

# هوش مصنوعی در جهان (۲)

## (جمهوری فدرال آلمان)

دفتر: مطالعات بنیادین حکومتی

کد موضوعی: ۳۳۰

شماره مسلسل: ۱۶۳۴۶

اسفندماه ۱۳۹۷

## به نام خدا

### فهرست مطالب

۱	چکیده
۱	مقدمه
۶	فصل اول - تاریخچه و چهره‌های برجسته هوش مصنوعی در آلمان
۱۷	فصل دوم - آلمان و اتحادیه اروپا: همکاری در زمینه هوش مصنوعی
۲۲	فصل سوم - راهبرد هوش مصنوعی دولت فدرال آلمان
۳۱	فصل چهارم - طرح کلی یک راهبرد هوش مصنوعی برای آلمان
۳۳	فصل پنجم - مهم‌ترین مراکز پژوهش‌های هوش مصنوعی در آلمان
۴۲	منابع و مآخذ



## هوش مصنوعی در جهان (۲) (جمهوری فدرال آلمان)

### چکیده

انقلاب صنعتی چهارم اتفاق افتاده است. در حالی که بسیاری از جنبه‌های زندگی ما در حال دیجیتالی شدن هستند و در شرایطی که عصر جدید فناوری بر اطلاعات و داده‌ها متمرکز است، هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از این داده‌ها به ما در انجام امور گوناگون کمک کند. مقصود از هوش مصنوعی به طور کلی سامانه‌های رایانه‌ای و رباتی است که قادر به درک محیط پیرامون، تفکر، استدلال، یادگیری و در نهایت تصمیم‌گیری و عمل هستند و پیدایش این دانش نوین و پیشرفت و پختگی آن در دهه اخیر با فرصت‌ها و چالش‌هایی همراه است که غفلت دولت، حاکمیت، جامعه، اقتصاد و علم از آنها، هر کشور در حال توسعه‌ای را به مخاطره‌های پیش‌بینی‌ناپذیری دچار خواهد کرد. از همین رو بررسی روند تحولات، قانونگذاری‌ها، قوانین، برنامه‌ها، چشم‌اندازها، سرمایه‌گذاری‌ها و نهادسازی‌ها در دیگر کشورها می‌تواند پس از بومی‌سازی مفاهیم به ما در مسیر توسعه این دانش کمک کند. یکی از کشورهای پیشرو در این زمینه که در سال‌های اخیر با تکیه بر اقتصاد قوی، سیاست‌های هوشمندانه و نهادهای علمی برجسته خود کوشیده است از راه‌های گوناگون به دستاوردهای هوش مصنوعی و چشم‌انداز آینده آن واکنش نشان داده و بدین‌سان جایگاه عالی خود را در این دانش تثبیت کند، آلمان است. در این گزارش مروری بر سیر تاریخی تحول هوش مصنوعی، چهره‌های تأثیرگذار، مراکز مهم هوش‌پژوهی و مفاهیم خاص این حوزه در آلمان ارائه می‌شود. از نشانه‌های اهمیت تحولات هوش مصنوعی در آلمان تدوین «راهنمای هوش مصنوعی دولت فدرال آلمان» است که به عنوان چارچوبی برای سیاست‌های کلی به تازگی از سوی دولت آلمان منتشر شده و در گزارش حاضر به مهم‌ترین مفاهیم آن اشاره خواهیم کرد.<sup>۱</sup>

### مقدمه

هدف نهایی هوش مصنوعی<sup>۲</sup> به عنوان یک علم، فهم رفتار هوشمندانه در جهان واقعی است. هوش مصنوعی در این هدف با دانش‌های دیگری مانند فلسفه، روان‌شناسی و عصب‌شناسی مشترک است. اما وجه تمایز هوش مصنوعی از این دانش‌ها، روش‌شناسی آن است که بر الگوی محاسباتی مبتنی است.

۱. هدف از ارائه این گزارش برای آشنایی است و نگاه اثباتی و ابطالی به موضوع ندارد.

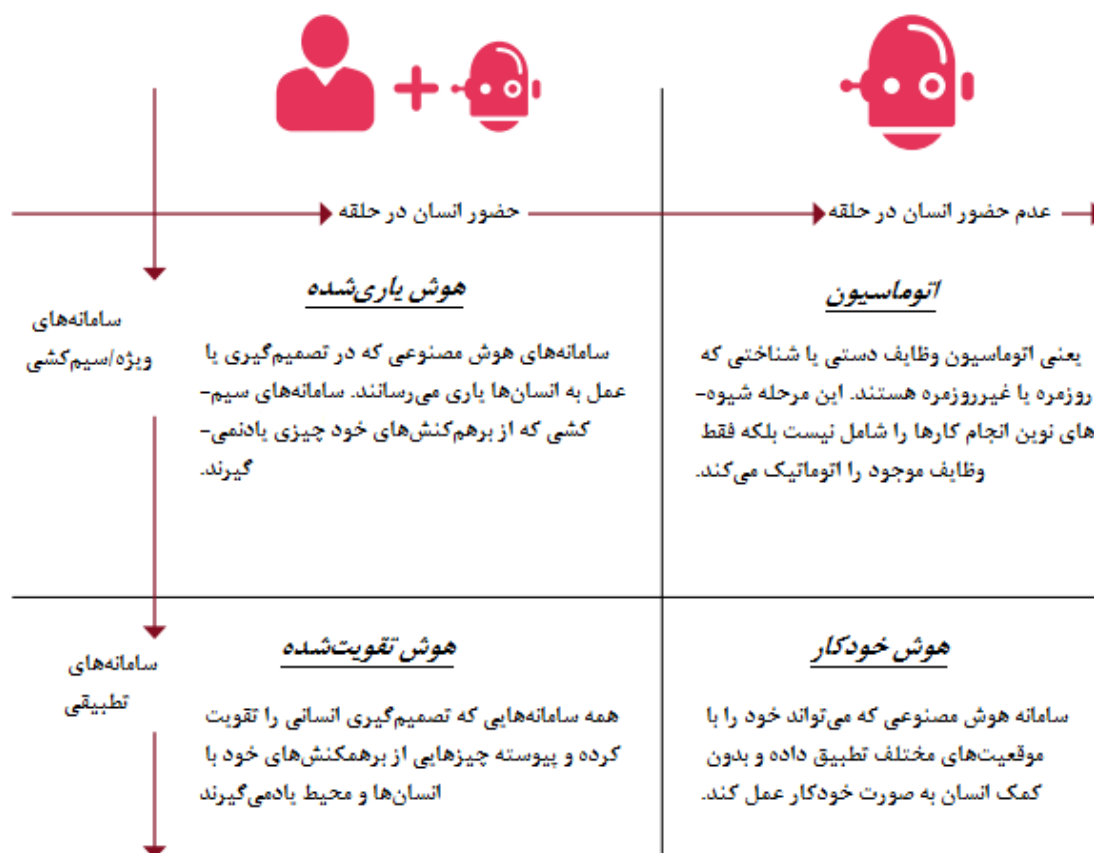
2. Künstlichen Intelligenz: KI (Artificial Intelligence: AI).

در این الگو فرض بر این است که رفتار هوشمندانه به واسطه فرایندهای اطلاعاتی تولید می‌شود. علم هوش مصنوعی برای کشف ماهیت این فرایندها از رایانه به عنوان ابزاری آزمایشی استفاده می‌کند تا رفتار هوشمند را به شیوه‌ای مصنوعی شبیه‌سازی کرده و بدین ترتیب یک هوش مصنوعی خلق کند که کاربردهای عملی بیشماری دارد. برای انجام این نوع شبیه‌سازی‌ها، ابتدا باید مدلی از فرایندهای مذکور تهیه کنیم. این مهم به مطالعه فرایندهای طبیعی از طریق تأمل یا آزمایش علمی نیاز دارد. این آزمایش‌ها و مدل‌های به‌دست آمده، قلمرو علوم شناختی را تشکیل می‌دهد. بنابراین روش‌شناسی و هدف‌نهایی هوش مصنوعی و علوم شناختی یکسان است با این تفاوت که علوم شناختی بیش‌تر بر هوش طبیعی تمرکز می‌کند، اما هوش مصنوعی به هوش مصنوعی توجه دارد.<sup>۱</sup> به عقیده برخی از دانشمندان این حوزه (به ویژه آلمانی‌ها) از آنجا که این دو شاخه باید در کنار هم پیشرفت کنند، جدایی آنها در حوالی سال ۱۹۸۰ رویداد میمونی نبوده و به همین دلیل پیشنهادهایی برای ادغام آن دو در یک رشته با نام «Intellektik» [Intellectics]، یا به عبارتی «هوش پژوهی»<sup>۲</sup> از سوی ولفگانگ بیبل<sup>۲</sup> و یورگ زیکمان<sup>۳</sup> مطرح شده است.

برای هوش مصنوعی می‌توان مراحل مختلفی را در نظر گرفت. برای مثال در تقسیم‌بندی زیر چهار سطح مختلف برای هوش مصنوعی مشخص شده است که آخرین سطح آن «هوش خودکار» است:

---

1. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), pp. 48-54 (2006).  
2. Wolfgang Bibel.  
3. Jörg Siekmann.

شکل ۱. سطوح هوش مصنوعی<sup>۱</sup>

شکوفایی دانش هوش مصنوعی در آلمان به کندی انجام شده و در مقایسه با ایالات متحده دو دهه عقب بوده است. پایه‌گذاری هوش مصنوعی به عنوان یک رشته علمی نیز در آغاز با مقاومت‌هایی در این کشور روبه‌رو شد که تا حدودی موانعی در مسیر توسعه ظرفیت‌های آن ایجاد کرد. برای مثال آلمان پس از جنگ تصمیم گرفته است از هرگونه فعالیت‌های مرتبط با باروری که حتی اندکی در جهت بهسازی یا ارتقای مصنوعی قابلیت‌های انسان باشد پرهیز کند، موضعی که با توجه به گذشته تاریک جنایت‌های مرتبط با جنبش اصلاح‌نژاد در آن کشور قابل فهم است.<sup>۲</sup> با وجود اینکه آلمان به عنوان کشوری دارای فناوری پیشرفته نسبت به کشورهایی که هنوز به طور عمده به کار یدی متکی هستند قدرت رقابت بیش‌تری در سطح جهان دارد، اما این کشور اغلب با نوعی بی‌اعتمادی عمومی نسبت به فناوری‌های نوین روبه‌رو است. در آلمان حتی یک ماشین الکتریکی معمولی نیز ترس از دست دادن کنترل را برمی‌انگیزد.<sup>۳</sup>

1. Impact of Artificial Intelligence in Germany, Pricewaterhouse Coopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, June 2018, p.6.

2. Bostrom, Nick, Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Oxford University Press, 2014, p.43.

3. Konrad-Adenauer-Stiftung, International Reports, Edited by Dr. Gerhard Wahlers, Volume 34, Issue 1, 2018, p.15.

هرچند سال ۱۹۷۵ را می‌توان نقطه عطفی در پیشرفت هوش مصنوعی در آلمان قلمداد کرد، اما ریشه‌های «هوش‌پژوهی» و «هوش‌پژوهان» در آلمان را باید در سه قرن قبل جستجو کرد. در مفهوم «ذهن عام» گوتفرد ویلهلم لایبنیتس<sup>۱</sup> تصویر روشنی از یک هوش مصنوعی و نحوه واقعیت بخشیدن به آن وجود داشت که بدون شک بر پیشرفت‌های بعدی تأثیر بسزایی گذاشت. به عنوان مثال گوتلوب فرگه<sup>۲</sup> هنگام ارائه حساب محمول‌ها به عنوان یک زبان عام برای فرمولی کردن اندیشه انسان<sup>۳</sup> به لایبنیتس اشاره کرده است. جدای از فرگه مکتب منطقی قوی کشورهای آلمانی‌زبان به طور کلی نقش مهمی در پایه‌گذاری علوم رایانه و هوش‌پژوهی داشته است. هرمان فُن هلمهولتس<sup>۴</sup> که از معاصران فرگه بود، کارکردهای شناختی را از نگاه یک فیزیک‌دان و فیزیولوژیست مطالعه و تحلیل کرده است. همچنین مکتب روان‌شناسی شناختی (به ویژه روان‌شناسی گشتالتی<sup>۵</sup>) با چهره‌هایی همچون اوتو زلتس<sup>۶</sup>، ماکس ورتهاایمر<sup>۷</sup>، ولفگانگ کوهلر<sup>۸</sup>، کورت کوفکا<sup>۹</sup> و کارل دونکر<sup>۱۰</sup> که بسیاری از آنان ناچار به ترک آلمان شدند، تأثیر زیادی بر این حوزه داشته است.<sup>۱۱</sup>

علاوه بر مسائل فنی و علمی، قانونگذاری در زمینه هوش مصنوعی نیز به ویژه در سال‌های اخیر توجه فعالان این حوزه و سیاستمداران را به خود جلب کرده است. قانون‌ها بر رفتار آدمیان و گاهی بر رفتار ماشین‌های مورد استفاده آدمیان حاکم هستند. اما اگر این ماشین‌ها انسان‌گونه یا شبیه به انسان شوند چنانکه در یک هوش مصنوعی که برای مثال قادر به راندن خودروهاست - آن‌گاه چه اتفاقی روی می‌دهد؟ چه کسی در قبال قانون‌هایی که توسط هوش مصنوعی شکسته می‌شود مسئول است؟<sup>۱۲</sup> آلمان اخیراً قانونی را تصویب کرده است که به آن قواعد اخلاقی می‌پردازد که برنامه‌نویسان هنگام آفریدن هوش مصنوعی باید به آنها پایبند باشند. این واقعیت آلمان را به نخستین حکومتی در جهان تبدیل می‌کند که به اخلاق هوش مصنوعی<sup>۱۳</sup> پرداخته است.<sup>۱۴</sup> البته آلمان در تلاش برای تعیین چارچوب‌های قانونی، حقوقی و اخلاقی فعالیت‌های مرتبط با هوش مصنوعی، در قالب اتحادیه اروپا نیز وارد عمل شده است.

1. Gottfried Wilhelm Leibniz 1646–1716.

2. Gottlob Frege 1848–1925.

۳. ن.ک: گوتلوب فرگه، مفهوم‌نگاشت: یک زبان فرمولی اندیشه محض ساخته‌شده بر اساس الگوی زبان فرمولی علم حساب، ترجمه طالب جابری، انتشارات مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، ۱۳۹۶.

4. Herrmann von Helmholtz 1821–1894.

5. Gestalt Psychology

6. Otto Selz 1881–1943.

7. Max Wertheimer 1880–1943.

8. Wolfgang Köhler 1887–1967.

9. Kurt Koffka 1886–1941.

10. Karl Duncker 1903–1940.

11. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), pp. 48-54, 2006.

12. Jeremy Elman, Abel CastillaJan, Artificial Intelligence and the law, 2017.

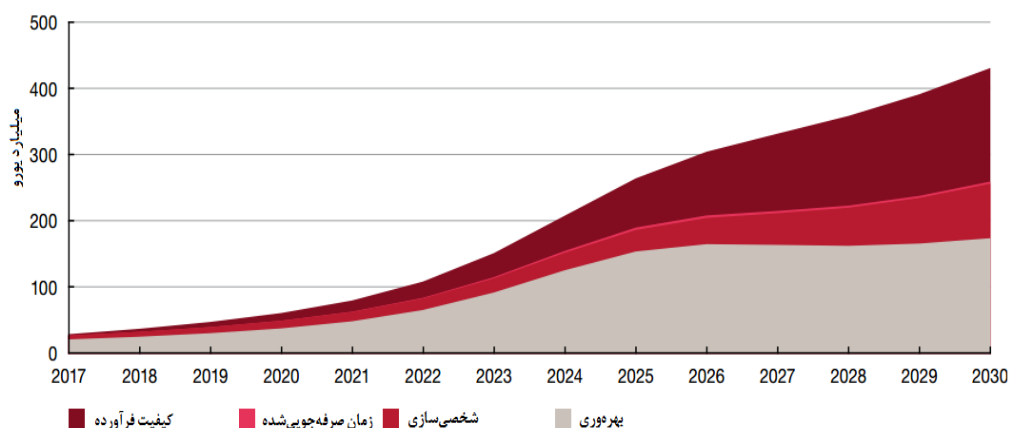
13. AI Ethics

14. Donna Lindsog, Germany Shows How Government Should steer AI Ethics, 2017.



آلمان بزرگ‌ترین اقتصاد اتحادیه اروپا، کشوری است که همواره پیشگام عرصه نوآوری در اروپا قلمداد می‌شود. شرایط آلمان با داشتن یک نیروی انسانی بسیار ماهر و زیرساخت‌های قوی و همچنین با توجه به افزایش تقاضا در سطح بین‌المللی برای خدمات هوش مصنوعی، برای سرمایه‌گذاری در زمینه هوش مصنوعی بسیار جذاب است. سرمایه‌گذاری‌های گسترده دولتی و خصوصی در سال‌های اخیر نشانگر اطمینان از ظرفیت بالای هوش مصنوعی در آلمان است. بر اساس مطالعات انجام‌شده هوش مصنوعی می‌تواند فرصت‌های زیادی را برای کسب‌وکارهای آلمانی در راستای سرمایه‌گذاری در شهرهای هوشمند<sup>۱</sup> - یعنی شهرهایی که از فناوری هوشمند و هوش مصنوعی برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان بهره می‌گیرند- ایجاد کند. طبق برخی ارزیابی‌ها در سال ۲۰۳۰ هوش مصنوعی به تنهایی تولید ناخالص ملی آلمان را ۱/۳ درصد افزایش خواهد داد که ارزش آن بالغ بر ۴۳۰ میلیارد یورو خواهد بود.<sup>۲</sup>

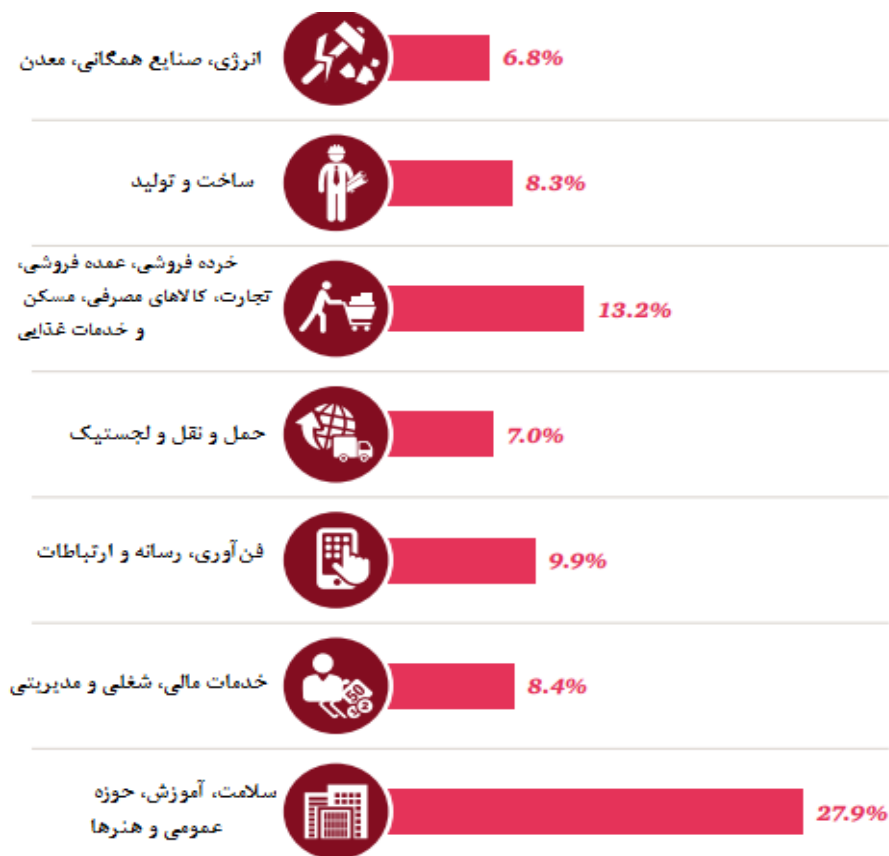
شکل ۲. تأثیر هوش مصنوعی بر تولید ناخالص ملی در آلمان<sup>۳</sup>



1. Smart Cities

2. Impact of Artificial Intelligence in Germany, PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, June 2018, pp.4-7.

3. Ibid, p.12.

شکل ۳. تأثیر هوش مصنوعی بر تولید ناخالص ملی در بخش‌های مختلف<sup>۱</sup>

### فصل اول – تاریخچه و چهره‌های برجسته هوش مصنوعی در آلمان

تولد هوش مصنوعی را معمولاً در همایشی می‌دانند که سال ۱۹۵۶ در دانشگاه دارتموث<sup>۲</sup> شهر هانوور ایالات متحده برگزار شد.<sup>۳</sup> جان مک‌کارتی<sup>۴</sup> که برگزارکننده همایش بود پدر و بنیانگذار این دانش جدید قلمداد می‌شود. اما خود مک‌کارتی آلن تورینگ<sup>۵</sup> را شایسته این لقب می‌داند که در سال ۱۹۴۷ در نشستی در شهر منچستر پرسش اصلی هوش مصنوعی را چنین صورتبندی کرده بود: «آیا ماشین‌ها می‌توانند فکر کنند؟» موضوعات اصلی همایش دارتموث اینها بود: خودکارسازی فرایندهای خلاقانه و مهارت‌های قاعده‌مند و همچنین توانایی بازی شطرنج در سطوح عالی. دهه نخست پس از

1. Impact of Artificial Intelligence in Germany, Pricewaterhouse Coopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, June 2018, p.14.

2. Dartmouth College

3. McCorduck, Pamela 1979: Machines Who Think – A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence, W. H. Freeman and Co., San Francisco.

4. John McCarthy 1927-2011.

5. Alan Turing



سال‌های دهه ۱۹۵۰ را می‌توان عصر طلوع هوش مصنوعی در نظر گرفت.<sup>۱</sup> پیش‌بینی‌های هربرت الکساندر سایمون<sup>۲</sup> (برنده جایزه تورینگ در ۱۹۷۵) فضای این عصر را روشن می‌کند:<sup>۳</sup>

۱. در ده سال آینده یک رایانه قهرمان شطرنج جهان خواهد شد.
۲. در ده سال آینده یک رایانه یک قضیه مهم و جدید ریاضی را کشف و اثبات خواهد کرد.
۳. در ده سال آینده یک رایانه خواهد توانست موسیقی با ارزش زیباشناختی زیاد بسازد.
۴. در ده سال آینده اغلب نظریه‌های روان‌شناسی به شکل برنامه‌های رایانه‌ای یا گزاره‌هایی کیفی درباره برنامه‌های رایانه‌ای در خواهد آمد.

البته برخی (مانند مورتیمر تاوبه<sup>۴</sup> و هوبرت درایفوس)<sup>۵</sup> این خوش‌بینی‌ها را تا حدود زیادی گستاخانه دانسته و به نقد آنها پرداختند. هنگامی که در اواسط دهه ۱۹۷۰ هنوز از تحقق دستوردهای پیش‌بینی‌شده برای هوش مصنوعی خبری نبود، در میان هواداران آن شک و تردیدهایی شکل گرفت. از جمله این منتقدان دانشمند آلمانی - آمریکایی علوم رایانه و استاد دانشگاه ام‌آی‌تی جوزف وایزنباوم<sup>۶</sup> بود که یکی از بنیانگذاران هوش مصنوعی نیز قلمداد می‌شود. به عقیده او رایانه می‌تواند به جلوگیری از پیشرفت اجتماعی منجر شود.<sup>۷</sup> او حتی رایانه را «فرزند ارتش» می‌دانست. وایزنباوم تردیدهای خود را درباره هوش مصنوعی در کتابی تأثیرگذار با نام «توان رایانه و عقل بشر: از حکم تا حساب»<sup>۸</sup> چنین بیان می‌کند که هرچند هوش مصنوعی امکان‌پذیر است، هرگز نباید به رایانه‌ها اجازه اتخاذ تصمیم‌های مهم را بدهیم، زیرا رایانه‌ها همواره فاقد خصوصیات انسانی دلسوزی و حکمت خواهند بود. وایزنباوم میان تصمیم‌گیری و گزینش تمایز می‌نهد. تصمیم‌گیری یک فعالیت محاسباتی است، چیزی که سرانجام می‌توان آن را برنامه‌نویسی کرد. اما گزینش نتیجه حکم است نه محاسبه. توانایی گزینش صفتی است که ما را انسان می‌کند. جالب است بدانیم عنوان فصل آخر این کتاب «علیه امپریالیسم عقل ابزاری» است. انتقادهای وایزنباوم بسیار اهمیت داشت، زیرا از سوی کسی طرح می‌شد که خود از بنیان هوش مصنوعی محسوب می‌شود. وایزنباوم متفکران صنف خود را فضلالی مصنوعی و تکنوکرات‌های گمراه خطاب می‌کند. در سال ۲۰۱۰ مستندی درباره اخلاق هوش مصنوعی

1. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.

2. Herbert A. Simon

3. Simon, Herbert A.; Newell, Allen 1958: Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research, Operations Research, Nr. 6, S. pp. 1-10.

4. Mortimer Taube

5. Hubert L. Dreyfus

6. Joseph Weizenbaum

7. Weizenbaum Examines Computers and Society - The Tech". Tech.mit.edu. Retrieved 2016/09/17.

8. Weizenbaum, Joseph, Computer Power and Human Reason: From Judgment To Calculation, W. H. Freeman and Company, 1976.

ساخته شد که وایزناوم یکی از شخصیت‌های اصلی آن بود. وایزناوم در سال ۱۹۹۶ به آلمان بازگشت و تا زمان مرگ ریاست شورای علمی مؤسسه کسب‌وکار/الکترونیکی<sup>۱</sup> در برلین را بر عهده داشت. او علاوه بر فعالیت در ایم.آی.تی دارای سمت‌هایی آموزشی در هاروارد، استنفورد، دانشگاه برمن و دیگر دانشگاه‌ها بود.<sup>۲</sup> از دیگر کتاب‌های مهم او می‌توان به «جزیره‌هایی در جریان سایبری: در جستجوی بهشت عقل در یک جامعه برنامه‌ریزی‌شده»<sup>۳</sup> اشاره کرد.

علی‌رغم همه پیش‌بینی‌های نادرست، شکست‌ها و نقدهای شدید، هوش مصنوعی در ایالات متحده به یک رشته بحث‌برانگیز، اما مهم تبدیل شد. اما وضعیت توسعه هوش مصنوعی در آلمان چگونه بوده است؟ کونراد تسوزه<sup>۴</sup> با ساخت نخستین رایانه خود اطمینان یافت که می‌توان آن را برای هدف‌های غیرعددی نیز به کار گرفت.<sup>۵</sup> کونراد تسوزه یک مخترع آلمانی و از پیشگامان رایانه بود که به دلیل ساخت دستگاهی با نام Z3 که در سال ۱۹۴۱ عملیاتی شد، او را مخترع رایانه مدرن می‌خوانند. تسوزه همچنین ماشین محاسباتی S2 را ساخت که اولین رایانه کنترل فرایند محسوب می‌شود. او یکی از نخستین کسب‌وکارهای رایانه را در سال ۱۹۴۱ راه‌اندازی کرد که نخستین رایانه تجاری جهان یعنی Z4 را تولید می‌کرد. تسوزه بین سال‌های ۱۹۴۳ تا ۱۹۴۵ نخستین زبان برنامه‌نویسی سطح بالا را با نام Plankalkül طراحی کرد که می‌توان آن را نخستین زبان برنامه‌نویسی هوش مصنوعی نامید.<sup>۶</sup> او در سال ۱۹۶۹ در کتاب «فضای حسابگر»<sup>۷</sup> مفهوم یک جهان حساب-بنیان<sup>۸</sup> را مطرح می‌کند. ایده او این است که جهان از دستگاه‌های خودکار سلولی<sup>۹</sup> مجزا ساخته شده است.<sup>۱۰</sup> به پاس پژوهش‌های علمی او مدال کونراد تسوزه/انجمن انفورماتیک آلمان<sup>۱۱</sup> به یاد او نامگذاری شده است.<sup>۱۲</sup>

تسوزه در خاطرات خود می‌نویسد: «از تجربه‌های دردناک آموختم که ایده‌های نو به ندرت مخاطب علاقمند پیدا می‌کند. در دهه ۱۹۳۰ تنها تا این حد جرئیات داشتم که به نزدیک‌ترین دوستان و همکاران خود بگویم به نظرم این امکان وجود دارد که رایانه روزی بتواند بزرگ‌ترین استادان شطرنج را شکست دهد. در میان عامه مردم در صورت گفتن چنین سخنی یک خیال‌پرداز خوانده

1. Institute of Electronic Business

2. <https://en.wikipedia.org>

3. Weizenbaum, Joseph, *Islands in the Cyberstream: Seeking Havens of Reason in a Programmed Society*, Sacramento: Litwin Books, 2015.

4. Konrad Zuse 1910-1995.

5. Konrad, Erhard: *Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland*, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), *Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen*, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.

6. Bibel, Wolfgang, *The Beginnings of AI in Germany*. KI 20(4), 2006, pp. 48-54.

7. Rechnender Raum

8. Computation-based Universe

9. zellulare Automaten (Cellular Automaton)

10. Zuse, Konrad, *Rechnender Raum*. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1969.

11. Gesellschaft für Informatik

12. <https://en.wikipedia.org>



می‌شدم»<sup>۱</sup>. نسبت تسوزه با هوش مصنوعی در کار او بر روی زبان Plankalkül که در سال ۱۹۴۵ نوشته و در ۱۹۷۲ منتشر شد به خوبی آشکار می‌شود.<sup>۲</sup> تسوزه در آنجا می‌گوید Plankalkül به عنوان نخستین زبان برنامه‌نویسی، هم برای کارهای منطقی و جبری مناسب است و هم برای برنامه‌ریزی شطرنج. از سوی دیگر می‌دانیم که حساب نمادی و شطرنج رایانه‌ای به هوش مصنوعی تعلق دارد. اما از آنجا که Plankalkül به دلیل مشکلات آلمان پس از جنگ هرگز توسط هیچ ماشینی اجرا نشد، تلاش‌های تسوزه در زمینه هوش مصنوعی تأثیر مستقیمی بر پیشرفت هوش مصنوعی نگذاشت.<sup>۳</sup>

یکی از شاخه‌های پیشگام هوش مصنوعی در جمهوری فدرال آلمان<sup>۴</sup> سایبرنتیک بود. گروه انفورماتیک دانشگاه فنی برلین<sup>۵</sup> تا اواسط دهه ۱۹۷۰ «گروه سایبرنتیک» خوانده می‌شد. مبتکر مفهوم «سایبرنتیک» را نوربرت وینر<sup>۶</sup> می‌دانند.<sup>۷</sup> موضوع سایبرنتیک نه فرایندهای مربوط به ماده و انرژی، بلکه فرایندهای اطلاعاتی است. سایبرنتیک به مثابه صورتبندی مفهوم بازخورد، پیامدهای مهمی برای مهندسی، کنترل سیستم، علوم رایانه، زیست‌شناسی، عصب‌شناسی، فلسفه و جامعه‌شناسی به همراه داشت.

به ویژه کارل اشتاینبوخ<sup>۸</sup> (از دانشگاه کارلسروهه) وقت خود را صرف این شاخه جدید از علم کرده بود. اشتاینبوخ از دانشمندان آلمانی علوم رایانه، متخصص سایبرنتیک و مهندس برق بود. او از شخصیت‌های برجسته و تأثیرگذار در زمینه علوم رایانه در آلمان و مبدع شبکه هوش مصنوعی Lernmatrix است. اشتاینبوخ نخستین رایانه اروپایی کاملاً ترانزیستوری را با نام ER 56 تکمیل کرد. جعل واژه Informatik برای علوم رایانه نیز در سال ۱۹۵۷ به دست وی انجام شد. از جمله مهم‌ترین کتاب‌های او می‌توان «انفورماتیک: پردازش خودکار اطلاعات»<sup>۹</sup> (۱۹۵۷)، «برنامه ۲۰۰۰»<sup>۱۰</sup> (۱۹۶۹)، «ماشین و انسان: به سوی یک انسان‌شناسی سایبرنتیکی»<sup>۱۱</sup> (۱۹۷۱)، «انسان تکنیک آینده. مسائل فرد»<sup>۱۲</sup> (۱۹۷۱)، «دارای اطلاعات بیش از اندازه. محرومیت از تفکر»<sup>۱۳</sup> (۱۹۷۸) را نام برد.<sup>۱۴</sup> اشتاینبوخ همانند تسوزه رؤیای مدلسازی کارکردهای هوشمند مانند یادگیری، تشخیص الگو و

1. Zuse, Konrad 1984: Der Computer – Mein Lebenswerk, Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage.
2. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.
3. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), 2006, pp. 48-54.
4. Bundesrepublik Deutschland
5. Technische Universität Berlin
6. Norbert Wiener
7. Wiener, Norbert 1948: Cybernetics, J. Wiley and Sons, New York (2. Auflage 1961). Deutsche Ausgabe 1963.
8. Karl W. Steinbuch, 1917-2005.
9. Informatik: Automatische Informationsverarbeitung
10. Programm 2000.
11. Automat und Mensch. Auf dem Weg zu Einer kybernetischen Anthropologie
12. Mensch Technik Zukunft. Probleme von Morgen
13. Maßlos informiert. Die Enteignung des Denkens
14. <https://en.wikipedia.org>

تشخیص گشتالتی با استفاده از رایانه‌های دیجیتال را در سر می‌پرورانند.<sup>۱</sup> اشتاینبوخ در سال ۱۹۷۰ در مقاله‌ای چنین می‌نویسد: «از منظر پیامدهای فلسفی و امکان‌های آینده سایبرنتیک به عقیده من دو پرسش اهمیت زیادی دارد:

۱. آیا این احتمال وجود دارد که ماشین‌ها بتوانند چیزی را ایجاد کنند که بتوان در آینده آن را هوش نامید؟

۲. آیا چشم‌اندازی شایان توجه وجود دارد که بتوان هوش موجودات زنده به ویژه انسان‌ها را از طریق ساختار فیزیکی آنها تبیین کرد؟<sup>۲</sup>

یورگ زیکمان<sup>۳</sup> در یک بررسی تاریخی در سال ۱۹۹۴ پیشرفت هوش مصنوعی در ایالات متحده را تحسین کرده، اما در مقابل بنای هوش مصنوعی در آلمان را بیش‌تر فصلی غم‌انگیز از فرصت‌های از دست‌رفته، سیاست‌های محدود و فقدان آینده‌نگاری می‌داند. البته زیکمان خاطر نشان می‌کند که در آغاز فرصت‌هایی مناسب وجود نداشت «زیرا آلمان به دلیل تبعید دانشمندان برجسته پس از ۱۹۳۳، جنگ و مسائل دوران پس از جنگ نتوانسته بود پیشرفت علمی پیوسته‌ای داشته باشد و در آن دوران سی‌ساله تقریباً در همه حوزه‌ها جایگاه عالی علمی خود در سطح بین‌المللی را از دست داده بود. نخستین دوره‌ها و گروه‌های مطالعات انفورماتیک عملاً در اواخر دهه ۱۹۶۰ شکل گرفت، در حالی که انگلستان و ایالات متحده بیست سال پیش کار خود را آغاز کرده بودند. به همان دلیل اندیشه‌ها و نوشته‌های اولیه درباره هوش مصنوعی بسط پیدا نکردند».<sup>۴</sup>

زیکمان که دانش‌آموخته ریاضیات، علوم رایانه و هوش مصنوعی در آلمان و انگلستان (دانشگاه ایسکس) است در سال ۱۹۸۳ نخستین کرسی هوش مصنوعی در آلمان را در دانشگاه فنی کایزرسلوترن<sup>۵</sup> به دست آورد. او در سال ۱۹۸۹ با کمک همکاران خود مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان (DFKI)<sup>۶</sup> را در کایزرسلوترن تأسیس کرد. زیکمان در سال ۱۹۹۱ به زاربروکن نقل مکان کرد و در آنجا به عنوان استاد تمام در گروه علوم رایانه دانشگاه زارلاند مشغول به کار شد.<sup>۷</sup> زیکمان نقش مؤثری در پایه‌گذاری هوش مصنوعی در آلمان بازی کرده است. او یکی از مؤسسان مرکز

1. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), 2006:pp. 48-54.

2. Steinbuch, Karl 1970: Läßt sich das Problem der Intelligenz kybernetisch bewältigen? In: Frank, Helmar (Hrsg.): Kybernetik – Brücke zwischen den Wissenschaften, Umschau Verlag, Frankfurt/Main, S,pp. 193-195.

3. Jörg Siekmann

4. Siekmann, Jörg 1994: Künstliche Intelligenz: Von den Anfängen in die Zukunft. In: Cyranek, Gunther; Coy, Wolfgang (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens – Perspektiven und Grenzen der Künstliche Intelligenz, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.

5. Technische University Kaiserslautern

6. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (German Research Center for Artificial Intelligence)

7. <http://siekmann.dfki.de>



تحقیقات هوش مصنوعی در بنیاد پژوهش آلمان (DFG)<sup>۱</sup> بود. از مهم‌ترین طرح‌های این مرکز می‌توان به سامانه‌های استنتاجی، سامانه‌های خبره<sup>۲</sup>، زبان‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی، رباتیک و بینایی رایانه‌ای و پردازش زبان طبیعی اشاره کرد.<sup>۳</sup> زیگمان همچنین بنیانگذار و نخستین رئیس بخش هوش مصنوعی انجمن انفورماتیک است و ریاست مرکز تحقیقات فرایندهای شناختی زاربروکن<sup>۴</sup> را بر عهده دارد. او همچنین ویراستار یادداشت‌های اشپیرینگر و دیگر مجله‌ها در زمینه هوش مصنوعی بوده است. زیگمان در سال ۱۹۸۳ نخستین همایش بین‌المللی مشترک هوش مصنوعی<sup>۵</sup> را در کارلسروهه برگزار کرد. او همچنین یکی از بنیان همایش هوش مصنوعی آلمان<sup>۶</sup> است. از جمله مهم‌ترین کتاب‌ها او می‌توان به «مبانی ریاضیات»<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) و «منطق محاسباتی»<sup>۸</sup> (۲۰۱۴)، اشاره کرد.

در جمهوری فدرال آلمان رویدادی مشابه همایش دارتموث در ایالات متحده در شهر بُن اتفاق افتاد. در هجدهم فوریه ۱۹۷۵ یک نشست غیررسمی تحت عنوان «هوش مصنوعی» در مؤسسه انفورماتیک دانشگاه بُن<sup>۹</sup> برگزار شد.<sup>۱۰</sup> مبتکر و برگزارکننده نشست گرد. وانکر<sup>۱۱</sup> بود که به تحقیقات مربوط به اثبات خودکار<sup>۱۲</sup> علاقه داشت. از جمله آثار وانکر می‌توان به «برنامه‌ای برای حل مسائل شطرنج» (۱۹۶۵)، «رویه‌های اثباتی برای حساب محمول‌ها» (۱۹۶۷)، «الگوریتم‌های اثباتی برای منطق محمول‌ها» (۱۹۶۷)، «پژوهش‌های هوش مصنوعی در جمهوری فدرال آلمان» (۱۹۷۵) اشاره کرد.<sup>۱۳</sup> او با همه مؤسسه‌هایی که به موضوعات هوش مصنوعی می‌پرداختند نامه‌نگاری کرده بود. در نشست بُن سخنرانی‌هایی با موضوعات زیر ایراد شد: سامانه‌های پرسش-پاسخ (توسط ا. کونراد<sup>۱۴</sup> از گروه سایبرنتیک دانشگاه فنی برلین)، اثبات خودکار (توسط و. بیبل از مؤسسه انفورماتیک دانشگاه فنی مونیخ، ام.ام. ریشتر از دانشگاه توینگن)، شطرنج رایانه‌ای (توسط ا.ر. کورتس از مؤسسه انفورماتیک دانشگاه اشتوتگارت). همچنین فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه‌های بُن (توسط ا.ر. ریشتر)، کارلسروهه (توسط پ. رولفس) و اشتوتگارت (توسط کا. هاناکا، یُت لوبش) بررسی شد. شرکت‌کنندگان در این نشست که اغلب دانشمندانی جوان بودند هنوز در قالب یک مؤسسه -چنان که در بریتانیا و ایالات متحده مرسوم بود- همگرایی پیدا نکرده بودند. هدف وانکر این بود که

1. Deutsche Forschungsgemeinschaft
2. Expertensysteme (Expert systems)
3. <https://www.cs.uni-kl.de>
4. <http://www.coli.uni-saarland.de>
5. IJCAI (International Joint Conferences on Artificial Intelligence)
6. German conference on AI
7. Grundlagen Mathematik
8. Computational Logic
9. Institut für Informatik der Universität Bonn
10. Veenker, G. (Hrsg.) 1975: Künstliche-Intelligenz-Forschung in der BRD, Bericht über ein erstes informelles Treffen in Bonn, 18.2.1975, Bericht Nr.5 (April 1975), Institut für Informatik, Bonn.
11. Gerd. Veenker
12. Automatischen Beweise
13. <https://www.chessprogramming.org>
14. Erhard Konrad

رویکردهای پراکنده به تدریج یک کل واحد را تشکیل دهد. رسیدن به این هدف کار دشواری بود، زیرا دانش‌های گوناگونی از قبیل منطق، زبان‌شناسی، روان‌شناسی و رایانه (که خود هنوز در حال رشد بودند) در هوش مصنوعی به هم می‌رسیدند.<sup>۱</sup>

در نشست بُن علاوه بر مسائل فنی، اندیشه‌هایی درباره شکل سازمانی هوش مصنوعی در جمهوری فدرال آلمان طرح شد. سه شکل مختلف به بحث گذاشته شد:

- الف) متصل شدن به *انجمن انفورماتیک* به عنوان یک کمیته فنی جداگانه یا ادغام در کمیته از پیش موجود «تشخیص الگو و فرایندهای شناختی» با یک نام جدید،  
 ب) متصل شدن به شاخه آلمانی *انجمن ماشین‌های حسابگر*،  
 ج) تأسیس یک نهاد مستقل از سازمان‌های علمی موجود.

سرانجام توافق شد که دقیقاً پیش از برگزاری نشست سالیانه *انجمن انفورماتیک* در اکتبر ۱۹۷۵ در دانشگاه دورتموند، شکل سازمان تعیین شود. در نتیجه در دورتموند حلقه غیررسمی «هوش مصنوعی» شامل کسانی که در بُن با هم دیدار کرده بودند، به عنوان گروه تخصصی «هوش مصنوعی» ذیل کمیته تخصصی «پردازش دیجیتال سیگنال‌های پیوسته»<sup>۲</sup> در قالب *انجمن انفورماتیک* شکل گرفت. ناگل<sup>۴</sup> مسئولیت انتشار خبرنامه‌ای با هدف تبادل اطلاعات موجود میان اعضا را بر عهده گرفت. الگوی «خبرنامه هوش مصنوعی»<sup>۵</sup> خبرنامه‌ای بود که با نام «خبرنامه AISB» توسط «انجمن مطالعات هوش مصنوعی و شبیه‌سازی رفتار» در بریتانیا منتشر می‌شد. زیکمان گزارشی را با نام «هوش آلمان مصنوعی می‌شود» درباره نخستین گام‌های سازمانی هوش مصنوعی در جمهوری فدرال آلمان در خبرنامه AISB چاپ کرد.<sup>۶</sup>

ولفگانگ بیبل<sup>۷</sup> در سال ۱۹۷۶ ویراستاری خبرنامه هوش مصنوعی را بر عهده گرفت. بیبل یکی از بنیانگذاران هوش مصنوعی در آلمان و اروپا به‌شمار می‌آید. او دانش‌آموخته ریاضیات و منطق از دانشگاه لودویگ ماکسیمیلیان مونیخ<sup>۸</sup> است. بیبل از مؤسسان مؤسسه هوش مصنوعی اروپا<sup>۹</sup> است و تلاش‌های او به راهاندازی طرح ابتکاری Initiative CLAIRE در سال ۲۰۱۸ منجر شد. از جمله فعالیت‌های علمی او

1. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.

2. Association for Computing Machinery

3. Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale

4. H.-H. Nagel

5. Rundbrief KI

6. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.

7. Wolfgang Bibel

8. Ludwig-Maximilians-Universität München

9. European Association for Artificial Intelligence, EurAI



می‌توان به بسط یک روش ارتباطی اشاره کرد که به رایانه‌ها امکان می‌دهد استدلال‌های منطقی درست را به شیوه‌ای فشرده انجام دهند. او از سال ۱۹۶۴ همکار علمی/نستیتوی فیزیک و اختریفیزیک ماکس پلانک و بین سال‌های ۱۹۶۹ تا ۱۹۸۷ همکار علمی مؤسسه علوم رایانه در دانشگاه فنی مونیخ و از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۴ استاد علوم رایانه دانشگاه فنی دارمشتات<sup>۱</sup> بوده است. او همچنین در این بین در بسیاری از دانشگاه‌های آمریکا و کانادا به عنوان استاد مدعو تدریس کرده است. بیبل آثار فراوانی در زمینه هوش مصنوعی و علوم‌شناختی بر جای گذاشته است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به «اثبات خودکار قضیه» (۱۹۸۲)، «درس‌هایی از زندگی: مقاله‌هایی درباره انسان و جامعه»<sup>۲</sup> (۲۰۰۳)، «مبانی هوش مصنوعی: یک دوره پیشرفته» (۱۹۸۷)، «هوش مصنوعی: روش‌شناسی، سیستم‌ها و کاربردها» (۱۹۸۵)، «درآمدی بر هوش مصنوعی» (۱۹۸۷، همراه با دیگران) و «استنتاج: خودکارسازی منطق» (۱۹۹۲) اشاره کرد.<sup>۳</sup>

بیبل پس از قبول مسئولیت خبرنگار هوش مصنوعی بیدرنگ خواستار گفتگو‌هایی درباره «موضوعات بحث‌برانگیز» شد، زیرا همچون ایالات متحده در آلمان نیز پرسش‌هایی درباره محدودیت‌ها و مرزهای هوش مصنوعی وجود داشت: «تاکنون به ندرت از امکان بحث عمومی درباره پرسش‌های موجود استفاده شده است. به ویژه در حوزه هوش مصنوعی سلسه‌ای از موضوعات بحث‌برانگیز وجود دارد. نمی‌خواهم پیشگویی کنم، اما می‌توانم چند مورد را نام ببرم».<sup>۴</sup> یورگ زیکمان پیشنهاد بیبل را پذیرفت و مقاله‌ای جدلی را در این باره منتشر کرد. زیکمان به کاری از ولادیمیر چرنیاوسکی<sup>۵</sup> برخورد کرده بود که به دنبال اثبات یک مرز عبورناپذیر هوش مصنوعی برای تحلیل خودکار متن‌های زبان طبیعی بود.<sup>۶</sup> چنین مرزی نشانگر وجود یک تمایز اساسی میان انسان و ماشین بود. چرنیاوسکی که در سال‌های آغازین دهه ۱۹۷۰ از مسکو به سرزمین‌های اشغالی فلسطین و از آنجا به برلین مهاجرت کرده بود مسئولیت نظارت علمی بر طرح «ایجاد شبکه‌های معناشناختی به صورت خودکار»<sup>۷</sup> در دانشگاه فنی برلین را بر عهده داشت. زیکمان بحث چرنیاوسکی را «ردیهای ناموفق بر تز چرچ» خواند. مطابق تز چرچ<sup>۸</sup> یا تز چرچ-تورینگ<sup>۹</sup> تابعی بر اعداد طبیعی توسط انسان و با پیروی از یک الگوریتم محاسبه‌پذیر است اگر و تنها اگر توسط ماشین تورینگ محاسبه‌پذیر باشد. قرینه فیزیکی ماشین تورینگ رایانه‌ای با حافظه نامحدود است.

1. Technischen Universität Darmstadt

2. Lehren vom Leben: Essays über Mensch und Gesellschaft

3. <https://de.wikipedia.org>

4. Bibel, Wolfgang 1976: Anmerkungen des Neuen Herausgebers, Rundbrief der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" (KI) der Gesellschaft für Informatik, Nr. 7 (November 1976), S.pp. 3-4.

5. Vladimir Cherniavsky

6. Cherniavsky, Vladimir 1976: On Algorithmic Natural Language Analysis and Understanding, Preprint for the Advanced Course on Data Base Languages and Natural Language Processing, Freudenstadt.

7. Automatische Erstellung Semantischer Netze

8. Alonzo Church (1903-1995): ریاضی‌دان و منطق‌دان آمریکایی.

9. Church-Turing Thesis

زیکمان در مقاله مذکور با لحنی طعنه‌آمیز می‌نویسد: «بی‌خبر و بی‌اطلاع از مشغله روزانه دانشمندان، یک پیشرفت علمی در شهری کوچک در دامنه جنوبی جنگل‌های سیاه شمالی به دست آمده است، که ابعاد آن هنوز برای عموم مردم و برای نمایندگان کنونی علم آشکار نشده است: رد تز چرچ توسط آقای ولادیمیر چرنیاوسکی. او به همین شاهکار علمی بسنده نکرد، بلکه به عنوان نتیجه فرعی اثباتی ارائه کرد مبنی بر اینکه تحلیل نحوی زبان طبیعی به نحو الگوریتمی - به عبارتی توسط رایانه - اساساً غیرممکن است».<sup>۱</sup> به نظر زیکمان نتایج چرنیاوسکی اگر قابل دفاع می‌بودند پیامدهای مهلکی برای هوش مصنوعی در سراسر جهان به دنبال داشتند. چرنیاوسکی در پاسخ خود مقاله زیکمان را بیرون از دایره علم قلمداد و او و هوادارانش را به خاموش کردن صدای منتقدان هوش مصنوعی متهم کرد. این بحث‌ها تحت تأثیر نقد وایزنباوم نیز قرار گرفت. کتاب او («توان رایانه و عقل بشر: از حکم تا حساب») به تازگی منتشر شده و واکنش‌های شدیدی را برانگیخته بود. در این کتاب با موضعی به نفع دیدگاه چرنیاوسکی برمی‌خوریم: «در نهایت دو پرسش وجود دارد که باید با آنها روبه‌رو شویم. نخست اینکه آیا می‌توان مبانی مفهومی فهم زبانی را حتی علی‌الاصول - به طور کامل صوری‌سازی کرد آن گونه که بسیاری از فعالان هوش مصنوعی باور دارند؟ دوم اینکه آیا تصوراتی وجود دارد که هیچ ماشینی هرگز آنها را نفهمد به آن دلیل که به هدف‌هایی مربوط می‌شوند که برای ماشین‌ها مناسب نیستند؟ این دو پرسش اهمیت زیادی دارند. این پرسش‌ها هسته اصلی این پرسش را شکل می‌دهند که آیا تمایزی اساسی میان انسان و ماشین وجود دارد».<sup>۲</sup>

گروه تخصصی تازه‌تأسیس هوش مصنوعی در جستجوی روابط بین‌المللی بود. این گروه در مارس ۱۹۷۷ نشست را در شهر باد هونف<sup>۳</sup> با شرکت فعالان اروپایی هوش مصنوعی برگزار کرد. پژوهشگران پیشرو هوش مصنوعی از انگلستان، فرانسه، هلند و سوئد دعوت شده بودند. در آگوست همان سال در چارچوب برگزاری همایش بین‌المللی مشترک هوش مصنوعی (IJCAI) در ایم.آی.تی، میزگردی تحت عنوان «هوش مصنوعی در اروپای غربی» شکل گرفت. بیبل و ناگل در این میزگرد یک گزارش وضعیت از فعالیت‌های پژوهشی، پایه‌گذاری گروه تخصصی هوش مصنوعی و چشم‌اندازهای آینده ارائه کردند. اما یک گام رو به جلوی ارزشمند همایشی بین‌المللی درباره هوش مصنوعی بود که در جولای ۱۹۷۸ در هامبورگ آلمان برگزار شد. انجمن انفورماتیک (GI) و «انجمن مطالعات هوش مصنوعی و شبیه‌سازی رفتار» (AISB) به طور مشترک برگزاری این همایش را بر عهده داشتند.<sup>۴</sup>

1. Siekmann, Jörg 1977: Herrn V. Cherniavsky's Ritt Gegen die Windmühlenflügel der Wissenschaft oder Die Widerlegung von Church's These, Rundbrief der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" (KI) der Gesellschaft für Informatik, Nr. 9 (Mai 1977), S, pp. 16-19.

2. Weizenbaum, Joseph 1976: Computer Power and Human Reason - From Judgement to Calculation, W. H. Freeman and Company, San Francisco. Deutsche Ausgabe 1977.

3. Bad Honnef

4. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.



در اوایل دهه ۱۹۸۰، در جریان سازماندهی دوباره/انجمن انفورماتیک، گروه تخصصی<sup>۱</sup> هوش مصنوعی به کمیته تخصصی<sup>۲</sup> هوش مصنوعی در گروه آموزشی «مبانی انفورماتیک» ارتقا یافت. همچنین در سال ۱۹۸۳ نشست سالیانه هوش مصنوعی برای نخستین بار به مثابه یک رویداد رسمی/انجمن انفورماتیک برگزار شد و از آن زمان به بعد با نام GWAI (کارگاه هوش مصنوعی آلمان)<sup>۳</sup> برگزار شده است. به علاوه همایش بین‌المللی مشترک هوش مصنوعی (IJCAI) که یکی از همایش‌های مهم بین‌المللی در زمینه هوش مصنوعی بود، در سال ۱۹۸۳ در کارلسروهه برگزار شد که توجه مردم و رسانه‌ها را به خود جلب کرد. در سال ۱۹۸۹ جایگاه انجمن هوش مصنوعی آلمان بار دیگر ارتقا یافت و به عنوان یک گروه آموزشی مستقل در قالب انجمن انفورماتیک پایه‌گذاری شد. در همین سال مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان (DFKI)<sup>۴</sup> کار خود را آغاز کرد. گرهارد بارت<sup>۵</sup> ریاست علمی و فنی این مرکز در مراسم تأسیس آن به خبرنگاران وعده داد که DFKI را به قطب علمی پژوهش‌های هوش مصنوعی تبدیل کند. از پایان دهه ۱۹۸۰ امکان تحصیل هوش مصنوعی تقریباً در همه گروه‌های آموزشی انفورماتیک در آلمان وجود داشته است.

هوش مصنوعی در آلمان در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ رشد چشمگیری داشت، به ویژه در پاسخ به برنامه‌های تحقیقاتی ژاپن برای توسعه نسل پنجم رایانه‌ها که ایالات متحده و اروپا را به واکنش وا داشته بود. می‌توان گفت تا این زمان در آلمان هنوز بودجه‌های قابل توجهی به تحقیقات هوش مصنوعی اختصاص پیدا نکرده بود. اما همایش پنجمین نسل سامانه‌های رایانه‌ای که در ۲۲ اکتبر ۱۹۸۱ در توکیو برگزار شد، برای نهادهای حامی هوش مصنوعی در جهان تکان‌دهنده بود، زیرا این همایش نقطه آغاز یک برنامه پژوهشی ده‌ساله در ژاپن با تأکید فراوان بر هوش مصنوعی به شمار می‌رفت. ولفگانگ بیبل یکی از سخنرانان خارجی این همایش بود. برنامه کمیسیون اروپا با نام ESPRIT که در ۱۹۸۳ کلید خورد را می‌توان واکنشی به برنامه ژاپن و همچنین آغاز پژوهش‌های هوش مصنوعی در سطح اروپا در نظر گرفت.<sup>۶</sup>

اما در این دوره یک تغییر مفهومی نیز در مطالعات هوش مصنوعی رخ داد. بیبل و زیکمان تصمیم گرفتند یک دوره درسی جدید را با نام «*Intellektik*» [Intellectics]، یا به عبارتی [هوش‌پژوهی] راه‌اندازی کنند. طبق تحلیل آنها هوش مصنوعی هم شاخه‌ای از علوم رایانه است و هم شاخه‌ای از *Intellektik* [یا هوش‌پژوهی] و این به نوبه خود شامل علوم شناختی است.<sup>۷</sup> به عقیده بیبل و زیکمان «هوش مصنوعی بخش انفورماتیک هوش‌پژوهی است. اما هوش‌پژوهی بدین معنا بسیار بیش از هوش

1. Fachgruppe

2. Fachausschuß

3. German Workshop of Artificial Intelligence

4. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (German Research Center for Artificial Intelligence)

5. Gerhard Barth

6. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), 2006, pp. 48-54.

7. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998, pp. 287-296.

مصنوعی است. هوش پژوهی به ویژه مطالعه توانایی‌های شناختی و هوشمندانه انسان را نیز شامل است. در واقع به تازگی علمی پدید آمده است که به طور خاص به این جنبه‌های هوش پژوهی می‌پردازد و علوم شناختی نام دارد. بنابراین به روشنی می‌توان هوش مصنوعی و همچنین علوم شناختی را به عنوان بخش‌های از یک علم فراگیرتر یعنی هوش پژوهی در نظر گرفت.<sup>۱</sup> به نظر آنها تأسیس یک برنامه تحصیلی برای هوش پژوهی می‌تواند کاستی‌های آموزش علوم رایانه را برطرف کند. برای مثال انفورماتیک به ندرت به عنوان یک موضوع مطالعاتی فرعی دنبال می‌شود اما می‌توان هوش پژوهی را مکمل مناسبی برای علوم فرهنگی و زبانی در نظر گرفت. مفهوم *Intellektik* [یا هوش پژوهی] در کتاب «اینتلکتیک و منطق محاسباتی» نیز به عنوان دانشی تعریف می‌شود که هوش مصنوعی و علوم شناختی را دربرمی‌گیرد. پیشنهاد ساختار دوتایی انفورماتیک/هوش پژوهی تأثیر چشمگیری بر ساختارهای علمی داشته است. دانشگاه‌های ادینبرو<sup>۲</sup> و ساسکس<sup>۳</sup> در انگلستان، و دانشگاه کارنگی ملون<sup>۴</sup> در ایالات متحده نمونه‌هایی از اعمال این مفهوم هستند. همچنین «هوش پژوهی» در گروه علوم رایانه مؤسسه فنی دارمشتات به عنوان یک رشته علمی تلقی می‌شود.<sup>۵</sup>

ولفگانگ بیبل در مقاله کوتاهی در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد جایگزینی «Artificial Intelligence» [هوش مصنوعی] با «Intellektik» [هوش پژوهی] را به طور صریح مطرح کرده و معادل‌های انگلیسی و فرانسوی مناسب را به ترتیب «intellectics» و «intellectique» می‌داند.<sup>۶</sup> او بعدها در کتاب «درس‌هایی از زندگی: مقاله‌هایی درباره انسان و جامعه»<sup>۷</sup> (۲۰۰۳) درباره *Intellektik* می‌نویسد: «هوش پژوهی یک حوزه پژوهشی نسبتاً نوین و هنوز میان‌رشته‌ای است که کارشناسانی از حوزه‌های هوش مصنوعی و علوم شناختی، روان‌شناسان، عصب‌شناسان، زیست‌شناسان، فیزیولوژیست‌ها، فیلسوفان، زبان‌شناسان، انسان‌شناسان و متخصصان دیگر رشته‌ها را دربرمی‌گیرد. ... این دانش بر این فرضیه مبتنی است که در یک سطح به نسبت عالی از انتزاع، می‌توان تفکر بشر را به مثابه فرایند محاسباتی نمادینی فهمید که با استفاده از رایانه قابل شبیه‌سازی است. هوش پژوهان از آغاز به پرسش از واقعیت‌بخشی به کارکردهای هوشمند بر رایانه‌های خلق‌شده توسط متخصصان رایانه پرداخته‌اند. آنها به همین دلیل به ویژه در آلمان به عنوان خیال‌بافانی غیرواقع‌گرا از سوی متخصصان رایانه طرد شده‌اند. برخلاف علوم رایانه که همکاری بسیار نزدیکی با علوم مهندسی دارد، هوش پژوهی به همان اندازه به علوم انسانی متمایل است»<sup>۸</sup>.

1. Bibel, Wolfgang; Siekmann, Jörg 1994: Informatik und Intellektik als zukünftiges Zwiegespann, KI 1 (März 1994), S. pp.16-22.

2. University of Edinburgh

3. University of Sussex

4. Carnegie Mellon University

5. Laura Pana, Intellectics and inventics in "Systems, Cybernetics and Innovations", Matjaž Mulej (ed), The International Journal of Systems & Cybernetics, Volume 35, Number 7/8, 2006, pp.1147-1161.

6. Bibel, Wolfgang, "Intellektik" statt "KI", München, Oktober 1980.

7. Lehren vom Leben: Essays über Mensch und Gesellschaft

8. Bibel, Wolfgang, Lehren vom Leben: Essays über Mensch und Gesellschaft, Deutscher Universitäts-verlag, 2003, pp.48 & 279.



در اینجا مناسب است که به برخی از رویدادهای مربوط به بسط هوش مصنوعی در آلمان شرقی یا جمهوری دمکراتیک آلمان<sup>۱</sup> اشاره کنیم. همانند آلمان غربی یا جمهوری فدرال آلمان، پژوهشگرانی نیز در آلمان شرقی به مسائل هوش مصنوعی علاقه‌مند بودند. آنها به طور عمده در دو شهر برلین و درسدن تمرکز یافته بودند. از چهره‌های پیشروی علوم رایانه در آلمان شرقی باید نیکولوس یواخیم<sup>۲</sup> را نام برد. فرهنگستان علوم آلمان شرقی<sup>۳</sup> واقع در برلین، به واسطه تسلط او در این حوزه مؤسسه فناوری ماشینی محاسبه در فرهنگستان علوم<sup>۴</sup> را در درسدن در حوالی سال ۱۹۶۴ تأسیس کرد که به مدت دو سال ریاست آن به عهده یواخیم بود. این مؤسسه جایگاه خود را در فرهنگستان از دست داد و در ۱۹۶۹ در مجموعه‌ای صنعتی با نام Kombinat Robotron ادغام شد. فرهنگستان در سال ۱۹۶۹ مؤسسه مرکزی سایبرنتیک و فرایندهای اطلاعاتی (ZKI)<sup>۵</sup> را در برلین بنیانگذاری کرد. ZKI دارای چهار بخش اصلی بود که یکی از آنها تحت عنوان «بخش روان‌شناسی شناختی»<sup>۶</sup> در سال‌های ۱۹۷۰-۱۹۷۳ توسط فریدهارت کلیکس<sup>۷</sup> اداره می‌شد که یکی از روان‌شناسان شناختی نام‌آور در سطح بین‌المللی بود. این بخش در سال ۱۹۷۵ بار دیگر نامگذاری و «هوش مصنوعی»<sup>۸</sup> خوانده شد و حدود ۳۰ پژوهشگر در چهار زیربخش «حل مسئله»، «پاسخ به پرسش»، «سامانه‌های یادگیری» و «تشخیص الگو» در آن مشغول به کار بودند.<sup>۹</sup>

## فصل دوم - آلمان و اتحادیه اروپا: همکاری در زمینه هوش مصنوعی

همان‌گونه که می‌دانیم بسیاری از سیاست‌های کلی آلمان معاصر از مقررات اتحادیه اروپا پیروی می‌کند. تحقیقات متعدد نشان می‌دهد کاربردهای عملی فراوانی برای هوش مصنوعی در سطح اتحادیه اروپا قابل پیش‌بینی است. بر اساس مطالعه‌ای که به تازگی انجام شده می‌توان با استفاده از تشخیص زودهنگام مشکلات سلامت با کمک هوش مصنوعی، تا ۷۰ میلیارد یورو در هزینه‌های سلامت اتحادیه اروپا صرفه‌جویی کرد.<sup>۱۰</sup> میزان تخصیص بودجه کمیسیون اروپا برای حوزه‌های هوش مصنوعی، رباتیک و آموزش مهارت‌های مرتبط با آنها بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ بالغ بر ۳۵ میلیارد یورو خواهد بود.

1. Deutsche Demokratische Republik (DDR)

2. Nikolaus Joachim, 1921-1998.

3. Akademie der Wissenschaften der DDR

4. Institut für Maschinelle Rechentechnik bei der Akademie der Wissenschaften

5. Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse der Akademie der Wissenschaften (ZKI)

6. Bereich für Kognitive Psychologie

7. Friedhart Klix

8. Künstliche Intelligenz

9. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4),2006:pp. 48-54.

10. Impact of Artificial Intelligence in Germany, PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, June 2018, p.7.

برخی از پروژه‌های کمیسیون اروپا در این حوزه عبارت است از: طراحی رباتی برای چیدن و پیراستن گل‌ها و بوته‌ها (Trimbot2020) با بودجه ۵/۴ میلیون یورویی، طراحی رباتی متحرک که دانه‌ها را می‌کارد (MARS) با بودجه ۱۹/۷ میلیون یورویی، رصد زمین با کمک داده‌های بزرگ و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی سناریوهای ریسک (BETTER) با بودجه ۱/۹ میلیون یورویی، خدمات جستجوی چندزبانه برای کمک به افراد برای یافتن بهترین اطلاعات پزشکی موجود (KConnect) با بودجه ۳ میلیون یورویی، ساده‌سازی و شخصی‌سازی خدمات الکترونیک (SIMPATICO) با بودجه ۳/۶ میلیون یورویی، ربات‌های غیرنظامی برای کمک به آتش‌نشانان در عملیات جستجو و نجات در محیط‌های پرخطر (SmokeBot) با بودجه ۳/۸ میلیون یورویی، حسگرهای خودکار تشخیص موقعیت‌های خطرناک و تصادفات برای کمک به امنیت رانندگان (VI-DAS) با بودجه ۶/۲ میلیون یورویی، حمل‌ونقل داده‌محور برای حل مسائل شهری (Transforming Transport) با بودجه ۱۴/۶ میلیون یورویی، فنون هوش مصنوعی برای پیش‌بینی نگهداری تجهیزات صنعتی (SERENA) با بودجه ۵/۵ میلیون یورویی.<sup>۱</sup>

اما با وجود همه این سرمایه‌گذاری‌ها اتحادیه اروپا هنوز قدرت رقابت با پیشرفت هوش مصنوعی در ایالات متحده و چین را پیدا نکرده است و برای رسیدن به آنها راهی طولانی در پیش دارد. در شکل ۴ میزان مقالات و کتاب‌های منتشر شده در چند کشور مقایسه شده است که به خوبی جایگاه آلمان را نسبت به چین و ایالات متحده نمایان می‌کند.

اما یکی از مهم‌ترین سندهای اتحادیه اروپا در مواجهه با مسائل هوش مصنوعی مصوبه‌ای است با نام «قواعد قانون مدنی در حوزه رباتیک»<sup>۲</sup> که در سال ۲۰۱۷ تصویب شد و گزارش کاملی از آن در قالب گزارش‌های «هوش مصنوعی و قانونگذاری» پیش‌تر در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی منتشر شده است.<sup>۳</sup> به نظر می‌رسد با این مصوبه بحث درباره موضوعات مربوط به هوش مصنوعی و رباتیک در اروپا به مرحله تازه‌ای وارد شده است.<sup>۴</sup>

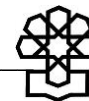
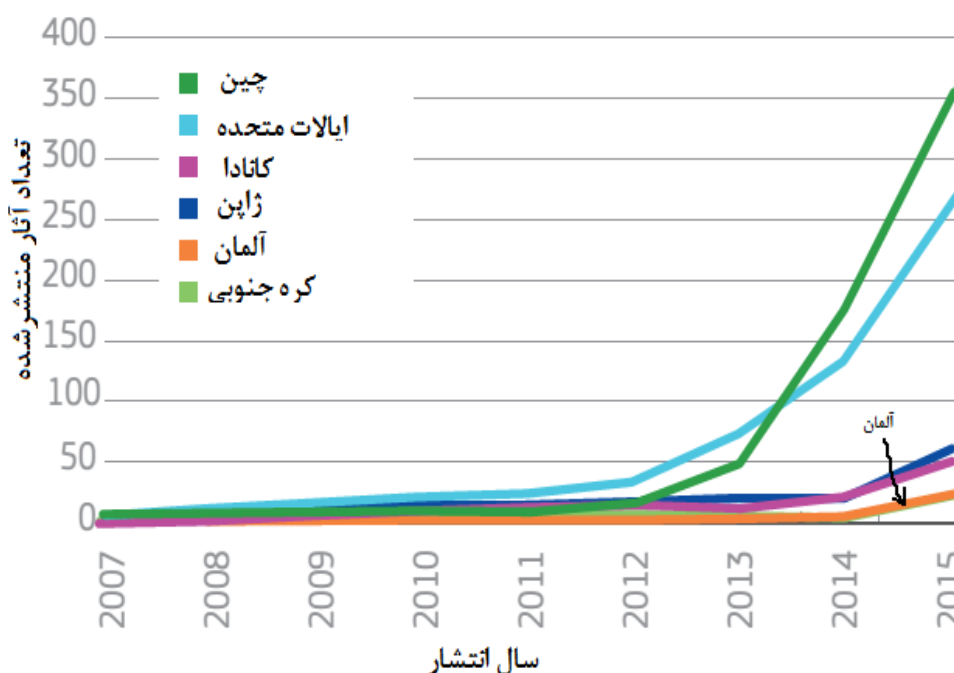
1. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>

2. Zivilrechtliche Regelungen im Bereich Robotik.

۳. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، گزارش هوش مصنوعی و قانونگذاری ۵، شماره مسلسل: ۱۵۹۵۳، مردادماه ۱۳۹۷.

۴. در این رابطه نگاه کنید به:

Ponce Del Castillo, Aída, A law on robotics and artificial intelligence in the EU?, ETUI Foresight Brief, #02 – September 2017.

شکل ۴. مقایسه پژوهش‌ها در زمینه یادگیری عمیق<sup>۱</sup>

یکی از بحث‌برانگیزترین بخش‌های این مصوبه در قسمت «اصول کلی درباره توسعه رباتیک و هوش مصنوعی برای کاربرد مدنی» بند «و» آمده است. در این بند از کمیسیون خواسته می‌شود به این مطلب توجه کند: «ایجاد یک جایگاه قانونی خاص برای ربات‌ها در بلندمدت، به گونه‌ای که حداقل برای ربات‌های خودکار دارای بیش‌ترین هوشمندی این امکان فراهم شود که در جایگاه/شخص الکترونیکی مسئول برای جبران خسارت‌هایی که وارد کرده‌اند قرار بگیرند و شاید اعمال شخصیت الکترونیکی برای مواردی که ربات‌ها تصمیم‌هایی خودمختار می‌گیرند یا به طور مستقل با طرف‌های ثالث تعامل دارند»<sup>۲</sup>. اعطای «جایگاه حقوقی» و قلمداد کردن ربات‌ها به عنوان «شخص» یکی از اصلی‌ترین موضوعات انتقاد صاحب‌نظران بوده است تا آنجا که جمعی از سیاستمداران، دانشمندان و فعالان حوزه اخلاق، حقوق و هوش مصنوعی نامه‌ای سرگشاده خطاب به کمیسیون اروپا امضا کرده و نگرانی‌های خود را در این باره شرح داده‌اند. این نامه توسط خانم ناتالی نووژان<sup>۳</sup> تهیه شده و تا زمان تهیه گزارش حاضر به امضای ۲۸۵ شخصیت برجسته در اتحادیه اروپا رسیده است. طبق محتوای این نامه باید در بررسی آثار اقتصادی، حقوقی، اجتماعی و اخلاقی هوش مصنوعی و رباتیک از شتاب و سوگیری پرهیز کرد.<sup>۴</sup>

1. European Political Strategy Centre, EPSC Strategic Notes, The Age of Artificial Intelligence: Towards a European Strategy for Human-centric Machines, Issue 29, 27 March 2018

۲. همان، ص ۲۲.

۳. Nathalie Nevejans: حقوق‌دان و مدرس دانشگاه آرتوئیس، کارشناس اخلاق و قانون رباتیک، عضو کمیته اخلاق مرکز ملی پژوهش‌های علمی فرانسه.

4. <http://www.robotics-openletter.eu/>

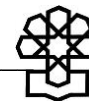
اما یکی از دیگر نشانه‌های اهمیت و پیگیری جدی آینده هوش مصنوعی آن است که آلمان در آوریل ۲۰۱۸ بیانیه مشترکی میان اعضای اتحادیه را با عنوان «همکاری در زمینه هوش مصنوعی»<sup>۱</sup> امضا کرد. در این بیانیه زمینه‌های فعالیت مشترک کشورهای عضو در رویارویی با فرصت‌ها و چالش‌های هوش مصنوعی در ۱۷ بند تنظیم شده است که در زیر به آنها اشاره می‌شود:<sup>۲</sup>

۱. تقویت فناوری و ظرفیت صنعتی اروپا در زمینه AI و کاربرد آن، شامل دسترسی بهتر به اطلاعات عمومی و دولتی؛ این موارد پیش‌شرط‌های اساسی برای تأثیرگذاری بر پیشرفت AI، تشویق مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه و ایجاد رشد اقتصادی و مشاغل باکیفیت جدید هستند.
۲. پرداختن به چالش‌های اقتصادی-اجتماعی، از جمله تحول بازارهای کار و مدرن‌شدن نظام‌های آموزش و پرورش در اروپا، شامل آموزش‌های پیش‌تر و جدیدتر به شهروندان اتحادیه.
۳. اطمینان از یک چارچوب حقوقی و اخلاقی کافی، مبتنی بر ارزش‌ها و حقوق بنیادی اتحادیه اروپا، شامل حریم خصوصی و حفاظت از اطلاعات شخصی، همچنین اصولی مانند شفافیت و پاسخگویی.
۴. تلاش برای یک رویکرد اروپایی جامع و یکپارچه در قبال AI به منظور افزایش رقابت‌پذیری، جذابیت و سطح تحقیق و توسعه اتحادیه در زمینه AI و در موارد لازم بررسی و مدرن‌سازی سیاست‌های ملی به منظور اطمینان از اینکه از فرصت‌های برخاسته از AI استفاده و به چالش‌های آن پرداخته شده است.
۵. تشویق گفتگو با ذی‌نفعان AI و حمایت از توسعه یک انجمن گسترده و متکثر از ذی‌نفعان AI در قالب یک «اتحادیه هوش مصنوعی اروپا» با هدف آگاهی‌بخشی و ترویج پیشرفت AI به شیوه‌ای که سود آن برای اقتصاد و جامعه به حداکثر برسد.
۶. توجه به اختصاص بودجه‌های تحقیق و توسعه و نوآوری (R&D&I) به توسعه و بهره‌برداری بیش‌تر از AI، شامل کاربردها و نوآوری تحول‌آفرین<sup>۳</sup> به عنوان یک اولویت.
۷. تبادل دیدگاه‌ها با دیگر کشورهای عضو و کمیسیون درباره راهبردها و دستور کار تحقیقات AI، با هدف ایجاد هم‌افزایی در زمینه طرح‌های بودجه متناسب تحقیق و توسعه و نوآوری در سراسر اروپا.
۸. همکاری برای توانمندسازی مراکز پژوهشی AI و حمایت از بُعد پان-اروپایی آنها.
۹. ایفای نقش در استقرار یک شبکه فشرده از کانون‌های نوآوری دیجیتال در سطح اروپا.
۱۰. ایفای نقش در تلاش برای دسترس‌پذیری و سودمندی AI برای اداره‌های دولتی و همه شرکت‌ها، به ویژه کسب‌وکارهای کوچک و متوسط و شرکت‌های فعال در بخش‌های غیرفنی.

1. Cooperation on Artificial Intelligence

2. <https://ec.europa.eu>

۳. نوآوری تحول‌آفرین نوعی از نوآوری است که سبب ایجاد یک بازار جدید یا یک شبکه ارزش جدید شده و در نهایت به ایجاد تحول در بازار یا شبکه ارزش موجود و همچنین کنار زدن پیشنهاتان و متحدان بازار موجود می‌انجامد. این واژه نخستین بار در سال ۱۹۹۵ توسط کلایتون کریستنسن به کار رفت (منبع: <https://fa.wikipedia.org>).



۱۱. تبادل بهترین تجربه‌ها در زمینه تدارک و استفاده از AI در اداره‌های دولتی با هر اندازه و در هر سطحی، و به طور کلی در حوزه عمومی.

۱۲. ایفای نقش در تلاش برای دسترس‌پذیری داده‌های عمومی بیشتر، حمایت از کسب‌وکارهای خصوصی برای تحقق این هدف و توسعه باز-بهره‌پذیری<sup>۱</sup> داده‌های تحقیقات علمی حاصل از بودجه‌های دولتی، بدون آسیب به حقوق موجود، مقررات و آزادی قراردادی<sup>۲</sup>.

۱۳. تبادل دیدگاه‌ها درباره چارچوب‌های اخلاقی و حقوقی مرتبط با AI با هدف اطمینان از گسترش مسئولانه AI.

۱۴. ثبات و قابلیت اعتماد راه‌حل‌های مبتنی بر AI، برای مثال از راه تلاش در جهت پیشرفت امنیت اطلاعات، بهبود ایمنی و گوش به زنگی در طراحی و اجرا و افزایش پاسخگویی سامانه‌های هوش مصنوعی.

۱۵. اطمینان از اینکه نوع بشر در نقطه مرکزی توسعه، گسترش و تصمیم‌گیری در حوزه AI قرار دارد، جلوگیری از ایجاد و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی مخرب و بهبود فهم عامه از AI.

۱۶. تبادل دیدگاه‌ها در زمینه تأثیر AI بر بازارهای کار و بحث درباره بهترین شیوه‌های کاهش زیان‌های این تأثیر، شامل تبادل دیدگاه‌ها در زمینه اتخاذ معیارهایی در آموزش و کارآموزی عملی، همچنین در زمینه مهارت‌هایی که به شهروندان اجازه می‌دهد از AI بهره‌مند شوند و ثبات اجتماعی را تضمین می‌کند.

۱۷. شرکت در گفتگویی پیوسته با کمیسیون درباره AI.

«وزارت حمل‌ونقل و زیرساخت‌های دیجیتال آلمان» در راستای تحقق همین اهداف و در پاسخ به فرصت‌ها و چالش‌های نهفته در هوش مصنوعی، کمیسیون اخلاق برای رانندگی خودکار<sup>۳</sup> را به ریاست پروفیسور اودو دی فابو<sup>۴</sup> تشکیل داد.<sup>۵</sup> در شرایطی که می‌بینیم خودروسازان بیش‌تری به افزودن قابلیت‌های خودکار به ناوگان آینده خود روی می‌آورند این رویداد یک نقطه عطف فنی-اجتماعی محسوب می‌شود. کارشناسان این کمیسیون در گزارش خود مقرراتی را برای برنامه‌نویسی سامانه‌های رانندگی خودکار بسط دادند که شامل موارد زیر است:

- پیش از حیوانات و اموال از انسان‌ها حمایت کنید.

- عدم تبعیض در مورد اینکه چه کسی باید زنده بماند.

- حفاظت در برابر هک کردن مخرب.

1. Re-usability

2. Contractual Freedom

3. Ethics Commission on Automated Driving

4. Udo Di Fabio

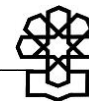
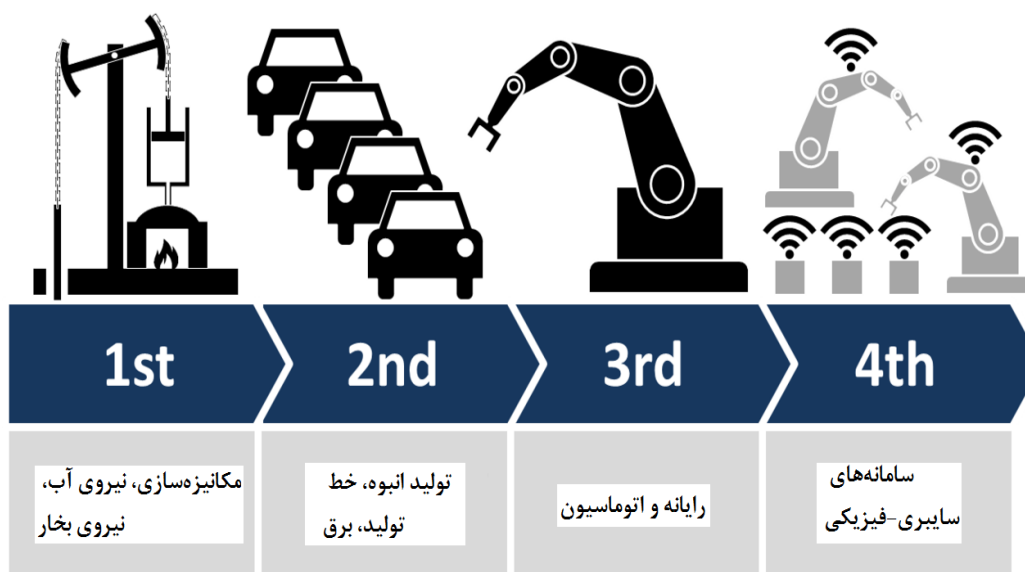
5. Germany Drafts World's First Ethical Guidelines for Self-driving Cars

کابینه آلمان این مقررات را اتخاذ کرده و بدین‌سان به نخستین کشور از این حیث تبدیل شده است. همچنین در این گزارش ضرورت آموزش اصول کار با دستگاه‌های خودکار در مدارس مطرح می‌شود.<sup>۱</sup>

### فصل سوم - راهبرد هوش مصنوعی دولت فدرال آلمان

«راهبرد هوش مصنوعی دولت فدرال آلمان»<sup>۲</sup> از این پس به طور خلاصه «راهبرد ۲۰۱۸»<sup>۳</sup> با همکاری وزارت آموزش و پژوهش، وزارت اقتصاد و انرژی، و وزارت کار و امور اجتماعی تهیه و به‌تازگی (نوامبر ۲۰۱۸) منتشر شده است. راهبرد ۲۰۱۸ در حقیقت یکی از مراحل اجرای راهبرد فناوری‌های پیشرفته ۲۰۲۵ دولت است. دولت آلمان در راهبرد ۲۰۱۸ با توجه به توسعه سریع فناوری‌های حوزه هوش مصنوعی و تغییر جهانی در زنجیره‌های تولید، عرضه و تقاضا و با توجه به جایگاه پژوهش و نوآوری در آلمان، چارچوب یک قالب سیاسی کلی را برای توسعه و کاربرد هوش مصنوعی در آینده این کشور تعیین می‌کند. دولت فدرال در راهبرد ۲۰۱۸ هوش مصنوعی را یک فناوری کلیدی تشخیص داده و می‌خواهد پیشرفت کاربرد هوش مصنوعی را به ویژه در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط رونق بخشد و با استفاده از هوش مصنوعی جایگاه برجسته خود را در **صنعت ۴** یا به عبارتی انقلاب صنعتی چهارم ارتقا دهد. به طور کلی تحولات صنعتی را در قالب چهار انقلاب دسته‌بندی می‌کنند. **Industrie 4.0**، صنعت ۴ یا انقلاب صنعتی چهارم نامی است که به روند کنونی اتوماسیون و تبادل داده در فناوری‌های تولیدی داده شده است. این دوره صنعتی جدید شامل سامانه‌های سایبری-فیزیکی، اینترنت اشیا، رایانش ابری و رایانش شناختی است (شکل ۵).

1. Donna Lindskog, Germany Shows How Government Should Steer AI Ethics, 2017.  
2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung  
3. Hightech-Strategie 2025.

شکل ۵. چهار انقلاب صنعتی<sup>۱</sup>

همچنین در راهبرد ۲۰۱۸ جنبه‌های اخلاقی، حقوقی، فرهنگی و نهادی کاربرد هوش مصنوعی در زندگی و حفظ ارزش‌های بنیادی انسانی و اجتماعی لحاظ شده است. به دلیل اهمیت این سند در ادامه تلاش می‌شود مهم‌ترین موضوعات، مفاهیم، راهکارها و سیاست‌های کلی مطرح‌شده در آن بررسی شود.

بر اساس مقدمات مفهومی راهبرد ۲۰۱۸ پژوهشگران هوش مصنوعی به طور کلی دو رویکرد را دنبال می‌کنند: هوش مصنوعی «قوی»<sup>۲</sup> و هوش مصنوعی «ضعیف»<sup>۳</sup>. در رویکرد هوش مصنوعی قوی، سامانه‌های هوش مصنوعی دارای توانمندی‌هایی شبیه به انسان هستند و حتی می‌توانند از انسان نیز فراتر روند. اما در رویکرد هوش مصنوعی ضعیف، بر حل مسائل کاربردی انضمامی بر پایه روش‌های ریاضی و رایانه‌ای تأکید می‌شود. همچنین جنبه‌های مختلف هوش انسانی مدل‌سازی شده و به نحو صوری توصیف شده و سامانه‌هایی برای شبیه‌سازی و تقویت تفکر انسانی ساخته می‌شود. دولت آلمان در راهبرد ۲۰۱۸ رویکرد خود را استفاده از هوش مصنوعی برای حل مسائل کاربردی و بنابراین هوش مصنوعی «ضعیف» اعلام کرده و آن را به پنج حوزه تقسیم می‌کند:<sup>۴</sup>

۱. سامانه‌های استنتاجی، اثبات ماشینی

۲. سامانه‌های دانش‌بنیان

۳. تحلیل و تشخیص الگو

1. <https://en.wikipedia.org>

2. Starken KI

3. Schwachen KI

4. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, [www.ki-strategie-deutschland.de](http://www.ki-strategie-deutschland.de), pp.4-5

## ۴. رباتیک

## ۵. برهمکنش‌های هوشمند و چندمنظوره میان انسان و ماشین

هدف‌های کلی دولت فدرال در راهبرد ۲۰۱۸ تبدیل آلمان به قطب پژوهش‌های نوین و پیشرفته، توسعه توان رقابت‌پذیری اقتصادی آلمان و کاربرد هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف برای پیشرفت جامعه و در راستای منافع شهروندان و محیط زیست عنوان می‌شود. بر اساس این راهبرد «هوش مصنوعی ساخت آلمان»<sup>۱</sup> باید در سراسر جهان نشان و مهر کیفیت باشد. در گام نخست بناست در بودجه سال ۲۰۱۹ برای تقویت راهبرد هوش مصنوعی ۵۰۰ میلیون یورو اختصاص داده شود. دولت تا سال ۲۰۲۵ برای اجرای راهبرد ۲۰۱۸، در مجموع پنج میلیارد یورو اختصاص خواهد داد. این هدف‌ها به طور کلی در سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:<sup>۲</sup>

۱. تبدیل آلمان و اروپا به یک جایگاه پیشرو در زمینه هوش مصنوعی و کمک به رقابت‌پذیری آلمان در آینده از طریق:

الف) ادامه توسعه قطب‌های پژوهشی هوش مصنوعی موجود در سراسر کشور و تأسیس مراکز جدید برای ایجاد یک شبکه ملی متشکل از دست‌کم ۱۲ مرکز علمی و کاربردی، همچنین انتقال سریع نتایج تحقیقات به حوزه‌های کاربردی؛

ب) راه‌اندازی برنامه‌ای برای ارتقای علمی پژوهشگران جوان و آموزش در زمینه هوش مصنوعی، همچنین افزایش شمار اساتید به میزان دست‌کم صد نفر به منظور تثبیت هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها؛

ج) ایجاد یک شبکه آلمانی-فرانسوی پژوهش و نوآوری (مرکز مجازی)<sup>۳</sup> با همکاری کشور فرانسه بر پایه نهادها و مراکز علمی موجود؛

د) تأکید بر هوش مصنوعی در برنامه‌ای که برای تأسیس آژانس نوآوری‌های جهشی<sup>۴</sup> در نظر گرفته شده است؛

ه) ایجاد یک گروه نوآوری اروپایی<sup>۵</sup> برای حمایت از طرح‌های پژوهشی مشترک در پنج سال آینده؛

و) حمایت از شرکت‌های متوسط در زمینه بهره‌گیری از هوش مصنوعی؛

ز) دو برابر شدن بودجه برنامه EXIST (برنامه استارت‌آپ‌های دانش‌بنیان) در سال ۲۰۱۹؛

---

1. Artificial Intelligence (AI) made in Germany  
 2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.6-9.  
 3. Eines Deutsch-französischen Forschungs- und Innovationsnetzwerkes (virtuelles Zentrum)<sup>(۴)</sup>  
 4. Agentur für Sprunginnovationen  
 5. Europäisches Innovationscluster



۲. کاربرد و توسعه مسئولانه هوش مصنوعی در جهت منافع عمومی از طریق:
- الف) تأسیس رصدخانه هوش مصنوعی آلمان<sup>۱</sup> و تلاش برای برپایی این نوع رصدخانه‌ها در اروپا و جهان؛
- ب) ساماندهی یک گفتگو میان کشورهای اروپایی و همچنین میان دو سوی اقیانوس اطلس درباره کاربرد هوش مصنوعی در بازار کار با تمرکز بر انسان؛
- ج) آموزش و بسط مهارت‌های کارگران در چارچوب یک راهبرد آموزش همگانی؛
- د) افزایش فرصت‌های شرکت‌ها برای همکاری در توسعه و کاربرد هوش مصنوعی؛
- ه) تقویت کاربردهای هوش مصنوعی برای منافع محیط زیست و آب و هوا و تعیین معیارهایی در این زمینه.
۳. نهادینه کردن هوش مصنوعی در جامعه از حیث اخلاقی، حقوقی، فرهنگی و سازمانی در چارچوب یک گفتگوی فراگیر اجتماعی و یک قالب سیاسی فعال، از طریق:
- الف) برگزاری میزگرد با مراجع ذیصلاح در زمینه حفاظت از اطلاعات و همچنین با بنگاه‌های اقتصادی برای بررسی راهکارهای توسعه و کاربرد هوش مصنوعی به گونه‌ای که با حقوق حفاظت از اطلاعات سازگار باشد؛
- ب) بهبود پیشرفت کاربردهای نوآورانه به منظور حمایت از حق تعیین سرنوشت، مشارکت فرهنگی و اجتماعی و حفاظت از حریم خصوصی شهروندان؛
- ج) تبدیل پلت‌فرم‌های سامانه‌های یادگیری به پلت‌فرم‌هایی برای هوش مصنوعی که در آنها یک برهمکنش میان سیاست، علم و صنعت از یک سو با جامعه مدنی از سوی دیگر ساماندهی شود؛
- د) تعیین چارچوبی برای کاربرد هوش مصنوعی که تکثر را خلق و حفظ کرده و فضای لازم برای شکوفایی آزادی‌های فرهنگی و رسانه‌ای را فراهم کند.
- در راهبرد ۲۰۱۸ پس از ترسیم این اهداف کلی، حوزه‌های کاری و معیارهای لازم بررسی می‌شوند. بر این اساس تحقق اهداف مذکور به تلاش و همکاری بخش‌های اقتصاد، علم، سیاست و جامعه مدنی نیازمند است و از آنها دعوت می‌شود در اجرای این راهبرد مشارکت داشته باشند، زیرا بهره‌گیری از فرصت‌هایی که هوش مصنوعی برای جامعه فراهم می‌کند وظیفه‌ای ملی است و از توان دولت به تنهایی بیرون است.<sup>۲</sup> برای تحقق هدف‌های ترسیم‌شده ۱۲ حوزه کاری تعریف می‌شود:<sup>۳</sup>
۱. تقویت پژوهش در آلمان و اروپا، برای تبدیل آنها به محرک‌هایی برای نوآوری،
  ۲. رقابت در نوآوری و خوشه‌های نوآوری اروپایی،

---

1. Deutsches Observatorium für Künstliche Intelligenz  
2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, [www.ki-strategie-deutschland.de](http://www.ki-strategie-deutschland.de), pp.9-12.  
3. **Ibid**, pp.12-45.

۳. انتقال به اقتصاد، تقویت شرکت‌های متوسط،
۴. برپایی استارت‌آپ‌ها و هدایت آنها به سوی موفقیت،
۵. بازار کار و دنیای کار: شکل‌دهی تغییرات ساختاری،
۶. تقویت آموزش و جذب کارشناسان و متخصصان،
۷. بهره‌گیری از هوش مصنوعی در وظایف و مسئولیت‌های دولتی و عمومی،
۸. دسترس‌پذیری داده و تسهیل کاربرد،
۹. سازگاری و تنظیم چارچوب قانونی،
۱۰. تعیین معیارها،
۱۱. شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی،
۱۲. گفتگو با جامعه و بسط چارچوب‌های سیاسی لازم برای اقدام.

حوزه پژوهش‌های هوش مصنوعی بسیار ناهمگن است و شامل قلمروهای مختلفی است. هم‌اکنون بیش‌ترین توجه به موضوعاتی همچون تشخیص الگو و زبان، یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و سامانه‌های خبره معطوف است. به دلیل چرخه‌های کوتاه و پویایی بالای موجود در پژوهش‌های هوش مصنوعی نمی‌توان وضعیت آن را در سال‌های آینده با قطعیت پیش‌بینی کرد. بر همین اساس در راهبرد ۲۰۱۸ تلاش می‌شود علاوه بر تأکید بر رویکردهای پژوهشی خاص از ایجاد یک اکوسیستم هوش مصنوعی<sup>۱</sup> پویا و فراگیر حمایت شود تا بر پایه آن بتوان به شیوه‌ای انعطاف‌پذیر به روندها و پیشرفت‌های کنونی این حوزه واکنش نشان داد. کیفیت این اکوسیستم پژوهش‌های هوش مصنوعی پیش از همه به کیفیت بالای محققان و نوآوران، زیرساخت‌های پژوهشی، چارچوب‌ها و الزامات کلی پژوهش‌های هوش مصنوعی و کیفیت شرکت‌های ملی و بین‌المللی بستگی دارد. در این راستا هم به اقدامات ساختاری نیاز است و هم به برنامه‌های پژوهشی میان‌مدت و کوتاه‌مدت، هم باید بر حوزه مبانی و کسب شناخت تمرکز کرد و هم بر حوزه کاربردهای خاص برای مشکلات صنایع و جامعه. بنابراین باید تلاش شود از طریق رابطه نزدیک با اقتصاد و صنعت و گروه‌های ذی‌نفع، شکاف میان ایده و نوآوری در بازار از میان برود.<sup>۲</sup>

در راهبرد ۲۰۱۸ بر توسعه مراکز علمی موجود آلمان توصیه می‌شود، به ویژه از طریق ایجاد شرایطی مناسب برای جذب بهترین دانشمندان هوش مصنوعی از سراسر جهان، گسترش دوره‌های دکتری مرتبط با هوش مصنوعی، آموزش متخصصان جوان و ترغیب کارشناسان آلمانی هوش مصنوعی که در شرکت‌های بین‌المللی کار می‌کنند برای بازگشت به آلمان. همچنین تمرکز شبکه نوآوری و پژوهش آلمانی-فرانسوی بر پژوهش‌های بنیادی، انتقال نتایج پژوهش به حوزه کاربرد و نوآوری خواهد

1. KI-Ökosystem

2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.12-13



بود. بدین منظور برگزاری همایش‌های سالیانه مشترک، تبادل متخصصان مراکز علمی و برگزاری دوره‌های دکتری مشترک در دستور کار قرار خواهد گرفت.<sup>۱</sup>

به عنوان بخشی از برنامه دولت برای پژوهش در بخش ایمنی، تأسیس دو مرکز پژوهشی برای مطالعه کاربرد سامانه‌های خودکار در محیط‌های پرخطر در ر/هبرد ۲۰۱۸ مطرح می‌شود. همچنین در زمینه امنیت سایبری، به تحقیقات درباره تشخیص محتواهای تولیدشده به صورت خودکار توجه خواهد شد. همچنین پژوهش بر کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه امنیت خارجی و در راستای هدف‌های نظامی، در چارچوب مسئولیت‌های سازمانی دنبال خواهد شد. در ادامه این بخش از ر/هبرد ۲۰۱۸ به پیشرفت‌های زیست‌شناسی مولکولی و افزایش میزان داده‌های بزرگ، پیچیده و ناهمگن در علوم حیاتی و در نتیجه ظرفیت بزرگ نهفته در آنها برای فهم بهتر مکانیسم بیماری‌ها و درمان اشاره، و برای بهره‌گیری از این ظرفیت بر حمایت از پژوهش‌های مربوط به گردآوری، تحلیل و تفسیر داده‌های زیست‌پزشکی با کمک روش‌های ریاضی و رایانه‌ای تأکید می‌شود. در همین راستا تأسیس مراکزی در کلینیک‌های دانشگاهی برای یکپارچه‌سازی داده‌های پژوهشی و مراقبتی پیشنهاد می‌شود. همچنین با توجه به اینکه تغییرات جمعیت‌شناختی بر نسبت میان افراد نیازمند مراقبت و افراد ارائه‌کننده خدمات مراقبتی تأثیری منفی داشته است و با توجه به ضرورت کاهش آسیب‌ها و خطرات فرایندهای مراقبتی، می‌توان رباتیک را راه‌حل خوبی برای این مسائل دانست و از پیشرفت آن پشتیبانی کرد.<sup>۲</sup>

تحلیل، ارزیابی و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای، همکاری انسان و ماشین در سفرهای فضایی، تعمیرات نیروگاه‌ها و فعالیت‌های معدنی در زیر دریا، از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی و رباتیک برشمرده می‌شود.<sup>۳</sup>

در بخش بعدی ر/هبرد ۲۰۱۸ با عنوان «رقابت در نوآوری و خوشه‌های نوآوری اروپایی»، یکی از عناصر اصلی بهبود پیشرفت، توسعه و نوآوری «رقابت در نوآوری» برشمرده می‌شود. هوش مصنوعی باید در آژانس نوآوری‌های جهشی نقش عمده‌ای ایفا کند. بنابراین بر پیشرفت رویکردهای نوین و میان‌رشته‌ای در فناوری، همچنین مدل‌های جدید کسب‌وکار تأکید می‌شود. بدین منظور همکاری با شورای نوآوری فرانسه و دیگر شرکای اروپایی در علم و صنعت در چارچوب خوشه‌های یک برنامه تحت عنوان هوش مصنوعی اروپا<sup>۴</sup> در دستور کار قرار خواهد داشت. نمایندگان شرکت‌های متوسط و صنعت در قالب یک سازمان مشترک آلمانی-فرانسوی هسته این برنامه اروپایی را تشکیل می‌دهد. بدین ترتیب با سرمایه‌گذاری مشترک و استفاده از داده‌ها و زیرساخت‌ها می‌توان به یک جایگاه

1. Ibid, pp.13-15

2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.17-19

3. Ibid, p.19.

4. EUREKA

بین‌المللی ممتاز و رقابت‌پذیری دست یافت. هدف میان‌مدت ایجاد یک شبکه فراگیر و یکپارچه «هوش مصنوعی/روپایی»<sup>۱</sup> است که بر ارزش‌ها و مقررات مشترک مبتنی باشد.<sup>۲</sup>

در سومین حوزه کاری تعریف‌شده در راهبرد ۲۰۱۸ تحت عنوان «انتقال به اقتصاد، تقویت شرکت‌های متوسط»، دولت آلمان هدف خود را حفظ رقابت‌پذیری اقتصاد آلمان و اروپا و توسعه آن از رهگذر کاربرد فناوری‌های نوآورانه اعلام می‌کند که به ویژه شامل کاربردهای هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری کلیدی است. نقطه قوت و امتیاز آلمان صنایع متوسط دانسته می‌شود که می‌توانند با استفاده از هوش مصنوعی خود را با پارادایم جدید ایجاد ارزش‌افزوده سازگار کنند. بنابراین دولت آلمان آمادگی خود را برای حمایت ویژه از صنایع و شرکت‌های متوسط اعلام کرده و می‌کوشد با رویکردی کل‌نگر راه‌های نوینی برای انتقال دانش کاربردی هوش مصنوعی از بخش پژوهش به بخش کسب‌وکار و در نتیجه بهره‌گیری از ایده‌های نوآورانه بیابد.<sup>۳</sup>

حمایت از استارت‌آپ‌ها در قالب برنامه‌های بودجه‌ای گوناگون از قبیل طرح بودجه رشد فناوری<sup>۴</sup> و ایجاد مشوق برای آنها نیز در راهبرد ۲۰۱۸ جایگاه مهمی دارد.<sup>۵</sup> اما در حوزه کاری پنجم با عنوان «بازار کار و دنیای کار: شکل‌دهی تغییرات ساختاری» به یکی از مهم‌ترین پیامدهای بهره‌گیری از هوش مصنوعی یعنی دگرگونی ژرف در بازار و دنیای کار پرداخته می‌شود. هوش مصنوعی بدون تردید تأثیراتی بر نیازمندی‌ها، مهارت‌ها، شغل‌ها، ساماندهی کار و روابط کاری خواهد گذاشت. یک رویکرد جامع، انسانی و حامی مصرف‌کننده برای توسعه کاربرد مثبت از هوش مصنوعی در دنیای کار ضروری و پیش شرط استفاده از همه ظرفیت‌های تولیدی و نوآورانه هوش مصنوعی است. بر همین اساس در راهبرد ۲۰۱۸ در کنار سرمایه‌گذاری در توسعه بیش‌تر فناوری بر سرمایه‌گذاری در شکل‌دهی اجتماعی فناوری و مهارت‌ها و قابلیت‌های نیروی کار نیز تأکید می‌شود. همچنین توجه به منافع شرکت‌ها در کنار توجه به توسعه مهارت‌ها و استعدادها، امنیت اجتماعی و سلامت کارگران دنبال می‌شود. در همین راستا بر اجرای سریع یک راهبرد ملی آموزش همگانی به منظور عبور موفقیت‌آمیز افراد و شرکت‌ها از فرایند گذار تأکید می‌شود.<sup>۶</sup>

هر چه درک دگرگونی‌های هوش مصنوعی زودتر و بهتر باشد، واکنش و نوآوری‌های فعالان نیز بهنگام‌تر خواهد بود. از جمله پیشنهادهایی که در این زمینه در راهبرد ۲۰۱۸ بدان اشاره می‌شود سپردن کارهای پرخطر و یکنواخت به ماشین‌هاست تا افراد بتوانند بر حل خلاقانه مسائل تمرکز بیش‌تری داشته باشند. همچنین پیامدهای به‌کارگیری هوش مصنوعی و سامانه‌های خودکار برای

1. Europäische KI

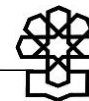
2. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.20-21

3. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.21-24.

4. Tech Growth Fund-initiative

5. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, www.ki-strategie-deutschland.de, pp.24-25.

6. Ibid, pp.25-26.



دنیای کار به صورت نظام مند پایش خواهد شد. بدین منظور برای نظارت و بررسی این پیامدها و برهمکنش‌ها ساخت رصدخانه هوش مصنوعی آلمان در دستور کار قرار خواهد گرفت. در همین راستا و برای بهره‌گیری از دانش جهانی در زمینه هوش مصنوعی، از ساخت چنین رصدخانه‌هایی در اروپا و جهان حمایت خواهد شد. چارچوب‌ها و مقررات بهره‌گیری از هوش مصنوعی در بازار کار بر اساس یافته‌های این رصدخانه‌ها تعریف و به صورت پیوسته بازبینی خواهند شد. این رصدخانه‌ها همچنین می‌توانند در بسط یک فهم اروپایی از اخلاق هوش مصنوعی نقش بسزایی داشته باشند. در این زمینه همکاری با کمیسیون اروپا و سازمان‌های بین‌المللی از قبیل سازمان همکاری و توسعه اقتصادی<sup>۱</sup> و سازمان بین‌المللی کار<sup>۲</sup> اهمیت دارد. از دیگر پیشنهادهای راهبرد ۲۰۱۸ تأسیس «مرکز کار مجازی»<sup>۳</sup>، «مراکز آینده‌پژوهی منطقه‌ای»<sup>۴</sup> و «خانه خویش‌فرمایان»<sup>۵</sup> است.<sup>۶</sup>

در ششمین حوزه کاری راهبرد ۲۰۱۸ به نام «تقویت آموزش و جذب کارشناسان و متخصصان» به سازگارشدهن آموزش با نیازهای جدید حاصل از دگرگونی دیجیتال و هوش مصنوعی اشاره می‌شود. آموزش و پرورش نباید صرفاً فن محور باشد، بلکه هدف آن به علاوه باید افرادی توانمند و مستقل باشد که بتوانند با جنبه‌های اخلاقی و اجتماعی هوش مصنوعی روبه‌رو شوند. از آنجا که انسان‌ها از حیث توانمندی‌های کلیدی مانند تفکر مفهومی و انتقادی، هوش عاطفی، و برقراری رابطه و همکاری بر هر سامانه فنی برتری دارند، بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌تواند فضایی برای تقویت تبادل توانایی‌های خلاقانه و اجتماعی فراهم آورد. همچنین فهم هوش مصنوعی به عنوان یک دانش میان‌رشته‌ای در دانشگاه‌ها و گسترش کرسی‌های هوش مصنوعی ضروری قلمداد می‌شود. پرسش‌های اخلاقی و جامعه‌شناختی نیز باید در حوزه آموزش هوش مصنوعی اهمیت بیش‌تری پیدا کند. در همین راستا دولت متعهد می‌شود از آموزش همگانی مبانی دنیای دیجیتال و پیامدهای آن در مدارس حمایت کند.<sup>۷</sup>

در بخش‌های بعد بر اهمیت هوش مصنوعی در تسهیل ارائه خدمات و اطلاعات به شهروندان تأکید می‌شود که از لوازم قانون دولت الکترونیک است. همچنین می‌توان از هوش مصنوعی به عنوان یکی از سنگ‌بناهای حاکمیت دیجیتال، در زمینه تأمین امنیت داخلی و خارجی استفاده کرد. بدین ترتیب می‌توان به حد بالایی از مدیریت و شفافیت دست یافت. بر اساس راهبرد ۲۰۱۸ هوش مصنوعی همانند دیگر فناوری‌های نوظهور چالش‌ها و فرصت‌هایی برای امنیت کشور به همراه خواهد آورد. در حوزه‌هایی که روشن‌سازی، تحلیل و ارزیابی داده اهمیت دارد، به ویژه در هنگام حمله به کشور، اقتصاد و

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

2. International Labour Organization (ILO)

3. Zentrum Digitale Arbeit

4. Regionalen Zukunftszentren

5. Haus der Selbstständigen

6. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, [www.ki-strategie-deutschland.de](http://www.ki-strategie-deutschland.de), pp.26-30.

7. *Ibid*, pp.30-32.

جامعه با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، اقدامات لازم برای تخمین تهدیدها و تأمین امنیت ضرورت می‌یابد. بهره‌گیری از سامانه‌ها و فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در آینده بر نیروهای مسلح تأثیر خواهد گذاشت و به همین سبب در حوزه گسترش ارتش آلمان در آینده یک موضوع بسیار مهم به‌شمار می‌رود. دولت آلمان در اینجا نیز همانند دیگر حوزه‌های کاربرد هوش مصنوعی به بررسی فراگیر سود و زیان این موضوع خواهد پرداخت. حمایت از کودکان و نوجوانان در برابر خشونت‌های جنسی در اینترنت و پیگرد قضایی نشر اطلاعات نادرست از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی است.<sup>۱</sup>

برای دستیابی به هدف‌های تعیین‌شده در راهبرد ۲۰۱۸ دسترس‌پذیری داده -البته با حفظ حریم شخصی و محدودیت‌های قانونی، از قبیل مسائل مربوط به اسرار تجاری شرکت‌ها- الزامی است. به ویژه در فرایندهای صنعتی که در آنها بحث تولید و استفاده از داده‌های بزرگ مطرح است، ظرفیت اقتصادی زیادی در تبادل و تجمیع داده<sup>۲</sup> وجود دارد. برای پردازش متمرکز و غیرمتمرکز به آبرایانه‌هایی با عملکرد بسیار عالی نیازمند است. در این راستا مذاکره‌هایی با ایالت‌ها برای تقویت شبکه‌های پژوهشی، ذخیره‌سازی ابری<sup>۳</sup> و رایانش ابری انجام خواهد شد. همچنین برنامه‌ریزی برای ساخت یک زیرساخت داده‌های پژوهشی ملی<sup>۴</sup> آغاز شده است. این مهم بدون ارتباط مستقیم با سراسر اروپا غیرممکن خواهد بود. ابر علم/اروپا<sup>۵</sup> می‌تواند در این زمینه نقطه شروع مناسبی به‌شمار آید. ایده ابر علم/اروپا یا ابر علم باز/اروپا در سال ۲۰۱۵ در کمیسیون اروپا مطرح شد و شامل زیرساختی بزرگ برای حمایت و توسعه علم و نوآوری باز و شفاف در اروپا و خارج از اروپاست. ابر علم/اروپا که در ۲۰۲۰ عملیاتی خواهد شد یک محیط مجازی برای پژوهشگران برای ذخیره، مدیریت، تحلیل و استفاده مجدد از داده در جهت اهداف تحقیقاتی و نوآوری خواهد بود.<sup>۶</sup> دولت آلمان تأکید می‌کند که از طرح‌های کمیسیون اروپا در چارچوب راهبرد بازار دیجیتال مشترک برای تقویت اقتصاد دیجیتال حمایت کند.<sup>۷</sup>

طبق سند راهبرد ۲۰۱۸ فناوری‌های میان‌رشته‌ای از قبیل هوش مصنوعی دیر یا زود بر تمامی حوزه‌های علم، اقتصاد، فرهنگ، رسانه، حاکمیت و زندگی روزانه شهروندان تأثیر خواهد گذاشت. هنگامی که توسعه امری جهانی است، سیاست نیز باید فرامرزی بیندیشد و فرامرزی عمل کند. بر همین اساس دولت آلمان خواهد کوشید همکاری‌های بین‌المللی دوجانبه و چندجانبه خود را در زمینه هوش مصنوعی در قالب اتحادیه اروپا، سازمان ملل، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)، گروه G7 و گروه G20 گسترش دهد.<sup>۸</sup>

1. *Ibid*, pp.32-33.

2. Datenpooling

3. Cloud-speicher

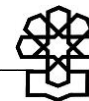
4. Nationalen Forschungs Daten Infrastruktur (NFDI)

5. European Science Cloud (EOSC)

6. <https://www.egi.eu>

7. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, [www.ki-strategie-deutschland.de](http://www.ki-strategie-deutschland.de), pp.33-38.

8. *Ibid*, pp.42-43.



اما در راهبرد ۲۰۱۸ علاوه بر موانع فنی و زیرساختی به میزان آمادگی جامعه برای پذیرش هوش مصنوعی نیز اشاره می‌شود. طبق همین سند در حال حاضر بخش زیادی از جامعه نگاهی تردیدآمیز به هوش مصنوعی دارد. بنابراین اگر بناست پژوهش، توسعه و کاربرد هوش مصنوعی در آلمان به سطحی برسد که در جهان پیشرو باشد، باید هوش مصنوعی به عنوان یک فرصت فهمیده، خواسته و با مشارکت همه شکل داده شود. پس به گفتگوهای سازنده عمومی و مشارکت عامه مردم نیاز است. هدف دولت آلمان آن است که پایه‌های هوش مصنوعی را از لحاظ فرهنگی، اخلاقی، حقوقی و نهادی در جامعه محکم کند. طبق ارزیابی‌های به‌عمل آمده، نداشتن شناخت کافی و عدم پذیرش در میان جامعه می‌تواند برای توسعه و گسترش فناوری و نوآوری در آلمان مشکل ایجاد کند. بنابراین گفتگوهای علمی ضرورت دارد نه فقط درباره فناوری و کاربردهای آن، بلکه گفتگوهایی در رابطه با برهمکنش‌های اقتصادی-سیاسی و فرهنگی-سیاسی. بر همین اساس بر افزایش بودجه‌های پژوهشی در زمینه پیامدهای اجتماعی هوش مصنوعی، گفتگوهای میان‌رشته‌ای و ارزیابی فناوری تأکید می‌شود.<sup>۱</sup>

### فصل چهارم – طرح کلی یک راهبرد هوش مصنوعی برای آلمان

شتاب تحولات حوزه هوش مصنوعی در آلمان در سال‌های اخیر به وضوح افزایش چشمگیری داشته است به گونه‌ای که نهادهای گوناگون تلاش می‌کنند در ترسیم جامع و اصولی آینده‌ای روشن برای هوش مصنوعی در این کشور نقش داشته باشند. «طرح کلی راهبرد هوش مصنوعی»<sup>۲</sup> عنوان مقاله‌ای است که در جولای ۲۰۱۸ بنیاد مسئولیت نوین<sup>۳</sup> (یک کانون تفکر) منتشر کرد که سنگ‌بنای اصلی اکوسیستم هوش مصنوعی را در آلمان بررسی کرده و ایده‌هایی انضمامی برای راهبرد هوش مصنوعی بر اساس همین رویکرد اکوسیستی ارائه می‌دهد. از آنجا که پیش‌بینی شیوه توسعه پژوهش‌های هوش مصنوعی در پنج تا ده سال آینده ممکن نیست، راهبرد هوش مصنوعی باید به جای تمرکز بر رویکردهای پژوهشی خاص، به توسعه اکوسیستم هوش مصنوعی پویا و متکثر توجه کند. در این اکوسیستم رویکردهای فناورانه مختلف با یکدیگر رقابت خواهند کرد. این اکوسیستم تلفیقی از رقابت و همکاری است که باید دارای شبکه‌هایی بین‌المللی داشته باشد تا بتواند با هم‌افزایی و پویایی به روندهای جدید واکنش نشان دهد.<sup>۴</sup>

هر زمان که بحث هوش مصنوعی در آلمان و اروپا پیش کشیده می‌شود، سیاستگذاران به اهمیت «راه سوم» اشاره می‌کنند که هم با رویکرد دولتی- سرمایه‌داری چین و هم با رویکرد بازارمحور ایالات

1. *Ibid*, pp.45-47.

2. Outline for a German Strategy for Artificial Intelligence

3. Stiftung Neue Verantwortung

4. Dietmar Harhoff, Stefan Heumann, Nicola Jentzsch, Philippe Lorenz, Outline for a German Strategy for Artificial Intelligence, July 2018, pp.2-7.

متحده (برای مثال در دره سیلیکون)<sup>۱</sup> تفاوت داشته باشد. این راه سوم باید بر ارزش‌های اروپا مبتنی بوده و علاوه بر مسائل اخلاقی و قانونی صنعت و پژوهش را نیز شامل شود. همچنین طبق تحلیل بنیاد مسئولیت نوین، راهبرد هوش مصنوعی نباید صرفاً نگاهی رو به جلو داشته باشد، بلکه باید با بحث و تحلیلی صادقانه از کاستی‌های توسعه، طراحی و کاربرد این فناوری آغاز شود.<sup>۲</sup>

از دیگر نکته‌های قابل توجه این مقاله موضوع نیروی انسانی ماهر و متخصص است. شرکت‌های بزرگ فناوری مانند آمازون، گوگل، ماکروسافت و فیس‌بوک دارای مراکز تحقیق و توسعه بسیار جذابی برای پژوهشگران به ویژه برای دوره‌های فوق‌دکتری هستند. شرایط کاری و حقوق این مراکز نسبت به دانشگاه‌ها و نهادهای دولتی آلمان جذاب‌تر است. به همین دلیل یکی از چالش‌های سیاستگذاران آلمان آن است که دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های پژوهشی دولتی را به مکان‌های جذاب‌تری برای پژوهشگران برتر تبدیل کرده و همچنین شمار کارشناسان هوش مصنوعی را افزایش دهند.<sup>۳</sup>

اصول کلی مطرح‌شده برای راهبرد هوش مصنوعی در این گزارش به شرح زیر است:<sup>۴</sup>

۱. آلمان در مقایسه با سایر کشورها از حیث هزینه‌های پژوهشی عقب‌مانده است و باید به شدت آنها را افزایش دهد. حمایت از پژوهش در حوزه هوش مصنوعی باید پذیرای رویکردهای فنی متفاوتی باشد. همچنین این حمایت‌ها باید برای واکنش بهتر به روندهای نوظهور و فرصت‌های نوین عرصه هوش مصنوعی سریع‌تر انجام شوند. با هدف رقابت در سطح جهانی شرایط کار باید بهبود یافته و معیارهای مشخصی برای ارزیابی پیشرفت در زمینه پژوهش‌های هوش مصنوعی در نظر گرفته شود.

۲. علاوه بر پژوهش‌های پیشرفته، به شایستگی‌های هوش مصنوعی در سراسر جامعه نیز نیاز است. بنابراین هوش مصنوعی نباید فقط در علوم رایانه تدریس شود، بلکه مؤلفه‌های اصلی هوش مصنوعی باید در طرح‌های علوم مهندسی و طبیعی نیز لحاظ شده و در مدارس علوم کاربردی آموزش داده شوند.

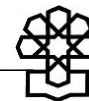
۳. یک اکوسیستم قوی هوش مصنوعی برای پژوهش و توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت، به ویژه در رابطه با یادگیری عمیق، به داده نیازمند است. باید در آلمان به این جنبه از اکوسیستم توجه بیش‌تری شود. رقابت با پلت‌فرم‌های بزرگ اینترنت ایالات متحده و چین از حیث کمیت داده دشوار است. در عوض تأکید ویژه بر داده ماشین، کیفیت داده و رویکردهای جایگزین به هوش مصنوعی که می‌توانند با داده‌های کوچک کار کنند، می‌تواند پایه‌های مسیر ممتاز را به اکوسیستم قوی هوش مصنوعی شکل دهند.

1. Silicon Valley

2. Ibid, p.8.

3. Ibid, p.9.

4. Ibid, pp.2-3.



۴. یادگیری عمیق نه فقط به مقدار عظیم داده، بلکه به قدرت پردازش بالا نیازمند است. راهبرد ملی هوش مصنوعی باید این پرسش را پاسخ دهد که چگونه می‌توان دسترسی میان‌مدت و بلندمدت به قوی‌ترین سخت‌افزار پردازش ممکن را برای کاربردها و پژوهش‌های هوش مصنوعی در آلمان تضمین کرد.

۵. اقتصاد و صنعت آلمان هم‌اکنون با دیجیتالی‌شدن دست و پنجه نرم می‌کند. هوش مصنوعی این وضعیت را تشدید خواهد کرد، زیرا هوش مصنوعی نمایانگر مرحله دیگری از دیجیتالی‌شدن است. کسب‌وکارهای کوچک و متوسط در آلمان (Mittelstand) به طور خاص به حمایت نیاز دارند. این حمایت می‌تواند شامل آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی با بودجه دولتی باشد که شرکت‌ها در آنجا می‌توانند با هزینه و خطر کم به انجام آزمایش‌های خود بپردازند.

۶. پرسش‌های اخلاقی و تنظیمی مربوط به هوش مصنوعی باید به طور گسترده به بحث گذاشته شود.  
۷. آلمان تنها به عنوان بخشی از رویکرد جامع اروپایی می‌تواند در رقابت بلندمدت بین‌المللی توفیق پیدا کند. تلاش برای همکاری با فرانسه فرصتی برای حرکت به سوی راهبرد هوش مصنوعی اروپایی است. همچنین با توجه به تجربه دیگر کشورها در نوشتن راهبردهای هوش مصنوعی، نیازی نیست آلمان در این زمینه از صفر شروع کند. در چین هوش مصنوعی به اولویت سیاسی اصلی تبدیل شده است به گونه‌ای که این کشور در راهبرد هوش مصنوعی خود چنین هدفی را برای خود ترسیم کرده است: در ۲۰۲۰ به ایالات متحده برسیم، در ۲۰۲۵ از ایالات متحده جلو بزنیم و در ۲۰۳۰ در زمینه هوش مصنوعی در جهان رهبر باشیم.<sup>۱</sup>

## فصل پنجم – مهم‌ترین مراکز پژوهش‌های هوش مصنوعی در آلمان

### دفتر هوش مصنوعی انجمن انفورماتیک

دفتر هوش مصنوعی انجمن انفورماتیک (FBKI)<sup>۲</sup> با بیش از هزار عضو بخشی از انجمن انفورماتیک<sup>۳</sup> آلمان است که پذیرای همه فعالیت‌های مرتبط با هوش مصنوعی یا زیرشاخه‌های آن در این انجمن است و در ابتدا با نام‌های گروه تخصصی هوش مصنوعی و نیز کمیته تخصصی هوش مصنوعی فعالیت خود را آغاز کرد. دفتر هوش مصنوعی همایش سالیانه هوش مصنوعی را در آلمان برگزار می‌کند که بستری برای ارائه آخرین دستاوردهای علمی در زمینه هوش مصنوعی است.

1. Sophie-Charlotte Fischer, "Künstliche Intelligenz: Chinas Hightech-Ambitionen", Center for Security Studies (CSS), February 2018. <http://www.css.ethz.ch/ueber-uns/cssnews/2018/02/kuenstliche-intelligenz-chinas-hightech-ambitionen.html>.

2. GI-Fachbereich Künstliche Intelligenz

3. Gesellschaft für Informatik

دفتر هوش مصنوعی همچنین مسئولیت انتشار مجله هوش مصنوعی<sup>۱</sup> را بر عهده دارد که به موضوعات کنونی حوزه هوش مصنوعی می‌پردازد و آن را از سال ۲۰۱۰ اشپیرینگر به چاپ می‌رساند. این مجله در واقع همان «خبرنامه هوش مصنوعی» است که در بخش اول این گزارش از آن نام برده شد و یکی از مهم‌ترین سنگ‌بناهای جامعه هوش‌پژوهی آلمان به‌شمار می‌رود. مقاله‌های فنی، گزارش پروژه‌ها، چکیده پایان‌نامه‌ها، بحث، مصاحبه و اخبار از جمله مواردی است که در این مجله منتشر می‌شود. این مجله از زمان پیدایش چهار مرتبه در سال منتشر شده و از چهار صفحه به حدود صد صفحه در هر شماره رسیده است. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، هانس هلموت ناگل نخستین شماره‌ها را ویرایش کرد و سیاست سپردن ویراستاری به شخص دیگر پس از انتشار چند شماره را بنیان نهاد که سبب شد گروه‌های گوناگونی در آلمان در این رسانه مهم و تأثیرگذار سهیم شوند. هر ویراستار جدید مؤلفه‌های تازه‌ای را اضافه می‌کرد که به پیشرفت سریع کیفیت خبرنامه انجامید. ۲۴ شماره اول به صورت رایگان بین مخاطبان پخش شد که در آن زمان تعداد آنها به بیش از ۴۰۰ تن رسیده بود.<sup>۲</sup> جامعه از طریق این مجله از هویت دیگر پژوهشگران هوش مصنوعی و ماهیت کارهای آنان، کارگاه‌ها و همایش‌ها، تصمیمات سازمانی و رویدادهای دیگر آگاه می‌شود. همچنین از رهگذر مجله جایگاهی برای گفتگو و ارائه نتایج تحقیقات فراهم می‌شود. «مجله هوش مصنوعی» در نوع خود نخستین مورد نبود، زیرا خبرنامه‌های AISB و SIGART به ترتیب در انگلستان و ایالات متحده خدمات مشابهی ارائه می‌کردند.

دفتر هوش مصنوعی همچنین یکی از اعضای انجمن هوش مصنوعی اروپا<sup>۳</sup> نیز محسوب می‌شود. گروه‌های موضوعی ویژه<sup>۴</sup> مختلفی در این دفتر مشغول فعالیت هستند که سالیانه کارگاه‌هایی را در زمینه حوزه کاری خود برگزار می‌کنند:<sup>۵</sup>

الف) گروه سازگاری و مدل‌سازی کاربر در سامانه‌های نرم‌افزاری تعاملی<sup>۶</sup>

ب) گروه هوش محاسباتی<sup>۷</sup>

ج) گروه شناخت<sup>۸</sup>

د) گروه سامانه‌های استنتاجی<sup>۹</sup>

ه) گروه برنامه‌نویسی اعلانی<sup>۱۰</sup>

- 
1. Künstliche Intelligenz
  2. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), 2006, pp. 48-54.
  3. European Association for Artificial Intelligence (EurAI)
  4. Special Interest Group
  5. <https://www.kuenstliche-intelligenz.de>
  6. Adaptivität und Benutzermodellierung in Interaktiven Softwaresystemen (ABIS)
  7. Computational Intelligence
  8. Kognition
  9. Deduktionssysteme
  10. Deklarative Programmierung



و) گروه کشف دانش و یادگیری ماشین<sup>۱</sup>

ز) گروه برنامه‌ریزی-زمانبندی و پیکربندی-طراحی<sup>۲</sup>

ح) گروه هوش مصنوعی توزیع‌شده<sup>۳</sup>

ط) گروه مدیریت دانش<sup>۴</sup>

ی) گروه نمایش دانش و استدلال<sup>۵</sup>

*انجمن انفورماتیک* به عنوان مهم‌ترین نماینده انفورماتیک در مناطق آلمانی‌زبان و به ویژه دفتر هوش مصنوعی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین مراکز هوش مصنوعی در سراسر اروپا، از نخستین نهادهایی به‌شمار می‌رود که در قالب یک گزارش مفصل به راهبرد هوش مصنوعی آلمان واکنش نشان داده و به نقاط ضعف و قوت آن اشاره کرده است. این نکته شایان توجه است که در راهبرد ۲۰۱۸ بسیاری از دیدگاه‌های *انجمن انفورماتیک* به عنوان مشاور لحاظ شده است. از جمله موضوعاتی که در گزارش انجمن انفورماتیک بدان اشاره شده است تأکید بیش از حد بر یادگیری ماشین است، زیرا هوش مصنوعی تنها به همین حوزه خلاصه نمی‌شود، امری که ممکن است در بلندمدت موجب مهاجرت نخبگان و نیروهای ماهر هوش مصنوعی شود.<sup>۶</sup>

### مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان

مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان (DFKI)<sup>۷</sup> یکی از بزرگ‌ترین مؤسسه‌های غیرانتفاعی در زمینه تحقیق فناوری نرم‌افزار مبتنی بر روش‌های هوش مصنوعی در جهان است. مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان در سال ۱۹۸۸ تأسیس شد و در حال حاضر دارای امکانات و دفترهایی در چند شهر کایزرسلوترن، زاربروکن، برمن و برلین است. هم‌اکنون بیش از ۵۷۰ پژوهشگر و مدیر برجسته و بیش از ۴۳۰ دانشجوی کارشناسی ارشد از بیش از ۶۰ کشور جهان در حدود ۲۴۰ پروژه مرکز مشارکت دارند. شرکت‌های گوگل، ماکروسافت، ای.ای.پی.<sup>۸</sup>، بی.ام.و و دایملر از جمله سهام‌داران DFKI هستند. ریاست DFKI بر عهده ولفگانگ والسستر<sup>۹</sup> و مدیر مالی آن والتر گ. اولتهوف است.

1. Knowledge Discovery und Machine Learning (KDML)
2. Planen/Scheduling und Konfigurieren/Entwerfen (PuK)
3. Verteilte Künstliche Intelligenz (VKI)
4. Wissens Management (FG WM)
5. Wissensrepräsentation und Schließen (FG WR)
6. Stellungnahme der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) zur Nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, <https://www.kuenstliche-intelligenz.de>, November 2018, pp.3-5.
7. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (German Research Center for Artificial Intelligence)
8. Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (Systems, Applications & Products in Data Processing)
9. Wolfgang Wahlster

ولفگانگ والستر استاد علوم رایانه در دانشگاه زارلاند<sup>۱</sup> است. او در سال ۲۰۰۱ موفق به دریافت جایزه آینده آلمان<sup>۲</sup> شد و از سال ۲۰۰۳ یکی از اعضای خارجی گروه علوم مهندسی فرهنگستان پادشاهی علوم سوئد<sup>۳</sup> بوده است. والستر در سال ۲۰۰۴ به عنوان همکار انجمن انفورماتیک آلمان<sup>۴</sup> برگزیده شد. مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان (DFKI) تقریباً در همه زمینه‌های هوش مصنوعی مدرن از قبیل تشخیص تصویر و الگو، مدیریت دانش، شبیه‌سازی و تجسم هوشمند، امنیت فناوری اطلاعات، یادگیری ماشین، حسگرها و شبکه‌ها، سامانه‌های استنتاج و سامانه‌های چندعاملی<sup>۵</sup>، فناوری گفتار و زبان، واسط کاربر هوشمند<sup>۶</sup>، انفورماتیک کسب‌وکار و رباتیک به انجام پژوهش‌های قراردادی می‌پردازد. از جمله مهم‌ترین دفاتر این مرکز می‌توان به داده هوشمند و خدمات دانش، سامانه‌های سایبری-فیزیکی، آزمایشگاه فناوری آموزشی، مرکز نوآوری رباتیک، فناوری زبان و مکالمه، شبکه‌های هوشمند، مهندسی خدمات هوشمند و تحلیل هوشمند داده‌های بزرگ اشاره کرد. هدایت طرح ملی وریموobil<sup>۷</sup> -یک فناوری زبانی که هدف آن ترجمه خودکار و قوی زبان‌های آلمانی/انگلیسی و آلمانی/ژاپنی بود- به DFKI سپرده شد. علاوه بر شرکت‌های خصوصی بخشی از بودجه این مرکز را اتحادیه اروپا، وزارت آموزش و پژوهش، وزارت امور اقتصادی و انرژی، ایالت‌های آلمان و بنیاد پژوهش آلمان تأمین می‌کنند.<sup>۸</sup>

مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان علاوه بر داشتن کانال‌های ارتباطی و خبری در فیس‌بوک، تویتر و دیگر شبکه‌های مجازی، هر سال دو بار مجله‌ای را به زبان انگلیسی به نام «خبرنامه DFKI» منتشر می‌کند. یکی از طرح‌های مهمی که DFKI در آن مشارکت دارد طرح کنفدراسیون آزمایشگاه‌های پژوهش هوش مصنوعی در اروپا<sup>۹</sup> یا به طور خلاصه CLAIRE است. این طرح در واقع تجسم تلاش اروپا برای رقابت با پیشرفت سریع سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی در زمینه هوش مصنوعی در چین و ایالات متحده است. سند چشم‌انداز CLAIRE در ژوئن ۲۰۱۸ به امضای بیش از ۱۰۰۰ پژوهشگر، استاد و سهام‌دار عمده هوش مصنوعی رسید. نقطه شروع این طرح را می‌توان سندی دانست که در آوریل همان سال به امضای ۲۵ کشور اروپایی رسید و در آن بر تقویت پژوهش، نوآوری و همکاری در زمینه هوش مصنوعی تأکید شده بود. اندکی بعد کمیسیون اروپا با تهیه راهبرد مقدماتی

- 
1. Universität des Saarlandes
  2. Deutscher Zukunftspreis
  3. Royal Swedish Academy of Sciences
  4. Gesellschaft für Informatik (German Informatics Society)
  5. Multi-agent
  6. Intelligent User Interface
  7. Verbmobil
  8. <https://www.dfki.de>
  9. Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe



هوش مصنوعی گام دیگری را در این راستا برداشت. CLAIRE را هولگر هووس<sup>۱</sup> (استاد یادگیری ماشین دانشگاه لایپن در هلند)، مورتن ایرگنس<sup>۲</sup> (معاون دانشگاه متروپولیتن اسلو در نروژ) و فیلیپ اسلوزالک<sup>۳</sup> (مدیر علمی DFKI) پایه‌گذاری کردند، هرچند هنوز ساختار یک سازمان رسمی را پیدا نکرده است.<sup>۴</sup> اروپا با نگاه به آینده قصد دارد با چنین طرح‌هایی از وابستگی احتمالی خود به دیگر کشورهای پیشرو در زمینه هوش مصنوعی چه از حیث تولیدات و چه از حیث اصول و چارچوب‌ها جلوگیری کند.

از دیگر طرح‌های مهمی که DFKI در آنها مشارکت دارد می‌توان به پلت‌فرم سامانه‌های یادگیری<sup>۵</sup> اشاره کرد که در سال ۲۰۱۷ توسط وزارت آموزش و پژوهش و به پیشنهاد مؤسسه آکاتک<sup>۶</sup> راه‌اندازی شد و پروفسور ولفگانگ والسטר (ریاست DFKI) در کمیته رهبری آن حضور دارد. این پلت‌فرم با گردهم‌آوردن متخصصانی از علم، صنعت و جامعه قصد دارد آلمان را به جایگاهی پیشرو در فناوری سامانه‌های یادگیری برساند. اعضای این پلت‌فرم در قالب هفت گروه کاری میان‌رشته‌ای ساماندهی شده‌اند که وظیفه اصلی آنها تشخیص پیشرفت‌های صنعت و جامعه، تحلیل مهارت‌های ضروری در آینده و استفاده از سناریوهای واقعی برای تعیین مزایای سامانه‌های یادگیری<sup>۷</sup> است. پرسش‌های اصلی مورد بحث در این هفت گروه کاری به شرح زیر است:<sup>۸</sup>

۱. گروه پیشروان فناوری و علم داده<sup>۹</sup>: مهم‌ترین حوزه‌های پژوهشی هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و علم داده کدام است؟ نقاط قوت و ضعف پژوهش هوش مصنوعی در آلمان کدام است؟ چگونه می‌توان آموزش پژوهشگران را بهبود بخشید؟ چگونه می‌توان شتاب انتقال از پژوهش به کاربرد را افزایش داد؟

۲. گروه کار-شایستگی، برهم‌کنش انسان-ماشین<sup>۱۰</sup>: مزایای سامانه‌های یادگیری برای کارکنان و شرکت‌ها چیست؟ سامانه‌های یادگیری برای محیط کار چه پیامدهایی دربردارد؟ کدام شاخه‌ها یا مشاغل بیش‌تر تأثیر می‌پذیرند؟ کدام مهارت‌های جدید برای کارکنان ضروری است؟ آینده توسعه برهم‌کنش انسان-ماشین چگونه رقم خواهد خورد؟

۳. گروه امنیت فناوری اطلاعات، حریم خصوصی، حقوق و اخلاق<sup>۱۱</sup>: چگونه می‌توان از هوش مصنوعی برای محافظت از سامانه‌های فناوری اطلاعات بهره گرفت؟ استفاده مهاجمان از هوش مصنوعی شامل چه تهدیدهایی است؟ مسئولیت کیفری و حقوق بنیادی قانونی و اخلاقی با چه

- 
1. Holger Hoos
  2. Morten Irgens
  3. Philipp Slusallek
  4. <https://claire-ai.org>
  5. Plattform Lernende Systeme
  6. Acatech
  7. Lernende Systeme
  8. <https://www.plattform-lernende-systeme.de>
  9. Technological Enablers and Data Science
  10. Arbeit/Qualifikation, Mensch-maschine-interaktion
  11. IT-sicherheit, Privacy, Recht und Ethik

چالش‌هایی روبه‌رو است؟ آیا تعریف حق مالکیت داده معقول است؟ جامعه چگونه می‌تواند هنگام به‌کارگیری سامانه‌های یادگیری مشارکت فعالانه داشته باشد؟

۴. نوآوری‌های مدل کسب‌وکار<sup>۱</sup>: چگونه سامانه‌های یادگیری ساختار هزینه‌ها را در شرکت‌ها و کسب‌وکارها تغییر می‌دهند؟ پیاده‌سازی کدام مدل‌های جدید کسب‌وکار برای شرکت‌های کوچک و متوسط امکانپذیر است؟

۵. جابه‌جایی، سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل<sup>۲</sup>: چگونه سامانه‌های یادگیری ساختارهای حمل‌ونقل را دگرگون خواهد کرد؟ چگونه باید زیرساخت‌ها و سامانه‌های بخش حمل‌ونقل را توسعه داد تا پذیرای سامانه‌های یادگیری شود؟

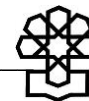
۶. سلامت، فناوری پزشکی، مراقبت<sup>۳</sup>: چگونه می‌توان از علم داده و هوش مصنوعی برای اقدامات پیشگیرانه استفاده کرد؟ فرصت‌های سامانه‌های یادگیری در جراحی و مراقبت‌های پزشکی چیست؟ فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه پروتز و اسکلت خارجی چه نقشی بازی می‌کند؟

۷. محیط‌های پرخطر<sup>۴</sup>: کاربرد سامانه‌های یادگیری در محیط‌های پرخطر حاوی چه مزایایی برای فرد و جامعه است؟ اگر از هوش مصنوعی علیه انسان‌ها استفاده شود چه چالش‌هایی پدید می‌آید؟ مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان همچنین مدیریت انجمن داده هوشمند<sup>۵</sup> را بر عهده دارد که توسط وزارت اقتصاد و انرژی و با همکاری وزارت آموزش و پژوهش پایه‌گذاری شده است. این انجمن وظیفه حمایت از کسب‌وکارهای کوچک و متوسط، ارائه اطلاعات درباره روند فناوری و کاربردهای آن در سطح ملی و بین‌المللی است. مرکز پژوهش‌های هوش مصنوعی آلمان همچنین در طرح‌های خوشه نرم‌افزار<sup>۶</sup>، کنسرسیوم W3C<sup>۷</sup>، منشور شبکه‌سازی دیجیتال<sup>۸</sup> و انجمن EIT Digital ایفای نقش می‌کند.<sup>۹</sup>

## دره سایبر

دره سایبر<sup>۱۰</sup> یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های اروپایی فعال در زمینه هوش مصنوعی است که با شرکایی از حوزه سیاست، علم، کسب‌وکار و جامعه همکاری دارد و در ۱۵ دسامبر ۲۰۱۶ با حضور مسئولان سیاسی و علمی ایالت بادن-وورتمبرگ، ریاست مؤسسه ماکس پلانک و دیگران فعالان آغاز به کار کرد.

1. Geschäftsmodellinnovationen
2. Mobilität, Intelligente Verkehrssysteme
3. Gesundheit, Medizintechnik, Pflege
4. Lebensfeindliche Umgebungen
5. The Smart Data Forum
6. Software-Cluster
7. World Wide Web Consortium (W3C)
8. The Charter for Digital Networking
9. <https://www.dfki.de>
10. Cyber Valley



اهداف کلی دره سایبر تقویت آموزش و پژوهش در حوزه‌های یادگیری ماشین، بینایی رایانه‌ای و رباتیک و همچنین بهبود تبادلات میان علم و صنعت و انتقال فناوری است. طرح دره سایبر در منطقه اشتوتگارت-توبینگن واقع شده و به طور عمده از سوی ایالت بادن-وورتمبرگ، مؤسسه ماکس پلانک و شرکت‌های مستقر در اشتوتگارت مانند پورشه، دایملر و بوش حمایت مالی می‌شود. در آغاز پنج گروه پژوهشی در دانشگاه‌های اشتوتگارت و توبینگن و پنج گروه دیگر در مؤسسه هوش مصنوعی ماکس<sup>۱</sup> پلانک تشکیل شد. همچنین ۱۰ کرسی استادی جدید در زمینه هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در آن دو دانشگاه ایجاد شده است. به علاوه آموزشگاه پژوهشی بین‌المللی سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک<sup>۲</sup> مسئولیت آموزش و نظارت بر ۱۰۰ دانشجوی دکتری را بر عهده خواهد داشت. بنابراین طرح دره سایبر به نحوی به کمبود متخصص در زمینه هوش مصنوعی واکنش نشان می‌دهد.<sup>۳</sup>

### مؤسسه سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک

مؤسسه سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک<sup>۴</sup> در مارس ۲۰۱۱ تأسیس شده و در اشتوتگارت مستقر است و البته مرکز جدیدی را در توبینگن افتتاح کرده است. مؤسسه سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک به انجمن ماکس پلانک<sup>۵</sup> تعلق دارد که یکی از قوی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین مراکز پژوهشی آلمان به‌شمار می‌رود. هدف کلی این مؤسسه فهم اصول ادراک، یادگیری و عمل در سامانه‌های خودکار است. پژوهشگران از این فهم برای توسعه سامانه‌های آینده بهره خواهند گرفت. دانشمندان این مؤسسه این اصول را در سامانه‌های زیستی، هیبریدی، رایانه‌ای و مادی مطالعه کرده و در رویکردی میان‌رشته‌ای مدل‌های ریاضی، علم رایانه، علم مواد و زیست‌شناسی را با هم ترکیب می‌کنند. بنابراین طیف مطالعات از مقیاس نانو تا ماکرو را دربرمی‌گیرد که هر کدام از دو سوی این طیف به یکی از مراکز این مؤسسه در توبینگن و اشتوتگارت سپرده شده است. مؤسسه سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک روی هم رفته دارای ۴۴۰ کارمند است که از این میان ۲۳۴ نفر را پژوهشگران تشکیل می‌دهند.<sup>۶</sup> دفاتر پژوهشی این مؤسسه عبارتند از: سامانه‌های ادراکی، نظریه ماده چگال ناهمگن، کارکردهای حرکتی خودکار، هوش لمسی، استنتاج تجربی، سامانه‌های مغناطیسی مدرن، هوش فیزیکی، مواد جدید و زیست‌سامانه‌ها.

مؤسسه سامانه‌های هوشمند ماکس پلانک از سال ۲۰۱۵ و با تأسیس مرکز سامانه‌های یادگیری<sup>۷</sup> همکاری‌های نزدیکی با مؤسسه فناوری فدرال زوریخ<sup>۸</sup> داشته است. در چارچوب این شبکه جدید از

1. Max Planck Institute for Intelligent Systems
2. International Max Planck Research School for Intelligent Systems (IMPRS-IS)
3. <https://cyber-valley.de>
4. Max-planck-institut für Intelligente Systeme
5. Max-planck-gesellschaft
6. <https://www.is.mpg.de>
7. Forschungsgebiet der „Lernenden Systeme“
8. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)

پژوهشگران این دو مؤسسه، انجام پروژه‌های مشترک، دسترسی آسان به ابزار پژوهشی همدیگر و برگزاری همایش‌ها و سمینارها در دستور کار قرار خواهد گرفت.<sup>۱</sup> همچنین چنان‌که پیش‌تر اشاره شده این مؤسسه به طرح دره سایبر نیز پیوسته است. «عناصر استنتاج علی-مبانی و الگوریتم‌های یادگیری»<sup>۲</sup> و «میکروروباتیک‌های متحرک»<sup>۳</sup> از جمله جدیدترین کتاب‌های منتشرشده پژوهشگران این مؤسسه است.<sup>۴</sup>

### مؤسسه تحلیل هوشمند و سامانه‌های اطلاعات فراونهوفر

انجمن فراونهوفر برای پیشرفت پژوهش کاربردی<sup>۵</sup> یا به طور خلاصه انجمن فراونهوفر یکی از نهادهای پژوهشی آلمان است که ۳۲ مؤسسه در سرتاسر این کشور دارد که هر یک در زمینه یک علم کاربردی خاص فعالیت می‌کند. انجمن فراونهوفر با بیش از ۲۵۰۰۰ کارمند که اغلب آنها دانشمند و مهندس هستند و با بودجه پژوهشی سالانه حدود ۲/۳ میلیارد یورویی، بزرگ‌ترین سازمان تحقیقات کاربردی در اروپا به‌شمار می‌رود. یکی از مؤسسه‌های این انجمن مؤسسه تحلیل هوشمند و سامانه‌های اطلاعات فراونهوفر (Fraunhofer IAIS)<sup>۶</sup> است که در زمینه علم داده، تشخیص الگوی چندرسانه‌ای، یادگیری عمیق، رباتیک‌شناختی، هوش مصنوعی و فناوری‌های معناشناختی به پژوهش و آموزش دانشجویان مشغول است. فعالیت‌های این مؤسسه در قالب پنج دفتر ساماندهی شده است: تیم‌های سازگار بازتابی، سامانه‌های اطلاعات شرکت‌ها، کشف دانش، مهندسی رسانه، شبکه و همکاری و رسانه شبکه‌ای.<sup>۷</sup>

### نتیجه‌گیری

بررسی فضای هوش مصنوعی در آلمان در این گزارش پرده از این واقعیت برمی‌دارد که چهار عامل اصلی در مسیر حرکت دانش هوش مصنوعی در این کشور نقش بازی می‌کند: پژوهشگران، دانشگاه‌ها و مراکز علمی، شرکت‌ها و صنایع، دولت. می‌توان از تاریخچه هوش مصنوعی در آلمان به این نتیجه رسید که همواره دانشمندان، منطق‌دانان، فیلسوفان و پژوهشگران مشتاقی بوده‌اند که به صورت مستقل و صرفاً بر پایه علائق حرفه‌ای خود موجب شکل‌گیری نخستین جرقه‌های دانش هوش

1. <https://de.wikipedia.org>

2. Peters, J., Janzing, D., Schölkopf, B. Elements of Causal Inference - Foundations and Learning Algorithms Adaptive Computation and Machine Learning Series, The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2017.

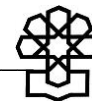
3. Sitti, M. Mobile Microrobotics Mobile Microrobotics, The MIT Press, Cambridge, MA, 2017.

4. <https://www.is.mpg.de>

5. Fraunhofer-gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung

6. Fraunhofer-institut für Intelligente Analyse- und Informations systeme IAIS

7. <https://www.iais.fraunhofer.de>



مصنوعی در آلمان بوده‌اند. بنابراین یکی از زیرساخت‌های ضروری یعنی جامعه پویا، خلاق و نوآور در آنجا وجود داشته است. شاید به همین دلیل است که دولت آلمان در برنامه‌های خود بر آموزش همگانی جامعه و آگاهی‌بخشی در زمینه هوش مصنوعی با رویکرد قانون مدنی تأکید فراوانی دارد. در گام بعد این دانشمندان در قالب مراکز علمی دانشگاهی گرد هم آمده‌اند و با تبادل اطلاعات و یافته‌های خود، برگزاری نشست‌ها و همایش‌ها و انتشار مقاله‌ها توانسته‌اند به نهادسازی و نهادینه‌سازی این دانش کمک کنند. بنابراین عامل دوم، در واقع دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی است که محیط علمی مناسب و جذابی برای دانشمندان فراهم می‌کنند. اما کار پژوهشی به ویژه در فناوری‌های نوین بدون سرمایه‌گذاری ممکن نیست. اینجاست که نقش شرکت‌ها و همچنین بودجه‌های دولتی پررنگ می‌شود. دولت آلمان با تشخیص اینکه هوش مصنوعی در قرن حاضر یک فناوری کلیدی خواهد بود، در سال‌های اخیر برای تثبیت چارچوب‌ها، آیین‌نامه‌ها، برنامه‌های تشویقی و نهادهای پژوهشی برجسته به تکاپو افتاده است. راهبرد هوش مصنوعی دولت فدرال جدیدترین و کامل‌ترین نمونه این تلاش‌هاست. روشن است که دولت آلمان کاملاً به این واقعیت آگاه است که بدون همکاری با دیگر کشورهای اروپایی به ویژه فرانسه نخواهد توانست با سرمایه‌گذاری‌های هنگفت چین، ایالات متحده و روسیه در هوش مصنوعی رقابت کند و به همین دلیل به تشکیل مراکز پژوهشی هوش مصنوعی در قالب اتحادیه اروپا توجه ویژه‌ای دارد.

نکته شایان توجه این است که در آلمان نگاه به هوش مصنوعی و هوش پژوهشی فراگیر است و بنابراین نه فقط به پیشرفت فنی هوش مصنوعی، بلکه به آثار آن بر بازار کار، همچنین پیامدهای جامعه‌شناختی، اخلاقی، فرهنگی، حقوقی و قانونی آن نیز به شدت توجه می‌شود تا نگرانی‌ها، پرسش‌ها و تردیدهای جامعه در رابطه با آینده انسان و ماشین بی‌پاسخ نماند.

## منابع و مأخذ

۱. گوتلوب فرگه. مفهوم‌نگاشت: یک زبان فرمولی اندیشه محض ساخته شده بر اساس الگوی زبان فرمولی علم حساب، ترجمه طالب جابری، انتشارات مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، ۱۳۹۶.
۲. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، گزارش هوش مصنوعی و قانونگذاری ۵، شماره مسلسل ۱۵۹۵۳، مردادماه ۱۳۹۷.
3. Bibel, Wolfgang, The Beginnings of AI in Germany. KI 20(4), 2006.
4. Bibel, Wolfgang; Siekmann, Jörg, Informatik und Intellektik als zukünftiges Zwiegespann, KI 1 (März 1994), S. 1994.
5. Bibel, Wolfgang, "Intellektik" statt "KI", München, 1980.
6. Bibel, Wolfgang, Lehren vom Leben: Essays über Mensch und Gesellschaft, Deutscher Universitäts-Verlag, 2003.
7. Bostrom, Nick, Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Oxford University Press, 2014.
8. Cherniavsky, Vladimir, On Algorithmic Natural Language Analysis and Understanding, Preprint for the Advanced Course on Data Base Languages and Natural Language Processing, Freudenstadt, 1976.
9. Elman, Jeremy, Abel CastillaJan, Artificial intelligence and the law, 2017.
10. European Political Strategy Centre, EPSC Strategic Notes, The Age of Artificial Intelligence: Towards a European Strategy for Human-Centric Machines, Issue 29, 27 March 2018.
11. Harhoff, Dietmar, Stefan Heumann, Nicola Jentsch, Philippe Lorenz, Outline for a German Strategy for Artificial Intelligence, July 2018.
12. Konrad-Adenauer-Stiftung, International Reports, edited by Dr. Gerhard Wahlers, Volume 34, Issue 1|2018.
13. Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städler (Hg.), Sozialgeschichte der Informatik - Kulturelle Praktiken und Orientierungen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1998.
14. Lindskog, Donna, Germany shows how government should steer AI ethics, 2017.
- 15- Pana, Laura, *Intellectics and inventics* in "Systems, Cybernetics and Innovations", Matjaž Mulej (ed), The International Journal of Systems & Cybernetics, Volume 35, Number 7/8, 2006.
16. Ponce Del Castillo, Aída, A law on robotics and artificial intelligence in the EU?, ETUI Foresight Brief, #02 – September 2017.
17. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Impact of Artificial Intelligence in Germany, June 2018.
18. Siekmann, Jörg, Künstliche Intelligenz: Von den Anfängen in die Zukunft. In: Cyranek, Gunther; Coy, Wolfgang (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens – Perspektiven und Grenzen der Künstliche Intelligenz, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1994.
19. Siekmann, Jörg, Herrn V. Cherniavsky's Ritt gegen die Windmühlenflügel der Wissenschaft oder Die Widerlegung von Church's These, Rundbrief der Fachgruppe "Künstliche Intelligenz" (KI) der Gesellschaft für Informatik, Nr. 9 (Mai 1977), S., 1977.



20. Simon, Herbert A.; Newell, Allen, Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research, Operations Research, Nr. 6, S. 1-10, 1958.
21. Steinbuch, Karl, Läßt sich das Problem der Intelligenz kybernetisch bewältigen? In: Frank, Helmar (Hrsg.): Kybernetik – Brücke zwischen den Wissenschaften, Umschau Verlag, Frankfurt/Main, S, 1970.
22. Stellungnahme der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) zur Nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz der Bundesregierung, <https://www.kuenstliche-intelligenz.de>, November 2018.
23. Veenker, G. (Hrsg.), Künstliche-Intelligenz-Forschung in der BRD, Bericht über ein erstes informelles Treffen in Bonn, 18/2/1975, Bericht Nr.5 (April 1975), Institut für Informatik, Bonn, 1975.
24. Weizenbaum, Joseph, *Computer Power and Human Reason: From Judgment To Calculation*, W. H. Freeman and Company, 1976. (Deutsche Ausgabe 1977)
25. Weizenbaum, Joseph, *Islands in the Cyberstream: Seeking Havens of Reason in a Programmed Society*, Sacramento: Litwin Books, 2015.
26. Weizenbaum examines computers and society - The Tech". [tech.mit.edu](http://tech.mit.edu). Retrieved 2016/09/17.
27. Zuse, Konrad, *Rechnender Raum*. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1969.
28. Zuse, Konrad, *Der Computer – Mein Lebenswerk*, Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1984.
29. <https://en.wikipedia.org>
30. <https://de.wikipedia.org>
31. <https://fa.wikipedia.org>
32. <https://ec.europa.eu>
33. [www.ki-strategie-deutschland.de](http://www.ki-strategie-deutschland.de)
34. <https://www.egi.eu>
35. <https://www.dfki.de>
36. <http://siekmann.dfki.de>
37. <https://www.cs.uni-kl.de>
38. <http://www.coli.uni-saarland.de>
39. <https://www.chessprogramming.org>
40. <http://www.robotics-openletter.eu/>
41. <https://www.is.mpg.de>
42. <https://www.iais.fraunhofer.de>



مرکز پژوهش‌ها  
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۶۳۴۶

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: هوش مصنوعی در جهان (۲) (جمهوری فدرال آلمان)

نام دفتر: مطالعات بنیادین حکومتی

تهیه و تدوین: طالب جابری

ناظر علمی: سیدیونس ادیانی

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: پرند فیاضی

واژه‌های کلیدی:

۱. آلمان
۲. هوش مصنوعی
۳. هوش طبیعی
۴. هوش پژوهی
۵. قانونگذاری
۶. قانون مدنی
۷. فناوری هوشمند
۸. شهر هوشمند
۹. اتحادیه اروپا



تاریخ انتشار: ۱۳۹۷/۱۲/۸