

# نظری بر: تکنولوژیهای حیاتی ملی امریکا

تهیه شده در کمیته تکنولوژی نو - کمیسیون صنعت شورای پژوهشهای علمی کشور

ایجاد دفتر «برآورد تکنولوژی» وابسته به کنگره آمریکا و دفتر «سیاست تکنولوژی» وابسته به دفتر ریاست جمهوری امریکا نشان از اهمیتی دارد که سیاستگذاران امریکایی برای تغییر در روند و حرکت تکنولوژی قائل بوده و هستند.<sup>۱</sup>

در طول چند دهه از به کارگیری مستمر و سازمان یافته تکنیکهای پیش بینی تکنولوژی، امریکا به طور مشخص «امنیت ملی» خود را به عنوان اصل اول سیاستگذاری این کشور در نظر داشته است و بر اساس آن اقدام به تدوین استراتژیهای توسعه دفاعی، صنعتی، تکنولوژی و اجتماعی نموده است. و در این راه تا اواسط دهه ۱۹۹۵ به وضوح از به کارگیری پروژههای بزرگ برای زمینه سازی ایجاد تکنولوژیهای جدید استفاده کرده است. شتاب دهنده های اتمی، سفر به فضا و فرود در ماه، احداث نیروگاه های اتمی مثالهایی از این نوع هستند. امریکا برای انتخاب تکنولوژیهای مورد نظر خود با استفاده از روشهای شناسائی تکنولوژی، فعالیتهای گسترده ای در چند سال اخیر داشته است، از جمله:

گزارش تکنولوژیهای حیاتی ملی، گزارش تکنولوژیهای نوظهور بازرگانی، گزارش تکنولوژیهای کلیدی دفاعی.

در متن حاضر فقط گزارش تکنولوژیهای حیاتی ملی مورد توجه قرار گرفته است. هیئت تدوین کننده این گزارش در جمع بندی کلی خود بر اساس جدول (۱) با ارائه شش زمینه و بیست و دو محور اصلی، تکنولوژیهای حیاتی ملی کشور خود را معرفی کرده است. مهمترین نکاتی که در مجموع برای نیل به اهداف مورد نظر مورد توجه قرار داده اند، به طور اجمال به قرار زیر است:

- ۱- تحقیقات توسعه تکنولوژی همسوی اهداف ملی صورت گیرد؛
- ۲- تحقیقات علوم پایه برای شناسائی و ایجاد زمینه های جدید توسعه تکنولوژی لازم است؛
- ۳- سیاستگذاری تحقیقات و توسعه تکنولوژی همزمان و در بالاترین سطح تصمیم گیری مملکتی صورت گیرد؛
- ۴- بررسی و تعیین اهداف تکنولوژیکی (اولویتهای تکنولوژیکی و اولویتهای تحقیقاتی) به صورت مستمر تجدید شود تا کارایی و روزآمدی خود را از دست ندهد؛
- ۵- برای هماهنگ سازی فعالیتهای تحقیقاتی در جهت توسعه تکنولوژیهای مورد نیاز، سیاست و برنامه مشخصی آماده شود.

□ در چند سال اخیر، فعالیتهای گسترده ای از سوی کشور امریکا در خصوص انتخاب تکنولوژیهای مورد نظر خود با استفاده از روشهای شناسایی تکنولوژی صورت گرفته است که از جمله آنها، گزارش تکنولوژیهای حیاتی ملی، گزارش تکنولوژیهای نوظهور بازرگانی و گزارش تکنولوژیهای کلیدی دفاعی بوده است. در متن حاضر، خلاصه ای از گزارش تکنولوژیهای حیاتی ملی امریکا، ارائه شده است. در این گزارش چند محور اصلی به این ترتیب، مورد تأکید قرار گرفته است: ۱- تحقیقات توسعه تکنولوژی باید همسو با اهداف ملی صورت گیرد. ۲- تحقیقات علوم پایه برای شناسایی و ایجاد زمینه های جدید توسعه تکنولوژی ضروری است. ۳- سیاستگذاری تحقیقات و توسعه تکنولوژی به طور همزمان در بالاترین سطح تصمیم گیری مملکتی صورت گیرد. ۴- بررسی و تعیین اهداف تکنولوژیکی (اولویتهای تکنولوژیکی و اولویتهای تحقیقاتی) به صورت مستمر تجدید شود تا کارایی و روزآمدی خود را از دست ندهد. ۵- برای هماهنگ سازی فعالیتهای تحقیقاتی در جهت توسعه تکنولوژیهای مورد نیاز، سیاست و برنامه مشخصی آماده شود.

## مقدمه

دنیای فردا با دنیای امروز متفاوت است. هر چند این سخن پیوسته در تاریخ بشری صحت داشته است ولی در این برهه از زمان معنی دارتر است. روند تغییرات علم و تکنولوژی و اثرات موثر و سریع آن در فرهنگ جوامع مختلف، فردای متفاوت با امروز را بسیار قابل لمس نموده است. این امر باعث شده است که فعالیتهای زیادی به ویژه از اوایل این قرن برای پیش بینی تکنولوژی و آینده صورت گیرد. هر چند که پیش بینی آینده سابقه ای تاریخی دارد ولی از زمان داونینچی به صورت پیش بینی تکنولوژی در آمده است. و از اول این قرن پیش بینی تکنولوژی به صورت یک علم پا به عرصه تصمیم گیریها و سیاستگذاریهای فنی، اقتصادی و سیاسی گذاشته است. امریکا با داشتن منابع قابل توجه و تقریباً در همه زمینه های علمی و فنی اقدام به پیش بینی نموده و با تأسیس مراکزی در سطح بالای تصمیم گیریهای مملکتی به شناسایی تکنولوژیهای ناشناخته و نو رو کرده است.

تکنولوژی به تنهایی قادر به تضمین گامیابی اقتصادی و امنیت ملی نیست.  
تکنولوژی می‌تواند سهم مهمی داشته باشد، به شرطی که  
بیاآموزیم از آن به صورتی اثربختر در توسعه فرآورده‌های نوآورانه،  
با کیفیت عالی و با قیمت‌های رقابت‌جویانه استفاده نماییم.



## ۱- خلاصه مدیریتی

«اگر قرار است که امریکا باقی بماند و موقعیت رقابتجویانه ما تقویت شود، نه تنها باید به خلق تکنولوژیهای نو ادامه دهیم، بلکه باید بیاموزیم که آن تکنولوژیها را به شیوه‌ای اثربختر به فرآورده‌های تجاری تبدیل کنیم.»

جورج بوش

۱۳ نوامبر ۱۹۹۰

علوم پایه در طول دهه‌های پس از جنگ جهانی دوم است. اما اکتشافات علمی که توسعه تکنولوژی را موجب می‌شوند، چه از نظر محتوا و چه از نظر زمان، غیرقابل پیش‌بینی هستند. بنابراین حمایت از علوم پایه باید به وجهی باشد که ثمره پیشرفتهای مفیدی را که نهایتاً بتوانند به تکنولوژی مبدل گردد، بیشینه نماید. برعکس، توسعه و به‌کارگیری تکنولوژی، به سبب درگیر بودن با عواملی همچون زمان و منابع، به انتخاب‌شدگی (زمینه‌های کار) و تمرکز بیشتری از منابع نسبت به علوم پایه نیاز دارد.

در مطالعه‌ای از این نوع برای انتخاب تکنولوژیهای تعیین‌کننده، ضرورت دارد که معیارهایی مبتنی بر عواملی همچون آسیب‌پذیری و گستردگی، بسط یابند، جدول (۲). سپس تکنولوژیهایی که با محدوده تعریف شده نیازها هماهنگی دارند، انتخاب شوند. البته باید توجه داشت که هر فهرست معینی از تکنولوژیها که انتخاب می‌شوند، درجاتی از واقع‌گرایی را در بر خواهد داشت. تکنولوژیهای تعیین‌کننده در این گزارش با آنچه که در سایر مطالعات مورد شناسایی قرار گرفته‌اند، ارتباطی خیلی نزدیک دارند. تکنولوژیهای مورد بحث در این نوشته، با این اعتقاد مطرح شده‌اند که پایه‌های مناسبی برای کاوش جهت ارضای بسیاری از نیازهای آینده ملت هستند. قصد این گزارش مقدماتی، برجسته کردن اهمیت این تکنولوژیها در برآوردن نیازهای آینده برای سرمایه‌گذاران و فعالیتهای بخشهای دولتی و خصوصی است. هیئتهای آینده هر دو سال یکبار گزارشهای روزآمد مفیدی را فراهم خواهند آورد تا اطمینان حاصل شود که مجموعه تکنولوژیهای حیاتی ملی، منعکس‌کننده تکنولوژیها و نیازهای جاری ملی است.

## تکنولوژی و آینده

در محیطی آکنده از رقابت فزاینده جهانی، به‌کارگیری تکنولوژی، همچون یک میدان نبرد استراتژیک در بازار بین‌المللی است. شرکتهای موفق، کاوشگران و توسعه‌دهندگان آخرین نوآوریها نبوده، بلکه آنهايي هستند که به فوریت می‌توانند فرآورده‌های مربوط را به بازار روانه کنند. تکثیر ابزار تولید و طراحی فرایند یکپارچه، فقط به کار تقویت‌گرایش به سوی چرخه‌های تولید کوتاهتر و افزایش بدون وقفه نوآوریها می‌آید.

موفقیت فردای امریکا در میدان رقابت، مستلزم یک تغییر بنیادین در روش رقابت صنعت امریکا در بازار جهانی است. سازمانهای تحقیقاتی، صنعتی و تجاری امریکا باید بیشتر بر روی استفاده از تکنولوژیهای نوین تأکید کنند. به علاوه، اکتشاف، توسعه و به‌کارگیری باید یکپارچه شده و به جای تصور آنها به‌عنوان فعالیتهای متوالی، به‌صورت همزمان در نظر گرفته شوند.

صنعت ایالات متحده، از دفتر هیئت مدیره تا صحن کارخانه، باید با اشتیاقی بی‌امان برای بهبود مستمر، چه در محصول و چه در روش تولید، آمیخته گردد. در گزینش تکنولوژیهای حیاتی ملی، بر خلق فرآورده‌های جدید و بر فرایندهای تولید آنها تأکید خاصی شده است. این خود مستلزم رویکردی یکپارچه به فرایند ساخت و تولید و طراحی محصول، کارایی، کیفیت و هزینه است.

این رویکرد یکپارچه، به‌صورت یکسان در بخشهای دفاعی و تجاری مصداق دارد. برتری تکنولوژی، از دیرباز به‌عنوان یک جزء بنیادین قدرت نظامی شناخته شده است. جنگ اخیر در خلیج فارس، باواری مجدد نقش برجسته‌ای است که تکنولوژی پیشرفته در حفظ

توسعه و استفاده بهنگام از تکنولوژی برای برآوردن نیازهای ملی همچون نیازهای دفاعی، رقابت اقتصادی، بهداشت عمومی و خودکفایی در انرژی بسیار اساسی است. بنابراین، باید شناسایی تکنولوژیها را برای تمرکز تلاش بر روی آنها، مطلب مهم و قابل توجهی به حساب آورد. در این گزارش بیست و دو تکنولوژی که برای برآوردن نیازهای ملی امریکا، تعیین‌کننده به‌نظر آمده، مشخص شده‌اند.

## جدول (۱) تکنولوژیهای حیاتی ملی

مواد

- سنسز و فرایند مواد
- مواد الکترونیک و فتونیک
- سرامیک
- کامپوزیت
- فلزات و آلیاژهای با کارایی زیاد

ساخت و تولید

- ساخت و تولید کامپیوتری یکپارچه انعطاف‌پذیر
- تجهیزات فرایند هوشمند
- ساخت در مقیاس میکرو و نانو
- تکنولوژیهای مدیریت سیستمها

اطلاعات و مخابرات

- نرم‌افزار
- میکروالکترونیک و اپتوالکترونیک
- محاسبات و شبکه‌سازی با کارایی بالا
- تصویرسازی و نمایشگرهای بسیار دقیق
- حساسه‌ها و پردازش سیگنال
- ذخیره داده و تجهیزات جانبی
- مدلسازی و شبیه‌سازی کامپیوتری

بیوتکنولوژی و علوم زیستی

- بیولوژی مولکولی کاربردی
- تکنولوژی پزشکی

هوانوردی و حمل و نقل زمینی

- علوم هوانوردی
- تکنولوژیهای حمل و نقل زمینی

انرژی و محیط

- تکنولوژیهای انرژی
- کم کردن آلودگی، رفع خسارت و مدیریت ضایعات

بنیان تکنولوژیها بر پایه علوم واقع شده است. بنیه علمی بی‌ظنبری که امروزه در اختیار ایالات متحده امریکا قرار دارد، نتیجه سرمایه‌گذاران صبورانه و مصمم بخشهای دولتی و خصوصی در

امنیت ملی ما بازی می‌کند. با کاهش جاری در بودجه‌های دفاعی، درحالی که سرعت نوآوری تکنولوژیکی افزایش می‌یابد، توانایی صنعت کشور در انتقال پیشرفتهای تکنولوژیکی به سیستمهای نظامی مقرون به صرفه، کارآمد و با کیفیت، همچنان به‌عنوان یک اولویت مهم ملی باقی خواهد ماند.

تکنولوژی به تنهایی قادر به تضمین کامیابی اقتصادی و امنیت ملی نیست. تکنولوژی می‌تواند سهم مهمی داشته باشد، به شرطی که بیاوریم از آن به‌صورتی اثربخشتی در توسعه فرآورده‌های نوآورانه، با کیفیت عالی و با قیمت‌های رقابتجویانه استفاده نماییم همچنانکه هنوز به حفظ یک پایه علمی قوی از طریق تحقیقات بنیادی ادامه می‌دهیم، ایالات متحده باید بر بهره‌گیری خلاق از پایگاه دانش خود تأکید بیشتری داشته باشد.

### تکنولوژیهای کلیدی ملی

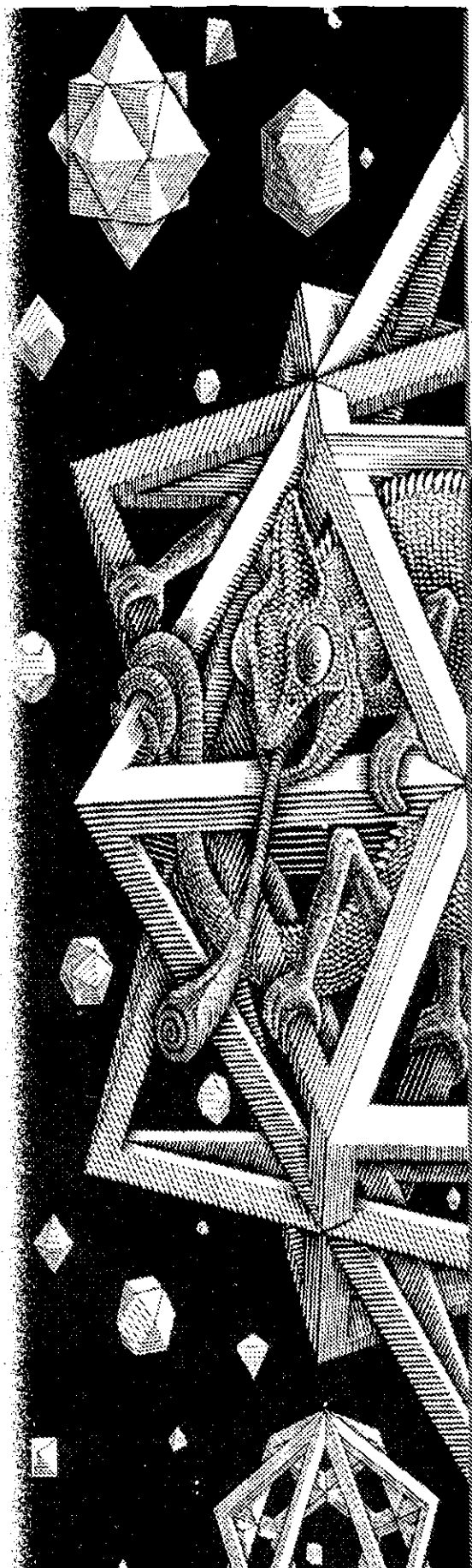
هیئت تکنولوژیهای ملی که توسط رئیس دفتر خط‌مشی علوم و تکنولوژی، وابسته به دفتر اجرایی رئیس جمهور، منصوب شده است، شامل نمایندگان ارشد ایالتی و کارگزاران رسمی بخش خصوصی است. این هیئت مسئولیت توسعه تکنولوژی و کاربرد آن را بر عهده دارد و مجموعه‌ای از تکنولوژیها را که منعکس‌کننده گستره کامل نیازهای تکنولوژیک است مورد شناسایی قرار داده است. بیست و دو تکنولوژی منتخب آنها در شش حوزه وسیع قرار می‌گیرد:

– مواد با ویژگیهایی که نویدبخش بهبودهای حائز اهمیت در کارایی اقلام تولیدی و مصرفی هر یک از بخشهای اقتصادی است.  
– تکنولوژیها و فرایندهای ساخت و تولید که به‌عنوان یک مبنای حیاتی، صنایع را قادر می‌سازد که جریان از فرآورده‌های نوآورانه، با کیفیت بالا و با قیمت‌های رقابتجویانه را به بازار روانه سازند.  
– تکنولوژیهای اطلاعات و ارتباطات که تکامل خود را به سرعت ادامه داده و رهیافتهای ما را در حوزه‌های ارتباطات، آموزش و ساخت و تولید به‌طور پیوسته تغییر می‌دهند.

– پیشرفتهای بیوتکنولوژی و علوم زیستی که رهیافتهای غیرمعماری را در مسائل اساسی حوزه‌های متنوعی چون دارو، کشاورزی، ساخت و تولید و حفظ محیط‌زیست ممکن ساخته است.  
– سیستمهای حمل و نقل زمینی و هوایی که تواناییهای نظامی و غیرنظامی ما را افزایش داده و سهولت و ایمنی سفر را بالا می‌برد.  
– تکنولوژیهای مرتبط با انرژی و محیط که امکان بالقوه تأمین منابع انرژی ایمن، سالم و بادوام را دارا بوده و تضمینی است بر اینکه محیطی پاکیزه برای برخورداری نسلهای آینده باقی بماند.

در حدود ۱۰۰ تکنولوژی مجزا توسط هیئت برای مطالعه انتخاب گردید. براساس ملاکهای انتخاب و اطلاعات گسترده‌ای که از بخش خصوصی و دولت تأمین شد، هیئت، ۲۲ تکنولوژی را به‌عنوان مهمترینها انتخاب نمود (جدول ۱) برخی تکنولوژیها (همچون همجوشی هسته‌ای) در این فهرست نیامد، زیرا منافع حاصل از این تکنولوژی، در درازمدت تحقق می‌یابد. در سایر موارد (چون کنترل علائم)<sup>۲</sup>، تکنولوژی مهم است ولی محدود، و تصور بر این بود که در سایر طرحها، همچون طرح تکنولوژیهای حیاتی وزارت دفاع که برنامه‌ریزیهای آنها به‌صورتی دقیقتر انجام می‌پذیرد مورد توجه خاص قرار خواهد گرفت.

هیئت، تکنولوژیهایی را در آغاز مورد توجه قرار داد که در ارتقای امنیت ملی و رقابتجویی اقتصادی مؤثرند. اهداف ملی دیگری، مانند



اکتشاف فضا توسط انسان نیز وجود دارد که در این گزارش عنوان نشده و برای حصول آنها تکنولوژیهای تواناکننده مختلفی مورد نیاز است. به هر حال، اکتشاف فضا، گستره وسیعی از پیشرفته‌ها را در صنایع هوا فضایی و غیر آن ایجاد کرده، و در توانا کردن هرچه بیشتر ما برای رقابت در بازار جهانی تکنولوژی پیشرفته سهیم خواهد بود.

## پیشگامان بخش خصوصی و دولتی در مطالعه تکنولوژیهای حیاتی

در پاسخ به قانون اختیار دفاعی سال مالی ۱۹۸۹، وزارت دفاع نخستین طرح تکنولوژیهای حیاتی خود را منتشر کرد که در مارس ۱۹۹۰ بازنگری شد و از آن پس هر سال روزآمد می‌گردد. هرچند که طرح یاد شده صرفاً بر تکنولوژیهایی که برای حفظ برتری کیفی سیستمهای تسلیحاتی ایالات متحده لازم‌اند، متمرکز است ولی بسیاری از اینها تکنولوژیهای «دو منظوره‌ای» است که منافع پراهمیتی را برای اقتصاد ملی تأمین می‌نماید. اکنون تلاش وزارت دفاع، بر توسعه طرحهای یکپارچه برای نیل به تواناییهای تکنولوژی دفاعی در حوزه‌های اولویتدار متمرکز شده است. برنامه‌ها این اطمینان را می‌دهند که از دوباره‌کاری پرهیز شده و تکنولوژیهای حیاتی از توجه لازم در برنامه علوم و تکنولوژی وزارت دفاع برخوردار می‌شوند.

وزارت بازرگانی در بهار ۱۹۹۰ با تهیه گزارش «تکنولوژیهای نوظهور: تحقیقی در خصوص فرصتهای فنی و اقتصادی»، از وزارت دفاع پیروی نمود. این گزارش، ۱۲ تکنولوژی نوظهور را که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۰۰ مشارکت بالقوه‌ای در توسعه فرآورده‌های جدید یا بهبود یافته داشته باشند، شناسایی کرد. گزارش یاد شده موقعیتهای رقابتی ایالات متحده را در مقایسه با ژاپن و جامعه اروپا، با توجه به توسعه و تجاری‌سازی این تکنولوژیها، مورد ارزیابی قرار داد.

اخیراً چند سازمان از بخش خصوصی نیز مطالعاتی را آغاز کرده‌اند تا تکنولوژیهای حیاتی برای بخشهای خاصی از صنعت را بررسی کنند. گزارشهایی که توسط اتحادیه صنایع هوا فضایی و پروژه خط‌مشی سیستمهای کامپیوتری تهیه گردیده، مثالهایی ارزشمند از این دست است.

شورای رقابتجویی بخش خصوصی نیز درگیر مطالعه‌ای در مورد اولویتها و خط‌مشی تکنولوژی از دیدگاه صنایع امریکا شد و گزارش آن در مارس ۱۹۹۱ منتشر شد.

با توجه به نقش محوری که تکنولوژی در زندگی روزمره ما ایفا می‌کند، مسائل تکنولوژی، علاقه قابل توجهی را در بین شرکای تجاری امریکا ایجاد کرده است و آنان نیز تکنولوژیهای حیاتی خود را بر اساس شناخت نیازهای ملیشان مورد شناسایی قرار داده‌اند. بنگاه علوم و تکنولوژی ژاپن، یک بررسی پیش‌بینی تکنولوژی را دو سال‌یکبار منتشر می‌کند و در سال ۱۹۹۰ جامعه اروپا نیز فهرستی از تکنولوژیهای حیاتی را منتشر ساخت که به نظر خودشان شایسته حمایت و تعهد منابع جامعه اروپا بود.

هرچند حوزه مطالعات گوناگون تکنولوژی «حیاتی»، «کلیدی» یا «نوظهور» متفاوت است، اما همپوشی وسیعی نیز در بین آنها موجود است. چالش اصلی، توسعه و به‌کارگیری آنها به‌گونه‌ای استراتژیک و سریع است.

## بحث

اهمیت به‌کارگیری تکنولوژی به صورتهای مختلف در این گزارش مورد تأکید قرار گرفته است. ابتدا پنج تکنولوژی حیاتی که در زمره تکنولوژیهای فرایند هستند، شناسایی گردید:

— ستر و فرایند مواد

— ساخت در مقیاس میکرو و نانو

— تجهیزات فرایند هوشمند

— ساخت و تولید کامپیوتری یکپارچه انعطاف‌پذیر

تکنولوژیهای مدیریت سیستمها

اهمیت امور ساخت و تولید و تحقق محصول در حوزه ۱۷ تکنولوژی دیگر نیز مورد توجه است.

کار قبلی سازمانهای دولتی فدرال و بخش خصوصی که تکنولوژیهای حیاتی را مورد بررسی قرار داده بودند نیز مد نظر قرار گرفت. گزارشهای وزارت دفاع و بازرگانی، نیز منابع مرجع بسیار مفیدی بود، زیرا موضوع را از دیدگاه دولت فدرال بررسی کرده بودند. وزارت دفاع به تکنولوژیهای حیاتی برای حفظ امنیت ملی پرداخته و وزارت بازرگانی تکنولوژیهای نوظهور را به لحاظ اهداف بازرگانی مورد توجه قرار داده است. بنابراین همان حوزه‌هایی را که در این گزارش مورد بحث است، پوشش داده‌اند، جدول (۳). اما به هر حال، تکنولوژیهای حیاتی ملی مشتمل بر تکنولوژیهای حمل و نقل زمینی و محیط‌زیست نیز می‌باشد که هیچ‌کدام از وزارتخانه‌های دفاع و بازرگانی به آن نپرداخته بودند. اگرچه هر سه گزارش، تکنولوژیهای مواد و ساخت و تولید را در برمی‌گیرد ولی گزارش حاضر تأکید بیشتری بر آنها دارد و شمول خاصی را نسبت به این حوزه‌ها که زمینه نوآوریهای تکنولوژی در کل اقتصاد بوده و آنرا مقدور می‌سازد، فراهم می‌آورد.

بسیاری از تکنولوژیهای حیاتی ملی (که توسط هیئت برگزیده شده است)، سایر تکنولوژیهای حیاتی را پشتیبانی می‌کند. برای مثال، پیشرفتهای مستمر در زمینه نرم‌افزار کامپیوتر، برای حمایت از توسعه قابلیت‌های پیشرفته در شبیه‌سازی و مدل‌سازی، محاسبات با کارایی بالا و تجهیزات فرایند هوشمند پردازش ضروری هستند. تکنولوژیهای همچون میکروالکترونیک و اپتوالکترونیک، مدل‌سازی و شبیه‌سازی و، مواد و ساخت تولید عملاً برای توسعه مستمر سایر تکنولوژیهای پیشرفته، اساسی هستند. در پرتو این وابستگیهای متقابل بود که به نظر رسید که درجه‌بندی تکنولوژیهای منتخب نه ممکن است و نه مطلوب.

در حالی که ترتیب فهرست شدن تکنولوژیها در این گزارش گویای هیچ‌گونه برتری بین آنها نیست، ولی ما را از تفاوتی که بین دسته‌های تکنولوژیهای مختلف وجود دارد آگاه می‌سازد. سه گروه اول، به نامهای مواد، ساخت و تولید و اطلاعات و ارتباطات، در بردارنده تکنولوژیهایی هستند که به‌صورت بالقوه سنگ بنای پایه برای همه بخشهای اقتصادی محسوب می‌شوند. بیوتکنولوژی و علوم زیستی، هوانوردی و حمل و نقل زمینی و انرژی و محیط زیست، بیشتر به حوزه‌های اصلی کاربری تکنولوژی شبیه هستند. به هر حال، فصل مشترک ۲۲ تکنولوژی مورد بحث، باور این هیئت است به اینکه آنها عمده‌تأمین آن دسته از حوزه‌های تکنولوژیک هستند که دستیابی به آنها برای تضمین امنیت ملی و یا رفاه اقتصادی امریکا کلیدی است. قواعد و روش کار هیئت، باعث شد که موضوعات تکنولوژیکی مهم و چالش‌هایی که تأثیرات مستقیم

جدول ۲. مقایسه تکنولوژیهای حیاتی ملی با تکنولوژیهای نوظهور عنوان شده توسط وزارت بازرگانی و تکنولوژیهای کلیدی شناسایی شده توسط وزارت دفاع

تکنولوژیهای حیاتی ملی	تکنولوژیهای نوظهور بازرگانی	تکنولوژیهای کلیدی دفاعی
<p><b>مواد</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- فراوری و سنتز مواد</li> <li>- مواد الکترونیک و فوتونیک</li> <li>- سرامیکها</li> <li>- کامپوزیتها</li> <li>- فلزات و آلیاژهای با کارایی بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مواد پیشرفته</li> <li>- قطعات نیمه هادی پیشرفته</li> <li>- ابرهادها</li> <li>- مواد پیشرفته</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مواد کامپوزیت</li> <li>- مواد نیمه هادی و مدارات میکروالکترونیک</li> <li>- مواد کامپوزیت</li> </ul>
<p><b>ساخت و تولید</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ساخت و تولید کامپیوتری</li> <li>- انعطافپذیر</li> <li>- تجهیزات فرایند هوشمند</li> <li>- ساخت در مقیاس میکرو و نانو</li> <li>- تکنولوژیهای مدیریت سیستمها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ساخت و تولید کامپیوتری</li> <li>- انعطافپذیر</li> <li>- هوش مصنوعی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- هوش ماشینی و رباتیک</li> </ul>
<p><b>اطلاعات و ارتباطات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- نرم افزار</li> <li>- میکروالکترونیک و اپتوالکترونیک</li> <li>- محاسبات، شبکه سازی با کارایی بالا</li> <li>- تصویرسازی دقیق و نمایشگرها</li> <li>- سنسورها و پردازش سیگنال</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- محاسبات با کارایی بالا</li> <li>- افزار نیمه هادی پیشرفته</li> <li>- اپتوالکترونیک</li> <li>- محاسبات با کارایی بالا</li> <li>- تصویربرداری دیجیتال</li> <li>- تکنولوژی سنسور</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- قابلیت تولید نرم افزار</li> <li>- مواد نیمه هادی و مدارات میکروالکترونیک</li> <li>- فوتونیک</li> <li>- معماریهای کامپیوتر موازی</li> <li>- امتزاج داده ها</li> <li>- پردازش سیگنال</li> <li>- سنسورهای غیرفعال</li> <li>- رادارهای حساس</li> <li>- هوش ماشینی و رباتیک</li> <li>- فوتونیک</li> <li>- شبیه سازی و مدل سازی</li> <li>- دینامیک سیالات محاسباتی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ذخیره داده و تجهیزات جانبی</li> <li>- شبیه سازی کامپیوتری و مدل سازی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ذخیره داده با چگالی بالا</li> <li>- محاسبات با کارایی بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بیوتکنولوژی و علوم زیستی</li> <li>- بیولوژی ملکولی کاربردی</li> <li>- تکنولوژی پزشکی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مواد و فرایندهای بیوتکنولوژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بیوتکنولوژی</li> <li>- وسایل پزشکی و تشخیص دهنده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- هوانوردی و حمل و نقل زمینی</li> <li>- هوانوردی</li> <li>- تکنولوژیهای حمل و نقل زمینی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- رانش هواتنفسی</li> </ul>		<p><b>انرژی و محیط</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- تکنولوژیهای انرژی</li> <li>- کم کردن آلودگی، اصلاح و مدیریت ضایعات</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- فریندهای در تکنولوژیهای حیاتی ملی ندارند:</li> <li>- مواد با چگالی انرژی بالا، پرتابه های فوق العاده سریع، توان پالسی، کنترل علائم، محیط سیستم سلاح.</li> </ul>		

جدول (۳) معیارهای انتخاب تکنولوژیهای حیاتی ملی

نیازهای ملی	معیارها	توصیف
	رقابتجویی صنعتی	تکنولوژیهایی که از طریق معرفی محصول جدید و بهبودهایی در هزینه، کیفیت و کارایی محصولات موجود، رقابتجویی ایالات متحده را در بازار جهانی ارتقا بخشد.
	دفاع ملی	تکنولوژیهایی که از طریق ایجاد بهبودهایی در کارایی، هزینه، قابلیت اطمینان، یا قابلیت تولید سیستمهای دفاعی، تأثیر بسزایی بر توان دفاع امریکا داشته باشند.
	امنیت انرژی	تکنولوژیهایی که وابستگی به منابع خارجی را کاهش داده، هزینه انرژی را پایین آورده، یا کارایی انرژی را بهبود بخشد.
	کیفیت زندگی	توانایی تشریک مساعی قوی در بهداشت، رفاه انسانی، و محیط، هم در داخل کشور و هم در سطح جهانی.
اهمیت/حیاتی بودن	فرصت پیشتازی در بازار	توانایی اعمال و حفظ رهبری ملی در تکنولوژی که برای اقتصاد یا دفاع ملی، از درجه اول اهمیت برخوردار باشد.
	کارایی، کیفیت، بهره‌وری، بهبود	قدرت ایجاد بهبودهای انقلابی یا تکاملی در محصولات یا فرایندهای رایج، که به نوبه خود منجر به منافع در اقتصاد یا دفاع ملی گردد.
اندازه بازار/ یا تنوع محصول	قدرت نفوذ	احتمال اینکه پتانسیل سرمایه‌گذاریهای تحقیق و توسعه دولت، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را در تجاری سازی تشویق نماید و یا اینکه موفقیت در یک تکنولوژی، موفقیت در سایر تکنولوژیها، محصولات، یا بازارها را برانگیزد.
	آسیب پذیری	اگر یک تکنولوژی منحصراً در اختیار دیگر کشورها - و نه ایالات متحده - باشد، احتمالاً زیانهای جدی در بر خواهد داشت.
	واسطه‌گری/یا فراگیر	یک تکنولوژی ممکن است مبنای بسیاری از تکنولوژیهای دیگر را تشکیل دهد، یا ارتباطات قوی با بسیاری از بخشهای اقتصاد را نشان دهد.
	اندازه بازار نهایی	توانایی اعمال یک تأثیر عمده اقتصادی از طریق گسترش بازارهای موجود، ایجاد صنایع جدید، تولید سرمایه، یا ایجاد فرصتهای اشتغال.

چندانی بر شکوفایی اقتصادی یا امنیت ملی ندارند از این فهرست حذف شوند: مثل اکتشاف فضا و نیز تعدادی از موارد که هیئت بر این باور بود که چالش اصلی آنها ماهیت فنی ندارد. مقایسه‌های انجام شده بین تکنولوژیهای حیاتی ملی (برگزیده هیئت)، تکنولوژیهای نوظهور وزارت، بازرگانی و تکنولوژیهای حیاتی وزارت دفاع در جدول (۳)، نشان‌دهنده میزان همپوشی زیادی است که بین تکنولوژیهای لازم جهت حفظ امنیت ملی و تکنولوژیهایی که

در رقابتجویی اقتصادی مشارکت دارند، وجود دارد. هرچند که شمار اندکی از تکنولوژیهای حیاتی بسیار خاص دفاعی، طرح شده توسط وزارت دفاع (مانند کنترل علائم، توان پالسی و مواد با دانسیته انرژی بالا)، در زمره تکنولوژیهای حیاتی ملی (در این گزارش) قرار ندارند، ولی بیشتر تکنولوژیهای وزارت دفاع دو منظوره بوده و به صورت بالقوه برای کاربردهای غیردفاعی خویش نیز به همان اندازه مهم‌اند که برای کاربردهای دفاعی. هم امنیت ملی و هم رفاه اقتصادی آینده

■ هرچند حوزه مطالعات گوناگون تکنولوژی «حیاتی»، «کلیدی»، یا «نوظهور»، متفاوت است، اما همپوشی وسیعی نیز در بین آنها موجود است. جالش اصلی، توسعه و به کارگیری آنها به گونه‌ای استراتژیک و سریع است.

■ هم امنیت ملی و هم رفاه اقتصادی آینده آمریکا، اساساً به استمرار تلاشها در دانشگاهها، آزمایشگاههای فدرال، بخش خصوصی و دولت در تأمین سرمایه امیدهای تکنولوژیکی و تحقق این تکنولوژیها متکی است.

همچنین، سرپرستان ادارات فدرال تشویق شدند تا افرادی با پیشینه فنی شایسته که موقعیت دولتی ایشان در سطح خط‌مشیهای تکنولوژیکی قرار داشته باشد، منصوب نمایند.

### روش شناسی انتخاب

هیئت، مذاکرات خود را با تأکید خاص بر معیارها و روشهای گزینش تکنولوژیهای حیاتی، از طریق مرور مطالعات اخیر در مورد تکنولوژیهای حیاتی، آغاز نمود. هرکدام از این مطالعات، محوریت منحصر به فرد داشته و اطلاعات مفیدی را به دست می‌داد. توضیحات مختصری نیز از تعدادی از سازمانهایی که مسائل مربوط را بررسی کرده بودند درخواست شد. با این وجود، هیئت مسئولیت اصلی جمع‌آوری صورتی جامع از تکنولوژیهای حیاتی ملی را به عهده گرفت. اهمیت ایجاد روشی دقیق و گام به گام برای انتخاب تکنولوژیها، به صورتی که تکنولوژیهای انتخاب شده را بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای تأیید شده ارزیابی در معرض غربال کردن قرار دهد، درک شده بود.

یک رده‌بندی تهیه شد که تکنولوژیها را در یک سلسله مراتب کلی منظم کرده و ارتباطات آنها را به روشنی نشان می‌داد. هیئت متوجه شد که بسیاری از مطالعات انجام شده قبلی، تکنولوژیها را در سطوح مختلفی از رده‌بندی توده‌ای (و نه نظام یافته) فهرست کرده‌اند و به این ترتیب نتیجه گرفت که ارائه همه تکنولوژیهای حیاتی در همان سطح گردآمده، به صورت یکسان، غیرعملی است.

به‌رحال، به منظور فهم و تشخیص ارتباطات سلسله مراتبی، رده‌بندی خاصی تهیه و پالایش گردید و به‌عنوان یک فهرست انتخاب شده که بتوان انتخابها را از روی آن انجام داد، مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن، هیئت معیارها و قوانین اصلی انتخاب را تعیین نمود که در جدول (۲) نشان داده شده است.

هدف از این معیارها آن بود که اهمیت تک‌تک تکنولوژیها در امنیت ملی، اقتصاد ملی، و برآوردن سایر نیازهای ملی روشن گردد. معیارها، به‌عنوان چارچوبه‌ای کلی که بر اساس آن بتوان میزان «حیاتی بودن» تکنولوژیهای منتخب را برآورد نمود، به کار گرفته شد. تکنولوژیهایی که می‌توانستند طی ۱۰ یا ۱۵ سال آینده در محصولات یا فرایندهای تجاری و یا سیستمهای دفاعی به کار گرفته شوند، در کانون توجه قرار گرفت. ■

### یادداشتها

- ۱- دفتر «برآورد تکنولوژی» با توجه به بوجود آمدن و دستیابی به منابع گسترده دیگر به تازگی تعطیل شده است.
- ۲- Signature Control، یکی از تکنولوژیهای مهم در کاربردهای نظامی است. تجهیزات نظامی باید طوری طراحی شوند که شناسایی آنها توسط سیستمهایی از قبیل رادار به راحتی میسر نباشد.

آمریکا، اساساً به استمرار تلاشها در دانشگاهها، آزمایشگاههای فدرال، بخش خصوصی و دولت در تأمین سرمایه امیدهای تکنولوژیکی و تحقق این تکنولوژیها متکی است.

سرانجام، هیئت بر اهمیت آموزش علوم و ریاضیات برای توانا کردن ملت جهت حفظ موقعیت رهبری جهانی در تکنولوژی و کاربرد تکنولوژی اذعان دارد. توانایی ما در کسب منافع ناشی از تکنولوژیهای حیاتی ملی بستگی به تربیت نیروی کار باسواد فنی دارد که مهارتهای ضروری برای توسعه و تسلط یافتن بر این تکنولوژیها و تکنولوژیهای آینده را پرورش دهند.

## ۲- تشکیلات سازمانی مبنای قانونی

هیئت تکنولوژیهای حیاتی ملی، طبق قانون اختیار دفاعی سال مالی ۱۹۹۰، و مطابق اصلاحیه‌ای بر «قانون ملی خط‌مشی، سازمان، و اولویتهای علوم و تکنولوژی»، مصوب ۱۹۷۶، تشکیل شد. طبق این قانون، هیئت مأموریت یافت که تا سال ۲۰۰۰، هر دو سال یکبار گزارشی از تکنولوژیهای حیاتی ملی تهیه و به رئیس‌جمهور و کنگره تسلیم نماید.

مسئولیت این هیئت، شناسایی حدود ۳۰ تکنولوژی حیاتی ملی بود. این تکنولوژیها به‌عنوان حوزه‌هایی از توسعه تکنولوژیکی تعریف شده‌اند که برای امنیت ملی و موفقیت اقتصادی ایالات متحده در درازمدت، اساسی محسوب می‌شوند. بر این اساس، فرایندهای ساخت نیز، باید همچون تکنولوژیهای محصول، مدنظر قرار می‌گرفت.

### ترکیب هیئت

هیئت تکنولوژیهای حیاتی در هر دوره متشکل از ۱۳ متخصص در زمینه‌های علوم و مهندسی است که از دولت فدرال و بخش خصوصی انتخاب می‌شوند. مدیریت دفتر خط‌مشی علوم و تکنولوژی O. S. T. P. نه نفر از اعضای هیئت را که سه نفرشان باید از مقامات دولتی امریکا بوده و شش نفر دیگر از نمایندگان صنایع خصوصی و یا از آموزش عالی، منصوب می‌نماید. مدیر دفتر، یکی از مقامات فدرال عضو هیئت را به‌عنوان رئیس هیئت برمی‌گزیند. علاوه بر آن عضو منصوب شده، سرپرستان تشکیلات وزارت دفاع، وزارت انرژی، وزارت تجارت، و اداره کل هوا فضایی ملی (ناسا) نیز هر یک نماینده‌ای برای عضویت در هیئت معرفی می‌نمایند.

در انتخاب اعضا تلاش شده تا اطمینان حاصل شود، اعضای هیئت، مجموعه‌ای هماهنگ و متوازن از افرادی باشند که ضمن دل‌بستگی و تعلق خاطر به مسائل امنیت ملی و رقابتجویی اقتصادی، در گسترده وسیعی از حوزه‌های حیاتی تکنولوژی، متخصص باشند.