



انجمن سازندگان تجهیزات صنعتی ایران

فرصت طلایی اقتصاد سبز برای سازندگان ماشین آلات و تجهیزات صنعتی



مریم خزاعی

دی ۱۴۰۲

نکات کلیدی

برای حفظ گرمایش جهانی در محدوده مشخص شده در توافق نامه پاریس از مسیر کاهش انتشار کربن و مهار اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی، به حدود ۲۷ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری برای ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات جدید نیاز است. شرکت‌هایی که به دنبال بهره‌برداری از این بازار بزرگ در زمینه‌های متنوعی مانند تولید برق، حمل‌ونقل، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی و ساختمان‌ها هستند، باید سریع و با هدفی روشن حرکت کنند. در همین راستا لازم است بنگاه‌های فعال در حوزه ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی اقدامات ذیل را انجام دهند:

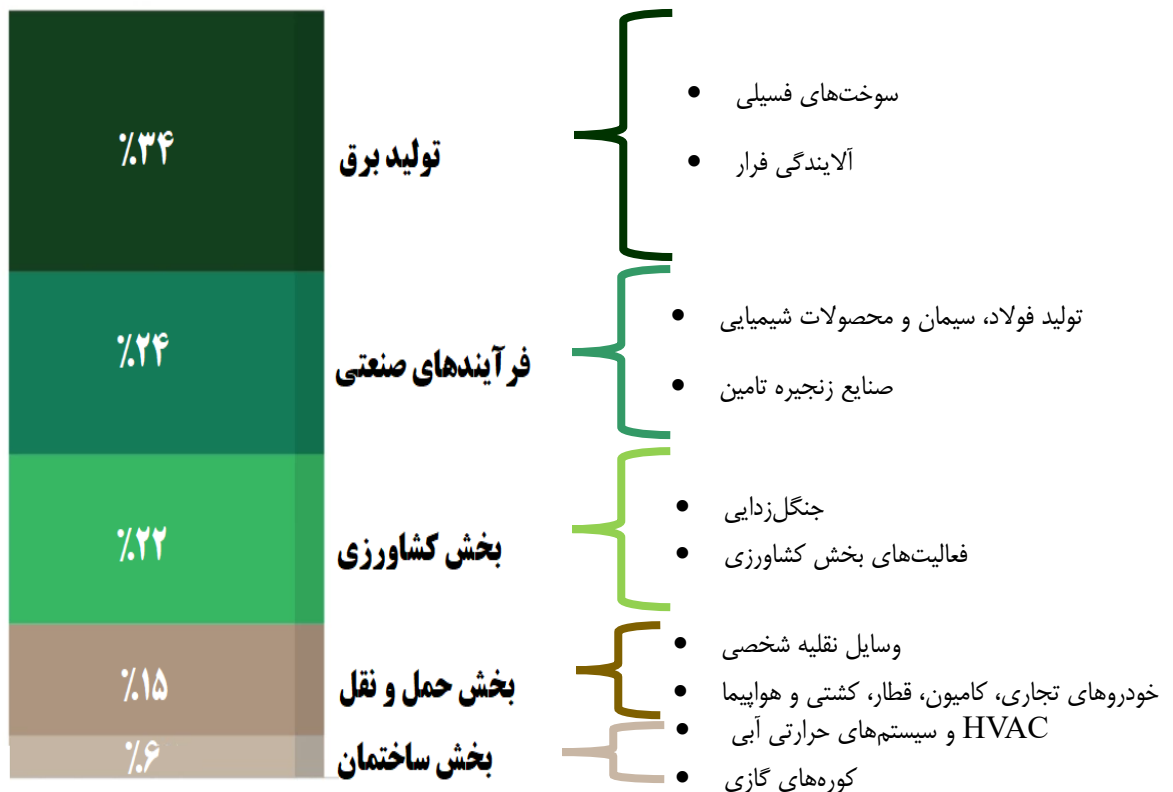
- چشم‌انداز جامع تکنولوژی را بررسی و حوزه‌های اولویت‌دار را بر اساس توانمندی‌های فعلی و خطوط نویدبخش کسب و کار جدید شناسایی کنند.
 - با توجه به بازار و پویایی رقابتی و ترجیحات مشتری، استراتژی جامع ورود به بازار را مشخص نمایند.
 - روابط در سراسر زنجیره ارزش تکنولوژی‌های منتخب را توسعه دهند و شرکای خاص را برای نزدیک‌سازی پیشنهادات به ارزش‌های موردنظر، شناسایی کنند.
- مشارکت در تولید مداوم سیستم‌های انرژی و صنعتی جهان مستلزم درک کامل مدل‌های کسب‌وکار، فناوری‌ها و تقاضای پیش‌بینی‌شده در هر حوزه مورد بررسی است.
- در این میان چالش‌ها نیز بسیار زیاد هستند. برای حفظ میزان گرمایش زمین به سطح کمتر از ۲ درجه سانتیگراد - سقف حیاتی مشخص شده برای جلوگیری از بروز پیامدهای تغییرات اقلیمی شدید - دستیابی به دو هدف ضروری است: (۱) کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به ۴۵ درصد سطح ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۳۰ و (۲) رسیدن به انتشار خالص صفر کربن تا سال ۲۰۵۰. برای دستیابی به این اهداف تقریباً به نوآوری و تولید سیستم‌های انرژی و صنعتی جدید در هر یک از صنایع بزرگ نیاز است.
- بخش اعظم این کار بر عهده سازندگان ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی در جهان خواهد بود - شرکت‌هایی که تجهیزات، قطعات و سیستم‌های اتوماسیون صنعتی را به کلیه صنایع در سراسر جهان ارائه می‌کنند. تجزیه و تحلیل اولیه فرصت‌های اقتصادی موجود برای سازندگان ماشین‌آلات، چشم‌انداز قابل توجه ۱۲ تریلیون دلاری را کشف کرد که بعد از در نظر گرفتن طیف کامل فناوری‌های مورد نیاز و شکاف رو به رشد، تحلیل‌های اخیر رقم مزبور را برای بازه زمانی ۲۰۲۰ الی ۲۰۴۰ به ۲۷ تریلیون دلار افزایش داد.
- شرکت‌هایی که به دنبال تصاحب سهم خود از فرصت‌های موجود هستند، باید جسورانه عمل کنند و متعهد به بازرگاری کامل و در عین حال سریع کسب و کار خود ضمن عرضه سریع نسل بعدی فناوری‌های سبز به بازار باشند.
- از لحاظ تاریخی بررسی تحولات تکنولوژی در دوره‌های گوناگون نشان داده است که بنگاه‌هایی که زودتر از دیگران به سمت عرصه‌های نوین پیش می‌روند، مزایای اقتصادی و استراتژیک واقعی را در طول دوره‌های تغییرات سریع تکنولوژیکی به دست آورده‌اند و این موضوع نشان می‌دهد که چقدر برای سازندگان ماشین‌آلات حیاتی است که هم اکنون کسب‌وکار خود را برای گذار اقلیمی آماده کنند.
- در ادامه مطلب، نقشی را که فناوری‌های کلیدی در کمک به صنایع برای دستیابی به اهداف کاهش آلاینده‌گی کربن ایفا می‌کنند، فرصت‌های پیش‌رو برای سازندگان ماشین‌آلات و اینکه چگونه می‌توانند برای بهره‌برداری از این فرصت اقدام کنند، بررسی می‌شود.

ارزیابی چالش‌های کربن‌زدایی

میزان انتشار جهانی دی‌اکسید کربن نزدیک به ۶۰ گیگاتن در سال است که عمدتاً توسط پنج بخش بزرگ تولید می‌شود: تولید برق، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل و ساختمان (شکل ۱). کاهش موثر انتشار گازهای گلخانه‌ای از این بخش‌ها، شرکت‌ها را ملزم می‌کند که اساساً - با سرعتی بسیار سریع‌تر از هر گذار انرژی قبلی - در مورد چگونگی تأمین و استفاده از انرژی تجدید نظر کنند. برای رویارویی با این چالش‌ها، توجه اکثر صنایع به سمت سازندگان ماشین‌آلات برای جستجوی روش‌های بازطراحی عملیات و استفاده از ماشین‌آلات جدید، جلب می‌شود.

شکل ۱- پنج گروه مسئول بخش اعظم آلاینده‌گی دی‌اکسید کربن جهان در سال ۲۰۱۹

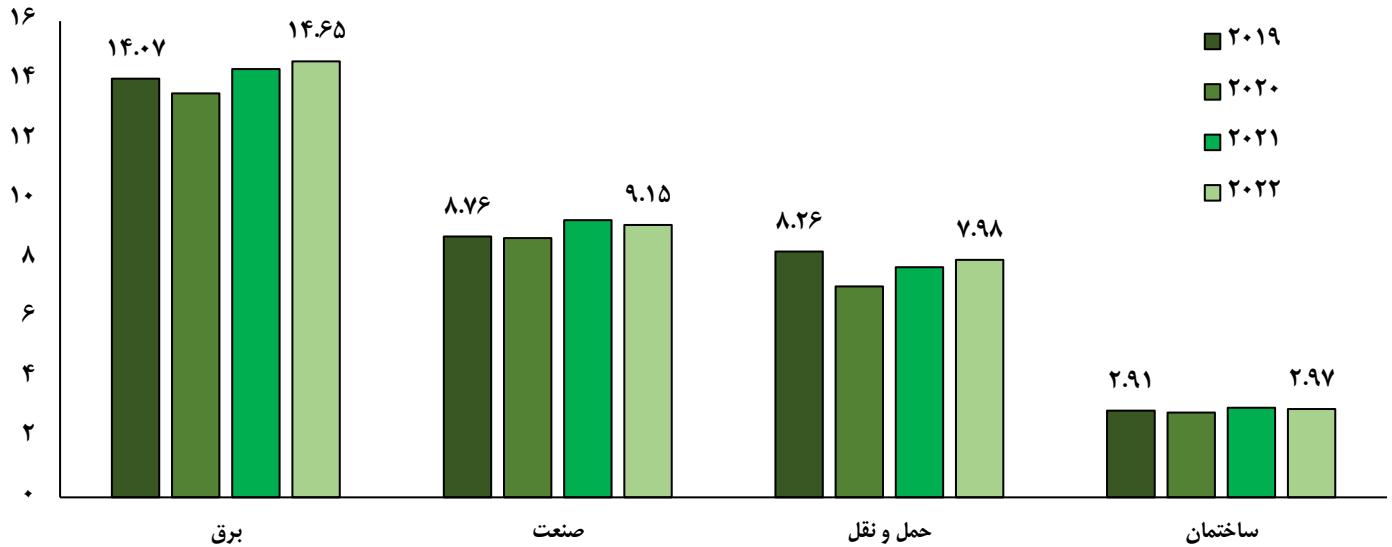
۵۹ گیگاتن دی‌اکسید کربن



بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از بخش انرژی جهان در سال ۲۰۲۲ حدود ۰.۹ درصد (معادل ۳۲۱ میلیون تن) افزایش یافت و به ۳۶.۸ گیگاتن رسید (نمودار ۱). پس از دو سال افت انتشار آلاینده‌گی ناشی از کاهش مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای، که بخشی از آن ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹ بود، رشد سال گذشته بسیار کندتر از رشد ۶ درصدی سال ۲۰۲۱ بود. در سال ۲۰۲۲، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از احتراق انرژی ۴۲۳ میلیون تن افزایش یافت، در حالی که انتشارات ناشی از فرآیندهای صنعتی ۱۰۲ میلیون تن کاهش یافت. طبق گزارش مزبور چهار بخش اصلی انتشاردهنده کربن در جهان شامل بخش تولید برق، صنعت، حمل و نقل و ساختمان هستند که سهم هریک در تولید دی‌اکسید کربن در سال ۲۰۲۲ به ترتیب ۴۲ درصد، ۲۶ درصد، ۲۳ درصد و ۹ درصد بوده است. طی بازه ۴ ساله ۲۰۱۹ الی ۲۰۲۲ متوسط رشد سالانه تولید کربن در حوزه انرژی ۰.۷۳ درصد بوده که مشارکت سه بخش برق،

صنعت و ساختمان در این رشد، مثبت و به ترتیب ۱.۳۶ واحد درصد، ۱.۴۶ واحد درصد و ۰.۶۸ واحد درصد و مشارکت برای بخش حمل و نقل، منفی ۱.۱ واحد درصد بوده است.

نمودار ۱- انتشار دی اکسید کربن حوزه انرژی جهان توسط بخش‌های اصلی ۲۰۱۹ الی ۲۰۲۲- گیگا تن



منبع داده‌ها: آژانس بین‌المللی انرژی

تولید برق

این صنعت با توجه به اینکه ۳۴ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌کند، کلید مبارزه با گرمایش جهانی است. کربن‌زدایی تولید برق، مستلزم انجام سرمایه‌گذاری‌های بزرگ در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر - نه تنها برای جایگزینی تولید برق مبتنی بر سوخت‌های فسیلی موجود، بلکه برای پاسخگویی به افزایش تقاضای برق به دلیل نرخ‌های بالاتر رشد مصرف برق خانگی، خودرو و صنعتی - است. در همین حال، سرمایه‌گذاری عمده در شبکه‌های مورد نیاز برای اتصال منابع تجدیدپذیر جدید، مدیریت تولید پراکنده و متناوب، و شبکه‌های انتقال و توزیع مقاوم در برابر تغییرات اقلیمی شدیدتر مورد نیاز است. این سرمایه‌گذاری‌ها بخش عمده‌ای از فرصت‌های ارزشمند را برای سازندگان ماشین‌آلات ایجاد می‌کند.

فرآیندهای صنعتی

این بخش شامل معادن، تولید فلزات، سیمان، محصولات شیمیایی و صنایع پایین دستی دربرگیرنده طیف گسترده‌ای از ماشین‌آلات و محصولات نهایی است. در این بخش نیاز به کربن‌زدایی هم در فرآیند تولید و هم در زنجیره تامین، مستلزم پیشرفت طیف گسترده‌ای از فناوری‌های جدید است که برخی از آنها هنوز در مراحل اولیه خود هستند. تغییر به سوخت‌های پایدار یا برق‌رسانی با بار بالا برای فرآیندهایی با نیاز گرمایی بالا و فناوری‌هایی برای بهینه‌سازی گرما و نیرو برای مدیریت هزینه‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد نیاز است. با این حال، انتشار برخی از گازهای گلخانه‌ای اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، که در این موارد احتمالاً به استفاده از فناوری‌های ذخیره کربن نیاز است.

کشاورزی

کشاورزی و نحوه استفاده از زمین برای تولید این محصولات، ۲۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را تشکیل می‌دهد. محرک اصلی آلاینده‌گی بخش کشاورزی تولید گازهای متان، اکسید نیتروژن به همراه دی‌اکسید کربن است. انتشار گاز متان در درجه اول ناشی از تولیدات بخش دامی است و استفاده از کود باعث تولید اکسید ازت می‌شود. روش‌های کشاورزی مرسوم، مانند شخم زدن و چرای بی‌رویه دام، منجر به از دست رفتن یک چهارم ذخایر کربن اصلی در خاک جهان شده است. اعمال تغییرات در کاربری زمین یکی دیگر از عوامل مهم است، زیرا تقاضای رو به رشد برای تولیدات کشاورزی همچنان به جنگل‌زدایی و از بین رفتن تنوع زیستی دامن می‌زند و منجر به تخریب بیشتر ذخایر کربن طبیعی می‌شود.

حمل و نقل

صنعت خودرو دستخوش یک تغییر اساسی است، وسایل نقلیه از موتورهای درون‌سوز و احتراق داخلی به استفاده از پیشران‌های الکتریکی مبتنی بر باتری در حال تغییر هستند. این تغییر مستلزم سرمایه‌گذاری بالا نه تنها در ماشین‌آلات تولید خودروهای الکتریکی، بلکه در زیرساخت شارژ مورد نیاز برای پشتیبانی از آنها نیز است. در بلندمدت، کامیون‌های سنگین ممکن است به استفاده از هیدروژن به عنوان منبع سوخت برای حمل بار در مسافت‌های طولانی‌تر تغییر کنند. با توجه به اینکه باتری‌ها فاقد چگالی و توان لازم برای سفرهای طولانی مدت هستند، کربن‌زدایی صنایع حمل و نقل هوایی و دریایی مجموعه‌ای منحصر به فرد از چالش‌ها را به همراه دارد. در عوض، این صنایع می‌باید به سوخت‌های زیستی پایدار یا سوخت‌های مبتنی بر $Power to X^1$ روی آورند که می‌تواند جایگزین سوخت‌های فسیلی موجود و انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای شود. بیوسوخت‌ها به زنجیره‌های تامین و تاسیسات تولیدی جدید منجر می‌شوند که از غشاهای و کمپرسورهای تخصصی استفاده می‌کنند. این نوع سوخت‌ها به شدت به هیدروژن سبز که با استفاده از الکترولیز و CO_2 با منبع پایدار تولید می‌شود، متکی خواهند بود.

ساختمان‌ها

مهم‌ترین منبع انتشار مستقیم کربن در ساختمان‌ها مربوط به سیستم‌های گرمایش و سرمایش آنها است. تبدیل تجهیزات قدیمی گرمایش، گردش و تهویه مطبوع (HVAC)^۲ به پمپ‌های حرارتی می‌تواند به طور چشم‌گیری مصرف سوخت فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن را کاهش دهد. در حالی که این تغییر استفاده از برق را افزایش می‌دهد، واحدهای HVAC و پمپ‌های حرارتی به دلیل کارایی بیشتر می‌توانند به کاهش توان مورد نیاز از تاسیسات کمک کنند. فن‌آوری‌های دیجیتال جدید که مصرف برق را مدیریت می‌کنند و آن را تنها به جایی که واقعاً مورد نیاز است، هدایت می‌کنند، نیز نقش کلیدی ایفا خواهند کرد. برای ساخت ساختمان‌هایی با کربن خالص صفر به عایق‌های پیشرفته و مواد کربن‌زدا نیاز است. سازندگان ماشین‌آلات نیز احتمالاً فرصت‌هایی برای کمک به تولیدکنندگان مواد صنعتی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در طول فرآیند تولید خواهند یافت.

^۱ مکان‌هایی در جهان وجود دارد که مردم سعی در استفاده از انرژی کم‌مصرف به فرم شیمیایی و بادی دارند و از هیدروژن یا حامل‌های هیدروژن به فرم مایع (مثلاً متانول، آمونیاک...) به عنوان وسیله‌ای برای ذخیره آن انرژی استفاده می‌کنند تا در مواقعی که تابش آفتاب یا وزش باد وجود ندارد از آن استفاده کنند. به این فرآیند "الکتریسته به حامل انرژی گفته می‌شود. X در اینجا یک حامل انرژی به فرم شیمیایی (با حالت گازی یا مایع) است. ایده کلی در اینجا تولید برق در مواقع ارزان در هنگام اقلیم آفتابی یا باد شدید است که می‌تواند به فرم شیمیایی ذخیره شود و در سیستم‌های تولید توان (مثل پیل سوختی) در زمان عدم دسترسی به منبع تولید برق تجدیدپذیر استفاده شود. در این فرآیند به کمک دستگاه الکترولیز یک واکنش‌دهنده کم‌انرژی مانند آب را به هیدروژن تبدیل می‌کند. سپس آن هیدروژن در کنار دی‌اکسیدکربن به عنوان محصول جانی نیروگاه‌ها به کمک فرآیند تولید ماده شیمیایی همچون فرآیند متان‌سازی (حامل هیدروژن و دی‌اکسیدکربن) تبدیل شده و آن را به یک خط لوله گاز طبیعی یا چاه تزریق می‌کنند. (PtX) در زمان بیک مصرف، هنگامی که قیمت برق بالاتر است، آن را در نیروگاه سنتی گاز طبیعی موجود به برق تبدیل می‌کند. (XtP)

^۲ Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC)

چالش افزایش تقاضا برای ماشین‌آلات جدید

با افزایش تقاضا برای ماشین‌آلات، تجهیزات و سیستم‌های اتوماسیون جدید، سازندگان ماشین‌آلات باید سه چالش را به طور همزمان حل کنند:

- ۱) آنها باید تصمیم بگیرند که در کدام حوزه‌های محصول و فناوری جدید رقابت کنند و شایستگی‌ها و توانمندی‌های موجود را با نیازهای مشتریان خود متعادل کنند.
- ۲) آنها باید به کارآمدتر کردن تولیدات فعلی خود ادامه دهند تا در طول دوره گذار، توان رقابتی آنها حفظ و ارتقا یابد.
- ۳) آنها باید داده‌ها و ابزارهای تجزیه و تحلیل جدیدی را توسعه دهند که می‌تواند به حمایت از تلاش‌های مشتریان برای کربن‌زدایی کمک کند.

رویاری با این چالش‌ها کار آسانی نخواهد بود و پیش‌بینی‌ها به طور مداوم سرعت انتقال به فناوری‌ها و سیستم‌های جدید را دست کم می‌گیرند. با افزایش فشار بر صنایع برای کربن‌زدایی و با ایفای نقش فعال‌تر دولت‌ها در گذار انرژی، تقاضا برای محصولات جدید احتمالاً شتاب می‌گیرد و چه بسا ممکن است زودتر از حد انتظار به نقطه عطف برسد و به بهمن نیز تبدیل شود.

افزایش انتظارات

در حین کسب آمادگی لازم برای توسعه فناوری‌های سبز جدید، همه سازندگان ماشین‌آلات باید به خاطر داشته باشند که تجربه نشان داده است که در اغلب پیش‌بینی‌ها، سرعت پیشرفت فناوری دست کم گرفته می‌شود. برای مثال، ظرفیت واقعی فتوولتائیک خورشیدی در سال ۲۰۲۰ بسیار بالاتر از ظرفیت پیش‌بینی شده در سال ۲۰۰۲ یا ۲۰۱۰ بود. افزایش سریع ظرفیت تا حدودی ناشی از کاهش سریع هزینه‌ها بوده است که تا سال ۲۰۳۰ احتمالاً سه برابر سریع‌تر از آنچه در سال ۲۰۰۸ پیش‌بینی شده بود، کاهش خواهد یافت. همین روند در مورد انرژی بادی و باتری‌ها نیز صادق است. به طور خلاصه، توسعه و استقرار فناوری همچنان از انتظارات پیشی می‌گیرد که تا حدی ناشی از دستیابی به کارایی بیشتر از حد انتظار هزینه است. توسعه سریع، کارایی بیشتری برای هزینه به همراه دارد که به نوبه خود گسترش بیشتر را ترویج می‌کند و دو جریان متقابل مزبور در مجموع چرخه فضیلت را ایجاد می‌کند.

اصابت فرصت

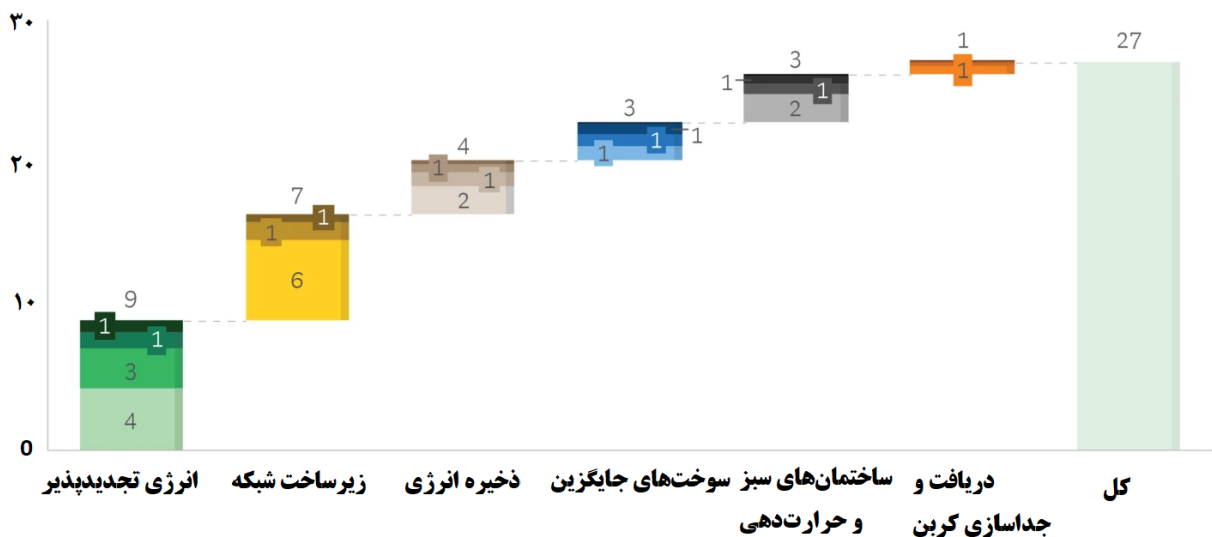


هر چقدر هم که چالش‌ها اساسی به نظر برسند، فرصت فناوری سبز برای سازندگان ماشین‌آلات به همان اندازه گسترده و حدود ۲۷ تریلیون دلار تا سال ۲۰۴۰ در شش دسته فناوری حیاتی (شکل ۲) است. در حالی که این فرصت در هر گروه از فناوری‌ها معنادار است، توجه به این نکته مهم است که مسیرهای رشد برای هر نوع فناوری با توجه به بلوغ فعلی و نوآوری‌های آینده آنها به طور قابل توجهی متفاوت نیز خواهد بود.

- انرژی تجدیدپذیر

با توجه به نیاز مبرم به کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی برای تولید برق و بهبود دره مطلوبیت متوسط هزینه استفاده از انرژی تجدیدپذیر برای مشتریان، در آینده این نوع انرژی محور اصلی کربن‌زدایی خواهد بود. انرژی خورشیدی و بادی، چه در خشکی و چه فراساحلی، بخش عمده‌ای از این فرصت ۹ تریلیون دلاری را تا سال ۲۰۴۰ هدایت خواهند کرد.

شکل ۲- تفکیک فناوری فرصت ۲۷ تریلیون دلاری بازار ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی طی ۲۰۲۰ الی ۲۰۴۰ - تریلیون دلار



گروه‌های فناوری

- انرژی تجدیدپذیر**
 - Wind power
 - Solar photovoltaic power
 - Other¹
 - Hydroelectric power
- زیرساخت شبکه**
 - Transmission and distribution upgrade²
 - Electric vehicle charging infrastructure
 - Smart grid
- ذخیره انرژی**
 - Off-highway battery electric vehicle
 - Other³
 - Stationary battery
 - Battery manufacturing equipment

- سوخت‌های جایگزین**
 - Hydrogen value chain⁴
 - Biofuel
 - Bioenergy
 - Off-highway fuel cell vehicle
- ساختمان‌های سبز و حرارت‌دهی**
 - Heat pump
 - Combined heat and power and heat optimization and recovery
 - Building automation
 - Electric arc furnace
- دریافت و جداسازی کربن**
 - Power generation
 - Industry emissions
 - Direct air capture

Source: BCG analysis.

- زیرساخت شبکه

به دلیل افزایش بار ناشی از برق‌رسانی، پیچیدگی تولید و توزیع برق متناوب و همچنین ضرورت استقرار ظرفیت‌های تجدیدپذیر جدید، شبکه‌های برق در سراسر جهان تا سال ۲۰۴۰ به ۷ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری نیاز دارند. در این میان تامین‌کنندگان فعلی تجهیزات از طریق برقراری روابط با شرکت‌های برق، موقعیت خوبی برای بهره‌مندی از این فرصت خواهند داشت.

- ذخیره انرژی

استفاده از باتری‌ها در انواع کاربردهای صنعتی فراگیر خواهد شد. برای مثال، ایستگاه‌های باتری (ثابت) توسط شرکت‌ها و ساختمان‌ها برای مدیریت تولید برق متناوب و نوسانات هزینه‌های ناشی از آن استفاده می‌شوند و وسایل نقلیه خارج از بزرگراه به طور فزاینده‌ای از موتورهای الکتریکی بهره می‌برند. تجهیزات تولید باتری برای پاسخ‌گویی به تقاضاهای مزبور مورد نیاز خواهد بود. مجموع این موارد به معنی وجود یک فرصت ۴ تریلیون دلاری تا سال ۲۰۴۰ بدون در نظر گرفتن میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تولید باتری جهت استفاده وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها است.

- سوخت‌های جایگزین

در حالی که استفاده از باتری‌ها و برقی کردن می‌تواند به رفع بسیاری از چالش‌ها کمک کنند، همچنان سوخت‌های مایع برای استفاده در سیستم حمل‌ونقل سنگین و فرآیندهای صنعتی نیازمند حرارت بالا، حیاتی خواهند بود. سوخت‌های جایگزین شامل بیوسوخت‌ها، هیدروژن و سوخت‌های Power-to-X و در واقع هیدروکربن‌های مصنوعی را تشکیل می‌دهند که از هیدروژن سبز و دی‌اکسیدکربن گرفته‌شده از جو جمع‌آوری شده‌اند. برای تولید این سوخت‌ها به ممبران‌ها، پمپ‌ها و کمپرسورها، الکترولایزرها و تجهیزات جدید برای پشتیبانی از جذب کربن نیاز است که حجم سرمایه‌گذاری ۳ تریلیون دلاری تا سال ۲۰۴۰ را در برمی‌گیرد.

- ساختمان‌های سبز و سیستم گرمایش

کربن‌زدایی ساختمان‌ها مستلزم تبدیل سیستم‌های گرمایشی مبتنی بر سوخت فسیلی به سیستم‌های الکتریکی و همچنین استفاده از وسایل کارآمدتر و اتخاذ راه‌حل‌های مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی است. به لطف مطلوبیت هزینه کل این راه‌حل‌ها نسبت به سیستم‌های قدیمی و همچنین تخفیف‌ها و مشوق‌های مالی مرتبط، انتظار می‌رود در سال‌های آینده تقاضا با نرخ ثابت بزرگی هدایت شود که به معنی نیاز به ۳ تریلیون دلار حجم سرمایه‌گذاری در این حوزه خواهد بود.

- جذب و حذف کربن

علی‌رغم ضرورت تلاش همه‌بخش‌ها برای کاهش شدت کربن، برخی از صنایعی که انتشار کربن آنها به سختی کاهش می‌یابد (مانند تولید بتن) قادر به کربن‌زدایی کامل بدون جذب کربنی که منتشر می‌کنند نخواهند بود. با توجه به روند فعلی انتشار جهانی، CO₂ نیز باید از جو حذف شود تا از شدت اثرات تغییرات اقلیمی جلوگیری شود. به کارگیری تکنولوژی جذب CO₂ از حوزه‌های صنعتی و تولید برق و همچنین صنعت نوظهور جذب مستقیم هوا، به حدود ۱ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات تا سال ۲۰۴۰ نیاز خواهد داشت.

طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها - آنهایی که از قبل موجود هستند و آنهایی که هنوز به بازار نیامده‌اند - برای دستیابی به اهداف کربن‌زدایی جهانی مورد نیاز خواهند بود (شکل ۳). تنوع، پیچیدگی چالش استراتژیک را برای سازندگان ماشین‌آلات برجسته می‌کند و بسیاری از فناوری‌هایی که مشتریان روی آنها سرمایه‌گذاری خواهند کرد، در صنایع گوناگون به طور قابل توجهی متفاوت خواهند بود.

در انتخاب محل بازی، سازندگان ماشین‌آلات باید دو عامل را در نظر بگیرند: شایستگی‌ها و توانمندی‌های اصلی آنها در چه مواردی است و مشتریان نهایی‌شان به احتمال زیاد در چه جاهایی به این گروه کالاها و خدمات نیاز دارند - از جمله مشتریان خدمات جانبی و خدمات پس از فروش. این ملاحظات به سازندگان ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی کمک می‌کند تا تصمیم بهینه را در هنگام تکامل کسب‌وکار خود و انتخاب نقاط تمرکز اتخاذ کنند.

بازار پس از فروش

علاوه بر فروش ماشین‌آلات و تجهیزات جدید مبتنی بر فناوری سبز، فرصت بزرگی برای سازندگان ماشین‌آلات در بازار پس از فروش وجود دارد. در شرایط فعلی، ارائه قطعات و خدمات پس از فروش حدود ۳۰ درصد از درآمد سازندگان ماشین‌آلات را تشکیل می‌دهد و پیش‌بینی می‌شود بازار پس از فروش فناوری سبز تا سال ۲۰۴۰ به بیش از ۱۰ تریلیون دلار برسد.

بازارهای فرعی فناوری سبز احتمالاً با بازارهای پس از فروش فناوری‌های قدیمی، بسیار متفاوت خواهد بود. بازارهای مزبور نیاز به مدل‌های تجاری برای تکامل دارند و چه بسا تصمیمات اتخاذ شده در کوتاه‌مدت در خصوص نحوه رقابت در این بازارها، پیامدهای بلندمدتی برای جریان درآمدی سازندگان ماشین‌آلات بدنبال خواهد داشت. به عنوان مثال، برخی از سازندگان ماشین‌آلات از لحاظ تاریخی، فروش ماشین‌آلات را با حاشیه سود پایین تری انتخاب کرده‌اند تا به جای آن، درآمدهای پس از فروش قطعات و خدمات را در طول چرخه عمر تجهیزات به دست آورند. بارزترین نمونه در این رابطه، ساخت محصولاتی مانند توربین‌های گازی و موتورهای جت است که با بهره‌برداری از این استراتژی، با سود بسیار کم به فروش می‌رسند.

با این حال، بسیاری از محصولات فناوری سبز، قطعات متحرک کمتری دارند و به تعمیر و نگهداری مداوم کمتر و قطعات جایگزین کمتری نیز نیاز دارند. این تغییر ممکن است فرصت‌های پس از فروش را محدود کند و رویکرد تولید ارزش را به سمت فروش اولیه سوق دهد که شامل خدمات جانبی مانند مهندسی، راه‌اندازی و پشتیبانی چرخه عمر می‌شود. سازندگان ماشین‌آلاتی که می‌توانند به طور استراتژیک در مورد نحوه مشارکت در ارائه انواع خدمات فکر کنند، این فرصت را دارند تا قواعد مرتبط با چگونگی تکامل بازارهای فرعی تدوین و تنظیم کنند و چنانچه می‌خواهند سهمی از این ارزش را به دست آورند، هم اکنون باید درصدد اخذ تصمیمات استراتژیک حیاتی باشند.

تحریک عملیات

اکثریت قریب به اتفاق ۲۷ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری لازم در حوزه فناوری سبز از طریق بخش خصوصی انجام می‌شود زیرا این بخش به دنبال کربن‌زدایی عملیات و زنجیره تامین دارای سطح بالای آلاینده‌گی است. اما پشتیبانی به‌موقع، زودهنگام و پایدار از سوی دولت‌ها در سراسر جهان نیز برای حمایت از تحقیقات در مورد فناوری‌های جدید، تحریک تقاضا برای فناوری سبز و ایجاد چارچوب‌های نظارتی مورد نیاز برای ترویج تغییرات ضروری خواهد بود.

به عنوان مثال، تنها در ایالات متحده آمریکا، قانون سرمایه‌گذاری زیرساخت و مشاغل، مصوب ۲۰۲۱، و قانون کاهش تورم در سال ۲۰۲۲، نزدیک به ۵۰۰ میلیارد دلار بودجه مستقیم و اعتبار مالیاتی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای، وسایل نقلیه الکتریکی، باتری و زیرساخت‌های شارژ آن، ساختمان‌های سبز، تولید هیدروژن، حذف کربن و تولید صنعتی کم-کربن، فراهم می‌کند. این بودجه باید با حدود ۶۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری خصوصی تکمیل شود. تلاش‌های مشابهی در سراسر جهان، مانند طرح صنعتی معامله سبز^۳ اتحادیه اروپا، نیز در جریان است که به رقابت بین کشورها برای تسریع اقتصادهای فناوری سبز منجر می‌شود. این گرایش‌ها به نوبه خود، به توسعه سریع صنایع قدیمی نیز کمک می‌کند و منافع عظیمی را برای سازندگان ماشین‌آلات به همراه دارد که انگیزه ورود جسورانه آنها را به بازارهای فناوری سبز افزایش می‌دهد.

در این میان، رگولاتورها نیز می‌توانند با تأثیر مستقیم بر پذیرش فناوری‌ها و محصولات خاص، نقش مهمی ایفا کنند. به عنوان مثال، برای افزایش استقبال مردم از دیود ساطع‌کننده نور کم مصرف یا لامپ‌های LED، ایالات متحده قوانینی را برای حذف تدریجی و سپس ممنوعیت تولید و مصرف لامپ‌های رشته‌ای وضع کرد. به طور مشابه، مقررات اتحادیه اروپا تغییر را از دیگ‌های گازی به پمپ‌های حرارتی برای گرمایش خانه تسریع می‌کند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ تعداد تاسیسات پمپ حرارتی به ۴۰ میلیون دستگاه برسد که در نتیجه این تغییر، تعداد کل بویلرهای گازی مورد استفاده امروز، به یک سوم کاهش خواهد یافت.

پیامدهای استراتژیک

بازارهای فناوری سبز در حال افزایش است و موضوع توسعه استراتژی‌های مناسب برای ورود به این بازارها، برای سازندگان ماشین‌آلات ضروری است. این تلاش مستلزم درک مدل‌های کسب‌وکار، فناوری‌ها و تقاضای پیش‌بینی‌شده در هر بخش صنعتی مورد بررسی است، نمونه‌هایی از تجارب برخی شرکت‌ها در این زمینه عبارتند از:

- پویش فرصت بازار فناوری سبز

یک شرکت تولیدکننده موتور و محصولات می‌خواست فرصت‌های رشد فناوری سبز را شناسایی و اولویت‌بندی کند. پس از بررسی چشم‌انداز کامل فناوری‌ها، این شرکت حوزه‌های اولویت‌دار را بر اساس پویایی مطلوب بازار و ترجیحات مشتری شناسایی کرد. سپس این فناوری‌های اولویت‌دار را در برابر شایستگی‌های موجود خود ارزیابی کرد و نقشه‌های راه را برای پیگیری نویدبخش‌ترین کسب‌وکارهای جدید ایجاد کرد.

- استراتژی ورود به بازار

یک شرکت چند ملیتی فعال در حوزه انرژی می‌خواست طرحی را برای ساخت و فروش سیستم‌های انرژی در ایالات متحده، از جمله سیستم‌های خورشیدی و ذخیره‌سازی آن در واحدهای مسکونی، لوازم هوشمند، و سیستم‌های خانگی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، توسعه دهد. برای این منظور، این شرکت ارزیابی از چشم‌انداز بازار رقابت، از جمله تجزیه و تحلیل دقیق ترجیحات مصرف‌کننده، چشم‌انداز بازار و محیط رگولاتوری و نظارتی را انجام داد. نتیجه، شرکت را قادر ساخت تا استراتژی جامعی را با رویکرد و نگاه استان به استان، بازار را توسعه دهد.

- نقشه‌برداری اکوسیستم و زنجیره ارزش

یک تولیدکننده کمپرسور می‌خواست شراکت‌های استراتژیک را که به آن امکان ارائه خدمات به بازار رو به رشد زیرساخت‌های حمل و نقل و ذخیره هیدروژن را فراهم می‌کرد، شناسایی کند. این شرکت اکوسیستم هیدروژن را در

^۳ The European Green Deal

مناطق مربوط ترسیم کرد، پروفایل‌های مشارکت را در سراسر زنجیره ارزش ایجاد کرد و در نهایت شرکای خاصی را شناسایی و انتخاب کرد که بیشترین قرابت را با اهداف ارزشی شرکت داشتند.

این مثال‌ها نشان می‌دهد که شرکت‌ها شروع به ادغام موضوع فناوری سبز در کسب و کار خود کرده‌اند. بنگاه‌های سازنده ماشین‌آلات و تجهیزات که درصدد انجام همین کار هستند باید پنج سوال کلیدی را از خود بپرسند:

❓ چگونه شرکت می‌تواند کسب و کار اصلی خود را برای به دست آوردن فرصت‌های رشد فناوری سبز با مشتریان فعلی و پایگاه نصب شده خود توسعه دهد؟

❓ شرکت شانس موفقیت و برنده‌شدن در کدام بازارهای فناوری سبز جدید را دارد و کدام یک برای کسب و کارش جذابیت بیشتری دارند؟

❓ شرکت می‌تواند از چه مشارکت‌ها و اکوسیستم‌هایی برای تقویت موقعیت خود در بازارهای فناوری سبز آینده استفاده کند؟

❓ شرکت برای حمایت از استراتژی رشد فناوری سبز خود از نظر سرمایه‌گذاری، استعداد، قابلیت‌ها و مدل عملیاتی به چه چیزی نیاز دارد؟

❓ چگونه شرکت می‌تواند بدون ایجاد اختلال در تداوم کسب و کار، عملیات خود را کربن‌زدایی کند و چه تعهدات عمومی را باید انجام دهد؟

همه شواهد فعلی حاکی از عواقب وخیم تغییرات اقلیمی است مگر اینکه جهان موفق شود گرمایش زمین را به ۲ درجه سانتیگراد یا کمتر محدود کند. با افزایش فشار برای کربن‌زدایی اقتصادی جهانی، شرکت‌ها در هر صنعتی سرمایه‌گذاری هنگفتی را در حوزه ماشین‌آلات و تجهیزات جدیدی که برای این تلاش لازم است انجام خواهند داد.

نتیجه: فرصت ۲۷ تریلیون دلاری تا سال ۲۰۴۰ برای سازندگان ماشین‌آلات که بتوانند تقاضای بازار را برآورده کنند. فرصت مزبور معنادار و قابل توجه است و بدیهی است شرکت‌هایی که به سرعت برای ایجاد کسب‌وکارهای فناوری سبز حرکت می‌کنند، برتری قابل توجهی نسبت به کسانی که فقط منتظر تحولات آینده هستند، خواهند داشت.



منابع:

- CO2 Emissions in 2022, IEA, March 2023
- Machinery Makers' Golden Opportunity in the Green Economy, BCG, May 2023