



## نیمه‌هایها

مروری بر سیاست‌گذاری در صنعت ریزتراشه‌ها



# نیمه‌هایها؛ مروری بر سیاست‌گذاری در صنعت ریزتراشه‌ها باتمركز بر ایالات متحده آمریکا

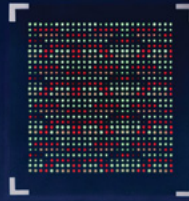


احسان جهانگیری، علی زرودی  
امین زاده حسین، سید رضا حسینی  
امین زاده حسین

نویسنده  
ناظر علمی  
مدیر مطالعه

۷ دی ۱۴۰۱  
۵۵۰۰  
امنیت زنجیره تأمین، نیمه‌هایها، ریزتراشه‌ها

تاریخ تنظیم  
تعداد کلمات  
کلیدواژه‌ها



## خلاصه مدیریتی

نیمه‌های‌ها که به آن ریزتراشه‌ها نیز گفته می‌شود به‌طور گسترده در همه محصولات فناورانه استفاده می‌شوند و روزه‌روز کاربرد و اهمیت آن‌ها گسترش می‌یابد؛ از اقلام خانگی مانند ریموت و تلویزیون گرفته تا مصارف صنعتی، کشاورزی و خصوصاً سیستم‌های نظامی، زیرساخت‌های امنیتی و دفاعی به نیمه‌های‌ها متکی‌اند. کوچک‌ترین کمبود یا اختلال حداقلی در عرضه و تأمین نیمه‌های‌ها نزدیک به ۱۷۰ صنعت را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد.

کاربرد همه‌جانبه و مصرف زیاد از یک‌سو، نوآوری و خلق قدرت از سوی دیگر، نیمه‌های‌ها را به صنعتی تعیین‌کننده و راهبردی برای قدرت‌های جهان تبدیل کرده است که از رهیافت‌های مختلف نیازمند بررسی است. بررسی مسائل و سیاست‌های کشورهای مختلف، افق روشنی در فهم مسئله نیمه‌های‌ها و سیاست‌گذاری برای آن می‌گشاید.

بازاری که آمریکا برای نیمه‌های در جهان ایجاد کرده، تقریباً نیمی از کل تولیدات این صنعت در جهان است (در واقع آمریکا بزرگ‌ترین استفاده‌کننده از نیمه‌هایها است)، در صورتی که سهم آمریکا از ساخت، ۱۲ درصد از کل ساخت ریزتراشه در جهان است. ساخت و تولید نیمه‌هایها در قبضه کشورهای آسیای شرقی (کره جنوبی، تایوان، ژاپن و چین) است. در زنجیره تأمین نیمه‌های چهار مرحله وجود دارد که در متن گزارش تشریح می‌شود. دو مرحله اول عبارت است از «طراحی» و «ساخت».

**مرحله طراحی** که ۵۳ درصد ارزش افزوده را به خود اختصاص می‌دهد و مهم‌ترین بخش زنجیره تأمین می‌باشد، در انحصار آمریکاست. این بخش عمیقاً به تحقیق و توسعه وابسته است. در طراحی با در نظر گرفتن نیاز و حتی ایجاد نیاز برای مصرف‌کنندگان به وسیله نرم‌افزار، ریزتراشه طراحی می‌شود. تحقیق و توسعه باعث می‌شود آمریکا شناخت دقیقی از سلیقه مصرف‌کنندگان داشته باشد و بدین ترتیب طراحی‌های شرکت‌های آمریکایی، همیشه مشتری خواهند داشت. اهمیت مرحله طراحی، محدود به آفرینش مزایای اقتصادی نیست؛ چراکه به دلیل شناخت ذائقه‌ها، می‌تواند ذائقه‌سازی کرده و نیازهای جدید ایجاد کند.

مرحله ساخت، فرایندی است که طی آن، ریزتراشه فیزیکی تولید می‌شود و دارای سازوکار بسیار پیچیده علمی و فناورانه است. به عنوان مثال، ایجاد شکاف در حد نانو با لیزر، زیرساخت‌های چند صد میلیون دلاری نیاز دارد. تأکید و تخصص آمریکا در مرحله طراحی، او را از تمرکز بر بخش ساخت بازداشت، به گونه‌ای که سهم تولید خود را از ۴۰ درصد در طول سه دهه گذشته به ۱۲ درصد کاهش داده است، با وجود این همچنان سود لازم را از مرحله طراحی و دیگر بخش‌های تأمین می‌برد. به عبارتی آمریکا دانش می‌فروشد و حتی برای مصارف خود، ساخت ریزتراشه را به متحدانش در آسیای شرقی واگذار کرده است.

به دلیل پیچیدگی، تخصصی شدن و صرفه اقتصادی، سیاست تقسیم کار در صنعت نیمه هادی، سیاستی منطقی به نظر می رسد اما تحولات جهانی باعث شد تا کشورها به سمت استقلال در صنعت نیمه هادی (حداقل برای نیازهای حساس و حیاتی مانند نیازهای نظامی) حرکت کنند. یکی از این تحولات، همه گیری کرونا و کاهش تولید در صنعت نیمه هادی به سبب تعطیلی کارخانه ها بود. تحول راهبردی دیگر، برجسته شدن دغدغه های امنیتی و نظامی است. تقابل آمریکا با چین در حوزه فناوری (از جمله نیمه هادی) علاوه بر اینکه کاهش سرعت رشد چین را هدف گرفته (رقابت اقتصادی) و می خواهد آمریکا را در لبه فناوری باقی نگه دارد، جهت گیری امنیتی و نظامی نیز دارد. سیاست تحریم چین و سیاست تخصیص بودجه به حوزه ساخت ریزتراشه، سیاست هایی است که توسط دولت آمریکا برای استقلال و کاهش وابستگی پیگیری شده و با اقناع رسانه ای پشتیبانی می شود. باتوجه به داده های آماری و اقتصادی ارائه شده، آنچه که برای آمریکا اولویت دارد مبارزه با پاندمی کووید و یا تأمین امنیت اقتصادی نیست؛ بلکه نیل به نوآوری های فوق محرمانه در مقابله با رشد کشور چین، آمریکا را به چنین فراستی انداخته است و هدف اصلی، امنیت راهبردی است.

تحریم چین توسط آمریکا، علاوه بر ضرر شرکت های آمریکایی و چینی، منجر به واکنش سایر بازیگران (کشورها و شرکت ها) شده است. به عنوان مثال «TSMC» تایوان، درصدد راه اندازی اولین کارخانه اروپایی نیمه هادی خود در شهر درسدن آلمان است. ژاپن نیز اقدامات جسته گریخته ای با همکاری تایوان در مسیر استقلال فناوری برداشته؛ ژم نیز با تسهیل سرمایه گذاری «اینتل» در ایتالیا، در مسیر کاهش وابستگی قدم می گذارد.

دولت چین که تاکنون سعی کرده با اعطای یارانه های دولتی و سرمایه گذاری های داخلی، این صنعت را علی رغم تحریم های آمریکا سرپا نگه دارد، اکنون در حال بررسی

سیاست‌های جایگزین است. از جمله این سیاست‌ها می‌توان به «کاهش هزینه مواد نیمه‌هادی مورد نیاز تولیدکنندگان ریزتراشه» و «تمرکز بر نقاط قوت به جای تمرکز بر بخش‌های تحریم‌شده» اشاره کرد.

هند نیز که به دلیل مناقشات قدیمی و ژئوپلیتیک با چین، در محور آمریکا قرار گرفته است، از جنگ تراشه میان آمریکا و چین استفاده کرده و در حال تبدیل شدن به یک کشور پیشرو در صنعت نیمه‌هادی است.

هدف این پژوهش، مروری بر اقدامات سیاستی در صنعت نیمه‌هایها، با تمرکز بر اقدامات تقنینی آمریکاست و از این‌رو مهم است که از رهگذر مرور تجربه سایر کشورها، می‌توان پیشنهادهای در سطوح مختلف سیاستی، علمی و کاربردی به ارمغان آورد. برای مثال یک مطالعه تخمین می‌زند که در نتیجه افزایش تخصص، یک ریزتراشه ممکن است قبل از تبدیل شدن به محصول نهایی، ۷۰ بار از مرزهای بین‌المللی عبور کند. کشورها می‌توانند با شناخت ظرفیت‌های خود، سهمی از این بازار بین‌المللی داشته باشند و با ارائه تسهیلات، شرکت‌های تولیدکننده در صنعت نیمه‌هادی را به تأسیس کارخانه در خاک خود مجاب کنند یا با ایجاد همکاری‌های دو یا چندجانبه با منطقه‌ای میان دولت‌ها، از پیشرفت صنعتی و اقتصادی جا نمانند.

درخصوص نقشه راه ایجاد صنعت نیمه‌هادی در کشور نیز در بخش جمع‌بندی گزارش بنابر استدلال‌های کارشناسی و مقایسه هزینه-فایده مراحل زنجیره تأمین، توصیه شده که سرمایه‌گذاری کشور به مرحله طراحی (مرحله اول زنجیره تأمین) معطوف باشد (به جز موارد نظامی و امنیتی که نیازمند سرمایه‌گذاری در کل زنجیره است). مرحله بسته‌بندی نیز قابلیت سرمایه‌گذاری دارد هرچند که ارزش‌افزوده اقتصادی و اهمیت راهبردی آن به مرحله طراحی نمی‌رسد.

## نیمه‌هادی‌ها

### مقدمه

ریزتراشه که نام‌های دیگری همچون تراشه، نیمه‌هادی و مدار مجتمع (IC) دارد، مجموعه‌ای از مدارهای الکترونیکی روی قطعه کوچک و مسطحی از سیلیکون است. سیلیکون پرکاربردترین ماده نیمه‌هادی است.

مواد نیمه‌هادی، موادی هستند که از منظر رسانایی جریان الکتریکی، بین مواد هادی و مواد عایق قرار دارند. از آنجا که از آن‌ها در ساخت تراشه‌ها استفاده می‌شود، به صنعت تولید تراشه، صنعت نیمه‌هادی می‌گویند. در یک تراشه، ترانزیستورها به عنوان کلیدهای الکتریکی مینیاتوری عمل می‌کنند که می‌توانند جریان الکتریکی را قطع و وصل کنند.



نیمه‌هادی‌ها یا ریزتراشه‌ها، به‌طور گسترده در همه محصولات فناورانه از تجهیزات مخابراتی گرفته تا لوازم خانگی، از خودروها تا تجهیزات پزشکی و از ربات‌های صنعتی تا مراکز داده استفاده می‌شوند. امروزه تصور دنیایی بدون نیمه‌هادی سخت است. آن‌ها قلب دستگاه‌هایی هستند که ما برای کار، مسافرت و سرگرمی استفاده می‌کنیم. کاربردهای ریزتراشه‌ها در صنایع متعددی از جمله کشاورزی، انرژی، حمل‌ونقل، سلامت، نظامی، امنیتی و ... روزبه‌روز، رو به گسترش است.

نیمه‌هادی‌ها در مجموعه گسترده‌ای از محصولات مصرفی و صنعتی استفاده می‌شوند که مصرف‌کنندگان از بسیاری از آن‌ها اطلاع ندارند. طبق تخمین پژوهش‌های اخیر، کوچک‌ترین کمبود یا اختلال حداقلی در عرضه و تقاضای نیمه‌هادی‌ها نزدیک به ۱۷۰ صنعت را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ مانند وضعیت کنونی بازار نیمه‌هادی‌ها.

تأثیرات نیمه‌هادی، به حوزه اقتصاد محدود نمی‌شود. تأثیر مهم نیمه‌هادی‌ها در خلق قدرت و تجهیزات نظامی نیز این حوزه را مانند انرژی هسته‌ای به یک صنعت پرمسئله تبدیل کرده است، مثلاً مقامات آمریکایی اعلام کرده‌اند تمرکز بر «بازگرداندن استقلال ایالات متحده در زمینه نیمه‌هادی» باید «با اطمینان از اینکه شبکه‌های دولت فدرال، عاری از تراشه‌های ساخت چین هستند» همراه باشد؛ چراکه غفلت از این موضوع امنیت ملی را به خطر می‌اندازد. برای مثال نیمه‌هادی‌های چینی بزرگ‌تر هستند و به اندازه نمونه‌های ساخته‌شده توسط شرکت تولید نیمه‌هادی تایوان (TSMC)<sup>۱</sup> کوچک نیستند. تفاوت در ساخت و اندازه ریزتراشه، شرکت‌های سفارش‌دهنده را درمورد تولیدکننده‌های چینی، به شک می‌اندازد که مبادا ریزتراشه‌ها، دارای قابلیت‌های جاسوسی باشند. فارغ از دغدغه

جاسوسی، بزرگ بودن ریزتراشه را یک کنش غیررقابتی تلقی می‌کنند و معتقدند که چین برای اینکه لبه فناوری خود را افشاء نکند، ریزتراشه‌های بزرگ تولید می‌کند (Razdan, 2022). در این گزارش، به موضوعات زیر پرداخته می‌شود:

- نسبت نیمه‌هادی‌ها با امنیت اقتصادی و امنیت راهبردی؛
- آشنایی با زنجیره تأمین به منظور شناخت الزامات پیش‌زمینه‌ای برای سیاست‌گذاری؛
- بررسی راهبردهای آمریکا به عنوان فعال‌ترین مثال‌واره سیاست‌گذاری در نیمه‌هادی‌ها؛
- پیامدهای اقدامات آمریکا؛
- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری سیاستی برای کشور.

### امنیت اقتصادی و نیمه‌هادی‌ها

سند حزب لیبرال دموکرات ژاپن با عنوان «توصیه‌هایی برای راهبرد امنیت اقتصادی ژاپن» مورخ دسامبر 2020، امنیت اقتصادی را عامل «تضمین استقلال، بقا و شکوفایی کشور از نظر اقتصادی» تعریف می‌کند و دو مفهوم را برای دستیابی به آن مطرح می‌کند. یکی «تأمین استقلال راهبردی» از طریق تقویت پایه‌های ضروری برای حفظ وضعیت اجتماعی و اقتصادی و دوم «اجتناب از وابستگی بیش‌ازحد به کشورهای دیگر» است (Suzuki, 2022).

وجود صنایع راهبردی آسیب‌پذیر به این معنی است که یک کشور نه‌تنها در معرض حمله‌های سایر کشورها به زنجیره تأمین خود قرار می‌گیرد، بلکه تحت‌تأثیر بلایای طبیعی و نوسانات عرضه و تقاضا در بازار جهانی نیز قرار می‌گیرد. یک راه مؤثر برای مقابله با این مسئله، کاهش آسیب‌پذیری‌ها و کاهش وابستگی به کشورهای دیگر (به‌بود خودمختاری) تا حد امکان است. از آن‌جا که تحقق خودمختاری در تمام بخش‌های صنعتی غیرممکن است، لازم است به‌دقت بررسی شود که چه مقدار

باید برای کدام بخش‌ها هزینه شود تا آسیب‌پذیری‌ها کاهش یابد و تا چه اندازه می‌توان در سایر بخش‌ها ریسک کرد. برای کاهش آسیب‌پذیری‌ها، تأمل درخصوص نحوه همکاری با متحدان و کشورهای شریک برای ایجاد زنجیره‌های تأمین بر اساس اعتماد نیز مهم است.

کرونا و بیماری‌های همه‌گیر فرصتی برای کشورهای پیشرفته صنعتی به خصوص آمریکا فراهم کرده که نقاط ضعف در تولید و بهره‌وری نیمه‌هایها را بسنجد؛ چراکه در نتیجه تقاضای شدیدی که پس از کرونا به وجود آمد اهمیت نیمه‌هایها در اقتصاد و دفاع ملی برجسته شد. از جهتی ادعا می‌شود که با تعطیلی کارخانه‌های بزرگ و محدودیت‌های بین‌المللی کرونایی، آمریکا تصمیم گرفت وابستگی خود را به دیگر کشورها در برنامه‌ای همه‌جانبه در سال ۲۰۲۲ کاهش دهد و با اختصاص بودجه‌های کلان در مسیر استقلال صنعتی گام بردارد. در واقع دولت آمریکا ادعا می‌کند که با همه‌گیری کرونا و تعطیلی کارخانه‌های چینی، صنعت نیمه‌های و به تبع آن سایر صنایع با بحران مواجه شده‌اند و دولت می‌خواهد در راستای امنیت اقتصادی، کنگره را قانع کند که بودجه‌های حمایتی بیشتری برای ساخت نیمه‌های در نظر گرفته شود.

البته صنعت نیمه‌های قیل از کرونا هم برای کشورها اهمیت خاصی داشته است. به خصوص کشور آمریکا که این صنعت را یکی از مهم‌ترین صنایع برای حضور در رقابت جهانی از نظر اقتصادی و دفاعی در نظر گرفته و در سال ۲۰۲۰، ۳۶۶ هزار نیرو برای فعالیت ذیل صنعت نیمه‌هایها جذب کرده است. نیمه‌هایها بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار تولید ناخالص را در آمریکا به خود اختصاص داده‌اند و میانگین درآمد کارکنان در این صنعت دوسوم بیشتر از میانگین کل درآمدی است که کارکنان تولیدی آمریکا در دیگر صنایع دریافت می‌کنند که نشان از توجه ویژه دولت آمریکا به این صنعت است.

زنجیره تأمین نیمه‌های جهانی و پیچیده است. صنعت نیمه‌های ایالات متحده به‌تنهایی تقریباً نیمی از درآمد جهانی را برای تولیدات نیمه‌های ایجاد می‌کند (آمریکا سهم عمده‌ای در افزایش تقاضا و سفارش به شرکت‌های ساخت ریزتراشه دارد). این در حالی است که بخش بزرگی از نیمه‌های اکنون در خارج از این کشور تولید می‌شوند. درست است که آمریکا با ایجاد افزایش تقاضا، بازار بزرگی برای نیمه‌هایها به وجود آورده؛ اما خودش فقط ۱۲ درصد از نیمه‌هایها را می‌سازد. لذا این صنعت در چند دهه اخیر تغییرات ساختاری عمده‌ای را تجربه کرده است که نشان از وابستگی آمریکا به سایر کشورها در زنجیره تأمین این صنعت دارد. بنابراین لازم است که زنجیره تأمین نیمه‌هایها بررسی شود.

### زنجیره تأمین نیمه‌هایها

زنجیره تأمین در این صنعت به روش‌های مختلفی طبقه‌بندی شده است، اما این گزارش فرایند را به چهار بخش عمده تقسیم می‌کند (Beebe, 2022):

- ۱) طراحی؛
- ۲) ساخت؛
- ۳) مونتاژ، آزمایش و بسته‌بندی (ATP)؛
- ۴) تجهیزات و مواد تولید.

اولین شرکت‌های نیمه‌هادی در آمریکا، معروف به تولیدکنندگان دستگاه‌های یکپارچه (IDM)، طراحی، ساخت و بسته‌بندی را در داخل آن کشور انجام می‌دادند و هنوز هم بخش عمده‌ای از درآمد تولید نیمه‌هادی‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. IDM‌های معروف ایالات متحده، Intel و Texas Instruments هستند. با گذشت زمان، هر مرحله از فرایند به تخصص فزاینده‌ای نیاز پیدا کرد، به طوری که امروزه شرکت‌های خاصی وجود دارند که فقط یکی از این وظایف را انجام می‌دهند. در نتیجه افزایش تخصص، یک نیمه‌هادی ممکن است قبل از تبدیل شدن به محصول نهایی، ۷۰ بار از مرزهای بین‌المللی عبور کند.

## ۱) طراحی

اولین قدم در ایجاد هر محصول موفق با طراحی خوب شروع می‌شود. شرکت‌های طراحی به طور کلی سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در تحقیق و توسعه (R & D) می‌کنند و به شدت به نرم‌افزار وابسته هستند. با گذشت زمان، شرکت‌های آمریکایی به طور فزاینده‌ای بر این مرحله از فرایند تولید تمرکز کرده‌اند و به شرکت‌های دیگر برای ساخت نیمه‌هادی‌ها (مرحله دوم) متکی هستند. امروزه **مرحله طراحی ۵۳ درصد، ساخت ۲۴ درصد، ATP حدود ۶ درصد و شرکت‌های تولیدی تجهیزات و مواد ۱۱ درصد** از ارزش افزوده این صنعت را به خود اختصاص می‌دهند. اهمیت طراحی چنان بوده که از سال ۱۹۹۰ آمریکا سهم ۴۰ درصدی (در سطح جهانی) از مرحله ساخت را به ۱۲ درصد کاهش داده و بر مرحله طراحی تمرکز کرده است.

## ۲) ساخت

در مرحله ساخت<sup>۱</sup> با تولید ویفرهایی به شکل دیسک<sup>۲</sup>، طرح‌های حاصل از مرحله قبل به ریزتراشه‌های فیزیکی تبدیل می‌شود. این فرایند بسیار پیچیده، شامل قابلیت‌های فنی پیشرفته است و به دقت بسیار بالایی نیاز دارد.

به‌طور کلی، سه نوع اصلی نیمه‌هادی‌ها عبارت‌اند از تراشه‌های منطقی، تراشه‌های حافظه و تراشه‌های آنالوگ. تراشه‌های منطقی حدود ۴۲ درصد از درآمد را در سال ۲۰۲۰ به خود اختصاص دادند. تراشه‌های منطقی برای محاسبات ضروری هستند. CPU، GPU، و FPGA همه جزء این گروه از تراشه‌ها هستند.

تراشه‌های حافظه ۲۶ درصد از درآمد را در اختیار دارند و در درجه اول برای ذخیره اطلاعات موردنیاز برای محاسبات استفاده می‌شوند. یکی از کاربردهای اصلی تراشه‌های حافظه، حافظه با دسترسی تصادفی پویا (DRAM)<sup>۳</sup> است.

در نهایت، تراشه‌های آنالوگ ۱۴ درصد از درآمد را دارند و به‌طور کلی کمتر به فرایندهای پیشرفته ساخت وابسته هستند. البته انواع دیگری در دسته‌بندی‌های دیگر (۱۸ درصد باقیمانده) قرار دارند که بیان و پرداختن دقیق به آن‌ها خارج از مجال این گزارش است.

با این حال، افزایش تمرکز بر طراحی در ایالات متحده منجر به کاهش ظرفیت ساخت ایالات متحده شده است. در سال ۱۹۹۰، ایالات متحده ۴۰ درصد از ظرفیت ساخت جهانی را در اختیار داشت که به تدریج در سال ۲۰۱۵ به ۱۳٫۸ درصد و در سال ۲۰۲۰

۱. Fabrication

۲. Disc-shaped Wafers

۳. Dynamic Random Access Memory

به ۱۲ درصد کاهش یافت. در سال ۲۰۱۹، تقریباً ۸۰ درصد ساخت جهانی در سیطره کشورهای آسیایی بود:



۹ درصد باقیمانده به‌طور جزئی بین بقیه کشورهای تولیدکننده مانند کشورهای اروپایی پخش شده که هرکدام سهم ناچیزی دارند. ظرفیت ساخت در ایالات متحده ثابت بوده است؛ اما گسترش مستمر تأسیسات تولیدی در کشورهای آسیایی منجر به کم شدن سهم آمریکا شده است. تخمین زده می‌شود که مرحله ساخت در ایالات متحده تا اواخر سال ۲۰۳۰ حدود ۱۰ درصد ظرفیت جهانی باشد.

### ۳) مونتاژ، آزمایش و بسته‌بندی (ATP)

پایان فرایند تولید عبارت است از مونتاژ و آزمایش ریزتراشه‌ها برای تأیید عملکرد. سپس ریزتراشه‌ها بسته‌بندی می‌شوند تا در محصولات نهایی ادغام شوند. این فرایند کاری فشرده است؛ اما به مهارت‌های کمتری نسبت به فرایند ساخت نیاز دارد. به این ترتیب، کمترین ارزش افزوده را ایجاد می‌کند.

هم IDMها و هم شرکت‌های برون‌سپاری مونتاژ و آزمایش (OSAT) فرایند ATP را انجام می‌دهند. شناخته‌شده‌ترین شرکت OSAT ایالات متحده، آمکور است. با در نظر گرفتن هر دو دسته شرکت IDM و OSAT، سهم بازار ایالات متحده برای مرحله ATP حدود ۲۸ درصد است. بدون احتساب IDM، شرکت‌های OSAT ایالات متحده حدود ۱۵ درصد از سهم بازار جهانی را در اختیار دارند.

#### ۴) تجهیزات و مواد تولید

تولید تراشه، نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجهی است که یک دسته اصلی از هزینه‌ها، مربوط به تجهیزات تولید ریزتراشه‌ها است؛ تجهیزاتی مانند لیزر، دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ویفر و دستگاه بسته‌بندی که به واسطه این تجهیزات، مراحل قبل محقق می‌شود.

این شرکت‌ها به توسعه، تولید و خدمات در زمینه تجهیزات لازم برای تولید نیمه‌هادی‌ها می‌پردازند. شرکت‌های تجهیزات و مواد تولید، برخلاف مرحله ساخت، معمولاً به هزینه سرمایه‌ای بالا نیاز ندارند؛ اما مانند مرحله طراحی به صورت گسترده به تحقیق و توسعه وابسته است. ایالات متحده در این بخش دارای موقعیت پیشرو است و شرکت‌هایی مانند Lam Research و KLA مجموعاً ۳۷ درصد از درآمد جهانی را به خود اختصاص می‌دهند.

#### امنیت راهبردی و نیمه‌هادی‌ها

در حالی که نیمه‌هادی‌ها پایه و اساس تمام صنایع پیشرفته را فراهم می‌کنند و برای دفاع ملی ضروری هستند، افزایش تمرکز بر طراحی در ایالات متحده، منجر به کاهش ظرفیت این کشور در مرحله ساخت شده و این موضوع علاوه بر مخاطره برای امنیت اقتصادی، در مورد نیازهای حساس (مانند نیازهای نظامی) امنیت راهبردی آمریکا را نیز به خطر انداخته است. آمریکا به تولید خارجی، عمدتاً در تایوان و کره جنوبی وابسته شده است؛ هرچند که این وابستگی از منظر اقتصادی، سیاستی روبرو به جلو ارزیابی می‌شد زیرا برون‌سپاری در ساخت، صرفه اقتصادی داشت. البته ناگفته نماند که آمریکا در بخش طراحی که پرسودترین بخش زنجیره تأمین قلمداد می‌شود، پیشرو است؛ به طوری که شرکت‌های ژاپنی معترفند که گرچه می‌توانند محصولاتی تولید کنند که در آن فناوری‌های فوق پیشرفته به کار برده شده، اما در ایجاد محصولات جذاب برای مشتریان خارجی (مرحله طراحی) مهارت چندانی ندارند



(Suzuki, 2022).

اخبار آمریکا بدون توجه کافی به زنجیره تأمین و تخصصی‌شدن این صنعت که نتیجه اجتناب‌ناپذیر آن وابستگی است، اعلام می‌دارند: «کمبود تراشه فعلی، اثرات موجی نامطلوبی در اقتصاد ایالات متحده در بخش‌های کلیدی از خودروها گرفته تا گوشی‌های هوشمند دارد و بحران‌های اقتصادی را تشدید خواهد کرد. پس از دهه‌ها اتکا به چرخه تولید فرامرزی تراشه، ایالات متحده [به دلیل وابستگی به سایر کشورها در مرحله ساخت] دیگر نمی‌تواند نیازهای ما را از منابع داخلی تأمین کند، درحالی‌که برخی از این نیازها حیاتی هستند».

باتوجه به شناختی که از زنجیره تأمین نیمه‌هایها حاصل شد، ارزیابی می‌شود موج جدید خبری که در مورد نیمه‌هایها شکل گرفته، به سفارش دولت آمریکا و برای اقناع افکار عمومی درخصوص لزوم کاهش وابستگی در مرحله ساخت این صنعت است، درحالی‌که اتکا به ساخت نیمه‌هایها به صورت فرامرزی، در گذشته سیاستی آگاهانه بوده و صرفه اقتصادی داشته است. اما در حال حاضر دولت آمریکا به بهانه کووید و امنیت اقتصادی، قصد جذب بودجه دارد تا برای ساخت ریزتراشه در مصارف نظامی و امنیتی وابسته نباشد و به‌طورکلی نیز سهم مرحله ساخت را ارتقاء دهد. به همین دلیل امروزه سیاست خبری این است که سهم آمریکا در ساخت نیمه‌هایها، کمتر نشود زیرا به اقتضای امنیت راهبردی، برای نیازهای ضروری (مثلاً حوزه دفاعی) نمی‌توانند به سایر کشورها اعتماد کنند.

### راهبردهای اخیر آمریکا و نیمه‌هایها

آمریکا با به رسمیت شناختن تهدیدهای ناشی از وابستگی به کشورهای خارجی و زنجیره‌های تأمین جهانی، اقدام به تصویب دو سند حقوقی کرد که به شرح ذیل است:

## ۱) لایحه قانون نوآوری و رقابت ایالات متحده (USICA)

این لایحه که در تاریخ (۲۰۲۱/۰۸/۰۶) در سنا تصویب شده، به فناوری و ارتباطات ایالات متحده، روابط خارجی و امنیت ملی، تولید داخلی، آموزش، تجارت و موارد دیگر می‌پردازد که در پیوست گزارش، مفاد مهم آن ارائه شده است. اولین مسئله‌ای که در لایحه به آن پرداخته شده، مسئله نیمه‌هادی‌ها است. دلالت‌های مرتبط با سیاست‌گذاری نیمه‌هادی‌ها بدین صورت در متن قانون پیشنهادی تصریح شده است:

- تأمین مالی و حمایت از ساخت، تحقیق و توسعه و امنیت زنجیره تأمین نیمه‌هادی‌ها طی سال‌های ۲۰۲۲ الی ۲۰۲۶؛
  - ایجاد اداره فناوری و نوآوری در بنیاد ملی علوم؛
  - تحریم چین به دلایل نقض امنیت سایبری و نقض حقوق بشر.
- موارد دیگر و دلالت‌های کامل‌تر این لایحه در پیوست ارائه شده است.

## ۲) قانون تراشه‌ها (ایجاد انگیزه‌های مفید برای تولید نیمه‌هادی‌ها) برای آمریکا

هدف این قانون، بازگرداندن رهبری آمریکا در تولید نیمه‌هادی‌ها است، رهبری‌ای که به واسطه ورود چین، تهدید شده است.<sup>۲</sup> این هدف از طریق افزایش انگیزه‌های فدرال برای امکان تحقیق و توسعه پیشرفته، ایمن‌سازی زنجیره تأمین و تضمین امنیت ملی و رقابت اقتصادی بلندمدت پیگیری می‌شود. این قانون در نهم اوت 2022 توسط بایدن امضا شده است (Kersten, Arcuri, Athanasia & Uno, 2022).

۱. CHIPS+ /Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors for America

۲. یکی از این تهدیدها، نوآوری‌های چین در زمینه طراحی است. تهدید دیگر، احتمال حمله نظامی چین به تایوان یا حمله مجدد سایبری چین به تایوان است (هک شدن تایوان توسط چین، سابقه داشته است و این موضوع، تهدیدی برای افشاء نوآوری‌های آمریکا در زمینه نیمه‌هادی محسوب می‌شود).

مدافعان این قانون خاطرنشان می‌کنند که قانون ویژگی‌هایی دارد که در خدمت پیشرو بودن و رهبری ایالات متحده در صنعت جهانی نیمه‌های است. این قانون تلاش دارد با تشویق شرکت‌های پیشرو صنعتی مانند اینتل و TSMC به توسعه مراکز تولیدی خود در ایالات متحده، رقابت این کشور در نوآوری و تولیدات پیشرفته نیمه‌هایها را تضمین کند. براساس این قانون، آنچه مهم است احیای تولید داخلی به‌منظور ایجاد زنجیره‌های تأمین انعطاف‌پذیرتر و قابل‌اطمینان‌تر (از جنبه‌های مختلف امنیتی مانند امنیت اقتصادی و امنیت اطلاعاتی) است و طیف گسترده‌ای از فناوری‌های غیرنظامی، نظامی و یا فناوری‌هایی را که کاربردی دوگانه دارند شامل می‌شود.

در نتیجه اقدامات حقوقی ذکر شده در سطح فدرال، بودجه‌ای معادل ۵۲ میلیارد دلار برای معکوس کردن روند فرسایشی توانایی ساخت ریزتراشه در ایالات متحده، پیش‌بینی شده است.

در منطقه اطراف آلبانی نیویورک، اخیراً تلاش‌های موفق برای ایجاد قابلیت‌های تحقیقاتی و تولید نیمه‌های در سطح جهانی و با بودجه دولتی آغاز شده است.

شروع به عملیاتی کردن  
راهبرد تقویت «ساخت  
تراشه» در محدوده آلبانی  
نیویورک

تخصیص بودجه کلان  
فرا حزبی

قانون‌گذاری در حوزه  
نیمه‌هایها در نتیجه  
اقتناع همه جانبه

تلاش موفقیت‌آمیز دولت آمریکا برای به رسمیت شناختن تهدید ناشی از وابستگی

۱. تایوان و کره جنوبی، تابع سیاست‌های آمریکا هستند. هند نیز به دلیل مناقشه ژئوپلیتیک با چین، با محور آمریکا همراه شده است.

آنچه در نیویورک در زمینه تولید نیمه‌های شکل‌گرفته الگوی موفق برای دیگر ایالت‌ها در نظر گرفته می‌شود. از مؤلفه‌های این الگو می‌توان موارد زیر را نام برد:

- مبتنی بر حمایت دولتی بودن؛
- سیاست جذب و وارد کردن پیشرفته‌ترین تولیدات جهان به خاک آمریکا؛
- فضای تکنیکی و علمی نیویورک که از جهتی امکان مشارکت حوزه‌های علم، دانش و مهندسی و از جهتی دیگر فرایندهای عملیاتی و امکانات در دسترس را فراهم آورده است.

از راهبردهای مهم که در قانون تراشه‌ها بدان تأکید شده، تشویق عمومی به سرمایه‌گذاری و مشارکت بخش خصوصی و فناوران به منظور افزایش تولید است. برای این راهبرد مشوق‌های مالیاتی در نظر گرفته شده، اما محققان و متخصصان این موضوع را کافی نمی‌دانند و در عمل نیز با بررسی تجارب موفق اخیر که اتفاقاً، عمدتاً با هزینه‌های دولتی در نیویورک پیشرو بوده است برای این راهبرد الگوهای متفاوت‌تری ارائه کرده‌اند.

### پیامدهای اقدامات آمریکا در چین و ماچین

آمریکا در راستای دغدغه‌های اقتصادی و امنیتی در نیمه‌های، تحریم‌هایی علیه چین صادر کرده است. عللی که آمریکا برای این تحریم‌ها عنوان می‌کند، اقدامات متخلفانه چین (مانند عدم شفافیت) است، اما به نظر می‌رسد آمریکا خود سودای آن اقدامات را در سر دارد. برای مثال اگر یکی از دلایل تحریم چین، عدم شفافیت (محرمانه عمل کردن) در تولیدات و نوآوری‌های نیمه‌هایها است، آمریکا خود نیز با همین استدلال اقدام به تقویت مرحله ساخت کرده است. موج خبری جدید آمریکا برای اقناع افکار عمومی حول تصویب قانون و تخصیص بودجه، همین موضوع را حکایت می‌کند؛ یعنی اولویت آمریکا، نیل به سیستم‌های محرمانه نظامی و امنیتی

در رقابت با چین است، سیستم‌هایی داخلی و غیروابسته به منظور پنهان‌سازی نوآوری‌های خاص و محرمانه.

علی‌رغم فشارهای آمریکا به چین، از جمله اقدام حقوقی اخیر یعنی لایحه «قانون دفاع از زنجیره تأمین تراشه حافظه در مقابل حزب کمونیست چین»، شرکت‌های چینی، برای کاهش تأثیرات تحریم‌های آمریکا، به عضویت در انجمن غیرانتفاعی و سوئیسی RISC V International (بزرگ‌ترین گروه طراحی تراشه منبع باز جهان) روی می‌آورند تا بتوانند مجوزهای موردنیاز خود را دریافت کنند. نمونه اخیر، هلدینگ تنسنت است که به پیروی از دیگر شرکت‌های فناوری چینی به جمع RISC V International می‌پیوندد تا به نوبه خود با محدودیت‌های فزاینده صادراتی آمریکا مقابله کند. استاندارد RISC V، جایگزینی برای Intel X86 و Arm انگلستان محسوب می‌شود که در راستای تلاش چین برای قطع وابستگی به فناوری‌های آمریکایی مشمول تحریم، در چین مورد استقبال قرار گرفته است. گفته می‌شود ۱۳ عضو از ۲۵ عضو برتر RISC V International، چینی هستند و شرکت‌هایی چون تنسنت، علی‌بابا، هواوی و زدتی‌ای را شامل می‌شوند. از دیگر اعضای برجسته این انجمن نیز می‌توان به گوگل، اینتل و کوالکام اشاره کرد (وبسایت زاویه، ۴ دی ۱۴۰۱).

در ارزیابی‌های صورت گرفته از سیاست تحریمی آمریکا<sup>۱</sup> در قبال چین، شکست این سیاست نیز پیش‌بینی شده است. به گزارش نشریه آمریکایی foreign affairs ریسک بالای سیاست تحریمی از آنجا نشأت می‌گیرد که می‌تواند با تأثیر مستقیم و بی‌سابقه بر زنجیره تأمین جهانی نیمه‌هایها، بر همراهی و همکاری متحدان ایالات متحده با این کشور اثر منفی گذاشته و شرکت‌های فناوری و صنایع دیگر

۱. Defending Memory Chip Supply Chains from the Chinese Communist Party Act

۲. کنترل صادراتی فراسرزمینی: ممنوعیت صادرات هر محصولی در هر جای دنیا که فناوری‌های پیشرفته آمریکایی در آن به کار رفته باشد به چین.

کشورها را نیز مجبور به سرپیچی کند. به عبارت دیگر، محدودیت‌های صادراتی، برای آمریکا کارکردی مشابه با استفاده ابزاری از سیستم مالی جهانی برای تحت فشار قرار دادن افراد و دولت‌ها دارد و دستاوردی مشابه حفظ مرکزیت و مرجعیت دلار به عنوان ارز جهانی را برای این کشور به ارمغان می‌آورد. این در حالی است که نقش ایالات متحده در زنجیره تأمین نیمه‌هادی‌ها با نقش پول این کشور در امور مالی جهان قابل مقایسه نیست؛ زیرا حوزه فناوری، دستوری نبوده و ایالات متحده مجبور است برای کارآمد شدن طرح‌ها و محدودیت‌های خود، متحدانش را با نشست‌ها و گفتگوهای بی‌وقفه متقاعد کند. از همین رو و به اعتقاد متخصصان امر، کنترل‌های فراسرزمینی تنها می‌تواند اهداف سیاسی کوتاه‌مدت ایالات متحده را محقق کند و در بلندمدت موجب نگرانی متحدان این کشور و رهبران صنایع از وابستگی یک‌جانبه به فناوری‌های آمریکایی شده و آن‌ها را ترغیب به کشف و استفاده از منابع جایگزین می‌کند. توسعه و پیشرفت فناوری‌های بومی چینی، نوعی کالا نیستند که با عتاب و خطاب بتوان مانع رشد و پیشرفت آن شد (وبسایت زاویه، ۱۴ دی ۱۴۰۱).

تحریم چین توسط آمریکا، علاوه بر شرکت‌های چینی، به شرکت‌های آمریکایی نیز آسیب رسانده است. شرکت کالیفرنایی تأمین‌کننده تجهیزات ساخت ویفر تراشه («Lam Research») اخیراً اعلام کرد که ۱۳۰ کارمند یعنی حدود هفت درصد از نیروی کار خود را اخراج خواهد کرد و معنای این تصمیم از دست رفتن میلیاردها دلار درآمد در سال مالی ۲۰۲۳ است. مدیرعامل این شرکت می‌گوید: «اخراج‌ها نتیجه بحران‌های موجود در اقتصاد کلان، محدودیت‌های تجاری اخیر که توانایی ما برای تجارت در چین را محدود کرده و پیش‌بینی کاهش تولید جهانی تجهیزات ساخت ویفر در سال بوده است و هدف ما مدیریت هزینه‌های شرکت است.» میزان ضرر «Lam Research» در سال جدید حدود ۲.۵ میلیارد دلار برآورد شده است. این شرکت علاوه بر اخراج ۱۳۰ کارگر تمام وقت، قصد دارد ۱۴۰۰ کارگر موقت را نیز طی ماه‌های آینده تعدیل کند (Mann, 2023).

چین نیز بازیگری نیست که به راحتی در این جنگ قدرت شکست خورده و مزیت تجارت اقلام پیشرفته را به آمریکا واگذار کند. چین قصد دارد با توجه به تحریم‌های آمریکا، در سیاست‌های خود بازیگری کند. سیاست چین تا کنون، اعطای یارانه و سرمایه‌گذاری داخلی بوده است اما اکنون نگران است که مبادا تخصیص یارانه‌های سنگین برای کمک به شرکت‌های نیمه‌های هادی، اثر معکوس داشته و موجب ترغیب آمریکا به اتخاذ هر چه بیشتر محدودیت‌های فناوری شود. لذا یکی از تدابیر جدید، یافتن راهی برای کاهش هزینه مواد نیمه‌های مورد نیاز تولیدکنندگان تراشه است (وبسایت زاویه، ۱۷ دی ۱۴۰۱).

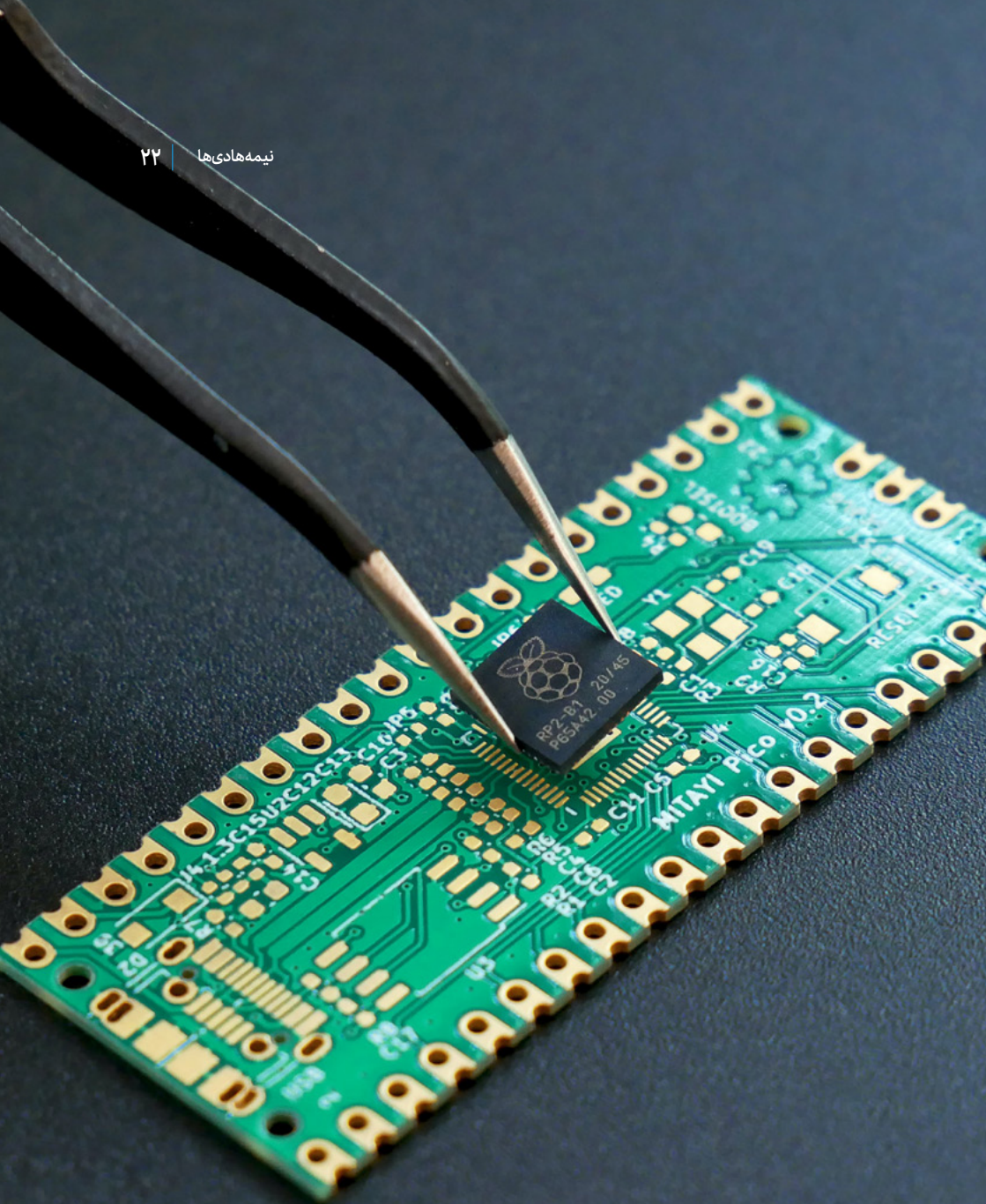
وی شائوجون<sup>۱</sup>، استاد دانشگاه سینگه‌وای پکن و یکی از مقامات انجمن صنعت نیمه‌های چین، بیست و نهم دسامبر در یک سخنرانی، از سیاست جدید چین پرده برداشت. او عنوان کرد که رویکرد تقویت صنعت داخلی نیمه‌های با تمرکز بر رفع کاستی‌ها و نقاط ضعف، خطایی راهبردی است و برای غلبه بر تحریم‌ها، چین باید منابع بیشتری را به تقویت نقاط قوت و مزیت‌های فناوری خود اختصاص دهد؛ یعنی برای غلبه بر نقاط ضعف، کافی است تا بر نقاط قوت تمرکز شود. او معتقد است، صنعت چین باید تمرکز خود را بر حوزه‌هایی که از محدودیت‌های صادراتی سنگین ایالات متحده کمتر آسیب دیده‌اند، مانند تراشه‌های پیشرفته و مرحله طراحی، معطوف کند (وبسایت زاویه، ۱۲ دی ۱۴۰۱).

هند به دلیل مناقشات قدیمی و ژئوپلیتیک با چین، در این جنگ تراشه در محور آمریکا قرار گرفته است. پیش‌بینی می‌شود تقابل میان ایالات متحده و چین، رؤیای هند برای تبدیل شدن به قطب تولید نیمه‌های را محقق کند. به گزارش وبگاه The Register بر اساس برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته، اولین کارخانه تولید تراشه

در هند، فوریه سال ۲۰۲۳ آغاز به کار می‌کند، تا اولین گام در راه تبدیل این کشور به قطب نیمه‌هادی‌ها برداشته شود. براساس جدول زمانی تدوین شده توسط آشوات نارایان، وزیر فناوری اطلاعات، الکترونیک و توسعه مهارت‌های استان کارناتا‌کای هند، در صورت تأیید به موقع این طرح، پروژه ۳ میلیارد دلاری ISMC Digital در ایالت جنوب غربی کارناتا‌کای می‌تواند در عرض چند ماه کلید بخورد. راه‌اندازی کارخانه‌های تولید نیمه‌هادی به تلاش بی‌شائبه‌ای نیاز دارند و براساس استانداردهای تجاری، حدود چهار تا پنج سال طول می‌کشد تا کارخانه ISMC وارد فاز عملیاتی شود.

تلاش هند برای تبدیل شدن به قطب تولید نیمه‌هادی یکی از اقدامات مدنظر آمریکا برای جایگزینی آن با صنعت نیمه‌هادی چین و حفظ مزیت اقتصادی واشنگتن در عین از دست دادن همکاری با پکن است. محدودیت‌های ایالات متحده برای فروش تجهیزات تولید نیمه‌هادی به چین، برخی از شرکت‌ها را بر آن داشته که تولیدات خود را به هند انتقال دهند و این یک مزیت ناعادلانه برای هند در رقابت با چین ایجاد کرده است (وبسایت زاویه، ۸ آذر ۱۴۰۱).





## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نیمه‌های صنعتی پیچیده و بسیار تخصصی است که نه تنها نیازمند زیرساخت‌های فنی و علمی پویا می‌باشد؛ بلکه به شدت به تحقیق و توسعه وابسته است. تخصص و تقسیم‌کار، مهم‌ترین مؤلفه‌ها برای پیشرفت در این صنعت هستند. امروزه دیگر مانند گذشته نیست که کشوری همچون ژاپن در دهه ۱۹۸۰ یک‌تاز نیمه‌های باشد؛ بلکه صرفه اقتصادی، در تقسیم‌کار جهانی است. اما این تقسیم‌کار می‌تواند مخاطرات امنیتی در پی داشته باشد؛ لذا آنچه امروزه در مورد این صنعت پیشرفته ضرورت پیدا کرده، اتخاذ سیاست متعادل است. **سیاست متعادل بدین معناست که با دقت بر زنجیره تأمین و شناسایی حوزه‌های کم‌ریسک‌تر، به سمت استقلال در حوزه‌های پرریسک حرکت کنیم و در حوزه‌های کم‌ریسک از همکاری‌های بین‌المللی بهره‌مند باشیم.** به این دلیل است که نقش سیاست خارجه، مقررات‌گذاری فراملی، مذاکره و خنثی‌سازی تحریم در مدیریت نیمه‌هایها بسیار مهم است.

آنچه که در اتخاذ این سیاست متعادل نقش مهمی دارد حل تزاومی است که بین **امنیت ملی** (شامل امنیت اقتصادی و امنیت راهبردی مثلاً تولید داخلی نیمه‌های برای مصارف امنیتی و دفاعی) و **رقابت‌پذیری و انعطاف اقتصادی** وجود دارد. آمریکا در چند دهه اخیر در مرحله طراحی، انحصار ایجاد کرده اما در مرحله ساخت، باز عمل کرده و از تقسیم کار جهانی در مرحله ساخت، انتفاع اقتصادی کسب کرده است (سیاست رقابت‌پذیری و انعطاف) و از سوی دیگر به تازگی تأکید دارد که در بخش ساخت به کشورهای شرق آسیا وابسته شده و این وابستگی همراه با رشد چین، امنیت اقتصادی و راهبردی آمریکا را تحت الشعاع قرار می‌دهد؛ لذا طی اقدامات حقوقی فدرال که در گزارش ذکر شده، بودجه زیادی برای حرکت به سمت تقویت مرحله ساخت در این صنعت تخصیص داده است. سیاست پیشین آمریکا (رقابت‌پذیری) مبتنی بر راهبردی بلندمدت و تمرکز بر مرحله طراحی بوده که اتفاقاً نقش مهمی در ثبات اقتصادی آمریکا ایفا می‌کرده است؛ اما اکنون به نظر می‌رسد کمی از رقابت‌پذیری چشم‌پوشی کرده و با اولویت قرار دادن امنیت ملی، برای تقویت مرحله ساخت بودجه اختصاص می‌دهد.

یک مطالعه تخمین می‌زند که در نتیجه افزایش تخصص، یک ریزتراشه ممکن است قبل از تبدیل شدن به محصول نهایی، ۷۰ بار از مرزهای بین‌المللی عبور کند. کشورها می‌توانند با شناخت ظرفیت‌های خود، سهمی از این بازار بین‌المللی داشته باشند و با ارائه تسهیلات، شرکت‌های تولیدکننده در صنعت نیمه‌های را به تأسیس کارخانه در خاک خود مجاب کنند یا با ایجاد همکاری‌های دو یا چندجانبه یا منطقه‌ای میان دولت‌ها، از پیشرفت صنعتی و اقتصادی جا نمانند.

سیاست‌های پیشنهادی این گزارش برای جمهوری اسلامی ایران عبارتند از:

۱. درخصوص نیازهای حساس نظامی و امنیتی: حرکت به سمت استقلال در زنجیره تأمین، ضروری است.

۲. درخصوص سایر نیازها:

- باید توجه داشت که مهم‌ترین مرحله برای سرمایه‌گذاری، مرحله اول یعنی طراحی است؛ زیرا بیش‌ترین ارزش افزوده را دارد. بنابراین ضروری است که شرکت‌های برتر فناوری در ایران، از تیم‌های تحقیق و توسعه حمایت لازم را به عمل بیاورند.
- سرمایه‌گذاری در مرحله ساخت (تهیه تجهیزات لازم برای ساخت) و مونتاژ، برای کشوری صرفه اقتصادی دارد که بازار فروش گسترده‌ای داشته باشد؛ زیرا دستگاه‌های ساخت باید به صورت مداوم فعالیت داشته باشند تا هزینه انجام شده جبران شود. بنابراین برای کشور ما که هنوز اکوسیستم نیمه‌هادی پا نگرفته است، سرمایه‌گذاری در مرحله ساخت توجیه قابل قبولی ندارد و می‌توان برای ساخت طرح‌های بومی، به شرکت‌های خارجی (از جمله شرکت‌های چینی) سفارش داد. تعدد کارخانه‌های ساخت تراشه در جهان نیز باعث می‌شود که کارخانه‌های داخلی در صورت تأسیس، بازار خارجی هم نداشته باشند. البته درخصوص مواردی همچون LED که بازار گسترده‌ای در کشور دارد، تهیه تجهیزات ساخت، صرفه اقتصادی دارد.
- آزمایش و بسته‌بندی (ذیل مرحله سوم) از منظر اقتصادی قابلیت اجرا در کشور دارد و امکان همکاری‌های خارجی نیز در این مرحله وجود دارد؛ اما ارزش افزوده آن به اندازه مرحله طراحی نیست.
- در راستای همکاری‌های بین‌المللی، جذب سرمایه‌گذاری خارجی از کشورهای نظیر چین و انتقال دانش و فناوری در این زمینه می‌تواند در آینده به یک تکیه‌گاه راهبردی در روابط کشور با دیگر کشورها تبدیل شود.

## پیوست‌ها

### لایحه قانون نوآوری و رقابت ایالات متحده ۲۰۲۱ (USICA)

#### تصویب‌شده در سنا (۲۰۲۱/۰۸/۰۶)

این لایحه به فناوری و ارتباطات ایالات متحده، روابط خارجی، امنیت ملی، تولید داخلی، آموزش، تجارت و موارد دیگر می‌پردازد. از جمله مفاد لایحه عبارت است از (United States Innovation and Competition Act of 2021):

- تأمین مالی و حمایت از ساخت، تحقیق و توسعه و امنیت زنجیره تأمین نیمه‌هادی‌ها طی سال‌های ۲۰۲۲ الی ۲۰۲۶؛
- تأمین مالی نوآوری در زنجیره تأمین بی‌سیم؛
- ایجاد اداره فناوری و نوآوری در بنیاد ملی علوم؛
- مجوز برنامه‌ها و سیاست‌های مختلف مربوط به اکتشاف فضایی؛
- تحریم چین به دلایل نقض امنیت سایبری و نقض حقوق بشر؛
- افزایش آموزش علوم کامپیوتر در مدارس؛
- رسیدگی به تأثیر چین بر مؤسسات آموزش عالی؛
- ممنوعیت بودجه فدرال برای موسسه ویروس‌شناسی ووهان و....

## منابع

1. Razdan, Khushboo (2022) "US Senate leader seeks support to bar business with China semiconductor manufacturers", [https://www.scmp.com/news/china/article/3201474/us-senate-leader-seeks-support-bar-business-china-semiconductor-manufacturers?module=perpetual\\_scroll\\_0&pgtype=article&campaign=3201474](https://www.scmp.com/news/china/article/3201474/us-senate-leader-seeks-support-bar-business-china-semiconductor-manufacturers?module=perpetual_scroll_0&pgtype=article&campaign=3201474)
2. Suzuki, Kazuto (2022), "Japan's Economic Security and Semiconductor Industry", The Japan Institute of International Affairs.
3. Beebe, Joyce (2022) "Semiconductors: Encouraging Innovation through Manufacturing and Tax Incentives", <https://www.bakerinstitute.org/research/semiconductors-encouraging-innovation-through-manufacturing-and-tax-incentives>
4. Kersten, Alexander; Arcuri, Gregory; Athanasia, Gabrielle & Hideki Uno (2022) "A Look at the CHIPS-Related Portions of CHIPS+", <https://www.csis.org/analysis/look-chips-related-portions-chips>
5. United States Innovation and Competition Act of 2021, S. 1260, 117th Cong. (2021-2022), <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1260>.
6. Mann, Tobias (27 Jan 2023), US ban on China chip exports rebounds, causes 2,700 job losses, [https://www.theregister.com/2023/01/27/lam\\_research\\_layoffs\\_q2\\_2023/](https://www.theregister.com/2023/01/27/lam_research_layoffs_q2_2023/)



۷. وبسایت زاویه (۸ آذر ۱۴۰۱)، «جنگ تراشه، رویای هند را محقق می‌کند»، بازیابی شده از <https://zaviehmag.ir/?p=1525>
۸. وبسایت زاویه (۴ دی ۱۴۰۱)، «تنسنت نیز به جمع طراحان تراشه می‌پیوندد»، بازیابی شده از <https://zaviehmag.ir/?p=2432>
۹. وبسایت زاویه (۱۲ دی ۱۴۰۱)، «رویکرد جدید پکن در رقابت فناوری چین و آمریکا»، بازیابی شده از <https://zaviehmag.ir/?p=2653>
۱۰. وبسایت زاویه (۱۴ دی ۱۴۰۱)، «آمریکا و خطای محاسباتی در مهار چین»، بازیابی شده از <https://zaviehmag.ir/?p=2722>
۱۱. وبسایت زاویه (۱۷ دی ۱۴۰۱)، «احتمال تغییر استراتژی تراشه‌ها در چین»، بازیابی شده از <https://zaviehmag.ir/?p=2876>





پایان

---

نگاهی نو،  
به حکمرانی فضای مجازی



تهران، ضلع غربی میدان فلسطین، خیابان آیت الله طالقانی، پلاک ۳۹۷  
۰۲۱-۸۶۰۵۴۲۹۱

[www.zaviehmag.ir](http://www.zaviehmag.ir)

[@zaviehmag](#)

نشانی  
تلفن  
وبسایت  
شبکه‌های اجتماعی