

## همکاری بین المللی برای تسریع در توسعه هیدروژن پاک

آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر (آیرنا) چارچوب های مشارکتی را به عنوان بسترهایی برای گفتگو و اقدام هماهنگ برای حمایت از انتقال انرژی جهانی ایجاد کرد. جهان شمولی اعضای آیرنا یک فرصت منحصر به فرد برای گرد هم آوردن جامعه جهانی برای گفتگو و همکاری در مورد موضوعات دارای اهمیت استراتژیک ایجاد کرده است.

در سال ۲۰۲۳، چارچوب مشارکتی در هیدروژن سبز (CFGH) پس از سال ها توسعه استراتژی و اعلامیه های پروژه بر بررسی استقرار جهانی هیدروژن متمرکز شد و از فرآیند سهمیه بندی جهانی در کنفرانس تغییرات اقلیمی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۳ (COP28) حمایت کرد. دو نشست چارچوب مشارکتی در هیدروژن سبز (CFGH) که در آن سال تشکیل شد، سؤالات زیر را روشن کرد: جهان از نظر تبدیل برنامه ها به عمل در کجا قرار دارد، کشورهای عضو با چه چالش هایی روبرو هستند و از چه راه حل هایی می توانند بهره مند شوند؟

اولین جلسه چارچوب مشارکتی در هیدروژن سبز (CFGH) که در سال ۲۰۲۳ برگزار شد بر روی توسعه ساختارهای تقاضا برای هیدروژن سبز تمرکز شد، در حالی که جلسه دوم بر روی عرضه متمرکز بود. این گزارش اظهار نظرهای کشورهای عضو آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر (آیرنا) و کارشناسان شرکت کننده در این جلسات را جمع بندی می کند. چارچوب مشارکتی در هیدروژن سبز آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر IRENA CFGH با عضویت تقریباً اکثر کشورهای جهان، موقعیت منحصر به فردی برای افزایش هماهنگی و شفافیت همکاری های بین المللی در مورد هیدروژن سبز را ایجاد کرده است.



## خلاصه ای از دیدگاه های اصلی مطرح شده:

راه اندازی و به روز رسانی استراتژی: حرکت به سمت برنامه ریزی هیدروژن سبز همچنان قوی دنبال می شود و تدوین استراتژی هیدروژن در کشورها طی سال های اخیر افزایش یافته است. در سال ۲۰۲۳، کشورهای پیشرویی نظیر مانند آلمان و ژاپن، بازرگاری ها و به روزرسانی هایی نیز بر نسخه های اولیه استراتژی هیدروژن خود منتشر کردند. با توجه به تکامل سریع بخش هیدروژن سبز، به روز رسانی استراتژی ها برای رسیدگی به این تحولات بسیار مهم است.

**استانداردها و گواهینامه:** پیشرفت های قابل توجه در صدور گواهینامه و استانداردها حال شده که عبارتند از؛ رونمایی از روش سازمان بین المللی استاندارد (ISO) برای ارزیابی انتشار گازهای گلخانه ای و اعلامیه ای برای به رسمیت شناختن متقابل طرح های صدور گواهینامه در COP28. با وجود پیشرفت های صورت گرفته، چالش ها در تجارت انواع حامل ها و مشتقات هیدروژن همچنان وجود دارد. در سال ۲۰۲۴، ایرنا تلاش هایی را برای تهیه نقشه راهی از روش های محاسباتی، استانداردها و طرح های صدور گواهینامه با تمرکز بر آمونیاک، متانول و فولاد مبتنی بر هیدروژن سبز انجام داد.

**پایداری:** برای ایجاد زنجیره های ارزش هیدروژن سبز پایدار، برنامه ریزان پروژه باید انتشار گازهای گلخانه ای را در نظر بگیرند. آنها همچنین باید اثرات محیطی محلی، از جمله تامین انرژی و آب و همچنین عوامل اجتماعی مانند ایجاد شغل و مشارکت جامعه را در نظر داشته باشند.

## دیدگاه های کلیدی در سمت عرضه:

- مسیر اصلی توسعه پروژه های هیدروژن در اروپا و آسیا متمرکز شده است. چین، آلمان، اسپانیا و استرالیا ۵۰ درصد از ظرفیت برنامه ریزی شده یا نصب شده برای تولید هیدروژن را به خود اختصاص داده اند. ۴۶ درصد ظرفیت هنوز در مرحله اعلام است (۵۶۷ مگاوات [MW])، و تنها ۳۹۶ مگاوات در حال توسعه و ۲۶۸ مگاوات عملیاتی است.
- هزینه های تامین مالی بالا و دسترسی به منابع مالی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه با پتانسیل قابل توجه انرژی تجدیدپذیر همچنان چالش های کلیدی هستند. تولید هیدروژن سبز در چنین کشورهایی مستلزم ریسک زدایی، به تقسیم ریسک و توسعه مکانیسم های تامین مالی متناسب است.
- تقویت مشارکت جامعه و در نتیجه تقویت پذیرش اجتماعی در اجرای فناوری های انرژی جدید ضروری است، به خصوص برای آنهایی که در مقیاس بزرگ برای پاسخگویی به تقاضای آینده برای هیدروژن سبز اجرا می شوند. توسعه زیرساخت ها مطابق درس آموخته ها پروژه های مشابه از بهترین شیوه ها در این مسیر است.

## دیدگاه های کلیدی در سمت تقاضا:

تلاش برای ایجاد تقاضا باید افزایش یابد: پیشرفت اندکی در سمت تقاضا برای هیدروژن سبز صورت گرفته است. مهم است که هم دولت ها و هم شرکت ها سیگنال های تقاضای جمعی قوی تری را با حرکت از اهداف به سیاست ها و از تعهدات به قراردادها ارسال کنند. شناسایی افرادی که از قبل نقشی برای آنها تعریف شده اند بسیار مهم است.

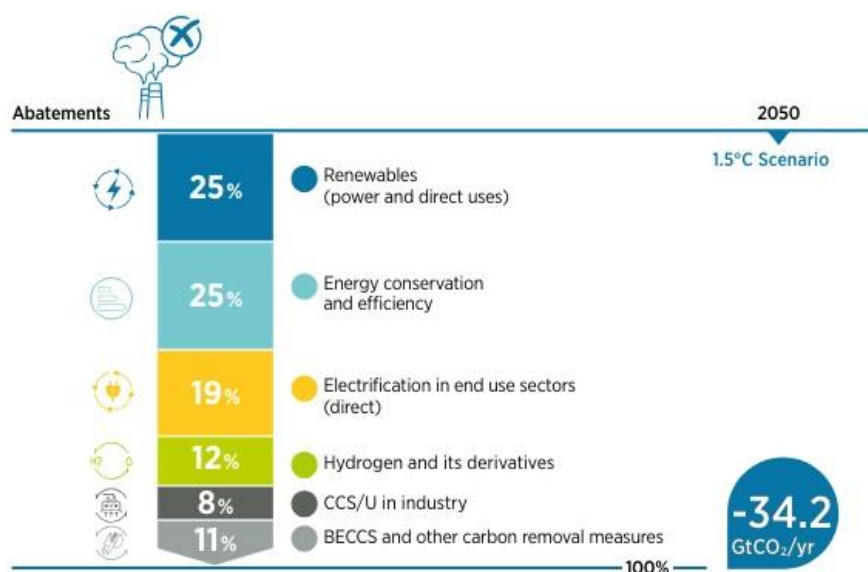
**حمایت نظارتی باید در کنار سیاستگذاری جسورانه حفظ شود:** تحولات مورد انتظار مانند تصویب قوانین تفویض شده دستورالعمل انرژی های تجدیدپذیر اروپا، سال ۲۰۲۳ را به سالی محوری برای سیاست گذاری و تصمیم گیری های جسورانه در مورد بودجه عمومی برای هیدروژن سبز تبدیل کرد. در رقابت برای رهبری بخش هیدروژن سبز، طرح های تشویقی و مکانیسم های سیاستی قابل توجهی معرفی شدند. اگرچه از نظر طراحی و رویکرد متنوع هستند، اما هدف آنها ارسال سیگنال های تقاضای قوی و در عین حال تضمین عرضه کافی و مطمئن هیدروژن سبز است. این گام مهم در روند تنظیم برنامه هاست. مقررات و حمایت از سرمایه گذاری، پیش شرط حیاتی برای افزایش تولید و استقرار هیدروژن سبز هستند.  
معرفی:

هیدروژن سبز و مشتقات آن از جمله آخرین قدم ها در مسیر کاهش انتشار خالص صفر محسوب می شوند، که باید حداکثر تا اواسط همین قرن به نتیجه برسند. دستیابی به انتشار کربن صفر خالص مستلزم دگرگونی همه جانبه در همه بخش ها، نه تنها انرژی، بلکه تا مرحله مصرف کننده نهایی است. ترکیبی از بهره وری انرژی و انرژی های تجدیدپذیر می تواند بخش عمده ای از کاهش انتشار گازهای گلخانه ای مورد نیاز برای دستیابی به اهداف توافقنامه پاریس را انجام رساند. برای برخی از کاربردها که استفاده مستقیم از برق تجدیدپذیر از نظر فنی قابل دوام یا مقرون به صرفه نیست، هیدروژن سبز می تواند به کاهش شکاف کربن زدایی کمک کند. براساس محاسبات آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر (آیرنا)، تحت سناریوی ۱.۵ درجه سانتی گراد، تا سال ۲۰۵۰، هیدروژن سبز و مشتقات آن ممکن است ۱۲ درصد از انتشار را کاهش دهند و ۱۴ درصد از مصرف نهایی انرژی را تشکیل دهند. (شکل های ۱ و ۲). این امر به تنهایی مستلزم افزایش ظرفیت الکترولیزورها از اعداد ناچیز امروزی به ۵۷۲۲ گیگاوات در سال ۲۰۵۰ است (IRENA, 2023a).

هیدروژن سبز و مشتقات به کشورهای بسیار صنعتی فرصت هایی می دهد تا صنایع خود را به گونه ای تغییر دهند که به انتشار خالص صفر دست یابند، در حالی که در بر گیرنده چشم انداز توسعه صنعتی در کشورهای

در حال توسعه غنی از منابع انرژی تجدید پذیر است. دستیابی به این اهداف مستلزم ترکیبی از سیگنال های تقاضای قوی، سیاست های عمومی موثر و مشارکت فعال بخش خصوصی است. استقرار هیدروژن سبز همچنین منجر به ایجاد زنجیره های ارزشی جدید می شود که برخی از آنها در سراسر جهان هستند و طیف وسیعی از سهامداران را در بر می گیرند. همکاری بین المللی برای به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه ها و همچنین درس های آموخته شده در این مسیر مورد نیاز است.

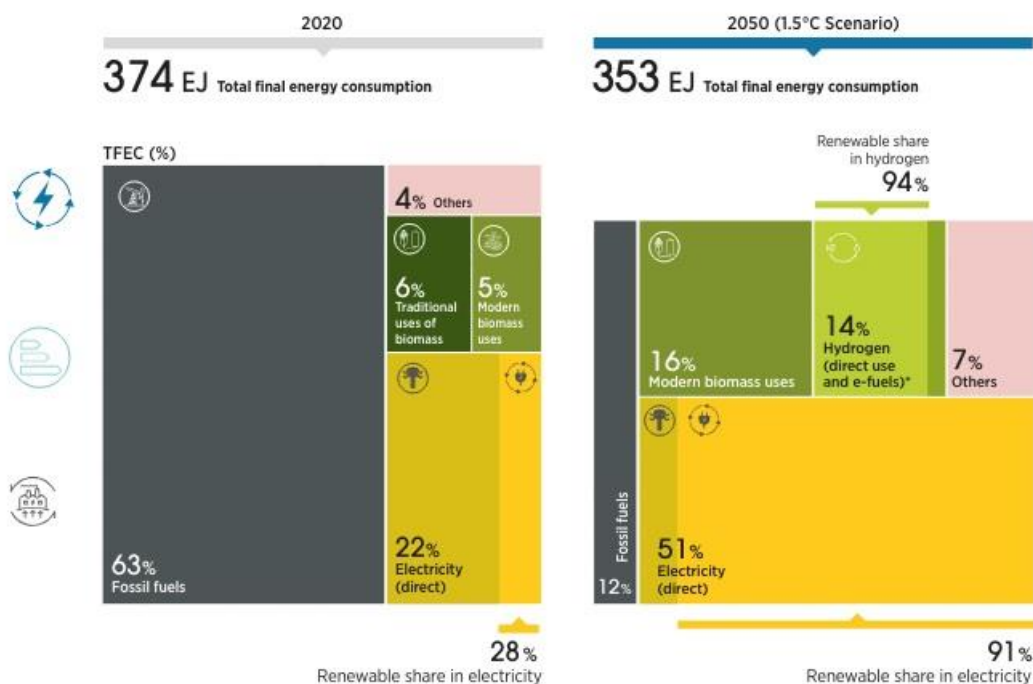
Figure 1. Carbon dioxide emissions abatement in 2050 under the 1.5°C Scenario



تهیه و اجرای استراتژی های هیدروژن سبز، اعلام آغاز پروژه های متعدد و موافقت نامه های دو و سه جانبه در سال های اخیر به سرعت افزایش یافته است. در حالی که ژاپن، جمهوری کره و استرالیا پیشتازان توسعه استراتژی هیدروژن بوده اند، از سال ۲۰۲۰، کشورهای بیشتری استراتژی های خود را راه اندازی کرده اند. امروزه، حدود ۵۰ سند استراتژی و چهار بازنگری استراتژی وجود دارد. با این حال، ارزیابی اینکه چه تعداد از این ابتکارات به اقدامات ملموس تبدیل شده اند و جهان از نظر استقرار هیدروژن سبز در چه جایگاهی قرار دارد، چالش برانگیز است. یکی از رویکردها برای تعیین پیشرفت انجام شده، اولین فرآیند جمع آوری اطلاعات جهانی (GST) در کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۳ (COP28) بود. فرآیند جمع آوری جهانی (GST) برای تهیه فهرستی از اطلاعات کشورهای جهان در خصوص اقدامات اقلیمی و شناسایی شکاف ها طراحی شده است. در سال ۲۰۲۳، چارچوب مشارکتی IRENA در مورد

هیدروژن سبز (CFGH) به حمایت از فرآیند جمع‌آوری جهانی (GST) با نگاهی دقیق به تحولات اخیر در بخش هیدروژن سبز اختصاص یافت. با توجه به عضویت تقریباً اکثر کشورهای جهان در آیرنا، CFGH جامعه جهانی را گرد هم آورد و پیشرفت تا به امروز را در ایجاد ساختارهای عرضه و تقاضای هیدروژن سبز و مشتقات آن را روشن کرد. از شرکت کنندگان، از جمله دولت‌ها و سهامداران صنعت، دعوت شد تا تجربیات خود را در مورد موانع پیش رو به اشتراک بگذارند و راه‌حل‌های بالقوه را مورد بحث قرار دهند. رویکرد‌های موجود در این جلسات در طول COP28 منتشر شد و اطلاعات ارزشمندی در مورد پیشرفت‌ها و چالش‌ها در تحقق چشم‌انداز هیدروژن سبز در جهان ارائه شد.

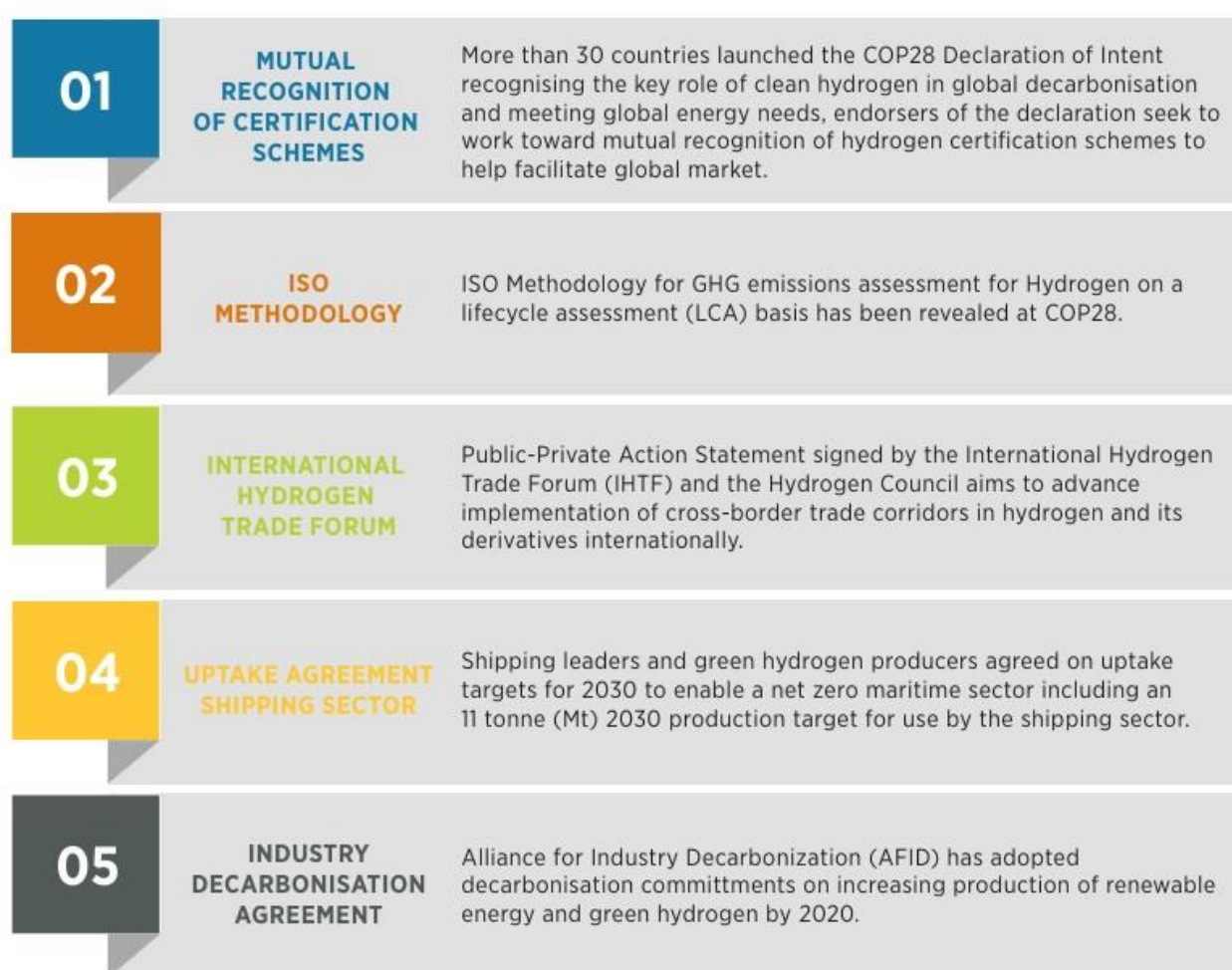
Figure 2. Breakdown of total final energy consumption by energy carrier over 2020-2050 under the 1.5°C Scenario



هیدروژن نقش مهمی در COP28 در دبی ایفا کرد: این بخشی از اولین فرآیند جمع‌آوری جهانی (GST)، نتیجه نهایی و بحث‌ها در میزگرد سطح بالای ریاست COP28 در مورد هیدروژن بود. تعدادی از جلسات موضوعی در حاشیه COP28 بر جنبه‌های مختلف هیدروژن متمرکز بود. دبیرخانه کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوا، رویکردها در مورد گفتگوهای فنی GST، یک بحث مشترک شامل کشورها، کارشناسان و ذینفعان به اشتراک گذاشت. گزارش بدست آمده پیشرفت جمعی در جهت تحقق اهداف بلندمدت توافقنامه پاریس را ارزیابی می‌کند. این گزارش بیان می‌کند که «دستیابی به انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای و

دی‌اکسید کربن، نیازمند تحولات سیستم در همه بخش‌ها، افزایش سریع انرژی‌های تجدیدپذیر، برقرسانی گسترده استفاده‌های نهایی، استفاده از سوخت‌های پاک، از جمله هیدروژن کم کربن و آمونیاک است» (UNFCCC، ۲۰۲۳). نتیجه نهایی مقاله از طرف‌ها می‌خواهد که در تسریع فناوری‌های بدون انتشار و کم انتشار، از جمله تولید هیدروژن کم کربن (UNFCCC، ۲۰۲۳) مشارکت کنند. در حالی که فرآیند GST روشن کرد که هیدروژن در اجرای توافقنامه پاریس نقش خواهد داشت، COP28 خود صحنه‌ای برای اعلام برخی از و نتایج کلیدی به شرح شکل (۳) بود.

Figure 3. **Key outcomes on hydrogen at COP28**



**شناخت متقابل گواهی ها:** بیش از ۳۰ کشور اعلامیه ای در COP28 برای به رسمیت شناختن نقش کلیدی هیدروژن پاک در کربن زدایی جهانی و تامین نیازهای جهانی انرژی را امضا کردند، تهیه کنندگان این اعلامیه به دنبال تلاش در جهت شناسایی متقابل گواهی هیدروژن صادره برای کمک به تسهیل بازار جهانی بودند.

**روش ISO:** متدولوژی ISO برای ارزیابی انتشار گازهای گلخانه ای براساس ارزیابی چرخه حیات (LCA) هیدروژن در COP28 رونمایی شد.

**انجمن بین المللی تجارت هیدروژن:** یم بیانیه اقدام عمومی و خصوصی توسط مجمع بین المللی تجارت هیدروژن (IHTF) و شورای هیدروژن با هدف پیشبرد اجرای کریدورهای تجاری فرامرزی هیدروژن و مشتقات آن در سطح بین المللی امضا شد.

**توافقنامه جذب بخش حمل و نقل:** رهبران کشتیرانی و تولیدکنندگان هیدروژن سبز در مورد هدف انتشار خالص صفر در سال ۲۰۳۰ در بخش دریایی از طریق ایجاد ظرفیت تولید تولید ۱۱ میلیون تن هیدروژن تا سال ۲۰۳۰ برای استفاده در بخش کشتیرانی توافق کردند.

**توافقنامه کربن زدایی صنعت:** اتحاد برای کربن زدایی صنعت (ACID) تعهدات کربن زدایی را برای افزایش تولید انرژی های تجدیدپذیر و هیدروژن سبز تا سال ۲۰۲۰ را پذیرفت.

این تحولات نشان دهنده توجه و حمایت سیاسی پایدار از هیدروژن است. با این حال، این سوال باقی می ماند که چگونه کشورها می توانند به طور موثر از پتانسیل هیدروژن سبز و مشتقات آن استفاده کنند. یا صنایع خود را به انتشار خالص صفر سوق دهند یا پروژه های تولیدی در مقیاس بزرگ را آغاز کنند. مسیر پیش رو همچنان حیاتی است. این گزارش رویکرد های کلیدی ارائه شده در جلسات CFIGH 2023 را ارائه می دهد. همچنین به روزرسانی هایی در مورد پیشرفت ها در کشورهایی که مشتاق تبدیل شدن به مصرف کنندگان اصلی هیدروژن سبز و آنهایی هستند که دارای پتانسیل قابل توجهی از انرژی تجدیدپذیر هستند، ارائه می دهد و همچنین می تواند به عنوان صادرکننده هیدروژن سبز عمل کند. علاوه بر این رویکرد هایی در مورد چگونگی رسیدگی به چالش ها و ابزارهایی است که اخیراً در دسترس قرار گرفته اند را نیز ارائه می کند.

ترجمه و تنظیم: مریم صحراگرد، مهدی تفضلی