یافت می‌شوند. گاز طبیعی که به عنوان سوخت خودروها به کار می‌رود، معمولاً تا ۲۰۰۰ kPa در حالت گازی فشرده می‌شود.

### مصرف سوخت خودرو و طیف تأمین آن (تولیدات داخلی و واردات) در ایران

جدول ۳-۲: مصرف فرآورده‌های نفتی کشور (ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۶)

فرآورده	سال	۱۳۹۵	سهام از کل (درصد)	تغییر ۹۵ نسبت به ۹۴	میانگین رشد ۱۳۸۵-۹۵
گاز مایع		۱۶/۱۳	۳/۶۶	۶/۲۵	-۱/۰۱
بنزین موتور		۱۴۹/۸۳	۳۴/۰۱	۴/۸۶	-۱/۱۸
تفت سفید		۱۸/۰۲	۴/۰۹	-۷/۹۸	-۸/۱۸
تفت گاز		۱۸۷/۰۷	۴۲/۴۶	-۱/۲۶	-۰/۳۷
تفت کوره		۴۲/۲۴	۹/۵۹	-۵۷/۲۲	-۹/۴۸
سوخت های هوایی		۱۰/۳۳	۲/۳۴	۱۲/۵۹	۳/۳۱
<b>جمع</b>		<b>۴۲۳/۶۲</b>	<b>۹۶/۱۵</b>	<b>-۱۰/۲۸</b>	<b>-۲/۰۷</b>
تعداد پلاخریت و تفت سفید صحتی (خوراک)		۱۶/۹۵	۳/۸۵	-۲/۹۶	-۰/۹۷
<b>جمع</b>		<b>۴۴۰/۵۷</b>	<b>۱۰۰</b>	<b>-۱۰/۰۲</b>	<b>-۱/۹۷</b>

در میان فرآورده‌های نفتی حامل‌های انرژی که مصرف آن روند افزایشی در این سال داشته است، بنزین موتور با رشد مصرف حدود ۸۶/۴ درصد، سوخت‌های هوایی با ۵۹/۱۲ درصد و نفت گاز با رشد مصرف ۲۶/۰ درصد نسبت به سال گذشته می‌باشد (ترازنامه هیدروکربوری کشور، ۱۳۹۶).

جدول ۳-۳: مقایسه جایگزینی مصرف بنزین با سی ا جی و ال پی جی (ترازنامه، ۱۳۹۶)

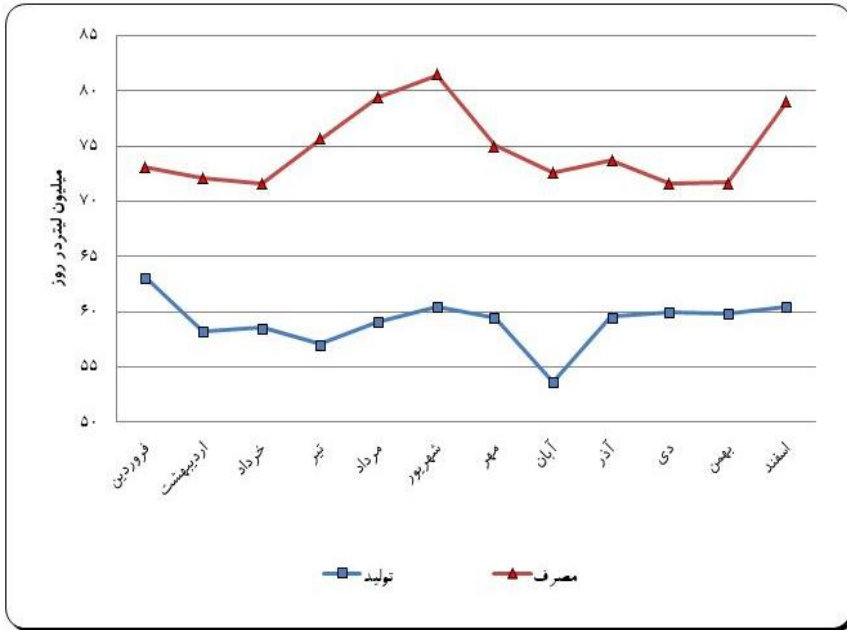
فرآورده سال	مصرف گاز خودرو <sup>۱</sup>	معادل سوخت بنزین مصرف گاز خودروها	مصرف گاززمايع خودرو <sup>۲</sup>	معادل سوخت بنزین مصرف گاززمايع خودروها	مصرف بنزین موتور (کل بخش‌ها)	جمع کل مصرف بنزین موتور با بنزین موتور معادل CNG و LPG	درصد جایگزینی گاز	درصد جایگزینی گاززمايع	درصد جایگزینی کل
۹۳	۶۵۴۶	۵۸۶۲۶۲۷/۵۹	۰/۰۲۵۱	۱۸۱۶۱/۸۸	۲۵۴۰۶۷۳۰	۳۱۲۶۵۵۱۹/۶۷	۱۸/۶۹	۰/۰۶	۱۸/۷۵
۹۴	۷۳۶۱	۶۵۶۹۶۹۲/۵۰	۰/۰۰۲	۱۷۳۹۱/۳۰	۲۵۹۱۵۴۰۵	۳۲۵۰۲۶۸۸/۸۰	۲۰/۲۱	۰/۰۵	۲۰/۲۷
۹۵	۷۵۴۰	۶۷۲۹۴۵۰/۰	۰/۰۰۱	۷۳۰۱/۹۲	۲۷۲۵۱۱۳۷	۳۳۹۸۷۸۸۸/۹۲	۱۹/۸۰	۰/۰۲	۱۹/۸۲

۱: میلیون مترمکعب در سال

جدول ۳-۴: مصرف سوخت سی ان جی در حمل و نقل (ترازنامه، ۱۳۹۶)

ماه	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	درصد رشد سال ۹۵ نسبت به ۹۴
جمع مصرف	۳۳۸۴	۵۵۴۳/۲۶	۶۲۴۶/۳۸	۶۹۱۷	۶۶۶۴	۶۹۶۶	۷۳۶۱	۷۵۴۰	۲/۴۳
متوسط مصرف روزانه گاز طبیعی فشرده (میلیون مترمکعب در روز)	۹/۴۳	۱۵/۱۹	۱۷/۱۱	۱۸/۹۰	۱۸/۲۶	۱۹/۰۹	۲۰/۱۷	۲۰/۶۰	۲/۱۵
متوسط مصرف ناوگان اتوبوس شهری کشور (میلیون مترمکعب در روز)	۰/۵۷	۱	۱	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۲۷	۱/۲۷	-
متوسط مصرف ناوگان خودروهای سیک (میلیون مترمکعب در روز)	۸/۸۶	۱۴/۱۹	۱۶/۱۱	۱۷/۹۰	۱۷/۱۱	۱۷/۹۴	۱۸/۹۰	۱۹/۳۳	۲/۲۸

• اختلاف رشدها در گرد کردن اعداد مصرف روزانه می‌باشد.



شکل ۳-۱۳: روند تولید و مصرف بنزین در ایران در سال ۱۳۹۵

منبع: ترازنامه، ۱۳۹۶

### بهره‌وری انرژی در خودروها

در این قسمت بهره‌وری انرژی در گروه‌های مختلف بررسی خواهد شد. ابتدا رتبه مصرف انرژی در بین برندهای ایرانی مقایسه می‌شود سپس بر اساس نوع خودروهای سبک (گروه‌بندی به سواری، وانت و ون)، میانگین مصرف سوخت در سال‌های ۸۰ تا ۹۰ و در نهایت میزان مصرف سوخت به تفکیک کلاس خودرو مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

**رتبه مصرف انرژی در بین برندهای خودروهای ایران:** رتبه‌بندی مصرف انرژی، میزان سوخت مورد نیاز برای طی مسافت معینی را نشان می‌دهند. مثال این که برای یک خودرو ۱۸۰۰ سی‌سی، میزان اختلاف مصرف سوخت در رتبه انرژی A و G برابر با ۲٫۲ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر و میزان اختلاف مصرف سوخت رتبه‌های D و G حدود ۱٫۳ لیتر در صد کیلومتر است. با فرض پیمایش ۲۰ هزار کیلومتر و عمر ۲۰ سال خودرو، خودرویی که رتبه انرژی A دارد، در طول عمر خود نسبت به خودرویی با رتبه انرژی G، هشت هزار و ۸۰۰ لیتر (معادل ۲۰۰ میلیون ریال) کم‌تر سوخت مصرف می‌کند و یا با همین شرایط، خودرویی

که رتبه انرژی D دارد، در طول عمرش نسبت به یک خودرو با رتبه مصرف انرژی G، پنج هزار و ۱۳۰ لیتر (معادل ۱۱۵ میلیون ریال) سوخت کم‌تر مصرف می‌کند. بررسی رتبه مصرف انرژی نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب این صنعت در کشور است. دو خودروساز بزرگ ایران که از آنان به عنوان غول‌های خودروسازی کشور یاد می‌شود، در تولید خودروهایی با گرید انرژی بالا موفق نبوده‌اند و حتی رتبه انرژی بسیاری از تولیدات آن‌ها از G فراتر نرفته است.

در جریان بررسی رتبه انرژی خودروهای تولیدی کشور بر اساس آخرین آمار رسمی اعلامی از سوی سازمان ملی استاندارد به شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت<sup>۱</sup> مشخص شد رتبه انرژی هیچ یک از خودروهای تولیدی ایران خودرو و سایپا گرید انرژی A و B و C ندارند و رتبه انرژی خودروهایی مانند، سمند، سمند سورن، پژو پارس و پژو ۴۰۵ از محصولات ایران خودرو و خودروی جدید ۳۰۰ اس تولیدی سایپا از G فراتر نرفته است و این خودروها امکان مصرف سوختی کم‌تر از ۷/۴ لیتر (در ۱۰۰ کیلومتر) را در چرخه ترکیبی ندارند.

با وجود این که استانداردهای مصرف سوخت، روند رو به رشد خود را در طول زمان طی کرده است، اما خودروسازان همچنان خودروهایی با فناوری و مصرف سوخت ثابت تولید می‌کنند و از این نظر با شرایط استاندارد فاصله دارند. اختلاف میان مصرف واقعی سوخت محصولات تولیدی با استانداردهای موجود و درجا زدن مکرر خودروسازان در ارتقای رتبه مصرف انرژی طی سالیان گذشته، سبب شده است آن‌ها همواره لغت سخت‌گیرانه را به استاندارد اطلاق کنند!

در مقایسه متوسط مصرف سوخت خودروهای سبک کشور با دیگر کشورها در سال ۹۲ مشاهده می‌شود که متوسط مصرف سوخت خودروهای سبک کشور ۸،۵۲ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر اعلام شده است؛ در حالی که این عدد برای اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۳ (تقریباً مطابق با ۱۳۹۲) ۵/۵۴ و در آمریکا ۶/۷۶ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر بوده است.

نکته حائز اهمیت در مورد کشور ما این است که با احتساب یارانه پرداختی به سوخت مصرفی خودروها در طول عمر خودرو، رقم پرداختی دولت به خاطر رتبه پایین انرژی بسیار بیش از این خواهد بود و اگر تیراژ تولید خودروها نیز در این رقم ضرب شود، مشخص خواهد

شد دولت تا چه میزان به سوخت مصرفی در این خودروهای پرمصرف، یارانه اختصاص می‌دهد.

### الف) معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی

بر اساس استاندارد ملی شماره ۲-۴۲۴۱ با عنوان «خودروهای بنزینی- تعیین معیار مصرف سوخت و دستورالعمل برچسب انرژی» معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی ساخت داخل در جدول ۳-۷ و همچنین معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی وارداتی در جدول ۳-۸ ارائه می‌شود.

به جز استاندارد خودروهای دوگانه‌سوز، سه استاندارد دیگر بازنگری شده‌اند. استاندارد موتورسیکلت‌ها تاکنون سه بار در سال‌های ۸۴، ۸۷ و ۸۹ استاندارد خودروهای بنزینی، ۲ بار در سال‌های ۸۵ و ۸۹ و استاندارد موتورهای دیزلی خودروهای سنگین و نیمه سنگین هم یک‌بار در سال ۸۷ بازنگری شد؛ اما به نظر می‌رسد وجود این استانداردها و بازنگری مستمر آن‌ها، آن‌طور که باید در بهبود شاخص مصرف انرژی خودروها و موتورسیکلت‌های تولید داخل تأثیرگذار نبوده است.<sup>۱</sup>

جدول ۳-۵: معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی ساخت داخل<sup>۲</sup>

طبقه	محدوده حجم جابجایی موتور خودرو (CC)	خودروهای بنزینی داخلی <sup>(۱)</sup>		
		محدوده زمانی معیار		
		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
۱	$V \leq 1000$	۵/۴	۵/۳	۴/۸
۲	$1000 < V \leq 1100$	۵/۸	۵/۶	۵/۱
۳	$1100 < V \leq 1300$	۶/۲	۶/۱	۵/۵
۴	$1300 < V \leq 1400$	۶/۷	۶/۵	۵/۹
۵	$1400 < V \leq 1500$	۶/۸	۶/۶	۶/۰
۶	$1500 < V \leq 1600$	۷/۱	۷/۰	۶/۳
۷	$1600 < V \leq 1800$	۷/۷	۷/۶	۶/۹
۸	$1800 < V \leq 2000$	۸/۵	۸/۳	۷/۵
۹	$2000 < V \leq 2200$	۹/۳	۹/۱	۸/۳
۱۰	$2200 < V \leq 2400$	۹/۴	۹/۲	۸/۴
۱۱	$2400 < V \leq 3000$	۱۰/۳	۱۰/۰	۹/۱

(۱) خودروهای با حجم موتور بالاتر از ۳۰۰۰ سی‌سی مشمول این استاندارد نبوده و باید به صورت خاص برر (۲) برای خودروهای حمل بار، ون، دنده اتوماتیک و دو دیفرانسیل به اعداد فوق ۵ درصد اضافه می‌گردد.

۱ مصاحبه با ناصر اسماعیل‌زاده- مدیر بهینه‌سازی انرژی در بخش حمل و نقل شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت- اقتصاد آنلاین  
 ۲ مقادیر مصرف سوخت ذکر شده در جدول فوق بر حسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر و بر اساس سیکل ترکیبی و برای شاخص D برچسب است.

جدول ۳-۶: معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی وارداتی

خودروهای بنزینی وارداتی			محدوده حجم جابجایی موتور خودرو (CC)	طبقه
محدوده زمانی معیار				
۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶		
۴/۲	۴/۴	۴/۸	$V \leq 1000$	۱
۴/۵	۴/۶	۵/۱	$1000 < V \leq 1100$	۲
۴/۹	۵/۳	۵/۵	$1100 < V \leq 1300$	۳
۵/۴	۵/۵	۵/۹	$1300 < V \leq 1400$	۴
۵/۵	۵/۸	۶/۰	$1400 < V \leq 1500$	۵
۵/۹	۶/۱	۶/۳	$1500 < V \leq 1600$	۶
۶/۵	۶/۶	۶/۹	$1600 < V \leq 1800$	۷
۶/۹	۷/۲	۷/۵	$1800 < V \leq 2000$	۸
۷/۰	۷/۶	۸/۳	$2000 < V \leq 2200$	۹
۷/۴	۸/۰	۸/۴	$2200 < V \leq 2400$	۱۰
۸/۱	۸/۵	۹/۱	$2400 < V \leq 3000$	۱۱

(۱) خودروهای با حجم موتور بالاتر از ۳۰۰۰ سی‌سی رسی گردند.

برچسب مصرف انرژی خودروها بر اساس معیار مصرف سوخت خودروهای هر طبقه برای هر مدل خودرو تدوین می‌شود. به این ترتیب که مقدارهای این معیار در رده‌بندی گروه‌های مصرف سوخت به عنوان شاخص گروه میانی (گروه D) قرار می‌گیرد. محدوده گروه‌های دیگر طبق جدول زیر تعیین می‌گردد. هر بازه با یکی از شاخص‌های (A تا G) مشخص می‌شود.

جدول ۳-۷: محدوده گروه‌های مربوط به بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی مورد استفاده در

برچسب

شاخص	محدوده
<b>A</b>	معیار منتهای (۲۰٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو
<b>B</b>	معیار منتهای (۱۰٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار منتهای (۳۰٪ معیار)
<b>C</b>	معیار منتهای (۵٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار منتهای (۱۰٪ معیار)
<b>D</b>	معیار به علاوه (۵٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار منتهای (۵٪ معیار)
<b>E</b>	معیار به علاوه (۱۰٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار به علاوه (۵٪ معیار)
<b>F</b>	معیار به علاوه (۲۰٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار به علاوه (۱۰٪ معیار)
<b>G</b>	معیار به علاوه (۲۰٪ معیار) $\leq$ مصرف سوخت خودرو $<$ معیار به علاوه (۲۰٪ معیار)

### ب) معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای دوگانه‌سوز

بر اساس استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۷ با عنوان «خودروهای دوگانه‌سوز - تعیین معیار مصرف سوخت و دستورالعمل برچسب» مصوب ۱۳۹۰/۱۱/۱۱ و همچنین معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای دوگانه‌سوز تولید داخل و وارداتی در جدول ارائه می‌شود.

جدول ۳-۸: طبقه‌بندی و معیار مصرف سوخت خودروهای دوگانه‌سوز ساخت داخل و وارداتی

طبقه	محدوده حجم جابجایی موتور خودرو [cc]	معیار خودروها در بازه زمانی ۹۱/۷/۱ تا ۹۲/۱۲/۲۹ (متر مکعب در ۱۰۰ کیلومتر)	معیار خودروها از تاریخ ۹۳/۱/۱ (متر مکعب در ۱۰۰ کیلومتر)
۱	$V \leq 1000$	۶	۵/۸
۲	$1000 < V \leq 1100$	۶/۲	۶
۳	$1100 < V \leq 1300$	۶/۵	۶/۲
۴	$1300 < V \leq 1400$	۶/۷	۶/۴
۵	$1400 < V \leq 1500$	۷/۷	۷/۱
۶	$1500 < V \leq 1600$	۸/۱	۷/۷
۷	$1600 < V \leq 1800$	۸/۸	۸/۴
۸	$1800 < V \leq 2000$	۹/۸	۹/۷
۹	$2000 < V \leq 2200$	۱۰/۵	۱۰
۱۰	$2200 < V \leq 2400$	۱۰/۶	۱۰/۱
۱۱	$2400 < V \leq 3000$	۱۱	۱۰/۵
۱۲	$3000 < V \leq 4000$	۱۲/۶	۱۲/۱
۱۳	$4000 < V \leq 5000$	۱۴	۱۳/۴
۱۴	$5000 < V$	۱۴/۹	۱۴/۳



جدول ۳-۹: رتبه مصرف انرژی در بین بعضی از برندهای خودرو ایرانی (شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، (ترازنامه، ۱۳۹۶)

نام شرکت	نام محصول	نام موتور	نوع سوخت	نوع گیربکس (اسب بخار)	توان خروجی (CC)	حجم موتور (kg)	مشخصات فنی				مصرف سوخت و انتشار CO <sub>2</sub>			
							شهری (lit/100km)	برون شهری (lit/100km)	ترکیبی (lit/100km)	انتشار CO <sub>2</sub> ترکیبی (grikm)	عدد معیار CO <sub>2</sub> انتشار یا معیار بر حسب درصد	اختلاف انتشار CO <sub>2</sub> رتبه انتشار		
سایپا	برلیانس H۳۳۰ سدان	BM15L	بنزین	A-6	۱۰۲	۱۵۰۰	۱۱۸۴	۸.۱۷	۵.۰۲	۶.۳۷	۱۴۹.۸	۱۷۴.۷	-۱۴.۳%	B
	تیبا	M15	بنزین	M-5	۸۷	۱۵۰۳	۱۰۰۰	۹.۳۶	۵.۵۵	۶.۵۹	۱۶۳.۵۲	۱۵۸.۰	۳.۵%	E
	تیبا دوگانه سوز	M15	بنزین	M-5	۸۰	۱۵۰۳	۱۱۳۰	۹.۶۳	۵.۸۴	۷.۲۴	۱۶۹.۴	۱۶۴.۰	۳.۳%	E
			گاز	M-5	۸۰									A
	تیبا ۲	M15	بنزین	M-5	۸۷	۱۵۰۳	۱۰۴۰	۸.۸۴	۵.۱۸	۶.۵۳	۱۵۳.۳۵	۱۵۹.۸	-۴.۱%	C
	سایپا ۱۱۱	M13HP	بنزین	M-5	۶۳	۱۳۲۳	۸۷۰	۸.۳۳	۵.۴	۶.۴۴	۱۵۱.۴	۱۵۲.۱	-۰.۴%	D
	سایپا ۱۳۱	M13HP	بنزین	M-5	۶۳	۱۳۲۳	۹۰۰	۸.۳۳	۵.۴	۶.۴۴	۱۵۱.۴	۱۵۳.۴	-۱.۳%	D
	سایپا ۱۳۱ دوگانه سوز	M13NI	بنزین	M-5		۱۳۲۳	۱۰۰۰	۸.۷۹	۵.۶۸	۶.۸۳	۱۶۰.۴۸	۱۵۸.۰	۱.۶%	D
			گاز	M-5										A
	سایپا ۱۳۲	M13HP	بنزین	M-5	۶۳	۱۳۲۳	۹۰۰	۸.۳۳	۵.۴	۶.۴۴	۱۵۱.۴	۱۵۳.۴	-۱.۳%	D
	سایپا ۱۳۲ دوگانه سوز	M13NI	بنزین	M-5		۱۳۲۳	۱۰۰۰	۸.۷۹	۵.۶۸	۶.۳۸	۱۶۰.۴۸	۱۵۸.۰	۱.۶%	D
			گاز	M-5										A
	سایپا ۲۳۲ سدان (سیتا)	M15	بنزین	M-5	۸۷	۱۵۰۳	۱۰۵۰	۹.۱۷	۵.۷۷	۷.۰۲	۱۶۵.۰۷	۱۶۰.۳	۳.۰%	D
	سراتو ۱۶۰۰ سبسی	G4FC	بنزین	M-5	۱۲۴	۱۵۹۱	۱۲۳۶	۷.۸۵	۵.۹۵	۶.۶۵	۱۵۶.۳۸	۱۶۸.۸	-۷.۴%	C
	سراتو ۲۰۰۰ سبسی	G4KD	بنزین	A-6	۱۵۶	۱۹۹۸	۱۲۹۳	۹.۶۲	۵.۶۳	۷.۰۹	۱۶۶.۹۵	۱۸۰.۰	-۷.۲%	C
کرمان خودرو	جک 1.8 GL	4G93D	بنزین	A-4	۱۴۰	۱۸۳۴	۱۳۵۵	۱۲.۴	۷.۴	۹.۳	۲۲۱.۲	۱۸۲.۹	۲۰.۹%	G

### – میانگین مصرف سوخت به تفکیک نوع خودرو

با در نظر گرفتن خودروهای سبک به صورت سواری تک‌دیفرانسیل، سواری دو دیفرانسیل، وانت تک‌دیفرانسیل، وانت دو دیفرانسیل، ون، تعداد و میانگین مصرف سوخت آن (بر حسب لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) در سال‌های ۸۰ تا ۹۰ به قرار زیر است. در ادامه هر جدول شکل مربوط به تعداد و مصرف سوخت دستگاه‌های بنزین سوز برای درک بهتر روند رسم شده

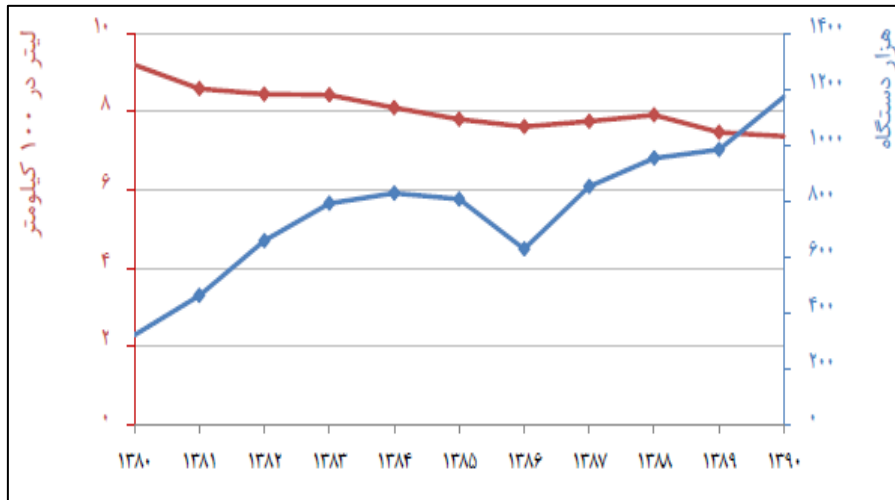
است.

جدول ۳-۱۰: آمار تولید و واردات سواری‌های تک‌دیفرانسیل

سال	وارداتی		تولید داخل			
	تعداد (دستگاه)	میانگین وزنی مصرف سوخت ناوگان (لیتر در ۱۰۰ کیلومتر)	میانگین وزنی مصرف سوخت ناوگان تولیدی (لیتر در ۱۰۰ کیلومتر)		تعداد (دستگاه)	
			دوگانه‌سوز	بنزین‌سوز	دوگانه‌سوز	بنزین‌سوز
۱۳۸۰	-	-	-	۹/۲۰	-	۳۲۱،۱۹۹
۱۳۸۱	-	-	-	۸/۵۹	-	۴۶۲،۳۸۲
۱۳۸۲	-	-	-	۸/۴۵	-	۶۵۸،۵۴۵
۱۳۸۳	۹/۰۸	۵،۳۷۶	۸/۹۶	۸/۴۳	۶۶	۷۹۲،۱۷۰
۱۳۸۴	۹/۲۱	۱۴،۰۱۵	۸/۱۴	۸/۱۰	۱۲،۹۱۰	۸۲۸،۲۲۲
۱۳۸۵	۸/۹۳	۲۴،۳۳۰	۷/۹۶	۷/۸۰	۱۱۱،۵۴۶	۸۰۷،۰۳۷
۱۳۸۶	۹/۴۵	۲۸،۳۲۷	۸/۰۷	۷/۶۲	۳۱۴،۶۴۳	۶۲۸،۹۱۰
۱۳۸۷	۹/۳۶	۲۹،۷۱۲	۷/۸۱	۷/۷۵	۲۰۵،۳۰۸	۸۵۲،۳۷۵
۱۳۸۸	۹/۱۹	۱۹،۳۴۱	۸/۰۰	۷/۹۲	۲۳۵،۲۴۸	۹۵۴،۰۱۷
۱۳۸۹	۹/۰۵	۲۳،۳۷۸	۸/۲۷	۷/۴۸	۳۷۰،۱۹۰	۹۸۳،۹۸۰
۱۳۹۰	۹/۳۱	۲۰،۵۷۸	۸/۷۸	۷/۳۷	۲۴۲،۰۲۳	۱،۱۷۳،۹۲۶
<b>متوسط رشد سالانه (درصد)</b>						
۱۳۸۰-۱۳۹۰	۰/۳۶	۲۱/۱۴	۱/۲۸	-۲/۱۹	۶۲/۹۷	۱۳/۸۴

منبع (کتاب اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور، ۱۳۹۰)<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> برگرفته از اطلاعات گمرک جمهوری اسلامی ایران (دفتر خدمات ماشینی) و وزارت صنعت، معدن و تجارت (دفتر صنایع ماشین‌سازی و نیرو محرکه)



شکل ۳-۱۴: میزان تولید سواری‌های تک‌دیفرانسیل بنزین سوز

(ترسیم شده با استفاده از اطلاعات جدول پیشین)

جدول ۳-۱۱: میانگین مصرف سوخت در برندهای مختلف ملی

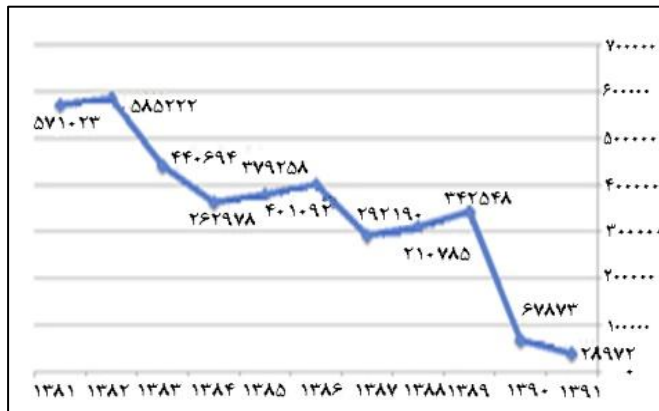
نام شرکت	نام محصول	نام موتور	نوع سوخت	مشخصات فنی				مصرف سوخت و انتشار CO <sub>2</sub>						
				نوع سوخت	نوع گیربکس	توان خروجی (اسب بخار)	حجم موتور (CC)	جرم خالص خودرو (kg)	شهری (l/100km)	برون شهری (l/100km)	ترکیبی (l/100km)	انتشار CO <sub>2</sub> ترکیبی (gr/km)	انتشار CO <sub>2</sub> (gr/km)	اختلاف انتشار CO <sub>2</sub> برحسب درصد
ایران خودرو	پژو ۲۰۶ سدان	TU3	بنزین	M-5	۷۴	۱۳۶۰	۱۱۲۵	۹	۵.۱	۶.۵	۱۵۴.۲۹	۱۶۳.۷	-۵.۸%	C
	پژو ۲۰۶ سدان	TU5	بنزین	M-5	۱۰۵	۱۵۸۷	۱۱۴۵	۹.۳	۵.۱	۶.۶	۱۵۷	۱۶۴.۶	-۴.۶%	C
	پژو ۲۰۶ هچ‌بک	TU3	بنزین	M-5	۷۴	۱۳۶۰	۱۰۱۰	۹	۵	۶.۴	۱۵۲	۱۵۸.۵	-۴.۱%	C
	پژو ۲۰۶ هچ‌بک	TU5	بنزین	M-5	۱۰۵	۱۵۸۷	۱۱۱۰	۸.۸	۵.۴	۶.۶	۱۵۷	۱۶۳.۰	-۳.۷%	C
	پژو ۴۰۵ GLX	XU7	بنزین	M-5	۱۰۰	۱۷۶۱	۱۱۷۹	۱۲.۱	۶.۲	۸.۳۸	۱۹۷.۳۳	۱۶۶.۲	۱۸.۷%	G
	پژو ۴۰۵ GLX دوگانه سوز	XU7	بنزین	M-5	۱۰۰	۱۷۶۱	۱۳۱۴			۸.۴۵	۲۰۱	۱۷۲.۴	۱۶.۶%	G
	پژو ۴۰۵ ELX	TU5	بنزین	M-5	۱۰۰	۱۵۸۷	۱۱۷۶	۱۰.۱	۵.۶	۷.۲۴	۱۷۰.۳۸	۱۷۲.۴	-۰.۲%	D
	پژو پارس ELX	XUM	بنزین	M-5	۱۰۵	۱۹۰۵	۱۱۷۷	۱۱.۲	۶.۵	۸.۳	۱۹۵.۱۶	۱۶۶.۱	۱۷.۵%	G
	پژو پارس ELX	TU5	بنزین	M-5	۱۰۵	۱۵۸۷	۱۱۷۶	۱۰.۱	۵.۶	۷.۲۴	۱۷۰.۳۸	۱۶۶.۱	۴.۶%	D
	پژو پارس XU7	XU7	بنزین	M-5	۱۰۰	۱۷۶۱	۱۱۶۵	۱۲.۱	۶.۲	۸.۳۸	۱۹۷.۳۳	۱۶۵.۶	۱۹.۲%	G
	پژو پارس XU7 دوگانه سوز	XU7	بنزین	M-5	۱۰۰	۱۷۶۱	۱۳۱۴			۸.۴۵	۲۰۱	۱۷۲.۴	۱۶.۶%	G
	پژو پارس XU7 دوگانه سوز	XU7	گاز	M-5	۸۳	۱۷۶۱	۱۳۱۴			۹.۶۹	۱۷۲	۱۷۲.۴	-۰.۲%	D
	تندر ۹۰	K4M	بنزین	M-5	۱۱۰	۱۶۰۰	۱۱۴۰	۹.۱	۵.۶	۶.۹	۱۶۲.۸۴	۱۶۴.۴	-۱.۰%	D

منبع: سازمان بهینه سازی مصرف سوخت (۱۳۹۵)

در بخش بعدی، وضعیت ایران در زمینه سوخت‌های جایگزین و تجدیدپذیر بر اساس فناوری سوخت آمده است.

### ۳.۱.۱ ال‌پی‌جی<sup>۱</sup> یا گاز مایع

به طور کلی از سال ۸۲ مصرف ال‌پی‌جی همزمان با توسعه مصرف سی‌ان‌جی<sup>۲</sup> رو به کاهش نهاد. از اواخر سال ۱۳۹۱، با بهره‌برداری از طرح‌های توسعه پالایشگاه‌های نفت، به‌ویژه پالایشگاه‌های شازند، شهید تندگویان و آبادان، میزان تولید گاز مایع، برای نخستین بار بیش از مصرف گردید (۶۰۰ تا ۱۰۰۰ تن). بر این اساس توسعه مجدد ال‌پی‌جی، به عنوان سوخت جایگزین در بخش حمل و نقل، می‌تواند بار دیگر مورد توجه قرار گرفته است (انرژی، ۱۳۹۱).



شکل ۳-۱۵: روند مصرف ال‌پی‌جی در کشور

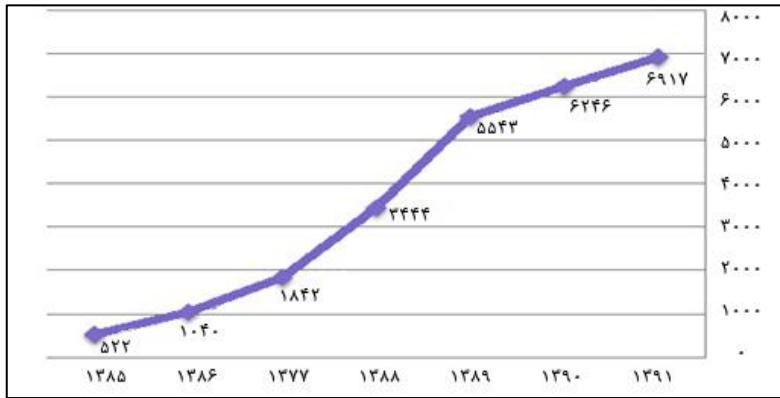
### ۳.۱.۲ سی‌ان‌جی یا گاز طبیعی فشرده

مصرف گاز طبیعی فشرده<sup>۳</sup> در بخش حمل و نقل عمومی از سال ۱۳۷۹ آغاز شده و به تدریج میزان مصرف آن از حدود ۵ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۸۱، به حدود ۷ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۹۱ افزایش یافت. البته تعداد خودروهای تبدیل شده از سال ۱۳۸۶ پیوسته در حال کاهش بوده است (ماهنامه انرژی، ۱۳۹۱).

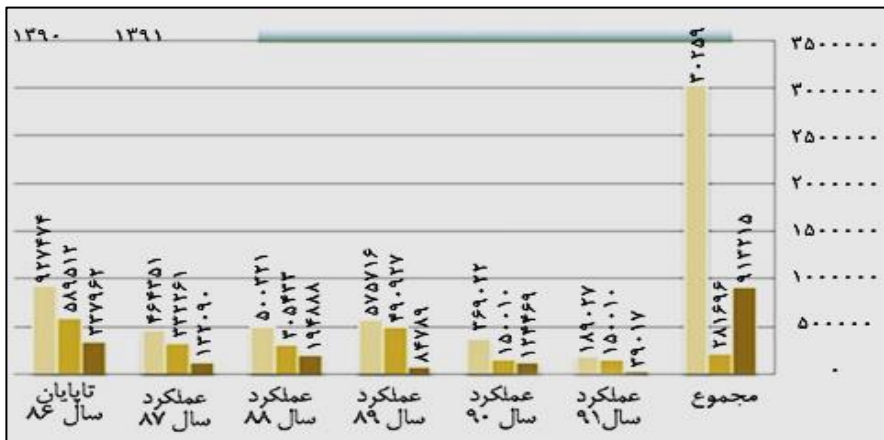
1 Liquefied Petroleum Gas (LPG)

2 CNG

3 Condense Natural Gas (CNG)



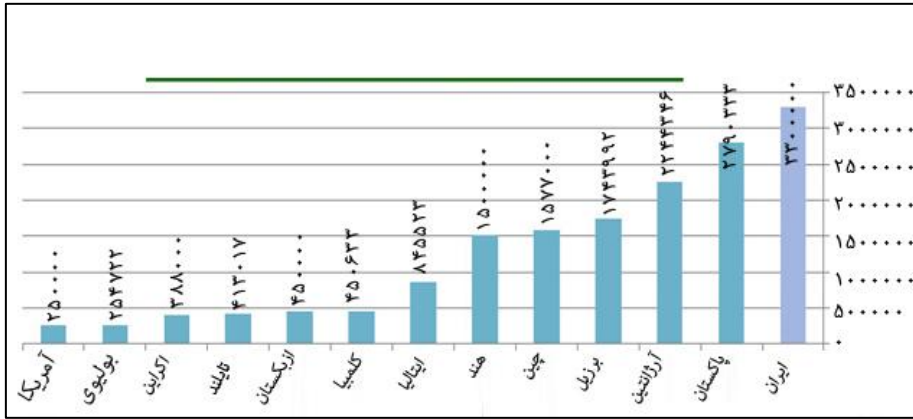
شکل ۳-۱۶: مصرف سالانه CNG در بخش حمل و نقل



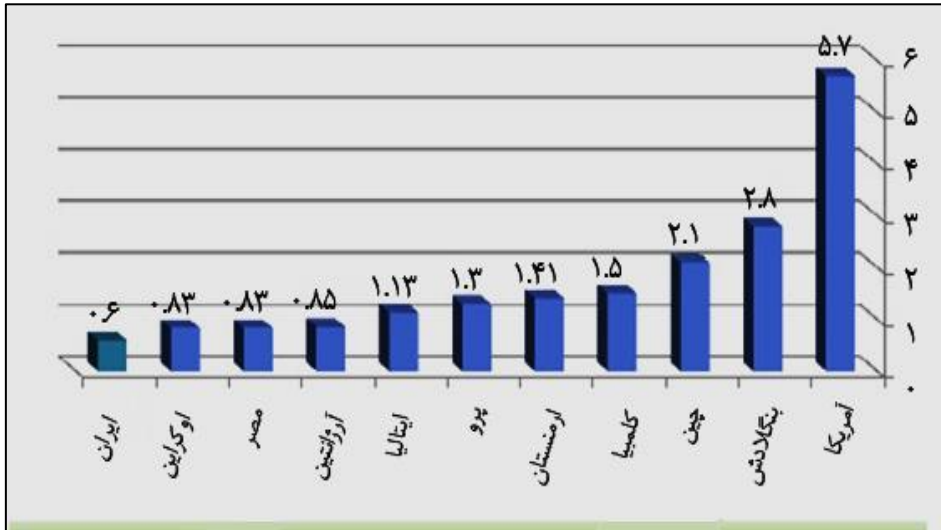
شکل ۳-۱۷: تعداد خودروهای تبدیل شده (کارخانه‌ای، کارگاهی و جمع)

منبع: میرعمادی و همکاران، ۱۳۹۶

در حالی که کشور ایران، از نظر تعداد خودروهای گازسوز شده، در جهان مقام اول و از نظر سهم سی‌ان‌جی از سبد ناوگان، رتبه پنجم را دارد، اما از نظر نسبت تعداد جایگاه به تعداد خودرو حتی جزء ۱۰ کشور اول قرار ندارد.<sup>۱</sup>



شکل ۳-۱۸. جایگاه ایران از نظر تعداد خودروی دو گانه سوز



شکل ۳-۱۹: جایگاه ایران از نظر تعداد جایگاه به تعداد خودرو

### ۳.۱.۳ وضعیت سوخت‌های تجدیدپذیر در کشور: بیواتانول و بیودیزل

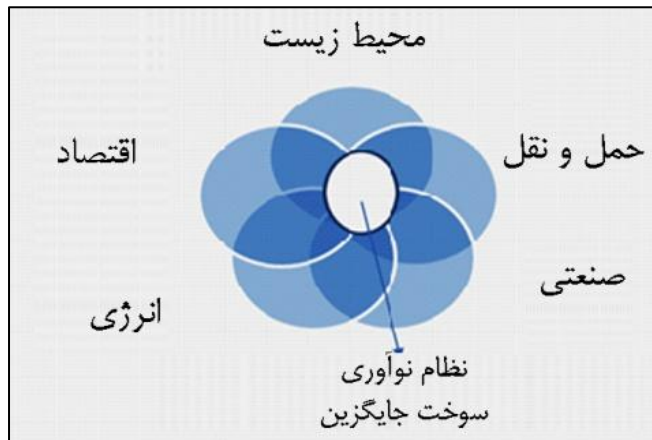
اگرچه کشور ایران از نظر تنوع زیستی از وضعیت بسیار خوبی برخوردار است، اما به دلیل بیابانی بودن بخش بزرگی از مساحت ارضی آن و کمبود بارندگی در بسیاری از مناطق، چشم‌انداز تولید محصولات کشاورزی مناسب تولید سوخت‌های زیستی در ایران بدون اینکه امنیت غذایی تهدید شود، همواره زیر سؤال رفته است. البته در سطح تحقیق و توسعه فعالیت‌های بسیاری انجام گرفته و فعالیت‌های تولید نیمه تجاری و حتی تجاری سوخت

زیستی به میزان محدودی در داخل کشور انجام شده است. از جمله استحصال بیودیزل از روغن‌های پسماند خوراکی در شهر اصفهان، فعالیت‌های مرکز تحقیقات مهندسی فارس در راستای تولید آزمایشی و نیمه تجاری بیو اتانول از مواد لینگوسلولزی و همچنین فعالیت‌های پارک علم و فناوری خلیج فارس از جمله این فعالیت‌های بوده‌اند (میرعمادی و رحیمی راد، ۱۳۹۵).

مطالعاتی که در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر از جمله سوخت‌های زیستی انجام شده نشان می‌دهد که ایران از این نظر دارای وضعیت مطلوبی نیست و به عنوان یک کشور صادرکننده نفت، از پدیده قفل شدگی کربنی به شکل داشتن موانع ادراکی، نهادی، فناورانه و اقتصادی برای انتشار فناوری انرژی‌های تجدید پذیر رنج می‌برد (میرعمادی و رحیمی راد، ۱۳۹۵؛ رحیمی راد، یحیی زاده فر، میرعمادی، مدهوشی، ۱۳۹۷).

### ۳.۱.۴ ارزیابی خروجی آمیخته سیاستی

ارزیابی خروجی سیاست جایگزینی سوخت، به صورت ساده پسندانه آن ر محاسبه تعداد خودروهای دوگانه‌سوز و یا میزان مصرف سی‌ان‌جی امکان‌پذیر است؛ اما با توجه به چشم‌انداز ویژه‌ای که نسبت به ارزیابی‌های سیاست‌های آمیخته معرفی شد، باید روش‌های پیچیده‌تری برای آن اختیار کرد.



شکل ۳-۲۰: بستر آمیخته سیاستی نظام نوآوری جایگزینی سوخت

نخستین گام، شناسایی بستر آمیخته سیاستی ایجاد و گسترش فناوری سی‌ان‌جی است. در شکل مربوط می‌بینیم که نظام نوآوری فناورانه سوخت جایگزین، بر اساس معیار (آدلر و

همکاران، ۲۰۱۶)<sup>۱</sup> در مجموعه‌ای از تشکیلات اداری و وزارتخانه‌های مرتبط با رویکرد نوآوری کارکردی طراحی و اجرا می‌گردد. بدین معنا که وزارتخانه‌هایی که تولید تحقیق و توسعه و نوآوری را به عهده دارند مانند وزارت تحقیقات و فناوری و غیره کم‌تر مداخله می‌کنند؛ برعکس وزارت نفت، وزارت حمل و نقل و سازمان محیط زیست مهم‌ترین بازیگران آن هستند. حتی در یک دایره فراخ‌تر وزارت بازرگانی و وزارت خارجه نیز به عنوان تنظیم‌گرهای روابط اقتصاد خارجی ایران نقش مهمی را در طراحی و اجرای بسته سیاستی بازی می‌کنند.

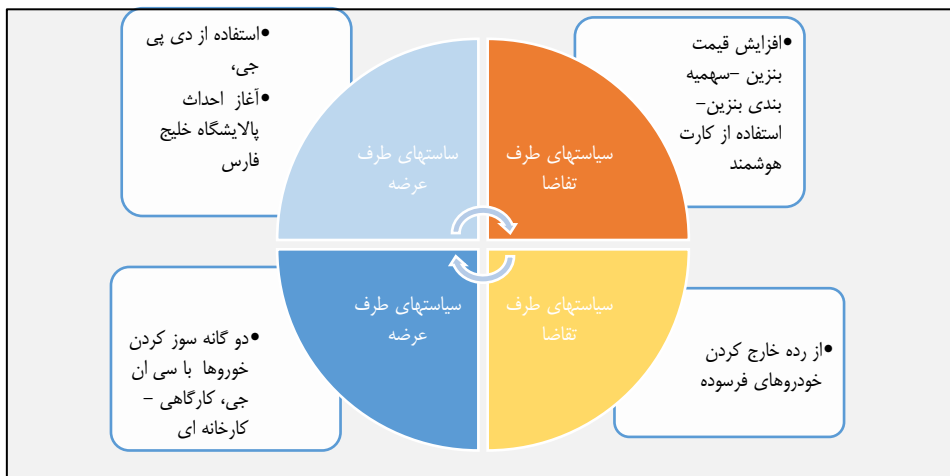
فضای سیاستی که بستر اعمال مداخله عمومی را در حوزه سیاست‌های جایگزینی انرژی تشکیل می‌دهد، تحت تأثیر سیاست‌های اقتصادی، محیط زیستی، صنعتی، حمل و نقل و انرژی است. هر یک از این سیاست‌ها دارای اهداف خاص خود هستند؛ مثل سیاست‌های اقتصادی با هدف رشد تولید ناخالص ملی و سیاست‌های محیط زیستی که با هدف کاهش آلودگی منابع طبیعی طراحی و اجرا می‌شوند. از سوی دیگر سیاست‌های انرژی در طول سال‌های تشدید تحریم، با هدف استقلال انرژی تنظیم می‌شد که خود با سیاست‌های صنعتی و تجاری تعامل وافر داشت. این اهداف متنوع باعث ترسیم راهبردهای متفاوتی می‌شود که در پاره‌ای از موارد متکامل‌اند، در پاره‌ای از موارد، متنافر و یا حتی در مواردی متعارض هستند. در ارزیابی سیاست‌های سوخت، بایستی به همه اهداف و چشم‌اندازهای سیاست متعامل (متعارض و یا متکامل) در راهبردهای جایگزینی سوخت توجه داشت.

بنابراین حوزه سیاست‌های سوخت خودرو با حوزه‌های تولید خودرو و انتقال فناوری و دوگانه‌سوز کردن (سیاست‌های صنعتی)، میزان واردات (سیاست بازرگانی خارجی)، تعیین قیمت سوخت و تعیین یارانه (سیاست‌های بازرگانی داخلی)، سیاست‌های ارزی و اقتصادی و اشتغال و تعیین خط فقر و عدالت اجتماعی (سیاست‌های اجتماعی) مرتبط است. به دلیل آن که مسئولان و سیاست‌گذاران در این حوزه‌ها از منطق نهادی متفاوتی استفاده می‌کنند، سیاست‌های متعارضی اجرا می‌شود که خروجی، آثار و تبعات ابزارهای سیاستی خاص مرتبط با سوخت خودرو مانند تک‌نرخ کردن بنزین، دو نرخ کردن آن، جیره‌بندی و استفاده از کارت هوشمند، دوگانه‌سوز کردن خودرو، از رده خارج کردن خودروهای فرسوده و... را غیر قابل پیش‌بینی می‌سازد. از این جهت در مرحله طراحی، اجرا و ارزیابی، سیاست

1 Edler, Cunningham, Gok, & Shapira, 2016



دوگانه‌سوز کردن خودروها باید فضای سیاستی به شکل یک فضای آمیخته سیاستی با خرد مایه‌ها، دلالت‌های سیاستی و ابزارها (مقررات و آیین‌نامه‌های) متفاوت دیده شود. یکی از دلایل عمده انتخاب گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین، وفور این منبع از یک طرف (موضوع سیاست‌های انرژی)، وابستگی به بنزین و وجود فشارهای خارجی حاصل از آن در کشور از طرف دیگر (موضوع سیاست خارجی و سیاست تجاری) و آلودگی کمتر (موضوع سیاست محیط زیستی) بوده است. این انتخاب با فرآیند تدوین راهبرد تولید خودروی ملی به‌طور تقریبی همزمان شد. به علاوه از سوی دو برنامه دیگر حمایت می‌شد: اول برنامه سهمیه‌بندی سوخت خودروها، افزایش قیمت بنزین، استفاده از کارت هوشمند سوخت و دوم برنامه تولید بنزین از پتروشیمی موسوم به دی‌پی‌جی<sup>۱</sup> و آغاز احداث پالایشگاه خلیج فارس برای تولید بنزین استاندارد. مجموعه این برنامه‌ها، پرتفیلوی ابزاری استقلال انرژی سوخت خودرو در دوره تشدید تحریم‌ها در ایران را بسیار پیچیده و متنوع ساخته بود.



شکل ۳-۲۱: آمیخته سیاستی مدیریت عرضه و تقاضای سوخت خودرو سواری در فاصله زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۲

۱۳۹۲

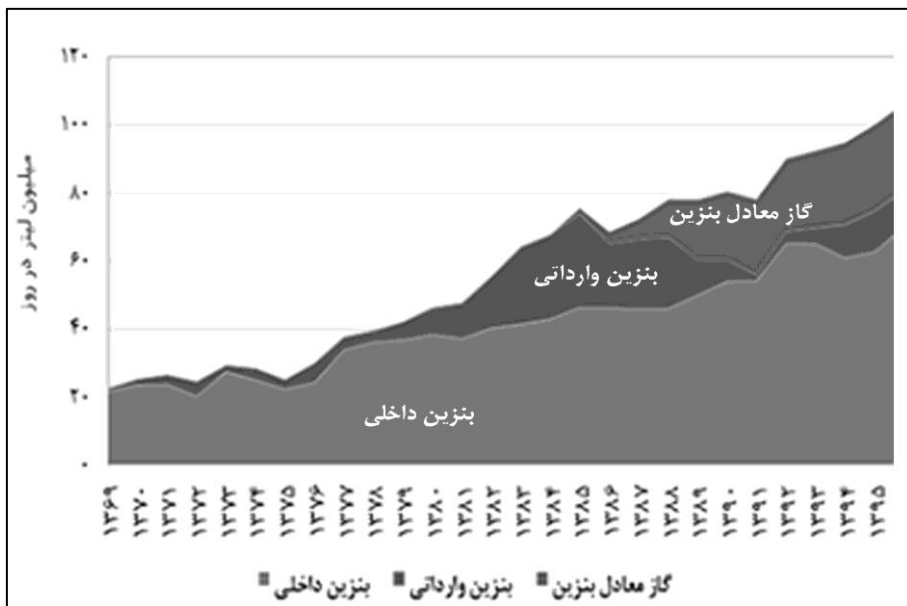
با توجه به این که فصل‌های آتی در مورد سیر تاریخی ایجاد و انتشار فناوری سی‌ان‌جی صحبت می‌شود، در این فصل به آن نمی‌پردازیم.

1 Dry Pyrolysis Gasoline (DPG)

### ۳.۱.۵ سطوح مختلف ارزیابی خروجی آمیخته سیاستی

#### ۳.۱.۵.۱ ارزیابی خروجی سیاست از نظر واردات

یکی از اهداف مهم برنامه انتخاب گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین، کاهش وابستگی کشور به واردات بنزین بوده است. با مقایسه مصرف بنزین به کل فراورده‌های نفتی انرژی‌زا و گاز طبیعی می‌بینیم که درصد افزایش مصرف بنزین از سال ۸۶ به بعد تا حدودی کنترل شده است. البته در ۵ سال پایانی دوره این درصد تا حدودی ثابت مانده است و همان طور که می‌بینیم از سال ۱۳۹۱ دوباره با یک شیب ملایم در حال افزایش بوده است.



شکل ۳-۲۲: مقایسه تغییرات سهم فراورده‌های نفتی انرژی‌زا برای اتومبیل

منبع مرکز مطالعات زنجیره ارزش (۱۳۹۷)

کاهش میزان واردات بنزین در سال‌های پس از سهمیه‌بندی بنزین نشان‌دهنده موفقیت نسبی و مقطعی این سیاست در کاهش وابستگی به بنزین بوده است. البته سیاست تولید بنزین موسوم به بنزین پتروشیمی در پالایشگاه‌ها در سال‌های اولیه شدت گرفتن تحریم‌ها علاوه بر جایگزینی سی‌ان‌جی، در به نتیجه رسیدن سیاست‌ها نقش مهمی بازی کرده است. پس از آن، راه‌اندازی تدریجی پالایشگاه ستاره خلیج فارس و تولید بنزین از میعانات گازی

نیز عامل مهم در کاهش واردات بنزین بوده است. به هر حال کاهش سرعت افزایش مصرف بنزین، یکی از خروجی‌های بخشی سیاست توسعه سی‌ان‌جی در کشور در سال‌های دهه هشتاد و اوایل دهه نود به شمار می‌آید.

به این ترتیب ملاحظه می‌شود که در آن دوره، آثار سیاست‌های استقلال انرژی (ضد تحریم) که شامل سیاست‌های جایگزینی سوخت و سیاست‌های تولید داخل بنزین پتروشیمی و سهمیه‌بندی سوخت خودرو بوده، به‌طور هماهنگ، باعث شد که مصرف کل بنزین و در نتیجه واردات بنزین در کوتاه مدت و به‌طور نسبی کاهش یابد و وابستگی کم‌تر شود. (میرعمادی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۳-۲۳: مقایسه تولید و مصرف بنزین تا سال ۱۳۹۳

منبع: سازمان مطالعات زنجیره ارزش (۱۳۹۷)

### ۳.۱.۵.۲ ارزیابی سیاست از نظر میزان آلودگی محیط زیست

یکی دیگر از راه‌های ارزیابی خروجی سیاست می‌تواند از نظر تغییر رفتار مصرف کنندگان خودرو و در نتیجه تغییر میزان آلودگی باشد. اصل مورد قبول آن است که گاز طبیعی به عنوان انرژی پاک، کم‌تر از بنزین آلودگی ایجاد می‌کند؛ بنابراین هر قدر که میزان مصرف سی‌ان‌جی بیش‌تر باشد، ضریب آلودگی کاهش پیدا می‌کند.

الف: ارزیابی هدف‌گذاری سیاست از نظر انتخاب محصول: در بخش‌های قبلی دریافتیم که متأسفانه، باوجود رقم بالای استفاده ایران در تعداد خودروهای گازسوز در جهان، میزان

مصرف گاز طبیعی قابل توجه نیست. با وجودی که تعداد خودروهای گازسوز کشور چین و ایران تقریباً برابر بوده ولی مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت در چین بیش از پنج برابر ایران است<sup>۱</sup> (مجمع جهانی سوخت اروپا، ۲۰۱۳). از آن جالب‌تر می‌توان به مصرف گاز ۱/۶ برابری در خودروهای هند اشاره کرد که از نظر آماری تعداد آن‌ها فقط ۴۵ درصد خودروهای ایران است! علت این امر، تفاوت انتخاب هدف سیاست گاز سوز کردن در هند و چین و ایران است. در هند و چین وسایل نقلیه سنگین یعنی وسایل نقلیه عمومی (اتوبوس‌ها) و کامیون‌ها را گاز سوز کرده‌اند. سیاست‌گذاری خاص ایران در جهت‌گیری به طرف خودرو سواری و انتخاب محصول فناورانه، ایران را از هدف مصرف بیش‌تر فراورده و جایگزینی سوخت باز نگه‌داشته است.

آمارهای مصرف سوخت در سال ۹۰، ۲۲٪ کل آلاینده‌گی ایجاد شده در کشور را به بخش حمل و نقل، اختصاص می‌دهد. بیش‌تر این آلودگی هم (حدود ۹۲٪) ناشی از مصرف سوخت در قسمت حمل و نقل جاده‌ای کشور که خودروهای سبک در آن می‌گنجند، است (پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰).

در جدول زیر برآوردی از انتشار گاز دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انواع سوخت در خودروهای سبک و سنگین ارائه شده است.

جدول ۳-۱۲: برآورد انتشار گاز دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انواع سوخت

سال	بنزین	نفت گاز	سی‌ان‌جی	ال‌پی‌جی
۱۳۸۰	۳۱،۸۶	۳۵،۹۴	۰،۰۱	۰،۸۳
۱۳۸۱	۳۵،۱۹	۳۸،۳۶	۰،۰۱	۰،۸۸
۱۳۸۲	۳۹،۱۹	۳۸،۵۹	۰،۰۱	۰،۹
۱۳۸۳	۴۲،۴۴	۴۰،۲۲	۰،۱۷	۰،۶۸
۱۳۸۴	۴۶،۸۳	۴۲،۷	۰،۵۹	۰،۵۶
۱۳۸۵	۵۱،۴۴	۴۲،۸۶	۱،۰۴	۰،۵۹
۱۳۸۶	۴۴،۸۸	۴۳،۴۱	۲،۰۷	۰،۶۲
۱۳۸۷	۴۶،۷۸	۴۶،۸۳	۳،۶۷	۰،۴۵
۱۳۸۸	۴۵،۰۹	۴۵،۰۶	۶،۸۵	۰،۴۸
۱۳۸۹	۴۲،۵۷	۴۷،۸۶	۱۱،۰۴	۰،۵۳
۱۳۹۰	۴۱،۶۹	۴۸،۶۹	۱۲،۴۳	۰،۱

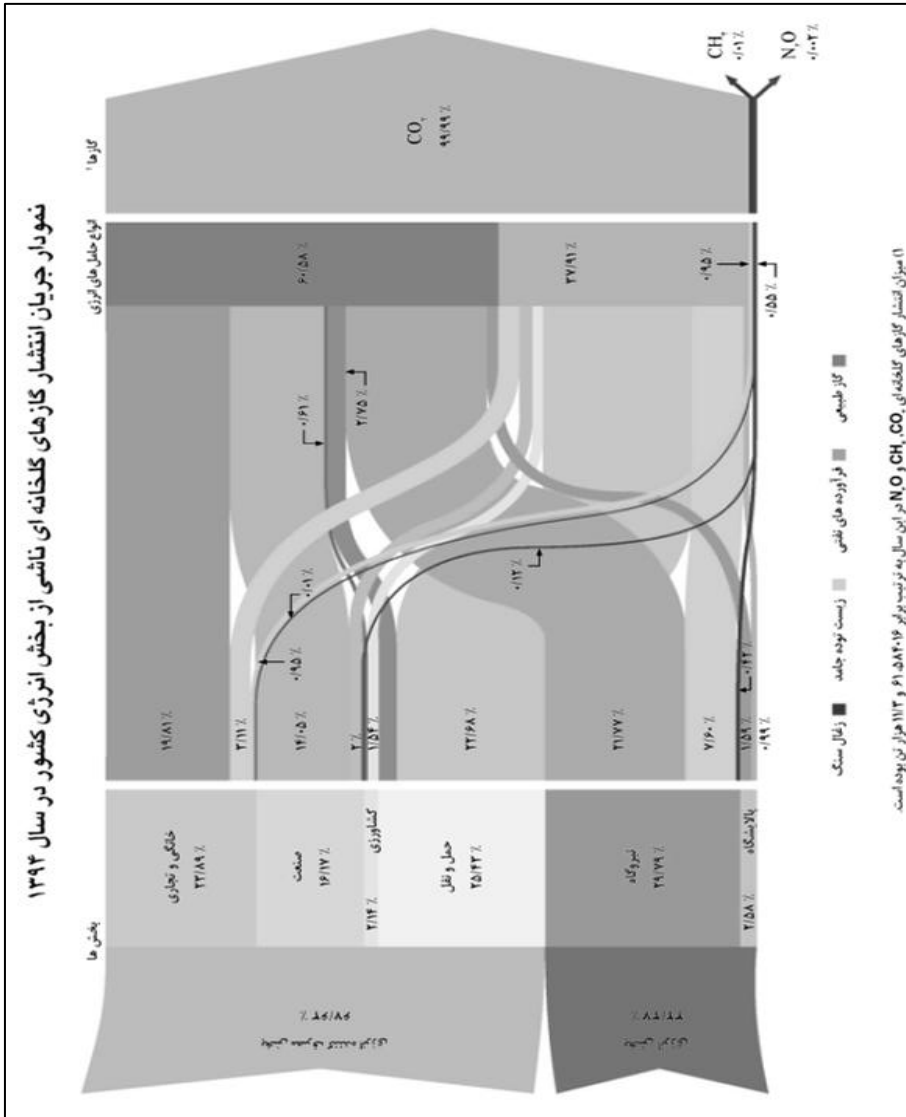
منبع: پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی ۱۳۹۰

به طور خلاصه باید گفت که در مجموع آلاینده‌های خودروهای سبک و سنگین پس از افت در سال ۱۳۸۶، روند صعودی خود را با شیب ملایم‌تری در پیش گرفته است. این به دلیل کم‌تر بودن ضریب آلاینده‌های گاز طبیعی به بنزین است. البته در اینجا هم اثر نحوه انتخاب سهم وسایل نقلیه برای تغییر سوخت به‌خوبی مشهود است. به دلیل آن که ضریب آلاینده‌های گاز طبیعی، از نفت گاز هم پایین‌تر است، چنان‌چه جایگزینی سوخت در وسایل سنگین (که عمدتاً از نفت گاز استفاده می‌کنند) صورت می‌گرفت، شاهد تغییر روند بهتری نیز می‌بودیم؛ بنابراین اگرچه این سیاست با موفقیت همراه بوده، اما این توفیق به دلیل ضعف در سیاست‌های تحقیق و توسعه، نسبی تلقی می‌شود و نه مطلق و موقتی بوده است و نه دائم. از سوی دیگر، استفاده از بنزین پتروشیمی به دلیل آلودگی بسیار بالا، کل آثار محیط‌زیستی که در اثر سیاست‌های مقاومتی ایجاد شده بود، به شدت زیر سؤال می‌برد و در این مرحله نمره منفی می‌گیرد.

انتخاب دیگری که در عرصه سیاست صنعتی انجام شد، انتخاب نوع فناوری تولید یا تبدیل است. هم اکنون سه نوع خودرو دوگانه‌سوز، تبدیل کارخانه‌ای، تبدیل کارگاهی مجاز و غیر مجاز وجود دارد. گزینه‌های کارگاهی به‌خصوص کارگاهی غیر مجاز، از نظر ایمنی محصول، ضربه زیادی به اعتماد مشتریان زده و پیشرفت این فناوری را در مراحل با مشکل روبه‌رو ساخته است.

سیاست‌های جایگزین انرژی سوخت خودرو در ایران همچنین شامل سیاست‌های تحقیق و توسعه در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر و هیدروکربوری است. در قبل گفتیم که ایران از نظر سوخت‌های تجدیدپذیر، مانند اتانول و هیدروژن در مرحله‌ای نیست که سیاست‌های توسعه و انتشار آن را در طیف سوخت‌های محتمل در نظر داشته باشد. برعکس، این کشور منابع مهمی از نظر سوخت‌های هیدروکربوری در اختیار دارد. از بین این منابع، گاز فشرده طبیعی یا سی‌ان‌جی و گاز طبیعی مایع یا ال‌پی‌جی کم‌آلوده‌ترین بدیل بنزین و گازوئیل به شمار می‌آید. خواهیم دید که سی‌ان‌جی و ال‌پی‌جی از نظر صرفه اقتصادی و کاهش آلودگی محیط زیستی دارای مزایای فراوانی برای ایران هستند؛ با این حال، این دو فناوری به میزانی که پتانسیل آن وجود دارد، توسعه پیدا نکرده‌اند و توسعه نسبی آن‌ها نیز جنبه موقت داشته و پایدار نبوده است. برای فهم دلایل چنین آسیبی باید از ارزیابی خروجی‌های مستقیم سیاست‌ها فاصله گرفت و عمیق‌تر به بررسی آثار و تبعات این سیاست‌گذاری پرداخت.

ارزیابی خروجی سیاست‌های سوخت دوگانه می‌تواند از دیدگاه رشد اقتصادی و عدالت اجتماعی و... نیز انجام شود که به علت جلوگیری از اطاله کلام به آن پرداخته نمی‌شود.



شکل ۳-۲۴: نمودار جریان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از حمل و نقل و دیگر زیر مجموعه‌های بخش انرژی در کشور

منبع: دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان وزارت نیرو (۱۳۹۵)

## ۲.۳ بخش دوم: ارزیابی آثار آمیخته سیاستی از راه شناسایی شکست‌های

### نظام نوآوری فناورانه

#### پیش‌گفتار

ارزیابی آثار سیاستی به مراتب از ارزیابی خروجی سیاست‌ها مشکل‌تر است؛ زیرا آثار سیاستی در میان‌مدت و نه بلافاصله مشخص می‌گردد. ارزیابی آثار آمیخته سیاستی نیز پیچیده‌تر از ارزیابی یک سیاست در انزوا است. در بخش قبلی دیدیم که ارزیابی سیاست سوخت جایگزین دارای ابزاری متفاوت و ترکیبی از حوزه‌های سیاستی مختلف است. در مورد مطالعه ما، سیاست‌های صنعتی (خودرو و تولید سوخت آن)، سیاست‌های بازرگانی (واردات خودرو و سوخت)، سیاست‌های محیط زیستی (از رده خارج کردن خودروهای فرسوده)، سیاست‌های مصرف انرژی (جیره‌بندی مصرف بنزین) است که به شکل سیاست‌های اعلانی دولت در عرصه مدیریت سوخت خودرو به اجرا درآمده است؛ اما در فاصله دورتر، سیاست‌های دیگری وجود دارند که غیر مستقیم در تکوین آثار سیاستی این حوزه نقش بازی می‌کنند؛ مانند سیاست‌های تحقیق و توسعه و نوآوری در عرصه‌های سوخت‌های تجدیدپذیر و پاک (مانند زیستی، هیدروژن، الکتریکی) و سیاست‌های نوآوری در تولید خودرو که به محصول کارآمدتری از نظر مصرف سوخت بیانجامد، سیاست‌های حوزه کارآفرینی، بازاریابی، بسیج منابع و سیاست‌های فرهنگی و ارتقای آگاهی عمومی برای مصرف بهینه سوخت.

نگرشی که کل این سیاست‌ها و سهم هر یک را در مراحل مختلف توسعه و کاربرد فناوری مشخص کند، «نگرش نظام نوآوری فناورانه»<sup>۱</sup> است. نگرش نظام ملی نوآوری، نگرشی مبتنی بر پویایی توسعه و انتشار فناوری است که تحلیل آن با استفاده از تحلیل ساختاری و تحلیل تعامل‌های کارکردهای هفت‌گانه آن ممکن می‌شود.

جدول ۳-۱۳: اجزای آمیخته سیاستی نوآوری‌های محیط زیستی

ردیف	کارکردها	سیاست‌های مرتبط
۱	توسعه و تجربه‌اندوزی کارآفرینی	تمام سیاست‌های مرتبط با اکوسیستم کارآفرینی: حمایت از حقوق مالکیت فکری و ثبت نرم‌افزارهای رایانه‌ای، توسعه شرکت‌های دانش بنیان، سرمایه خطرپذیر، تجاری‌سازی
۲	تولید دانش	تمام سیاست‌های مربوط به پژوهش و تحقیق بنیادی و کاربردی و توسعه‌ای، همکاری دانشگاه‌ها، ارتباط صنعت و دانشگاه، همکاری بخش دفاعی و غیر دفاعی
۳	انتشار دانش	تمام سیاست‌های مرتبط با اشاعه و توزیع دانش و شبکه‌سازی بین بخش‌های مختلف اعم از همکاری بخش دفاعی و غیر دفاعی و غیره
۴	هدایت تحقیق	تمام سیاست‌ها، قوانین و مقررات علوم، فناوری و نوآوری
۵	بازارسازی	تمام سیاست‌های مالی و مالیاتی و اعتباری و محیط زیستی و استاندارد برای ایجاد و تشویق بازار نوآوری‌های محیط زیستی
۶	بسیج منابع	تمام سیاست‌ها و برنامه‌ها برای آموزش نیروی انسانی اعم از کارآموزی، کارورزی، تحصیلات دانشگاهی، سیاست‌های مرتبط با مهاجرت و بودجه‌های ادواری برای بسیج منابع مالی
۷	مشروعیت‌سازی	تمام سیاست‌های مرتبط با حمایت از فعالیت سازمان‌های مردم نهاد، گروه‌های فشار و اتحادیه‌های صنفی

شک نیست که در این نگرش، منظور از سیاست‌ها تنها، مداخله‌های عمومی به کل ابزار حکمرانی از بالا به پایین و فرماندهی و کنترل، با بازیگری انحصاری دولت نیست. در این نگرش اقتدار دولت توزیع شده است و بازیگران بسیاری از جمله کارآفرینان، تولید کنندگان دانش، توزیع کنندگان، صاحبان صندوق‌های مخاطره‌آمیز، سازمان‌های مردم نهاد و سندیکاهای کارکنان در شبکه حکمرانی ایفای نقش می‌کنند.

سورس می‌گوید برای ارزیابی نظام‌های در حال شکل‌گیری سه چارچوب ممکن است وجود داشته باشد: اول؛ چارچوب ارزیابی بر مبنای خروجی نظام، دوم؛ ارزیابی بر مبنای کارکردهای نظام و سوم؛ ارزیابی بر مبنای علیت انباشتی و یا موتورهای نوآوری (سورس، ۲۰۰۹: ۶۵).

نظریه موتورهای نوآوری، تحلیل و ارزیابی متکی به تئوری را در رابطه با پویایی مسیر فناوری‌های پایدار و نوظهور ممکن می‌سازد (سورس، ۲۰۰۹: ۲۶۷). به نظر سورس پژوهش



ارزیابی عبارت است جمع‌آوری قضاوت‌های برساخته اجتماعی<sup>۱</sup> که از بطن نظام نوآوری فناورانه منشاء می‌گیرد. نقش پژوهشگر آن است که این قضاوت‌های ارزشی را جمع‌آوری و بعد از مرور آن‌ها، همه را در یک روایت تاریخی (رویدادنگاری) تنظیم کند. پژوهشگر باید همه نظرها در مورد موفقیت و شکست‌های نظام از راه رویدادها به کارکردهای هفت‌گانه مرتبط سازد و پس از کدبندی، به صورت ساختاریافته آن را در قالب مراحل شکل‌گیری فناوری مورد نظر تنظیم نماید. در نتیجه، کارکردهای هفت‌گانه‌ای خواهد داشت که چارچوبی برای ارزیابی تمام فعالیت‌هایی است که در توسعه نظام مؤثر بوده‌اند؛ اعم از آنهایی که به تکامل نظام کمک کرده‌اند یا باعث فروپاشی آن شده‌اند (سورس، ۲۰۰۹: ۶۵). در این بخش، چارچوب ارائه شده در بالا، آموزه ما در مطالعه تعامل‌های کارکردی و تشخیص موتور نوآوری در حوزه سی‌ان‌جی خواهد بود.

### ۱.۲.۳ تعریف نظام نوآوری فناورانه خودروهای گاز سوز

این نظام نوآوری عبارت است از مجموعه‌ای از بازیگران، نهادها، شبکه‌ها و زیرساخت فناوری سی‌ان‌جی. در بررسی نظام‌های نوآوری فناورانه اغلب به توسعه فناوری و انتشار آن توجه می‌شود، ولی فناوری استفاده از گاز طبیعی در خودرو یک مورد استثناء است؛ زیرا این فناوری مرحله بلوغ خود را می‌گذراند (سورس و هکرت، ۲۰۰۹: ۱۴۵) و در ایران مانند دیگر کشورهای دارای خودروهای دوگانه‌سوز، گاز طبیعی برای تولید گرمایش و نیرو از سال‌ها پیش استفاده می‌شده و شبکه گسترده توزیع در آن‌ها موجود بوده است (سازمان بهینه‌سازی سوخت، ۱۳۹۳)؛ بنابراین با دیگر سوخت‌های جایگزین مثل سوخت‌های زیستی یا هیدروژنی که برخی نیازمند توسعه رادیکالی در تولید و یا زیرساخت‌های توزیع کاملاً متفاوت است.

### ۲.۲.۳ مطالعه ساختاری نظام

در این بخش، به معرفی اولیه بازیگران، نهادها و اجزای فناورانه‌ای می‌پردازیم که در فهم نحوه توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای دوگانه‌سوز به ما کمک می‌کند.

#### - بازیگران:

تولید گاز طبیعی و همچنین احداث زیر ساخت سوخت رسانی در ایران دولتی بوده و زیر

1 Socially constructed judgement

نظر شرکت ملی گاز ایران انجام می‌گرفت. پس از مدتی احداث جایگاه‌ها، البته با نظارت شرکت ملی گاز، به دست بخش خصوصی سپرده شد.

بازیگران طرف تقاضا در نظام نوآوری فناورانه خودروهای دوگانه‌سوز، شامل مدیران ناوگان حمل و نقل، شهرداری‌ها و شرکت‌های حمل و نقل عمومی است. این سازمان‌ها هستند که انگیزه و محرک اصلی برای ساخت خودروی دوگانه‌سوز را ایجاد می‌کنند. توضیح اینکه وسایل نقلیه گازسوز در ایران شامل خودروهایی می‌شود که واحدهای تولیدی خودروساز تولید می‌کنند و یا خودروهایی بنزینی بوده که در کارگاه‌های مجوز دار و یا غیر مجاز، تبدیل به دوگانه‌سوز شده‌اند؛ بنابراین واحدهای خودروسازی، قطعه سازان و کارگاه‌های تبدیل نیز جز بازیگران محسوب می‌شوند. تولید گاز طبیعی در ایران دولتی بوده و شرکت ملی گاز ایران نیز به عنوان بازیگر قدرتمند این نظام ایفای نقش می‌کند و بالاخره جایگاه داران که بخش خصوصی هستند و زیر نظر شرکت ملی گاز فعالیت می‌کنند، نیز بخشی از فعالین این نظام محسوب می‌شوند. محرک اصلی برای این بازیگران، در طی دوره مورد بررسی، سیاست‌های بین‌المللی در تحریم واردات بنزین و سیاست ایران در تأمین امنیت انرژی کشور بوده است.

ساختار دولتی خودروی دوگانه‌سوز پیوندی قوی با هر دو طرف عرضه و تقاضای نظام دارد. در دوره مورد مطالعه، فناوری گاز طبیعی فشرده (سی‌ان‌جی) با برنامه‌های دولتی حمایت و به جلو هدایت می‌شد. قیمت‌گذاری گاز طبیعی در ایران دولتی بوده و به دلیل تغییرات قیمت نفت و در نتیجه بنزین در سال‌های اخیر، بازار دچار عدم قطعیت زیادی شده است. در رابطه با ساختار دانش، دو زیر نظام قابل شناسایی هستند. از یک سو سازمان‌هایی قرار دارند که بر کاربردهای فناوری گاز طبیعی جذب شده، تمرکز کرده‌اند. این سازمان‌ها شامل شرکت‌های مهندسی می‌شوند که هدف آن‌ها بهبود کیفیت و تطبیق خودروهای دوگانه‌سوز و زیرساخت‌های سوخت رسانی سی‌ان‌جی است. از سوی دیگر مؤسسه‌ها و مشاوران مهندسی قرار دارند (بیش‌تر مستقر در دانشگاه‌ها) که پژوهش‌های اکتشافی شامل مطالعات امکان‌سنجی، تست‌های آلودگی و توسعه موتور خودرو را انجام می‌دهند.

ساختارهای واسطه‌ای شامل نهادهای ارتباطی با سایر مؤلفه‌های نظام است. این نقش توسط سازمان‌هایی مانند شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور و انجمن‌هایی مانند «انجمن صنفی کارفرمایی سازندگان تجهیزات گاز طبیعی و سایر سوخت‌های جایگزین در

وسائط نقلیه»، «انجمن صنفی و کارفرمایی سی‌ان‌جی کشور»، «انجمن صنفی جایگاه داران» و «انجمن سوخت‌های جایگزین» ایفا می‌شود. این پلتفرم‌ها به عنوان بخشی از سیاست‌های گذار ایران تلقی شده و هدف آن‌ها تسهیل ایجاد نوآوری با شبکه‌سازی بین طرف عرضه و طرف تقاضا است. برخی از این سازمان‌ها به ساختار دولتی نظام مرتبط بوده و برخی غیر دولتی هستند.

جدول ۳-۱۴: تقسیم‌بندی بازیگران نظام نوآوری فناورانه‌ی خودروهای گازسوز در ایران

سطح	شرح	نقش
راهبران، سیاست‌گذاران	رهبر ایران	تعیین سیاست‌های کلی نظام
	شورای عالی انقلاب فرهنگی	تصویب اسناد بالادستی علم و فناوری
	مجمع تشخیص مصلحت نظام	عالی‌ترین نهاد مشورتی رهبر ایران در تدوین سیاست‌های کلی
	مجلس شورای اسلامی	تقنین و ایجاد سازوکارهای قانونی
هماهنگ‌کنندگان	ستاد مدیریت حمل و نقل و سوخت	و اعمال مدیریت برنامه‌ریزی لازم برای اجرای کامل قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت
	سازمان حفاظت از محیط‌زیست	تدوین استانداردهای زیست‌محیطی و حمایت از طرح‌های تحقیقاتی
	وزارت نفت، شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران، مدیریت طرح سی‌ان‌جی	توسعه زیرساخت اختلاط سوخت‌های بخش حمل و نقل و ارائه استانداردهای بهینه‌سازی مصرف سوخت
	وزارت نفت، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	تعریف طرح‌های تحقیقاتی توسعه نظام نوآوری خودروهای گازسوز - تعریف استانداردهای استفاده از سی‌ان‌جی به عنوان سوخت مکمل - مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل - نظارت بر طرح جامع مکان‌یابی جایگاه‌های سی‌ان‌جی و کارگاه‌های تبدیل در سطح کشور
	وزارت نفت، شرکت ملی گاز، شرکت گاز خودرو	نظارت و تسهیل بر احداث جایگاه‌ها
	وزارت صنعت، معدن و تجارت	سازمان‌دهی کارگاه‌های تبدیل و نظارت و هدایت

خودروسازان		
وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان استاندارد	تعریف استانداردهای استفاده از سی‌ان‌جی به عنوان سوخت مکمل	
وزارت کشور و مراکز زیر نظر آن	انجام فرآیند بازرسی ادواری خودروهای گازسوز	
شهرداری‌ها	توسعه زیرساخت‌های لازم برای تبدیل و سوخت‌رسانی (احداث جایگاه‌ها و کارگاه‌های تبدیل)	
نیروی انتظامی	معاینه فنی خودرو، صدور سند مالکیت، کارت خودرو و سند بیمه و ارائه خدمات بیمه	
قوه قضاییه، سازمان ثبت اسناد	صدور سند مالکیت و کارت خودرو	
وزارت بازرگانی، گمرک	ورود قطعه	
صاحبان صنعت خودرو <sup>۱</sup>	توسعه دانش فنی برای تولید خودروهای گازسوز، تولید خودروهای گازسوز، تبدیل خودروهای بنزینی به دوگانه‌سوز، نصب کیت سی‌ان‌جی	
کارخانه‌ها و شرکت‌های تولیدکننده قطعه‌هایی مانند مخزن، کیت، کمپرسور	تولید قطعه مطابق با استاندارد	
شرکت‌های خصوصی ناظر بر بررسی کیفیت و نظارت بر رعایت استانداردها	بازرسی کیفیت و استاندارد	مجریان - تولیدکنندگان
شرکت‌های خصوصی واردکننده قطعات	وارد کردن قطعه	
دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های دانش‌بنیان	عرضه علم، فناوری و نوآوری در حوزه خودروهای گازسوز	
جایگاه‌داران	تقاضا در حوزه استفاده از خودروهای دوگانه‌سوز یا گازسوز	
کاربران - مشتریان	کارگاه‌های مجاز تبدیل سراسر کشور و نمایندگی‌های مجاز سوخت‌گیری خودروهای تبدیل شده غیرمجاز و شناسایی اصالت تجهیزات نصب‌شده در خودروهای خودروساز	

۱ مانند گروه صنعتی ایران خودرو، گروه خودروسازی سایپا، گروه بهمن، شرکت خودروسازی مرتب، شرکت پارس خودرو

دوگانه‌سوز		
شرکت‌های طرف قرارداد شرکت پخش و پالایش	نصب کیت سی‌ان‌جی	
مصرف‌کنندگان نهایی صنعت حمل و نقل	ایجاد تقاضای در حوزه استفاده از خودروهای دوگانه‌سوز یا گازسوز و مصرف سوخت	

۱. **نهاده‌ها:** نهادها یکی از اجزای ساختار هستند که رفتار بازیگران را تعیین می‌کنند و از این جهت دو طرف عرضه و تقاضا را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. در دهه اخیر، به منظور کاهش آلودگی هوا و بهینه‌سازی مصرف سوخت، قوانین و مقررات مختلفی شکل گرفته است؛ از جمله در قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، بر اساس ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به منظور اعمال صرفه‌جویی، منطقی کردن و بهینه‌سازی مصرف انرژی همچنین حفاظت از محیط‌زیست، وزارت نفت موظف شده که نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرآیندها و سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی اقدام کند؛ به ترتیبی که مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و واردکنندگان این تجهیزات و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. به این ترتیب، عمده وظایف وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران در بهینه‌سازی مصرف انرژی بر عهده سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور قرار گرفت. ذیل این ماده، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، هدف مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی را مد نظر قرار داده و تا سال ۱۳۸۵ طرح‌های متعددی را در راستای دوگانه‌سوز کردن خودروها در ایران به انجام رسانده است.

در قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، بند الف ماده ۳ آمده که به منظور به حداکثر رساندن بهره‌وری از منابع تجدیدناپذیر انرژی، شکل‌دهی مازاد اقتصادی، انجام اصلاحات اقتصادی، بهینه‌سازی و ارتقای فناوری در تولید، مصرف و نیز تجهیزات و تأسیسات مصرف‌کننده انرژی و برقراری عدالت اجتماعی، دولت مکلف است ضمن فراهم آوردن مقدمات از جمله گسترش حمل و نقل عمومی، سیاست‌های مستقیم جبرانی را از ابتدای برنامه چهارم به اجرا گذارد. در بند ب ماده ۱۲۵ قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور دولت مکلف شناخته شده بر مبنای سند

چشم‌انداز بیست ساله کشور و سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری و با پشتوانه کامل کارشناسی «سند ملی راهبرد انرژی کشور» را به عنوان سند بالادستی بخش انرژی برای یک دوره زمانی بیست و پنج ساله ظرف حداکثر شش ماه پس از تصویب قانون برنامه تهیه و به تصویب مجلس شورای اسلامی برساند. همچنین در شماره ۲ بند و ماده ۱۶۳: «طرح جامع حمل و نقل کشور با هدف پاسخ‌گویی به تقاضاهای بالفعل و بالقوه و دستیابی به جایگاه مناسب در حوزه‌های ایمنی، انرژی، اقتصاد، حمل و نقل و محیط‌زیست تا پایان سال سوم برنامه به تصویب هیأت وزیران می‌رسد. از زمان تصویب طرح جامع، شروع کلیه طرح‌های جدید توسعه و ساخت زیربنای حمل و نقل، فقط بر اساس این طرح و در قالب بودجه سنواتی قابل اجرا است».

علاوه بر آن، در قانون بودجه سالانه کشور نیز بندهایی برای کاهش بنزین وارداتی و گازسوز کردن خودروها در نظر گرفته شده است. از جمله در بند ق تبصره ۲ بودجه سال ۱۳۹۳ کل کشور آمده است که «وزارت نفت از طریق شرکت‌های دولتی تابعه ذی‌ربط برای ... توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، گسترش استفاده از سی‌ان‌جی (با اولویت شهرهای بزرگ و مسیر راه‌های اصلی بین شهری) و تولید خودروهای کم‌مصرف، به وزارت نفت اجازه داده می‌شود با رعایت قانون اجرای سیاست‌های کلی اصل چهل و چهارم (۴۴) قانون اساسی با متقاضیان و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و عمومی با اولویت استفاده از تجهیزات ساخت داخل، قرارداد منعقد نماید».

به غیر از آن قوانینی وجود دارد که برای افزایش و تحریک طرف تقاضا است. از جمله قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (۱۳۷۴) که بر اساس ماده ۹ آن، وزارت صنایع موظف است سیاست‌ها و برنامه‌های تولیدی واحدها و شرکت‌های تابعه تولید وسایل نقلیه موتوری خود را به نحوی تنظیم نماید که اول، تولید وسایل نقلیه با موتورهای غیر استاندارد صورت نپذیرد؛ دوم، در برنامه‌ریزی ساخت خودرو برنامه تولید وسایل نقلیه و حمل و نقل عمومی را در اولویت قرار دهد؛ سوم، طراحی و ساخت خودروها به نحوی صورت گیرد که امکان استفاده از گاز هم وجود داشته باشد. قانون بعدی، قانون هدفمندسازی یارانه‌ها (۱۳۸۸) است که با رعایت این قانون دولت موظف است قیمت حامل‌های انرژی را اصلاح کند.

در کنار این نهادهای رسمی مجموعه‌ای از نهادهای غیر رسمی نیز مانند گرایش شکل

گرفته به سمت سایر سوخت‌های فسیلی (بنزین و گازوییل) وجود دارد. شناخت دقیق این نهادها مستلزم تحلیل عملکرد نظام نوآوری خودروهای با سوخت فسیلی در کنار رژیم‌های اجتماعی- فناوری مسلط است که بخش بعدی آورده می‌شود.

۲. **زیرساختارهای فناوری خودروهای گازسوز<sup>۱</sup>:** گاز طبیعی (ان‌جی) که در خودروها به صورت فشرده (سی‌ان‌جی) استفاده می‌شود، همان گاز طبیعی (متان) است که از قبل برای گرمایش و تولید توان الکتریکی به کار می‌رفت. این گاز به عنوان سوخت خودرو و جایگزین بنزین و گازوییل با احتراق گاز طبیعی، آلودگی اکسیدهای نیتروژن<sup>۲</sup>، ذرات معلق و دی اکسیدکربن کم‌تری تولید می‌کند<sup>۳</sup>.

موتورهای دوگانه‌سوز<sup>۴</sup> موجود در ایران قابلیت استفاده از دو نوع سوخت (بنزین و گاز طبیعی) را به انتخاب راننده دارند و به دو نوع تقسیم می‌شوند. دسته اول خودروهایی هستند که به منظور تبدیل ناوگان خودروهای بنزین سوز موجود به گازسوز و به عنوان یک راه‌حل کوتاه‌مدت برای صرفه‌جویی در مصرف بنزین به روش کارگاهی تبدیل شده‌اند. بدیهی است که در این روش، تبدیل خودروها با حداقل تغییر در سیستم پایه (بنزینی) انجام شده و اشغال فضای صندوق عقب، افت توان و پیمایش کم به دلیل محدودیت در جانمایی مخازن امری گریزناپذیر است؛ اما در خودروهای تبدیل کارخانه‌ای، خودرو در خطوط تولید کارخانه تولید و سعی می‌شود تا تمام استانداردهای خودرویی را از لحاظ فرمان‌پذیری، ایمنی در تصادف، سیستم تعلیق و ترمز و... را بگذرانند و اصلاحات لازم در جهت دستیابی به این استانداردها اعمال شود. این نوع خودروها با مشخصه‌های کارکرد موتور در حالت بنزینی طراحی شده و برای حالت گازسوز بهبود یافته‌اند (خودروهای دوگانه‌سوز بنزین-سی‌ان‌جی، ۱۳۸۹).

قطعات لازم برای تبدیل کارگاهی یا کارخانه‌ای خودرو عبارت‌اند از: کیت گازسوز<sup>۵</sup>، مخزن ذخیره‌سازی سی‌ان‌جی، فیوزهای ایمنی، اتصال یا شیر سوخت‌گیری<sup>۶</sup>، شیر اصلی قطع جریان<sup>۷</sup>، رگلاتور، مخلوط‌کننده<sup>۸</sup>، واحد کنترل الکترونیکی<sup>۹</sup> و سنسور اکسیژن و قطعات

1 Automotive natural gas(ANG)

2 NO<sub>x</sub>

3 TNO, 2003 , Verbeek, 2002

4 Bi-Fuel

5 Kitt

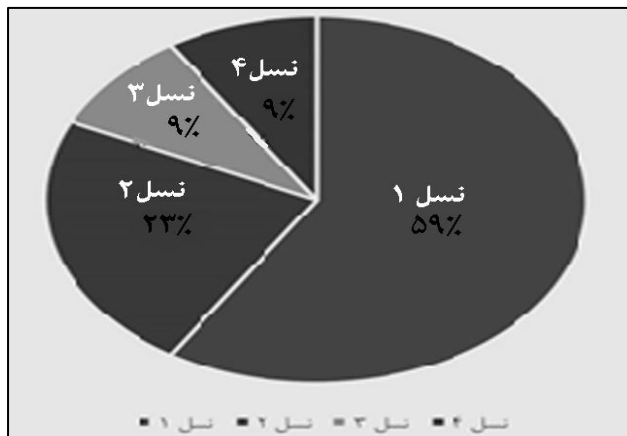
6 Refueling Receptacle

7 Main Shut-off Valve

8 Mixer

9 ECU

مربوط به جایگاه مانند کمپرسور، لوله‌های نازل و خشک‌کن‌ها است. فناوری خودروهای گازسوز در جهان تا حدود زیادی توسعه یافته و به بلوغ خود نزدیک شده‌اند. در ایران به دلیل تحریم‌های گسترده، بومی‌سازی ساخت قطعه در برنامه‌های دولت قرار گرفته ولی این موضوع تحقق کامل نیافته است. در توسعه برخی از این تجهیزات، به‌ویژه قطعات مربوط به خودرو، ایران خود از پیشتازان صنعت بوده است، اما در مواردی (برخی قطعات مربوط به جایگاه‌ها و توزیع و همچنین مخازن خودروهای سنگین) هنوز دستیابی به فناوری ممکن نشده است (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۵).



شکل ۳-۲۵: نسل کیت‌های گازسوز مورد استفاده در کارگاه‌های تبدیل سی‌ان‌جی

منبع: مجله تخصصی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴

در مورد مخازن که یکی از گزینه‌های اصلی در تبدیل هستند، شرکت بهینه‌سازی پس از برگزاری دو مناقصه نافرجام به دلیل تحریم، اقدام به راه‌اندازی خط تولید مخزن کرد (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۵)؛ که تا سال ۱۳۹۴ (سال پایان دوره ارزیابی)، حدود ۱۰ کارخانه مخزن‌سازی سرمایه‌گذاری شده بود، ولی با وجود کیفیت بالاتر مخازن تولیدی نسبت به مخازن وارداتی از هند، چین و کره، این کارخانه‌ها به دلیل بی‌اقبالی خودروسازان داخلی، در ظرفیت ۱۰ تا ۳۰ درصد کار می‌کردند. تولیدکنندگان مخزن در ایران، بازار داخل را از دست داده و به دنبال بازار خارجی رفتند (مبینی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۴) و (قاسم‌زاده و نادری، ۱۳۹۴) و (خبرگزاری مهر، ۱۳۹۴).



از طرف دیگر برخی فعالان تولید مخزن، سرمایه‌گذاری<sup>۱</sup> بالا را که موجب ظرفیت‌سازی بیش از اندازه شده، آفتی برای این صنعت می‌دانند. ظرفیت تولید ۴ کارخانه مخزن‌سازی، ۸۰۰ هزار مخزن در سال است که بیش از نیاز خودروسازان داخلی است. همین امر موجب شده که این تولیدکنندگان به سمت قرار دادن صادرات در برنامه‌های خود حرکت کنند؛ اما موضوع صادرات نیازمند تمهیداتی برای خروج از تحریم و کمک‌های دولتی است (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴).

برای عبور از این مشکل، تولیدکنندگان مخازن با هم‌اندیشی به این نتیجه رسیده‌اند که سرمایه‌گذاری‌ها را به حداقل رسانده و به صورت تخصصی روی ابعاد مشخصی که بازگشت سرمایه را تضمین کند، کار کنند؛ اما در این راه نیز قیود و فشارهای مالی از سوی برخی مراجع قانونی به مخزن‌سازان تحمیل می‌شود که این بخش را دچار مشکل کرده است (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴).

**۳. شبکه‌ها:** هدف از شناسایی شبکه‌های موجود در نظام نوآوری، ایجاد ارتباط میان سطح‌های خرد و میانی نظام نوآوری و کشف ارتباط اقدام کنش‌گران در مسیر توسعه نظام نوآوری است. چند شبکه با هدف توسعه سی‌ان‌جی در ایران شکل گرفته که در جدول بررسی شده‌اند.

جدول ۳-۱۵: شبکه‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه سی‌ان‌جی در ایران

نام شبکه	کارکرد مربوط	هدف
انجمن خودروهای گازسوز آسیا و اقیانوسیه	انتشار دانش، هدایت و جهت‌دهی تحقیقات و نوآوری	ترویج استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت در حمل و نقل، با تعریف استانداردها و خط مشی صنعت و همچنین ارائه آموزش‌های لازم
کنفدراسیون صنعت ایران	فعالیت‌های کارآفرینانه	مشارکت در بهبود فضای کسب و کار و مکانیزم‌های توسعه اقتصاد بازار و بخش خصوصی
انجمن صنفی و کارفرمایی سی‌ان‌جی کشور	فعالیت‌های کارآفرینانه، نهادسازی و مشروعیت بخشی	حفظ حقوق، دفاع از منافع مشترک حرفه‌ای، بهبود وضع اقتصادی و اجتماعی، کوشش در بالا بردن سطح

آگاهی‌های اعضا		
برقراری تعامل بین اعضا و حوزه‌های گوناگون صنایع سوخت‌های جایگزین	توسعه و انتشار دانش، خلق دانش، بسیج منابع	انجمن سوخت‌های جایگزین
حفظ حقوق و دفاع از منافع مشترک حرفه‌ای جایگاه‌داران	نهادسازی و مشروعیت بخشی	کانون انجمن‌های صنفی کارفرمایی جایگاه‌داران
گسترش و پیشبرد و ارتقای علمی مباحث انرژی و توسعه کیفی نیروهای متخصص در زمینه‌های مربوط به انرژی	خلق و توسعه دانش	انجمن انرژی ایران

### ۳.۲.۳ مطالعه آثار سیاست‌ها از راه تحلیل کارکردی

با مرور رویدادها و تخصیص کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری به هریک از آنان، جدول رویدادنگاری<sup>۱</sup> تنظیم شده (میرعمادی و همکاران، ۱۳۹۶) و با توجه به این رویدادنگاری، می‌توان به فراز و فرود توسعه نظام پی برد و مشخص کرد که رویدادهای کلیدی این فرآیند به سه مرحله تقسیم می‌شوند. فصل‌های استخراج شده و توسعه‌های کلیدی مربوط در جدول زیر خلاصه شده‌اند.

جدول ۳-۱۶: مراحل اصلی توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز

فصل‌ها	توسعه نظام	بلوغ فناوری	فشارهای خارجی
۱۳۷۳-۱۳۴۸	ظهور	نابالغ	بحران‌های نفتی، کاهش قیمت‌های نفت، وقوع انقلاب و جنگ
۱۳۸۵-۱۳۷۴	نهادسازی	رشد اولیه	آلودگی هوا، هزینه بالای واردات بنزین
۱۳۸۶- تاکنون	اوج‌گیری اولیه و سپس رکود	تقریباً بالغ	تحریم همه‌جانبه بنزین، توسعه مخازن گازی کشورهای همسایه، کاهش قیمت جهانی نفت

در ادامه با مرور دقیق هر یک از مراحل، به بررسی آمیخته‌های سیاستی مؤثر اجرا شده در هر مرحله خواهیم پرداخت:

۱. بررسی آمیخته سیاستی در شکل‌گیری مرحله ظهور فناوری (۱۳۴۸ تا ۱۳۷۳)

سیاست‌های تغییر سوخت یا تعیین سوخت جایگزین و جابه‌جایی در سبد انرژی مصرفی و

1 Chronology

تغییر درصد سوخت‌های در دسترس برای برآورده کردن نیاز بخش‌های مختلف کشور از جمله اختیارات بالاترین مقام اجرایی بسیاری از کشورها است. در ایران نیز از سال‌های دور، این سیاست در دستور کار دولت‌ها قرار داشته و به طور جدی از اوایل دهه ۱۳۵۰ به آن پرداخته شده است. در آن سال‌ها با در نظر گرفتن وفور منابع گاز طبیعی و ارزان بودن دستیابی به این ماده ارزشمند، جایگزینی آن با سوخت‌های رایج در صنایع، مصارف خانگی و خودروها مورد مطالعه قرار گرفت و در پاره‌ای از زمان‌ها با اجرای طرح‌های پایلوت به سمت اجرایی شدن سوق پیدا کرد.

در این برهه، فعالیت‌های پراکنده‌ای از نوع کارکردهای «فعالیت‌های فناورانه»، «خلق و توسعه دانش» و «بسیج منابع» در زمینه خودروهای گازسوز در ایران صورت گرفته است.<sup>۱</sup> در این دوره زمانی، ابتدا یک شرکت آمریکایی چند دستگاه از اتوبوس‌های شرکت واحد را در تهران، به عنوان یک حرکت نمادین گازسوز نمود (ک ۱) (آقا غفار، ۱۳۸۰). اولین خودروی گازسوز کشور را دکتر تقی ابتکار در سال ۱۳۵۲ در کارگاه اتومکانیک دانشکده فنی دانشگاه تهران در قالب طرح تحقیقاتی تقلیل دود و وسایط نقلیه نمونه‌سازی کرد. (ک ۲) (مدیریت طرح سی‌ان‌جی).

در این میان، «آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی هوا مصوب تیرماه ۱۳۵۴» با مجموعه مواد و تبصره‌های خود سیاست‌های تغییر سوخت را سمت و سو می‌داد. (ک ۴). ماده سوم این آیین‌نامه می‌گوید: «انواع سوخت‌های مجاز و شرایط و ضوابط مصرف آن توسط سازمان (محیط‌زیست) با همکاری شرکت ملی نفت ایران و وزارت نیرو تعیین و پس از تصویب شورای عالی به مرحله اجرا گذارده خواهد شد». این آیین‌نامه ۳۸ ماده‌ای به استناد ماده ۱۰ قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست تدوین شده بود که بر اساس آن تهیه و تنظیم ضوابط، مقررات، فهرست‌ها، استانداردها و مشخصات انواع کارخانه‌ها و واحدهای تولیدی، محصولات انرژی بر مانند خودرو یا شرکت‌های واردکننده این تجهیزات و همچنین ایجاد هرگونه شهر، شهرک و مجتمع‌های صنعتی توسط وزارتخانه‌ها و سازمان‌های دولتی منوط به اخذ تأیید از سازمان مذکور بوده و در صورت تخلف و اعلام شکایت از سوی سازمان، دادستان حوزه قضایی مربوط ملزم به اجرای مفاد درخواست سازمان می‌شده است.

پس از آن در سال ۱۳۵۶ در قالب طرح پاکسازی هوای شیراز، طرح گازسوز کردن خودروها

۱ البته یک شکاف ۱۰ ساله نیز به خاطر بروز انقلاب اسلامی و سالهای دفاع علیه تجاوز عراق در ایران در این دوره وجود دارد.

به صورت آزمایشی و با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه خودروی سواری در این شهر به مرحله اجرا گذاشته شد (ک ۱ و ک ۲ و ک ۶) که البته پس از چندی به دلیل خدمات ناکافی، این طرح تقریباً به حالت تعطیل در آمد (ک ۶) ولی بعضی از این تاکسی‌ها به دلیل قیمت پایین سوخت دریافتی همچنان گازسوز ماندند (ک ۶) (مبینی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۴). در مرحله بعد و در سال ۱۳۶۶، این طرح در شهر مشهد نیز به اجرا درآمد (ک ۱ و ک ۲ و ک ۶). شرکت واحد اتوبوس‌رانی تهران و حومه نیز در سال ۱۳۷۱، تحقیقاتی را در زمینه گازسوز کردن اتوبوس‌ها آغاز کرد (ک ۲) که در سال ۱۳۷۵ این طرح به بهره‌برداری رسید (ک ۱).

### - ارزیابی آثار؛ موتور نوآوری مرحله اول

در این دوره ۲۶ ساله و طولانی‌مدت که می‌توان از آن به عنوان فصل ظهور فناوری نام برد، رویدادها شامل پنج کارکردِ فعالیت‌های کارآفرینانه، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌گیری نظام و بسیج منابع است. با مرور وقایع مشاهده می‌شود که موتور نوآوری مربوط به این فصل را می‌توان موتور محرک علم و فناوری دانست.

البته با وجود اجرای پایلوت در دو شهر بزرگ ایران و تصویب یک قانون کلان، به دلیل توقف کارکرد ششم و عدم ارائه خدمات که به علت رویدادهایی با عملکرد منفی در جهت‌گیری نظام بود (ک ۴)، این موتور پیش از شکل‌گیری کامل از کار افتاد. ضعف در کارکرد چهارم (جهت‌گیری نظام) در راستای تغییر سبب سوخت و همین‌طور تسلط نظام‌های سوخت‌های موجود، به‌علاوه بروز مناقشه‌های سیاسی و امنیتی (انقلاب اسلامی و جنگ تحمیلی) و بازسازی پس از جنگ، موجب تغییر جهت کارکرد چهارم شد.

جدول ۳-۱۷: ارزیابی آثار آمیخته سیاستی: ایجاد محرک‌ها، موانع در فصل ظهور (۱۳۴۸ تا ۱۳۷۸)

فناوری‌ها	نهادها	بازیگران	محرک‌های ایجاد فناوری
۲. وجود فناوری در خارج از ایران		۱. مراکز تحقیقاتی، متخصصان فنی، دولت	محرک‌های ایجاد فناوری
۷. نبود زیرساخت‌های توزیع ۸. وارداتی بودن فناوری‌ها	۴. نبود بازار برای استفاده از خودروهای گازسوز ۵. بروز مناقشه‌های سیاسی ۶. نبود قانون حمایت‌کننده	۳. گروه بازیگران در حوزه بسیار کوچک بودند. هنوز زیرساخت‌های توزیع به وجود نیامده بود.	موانع ایجاد فناوری
۱۰. اجرای چند پایلوت، زمینه رشد در سال‌های بعد را فراهم کرد.		۹. شبکه بسیار کوچکی از فعالان ایجاد شد.	آثار

## ۲. بررسی آمیخته سیاست‌های مؤثر در مرحله نهادسازی (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵)

پس از پیروزی انقلاب و گذر از جنگ هشت ساله، بار دیگر سیاست تغییر سوخت و بهره گرفتن از گاز طبیعی به یکی از دغدغه‌های سیاست‌گذاران بدل شد؛ زیرا این ماده که با کم‌ترین سرمایه‌گذاری در دسترس بود. به علت هزینه بالای صادرات و همچنین کمبود تقاضا برای آن در بازارهای جهانی، به ماده‌ای زائد در صنایع نفتی بدل شده و در بسیاری از مواقع سوزانده می‌شد. از سوی دیگر افزایش آلودگی هوا در کلان‌شهرها به‌خصوص تهران، موضوع جایگزینی آن با نفت سفید، گازوئیل و سرانجام «بنزین» را در دستور کار دولت قرار داد. این دوره با تصویب قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا در اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۴ آغاز شد (ک ۴).

گذشته از برنامه اول توسعه که بیش‌تر از آن‌که رنگ و روی برنامه‌ای داشته باشد، در هیئت یک «بیانیه صرف» تدوین شده بود، از برنامه دوم توسعه (۱۳۷۴-۱۳۷۸)، گازسوز و دوگانه‌سوز کردن خودروها به‌طور جدی وارد ادبیات اقتصادی و توسعه‌ای کشور شد. بند «ب» تبصره ۸۲ این برنامه، دولت را مکلف کرد که در طی سال‌های اجرای برنامه نسبت به کاهش میزان آلودگی شهرهای تهران، مشهد، تبریز، اراک، شیراز و اصفهان در حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی اقدام کند (ک ۴). آیین‌نامه اجرایی این تبصره در اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۶ به تصویب رسید و در ماده ۱۱، دستگاه‌های اجرایی، نیروهای نظامی و انتظامی موظف به گازسوز یا دوگانه‌سوز کردن خودروهای خود شده و در تبصره یک این ماده دولت موظف به ارائه تسهیلات به بخش خصوصی در مورد گازسوز یا دوگانه‌سوز کردن وسایط نقلیه شد (ک ۴). در تبصره ۳ این ماده از آیین‌نامه مذکور آمده است: «وزارتخانه‌های نفت، صنایع و شهرداری تهران با برنامه زمان‌بندی شده و با به کارگیری تمامی امکانات و منابع موجود نسبت به گازسوز یا دوگانه‌سوز کردن وسایط نقلیه موتوری تمامی متقاضیان اقدام می‌نمایند». این آیین‌نامه و مواد و تبصره‌های آن به دنبال تصویب قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا در اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۴ به مرحله اجرا درآمد که بر اساس ماده ۹ آن وزارت صنایع موظف شده بود تا سیاست‌ها و برنامه‌های تولیدی واحدها و شرکت‌های تابعه تولید وسایط نقلیه موتوری خود را به نحوی تنظیم کند که در طراحی و ساخت خودروها امکان استفاده از گاز فراهم شود (ک ۴).

همراه با این تکالیف که برآمده از برنامه دوم توسعه بود، قوانین و تبصره‌های بازدارنده‌ای در

کنار اصل ۵۰ قانون اساسی به حمایت و حفاظت از محیط‌زیست می‌پردازد. در تبصره ۸۲ ضمن تأکید بر این که در طول اجرای برنامه دوم تمام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی باید با رعایت ملاحظه‌های زیست‌محیطی صورت گیرد، آمده است: «طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید قبل از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی بر اساس الگوهای مصوب شورای عالی حفاظت از محیط‌زیست مورد ارزیابی قرار گیرد.» و در بند دو این تبصره تأکید شده است: «انجام هرگونه فعالیت صنعتی و معدنی باید با در نظر گرفتن اهداف توسعه پایدار در چارچوب ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی باشد.» و در بند پایانی این بخش از تبصره ۸۲ آمده است: «استفاده از انرژی در کشور باید از طریق تجدیدنظر در الگوی مصرف و کاهش آلودگی سوخت‌ها صورت گیرد.» (ک ۴).

در طول اجرای برنامه توسعه دوم، اقدامی برای تغییر سوخت خودروها در دستور کار دولت قرار نگرفته بود و تنها برنامه‌هایی محدود برای استفاده از سوخت ال‌پی‌جی و سی‌ان‌جی به مرحله اجرا درآمد که به دلیل کمبود گاز مایع در کشور (ک ۴)، پروژه ال‌پی‌جی در نیمه راه و پیش از آن که گسترش میلیونی پیدا کند به فراموشی سپرده شد (اویسی، ۸۶). دارندگان حدود ۱۰۰ هزار دستگاه خودروی سواری مجهز به سیستم دوگانه‌سوز با مشکلات فراوانی روبه‌رو بودند. آن‌ها در مراجع نظارتی همچون سازمان بازرسی کل کشور اقدام به طرح شکایت کردند؛ اما هیچ یک از سازمان‌های دخیل در این ماجرا همچون وزارت نفت، صنایع، کشور یا سازمان حفاظت از محیط‌زیست تبعات زیان‌بار اقتصادی و زیست‌محیطی این پروژه و تخطی از اصول بدیهی برنامه دوم توسعه همچون تبصره ۸۲ و الزام «ارزیابی زیست‌محیطی» اجرای پروژه‌های بزرگ را بر عهده نگرفت.

در سال‌های آخر برنامه توسعه دوم، بحران آلودگی در سطح شهر تهران و هفت شهر بزرگ کشور چنان شدت گرفت که لزوم تدوین برنامه برای کاهش آلودگی افزایش یافت (ک ۴). سازمان محیط‌زیست در سال ۷۶ مطالعاتی را در این زمینه آغاز کرد و در نهایت سه مطالعه انجام شده با هم ادغام و به عنوان یک مصوبه برای اولین بار در سال ۷۹ با عنوان برنامه جامع کاهش آلودگی هوا به دولت برده شد (ابتکار، ۱۳۹۴) (ک ۴ و ک ۵). افزون بر این هزینه‌های بالای پیش‌بینی شده برای پرداخت یارانه در سال‌های آتی، نقطه عطفی برای توجه جدی‌تر دولت به استفاده از سوخت‌های جایگزین برای خودروها بود.

در سال ۱۳۷۸ نامه‌ای از وزیر کشور به رئیس‌جمهور در مورد تلاش‌ها و برنامه‌های مربوط

به گازسوز کردن وسایط نقلیه عمومی ارسال شد (ک ۴، ک ۱، ک ۶). در این نامه عملکرد وزارت در بندهای:

۱. توصیه به استفاده از «گاز طبیعی» به جای دیگر سوخت‌ها به دلیل فراوانی و ارزان بودن آن

۲. اتخاذ سیاست تک سوخته کردن (گازسوز) خودروهای حمل و نقل عمومی به جای دو سوخته کردن خودروها در صنعت خودروسازی کشور

۳. دستور تسریع در بررسی امکان انتقال فناوری ساخت به داخل کشور

۴. ایجاد هماهنگی با دیگر سازمان‌های مربوط برای جذب اعتبار و پیدا کردن منابع اعتباری جدید ارزی و ریالی

۵. همکاری با کمیته اجرایی کاهش آلودگی هوای تهران مطرح شده بود (آقا غفار، ۱۳۸۰). در ادامه، نشست‌هایی با وزارت‌های نفت و کشور تشکیل شده (ک ۴) و تصمیم‌هایی چون بررسی اقتصادی جایگزینی سوخت گاز طبیعی فشرده به جای نفت گاز در اتوبوس‌های درون شهری اتخاذ شد و به دنبال آن گزارشی از وزارت نفت در خصوص تبدیل ۵۶۶۶ دستگاه اتوبوس با اشاره به تأمین مالی از راه سود سرمایه‌گذاری و صرفه‌جویی در مصرف نفت و گاز تهیه گردید (ک ۶ و ک ۱). در نهایت و در همین سال، ستاد گازسوز کردن خودروهای همگانی تشکیل شد (ک ۴ و ک ۶) (آقا غفار، ۱۳۸۰) که از اقدام‌های مهم آن می‌توان به بررسی و تصویب برنامه زمان‌بندی پنج ساله گازسوز کردن اتوبوس‌ها (۱۳۷۹-۸۳) در هشت شهر تهران، مشهد، اصفهان، شیراز، تبریز، کرج، اهواز و اراک اشاره کرد (آقا غفار، ۱۳۸۰).

در تاریخ ۷۸/۰۹/۰۸ نشستی با حضور وزیر نفت مهندس زنگنه و آقایان میرسلیم، میرمعزی، ثقفیان، رهگذر، خاکی و مهدی هاشمی در دفتر وزیر برگزار شد (ک ۴). در این جلسه سی‌ان‌جی‌سوز کردن خودروها مورد بحث قرار گرفته و پس از بحث و بررسی و با هدف صرفه‌جویی ارزی ناشی از جایگزینی سی‌ان‌جی با بنزین و گازوئیل و همچنین دستیابی به آثار مثبت زیست محیطی تصمیم‌های زیر گرفته شد: (ک ۶، ک ۴، ک ۳ و ک ۲):

۱. تلاش برای صرفه‌جویی ارزی از راه جایگزینی سی‌ان‌جی به جای بنزین و گازوئیل در کشور انجام گیرد.

۲. طرح سی‌ان‌جی‌سوز کردن خودروها، در چند مرحله اجرا و برنامه کلان آن تهیه و برای

تصویب ارائه شود.

۳. تجهیزات مورد نیاز خودروها، در کشور ساخته شود.

۴. فناوری لازم برای ساخت قطعات و تجهیزات از راه یک شرکت مجرب خارجی تأمین و تضمین کیفیت قطعه‌ها و تجهیزات، با نظارت همان شرکت انجام شود. منافع این شرکت می‌تواند با واگذاری سهام یا هر روش مناسب دیگر تأمین شود.

۵. بودجه مرحله اول، به عهده وزارت نفت و قرارداد آن در بودجه سرمایه‌های وزارت نفت، به عهده مدیریت برنامه‌ریزی و بودجه این وزارتخانه است.

۶. دلایل عدم موفقیت طرح آزمایشی سی‌ان‌جی‌سوز شدن خودروها در مشهد و شیراز، بررسی شود.

۷. نهادهای مرتبط، مانند وزارت کشور، وزارت صنایع و... نسبت به مزایای طرح توجیه شوند.

با ابلاغ برنامه سوم توسعه که نشان‌دهنده خط‌مشی عمومی نظام اجرایی کشور در طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۷۹ بود، بار دیگر بحث دوگانه‌سوز کردن خودروها و استفاده از گاز به عنوان سوخت جایگزین بنزین و گازوئیل توالی خود را در نظام برنامه‌ریزی کشور حفظ کرد. در ماده ۱۰۴ بند «د» که همان تبصره ۸۲ از قانون برنامه دوم توسعه بود، بار دیگر بر الزام دولت در کاهش آلودگی هوای هفت شهر بزرگ کشور تأکید و آیین‌نامه اجرایی تبصره ۸۲ نیز به عنوان آیین‌نامه اجرایی ماده ۱۰۴ تصویب شد (ک ۴ و ک ۵).

در این دوره پنج‌ساله، استراتژی استفاده از گاز دستخوش تغییر اساسی شد و با تأسیس سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت در سال ۱۳۷۹ (ک ۴ و ک ۶)، برنامه استفاده از ال‌پی‌جی به طور کلی از گردونه خارج و سوخت گاز طبیعی فشرده یا همان سی‌ان‌جی سوخت مورد نظر برای تمامی خودروها در نظر گرفته شد (ک ۴). دلیل این امر نیز گذشته از کمبود ال‌پی‌جی در سطح کشور به اجرای نادرست گازسوز کردن خودروها یا به تعبیر بهتر برنامه اشتباه «دوگانه‌سوز» کردن موتورهای بنزینی بدون توجه به ساختار طراحی موتور گازسوز بر پایه سوخت گاز مایع باز می‌گشت.<sup>۱</sup>

با موظف شدن وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران بر اساس ماده ۱۲۱ قانون سوم برنامه

۱ وزارت نفت باید تمهیداتی را می‌اندیشید که به اعمال صرفه‌جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست منجر می‌شد. این وزارتخانه همچنین باید نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرآیندها و سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی، اقدام می‌کرد. اقدام وزارت نفت باید به گونه‌ای تدوین می‌شد که تمامی مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم‌ها، ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها می‌شدند.



توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور برای رفع بحران سوخت، ایجاد شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، به منظور انجام مطالعات لازم در خصوص زیرساخت‌های تبدیل خودروهای بنزین‌سوز، ساخت خودروهای گازسوز و ساخت جایگاه‌های سی‌ان‌جی در دستور کار وزارت نفت قرار گرفت (ک ۷ و ک ۶) (مدیریت طرح سی‌ان‌جی) که حاوی دو بخش مدیریت «طرح‌های ویژه» و «بهینه‌سازی انرژی در بخش حمل و نقل» بود (آقا غفار، ۱۳۸۰).

سازمان بهینه‌سازی از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ طرح‌های مختلفی را پیگیری و اجرا کرد (ک ۱، ک ۲، ک ۳، ک ۵، ک ۶ و ک ۷) که عمده‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. احداث ۱۷۶۰ جایگاه سوخت‌گیری سی‌ان‌جی؛
  ۲. تبدیل کارگاهی دو میلیون و یکصد هزار دستگاه خودرو؛
  ۳. تولید ۱،۲۲۰،۰۰۰ دستگاه خودروی دوگانه‌سوز کارخانه‌ای و پایه گازسوز.
- در همین راستا اعتباری معادل ۱۰۲۲۰ میلیارد ریال و ۱۶۹۱ میلیون دلار برای اجرای طرح‌های فوق در نظر گرفته شده است.
- در سال ۱۳۷۹، قرارداد پنج‌ساله خرید ۲۰ هزار خودرو بین وزارت نفت و برخی خودروسازان (ایران خودرو و شهاب خودرو) امضا شد که طی آن از سال ۱۳۷۹ نیمی از اتوبوس‌های تحویلی و از سال ۱۳۸۰ تمامی اتوبوس‌ها به صورت گازسوز تولید می‌شدند (مدیریت طرح سی‌ان‌جی) (ک ۶، ک ۵ و ک ۱).

در این اثناء نشست مهمی در تاریخ ۲۸ اسفند ۷۹ در معاونت برنامه‌ریزی وزارت نفت، به منظور پیگیری بند ۲ صورت‌جلسه نوزدهمین نشست شورای عالی محیط‌زیست، برگزار شد (ک ۷) که در آن اهدافی برای احداث جایگاه‌ها و همچنین تولید خودروهای گازسوز مشخص شد. در این نشست، نمایندگانی از وزارت نفت، سازمان حفاظت از محیط‌زیست و وزارت صنایع و معادن حضور داشته‌اند. نتیجه این نشست، مصوبه‌های زیر بود (ک ۵ و ک ۶):

۱. جایگاه گاز طبیعی در تهران از تاریخ ۸۱/۰۶/۰۱ تا ۸۲/۰۶/۰۱ آماده بهره‌برداری شود.
۲. جایگاه‌های شش شهر دیگری که آلودگی هوا دارند، از ۸۲/۰۱/۰۱ تا ۸۳/۰۱/۰۱ آماده بهره‌برداری شود.
۳. تولیدکنندگان خودرو حداکثر از ۱۳۸۱/۰۶/۰۱ برای مصارف عمومی در شهرهای مورد

نظر اتوبوس و مینی‌بوس سی‌ان‌جی سوز بفروشد. برای سواری و وانت، وزارت صنایع بررسی خواهد کرد.

۴. شرکت واحد اتوبوس‌رانی، زمین مورد نیاز جایگاه‌ها را تأمین کند. این جایگاه‌ها، روزها عمومی بوده، شب‌ها به اتوبوس‌های شرکت واحد خدمات‌رسانی کند. مشاهده و لمس تجربه‌های کشورهای دیگری که مسیر سی‌ان‌جی سوز کردن خودروها را طی کرده‌اند، چنان دارای اهمیت و با ارزش است که کسب تجربه از این گونه بازدیدها، شاید اجرای طرح‌های مشابه را زمان قابل توجهی به جلو انداخته و کاستی‌ها را قبل از ورود به مرحله اجرا به حداقل برساند. شرکت بهینه‌سازی در راستای کسب تجربه، ایجاد زمینه همکاری‌های فنی، انتقال فناوری و تلاش برای ایجاد خطوط مشترک تولید در ایران، ۲۲ سفر خارجی توسط کارشناسان شرکت بهینه‌سازی به کشورهای ایتالیا، انگلستان، آرژانتین، نیوزیلند، نروژ، استرالیا، کره جنوبی، آلمان، اتریش و هند برای انتقال فناوری به انجام رسانده است (ک ۳) (آقا غفار، ۱۳۸۰).

در کنار کسب اطلاعات و تجربه از دیگر کشورها در آن سال‌ها، تلاش دیگری در حال اجرا بود که از بخش‌های مهم و اهداف سازمان به شمار می‌رود. از اسفند ماه ۱۳۷۹ تا پایان اسفند ماه ۱۳۸۰، پروژه‌های تحقیقاتی گوناگونی در خصوص سی‌ان‌جی اجرا شد که نقطه آغازینی در جهت توسعه فنی بود (ک ۲). این پروژه‌های تحقیقاتی عبارتند از:

۱. تبدیل ۳۶ خودروی داخلی به سی‌ان‌جی سوز
۲. تبدیل موتورهای او ام ۳۱۴ و او ام برند بنز
۳. تحلیل عملکرد اتوبوس دینامیکی و استاتیکی
۴. بررسی افزایش وزن مخزن بر خودرو
۵. فناوری ساخت مخازن تمام کامپوزیت G4 و خرید خودروهای گازسوز نمونه روز دنیا (فیات مالتی پلا، ولوو S80، اپل زفیرا، ولوو F70، هوندا، تویوتا و فورد).

در این مدت پروژه‌های پایلوت سی‌ان‌جی در شهرهای مشهد و شیراز (پروژه توسعه مشهد و شیراز) و همین‌طور شش روستای استان چهارمحال و بختیاری اجرا شد (ک ۲). در ادامه پروژه‌های مطالعاتی با عنوان «طرح جامع ۱۵ شهر» انجام گرفت (ک ۲). این طرح جامع، به مطالعه و شناسایی امکانات گازسوز کردن ناوگان عمومی ۱۵ شهر کشور می‌پردازد تا مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی این اقدام را مشخص کند. پانزده شهری که در این طرح مورد

مطالعه قرار گرفته‌اند، عبارت‌اند از: اراک، ارومیه، اصفهان، تبریز، تهران، رشت، قزوین، کرج، قم، کرمانشاه، مشهد، یزد، کرمان، شیراز و اهواز (آقا غفار، ۱۳۸۰).

برای توسعه خودروهای گازسوز، بایستی فناوری حوزه خطوط تولید و تجهیزات سی‌ان‌جی‌سوز کردن خودروها، با توجه به گرایش صنایع مختلف از جمله صنایع خودروسازی به سمت فناوری مربوط به این صنعت در کشور گسترش می‌یافت. این توسعه یا از راه خرید و یا تولید (در صورت عدم توان خرید به خاطر تحریم) بود.

یکی از بزرگ‌ترین موانعی که در طی این دوره بر سر راه توسعه خودروهای گازسوز وجود داشت، ظرفیت محدود تولید مخازن در مقابل مصرف آن در جهان بود (ک ۴). ظرفیت تولید و مصرف جهانی مخازن سی‌ان‌جی در آن سال‌ها (غیر از شرکت‌های آمریکایی و وابستگان آنها که حاضر به همکاری نشدند) حدود ۶۰۰ تا ۶۵۰ هزار مخزن بود؛ در حالی که سازندگان این مخازن با سه شیفت کاری مشغول به تولید بودند. میزان مصرف این مخازن در جهان با توجه به برنامه‌های آینده کشورهای مختلف بیش از میزان تولید آن در دنیا بود (ک ۵). علاوه بر این، با توجه به عمر ۱۰ ساله مخازن، همواره بخشی از ظرفیت تولید جهان به جایگزینی مخازن فرسوده اختصاص می‌یابد. همچنین، بعضی از کشورها مثل هند، پاکستان و ترکیه به استفاده از سی‌ان‌جی روی آورده بودند که سرعت رشد نیاز برخی از آنها مانند هند و پاکستان، بسیار زیاد بوده است. به این ترتیب، ظرفیت تولید دنیا جوابگوی نیازها نبوده و فروشندگان مخازن، تعیین‌کننده اصلی در طرح‌ها و پروژه‌ها و سرعت رشد آنها بودند.

از طرف دیگر به دلیل کاربرد نظامی این فناوری، دسترسی به آن از خارج از کشور و خرید فناوری، تقریباً ناممکن بود (ک ۴). در مناقصه ۰۱-۷۹ تنها شرکتی که در این زمینه پیشنهادی به سازمان ارائه کرده بود، شرکت فرانسوی یولیت<sup>۱</sup> بود که پس از مدتی اعلام کرد که نتوانسته مجوز صادرات فناوری و ماشین‌آلات را از مراجع رسمی اروپایی برای ایران، اخذ کند. به این ترتیب، استفاده از توانایی‌ها و امکانات داخل کشور برای تولید این نوع مخازن، تنها راه باقی‌مانده بود (مگر خرید محدود از خارج)؛ بنابراین، پیشنهاد شد که در این مرحله، قرارداد ساخت مخازن نمونه نوع چهارم با هر دو صنعت شهید کریمی و شهید شاه‌آبادی که توانایی تولید مخازن را دارند، منعقد شود تا در صورت تأیید نمونه‌ها، سقف

مورد نیاز سازمان به این صنایع سفارش داده شود (ک ۴ و ک ۶ و ک ۱). به همین ترتیب صنایع مربوط به طراحی و ساخت تجهیزاتی از قبیل مخازن سی‌ان‌جی، کمپرسور و دیگر تجهیزات مربوط به جایگاه‌های سی‌ان‌جی مانند کیت‌ها و شیر مخازن سی‌ان‌جی توسعه یافتند (ک ۴ و ک ۶ و ک ۱).

استفاده از سی‌ان‌جی به عنوان سوخت، مستلزم رعایت نکته‌های ایمنی و سلامت است. در کشور ما به موازات توسعه این صنعت، توجه به تدوین استانداردها و مقررات و نیز کیفیت و ایمنی، از مراحل آغازین این پروژه انجام شده است (ک ۴). طبق بند الف ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، به منظور اعمال صرفه‌جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط‌زیست، دولت موظف شده است «تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرآیندها و سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی، به ترتیبی که تمام مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و واردکنندگان این تجهیزات، فرآیندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. این معیارها توسط کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، وزارت نفت، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارتخانه مربوط تدوین می‌شود. نحوه تصویب این معیارها را هیأت وزیران تعیین خواهد کرد.» بر این اساس سازمان بهینه‌سازی، کمیته تصویب معیارها و استانداردهای مصرف سوخت را تشکیل داد. با همکاری تنگاتنگ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۳۷ مورد استاندارد مرتبط با سی‌ان‌جی به وضعیت استاندارد ملی درآمده است.<sup>۱</sup> این استانداردها پس از طی مراحل پیش‌نویس اولیه، کمیته فنی، کمیسیون نهایی وارد کمیته ملی شده و در آنجا به تصویب رسیده و شماره‌گذاری می‌شوند. طی توافقی که در سال ۱۳۸۰ با مؤسسه استاندارد شد، کار تدوین ۱۱ مورد استاندارد مرتبط با کمپرسور و جایگاه‌های سوخت‌گیری و کیفیت گاز طبیعی تا مرحله آمادگی کمیته ملی، به سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور واگذار گردید. (ک ۳ و ک ۴) (آقا غفار، ۱۳۸۰).

از سال ۱۳۸۳ شرکت سایپا با هدف هم‌راستا نمودن فعالیت‌ها و تولید محصولات مطابق با خط‌مشی‌های کل سازمان، شروع به تولید خودروهای گازسوز نیسان وانت و پراید نمود (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۵). در ادامه دوره نهادسازی، در سال ۱۳۸۴

۱ لازم است یادآوری شود که تدوین استانداردهای بین‌المللی در این زمینه، بسیار جوان بوده و اولین نسخه تهیه شده در مورد آنها، به سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ بر می‌گردد.

مدیریت طرح سی‌ان‌جی در شرکت پخش فراورده‌های نفتی تأسیس و به موازات طراحی و ساخت جایگاه‌های تک‌منظوره سی‌ان‌جی در شرکت بهینه‌سازی، عملیات ساخت جایگاه‌های دو منظوره «گاز و بنزین» در دستور کار مدیریت طرح جایگاه‌های سی‌ان‌جی شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی قرار گرفت (ک ۴) (مدیریت طرح سی‌ان‌جی).

بر اساس آیین‌نامه اجرایی تبصره ۱۳ قانون بودجه سال ۱۳۸۵، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت مکلف به دوگانه‌سوز کردن ۱۲۰ هزار دستگاه خودرو شد (ک ۴) و دولت نیز تصمیم گرفت که تا چند سال آینده تمامی خودروهای سواری که قابلیت تجهیز را به سیستم گازسوز دارند، برای صرفه‌جویی در مصرف بنزین به سیستم گازسوز مجهز کند (ک ۵) که موضوع در همایش ۸۶/۱۰/۵ نیز مطرح شد (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴).

در ماه پایانی ۱۳۸۵ خط تولید موتور ملی برای استفاده از سوخت گاز طبیعی به عنوان سوخت پایه با حضور رئیس‌جمهور، وزیر صنایع و معادن، وزیر ارتباطات و جمعی از مدیران و مهندسان صنعت خودرو و صنایع مرتبط در شرکت ایران خودرو افتتاح شد (ک ۲) (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴). این دوره را می‌توان با آغاز اجرای سهمیه‌بندی بنزین در تیر ۸۶ (ک ۴) که نقطه عطف مهمی در استفاده از سی‌ان‌جی بود، خاتمه یافته دانست.

#### – ارزیابی آثار؛ موتور نوآوری مرحله نهادسازی

در فصل ظهور فناوری خودروهای گازسوز، گفتیم که موتور محرک علم و فناوری به طور ناقص شکل گرفته بود. در این فصل تمامی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه البته با شدت و ضعف متفاوت، فعال شدند. در آغاز فصل، حلقه اول (ک ۴، ک ۶ و ک ۱) فعال شد. الزام سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت برای انجام مطالعات لازم در خصوص زیر ساخت‌های تبدیل و ساخت خودروهای گازسوز نقطه عطفی در شکل‌گیری نظام شد. این سازمان فعالیت‌هایی را در راستای کارکردهای (ک ۲ و ک ۳) از طریق کشورهای صاحب فناوری به انجام رساند. ابتدا تصمیم بر واردات قطعه‌های لازم برای تبدیل بود که به دلیل تحریم، مناقصه‌ها با شکست روبه‌رو شد. به همین دلیل دولت تصمیم گرفت با حمایت از خودروسازان و تولیدکنندگان قطعات از فعالیت‌های کارآفرینانه حمایت کند. حلقه دوم موتور محرک علم و فناوری را هم با انجام پروژه‌های مشترک با برخی شرکت‌های خارجی مانند

شرکت مارینتک اتریش فعال کرد. کم‌کم با تعاملی که بین وزارتخانه‌های مسئول (نفت، صنایع و معادن و کشور) و سازمان محیط‌زیست به وجود آمد، تعداد خودروهای دوگانه سوز و تعداد جایگاه‌های لازم مشخص شد (ک ۵).

در این فصل، موتور محرک کارآفرینی فعال شده است. حلقه اول این موتور که توالی کارکردهای چهارم و اول را در بر می‌گیرد در قراردادهای خودروسازان و شکل‌گیری کارگاه‌های تبدیل، به‌طور واضح کامل شده بود. کارکرد ۷ هم در این موتور با توجه به تحریم بنزین و لزوم استفاده از منابع گازی فراوان شکل گرفته بود. حلقه سوم موتور کارآفرینی که در برگیرنده سه کارکرد ۱، ۲ و ۳ است هم در این دوره به طرز ناقصی تشکیل شده بود. کارآفرینان تولیدکننده قطعات و همچنین کارگاه‌های تبدیل، زیر نظر سازمان بهینه‌سازی از این وضعیت به‌طور نسبی استفاده کردند؛ به‌طوری که اکنون کشور در تولید برخی قطعات در صنعت پیشرو است (قاسم‌زاده و نادری، ۱۳۹۴) و (مبینی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۴)؛ اما در بخش کارآفرینان خودروساز این حلقه به‌درستی کار نمی‌کند؛ چرا که خودروسازان به جای برقراری ارتباط با بازیگران داخلی که صاحب فناوری هستند، به واردات قطعه روی آورده‌اند (مبینی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۴) و (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴). از طرف دیگر موتورهای پایه گازسوز تولیدی کارخانه‌های خودروسازی از کیفیت لازم برخوردار نیست و همین امر حلقه دوم را نیز دچار اختلال کرده و می‌کند.

جدول ۳-۱۸: ارزیابی محرک‌ها، موانع و اثرات سیاست‌های توسعه نوآوری در مرحله نهادسازی (۱۳۷۴ تا

(۱۳۸۵)

فناوری‌ها	نهادهای	بازیگران	
۵. توسعه زیرساخت‌های توزیع گاز طبیعی ۶. توسعه فناوری‌های پاک گازسوز در خارج از ایران	۲. آلودگی هوا ۳. ماده ۱۲۱ قانون برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور برای رفع بحران سوخت ۴. تحریم بنزین	۱. وزارت کشور، وزارت نفت، شرکت پخش و پالایش فراورده‌های نفتی، سازمان حفاظت از محیط‌زیست	محرک‌های توسعه فناوری
۱۱. نبود دسترسی به قطعه‌های لازم مانند مخازن، کیت به خاطر تحریم	۹. تسلط رژیم بنزینی و گازوئیلی ۱۰. نبود نهاد هماهنگ‌سازی	۷. واردکنندگان بنزین ۸. کشورهای تحریم‌کننده	موانع توسعه فناوری
۱۷. توسعه فناوری‌هایی	۱۵. تدوین استانداردهای لازم توسط	۱۲. شکل‌گیری شرکت	آثار

نظیر ساخت مخزن، کیت	کمیته ملی ۱۶. توسعه کارگاه‌های تبدیل خودرو	بهینه‌سازی مصرف ۱۳. شکل‌گیری کمیته ملی برای تدوین استاندارد ۱۴. راه‌اندازی شرکت‌هایی برای تولید قطعه‌های لازم	
---------------------	---	--	--

### ۳. بررسی آمیخته سیاستی مرحله اوج‌گیری (۱۳۸۶ تاکنون)

از سال ۱۳۸۶ وظایف شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در حوزه سی‌ان‌جی به شرکت گاز خودرو ایران منتقل گردید و این شرکت مسئولیت طراحی، ساخت، تجهیز و بهره‌برداری از جایگاه‌های سی‌ان‌جی تک منظوره را همراه با تبدیل کارگاهی خودروهای پایه بنزین سوز به گازسوز بر عهده گرفت (ک ۴-) (مدیریت طرح سی‌ان‌جی).

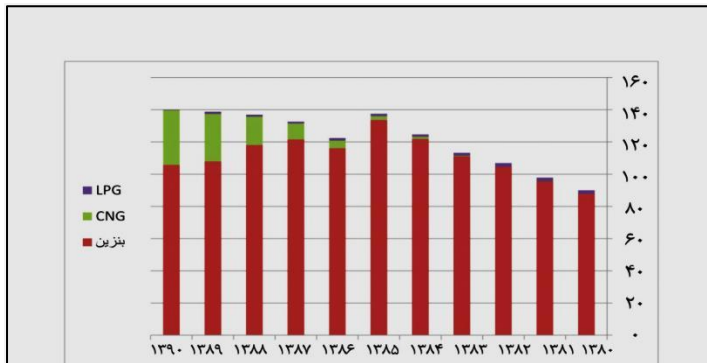
در تیر ماه سال ۱۳۸۶، طرح دو قیمتی شدن بنزین به اجرا درآمد و بنزین به صورت سهمیه‌بندی عرضه شد (ک ۵، ک ۴). این تغییر باعث گرایش بیش‌تر به استفاده از سی‌ان‌جی گردید و آمار مصرف کل که تا قبل از سال ۸۶ کاهش زیادی داشت، روند صعودی ملایمی را در پیش گرفت.

جدول ۳-۱۹: برآورد مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای خودروهای سبک کشور

سال	بنزین	سی‌ان‌جی	ال‌پی‌جی	درصد مجموع سی‌ان‌جی و ال‌پی‌جی به کل
۱۳۸۰	۸۲.۸۷	۰.۲۰	۱۴.۲	۴.۲
۱۳۸۱	۵۵.۹۵	۰.۲۰	۲۷.۲	۳.۲
۱۳۸۲	۵۴.۱۰۴	۰.۳۰	۳۳.۲	۲.۲
۱۳۸۳	۱۱.۱۱۱	۴۳.۰	۷۵.۱	۹.۱
۱۳۸۴	۷۹.۱۲۱	۵۱.۱	۴۴.۱	۴.۲
۱۳۸۵	۵۲.۱۳۳	۵۱.۲	۵۱.۱	۹.۲
۱۳۸۶	۰۶.۱۱۶	۸۴.۴	۵۹.۱	۲.۵
۱۳۸۷	۵۴.۱۲۱	۹۱.۹	۱۶.۱	۳.۸
۱۳۸۸	۰۳.۱۱۸	۷.۱۷	۲۴.۱	۸.۱۳

۳.۲۲	۳۶.۱	۶۱.۲۹	۸۶.۱۰۷	۱۳۸۹
۵.۲۴	۲۷.۰	۹۸.۳۳	۷۲.۱۰۵	۱۳۹۰

منبع: با استفاده از اطلاعات (پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰)



شکل ۳-۲۶: مصرف خودروهای سبک بین سال‌های ۸۰ تا ۹۰ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

این افزایش در مصرف سی‌ان‌جی به نسبت کل مصرف سوخت همچنان تا سال ۹۰ ادامه داشت. در تاریخ ۲۱ مهر ۱۳۸۸ طبق نظر نمایندگان ویژه رئیس‌جمهور در کارگروه توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت، ترکیب ناوگان حمل و نقل سبک کشور با توجه به نوع سوخت تا پایان سال ۱۳۹۳ به شرح زیر تعیین شد (ک ۵) (مدیریت بهینه‌سازی انرژی در بخش حمل و نقل، ۱:۱۳۹۳)

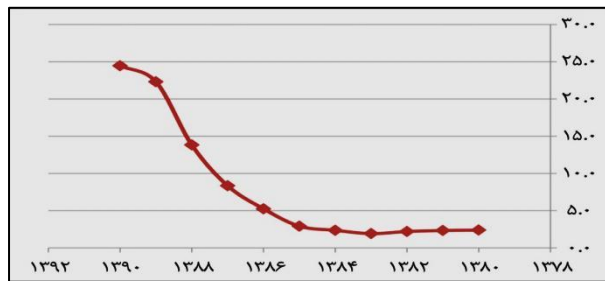
الف- نفت گاز و بنزین: هفتاد درصد (۷۰٪)

ب- گازسوز و دوگانه‌سوز اعم از سی‌ان‌جی و ال‌پی‌جی: بیست و پنج درصد (۲۵٪)

ج- هیبرید و سایر: پنج درصد (۵٪)

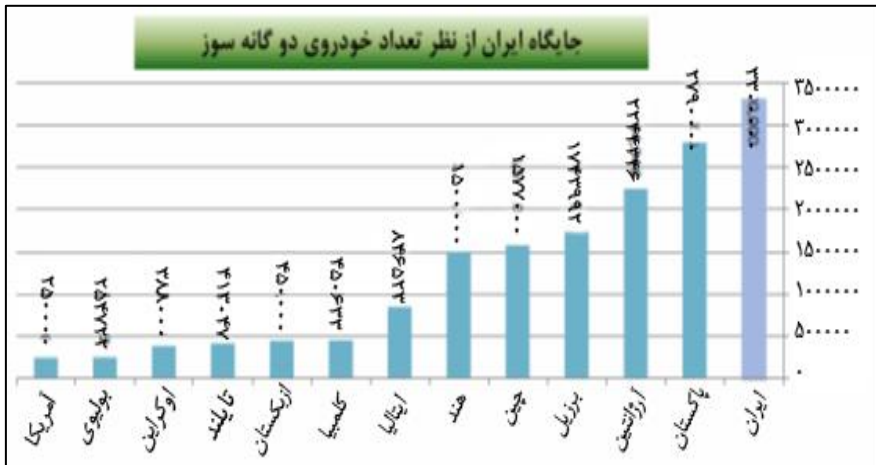
هاشمی هم در مصاحبه‌ای (هاشمی، ۱۳۹۲) علت کاهش تولید خودروهای گازسوز و دوگانه‌سوز را در سال‌های بعد، دستیابی به این نسبت عنوان می‌کند.





شکل ۳-۲۷: نسبت مصرف ال‌پی‌جی + سی‌ان‌جی به کل مصرف سوخت

از اواخر سال ۱۳۸۸ به منظور ایجاد مدیریت متمرکز در امور مرتبط با سی‌ان‌جی، وظایف شرکت گاز خودرو ایران نیز به مدیریت طرح سی‌ان‌جی شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی واگذار و این شرکت با توجه به سابقه طولانی در حوزه توزیع سوخت و تجربه به دست آمده از سال ۱۳۸۴ در حوزه توسعه جایگاه‌های دومنظوره، مسئولیت ساخت جایگاه‌های تک منظوره و تبدیل کارگاهی خودرو را نیز عهده‌دار گردید (ک ۴) (مدیریت طرح سی‌ان‌جی). در همین دوره و به دنبال افزایش تحریم‌های بین‌المللی از سال ۱۳۸۹، طرح ضربتی افزایش تولید بنزین، در ۶ مجتمع بزرگ کشور آغاز شد. وجود سوخت جایگزین سی‌ان‌جی کمک زیادی به گذران این وضعیت کرد و مصرف تهران و حومه که درصد زیادی از مصرف کل کشور را به خود اختصاص می‌دهد، از این بنزین پتروشیمی تأمین گردید. این طرح به دلیل تولید بنزین با اکتان بالا و حاوی بنزن که خطرهایی را برای سلامتی به دنبال دارد، با انتقاد فراوانی روبه‌رو و اعلام شد که پس از بهمن ۱۳۹۲ دیگر بنزین پتروشیمی در تهران و حومه توزیع نخواهد شد. این وضعیت، شرایط مناسبی برای رشد خودروهایی گازسوز با وجود مشکلاتی نظیر کمبود جایگاه و کارایی نامطلوب موتور خودروها شد (ک ۷)، به طوری که در سال ۲۰۱۲ (مطابق با ۱۳۹۱) ایران در صدر دارندگان خودروهای گازسوز قرار گرفت (بخش صنعت سی‌ان‌جی در اروپا، ۲۰۱۳).



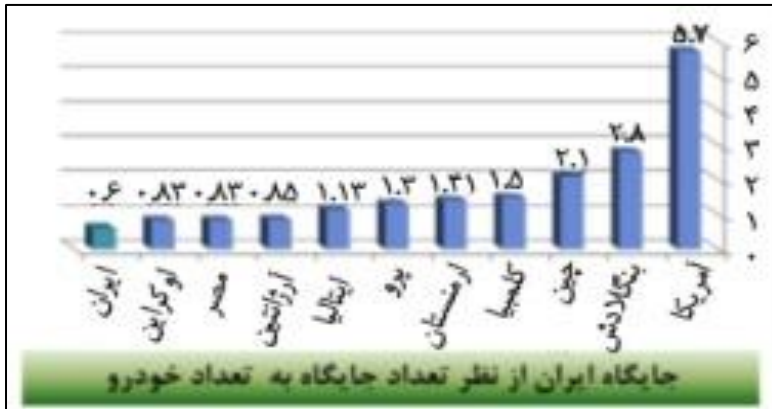
شکل ۳-۲۸: جایگاه ایران از نظر تعداد خودروی دو گانه سوز (بخش سی‌ان‌جی اروپا، ۲۰۱۳)

رشد تعداد خودروهای دو گانه سوز به نحوی بود که علاوه بر رسیدن به نسبت مطلوب در سبد سوخت خودروهای سبک، تولید خودرو در ایران به سطح اشباع رسید و در سال ۱۳۹۲، کاهش ۵۲ درصدی در تولید خودروهای گازسوز اتفاق افتاد (ک ۱) (مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت نفت و گاز، ۱۳۹۷).

توسعه این فناوری در ایران موفقیت‌هایی نظیر کاهش واردات بنزین بیش از ۳۶ میلیارد لیتر، فراهم شدن زمینه برای افزایش قیمت بنزین، ایجاد اشتغال (در تولید کیت، مخزن، کمپرسور، احداث، بهره‌برداری از جایگاه‌ها، تبدیل، خدمات پس از فروش)، تدوین استانداردهای مربوط (کیت، مخزن، خودرو، تبدیل و بازرسی) و امکان صادرات خدمات مهندسی به کشورهای همسایه را در پی داشت (مدیریت بهینه‌سازی انرژی در بخش حمل و نقل، ۱۳۹۳)؛ ولی همچون گذشته، مسائل و چالش‌هایی در این زمینه وجود دارد؛ چالش‌هایی نظیر وضعیت بازرسی نامناسب مخازن (ک ۴-)، توسعه تولید مخازن با قیمت نامناسب در کشور (فولادی و غیر فولادی)، عدم تولید خودروهای کارخانه‌های اصلی یا کارخانه‌ای، نبود انگیزه کافی در بخش خصوصی برای احداث ایستگاه‌های سوخت‌گیری، عدم توجه به استفاده از ظرفیت‌های داخلی برای تأمین تجهیزات و صادرات، هنوز بر سر راه توسعه این فناوری در ایران قرار دارد.

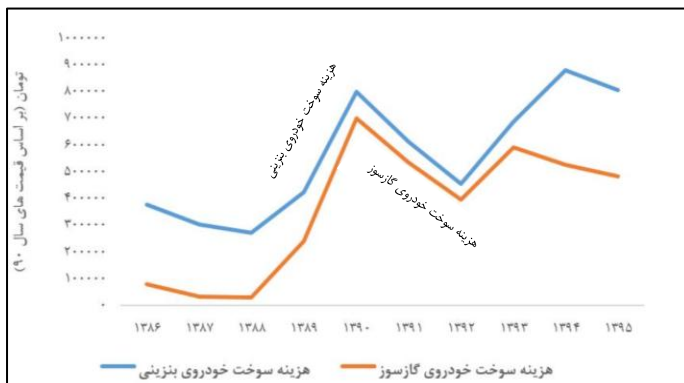
یکی از مسائل اساسی در این زمینه تعداد ناکافی جایگاه‌های سوخت است که به دلیل نبود انگیزه کافی برای بخش خصوصی و قوانین دست و پاگیر (ک ۴)، برای احداث ایستگاه،

به وجود آمده است (ک ۵) (دادرس، ۱۳۹۳). بدیهی است که قوانین تسهیل‌گر و تنظیم قیمت مناسب برای سی‌ان‌جی در راستای مقرون به صرفه بودن جایگاه‌داری کمک شایانی در این زمینه خواهد کرد.



شکل ۳-۲۹: جایگاه ایران از نظر تعداد جایگاه به تعداد خودرو (بخش سی‌ان‌جی در اروپا، ۲۰۱۳)

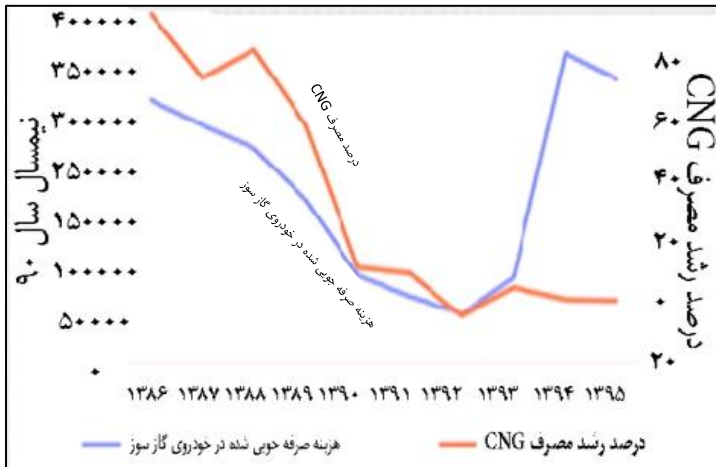
در مجموع می‌توان گفت که تنها افزایش قیمت بنزین باعث افزایش مصرف سی‌ان‌جی نشد و لازم است رویکرد دیگری در جهت تشویق مردم به گسترش مصرف گاز مایع (افزایش جایگاه‌های سی‌ان‌جی) اتخاذ شود.



شکل ۳-۳۰: مقایسه بین هزینه سوخت خودرو گاز سوز و بنزینی.

منبع: عیار آنالاین (آنالاین، ۲۰۱۸)

قبلاً دیدیم که بین هزینه‌های سوخت خودروهای بنزینی و گازی اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. این اختلاف هزینه‌ها هنگام افزایش قیمت بنزین که خود تابعی از قیمت نفت خام است، بیش‌تر می‌شود.



شکل ۳-۳۱: مقایسه هزینه صرفه جویی شده با رشد مصرف سی ان جی

همه این اطلاعات مؤید آن است که تنها تفاوت قیمت بنزین و سی ان جی برای اقبال عمومی به خودروهای گاز سوز کافی نیست و در این راه باید شکست‌های سیستمی مورد توجه قرار بگیرند. اولین شکست سیستمی شکست زیربنایی است. ایران با آن که اولین مقام را در تعداد خودروهای گاز سوز داشته، اما رشد تأسیسات زیربنایی از جمله جایگاه‌های ارائه سوخت سی ان جی بسیار بطئی و کم بوده است. دومین شکست، ناشی از مشروعیت نداشتن این فناوری به دلیل حوادث مربوط به اشتعال بوده که آخرین آن در آذر ۱۳۹۶ گزارش شده (پارسینه، ۱۳۹۶) و غیره بوده است که دلالت بر ایمن نبودن فرآیند تبدیل خودروهای بنزین سوز به گاز سوز در کارگاه‌ها است. سومین دلیل شکست و عدم موفقیت، سوبسید بسیار دولت به بنزین و پایین نگهداشتن مصنوعی قیمت آن که صاحبان خودرو را از تغییر سیستم به گازسوز منصرف می‌کند.

پس از افت قیمت نفت خام در سال ۲۰۱۵، دوباره در سال ۲۰۱۷ با افزایش نفت روبه‌رو بوده‌ایم که امکان احیای موتور نوآوری در سی ان جی را به این نظام می‌دهد.



شکل ۳-۳: کاهش ناگهانی قیمت نفت در سال ۲۰۱۵-۲۰۱۶ و بازگشت نسبی آن تا ۲۰۱۸

### ۳.۲.۴ ارزیابی آثار آمیخته سیاستی توسعه و انتشار فناوری سی ان جی

برای شکل‌گیری کامل نظام نوآوری فناورانه در مرحله سوم توسعه خودروهای گازسوز در ایران، باید شاهد شکل‌گیری موتور سیستم‌سازی می‌بودیم، اما با مرور رویدادهای این مرحله درمی‌یابیم که شکل‌گیری ناقص موتور کارآفرینی در مرحله قبل در این فصل نیز ادامه می‌یابد و به این ترتیب سیاست توسعه و انتشار جایگزینی فناوری کاربرد سی ان جی در ایران با شکست نسبی از نظر آثار میان مدت روبه‌رو شده است.

در این مرحله با اجرای طرح دو قیمتی شدن بنزین در ۱۳۸۶ (ک ۴) کارکرد شکل‌گیری بازار به‌طور مقطعی فعال شد و بازاری برای خودروهای گازسوز به وجود آمد (ک ۵). نتیجه این شد که کشور در سال ۹۱ به سقف تعیین شده برای مصرف سی ان جی رسید. علاوه بر این، هم‌اکنون نیز از نظر تعداد خودروهای گازسوز صدرنشین کشورهای جهان هستیم؛ اما با وجود همه این‌ها حلقه (فعالیت‌های کارآفرینی، مشروعیت بخشی، بسیج منابع) فعال نیست. با مرور فعالیت‌های مربوط به کارکرد مشروعیت بخشی، درمی‌یابیم که این کارکرد دچار ضعف و عملکرد منفی در نظام شده است.

با وجود شکل‌گیری چندین انجمن صنفی، به نظر می‌رسد «رایزنی‌های سیاستی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری» با ضعف روبه‌رو است و تولیدکنندگان فناوری هنوز نتوانسته‌اند خواسته‌های خود را از راه رایزنی با دولت به ثمر رسانند (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی ان جی، ۱۳۹۴). این انجمن‌ها و اتحادیه‌ها در جهت منافع ملی عمل نمی‌کنند و فقط به سودآوری مقطعی می‌اندیشند (مبینی و مهدی زاده، ۱۳۹۴)؛ به عبارت دیگر، گروه‌های حامی فناوری به طور مؤثر ایجاد نشده‌اند تا در بخش‌های مختلف دولت و

صنعت اعمال نفوذ کنند. از طرف دیگر، برخی از خودروسازان با پیگیری منافع کوتاه‌مدت اقتصادی و با روی آوردن به تبدیل خودروها به جای تولید خودروی پایه گازسوز و همین‌طور استفاده از قطعه‌های وارداتی بی‌کیفیت موجب نارضایتی مصرف‌کنندگان و در نتیجه کاهش مؤلفه «میزان مقبولیت سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری و محصولات مربوط به آن» شده‌اند (ک ۷). راه‌اندازی و ادامه کار جایگاه‌ها هم با وجود یارانه‌ها و کمک‌های دولت و شهرداری هنوز به دلیل نارضایتی جایگاه‌داران از افزایش کارمزدها و پایین بودن نسبی قیمت سوخت سی‌ان‌جی نسبت به سایر سوخت‌ها با مشکل روبه‌رو است. یکی از نمایندگان اصلی این بخش از کارآفرینان نظام انجمن صنفی جایگاه‌داران است که در راینی با دولت دچار مشکل بوده و نتوانسته خواسته‌های خود را کامل پیگیری کند (ک ۷). توسعه جایگاه‌ها در کشور اگر چه با رشد روبه‌رو بوده است (بخش اول) اما همچنان نسبت خودرو به جایگاه با استاندارد (هر ۱۰۰۰ دستگاه یک جایگاه در مقابل ۱۷۴۰ دستگاه در ایران) فاصله دارد<sup>۱</sup>.

علاوه بر این، اصرار بر استفاده از قطعه‌های وارداتی و صدمه رسیدن به سازندگان داخلی، موجب ضعف در «همگرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه» شده است. مضاف بر این‌که با وجود سوگیری‌های منفی (بمب متحرک خواندن خودروهای گازسوز) که از عملکرد منفی در بخش تبدیل و به خاطر کارگاه‌های تبدیل غیرمجاز در رسانه‌ها شکل گرفته است (مجله تخصصی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴) و (قاسم زاده و نادری، ۱۳۹۴) و همین‌طور انفجار در جایگاه سی‌ان‌جی در شیراز، فعالیت رسانه‌ها اثر منفی داشته است.

تمام این عملکرد منفی، ریشه در انتخاب محصول (اتومبیل سواری) و آن هم ریشه در جهت‌گیری نظام به سمت افزایش کمی خودروها به جای افزایش کیفی (شکست بازار) دارد. نتیجه آن که بسیج منابع مستقل از دولت (بخش خصوصی در این حلقه شکل نگرفته و صنعت از حرکت رو به جلو باز ایستاده است.

حاصل آن شد که با وجود موفقیت نسبی و مقطعی سال‌های قبل، در سال‌های پس از ۱۳۹۱، سیاست تشویق افزایش تعداد خودروهای گازسوز ادامه نیافت؛ کارخانه‌ها و شرکت‌های تولیدکننده قطعات در ظرفیت کامل خود کار نکردند و مردم رغبتی به استفاده از خودروهای گازسوز نداشته باشند و همه این‌ها با وجود اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها

۱ هر ۱۷۴۰ خودرو یک جایگاه دارند.

(۱۳۸۹) (ک ۴) و تصویب برنامه جامع کاهش آلودگی هوا در سال ۹۳ (ک ۴)، از طرف سازمان محیط‌زیست بوده است.

جدول زیر نشان‌دهنده محرک‌ها و موانع در مرحله سوم توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز است.

جدول ۳-۲۰: محرک‌ها، موانع و اثر نظام نوآوری

فناوری‌ها	نهاده‌ها	بازیگران	
۹. توسعه نامناسب زیرساخت‌های توزیع گاز طبیعی ۱۰. توسعه نامناسب فناوری‌های پاک گازسوز در ایران	۲. طرح دو قیمتی شدن بنزین ۳. تبصره ۱۳ قانون بودجه سال ۱۳۸۵ ۴. تحریم بین‌المللی بنزین ۵. تک‌نرخ‌ی شدن بنزین ۶. کاهش شدید قیمت نفت ۷. ابلاغ بند ق تبصره ۲ قانون بودجه ۹۳ ۸. حذف تدریجی تحریم‌ها	۱. وزارت نفت، شرکت پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی، سازمان حفاظت از محیط‌زیست، شهرداری‌ها، تولیدکنندگان قطعه، انجمن‌های صنفی	پیشران‌ها
۱۶. کارکرد نامناسب موتورهای دوگانه‌سوز ۱۷. نبود بازرسی به موقع مخازن ۱۸. توسعه فناوری‌های پاک دیگر در جهان و ایران	۱۴. نبود انگیزه برای احداث جایگاه و تعطیلی برخی جایگاه‌ها به خاطر افزایش نیافتن نرخ کارمزد و قیمت سی‌ان‌جی ۱۵. بی‌توجهی به خودروهای سنگین	۱۱. واردکنندگان بنزین ۱۲. واردکنندگان قطعه ۱۳. کشورهای تحریم‌کننده	موانع
۲۴. کاهش استفاده از خودروهای گازسوز و مصرف بنزین در خودروهای دوگانه‌سوز	۲۰. ایجاد بازار در اوایل دوره ۲۱. اشباع بازار مصرف در ایران ۲۲. کمی مصرف سی‌ان‌جی با وجود تعداد بالای خودرو ۲۳. شکل‌گیری انگاره ذهنی منفی در مصرف‌کنندگان	۱۹. رشد کمی صنعت و بی‌توجهی به توسعه و انتشار دانش	اثرات

یکی از مشکلاتی که در حوزه بازیگران مطرح بوده مسئله تغییر مدیریت‌های پی‌درپی در سازمان‌های متولی امر بوده است (مبینی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۴) بازیگران خصوصی تولیدکنندگان قطعات و کارگاه‌های سی‌ان‌جی) نبود متولی واحد در این عرصه را ریشه

مشکلات خود می‌دانند (مجله تخصصی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴)، (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴). تغییرات پی در پی احساس بی‌ثباتی سیاستی را در بخش خصوصی تقویت می‌کند زیرا یکی از ملزومات اجرای سیاست خصوصی‌سازی و بومی‌سازی قطعات، اجماع سیاست‌گذاران بر روی چشم‌انداز توسعه صنعتی است که بسیج منابع و سرمایه‌های بخش خصوصی را به این حوزه ممکن می‌سازد. به‌طور مثال، اجماعی در مورد تعیین ظرفیت ایده‌آل تولید قطعاتی مانند مخزن وجود نداشته است. طی سال‌های ۸۴ تا ۸۷ دولت سالانه دو میلیون مخزن را در برنامه کاری چیده بود. در پی این تصمیم سرمایه‌گذاری‌های مختلفی انجام شد ولی برای آماری که در افق ۱۴۰۴ مبنی بر ۱۰ میلیون خودرو گازسوز پیش‌بینی شده است، چنین امکانی دیده نمی‌شود (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی ۱۳۹۴). این موضوع سبب شده که افق‌های تعیین شده و پیش‌بینی‌های عاملان دولتی، برای بخش خصوصی غیر قابل اطمینان و باعث افت سرمایه‌گذاری شود. البته برخی بازیگران بخش خصوصی به این نکته رسیده‌اند که با هم‌اندیشی و ایجاد نگاه واحد بازیگران و تولیدکنندگان بخش خصوصی می‌توان این خلاء را پر کرد (ستاد خبری نمایشگاه و همایش ملی صنعت سی‌ان‌جی، ۱۳۹۴).

به‌طور کلی مزایای اقتصادی، راهبردی و محیط‌زیستی گاز طبیعی فشرده در سوخت خودرو این امکان را به کشور می‌دهد که در صورت نضج و تکوین یک نظام نوآوری فناوری جایگزین، کشور از مزایای این فناوری بهره‌بردار؛ اما همان‌طور که در بررسی نظام نوآوری این فناوری دیده شد، آثار متناقض و ناهماهنگ این آمیخته سیاستی، به اضافه وابستگی به مسیر در ساختارهای صنعتی، عدم شبکه‌سازی بین واحدهای تولید خودرو و قطعه‌سازان چه به صورت مدرن و سنتی و کارگاهی و عدم امکان بهره‌مندی از فناوری روز دنیا باعث شد که موتورهای فشار علم، تجربه کارآفرینی، ایجاد سیستم و بازارسازی در مقاطع مختلف به‌طور ناقص به راه افتاده و در نهایت متوقف گردد و موتور نوآوری روند کاهشی داشته باشد.



### ۳.۳ بخش سوم: ارزیابی تبعات سیاست نوآوری در پرتو چشم‌انداز چند

#### سطحی

#### پیش‌گفتار

لرد ویلت وزیر آموزش انگلستان می‌گوید «ما غالباً در مورد آثار کوتاه‌مدت سیاست‌های خود مبالغه می‌کنیم؛ اما آثار درازمدت آن‌ها را دست‌کم می‌گیریم» (آدلر و همکاران، ۱۲۰۱۶، پیش‌گفتار). ارزیابی تبعات سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری، ارزیابی تأثیر درازمدت این سیاست‌ها بر جامعه و در نتیجه تعارض‌آمیزترین نوع ارزیابی است. سورس به این تعارض‌ها اشاره می‌کند و می‌گوید که در واقع تبعات توسعه فناوری در مرحله توسعه اولیه، از نظر پایداری، مطلوبیت و امکان‌پذیر بودن بسیار غیر قابل پیش‌بینی است (سورس، ۲۰۰۹: ۲۷). از همین جهت ارزیابی سورس در مرحله ارزیابی کارکردها و در نهایت ارزیابی روند علیت انباشتی (موتورها) متوقف می‌شود و ارزیابی دراز مدت را در بر نمی‌گیرد.

دسته‌ای دیگر از نویسندگان به تبعات اجتماعی، سیاسی و فرهنگی منفی سیاست‌های توسعه فناوری‌های خاص مانند نانو فناوری، زیست فناوری و دست‌ورزی گیاهان (گیاهان تراریخته) توجه کرده‌اند. برخلاف سورس، سوزان کوزنس از جمله کسانی است که نقطه توجه خود را بر ارزیابی تبعات درازمدت اجتماعی-اقتصادی سیاست‌های نوآوری گذاشته و معتقد است از جمله تبعات سیاست‌های نوآوری، گسترش نوآوری‌های فناورانه‌ای آن است که نابرابری در جوامع افزایش می‌یابد. وی می‌گوید: «دیدگاه‌های سنتی به سیاست نوآوری بر سازوکارهایی استوار است که به‌طور کلی نابرابری را در جوامع افزایش می‌دهد» (کوزنس، ۲۰۱۰: ۴). در همان حال هم دسته دیگری از صاحب‌نظران هستند که در مورد تبعات اجتماعی-سیاسی سیاست‌های توسعه فناوری، به‌خصوص فناوری‌های نوظهور، از تأثیرات مثبت توسعه این فناوری‌ها در امحای فقر و افزایش توانمندی اقشار آسیب‌پذیر جامعه سخن گفته‌اند (بانک جهانی، ۲۰۱۰: ۳۳۹).<sup>۳</sup>

در نتیجه باید گفت که ارزیابی تبعات درازمدت اجتماعی سیاست‌گذاری نوآوری، کار پیچیده‌ای است و بستگی بسیاری به دیدگاه ارزیاب از نظر چشم‌انداز زمانی و تعریف وی از

1 Edler, Cunningham, Gok, & Shapira, 2016

2 Cozzens, 2010

3 Bank, 2010, 339

آنچه تبعات مثبت و منفی اجتماعی، فرهنگی و سیاسی و اجتماعی می‌نامد، دارد. با توجه به تفاوت نگرش‌ها و چشم‌اندازها، انتظار اجماع همه‌جانبه در این باره واقع‌بینانه به نظر نمی‌رسد. از این‌رو باید به انگاره‌های نظری تکیه کرد که بتواند تکثر در دیدگاه‌ها، دغدغه‌ها و ملاحظه‌ها را نه تنها تحمل کند، بلکه آن را یک فضیلت بداند (جورجیا میلر و گئورگی اکرییس، ۲۰۱۱).<sup>۱</sup>

با توجه به این که جهت‌گیری خاص این متن معطوف به مسائل محیط زیستی است، موضوع ارزیابی این بخش نیز ارزیابی آمیخته‌ای از سیاست‌های نوآوری فناورانه و سیاست‌های محیط زیست در حوزه سیاستی مورد نظر یعنی تولید و انتشار فناوری سوخت خودروی سببی است.

در بخش دوم همین فصل دریافتیم که انتشار سوخت سببی در ایران از سه مرحله گذر کرده است. نخست دوره ظهور از ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۴، دوره نهادسازی از ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ و پس از آن دوره نسبی رشد و توسعه را از نظر تعامل کارکردی داشته است. ولی از سال‌های ۱۳۹۱، به بعد، ضعف عمومی نظام نوآوری و کارکردهای ناقص موتورهای سه‌گانه آن باعث شده که نظام نوآوری با یک دوره افول روبه‌رو شود.

جدول ۳-۲۱: مراحل اصلی توسعه نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز

مرحله زمانی	توسعه نظام	بلوغ فناوری	فشارهای خارجی
۱۳۴۸-۱۳۷۳	ظهور	نابالغ	بحران‌های نفتی، کاهش قیمت‌های نفت، وقوع انقلاب و جنگ
۱۳۷۴-۱۳۸۵	نهادسازی	نابالغ	آلودگی هوا، هزینه بالای واردات بنزین
۱۳۸۶- تاکنون	اوج‌گیری اولیه و سپس رکود	تقریباً بالغ	تحریم هم‌جانبه بنزین، توسعه مخازن گازی کشورهای همسایه، کاهش قیمت جهانی نفت

در این بخش، ما به ارزیابی تبعات سیاست‌گذاری آمیخته و یا درست‌تر بگوییم، ارزیابی تبعات حکمرانی سوخت‌های جایگزین در ایران به صورتی که چارچوب آن در فصل دوم توضیح داده شد، می‌پردازیم. جریان نظری که چارچوبی برای نظم بخشیدن فکری به این نوع سیاست‌گذاری ارائه می‌کند، مجموعه نظریات مرتبط با رویکردهای چشم‌انداز چند سطحی و مدیریت گذار و مدیریت راهبردی جاگوشه<sup>۲</sup> است.

1 Miller Georgia, 2011

2 Multilevel Perspective, transition management and strategic niche management

در ارزیابی این بخش، از چارچوب نظری چشم‌انداز چند سطحی استفاده می‌شود. واحد تحلیل چشم‌انداز چند سطحی، نظام یا سیستم‌های اجتماعی- فنی است که دارای سه لایه جاگوشه‌های نوآوری، رژیم‌های اجتماعی- فنی و دورنما است. در مورد هر سه لایه به‌طور مفصل در قبل توضیح داده شده است؛ خواننده را به آن ارجاع می‌دهیم.

پرسش مهم در این چارچوب آن است که چرا با وجود طراحی سیاست‌های توسعه و گسترش فناوری‌های پایدار از جمله سیاست‌های جایگزین سوخت، هنوز مصرف سوخت‌های آلوده‌کننده هوا همچون بنزین با روند صعودی ادامه می‌یابد. «پدیده قفل‌شدگی» در این ادبیات، اصطلاحی است که شکست گذار از انرژی‌های مبتنی بر کربن (نفت و ذغال سنگ) به انرژی‌های پاک یا تجدیدپذیر را بیان می‌کند. قفل‌شدگی کربنی به آن معنا است که نظام‌های تولیدی با وجود آگاهی نسبت به مضرات استفاده از انرژی کربنی برای محیط زیست، قادر نیستند فناوری مبتنی بر انرژی فسیلی را رها کنند و به انرژی‌های تجدیدپذیر روی بیاورند. قفل‌شدگی کربنی نظام‌های انرژی در ادبیات مدیریت گذار «چالش بزرگ قرن» نامیده می‌شود و سیاست‌گذاری برای رفع یا تضعیف این پدیده دارای اهمیت بسیاری است.

تعیین مداخله سیاستی در این حوزه، قاعداً، باید فراتر از تبیین شکست بازار و یا تبیین شکست سیستم باشد، زیرا فضای سیاستی به مراتب از سیاست‌های مبتنی بر شکست بازار و شکست سیستم گسترده‌ترند. در واقع این فضای سیاستی همان‌طور که در فصل دوم مشخص شد به سه سطح جا گوشه و رژیم و دورنما تقسیم می‌شود. ویژگی سه لایه بودن چشم‌انداز، ماهیت ارزیابی را کاملاً تغییر می‌دهد؛ بدین‌سان که بازیگرانی که مصدر کنش‌های سیاستی هستند، علاوه بر دولت، شبکه‌های کارآفرینان، تولید کنندگان، خدمات پس از فروش، شرکت‌های چند ملیتی، سازمان‌های مردم‌نهاد و نهادهای مدنی به شکل ائتلاف‌های حامی سیاست‌ها، مصرف کنندگان و محققان فناوری‌های نوین و غیره هستند. این شبکه‌ها بر مسیر کلی گذار نظام‌های اجتماعی- فنی به شکل راهبری عملیاتی، تاکتیکی، تکنیکی و راهبردی تأثیرگذاری می‌کنند (کمپ و لورباخ، ۲۰۰۷). در واقع از این پس کنشگر سیاستی دیگر تنها دولت نیز بلکه طیفی از بازیگران را دربر می‌گیرد و شبکه راهبران را تشکیل می‌دهد.

بنابراین در فرآیند ارزیابی سیاستی مانند سیاست جایگزین سوخت، نه تنها حوزه‌های

مختلف مداخله دولتی و سیاست‌های توسعه و انتشار فناوری سی‌ان‌جی را به شکلی که در بخش دوم در چارچوب نظام نوآوری فناورانه دیدیم، باید مطالعه کرد، بلکه باید ابزار سیاست‌های رژیم اجتماعی- تکنیکی کربنی را که مانند دیواری در مقابل فرآیند توسعه این سیاست‌ها می‌ایستد، واریسی شود. نتیجه آن که در ارزیابی این سیاست‌ها، بیش از آنچه محتوای سیاست‌ها اهمیت داشته باشد، جهت‌گیری و هماهنگی آن‌ها در هر سه لایه که به آن ویژگی تأملی- انتقادی<sup>۱</sup> می‌گویند، مهم است. در واقع، «شکست هماهنگی» سیاست‌های دخیل یعنی عدم وجود هماهنگی و یکدستی بین کلیه سیاست‌هایی که در یک فضای سیاستی اثرگذار هستند، مهم‌ترین نشانگر «پدیده قفل‌شدگی» کربنی است.

واضح است که این مطالعه دیدگاه کلان‌تری به نسبت مطالعه‌های قبلی دارد و حامل این پیام است که ارزیابی سیاست‌های فناوری نوین (در اینجا انرژی‌های تجدیدپذیر) بدون بررسی تبعات سیاست‌های انرژی‌های کربنی در طول تاریخ معاصر ایران و آثار وابستگی به مسیری که این گونه سیاست‌ها در نهادهای اجتماعی، فرهنگی ایران گذاشته، ساده‌انگارانه خواهد بود. با عنایت به این سیاست‌ها، دایره ارزیابی سیاست به گستره عرصه‌های سیاست و فرهنگ راه می‌یابد.

در نتیجه‌گیری این پژوهش، مشاهده می‌شود که ایران به عنوان یک کشور صادرکننده نفت در حوزه قفل‌شدگی کربنی دارای معضل مضاعف است، زیرا نه تنها از نظر فناوری انرژی، دارای پدیده قفل‌شدگی فناورانه وابستگی به انرژی‌های فسیلی است، بلکه این قفل‌شدگی در سطح نهادی اقتصادی به شکل یارانه‌های انرژی بر تولید صنعتی تأثیر گذارده و در بستر فرهنگی جامعه در قالب عدم پذیرش اجتماعی انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر انعکاس می‌یابد. از این جهت «پدیده قفل‌شدگی» و محصول آن یعنی امتناع توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران، از چند بعد تثبیت شده است. برای توضیح بیش‌تر این معضل حاد باید به تاریخ مراجعه کرد؛ زیرا همان‌طور که هافمن می‌گوید معضل‌های سیاستی، الزاماً وابسته به مسیر تاریخی‌اند و حل آن‌ها نیز در گرو فهم وابستگی آنان به مسیر است (هافمن، ۲۰۱۱).<sup>۲</sup>

1 Reflective-Reflexive  
2 Hoffman, 2011

### ۳.۳. ۱. تعمیق و گسترش موضوع مطالعه: نظام اجتماعی - فنی

جمهوری اسلامی ایران، کشوری است پهناور با یک موقعیت استراتژیک، دارای منابع سرشار زیرزمینی و نیروی انسانی تحصیل کرده. منابع زیرزمینی سرشار این کشور باعث شکل‌گیری الگوی اقتصادی شده است که در ادبیات توسعه اقتصادی به «اقتصاد رانتیر» مشهور است (مهدوی، ۱۹۷۰).<sup>۱</sup> از زمان کشف نفت در ایران، اقتصاد این کشور تحت تأثیر درآمد سرشار حاصل از صادرات آن قرار گرفته است. به طوری که اقتصاددانان به حق، اقتصاد این کشور را یکی از اقتصادهای مبتنی بر درآمد (رانت) نفت و گاز و صنایع پایین دستی آن مانند صنایع پتروشیمی و شیمی محسوب می‌کنند (پروین علیزاده و حسن حکیمیان، ۲۰۱۳).<sup>۲</sup>

یادآوری می‌شود که در ادبیات اقتصاد نفت، یکی از شاخص‌های اصلی تشخیص اقتصاد رانتیر، اختصاص سهم بزرگی (بیش از چهل درصد) از بودجه دولتی به درآمدهای نفتی است. جامعه ایران که در دهه ۱۳۵۰ شمسی، با این شاخص به یک جامعه با اقتصاد رانتیر تبدیل شد. چیزی نگذشت که در سال ۱۳۵۳ درآمدهای نفتی ایران به حدود نود درصد بودجه دولتی رسید و رانت نفتی، نهادهای اجتماعی- اقتصادی و سیاسی ایران را تحت تأثیر کامل قرار داد.<sup>۳</sup>

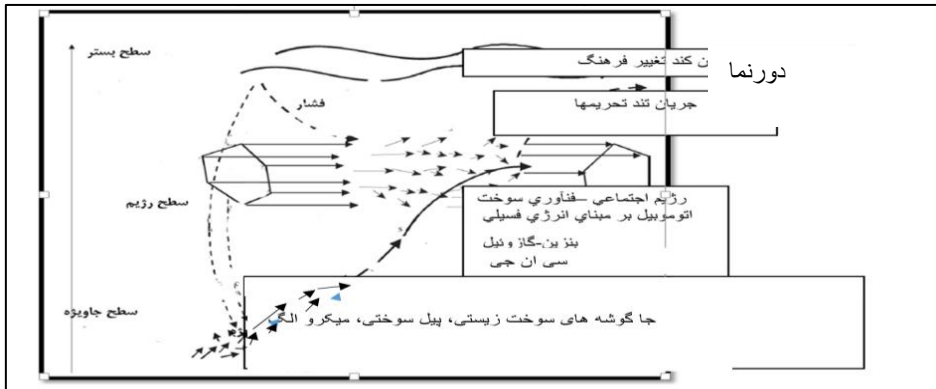
رژیم اجتماعی- فنی انرژی سوخت در ایران در بستر چنین دورنمای تاریخی شکل گرفته و در سه لایه قابل مطالعه است. اول، لایه رژیم که بر اساس منطق رانت‌جویی به شرحی که خواهد آمد، تثبیت و ساختمند<sup>۴</sup> شده است. دوم، لایه زیرین که مرکب از تعدادی از جاگوشه‌های فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و بدیل‌های بنزین و گازوئیل مانند سی‌ان‌جی و ال‌پی‌جی است. این جاگوشه‌ها به دلایل مختلف فنی و اقتصادی نمی‌توانند در لایه رژیم جای مناسب خود را پیدا کنند. سوم، لایه بالایی (دورنما) و مرکب از عوامل

1 Mahdavy, 1970

2 Alizadeh and Hakimian, 2013

۳ سهم درآمد نفتی در بودجه دولتی، در سال ۱۳۶۵، بیست و پنج درصد، در سال ۶۹، شصت درصد و در سال ۷۳، هفتاد و دو درصد و در سال ۸۳ شصت و پنج درصد است. در سال‌های اخیر با وجود افزایش درآمد نفتی ایران، مرتباً سهم درآمد نفت در کل درآمد دولتی کم‌تر شده و سهم مالیات افزایش یافته است؛ به طوری که در سال ۱۳۸۵-۱۳۸۶ (سال آخری که آمار در اختیار است)، سهم مالیات‌ها بیش‌تر از سهم درآمدهای نفتی بوده و همچنین آهنگ رشد سایر درآمدها بیش‌تر از هر دو فاکتور درآمدهای نفتی و مالیات‌ها است. به نظر می‌رسد علت این امر را باید در تغییر سرفصل‌های مالیاتی یافت زیرا بعضی از اقلام که پیش از این جزء درآمدهای نفتی به حساب می‌آمده است (همچون مالیات بر عملکرد شرکت ملی نفت) اکنون در بخش مالیات‌ها محسوب می‌شود. این امر در مورد رشد فاکتور سایر درآمدها هم صادق است؛ زیرا سود سهام شرکت نفت از سال‌های ۱۳۸۴ جزء سایر درآمدها محسوب می‌شود (میرعمادی، ۱۳۹۱).

بیرونی است که از یک طرف تحول آن خارج از حیطه اختیارتصمیم گیرندگان مستقر در لایه رژیم است و از طرف دیگر، بر این لایه تأثیرهای مختلفی می‌گذارد.



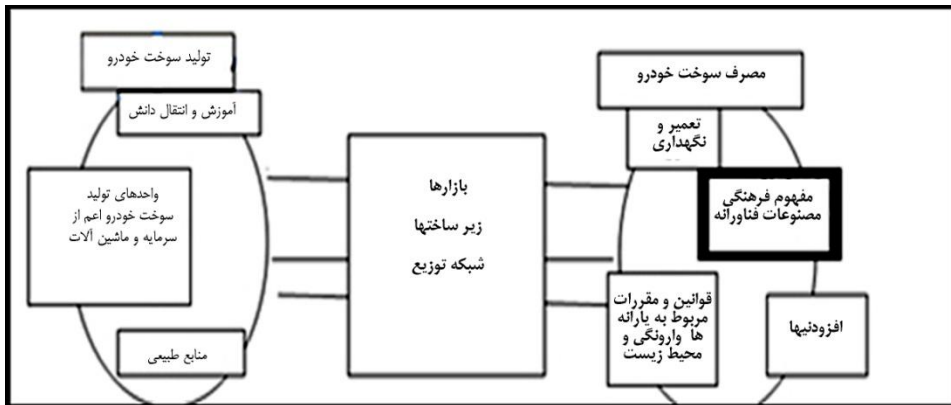
شکل ۳-۳۳: نظام اجتماعی - فناوری سوخت خودرو در ایران

### ۲.۳.۳ تحلیل رژیم فنی - اجتماعی فناوری سوخت خودرو در ایران

تفاوت بسیار مهم نگرش چند سطحی با نگرش‌های نظام نوآوری مانند نگرش نظام نوآوری فناورانه آن است که علاوه بر تولید، پژوهش در حوزه کاربرد و مصرف، جای بسیار مهمی را به خود اختصاص داده است. توجه کنید که در حوزه مصرف، الگوی مصرف و مفهوم فرهنگی محصول نیز نقش مهمی در تشریح وضعیت یک رژیم اجتماعی- فنی دارد (گیلز و شات، ۲۰۰۴).

بنابراین تعریف رژیم اجتماعی- فناوری سوخت خودرو سه جز متفاوت دارد: بخش تولید، مرکب از واحدهای تولید و خدمات و صنایع پایین دستی نفت، آموزش و انتقال دانش و واردات افزونه‌ها و بنزین؛ بخش مصرف، شامل تعمیر و نگهداری و نهادهای سخت مانند قوانین و مقررات و نهادهای نرم (مفهوم فرهنگی) و بخش واسطه که دربرگیرنده بازارها، زیر ساخت‌ها و شبکه توزیع و جایگاه‌های سوخت است. با شناخت شکل‌بندی رژیم اجتماعی- فنی، پژوهشگران امکان شناخت مجموعه سیاست‌هایی که به شکل آمیخته بر این رژیم تأثیر می‌گذارند را پیدا می‌کنند. مهم‌ترین این سیاست‌ها، سیاست‌های انرژی، سیاست‌های تولید صنعتی، سیاست‌های اقتصادی از جمله مقررات مربوط به یارانه‌های انرژی، سیاست‌های صنعتی مانند تولید بنزین در داخل توسط پالایشگاه‌ها و یا سیاست‌های تولید خودرو،

سیاست‌های وارداتی (واردات افزونه‌های سوخت)، سیاست‌های محیط زیست، در کنار مقررات مربوط به مجوز احداث جایگاه‌ها و بسیاری دیگر از مقررات و آیین‌نامه‌ها است.



شکل ۳-۳۴: رژیم تولید و مصرف سوخت خودرو

رژیم اجتماعی- فنی سوخت خودرو خود از همپوشانی دو رژیم متفاوت تشکیل شده است: رژیم تولید خودرو و رژیم تولید صنایع پایین دستی نفت. آن‌ها هر دو در زیر مجموعه رژیم تولید صنعتی ایران قرار دارند. رژیم تولید خودرو و تولید سوخت در آن، در بستر رژیم صنعتی ایران با زیر مجموعه‌های متنوع رشد کرده و تابعی از منطق نهادی دورنمای اقتصادی ایران است. برای شناخت این رژیم، نخست رژیم محاط بر آن یعنی رژیم تولید خودرو مرور و سپس به بررسی اجزای رژیم تولید سوخت خودرو پرداخته می‌شود. در حوزه تولید، واحدهای تولید خودرو و پالایشگاه‌های تولید سوخت که دولتی و یا شبه‌دولتی هستند، رفتار تأثیرگذاری بر حوزه حکمرانی این نظام دارند. قطعه‌سازان خودرو و کارگاه‌های کوچک نیز به شرحی که خواهد آمد، ایفای نقش می‌کنند. در حوزه توزیع، اتحادیه جایگاه‌داران بنزین و گازوئیل مؤثرند. در طرف تقاضا، صاحبان خودرو، تعمیرکاران و دیگر بازیگران خصوصی قرار دارند و همه آن‌ها تحت تأثیر مفهوم فرهنگی این کالا قرار دارند. ویژگی اصلی این رژیم آن است که دولت بازی‌گردانی اصلی این سیستم را برعهده دارد و از راه اعمال قوانین و مقررات و استانداردهای متفاوت، قیمت‌گذاری و پرداخت یارانه‌های انرژی و جریان‌سازی فرهنگی به اجرای سیاست‌های خود می‌پردازد.

### ۳.۳.۳ جاگوشه‌ها

در طیف جاگوشه‌های این سیستم از سوخت سی‌ان‌جی که فناوری بلوغ یافته‌ای (سورس، ۲۰۰۹) محسوب می‌شود تا فناوری‌های نوین و پیشرفته‌ای مانند فناوری هیدروژن، پیل سوختی (نصیری و همکاران، ۲۰۱۳)، بیوفیول (میرعمادی و رحیمی‌راد، ۱۳۹۵) با درجه‌های متفاوتی از پیچیدگی فناورانه قرار دارند. در سال ۱۳۹۰، پروژه سوخت میکرو آلگ با بودجه یک‌صد و ده میلیارد ریال از تصویب شورای عالی عتف گذشت و با عنوان پروژه میکرو آلگ قشم با رهبری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران شروع به کار کرد (معظمی، ۱۳۹۷). در سال ۱۳۹۱، پروژه ده هزار هکتار جاتروفا به عنوان یک سوخت زیستی در استان گلستان به تصویب رسید (خلیلی، ۱۳۸۹). در کنار آن وزارت صنایع با یک واحد تولید سوخت از گیاه جاتروفا و پس از آن وزارت جهاد کشاورزی با کشت جاتروفا در بندر عباس موافقت نمود (یوسفی، ۱۳۸۹). در سال ۱۳۹۱، پروژه تولید انبوه اتانول از نیشکر در کشت و صنعت خوزستان به مرحله اجرایی رسید (ایرنا، ۱۳۹۰). سازمان گسترش و نوسازی وزارت صنایع و شرکت طراحی فارس متعلق به وزارت جهاد کشاورزی مسئول طراحی این پروژه بوده‌اند. با آغاز مذاکره‌های بین‌المللی و کاهش فشارها و افزایش صادرات نفت، شانس گزینه تولید بدیل به جای سوخت و یا افزونه و سخت‌کم‌رنگ شد. در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۷ نیز با توجه به نگرانی‌ها در مورد کم‌آبی و خشکسالی اصولاً این طرح غیر واقع‌بینانه ارزیابی گردید. (آمیلی، ۱۳۹۷).

در کنار فناوری‌های نوین، فناوری سوخت گاز طبیعی فشرده سی‌ان‌جی و گاز طبیعی مایع نیز به عنوان فناوری‌های بلوغ یافته حضور دارند.

### ۳.۳.۴ دورنما

دورنمای این سیستم دارای بعدهای مختلف فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است. اگرچه برای سادگی تحلیل‌های پژوهشی می‌توان تأثیر دورنما را در بعدهای مختلف از یک دیگر جدا کرد، اما در واقع جداسازی لایه‌های مختلف کار آسانی نیست. تأثیر کلی دورنما بر رژیم، تولید و بازتولید منطق نهادی رژیم بر اساس ساختمان‌دهی اقتصاد رانتیر است. بر همین اساس منطق نهادی رفتار بازیگران در حوزه‌های مختلف بازار، شرکت، دولت و... تعیین



می‌شود (فتونفشلینگ و ترافر، ۲۰۱۴)<sup>۱</sup>. منطق نهادی رانت‌جویی با منطق نهادی سودجویی تولیدی تفاوت کامل دارد (میرعمادی، ۱۳۹۱، جدول ۵: ص. ۲۴). اساس این تفاوت آن است که در منطق سودجویی از تولید، بازیگران به دنبال کسب سود از راه خلق ارزش از تولید هستند. در منطق نهادی رانت‌جویی، بازیگران در پی توزیع ارزش از قبل ایجاد شده ناشی از وجود رانت است. می‌دانیم که رانت بر دو قسم است: اول، رانت‌های طبیعی که ناشی از مواهب طبیعت مانند نفت است. دوم، موقعیت‌های سیاسی (نزدیکی به اقتدار سیاسی مانند دولت) نیز منبعی برای ایجاد رانت است؛ زیرا به علت نزدیکی به قدرت، احتمال چرخش زودتر و بیش‌تر اطلاعات بازار را افزایش می‌دهد.

منطق نهادی رانت‌جویی مانند یک ابر نهاد، رژیم صنعتی ایران را تحت تأثیر قرار داده و تداوم و تحول رژیم اجتماعی و فنی سوخت‌خودرو را شکل می‌دهد. از این جهت به آن، ابر نهاد گفته می‌شود که سه سازوکار تأثیرگذار در سه بعد اقتصادی، بین‌المللی و سیاسی برقرار می‌سازد. از یک طرف، ابر نهاد رانتیر موجب می‌شود که پدیده بیماری هلندی<sup>۲</sup> در بازار ظهور کند. در این شرایط نرخ برابری ارزها در مقابل پول ملی پایین‌تر از ارزش واقعی آن‌ها تعیین می‌شود و هزینه واردات نازل‌تر از تولید داخلی است. در منطق رانت‌جویی مصرف‌بیش‌تر و بالاتر ترویج شده و سرمایه‌گذاری به شکل توزیعی داخلی (دلالی) و خارجی (واردات) بر سرمایه‌گذاری تولیدی غلبه دارد. بعد دوم، بعد اجتماعی-سیاسی آن است؛ عدم نیاز دولت به مالیات مردم به علت برخورداری از درآمد ناشی از استخراج و صادرات نفت، سازوکاری را پدید می‌آورد که دولت به شکل همیشه حاضر<sup>۳</sup> در همه کارها مداخله می‌کند و جامعه و حوزه عمومی نیز این وضعیت را می‌پذیرد و در جهت بهره‌مندی از درآمد نفتی، به شکل مشتری<sup>۴</sup> به نهاد دولت وابسته می‌شوند (میرعمادی، ۱۳۹۱، کامروا، ۲۰۱۸۵، عبدالله، ۲۰۱۷۶). سوم ویژگی ابر نهاد رانتیر، در عرصه روابط بین‌المللی به شکل تنش دائم بین دولت رانتیر و نظم بین‌المللی جلوه‌گر می‌شود. تنش باعث افزایش قیمت نفت و در نتیجه افزایش درآمد دولت می‌گردد. (میرعمادی، ۱۳۹۱).

1 Fuenfschilling and Truffer, 2014

2 Deutch Disease

3 Omni-presence

4 Clientelism

5 Kamrava, 2017

6 Abdullah, 2017

### ۳.۳. ۵ مفهوم فرهنگی پدیده فناوری

از نظر گیلز و ورهیس (۲۰۱۱)<sup>۱</sup>، تبیین الگوی بومی مسیرهای گذار و تبدیل مسیرها به یکدیگر در گرو شناخت استعاره و ایدئوگراف‌های فناوری به عنوان یک برساخت اجتماعی است که با خود ارزش‌های فرهنگی خاصی را حمل می‌کند. در واقع برساخت‌هایی که مردم در ذهن دارند، حاصل تجربه آن‌ها از تعاملی است که آن‌ها با زمینه‌های مختلف اجتماعی، سیاسی و... دارند و خود زمینه‌ها نیز حاصل برساخت‌های اجتماعی بازیگران است؛ بنابراین بازیگران، زمینه‌های اجتماعی و برساخت‌های آن از هم جدایی‌ناپذیر است.

بر اساس نظریه ساباتیه و در چارچوب ائتلاف حامی<sup>۲</sup> فرض بر این است که افراد یک نظام باور هر می‌سه‌لایه دارند. باورهای قلبی عمیق<sup>۳</sup> در بالاترین لایه هستند. این لایه شامل باورها و ارزش‌های هنجاری/بنیادی<sup>۴</sup> است که زیرنظام‌های چندگانه را می‌پوشاند<sup>۵</sup> و به شدت در برابر تغییر مقاوم است. ساباتیه و جنکینز-اسمیت (۱۹۹۹) چهار مؤلفه از باورهای هسته عمیق را مطرح می‌کنند که از اولویت‌های ارزش نسبی مانند حقوق فردی در مقابل حقوق اجتماعی تا هویت اجتماعی- فرهنگی مانند نژاد و مذهب را شامل می‌شوند.

در لایه میانی باورهای هسته سیاستی قرار دارند. باورهای هنجاری/تجربی که کل زیر نظام سیاستی را می‌پوشاند. باورهای عمیق سیاستی، در واقع ادراک از توزیع مناسب منابع و قدرت سیاستی در جامعه هستند. این باورها همچنان در مقابل تغییر مقاوم بوده ولی در مقایسه با باورهای قلبی قابل انعطاف‌ترند. چارچوب ائتلاف مدافع، ۱۱ گونه باور هسته سیاستی را شناسایی کرده‌اند که شامل ادراک از شدت و دلایل مشکلات زیر نظام‌های سیاستی، جهت‌گیری اولویت‌های ارزشی پایه که با زیر نظام‌های سیاستی ارتباط مستقیم دارد، اثربخشی ابزارهای سیاستی و توزیع مناسب قدرت بین بازار و دولت می‌شود (ساباتیه، اسمیت و جنکینز، ۱۹۹۹).

در پایین‌ترین لایه، باورهای ثانویه<sup>۶</sup> قرار دارند. باورهای تجربی و ترجیح‌های سیاستی که به زیر مؤلفه‌های (ماهوی یا منطقه‌ای) زیر نظام سیاستی مرتبط هستند. باورهای ثانویه ترجیح مشارکت‌کنندگان سیاست‌گذاری درباره ابزارهای خاص دولتی برای دستیابی به

1 Geels and Verhees, 2011

2 Advocacy Colalition

3 Deep core

4 fundamental

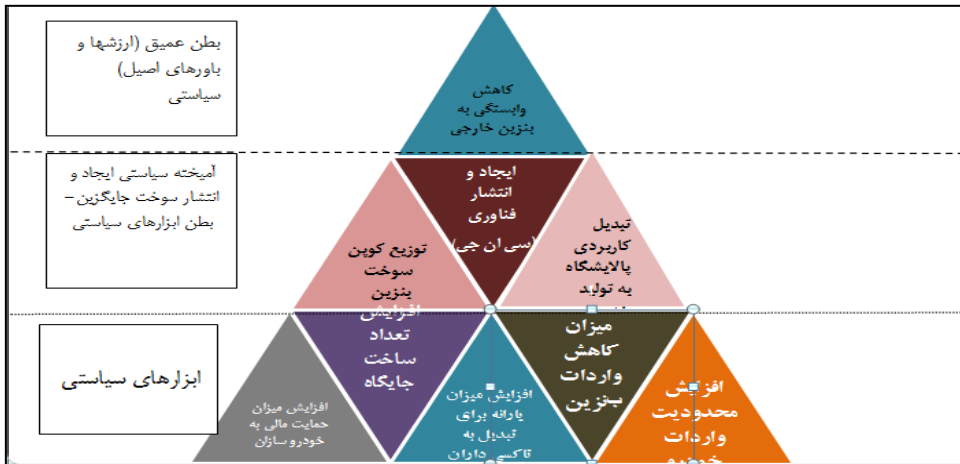
5 span

6 Secondary belief

اهداف یا ادراک آن‌ها از مسائل در مناطق خاص است. از بین سه لایهٔ باورها، باورهای ثانویه در مقابل اطلاعات و وقایع جدید بیش‌تر مستعد تغییر هستند.

فرآیند سیاست‌گذاری در حوزه فناوری جایگزین سوخت (سی‌ان‌جی) یک مورد مطالعاتی سیاستی مناسب با این چارچوب است، روش جمع‌آوری اطلاعات، بر اساس جمع‌آوری داده‌های دسته دوم است. هم‌اکنون ارزیابی‌های متعددی در مورد کاربرد سوخت سی‌ان‌جی در حمل و نقل انجام شده است، اما هیچ‌یک از آنان دیدگاه نظری منسجمی نداشته‌اند. این بخش با تبعیت از روش ترکیب ارزیابی‌ها<sup>۱</sup> که نخست توسط جورجیو (۱۹۹۰:۲) معرفی و توسط آدلر (۲۰۰۸) ساختارمند شده و بارها توسط پژوهشگران ارزیابی از جمله آدلر (۲۰۱۶)، (۲) به کار رفته است، می‌کوشد، ارزیابی‌های انجام شده را در یک چارچوب نظری سامان دهد. چارچوب نظری مورد نظر از این جهت، تقسیم‌بندی گوبا و لینکن در مورد نسل‌های ارزیابی و توجه به نسل چهارم ارزیابی است تا بتوان تبعات سیاست‌های سوخت جایگزین خودرو را با یک چشم‌انداز جامع، دو نگرش متفاوت را در بررسی تبعات سیاست نوآوری مورد مذاقه قرار داد.

در بخش پیشین دیدیم که عمده افول موتور نوآوری در حوزه جایگزینی سوخت مربوط به ضعف کارکردهای کارآفرینی و آن هم به دلیل ضعف و شکل نگرفتن گروه‌های حامی است که در کارکرد هفت، مشروعیت بخشی این فناوری را تحقق می‌بخشند. به‌طور مشخص خرد مایه حاکم بر سیاست‌های سوخت جایگزین مبتنی بر طیفی از نظام‌های عقیدتی بوده که دارای یک دستگاه ارزشی مشترک است. در شکل ۶-۳۶ سلسله مراتب دستگاه ارزشی ائتلاف حمایت از سیاست‌های ضد تحریم یا همان استقلال انرژی در ایران را می‌توان مشاهده کرد. این ائتلاف در طول سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ یعنی دوره‌ای که سیاست‌های سوخت جایگزین دنبال می‌شد، سکان سیاست‌گذاری را کامل در اختیار داشت.



شکل ۳-۳۵: هرم نظام عقیدتی ائتلاف حامیان سیاست‌های ضد تحریم مبتنی بر جایگزینی واردات

در بخش ابزارها و تنظیمات، یارانه به خودروسازان برای تبدیل خودروها، افزایش تعداد جایگاه‌های سوخت، کاهش واردات بنزین و واردات خودرو در مدنظر قرار گرفته است. در لایه دوم، آمیخته سیاستی شامل سهمیه‌بندی سوخت، ایجاد و انتشار فناوری با سوخت سی‌ان‌جی و استفاده از پالایشگاه برای تولید بنزین استاندارد (پالایشگاه ستاره خلیج فارس) مورد نظر بوده است. در بطن ارزش‌های اصیل و عمیق در این ائتلاف، اصل کاهش وابستگی به بنزین وارداتی و استقلال انرژی نهفته است.

### ۳.۳. ۶ سازوکارهای تأثیرگذاری دورنما، رژیم و جاگوشه

در قالب نگرش چشم‌انداز چند سطحی، به‌خوبی دیده می‌شود با آن که دولت بازیگر اصلی عرصه سیاست‌گذاری به شمار می‌آید، اما ناچار است با توجه به آثار گوناگون سطوح مختلف که همه در کنترل آن نیست، رفتار خود را تنظیم کند؛ به عبارت دیگر در این عرصه نیز با وجود اهمیت بازیگری دولت در تعیین سیاست‌ها، امر حکمرانی با حکومت‌داری مترادف گرفته نمی‌شود و رفتار هر یک از بازیگران با توجه به متغیرهای مستقل و تابع انطباق می‌یابد. چشم‌انداز چند سطحی به شرحی که در قبل آمده است، به تفکیک لایه‌های دورنما، رژیم و جاگوشه به پژوهشگران کمک می‌کند که عوامل مستقل و تابع را از هم بازشناسی کنند.

دور نما بر رژیم دو نوع تأثیر دارد: تأثیر تثبیت‌کنندگی و تأثیر بی‌ثبات‌سازی. هر یک از

این تأثیرها به شکل فرآیند تثبیت‌کنندگی و یا بی‌ثباتی بر رژیم و آن هم به نوبه خود بر جا گوشه‌ها و در مجموع در فرآیند گذار تأثیر می‌گذارند که در این قسمت تشریح می‌شوند:

### ۳.۳.۱ فرآیند تثبیت رژیم

#### -تأثیر دورنما بر رژیم

تأثیر دورنما در بعد اقتصادی به شکل واردات سوخت خودرو (بنزین و افزونه سوخت خودرو ام بی دی‌ای) جلوه‌گر می‌شد. تا سال ۱۳۸۵، بیش از ۱۶ میلیون لیتر واردات بنزین در روز وارد می‌شد و هر ساله نزدیک به ده میلیون دلار بابت آن پرداخت می‌گردید. تأثیر اجتماعی دورنما، در قالب پایین نگه‌داشته شدن قیمت سوخت خودرو در ایران خود را پدیدار می‌سازد. سیاست پیشگیری از افزایش قیمت سوخت خودرو با کمک یارانه‌ای بوده و هست که دولت بابت هر لیتر بنزین پرداخت می‌کند.



شکل ۳-۳۶: مقایسه مصرف و قیمت بنزین از سال ۸۷ تا ۹۶

منبع: اقتصاد آنلاین، ۱۳۹۶

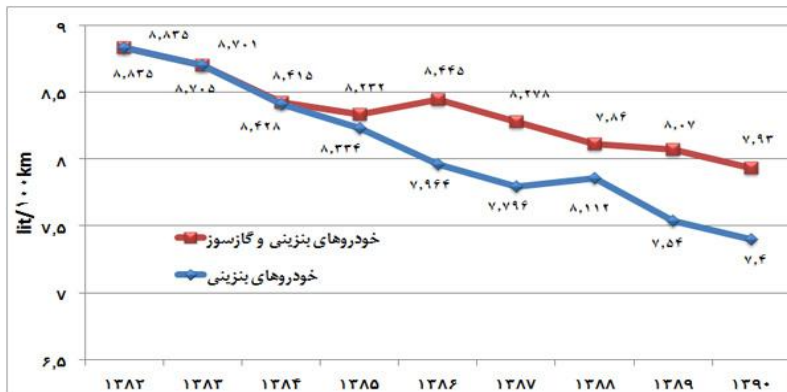
سومین تأثیر دورنما در بعد بین‌المللی است. تنش‌های بین‌المللی، تحریم‌های بین‌المللی را به همراه آورد و در نتیجه در یک دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۲، امکان ادامه واردات بنزین را منتفی ساخت و در نتیجه رژیم سوخت را متزلزل کرد؛ بنابراین دورنما هم دارای ظرفیت تثبیت‌کننده است و هم می‌تواند رژیم را بی‌ثبات کند. قبل از آن که به اثر متفاوت دورنما در رژیم پردازیم، روی دو شاخص قیمت بنزین و میزان یارانه دولت تعمق می‌کنیم:

جدول ۳-۲۲: مقایسه شاخص‌های مصرف بنزین ایران و ترکیه

شاخص‌ها	ایران	ترکیه
جمعیت	۸۰ میلیون	۷۹ میلیون
تعداد خودرو	۱۹ میلیون	۲۱ میلیون
قیمت هر لیتر بنزین	۲۷ سنت	یک دلار و ۵۰ سنت
مصرف روزانه سوخت بنزین	۸۰ میلیون لیتر	۸ میلیون لیتر
مصرف سالانه	۳۰ میلیارد لیتر	۳ میلیارد لیتر
تولید ناخالص ملی	۳۰۹ میلیارد دلار	۸۵۷ میلیارد دلار

منبع: گلوبال اکونومی، ۲۰۱۷<sup>۱</sup>

براساس اطلاعات جدول بالا قیمت بنزین در ترکیه بیش از ۵ برابر ایران ولی دیگر شاخص‌ها مانند جمعیت و تعداد خودرو برابر است. مصرف بنزین روزانه و سالانه در ترکیه یک دهم مصرف روزانه و سالانه ایران را نشان می‌دهد و این بیان می‌کند که دو کشور همسایه رژیم‌های متفاوت سوخت خودرو دارند و ایران سالانه منابع عظیمی را بابت یارانه قیمت سوخت به این بخش می‌پردازد.



شکل ۳-۳۷: روند کاهشی مصرف بنزین و گازوئیل در خودروهای ایرانی

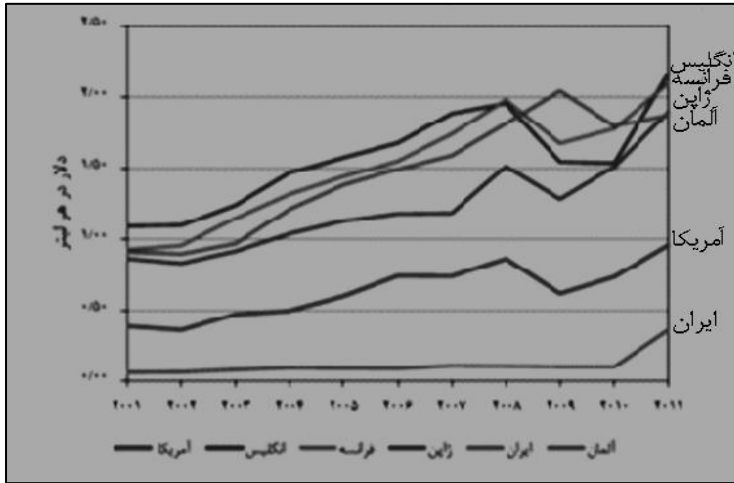
1 <http://www.theglobaleconomy.com>

جدول ۳-۲۳: قیمت اسمی بنزین، نفت گاز و گاز طبیعی بخش حمل و نقل در کشور، سال ۱۳۸۰ تا

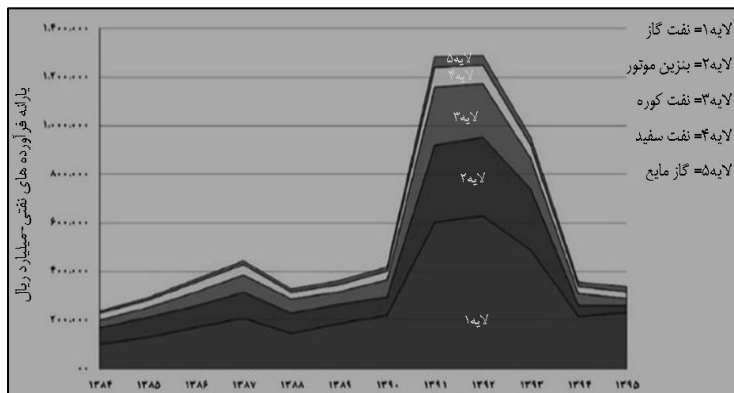
۱۳۹۰

سال	میانگین نرخ ارز (ریال)	قیمت بنزین		قیمت نفت گاز		قیمت گاز طبیعی	
		معمولی بدون سرب (ریال در هر لیتر)	معمولی بدون سرب (دلار در هر لیتر)	قیمت نفت گاز (ریال در هر لیتر)	قیمت نفت گاز (دلار در هر لیتر)	قیمت گاز طبیعی (ریال در هر متر مکعب)	قیمت گاز طبیعی (دلار در هر متر مکعب)
۱۳۸۰	۸۰۰۰	۴۵۰	۰/۰۶	۱۲۰	۰/۰۲	-	-
۱۳۸۱	۸۰۰۰	۵۰۰	۰/۰۶	۱۲۰	۰/۰۲	-	-
۱۳۸۲	۸۲۸۲	۶۵۰	۰/۰۸	۱۶۰	۰/۰۲	-	-
۱۳۸۳	۸۷۱۸	۸۰۰	۰/۰۹	۱۶۵	۰/۰۲	-	-
۱۳۸۴	۹۰۲۳	۸۰۰	۰/۰۹	۱۶۵	۰/۰۲	-	-
۱۳۸۵	۹۱۹۶	۸۰۰	۰/۰۹	۱۶۵	۰/۰۲	-	-
		سهمیه آزاد	سهمیه آزاد	سهمیه آزاد	سهمیه آزاد		
۱۳۸۶	۹۲۸۳	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰/۱۱	۰/۴۳	۱۶۵	۰/۰۲
۱۳۸۷	۹۵۶۷	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰/۱۰	۰/۴۲	۱۶۵	۰/۰۲
۱۳۸۸	۹۹۱۷	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰/۱۰	۰/۴۰	۱۶۵	۰/۰۲
۱۳۸۹	۱۰۲۳۵	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰/۱۰	۰/۲۹	۱۶۵	۰/۰۲
۱۳۹۰	۱۰۹۶۳	۴۰۰۰	۷۰۰۰	۰/۳۶	۰/۶۴	۱۵۰۰	۲۵۰۰
						۰/۱۴	۰/۳۲
						۲۶۰۰	۰/۲۲۷

شکل ۳-۳۸ مقایسه‌ای بین قیمت بنزین و افزایش آن بین ایران و چند کشور منتخب را نشان می‌دهد. این شکل بیان می‌کند که علاوه بر کم بودن قیمت بنزین ایرانی به نسبت این کشورها، این قیمت نیز با توجه به نوسان قیمت نفت خام تغییر نکرده و ثابت مانده است.



شکل ۳-۳۸: مقایسه قیمت بنزین در ایران با چند کشور منتخب، سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱



شکل ۳-۳۹: سهم یارانه‌های بخش حمل و نقل به کل یارانه‌های حامل انرژی

منبع مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت نفت و گاز (دی ۱۳۹۷)

یکی از مهم‌ترین سازوکارهای حفظ تعادل و ثبات این رژیم، سازوکار قیمت‌گذاری آن است. رژیم سوخت خودرو بر پایه قیمت‌گذاری غیر واقعی و نسبتاً پایین‌تر بنزین در ایران به نسبت کشورهای همسایه استوار است. تعیین سقف قیمت در بازار کنترل شده حامل‌های انرژی بر عهده دولت است و دولت مابه‌التفاوت قیمت مصرف‌کننده و هزینه تمام شده (اعم از واردات و تولید داخل) را از راه پرداخت یارانه‌های مستقیم و غیرمستقیم از بودجه عمومی می‌پردازد و آن را در راستای تقویت رشد اقتصادی و اجتناب از افزایش سطح عمومی قیمت‌ها تلقی می‌کند. یارانه حامل‌های انرژی از بحث‌انگیزترین موضوع‌های اقتصادی،



اجتماعی و سیاسی بخش انرژی به شمار می‌رود. میزان یارانه از یک طرف و نحوه توزیع آن میان بخش‌ها و مصرف‌کنندگان مختلف از طرف دیگر، جای تأمل و پژوهش بسیار از نظر اقتصاد سیاسی ایران دارد. یارانه انرژی مابه‌التفاوت هزینه نهایی و قیمت‌های جاری برای نیل به عدالت اجتماعی از راه تأمین حداقل نیازهای افراد و اقشاری است که توانایی پرداخت هزینه واقعی انرژی را ندارند. در کشورهای دیگر، این سیاست در دو دهه گذشته با طرح موضوع‌های مربوط به هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی مصرف، مورد تجدید نظر قرار گرفته است؛ اما در ایران اجرای این سیاست برای مدتی طولانی تداوم یافته است. پرداخت یارانه انرژی سبب می‌شود قیمت‌های حامل‌های انرژی کم‌تر از هزینه تولید و عرضه آن‌ها باشد و به تبع آن انحراف قیمت‌ها صورت می‌پذیرد<sup>۱</sup>. انحراف قیمت‌ها سبب می‌شود اطلاعات غیر واقعی در مورد کمیابی منابع اقتصادی در دسترس عوامل اقتصادی قرار گیرد و در نتیجه، الگوی رفتار بر اساس اطلاعات مخدوش، تداوم و یا تحول پیدا می‌کند مصرف انرژی را بالا می‌برد. برآیند رویدادهای مزبور، ترجیح مصرف حامل‌های انرژی و جایگزینی سرمایه و سایر نهاده‌ها با انرژی است. ترکیب نامناسب نهاده‌ها در فرآیندهای تولیدی و کالاها در سبد زندگی، به رشد سریع تقاضای انرژی و توزیع منابع بر اساس معیار مصرف حامل‌های انرژی می‌انجامد و در پی آن، ناهنجاری‌های فراوانی در نظام اقتصادی و اجتماعی پدیدار می‌شود. «برخی از پیامدهای تداوم خطمشی یارانه انرژی را می‌توان کاهش رفاه اجتماعی، محدود شدن منابع ارزی کشور، رشد نرخ تورم، تخصیص منابع به مصارف جاری، توزیع ناعادلانه ثروت ملی دانست» (خوش اخلاق، خلیفه سلطانی، پاکدل، ۱۳۹۰).

در ایران، حامل‌های انرژی بخش عمده‌ای از یارانه‌ها را به خود اختصاص داده و سهم آن در بودجه دولت همواره در حال افزایش بوده است. بدون شک ادامه روند فعلی مصرف انرژی، در آینده‌ای نزدیک موجب ایجاد مشکلات عدیده‌ای برای کشور خواهد شد. در میان منابع انرژی، تهیه و فراهم‌سازی فرآورده‌های نفتی به عنوان بخش مهمی از انرژی ثانویه مورد استفاده در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این بین بنزین و گازوئیل به عنوان سوخت مورد استفاده در بخش حمل و نقل کشور با توجه به

۱ قیمت بنزین قبل از هدفمندی یارانه‌ها ۱۰۰ تومان بود و با اجرای فاز اول هدفمندی یارانه‌ها، قیمت بنزین دو نرخی شد و به ۴۰۰ و ۷۰۰ تومان افزایش یافت و متناسب با آن مبلغ ۴۵ هزار تومان به عنوان یارانه در نظر گرفته شد. در آن زمان قیمت جهانی بنزین ۰.۷ دلار یعنی ۶۶۵ تومان بود که با احتساب هزینه‌های حمل و پخش به ۷۰۰ تومان می‌رسید. دولت در ویرایش اول بودجه نود و هفت و با افزایش قیمت دلار بنا داشت قیمت بنزین را به ۱۵۰۰ تومان در سال ۹۷ ارتقاء دهد؛ اما با مخالفت مجلس روبه‌رو شد و مقرر شد در صورتی که بر هر دلیل قیمت بنزین تغییر کند، متناسب با آن میزان یارانه مستقیم تغییر نماید. (زهره مبارکه سعیدی (نماینده مجلس، ۱۳۹۷).

اهمیت بسیار زیاد این حامل‌ها، مورد توجه فراوان قرار گرفته‌اند. ابر نهاد رانتیر، سازوکارهای تثبیت نظام رانتی را در رژیم اجتماعی و تکنیکی از راه یارانه و پایین نگه‌داشتن قیمت بنزین و گازوئیل و سرازیر کردن واردات بنزین با استاندارد بالا و افزونه‌هایی چون ام‌بی‌دی‌آی تثبیت می‌کند. شایان توضیح است در سال ۱۳۸۹ که تحریم‌های واردات محصولات نفتی آغاز شد، ایران ظرفیت تولید فرآورده‌های نفتی و از جمله بنزین را به میزان ۶۰ درصد داشت و ۴۰ درصد آن را وارد می‌کرد. در نتیجه واردات بنزین برای ایران در آغاز تحریم‌ها بسیار حیاتی بود. این نظام برخلاف نظام‌های با منطق سود به دنبال تعادل در بازار نیست و پدیده بیماری هلندی، قیمت‌ها را مخدوش و دست‌کاری می‌کند. این سازوکار مخالف نوآوری به‌طور کلی و نوآوری در تولید خودرو برای کاهش میزان سوخت و افزایش راندمان انرژی است؛ یعنی حتی نسبت به نوآوری‌های تدریجی که هر رژیم اجتماعی- فنی برای بقای خود دست به آن می‌زند، نیز روی خوشی نشان نمی‌دهد و تبعات آن به شکل مصیبت منابع<sup>۱</sup> و آلودگی هوا و افزایش بار یارانه‌های دولتی بر دوش بودجه سالانه به شکل حاد دیده می‌شود که می‌توان آن را پدیده «تصلب نهادی» نام نهاد. واضح است که ثبات در این رژیم تنها به شرط تداوم درآمد نفتی امکان‌پذیر است. مادامی که درآمد نفتی وجود داشته باشد، چنین دور معیوبی بین افزایش یارانه، واردات بیش‌تر، مصرف بیش‌تر سوخت خودرو، افزایش آلودگی هوا و مصیبت منابع به تداوم خود ادامه می‌دهد.

### - تأثیر ثبات رژیم بر جاگوشه‌ها

تثبیت رژیم توسط منطق نهادی رانتیر، به معنای عدم حرکت رژیم اجتماعی- فنی و عدم گذار آن به طرف رژیم کم کربن است. در این وضعیت جاگوشه‌ها، به دلیل پایین بودن قیمت سوخت خودرو توانایی رقابت با فناوری‌های انرژی بلوغ یافته کربنی را ندارند. در نتیجه هرگونه سیاست‌های علم و فناوری در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح تحقیق و توسعه و حداکثر در مرحله نمایش نمونه باقی مانده و به سطح تجاری نمی‌رسد (میرعمادی، رحیمی‌راد، ۱۳۹۵).

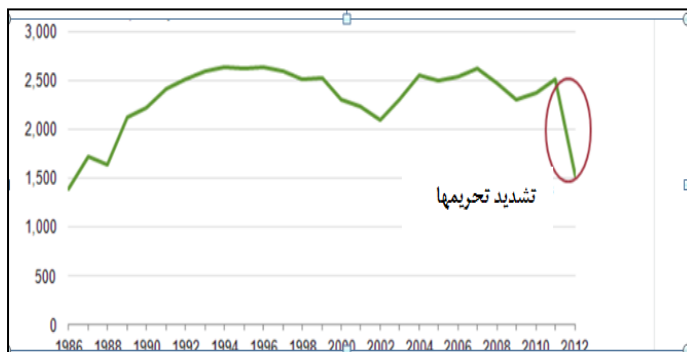
### ۳.۳.۲ روند بی‌ثباتی رژیم

سازوکار تثبیت رژیم به وسیله دورنما در شرایطی است که درآمد نفتی از طرف دستگاه

دولتی در قالب یارانه به جامعه تزریق شود. در صورتی که از این درآمد به عللی مانند تحریم‌ها کاسته شود و یا قطع گردد، کل نظام اجتماعی- فنی که بر اساس اهدای یارانه و قیمت پایین‌تر از هزینه استوار شده بود، نامتعادل می‌شود و شکاف‌هایی در آن به وجود می‌آید؛ اما به علت عدم رشد جاگوشه‌های فناوری در طی زمان، رژیم فاقد آمادگی برای طی مسیرهای مطمئن مانند مسیر جایگزینی فناورانه و یا تحول یعنی مسیرهای گذاری است که به نوعی از طریق مدیریت گذار هدایت می‌شود و عدم پایداری و تاب‌آوری نظام اجتماعی - فنی سوخت خودرو را به بار می‌آورد.

### - تأثیر دورنما بر رژیم

تحریم‌های یک‌جانبه و چندجانبه علیه ایران از سال ۱۳۸۴ آغاز شد. روند تحریم‌ها در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۱ به اوج خود رسید و به صورتی درآمد که امکان فروش نفت از سوی ایران تنها به عده کمی از کشورها وجود داشت و درآمد حاصل از آن نیز به دلیل تحریم بودن بانک مرکزی نمی‌توانست وارد ایران شود (میرعمادی، رحیمی‌راد، ۱۳۹۴). تأثیرات تحریم‌ها به این قرار بود: اول، این تحریم‌ها مانع از آن می‌شدند که واردات بنزین که در سال ۱۳۸۹ بیش از ۴۰ درصد تقاضا بود، صورت بگیرد و نظام عرضه دچار کمبود بنزین شد. دوم، درآمد نفتی کمتر و کم‌تر شد؛ به طوری که نه امکان واردات بنزین وجود داشت و نه با ارائه یارانه، امکان پایین نگه‌داشتن قیمت وجود داشت.



شکل ۳-۴۰: سقوط درآمد صادراتی از نفت و محصولات جانبی در اثر تحریم‌های بین‌المللی

منبع: وزارت انرژی آمریکا بخش محاسبه و تحلیل اقتصادی هزار میلیون لیتر

### - تأثیر بی‌ثباتی رژیم بر جاگوشه‌ها

تحریم‌های بین‌المللی در دوره یادشده، به شکل ضربه دورنما بر رژیم اجتماعی- فنی فرود آمد و در کل تأثیری اخلال‌گر داشت.

در اثر این اخلاص، فناوری‌های بدیل دیگر به خصوص انرژی‌های تجدیدپذیر به شکل موقت مطرح شدند و انتظار بازیگران در مورد ثبات رژیم تغییر کرد. در این شرایط امکان تجاری‌سازی جاگوشه‌های فناوری در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر مانند بیودیزل از میکرو الگ، جاتروفا، اتانول از نیشکر (میرعمادی و رحیمی‌راد، ۱۳۹۵) برای اولین بار جدی گرفته شدند؛ اما خیلی زود مشخص شد که فناوری‌های نوین نه از نظر توانمندی‌های دانشی و فنی و نه از نظر مدیریت انتظارها و شبکه‌سازی‌های اجتماعی ظرفیت ورود به عرصه رژیم را ندارند.

در طیف انرژی‌های بدیل، تنها فناوری سی‌ان‌جی وجود داشت که به علت بلوغ فناوری و انتشار قبلی آن در حوزه‌های دیگر گرمایشی، آماده ورود به صحنه حمل و نقل ایران بود. در بخش دوم همین فصل با عنوان موتور نظام نوآوری سی‌ان‌جی مطالعه کردیم که این مسیر در آغاز امیدبخش بود؛ اما چندی بعد به علت کارکردهای ناقص نظام به انحطاط موتور نظام نوآوری سی‌ان‌جی انجامید و رو به افول گذاشت و آنچه به عنوان جایگزینی سوخت و تغییر رژیم اجتماعی- فنی از آن یاد می‌شود در جهت تثبیت رژیم بنزینی به خدمت گرفته شد.

برنامه ادغام فناوری سی‌ان‌جی به سیستم حمل و نقل شهری در یک بسته سیاستی شامل ابزارهای دیگر در حوزه‌های عرضه و تقاضا طراحی و به اجرا گذاشته شد. در کنار این برنامه، برنامه دیگری با نام طرح ضربتی تولید بنزین از محصولات پتروشیمی مطرح گردید. برنامه‌های دیگر، برقراری نظام جیره‌بندی مصرف بنزین برای کاهش رشد تقاضای این محصول و همچنین افزایش قیمت آن بود. طرح ضربتی بنزین پتروشیمی توسط ۶ کارخانه پتروشیمی با ظرفیت ۱۵ تا ۱۷ میلیون لیتر بنزین و ۹ میلیون لیتر گازوئیل به اجرا درآمد<sup>۱</sup> و حداقل تا پایان سال ۱۳۹۲ ادامه یافت. این محصول، بنزین پیرولیز نام دارد که دارای ترکیبات بالای آروماتیکی و میزان بنزن بالا است<sup>۲</sup>. قرار بوده که این بنزین در مراحل بعدی در پالایشگاه‌ها باز فراوری و بهسازی شود، اما این کار به دلیل انجام نگرفته بود. در نتیجه در سال ۱۳۹۲ دستور توقف عرضه آن صادر شد. بنا بر گزارش مسئولان محیط زیست تهران، در زمان استفاده از بنزین پتروشیمی، میزان آلودگی بنزن هوای شهر تهران بین ۴ تا ۱۰ برابر حد مجاز شده بود<sup>۳</sup>.

1 D.P.G. Dry Pyrolysis Gasoline or **Pygas** is a naphtha-range product with a high aromatics content. It is a by-product of high temperature naphtha cracking during ethylene and propylene production

2 <http://ayaronline.ir/1393/02/57741.html>

3 <http://ayaronline.ir/1393/02/57741.html>

تجربه اجتماعی ادغام جاگوشه سی‌ان‌جی به رژیم سوخت و استفاده بنزین پتروشیمی مشخص می‌کند که به علت تصلب نهادی، تنها جاگوشه‌هایی امکان حضور در رژیم را پیدا می‌کنند که از نظر اجتماعی- اقتصادی و بین‌المللی تغییری در منطق نهادی رژیم سوخت ایجاد نکند و ویژگی‌های اجتماعی سیستم را تغییر ندهد. همچنین معلوم شد که این تغییر که به علت تنگ‌تر شدن حلقه تحریم‌ها و انسداد واردات بنزین پیش آمده بود، تحول جدی در نظام ایجاد نمی‌کند و به محض برقراری واردات، علت وجودی خود را از دست می‌دهد. نتیجه‌گیری سوم آن است که ظرفیت پویایی اجتماع بسیار مهم است. در این مورد مطالعاتی، پویایی اجتماعی کم‌توان بود. گروه‌های حامی انرژی‌های تجدیدپذیر قدرت تحرک زیادی نداشتند، نهادهایی که بتواند پویایی اجتماعی را نهادینه کنند و باعث شوند که گروه‌های اجتماعی در چارچوب نهادهای مشروع نظام، مطالبات خود را در رابطه با تغییر و تحول رژیم سوخت به عمل آورند، وجود نداشتند.

### ۳.۳.۷ تبیین روند گذار ۱۳۸۹-۱۳۹۷

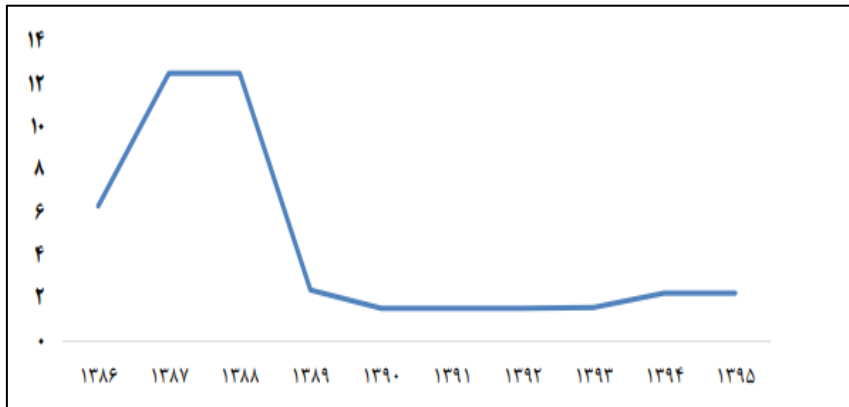
ورود جاگوشه‌های فناوری بنزین پتروشیمی و سی‌ان‌جی و جاگوشه‌های نوآوری کارت‌های هوشمند بنزین و افزایش قیمت بنزین، تحولی را در رژیم اجتماعی- فنی حاکم بر رژیم سوخت به جای گذاشت که در نهایت تولید بنزین داخل و ایجاد یک ناوگان از سواری‌های حمل و نقل با سوخت دوگانه سی‌ان‌جی و بنزین حاصل آن است. این تغییرها باعث شد مسیر گذار که در آغاز با اعتراض‌هایی چند به افزایش قیمت بنزین و طرح جیره‌بندی آن با آتش زدن پمپ بنزین‌ها شروع شد<sup>۱</sup>، خیلی زود به تغییر در شکل بی‌نظم و آشفته خاتمه دهد، رژیم اجتماعی- فنی سوخت خودرو ایران تثبیت شود، شرایط سخت تحریم را از سر بگذارند و با ورود به تولید بنزین، آسیب‌پذیری خود را در مقابل تحریم‌های بین‌المللی کاهش دهد.

بر مبنای نگاشت چهار ربعی مسیرهای چهارگانه گذار، می‌بینیم که مسیر گذار که به علت آثار تخریب‌گر تحریم‌ها، در قالب ناراستایی رژیم سوخت<sup>۲</sup> و سپس هم‌راستایی آن با محوریت سی‌ان‌جی شکل گرفته بود، در مرحله بعدی به شکل محصول مکمل بنزین وارد شد و سپس در جهت تثبیت رژیم اجتماعی- فنی سوخت خودرو عمل کرد.

1 <http://www.irna.ir/fa/News/82826759>

2 Non-alignment

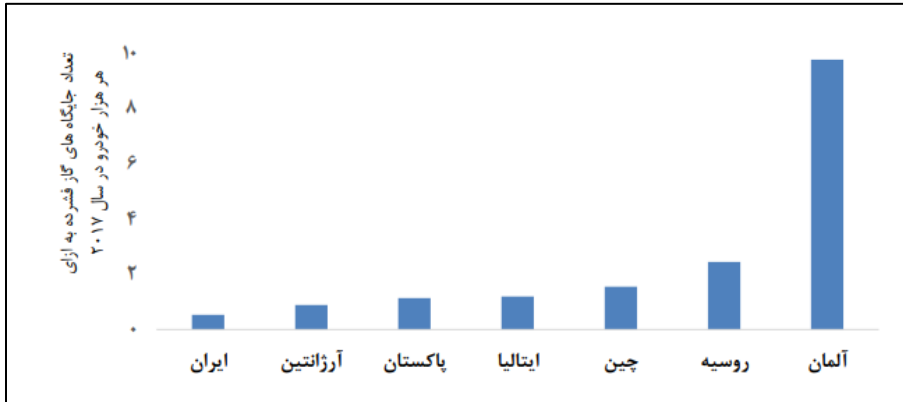
پس از گفته‌های ایران با قدرتهای بزرگ تحت عنوان برجام در سال ۱۳۹۳، روند افزایش سهم خودروها دوگانه سوز به تدریج کاهش یافت. دلیل این امر دو عامل بود. نخست اینکه فاصله قیمت بنزین به نسبت قیمت گاز طبیعی حفظ نشد. در شکل زیر می‌بینیم که فاصله بین قیمت هر لیتر بنزین به هر متر مکعب گاز فشرده به تومان سال ۱۳۹۰ از ۱۲ واحد به دو واحد کاهش یافته است.



شکل ۳-۴۱: نسبت قیمت هر لیتر بنزین به هر متر مکعب گاز فشرده به تومان سال ۱۳۹۰

مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت گاز و نفت (پاییز ۱۳۹۷)

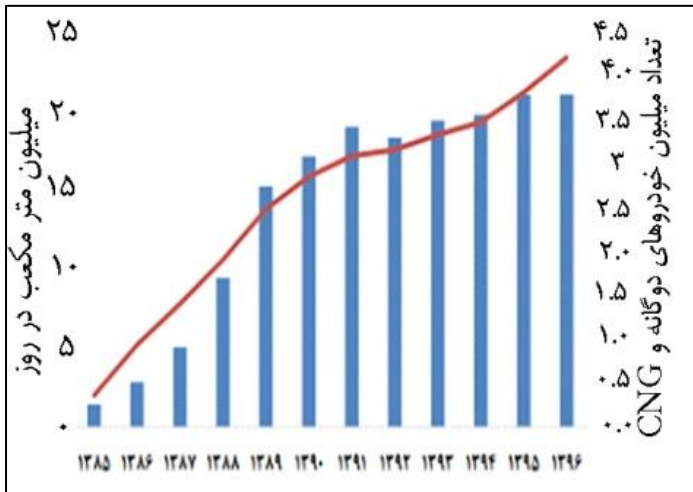
عامل دومی که همواره ذکر می‌شود، تعداد بسیار کم جایگاه به نسبت تعداد خودرو دوگانه سوز است که عمدتاً به اقتصاد بد جایگاه داری بر می‌گردد. قیمت پایین سوخت و هزینه ثابت و جاری جایگاه‌های سوخت امکان سودآوری این جایگاه‌ها را به خصوص در شهرهای بزرگ بسیار کم می‌کند و این باعث می‌شود که ایران در رتبه آخر کشورهای دارنده جایگاه سوخت قرار بگیرد.



شکل ۳-۴۲: تعداد جایگاه‌های سوخت سی ان جی به ازای هر ۱۰۰۰ خودرو

منبع: مرکز مطالعات زنجیره جهانی ارزش (پاییز ۱۳۹۷)

نتیجه اینکه سهم مصرف سی ان جی در ناوگان رو به رشد حمل و نقل شهری در ایران و علیرغم افزایش تعداد خودروهای دوگانه سوز ثابت می‌ماند. این امر نشان دهنده میل دارندگان خودروهای دوگانه سوز به مصرف بنزین می‌باشد؛ و علت آن نیز همان‌طور که قبل تشریح شد، کاهش فاصله قیمتی بین بنزین و گاز طبیعی و عدم تناسب بین تعداد جایگاه‌های ارائه دهنده سوخت سی ان جی با تعداد خودروهای دوگانه سوز می‌باشد.



شکل ۳-۴۳: تغییرات مصرف گاز فشرده و تعداد خودروهای دوگانه سوز

مطالعات ارائه شده حاکی از آن است که مجموعه سیاست‌های اتخاذی به منظور جایگزین کردن سوخت بدیل به جای بنزین که ۱۳۸۶ همزمان با افزایش قیمت بنزین موجب کاهش مصرف آن شده، میزان آلاینده‌گی دی‌اکسید کربن نیز کاهش یافته است. به تدریج در سال‌های بعد با جایگزین شدن گاز طبیعی به جای بنزین، هم واردات بنزین کاهش یافت و هم آلاینده‌گی بنزین روند نزولی در پیش گرفته بود. متأسفانه این بیلان مثبت بر اثر سیاست‌های متعارض مانند سیاست‌های افزایش خودرو و حفظ یارانه‌های انرژی پایدار نبوده است و هم اکنون در سال ۱۳۹۷، مصرف بنزین روزانه به ۸۰ میلیون لیتر و در دوره‌های اوج مانند تعطیلات نوروز به ۱۰۱ میلیون لیتر رسیده که ۴/۵ درصد بیش‌تر از سال قبل است (ایرنا، ۱۳۹۶). واردات بنزین در فروردین سال ۱۳۹۷، به رقم قبلی بازگشت و روزانه ۱۵ میلیون لیتر برآورد (اقتصاد نیوز، ۱۳۹۷). ناگفته نماند که در دی ماه سال ۱۳۹۷، با آغاز بکار فاز سوم پالایشگاه تازه خلیج فارس، تولید داخلی بنزین از مصرف آن سبقت کرد و به میزان ۱۰۵ میلیون لیتر رسید و کشور را از واردات بی‌نیاز کرد. با رشد تصاعدی مصرف بنزین، این انتظار می‌رود که به‌زودی شکاف بین حجم تولید و مصرف با افزایش مصرف منتفی شود.

در زمینه آلودگی نیز در مجموع با افزایش آلودگی مواجه بوده‌ایم. البته نرخ افزایش در سال‌های اولیه آمیخته سیاستی نسبت به سال‌های قبل از آن کم‌تر بوده، اما در نهایت در سال‌های اخیر روند آلودگی هوا بسیار وخیم‌تر شده است. سیاست سوخت جایگزین هرچند تعداد خودروهای دوگانه‌سوز را افزایش داده، اما به علت تأثیر اجزای سیاستی متعارض مانند آنچه در بالا گفته شد، به علاوه پدیده‌هایی چون تشدید مهاجرت از روستاها به شهرها و نحوه سامانه ترافیک که به نوعی تشویق مصرف سوخت است، به صورت مؤثر آلودگی را کاهش نداده است.

کوتاه سخن آنکه تبعات دراز مدت سیاست توسعه فناوری خودروهای دو گانه سوز را نمی‌توان تنها در یک چارچوب انتزاعی مطالعه نمود و تجویز سیاستی ارائه داد. هرگونه ارزیابی سیاستی در این باره باید به آمیخته سیاستی عنایت کند که مرکب از کلیه سیاست‌های مرتبط با این موضوع اعم از سیاست‌های تولید و توسعه ذخایر انرژی، سیاست‌های عدالت اجتماعی، سیاست‌های تحقیق و توسعه در انرژی‌های تجدید پذیر، سیاست‌های پولی، مالی، امنیتی و مقابله با تحریم، سیاست‌های مرتبط با آلودگی هوا و



محیط زیست، سیاست‌های توسعه صنعتی و اشتغال و بیکاری و غیره می‌باشد. انگاره نظری چشم‌انداز چند وجهی به‌طور نسبی این مزیت را دارد که فضای پر ابهام و پیچیده آمیخته سیاست‌ها را که با خرد مایه‌های متفاوت، ارزش‌های سیاستی متفاوت و ابزار سیاستی متفاوت و حتی متعارض در دوره‌های زمانی مختلف طراحی و اجرا شده‌اند تا حدودی روشن سازد. لب کلام این انگاره نظری تأکید بر مدیریت گذار با استفاده از روشی تأملی، بازاندیشی و رویکرد انتقادی از طریق شناخت تعارضات و توافقات بین نیروهای اجتماعی، گروه‌های ذی‌نفوذ، صاحبان صنعت، مدیران شرکت‌های دانش‌بنیان و... در حیطه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی می‌باشد.

در ورای این پویایی اجتماعی، مفاهیم اساسی و ارزش‌های فرهنگی در سطح دورنما نهفته است. در مطالعه مفهوم فرهنگی «سوخت خودرو» در جامعه، بیان شد که پدیده «سوخت خودرو» در فرآیند سیاست‌گذاری به عنوان ابزاری برای خودکفایی کشور تلقی شده است. از این منظر، اولویت اصلی سیاست‌های سوخت خودرو، تأمین داخلی سوخت خودرو و رفع تهدیدات امنیتی ناشی از واردات بنزین بوده است. این برداشت فرهنگی جزئی از گفتمان استقلال صنعتی و خودرو ملی و... است که گفتمان اصلی حاکم بر سیاست‌گذاری صنعتی ایران را در حوزه خودرو در چهار دهه گذشته شکل داده است. گفتمانی که مانند تیغ دولبه هم به شکوفایی بخشی از صنعت ایران انجامیده و هم نتیجه آن رسیدن سقف مجموعه یارانه‌های انرژی به میزان تقریبی ۱۵ تا ۲۰ درصد کل تولید ناخالص داخلی کشور بوده است. اهمیت این مطالعه آن بود که چگونه این مفهوم فرهنگی بر روی لایه‌های مختلف رژیم‌های مصرف، سیاست‌گذاری، تولید، تحقیق و توسعه و... تأثیر می‌گذارد. دریافتیم که تا این مفهوم فرهنگی از طریق تغییرات بطنی فرهنگی و یا شوک‌های فشار خارجی در سطح دورنما تغییر نیابد، امکان باز شدن پنجره فرصتی برای ورود انرژی‌های پاک به سیستم اجتماعی - غناوری سوخت ایران نیست.

### ۳.۳. ۸ تکلمه: ارزیابی، فرصتی برای اندیشیدن

مرحله ارزیابی، فرصتی است برای اندیشیدن و تفکر و نقد در مورد تغییری که در رفتار بازیگران اجتماعی در اثر یک مداخله سیاستی به وجود آمده است. با این تعریف، دستگاه ارزیابی سیاست با ملاحظه‌های محیط زیستی که در این متن معرفی شد، مستلزم سه قالب متفاوت تفکری است: نخست تفکری که ارزیابی را از دیدگاه

خروجی آن به لحاظ شاخص‌های آماری مطالعه می‌کند. سپس به آثار سیاست‌گذاری از دیدگاه میان‌مدت در عرصه توسعه و انتشار فناوری‌های محیط زیستی می‌پردازد و در نهایت تبعات آن را از دیدگاه درازمدت در بررسی مسیر گذار از اقتصاد کربنی به اقتصاد تجدیدپذیر و پایدار می‌سنجد. این دستگاه مستلزم اندیشه تأملی و انتقادی با موضوع جهت‌گیری توسعه و هماهنگی بین لایه‌های مختلف راهبری است.

ایران به عنوان یک کشور صادرکننده نفت در حوزه قفل‌شدگی کربنی دارای معضل مضاعف است، زیرا نه تنها از نظر فناوری انرژی دارای پدیده قفل‌شدگی فناورانه وابستگی به انرژی‌های فسیلی است، بلکه این قفل‌شدگی در بستر فرهنگی جامعه ایران به عنوان یک جامعه رانتیر در قالب عدم پذیرش اجتماعی انرژی‌های پاک گسترش می‌یابد. در نهایت در ارزیابی تبعات سیاست جایگزین سوخت شاهد بودیم که مسیر گذار از مسیر ناراستایی-هم‌راستایی به جایگزین فناوری و سپس به تثبیت رژیم تبدیل شده است. در واقع سیستم مسیر گذار خود را در یک روند تا حدودی غیر عادی، به شکل دوری طی کرده و به نقطه آغاز خود بازگشته است.

ارزیابی سه‌گانه همه مؤید یک حقیقت است که راهبری و سیاست‌گذاری عملیاتی، تاکتیکی، تکنیکی و راهبردی در حوزه سوخت خودرو تحت هدایت یک اجماع نخبگانی و فرآیند راهبری تأملی، باز اندیش و آینده اندیش قرار ندارد و در نتیجه لایه‌های حکمرانی - از برنامه‌های عملیاتی شده گرفته تا اهداف راهبردی- دارای منطق‌های مختلف یا حتی متعارض است.

هم اکنون، اما جامعه در بزنگاه یک چرخش تاریخی و نقطه تأمل و تفکر نسبت به انتخاب‌های سیاستی خود قرار دارد. در عرصه سیاست‌های کشاورزی، سیاست‌های راهبردی خودکفایی غذایی می‌بینیم که با آشکار شدن خطر خشکسالی و کمبود آب، همه اهداف راهبردی خود را مشمول بازبینی و مذاقه قرار داده است. یادگیری سیاستی در حوزه انرژی (سوخت) و حوزه‌های همجوار مانند تولید خودرو نیز ایجاب می‌کند که مذاقه و تأمل در این حوزه نیز فرصت بروز و ظهور پیدا کند. به تناسب رشد فرهنگی و افزایش پیچیدگی‌های اجتماعی، به تدریج مفهوم امنیت نزد جامعه نیز پیچیده‌تر شده و از آن، امنیت انسانی و ایمنی محیط زیست نیز مشتق گردیده است. بر اساس توسعه معنایی امنیت، حق استفاده از هوای پاک، بخش جدایی‌ناپذیر حقوق شهروندی تلقی می‌شود که راهبری جامعه، مکلف به



تأمین آن است. این اقدام، نگرش جدید زمینه طراحی بسته‌های سیاستی هماهنگ را فراهم خواهد کرد تا در آن ملاحظه‌های محیط زیستی و عدالت بین نسلی نیز در کنار بایسته‌های دیگر سیاستی، مورد عنایت واقع شود.

## منابع و مأخذ

## منابع فارسی:

۱. ابتکار، معصومه (۱۳۹۴) یک عده در مجلس از محیط زیست خیلی انرژی گرفتند، پانزده اسفند، خبر آنلاین، مصاحبه کنندگان شهبازی و کریمی  
<https://www.khabaronline.ir/news/522253/>-از-محیط-زیت-خیلی-انرژی-گرفتند-شرایط
۲. آقا غفار، ع (۱۳۸۰) گزارش جامع عملکرد طرح سی ان جی، تهران: شرکت بهینه سازی مصرف سوخت،
۳. آقایان حسین (۱۳۹۲) (آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی، تهران: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران
۴. اقتصاد نیوز (۱۳۹۷) واردات بنزین تا آخر این ماه متوقف می‌شود، ۱۵ فروردین  
 بخش اقتصاد در-رسانه‌ها-۱۹۰۳۲۸/۶۷-واردات بنزین <https://www.eghtesadnews.com/>  
 %D8%AF%D8%B1%D8%A2%D8%AE%D8%B1%DB
۵. امیر معینی، مهران (۱۳۸۸)، سیاست‌گذاری انرژی در ایران، تهران، مرکز تحقیقات استراتژیک ایران
۶. آمیلی، حسین (۱۳۹۷)، بحران آب‌ضررهای بسیاری به توسعه نیشکر وارد کرده است، شناسه خبر: ۴۵۲۸۱ | تاریخ انتشار: ۲۲ فروردین ۱۳۹۷-،  
 بحران-آب-ضررهای-زیادی-به-توسعه-نیشکر-تج/ <http://sugarcaneNews.ir/1397/01/22/>
۷. انجمن صنفی سی ان جی ایران، (آذر ۱۳۸۷)، مشکلات و موانع راه اندازی و بهره‌برداری جایگاه‌های عرضه، [WWW.IRCNG.IR](http://WWW.IRCNG.IR)
۸. اندرسون جیمز مؤلف، کیومرث اشتریان مترجم (۱۳۸۵)، مقدمه‌ای بر سیاست‌گذاری عمومی، فصلنامه اندیشه، سال پنجم، شماره ۱۸
۹. اوپسی داود (۱۳۸۶)، بررسی قوانین و آیین‌نامه‌های مرتبط با گاز سوز کردن خودروها، تکالیف بالاتکلیف، روزنامه اعتماد، > شماره ۱۵۰۰ ۸۶/۷/۳ > ص ۱۴  
<http://nullwww.magiran.com/npview.asp?ID=1489332>
۱۰. پارسینه (۱۲ آذر ۱۳۹۶)، انفجار مخزن گاز در تبریز،  
[www.parsine.com/fa/news/449485/](http://www.parsine.com/fa/news/449485/) ویدیو|-انفجار-مهمیب-مخزن-گاز-یک-خودرو
۱۱. پایگاه اطلاع رسانی انجمن خودرو سازان ایران، <http://ivma.ir/>
۱۲. پایگاه اطلاع رسانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، [www.cbi.ir](http://www.cbi.ir)
۱۳. پایگاه اطلاع رسانی ستاد حمل و نقل و مصرف سوخت کشور، <https://www.niopdc.ir>

۱۴. پیمان یوسفی (۱۳۸۹)، مقدمات تولید سوخت سبز در بندرعباس فراهم شد. تاریخ انتشار ۲۸ شهریور ۱۳۸۹، خبرگزاری ایرنا  
<http://www.irna.ir/hormozgan/fa/News/2000607445>  
انرژی و نیرو/مقدمات تولید سوخت سبز از درخت جاتروفا در ایران مهیا شد
۱۵. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران (ایرنا)، (۱۰ خرداد ۱۳۹۰)؛ تولید اتانول از باگاس نیشکر، (تولید اتانول از باگاس نیشکر در ایران) ۲۴ تولید-اتانول-از-باگاس-نیشکر-در-ایران  
<http://fararu.com/fa/news/79511/>
۱۶. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران (ایرنا) [۲۷، ۱۲، ۱۳۹۶]، مصرف بنزین در آستانه نوروژ از یکصد و یک میلیون لیتر گذشت..  
<http://www.irna.ir/fa/News>
۱۷. دادرس، اردشیر (۱۳۹۷). بهره برداری از ۱۵۱ جایگاه جدید سی ان جی در کشور تا پایان سال، خبرگزاری تسنیم، ۱۶ مهر ۱۳۹۷  
<https://www.tasnimnews.com/fa/news/1397/07/16/1847168/>
۱۸. دادرس، اردشیر (۱۳۹۳). قوانین مانع ورود بخش خصوصی به جایگاه داری سوخت است. سایت اسکای نیوز ۳۰ مهرماه ۱۳۹۳  
<http://iscanews.ir/news/116721/~/>
۱۹. دهقان محمد جواد، طاهره میرعمادی، سپهر قاضی نوری و قاسم پور نرگسی. (۱۳۹۷). گونه شناسی نظریات بین‌المللی سازی نظام‌های نوآوری. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت عمومی. پذیرفته و زیر چاپ
۲۰. دفتر برنامه‌ریزی اقتصاد کلان برق و انرژی (۱۳۹۵) چهار دهه ترازنامه انرژی ایران، تهران، وزارت نیرو
۲۱. دین محمدی، مصطفی؛ صادقی، زین‌العابدین؛ صادقیان بافتی، رجبعلی؛ قاسمی، هما؛ (۱۳۹۱). شبیه‌سازی پویای توسعه خودروهای گازسوز در ایران. مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، شماره ۱، ۱۹۱-۲۲۷.
۲۲. رحیمی راد، یحیی زاده فر، میرعمادی طاهره، مدهوشی مهرداد. (۱۳۹۷). تحلیل نظام نوآوری فناورانه سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک در ایران. مدیریت نوآوری، سال ششم، شماره ۴، ۱-۲۵.
۲۳. روزبه مرتضی (۱۳۹۴). قطع واردات مخازن سی‌ان‌جی تولید داخل کشور را شکوفا می‌کند. خبرگزاری مهر  
تولید-داخل-CNG/قطع-واردات-مخازن-2927008-  
<https://www.mehrnews.com/news/2927008->  
کشور-را-شکوفا-می-کند
۲۴. سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور (۱۳۸۵). کارنامه عملکرد طرح ملی (سی‌ان‌جی) سال ۷۹ تا (۸۵). تهران: سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور  
<http://ifco.ir/images/book/cng.pdf> ۲۰٪ عملکرده ۲۰٪

۲۵. سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور (۱۳۹۵) راهنمای مصف سوخت خودروهای سبک کشور، تهران، وزارت نفت
۲۶. سازمان ملی استاندارد ایران (۱۳۸۷)، گزارش استاندارد ملی ایران به شماره ۴۲۲۴، تهران، <http://www.isiri.gov.ir/portal/home/?news/146605/57454/224937>
۲۷. سازمان ملی استاندارد ایران، (تجدید نظر اول) ۲۲۳۴، تهران، پورتال رسمی <http://www.isiri.gov.ir/portal/home/?news/146605/57454/224937>
۲۸. سازمان هدمندسازی یارانه‌ها. (۱۳۹۱) تاریخچه هدمندی در ایران. <http://www.hadafmandi.ir/index.php/2015-02-26-00-43-56/2015-02-26-00-45-39/84-2015-02-26-00-26-04>
۲۹. ساکت محمد جواد. (۲۰۱۸). تغییر قیمت برای توسعه سی ان جی کافی نیست. در عیار آنلاین ۷ شهریور ۱۳۹۶
- ayaronline: <http://ayaronline.ir/1396/06/250153.html>
۳۰. عقیلی نغمه (۱۳۸۹). تولید بنزین از گیاه جاتروفا در استان گلستان، روزنامه ایران، ایران زمین، سال ۱۶، شماره ۴۵۷۳
- [http://old.iran-newspaper.com/1389/5/20/Iran/4573/Page/23/Iran\\_4573\\_23.pdf](http://old.iran-newspaper.com/1389/5/20/Iran/4573/Page/23/Iran_4573_23.pdf)
۳۱. فکری، م. (۱۳۹۰). بررسی میزان ظرفیت و نحوه برداشت از منابع مشترک نفت و گاز بین ایران و کشورهای همسایه. روزنامه خراسان، <http://www.khorasannews.com/>
۳۲. فیروزه خلعت بری (۱۳۸۶). "بنزین نگاهی راهبردی به موضوع سوخت در بخش حمل." تهران، مرکز تحقیقات استراتژیک.
۳۳. قاسم زاده، و نادری. (۱۴ بهمن، ۱۳۹۴). به نقل از میرعمادی، شجاعی و محمدی آشنانی (۱۳۹۵)
۳۴. مبینی، و مهدی زاده. (۱۳۹۴، بهمن ۱۱). به نقل از میرعمادی، شجاعی و محمدی آشنانی (۱۳۹۵)
۳۵. مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۳). گزارش تحقیق و تفحص مجلس از صنعت خودرو. تهران: خبرگزاری مجلس شورای اسلامی. ۲۹ تیر
- <http://www.icana.ir/Fa/News/259208/> -از-صنعت-...-خودروسازی-سقوط-۶-پله‌ای-صنعت
۳۶. محمدرضا تقوا، ناصر باقری مقدم، حبیب الله طباطبائیان و تقوی فرد. (۱۳۹۵). بین فرآیند توسعه فناوری با استفاده از موتورهای محرک نوآوری؛ مورد مطالعه: توسعه فناوری نیروگاه های بادی در ایران. ۱۰۳-۷۵
۳۷. محمود متوسلی، محمدرضا میگون پوری، و الهه میگون پوری. (۱۳۹۲). شناسایی عوامل مؤثر بر فرآیند شکل گیری سیستم نوآوری فناورانه در کشور: الگویی مبتنی بر نظریه برخاسته از داده. فرآیند مدیریت و توسعه، دوره ۲۶، شماره ۸۳، ۲۸-۳.

۳۸. مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت نفت و گاز. (پاییز ۹۷). بررسی موانع و راهکارهای توسعه صنعت گاز فشرده در ایران. تهران، مرکز مطالعات زنجیره ارزش در صنعت نفت و گاز.
۳۹. منظور داوود، محمد صفا کیش (۱۳۹۰). "اثرات سیاست‌های زیست محیطی و اقتصادی بر رفتار حمل و نقل شهری با رویکرد قیاسی - استقرایی: مطالعه موردی شهر تهران." فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی (۴) تابستان ۱۳۹۰، دوره ۱، شماره ۴؛ از صفحه ۱ تا صفحه ۱۷.
۴۰. میرزایی سعید و همکاران (۱۳۹۰). کتاب اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور. تهران، پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی.
۴۱. موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (۱۳۸۵-۱۳۹۵) تهران ترازنامه هیدروکربوری،
۴۲. میرعمادی، طاهره و مهدی بهارلو (۱۳۹۶). ترسیم نقشه گذار از سیاست‌های علم و فناوری به سیاست‌های نوآوری، تهران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
۴۳. میرعمادی طاهره، بهارلو مهدی و بهزادی مریم. (۱۳۹۷). تحلیل ساختاری - کارکردی نظام نوآوری فناورانه بالگرد در ایران. فصلنامه مدیریت نوآوری، دوره ۷ شماره ۱، ۳۹-۶۰.
۴۴. میرعمادی طاهره، بهارلو مهدی. (۱۳۹۷). ارزیابی روند سر ریز دانش در نظام نوآوری فناورانه پهباد در ایران. فصلنامه مطالعات بین‌رشته‌ای دانش راهبردی، پذیرفته شده و زیر چاپ
۴۵. میرعمادی طاهره، رحیمی راد زهره. (۱۳۹۴). ارزیابی تاثیر برجام و قطعنامه ۲۲۳۱ شورای امنیت بر فرآیند توسعه فناوری در ایران. نشا علم، دوره ۵، شماره ۲.
۴۶. میرعمادی طاهره، رحیمی راد زهره. (۱۳۹۵). شناسایی شکست‌های در سیستم در تحلیل نظام نوآوری سوخته‌های زیستی در ایران. فصلنامه سیاست علم و فناوری زمستان سال هشتم - شماره اول - پیاپی ۲۹، ۲۷-۴۲.
۴۷. میرعمادی طاهره، رحیمی راد زهره. (۱۳۹۶). نظام نوآوری فناورانه میکروآلک. تهران: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.
۴۸. میرعمادی طاهره. (۱۳۹۱). مدارهای توسعه نیافتگی و تاثیر آن بر نظام نوآوری ایران. سیاست علم و فناوری (پیاپی ۱۷)، شماره ۱.
۴۹. میرعمادی طاهره. (۱۳۹۵). ده مقاله اساسی نگرش نظام ملی نوآوری. تهران: انتشارات موسسه توسعه دانش و پژوهش ایران.
۵۰. میرعمادی طاهره. (۱۳۹۶ الف). جستاری در پویایی نظری قلمرو سیاست پژوهی علم، فناوری و نوآوری از نظر درجه بین‌رشته‌گی. فصلنامه مطالعات بین‌رشته‌ای علوم انسانی، زمستان، دوره ۱۰، شماره پیاپی ۳۷، ۲۵-۱.

۵۱. میرعمادی طاهره. (۱۳۹۶ ب). آینده پژوهی انتقادی حکمرانی آب. فصلنامه سیاستگذاری عمومی، زمستان دوره ۳ شماره ۴، ۲۱-۱.
۵۲. میرعمادی طاهره، انسیه شجاعی، حسین محمدی آشنانی، ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در بیست سال گذشته، تهران سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
۵۳. وزارت نفت (۱۳۹۲)، ترازنامه هیدروکربوری کشور، تهران، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
۵۴. وزارت نیرو (۱۳۸۴-۱۳۹۵) تراز نامه انرژی، تهران، انتشارات دفتر برنامه ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی،

### منابع انگلیسی:

1. Abdullah .S. M. (2017). Clientelism, rent-seeking and protection: a study of corruption in Iraq after 2003.
2. Alizadeh Parvin and Hassan Hakimian .(2013) .Iran and the Global Economy: Petro Populism, Islam and Economic Sanctions .London : Routededge.
3. Andersen, A., P.D.Andersen .(2014),Innovation system foresight . Technol. Forecast. Soc. Chang. 88.286-276 ،
4. Ardilaa Laura and Carlos Franco. (2013). Policy analysis to boost the adoption of alternative fuel vehicles in the Colombian market. Cambridge, Massachusetts USA.
5. Atomic Energy Agency. (2017). Perspectives on transitions to sustainability. Denmark: AEE.
6. Australian Government .(2007) .Tackling Wicked Problems: A Public Policy Perspective ."Sidney: Australian Public Service Commission. 25 October.
7. Baker Q.E., Davis, D.A., Gallerani, R., Sánchez, V. and Viadro, C .,(2000) . "An Evaluation Framework for Community Health Programs .,"The Center for the Advancement of Community Based Public Health.
8. Ben Martin, Andersen Fagerberg Jan .(2013) .Innovation studies-towards new agenda .Andersen Fagerberg Ben Martin ،Innovation Studies: Evolution and Future Challenges (1) Cambridge: Oxford University Press.
9. Bergek, A. (2004), Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology ."Industrial and Corporate Change, 13 (5), 815-849. Jacobsson.
10. Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., & Lindmark, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. Research policy, 37 (3), 407-429.



11. Bergek, Anna, S. J. (2008). positive externalities': Two key processes in the formation phase of technological innovation. systems, 2008, Technology Analysis & strategic Management, (20), 5, 575.
12. Berger Gerald and Richard Steurer .(2010) .The Lisbon Strategy and Sustainable Development Strategies across Europe; How different governance arrangements shape the European coherence and policy documents .Wien
13. [https://www.wiso.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H73000/H73200/InFER\\_Discussion\\_Papers/InFER\\_DP\\_10\\_1\\_Lisbon\\_Strategy\\_\\_SDS.pdf](https://www.wiso.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H73000/H73200/InFER_Discussion_Papers/InFER_DP_10_1_Lisbon_Strategy__SDS.pdf): Institute of Forest, Environment and Natural Resources (FER).
14. Binz, C., & Truffer, B. (2012). Technological innovation systems in multi-scalar space. *Geographica Helvetica*, 66(4), 254-260.
15. Birckland Thomas(2017) .The agenda setting in public policy .Gerald Miller, Mara Frank Fischer ،The Handbook of public policy .CPR.
16. Bobb Kamau and Isabel Bortagaray Cuzzens Susan E .(2002) .Evaluating the distributional consequences of science and technology policies and programs .Research Evaluation 1 ,(2) 11 ,August.107-101
17. Borrás Sussana & A-B Lundvall B-A .(2006) .Science, Technology and Innovation Policy .Edited by Jan Fagerberg and David C. Mowery ،The Oxford Handbook of Innovation
18. /10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0022 .(London: Oxford University Press.
19. Borrás Sussana (2008) The Widening and Deepening of Innovation Policy: What Conditions Provide for Effective Governance .?PRIME International Conference on innovation policy .Mexico: Prime International.
20. BP (2009) BP Statistical Review of World Energy, London, British Petroleum Company
21. BP (2010) BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum Company
22. BP (2011) BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum Company
23. BP (212) BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum Company
24. Bressers H. T. A & ،O'toole, L. J. (2005). Instrument selection and implementation in a networked context. Designing government: From instruments to governance, 132-153.
25. Bruckner. (2014). Energy Systems, Climate change:. In E. e. al., Mitigation of Climate Change. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change,. Cambridge : Cambridge University Press.

26. Calidoni-Lundberg.F (2006) .Evaluation: Definitions, Models and Methods, An ITPS framework .Östersund: ITPS, Swedish Institute For Growth Policy Studies.
27. Caracosta, P & ,Mulder, U. (1998). Society. The Endless Frontier: a European visión of research and innovation policies for the 21st Century. European Commission .(387-223) .Bruxelles: European Commission.
28. Carlsson Bo and Rikard Stankiewicz(1991).On the nature, Function, Composition of Technological Systems," Journal of Evolutionary Economics, 1(2), 93-118, p.111
29. Carlsson Bo .(2002) .Technological systems in the bio industries: an international study .,Norwell: Kluwer Publisher House
30. Carlsson, B. (Ed.). (2012). Technological systems in the bio industries: An international study (Vol. 26). Springer Science & Business Media.
31. Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. evolutionary economics, 1 (2), 93-118.
32. Chaminde, C. (2005 a). The use of systems of innovation approach in innovation policy. Lund : Lund university.
33. Crabbe Ann and Pieter Leroy .(2012) .The Handbook of Environmental Evaluation .London : Earthscan.
34. Crabbe Ann and Pieter Leroy .(2012) .The Handbook of Environmental Evaluation .London : Earthscan.
35. Crasemann P.N., W. Lehto, P. Starzer, O. van der Zwaan,A. Cunningham .(2012) .Peer-Review of the Danish Research and Innovation System: Strengthening innovation performance. E .Brussels: Expert Group Report prepared for the European Research Area Committee;.
36. Creutzig, F., Roy, J., Lamb, W. F., Azevedo, I. M., de Bruin, W. B., Dalkmann, H., ... & Hertwich, E. G. (2018). Towards demand-side solutions for mitigating climate change. Nature Climate Change, 8(4), 268.
37. Davis, J. M. (2006). Toward Theory Laden Evaluation. American Journal of Evaluation, Vol.27, Issue 1, 64-82.
38. Duffy Deirdre Niamh .(2018) .Evaluation and Governing in the 21st Century .New York: Palgrave.
39. Dukert, Joseph M. (2009). Energy (Greenwood Guide of Energy Buisness and Economics). New York, Greenwood Press.
40. Economic Consulting Associates Limited Associates (2015). Lock-in Carbon toolkit, qick start quide to carbon lock-in assessment. London U.K.: Economic Consultant Associates Limited.

41. Edler Jakob, Kieron flanagan, Phillip Iardo Cunningham Paul .(2010) . innovation policy mix and instrument interaction a review compendium of evidence on the effectiveness of innovation policy intervention ., Manchester: NESTA,
42. [https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/innovation\\_policy\\_mix\\_and\\_instrument\\_interaction.pdf](https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/innovation_policy_mix_and_instrument_interaction.pdf).
43. Edquist Charles (2001) The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art ."Aalborg: Druid Conference.
44. Edquist Charles and B-A. Lundvall Johnson B .(2003) .Economic Development and the National System of Innovation Approach .,First Globalics Conference .,Rio de Janeiro: Globalics.
45. Edquist, Charles. (2001). "The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art." Aalborg: Druid Conference.
46. Edquist, Charles. (2005). systems of Innovation. In The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Publishing House.
47. Edquist, Charles. Chaminde 2005) .a .(The use of systems of innovation approach in innovation policy .Lund : Lund university.
48. Edquist.Charles (2005) systems of Innovation .The Oxford Handbook of Innovation .Oxford Unversity Publishing House.
49. EIA (2013). "Annual Energy Outlook." U.S. Energy Information Administration.
50. Endl, A. (2017) "Addressing Wicked Problems "through Governance for Sustainable Development—A Comparative Analysis of National Mineral Policy Approaches in the European Union .Sustainability, 9(10), 1830.
51. Ergas Henry (1987), Does technology policy matter .technology and global Industry; companies and nations in the world economy.245-191 .
52. European Environment Agency .(2017) .Perspectives on transitions to sustainability .Denmark: AEE.
53. European Standard (2008) BS EN 15403:2008, <https://www.en-standard.eu/din-en-228-automotive-fuels-unleaded-petrol-requirements-and-test-methods...>
54. European Standard (2017) BS EN 228:2008, <https://www.en-standard.eu/din-en-228-automotive-fuels-unleaded-petrol-requirements-and-test-methods...>
55. Fagerberg Jan (2005) Innovation a guide to the literature .David Mowery and Richard Nelson Jan Fagerberg .The Oxford Handbook of Innovation .(28-1)Oxford : Oxford University Press.
56. Fagerberg Jan (2017) Innovation Policy: Rationales, Lessons, Challenges . Journal of Economic Surveys 31.2,497- 512-

57. Florian Kern, Michael Howlette Karoline S. Roggea .(2017) .Conceptual and empirical advances in analysing policy mixes for energy .Energy Research and Social Science, 33.10-1 ‘
58. Freeman Chris and Francesco Louca .(2003) .As times goes by .Oxford: Oxford University.
59. Geels Frank W. and Johan Schot .(2007) .Typology of socio-technical transition pathways .Research Policy.417-392
60. Geels Frank.W. (2112‘ (Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case study ,’ Research Policy, 31: 1257(8 .74-
61. Geels Frank.W., Schot, J., Geels .(2007) .Typology of sociotechnical transition pathways .Research Policy, 36 (3).417-399
62. Geels Frank W (2004): From sectoral systems of innovation to socio-technical systems,Insights about dynamics and change from sociologyand institutional theory .Research Policy 33920-897 ‘
63. Geels Frank W (2010) Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective .Research Policy, Volume 39, Issue 4, May 2010.10-495 ‘(510-495)39 ‘
64. Geels Frank W. The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860 .(1930-Technology Analysis & Strategic Management Vol. 17, No. 4, December 2005.476-445 ‘
65. Geels Frank W. (2007), Feelings of Discontent and the Promise of Middle Ranged Theory of STS .Science, Technology & ,Human Values, Volume 32 Number 6.651-627 ‘
66. Geels Frank W. (2005 b) Co-evolution of technology and society:The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850—(1930—a case study in multilevel perspective .Technology in Society 27.397-363 ‘
67. Geels Frank W. and Johan Schot" .(2010) .The dynamics of transitions: a socio-technical perspective .John, Rotmans, Jan and Schot, Johan Grin ‘ Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change .(104-14) .Routledge.
68. Geels Frank W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J ... , &Wassermann, S. .(2016) .The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electr .Research Policy, 45(4) .913-896
69. Geels Frank. W., Schwanen, T., Sorrell, S., Jenkins, K & ,Sovacool, B. K. Geels .(2018) .Reducing energy demand through low carbon innovation: A sociotechnical transitions perspective and thirteen research debates . Energy Research & Social Science, 40.35-23 ‘

70. Geels, Frank W. (2016). The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electr. *Research Policy*, 45(4), 896-913.
71. Geels, Frank W. and W. Verhees, B. Geels. (2011). Cultural legitimacy and framing struggles in innovation journeys: a cultural-performative perspective and a case study of Dutch nuclear energy (1945-1986). *Technological Forecasting and Social Change*, 78, 930-910, (6)
72. Geels, Frank. W. (2018). Reducing energy demand through low carbon innovation: A sociotechnical transitions perspective and thirteen research debates. *Energy Research & Social Science*, 40, 23-35.
73. Geels, Frank W. (2005a) Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis. Frank Geels (Technological Transitions and System Innovations) Chapter 3. (London: Edward Elgar Publishing.
74. Gordon, R. L. (2011). *The Theory and Practice of Energy Policy*. International handbook on the economics of energy. L. C. Hunt and J. Evans, Edward Elgar Publishing.
75. Guba Egon and Yvonna Lincoln. (1994). *Competing Paradigm in Qualitative Research*. N.K. Denzin and Y.S. Lincoln (Handbook of Qualitative Research. California: Thousand Oaks, Sage.
76. Harper Jennifer Cassingena (2017), *The impact of technology foresight on innovation and innovation policy*. Paul Cunningham, Abdullah Gök and Philip Shapira Jakob Edler (Handbook of Innovation Policy Impact) Chapter 16. (London: Edward Elgar Publishing.
77. Hayes Morigan Bernan. (2008). *Innovation Systems and Environmental Technologies: Cross-sectoral Analysis and Policy Implications*. Copenhagen/ Denmark: Norden
78. Hekkert M. P. and Ann Wieczorek. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87
79. Hekkert, M. P. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
80. Hekkert, M., Negro, S., Heimeriks, G., & Harmsen, R. (2011). *Technological innovation system analysis: A manual for analysts*. Utrecht University - Faculty of Geosciences - C&M.
81. Hermans, L., Cunningham, S., Slinger, J. (2014). The usefulness of game theory as a method for policy evaluation, *Evaluation*, Vol. 20(1): 10-25.
82. Howlett, M., & Rayner, J. (2013). Patching vs packaging in policy formulation: Assessing policy portfolio design. *Politics and Governance*, 1(2), 170-182.

83. International Energy Agency, 2009, Key World Energy Statistics Vienna, IEA.
84. International Energy Agency, 2010, Key World Energy Statistics Vienna, IEA.
85. International Energy Agency, 2011, Key World Energy Statistics Vienna, IEA.
86. International Energy Agency, 2012, Key World Energy Statistics Vienna, IEA.
87. International Energy Agency, 2013, Key World Energy Statistics Vienna, IEA.
88. J., D'Este, P., Llopis, O & „Rafols, I. Molas-Gallart .(2015) .Towards an alternative framework for the evaluation of translational research initiatives .Research Evaluation, 25(3).243-235
89. Jacobsson S, M Holmén, A Rickne Carlsson B .(2002) .Innovation systems: analytical and methodological issues .Research Policy 31 (2 ,( .245-233
90. Jacobsson S.and Björn Sandén, 'Legitimation' and 'development of Anna Bergek .(2008) .positive externalities': Two key processes in the formation phase of technological innovation .ystems, 2008, Technology Analysis & strategic Management,575 ,5 ,(20) ‘
91. Jacobsson, A., S., Carlsson, B., Lindmark, S & „Rickne, A. Bergek .(2008) . Analyzing The Functional Dynamics of Technological Innovation Systems: A Scheme of Analysis .Research Policy, 37(3).429-409 ‘
92. Jacobsson, S. &.-8.
93. Jacobsson, S. Bo Carlsson, Sven Lindmarki, Annika Rickne Anna Bergek . .(2008)Analyzing the Dynamics and functionality of sectoral Innovatio, a manual Dynamics of industry and Innovation Copenhagen: DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005.
94. Jacobsson, S., Bergek, A. (2004). Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. Industrial and Corporate Change, 13 (5), 815-549.
95. Jakob Edler ‘Paul Cunningham ‘Abdullah Gok و ‘Phillip Shapira .(2016) . Handbook of Innovation Policy impact .Cheltenham: Edward Elagr Publishing.
96. Japan International Cooperation agency (JICA) (2011), issues in Ex-ante and Ex-post Evaluations ."  
[http://www.jica.go.jp/english/our\\_work/evaluation/tech\\_and\\_grant/guides/pdf/guideline03-02.pdf](http://www.jica.go.jp/english/our_work/evaluation/tech_and_grant/guides/pdf/guideline03-02.pdf).
97. Johnson Ann B., C. a.-A. (2003). Economic Development and the National System of InnovationApproach,. First Globalics Conference,. Rio de Janeiro: Globalics.

98. Johnson Ron, Susanne Gieseke Critiano Cagnin .(2004) .Foresight Contribution to Grand Cahllenge and participative Governance in Different Cultural Settings .Technological Forecasting and Social Change,101 (2015).184-182
99. Joyashree Roy William, F. LambWilliam F. Lamb et al. Felix Creutzig . .(2018)Towards demand-side solutions for mitigating climate change . Nature Climate Change 8(4.271-268 :(
- 100.Kasianantham Nanthagopal .(2011) .Hydrogen enriched compressed natural gas (HCNG): A futuristic fuel for internal combustion engines . Thermal Science.1154-1145 ‘
- 101.Kemp J. R., Van Asselt, M. Rotmans .(2001) .More evolution than revolution,transition management in public policy,3 (1 .(Foresight-15 ‘ .31
- 102.Kemp René, D. L. (2007). Transition management: new mode of governance for sustainable development. The International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 1-15.
- 103.khorshid doost, Bagheri Moghadam Nasiri .(2013) .Effects of under-development and oil-dependency of countries on the formation of renewable energy technologies: A comparative study of hydrogen and fuel cell technology development in Iran and the Netherlands .Energy Policy ‘Volume 63, December, Pages 588-598.
- 104.Kieron, Elvira Uyarra, and Manuel Laranja. Flanagan .(2011) . "Reconceptualising the‘ policy mix’for innovation .".Research Policy 40.5 ‘ .713-702
- 105.Kivimaa Paula, P. Mickwitz P and Kerstin Astrand Upham .((2014) . Climate Polcy Innovation; a sociotechnical transition perspective . Environmental politics, 23 (5.794-774)
- 106.Kivimaa Paula, Florian Kern. (2016) . Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. Research Policy, 45 (1), 205-217.
- 107.Kivimaa Paula. Florian Kern (2016) Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions .Research Policy, 45 (1.217-205 ‘
- 108.Klitkou P., A & .Olsen, D. S. (2016).. Upham .(2016) .Using transition management concepts for the evaluation of intersecting policy domains ('grand challenges'): the case of Swedish, Norwegian and UK biofuel policy .International Journal of Foresight and Innovation,11.95-73 ‘(3-1),
- 109.Koch. T. (1994). Beyond measurement: fourth-generation evaluation in nursing. formal of Advanced Nursing ‘20 ‘1148-1155.
- 110.Kristensen Peter(2004) The DPSIR Framework .workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa .Nairobi, Kenya:

- <http://wwz.ifremer.fr/dce/content/download/69291/913220/.../DPSIR.pdf>.
111. Kristensen, P. (2004). The DPSIR Framework. workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa. Nairobi, Kenya: <http://wwz.ifremer.fr/dce/content/download/69291/913220/.../DPSIR.pdf>.
  112. Kuhlmann S. and Meyer Krahmert F. (1995). Practice of Technology Policy in Germany. Stefan Kuhlmann Gerhard Becher. Evaluation of Technology Policy program in Germany. (32-2) Springer Science Business Media.
  113. Lankhuizen, R. K., M & Gilsing, V. Woolthuis. (2005). A system failure framework for innovation policy design., 25(6). (Technovation. 619-609
  114. Lankhuizenb Maureen Rosalinde Klein Woolthuisa. (2005). A system failure framework for innovation policy design. Technovation
  115. Lena Neij, Ernst Worrell and Michael McNeil Luis Mundaca. (2010). Evaluating Energy Efficiency Policies with Energy-Economy Models. Berkely Lab: ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY.
  116. Leroy, C. A. (2012). The Handbook of Environmental Evaluation. London : Earthscan.
  117. Lidner Ralf & Daimer, Stephanie & Beckert, Bernd & Heyen, Nils & Koehler, Jonathan & Teufel, Benjamin & Warnke, Philine & Wydra, Sven. (2016) Addressing directionality: Orientation failure and the systems of innovation heuristic. Towards reflexive governance. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI): Franhofer.
  118. Lincoln, E.G., Y. S. Guba. (2001). Guidelines and checklist for constructivist (aka fourth generation) evaluation. Evaluation and Checklist Project, <https://wmich.edu/sites/default/files/attachments/u350/2014/constructivisteval.pdf>.
  119. Lincoln, YS. & Guba, EG. (1985). Naturalistic Inquiry. Newbury Park, CA: Sage
  120. Linda M. Kamp, A.-L. V. (2010). Exploring Energy transitional pathway; Insights from Sweden and Denmark. RSCP-EMSU conference (pp. 1-22). Delf -Netherland: e 14th European Roundtable on Sustainable Production and Consumption (ERSCP) The 6th Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) 22.
  121. Loorbach Derk, Nikki Frantzeskaki, Till Pistorius Rick Bosman. (2014). discursive regime dynamics in the Dutch energy transition. Environmental innovationn and societal transition, 13.59-45
  122. Loorbach Derk and J. Rotmans Jan R. Kemp René. (2007). Transition management: new mode of governance for sustainable development. The



- International Journal of Sustainable Development and World Ecology-1 ،  
.15
123. Luis Mundaca, L. N. (2010). Evaluating Energy Efficiency Policies with Energy-Economy Models. Berkely Lab: ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY.
124. Lundvall B-A and Sussana Borrás .(2006) .Science, Technology and Innovation Policy .Edited by Jan Fagerberg and David C. Mowery ،The Oxford Handbook of Innovation /10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0022 .(London: Oxford University Press.
125. Lundvall, B. A., Vang, J & ,Joseph, K. J. Chaminade .(2009) .Designing innovation policies for development: towards a systemic experimentation-based approach .C., Lundvall, B. A., Vang, J & ,Joseph, K. J. Chaminade ، Handbook on Innovation Systems and developing Countries: Building Domestic Capabilities in a global setting .London : Edward Elagar Publishing.
126. M. (2017). State-business relations and clientelism in Qatar. Journal of Arabian Studies, 7(1), 1-27. Kamrava.
127. M. L & ,Rafols, I Wallace .(2015) .Research portfolio analysis in science policy: Moving from financial returns to societal benefits .Minerva, 53 ،(2) .115-89
128. M. L & ,Rafols, I Wallace .(2015) .Research portfolio analysis in science policy: Moving from financial returns to societal benefits .Minerva, 53(2 ،( .115-89
129. M.H. Mohammadi Ashnani, T. M., A. Johari, A. Danekar (2015). "Environmental impact of alternative fuels and vehicle technologies: a life cycle assessment (LCA) perspective." Procedia Environmental Sciences in press.
130. Mahdavy, Hossein (1970) The Pattern and Problems of Economic Development .M.A. Cook ،Rentier States: The Case of Iran .Oxford: Oxford University Press.
131. Mariam Kahan .(2008) .Excerpt from Review of Evaluation Framework, Prepaed for the Saskatchewan Ministry of Education .Saskatchewan, Canada: Kahan, 2008, Excerpts from Review of Evaluation Frameworks, prepared Saskatchewan Ministry of Education <http://idmbestpractices.ca/pdf/evaluation-frameworks-revie>.
132. Mariam Kahan .(2008) .Excerpt from Review of Evaluation Framework, Prepaed for the Saskatchewan Ministry of Education .Saskatchewan, Canada: Kahan, 2008, Excerpts from Review of Evaluation Frameworks, prepared Saskatchewan Ministry of Education <http://idmbestpractices.ca/pdf/evaluation-frameworks-revie>.
133. Markard, J. & .-1.-6. (n.d.).

134. Masoud Karshenas .(1990) .Oil, State and Industrialization in Iran . Cambridge: Cambridge University Press.
135. Matthew Hoffman .(2011) .Climate Governance at the Crossroads: Experimenting with a Global Response after Kyoto .Oxford University Press.
136. Maureen Lankhuizenb Rosalinde Klein Woolthuisa. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *technovation*.
137. Michael Howlett and Ishani Mukherjee .(2017) .Policy Design from Tools to Patches .Canadian Public Administration, Volume 60, Issue 1.44-40 ‘
138. Michael Lim .(2016) .UNCTAD STIP Review of Islamic republic of Iran . Geneva: UNCTAD.
139. Mickwitz Per (2003) A Framework for Evaluating Environmental Policy Instruments Context and Key Concepts .*Evaluation*, Vol 9(4).436-415
140. Mickwitz Per (2006), *Environmental Policy Evaluation*, Finland: The Finnish Society of Sciences and Letters.
141. Ministry of Foreign Affairs (MFAF) .(2007).Evaluation guidelines – Between past and future .Hakapaino Oy.: Ministry of Foreign Affairs.
142. Ministry of Foreign Affairs (MFAF) .(2007) .(Evaluation guidelines – Between past and future .Hakapaino Oy.: Ministry of Foreign Affairs.
143. Miremadi Tahere and Mehdi Baharloo .(2019) .Contribution of defense sector .*Journal of Science and Technology policy management* xxx.xxx.
144. Miremadi Tahereh (2013) *Tahereh Biotechnology in Iran; a Study of the Structure and Functions of the Technology Innovation System* .Abdol Soofi و Sepehr Ghazinoory ‘Science and Innovation in Iran, Development Progress and Challenges) p (159-139 )London: Palgrave-Mcmilan.
145. Miremadi Tahereh, Salekdeh, G. H., Aghdami, N., Gharanfali, M., Vasei, M., Kouhkan, A. Miremadi .(2012) .Stem cell research and therapy in the Islamic republic of Iran: pioneering in the Islamic world .*Stem cells and development*, 22(1).57-51
146. Miremadi Tahereh .(2018) .The Challenge of International Sanctions against Iranian Pharmaceutical Industry .*Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*.70-53 ,(1)6 ‘
147. Miremadi .Tahereh (2014) *The Role of Discourse of Techno-Nationalism and Social Entrepreneurship in the Process of Development of New Technology: A Case Study of Stem Cell Research and Therapy in Iran* . Iranian Studies, Vol.47 (1.20-1 ‘
148. Mohammadi Ashnani, M. D. (2015). *Life cycle Assessment*. *Procedia*.
149. Mohtadi, S., Cane, M., Seager, R & Kushnir, Y. Kelley .(2017) . Commentary on the Syria case: Climate as a contributing factor .*Political Geography*, 60247-245 ‘

150. Molas -Gallart Jordi and A. Davies (2006), Towards theory Led evaluation, the experience of European science, technology and innovation policies .American journal of evaluation, 27(1), 64-82. 82-68 .
151. Molas-Gallart, Jordi (2016) Science and Technology Indicators In & For the Peripheries. A Research Agenda .  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2818335](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2818335): Social Science Network.
152. Molas-Gallart, Jordi. D. (2015). Towards an alternative framework for the evaluation of translational research initiatives. *Research Evaluation*, 25(3), 235-243.
153. Molina, E) .2013 .(Dynamics of the transition towards alternative fuel vehicles in advanced and emerging markets .The System Dynamics Society .Santa Monica: System Dynamics Society.
154. Molina. Edmundo (2013). Dynamics of the transition towards alternative fuel vehicles in advanced and emerging markets. The System Dynamics Society. Santa Monica: System Dynamics Society.
155. Moreau, K.A و Clarkin, C.L. (2012). Thinking beyond Measurement, Description and Judgment: Fourth Generation Evaluation in Family-Centered Pediatric Healthcare Organizations. *Journal of Multidisciplinary Evaluation*, 8 (17).
156. Mukherjee, M. H. (2017). Policy Design from Tools to Patches. *Canadian Public Administration*, Volume 60, Issue 1, 40-44.
157. Mytelka Lynn and Smith .(2002) .Policy learning and innovation theory: an interactive and co-evolving process .*Research Policy*, Volume 31, Issues 8 ,9–December 2002 ,Pages 1467-1479.
158. Mytelka..Lynn(2001) Innovation theory and innovation policy: bridging the gap ..L., K ,Smith, K & ,Karelplein, K. (2001). Mytelka ‘Social sciences and innovation .(125) Paris : OECD Publishing.
159. Nauwelaers Claire and René Wintjes .(2008) .Innovation policy, innovation in policy: Policy learning within and across systems and clusters .Claire Nauwelaers and René Wintjes ‘Innovation Policy in Europe .London: Edward Elgar Publishing.
160. NGVA Europe. (2013, Sep 23). WORLDWIDE NGV STATISTICS. Retrieved Nov 10, 2015, from ngva europe: <http://www.ngvaeurope.eu>
161. NGVA Global (2013). "CNG/LNG Infrastructure Growth." Natural Gas Vehicles for America, <http://agatest.org/index.html>
162. OECD .(2000) .Innovation and Sustainability .Paris: OECD.
163. OECD“ .(2010) .Glossary of Terms in Evaluation and Results-Based Management .”Paris: Organization for economic cooperation and development

164. Polt G., W., Rojo, J., Tübke, A., Zinöcker, K., Fahrenkrog" .(2002) .RTD Evaluation Toolbox - Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies ., "Seville, Spain, European Commission
165. Pries-Heje John, Jan and Richard Baskerville Venable .(2016) .FEDS: A Framework for Evaluation in Design Science Research .European Journal of Information Systems, 25.89-77
166. R. K., Lankhuizen, M & , Gilsing, V. Woolthuis .(2005) .A system failure framework for innovation policy design., 25 .(6) Technovation. 619-609
167. Roald, S. (2009). Motors of Sustainable Innovation Towards a theory on the Dynamics of Technological Innovation system. Utrecht: Utrecht University, Netherland.
168. Rogge Karoline S., Florian Kern, Michael Howlett (2017) Conceptual and empirical advances in analysing policy mixes for energy transitions . Energy Research Social Science, 33.10-1
169. Rohracher Harald, Mathias Weber - .(2012) .Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework, Research Policy, 2012, vol. 41, issue 6.1047-1037
170. Ross, D. (2010). Game theory in Stanford encyclopedia of philosophy available in: <http://plato.stanford.edu/entries/game-theory/>
171. Rothwell Roy. (1994) .Towards the Fifth-generation Innovation Process . International Marketing Review, Vol. 11 Issue: 1.31-7
172. Rotmans, J. K. (2001). More evolution than revolution, transition management in public policy, 3 (1). Foresight, 15-31.
173. Sabatier Paul and Jenkins-Smith, S. P. (1993). Policy Process. Denver: Colorado University.
174. Schildberg, A. and D. Michael ., (2006) .Dead Ends of Transition: Rentier Economies And Protectorate .Campus Verlag
175. Schot, F. G. (2010). "The dynamics of transitions: a socio-technical perspective. In J. R. Grin, Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change. (pp. 14-104). Routledge.
176. Smith Adrian, John Grin Jan-Peter Voß .(2009) .Designing long-term policy: rethinking transition management .Policy Science, 42.302-275
177. Smith, A., Stirling, A., & Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. Research policy, 34(10), 1491-1510.
178. Smith, F. A & , Stirling, A. (2004). Socio-technological regimes and transition contexts. System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy. Edward Elgar, Cheltenham, 44(106), 48-75.

179. Smith, K. (1997). Economic infrastructures and innovation systems. In Charles Edquist Systems of Innovation; technologies, institutions and organizations, London, Routledge,
180. Struben, J., and J. Sterman (2008), Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems. Environment and Planning B: Planning and Design, 1070-1097.
181. Suurs, R. A. (2009). Motors of sustainable innovation, towards a theory on the dynamics. Utrecht University.
182. Suurs, R. A., Hekkert, M. P. (2009). Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands. Technological Forecasting Social Change, 76, 1003-1020.
183. Suurs, R., Hekkert, M.P, Kieboom, S., Smits, R. (2010). Understanding the formative stage of technological innovation system development: The case of natural gas as an automotive fuel. Energy Policy, 38(1), 419-431.
184. Tahereh Miremadi. (Feb, 2018) .A Comparison of National Foresight Exercises of Iran and Korea .Social Science Network:
185. Tanaka Nabuo (2015), Cost effective carbon reduction .  
<https://www.slideshare.net/AllianceToSaveEnergy/nobuo-tanaka-iea-costeffective-carbon-reduction-presentatio>: IEA.
186. The Netherlands Organization for applied scientific research (TNO). (2003). Evaluation of the Environmental Impact of Modern Passenger Cars on Petrol, Diesel, Automotive LPG, The Hague.
187. Tirole, Jean. (2014). Market Power and Regulation, compiled by the Economic Sciences Prize Committee of the Royal Swedish Academy of Science
188. Truffer Bernard Lea Fuenfschilling .(2014) .The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations, from institutional theory . Research policy, 43.791-772 ‘
189. Truffer Bernard, Jochen Marchard Herald Rohrer 2013) .DIME Conference .(Doing Institutional Analysis of Innovation System, A Conceptual Framework .,Bordeaux: DIME conference.
190. Truffer, B. and J Markard (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. Research Policy 37, 596-615. Markard.
191. Turner, S. P. and Roth, P. A. (eds.) (2003). The Blackwell Guide to the Philosophy of the Social Sciences, Blackwell
192. Upham, P. K. (2014)). Climate Policy Innovation; a sociotechnical transition perspective. Environmental politics, 23 (5), 774-794.
193. Upham, P. K. (2016). Using transition management concepts for the evaluation of intersecting policy domains ('grand challenges): the case of Swedish, Norwegian and UK biofuel policies. Foresight and Innovation policy, 11 (1-3), 53-75.

194. Van Alphen Klaas, V. A. (2010). Evaluating the development of carbon capture and storage technologies in the United States.. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 971-986.
195. Van Alphen, K., Noothout, P. M., Hekkert, M. P & „Turkenburg, W. C. Klaas van Alphen .(2010) .Evaluating the development of carbon capture and storage technologies in the United States ..*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3).986-971
196. Van Delden H., R. S. (2011, ). A methodology for the design and development of integrated models for Policy support. *Environmental Modelling & Software*, 26, 266-279.
197. Van Delden, Seppelt R., A.J. Jakeman .(2011) .A methodology for the design and development of integrated models for Policy support . *Environmental Modelling & Software*, 26.279-266
198. Verbeek, H. (2002). The History and Future of NGVS in the Netherlands, 'the Dutch Case'. IANGV conference. Washington DC.
199. Vernay Anne-Lorène, Wim Ravesteijn Linda M. Kamp .(2010) .Exploring Energy transitional pathway; Insights from Sweden and Denmark .RSCP-EMSU conference (1-22) .Delf -Netherland: e 14th European Roundtable
200. Von Neumann, J. and Morgenstern, O. (1953). *Theory Of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press
201. Voß Jan Peter and Basil Bornemann .(2011) .The Politics of Reflexive Governance: Challenges for Designing Adaptive Management and Transition Management .*Ecology and Environment*,16(2).
202. Voß Jan-Peter, A. S. (2009). Designing long-term policy: rethinking transition management. *Policy Science*, 42,, 275-302.
203. Weiczork Anna and Marko Hekkert. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems. *science and public policy*.
204. Wieczorek, A., & Hekkert, M. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39 (1), 74-87
205. Wilson, J. R. Magro.E. (2013) Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy*, 42 .,(9)*Research Policy*, 42, (9)1656-1647
206. Wollmann, H. (2007). "Policy Evaluation and Evaluation Research". In F. M. edited by Frank Fischer, Gerald J. Miller, and Mara S. Sidney, *Handbook of public policy analysis: theory, politics, and methods* (pp. 393-402). Taylor & Francis Group, LLC. Wollmann.(2007) .
207. [www.biofuel.org.uk](http://www.biofuel.org.uk).
208. Yale .(2018) .*Environmental Performance Index* .New Heaven: Yale University.

- 
209. Zinnbauer. D, and Bianchi. A., Osimo. D .(2007) .The Future of eGovernment: An exploration of ICT-driven models of eGovernment for the EU in 2020 ., "Bruxelle: European Commission, Joint Research Centre.
210. Zinnbauer. D, and Bianchi. A., Osimo. D .(2007) .The Future of eGovernment: An exploration of ICT-driven models of eGovernment for the EU in 2020 ., "Bruxelle: European Commission, Joint Research Centre.
211. Zipjet .(2017) .stressful cities ranking '2018 ,4 18 .  
<https://www.zipjet.co.uk/2017-stressful-cities-ranking>