

هوش چیست و هوشمند کیست؟ (به‌سوی تعریف فراگیر برای هوش)^۱

سید محمود طاهری

دانشکده فنی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۲

چکیده

آیا می‌توان هوش را به‌صورت فراگیر و یک‌پارچه تعریف کرد؟ اساساً هوش چیست و هوشمند کیست؟ تعریف هوش در روان‌شناسی و علوم مرتبط، یکی از مبانی نظریه‌پردازی در تحلیل رفتار انسان‌ها است. از سوی دیگر، تعریف هوشمندی مبنای نظری در طراحی و ساخت سیستم‌های هوشمند است. در واقع، با هر تعریفی از هوش، به سیستم هوشمند متفاوتی خواهیم رسید. در این مقاله، بر پایه تعریف‌های دو رده از دانشمندان (روان‌شناسان و متخصصان سیستم‌های هوشمند)، مؤلفه‌های اصلی هوش را بازشناسایی می‌کنیم. سپس براساس این مؤلفه‌ها، به تقسیم‌بندی انواع تعریف‌های هوش می‌پردازیم. آنگاه تلاش می‌کنیم تا تعریفی فراگیر و یک‌پارچه درباره هوش و هوشمندی ارائه کنیم طوری که همه جوانب هوش را در بر داشته باشد. خواهیم دید که این تعریف پیوندی ژرف با مفهوم نایقینی دارد. بدین ترتیب ارتباط بین هوشمندی و نایقینی آشکارتر می‌شود، و راه پیش‌روی تحلیل‌گران رفتار انسانی و متخصصان سیستم‌های هوشمند، روشن‌تر می‌گردد.

^۱ برخی ریشه‌های دیدگاه مطرح شده در این مقاله، با الهام از سخنرانی کلیدی پروفیسور میچیو سوگنو (*M. Sugeno*) است که در کنفرانس بین‌المللی سیستم‌های فازی (۲۰۰۲ م. - ۱۳۸۰ ه.ش.) (کلکته، هند) ایراد شد.

عبارات و کلمات کلیدی: احتمال، تفکر انتزاعی، سازگاری، نایقینی، نظریه هوش‌های چندگانه، هوش مصنوعی، یادگیری.

۱ مقدمه

هوش (*Intelligence*) مفهومی پایه‌ای در بسیاری از شاخه‌های دانش است. این مفهوم در روان‌شناسی، علوم تربیتی، علوم رفتاری، علوم شناختی و مدیریت نقش کلیدی دارد. از سوی دیگر، هوش و هوشمندی، محور اصلی در بیشتر مطالعات مرتبط با سیستم‌های هوشمند (*Intelligent Systems*) (/ سیستم‌های خبره / *Expert Systems*) و هوش مصنوعی (*Artificial Intelligence*) است.

اما هوش چیست و هوشمند کیست؟ در این باره، روان‌شناسان و دانشمندان علوم تربیتی، رفتاری و شناختی نظریه‌های گوناگونی مطرح کرده‌اند. از سوی دیگر با گسترش هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند، پژوهشگران در پی تعریف مناسبی برای هوشمندی سیستم‌ها بوده‌اند. در متن پیش‌رو، پس از مرور برخی از این تعریف‌ها تلاش می‌کنیم تا به تعریفی فراگیر (/ جامع) برای هوش دست یابیم. در این باره به‌ویژه به چهار پرسش زیر می‌پردازیم و پاسخ‌هایی برای آنها فراهم می‌کنیم:

- پرسش نخست: اهمیت تعریف هوش در هوش مصنوعی و طراحی سیستم‌های هوشمند چیست؟ به سخن دیگر: چرا ”چیستی هوش؟“ (بخش ۲)

در این باره توضیح می‌دهیم که اهمیت تعریف هوش در طراحی هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند (/ خبره) چیست؟ و شرح می‌دهیم که مبنا قرار دادن هر تعریف برای هوش، چه نتایج و چه پیامدهایی در طراحی این سیستم‌ها دارد. در واقع، یکی از اهداف مقاله تاکید بر این است که توجه به مفاهیم بنیادی و مبانی روان‌شناسانه هوش تاثیر بسیار در نوع و کارکرد سیستم هوشمندی دارد که برپایه آن مفاهیم و تعاریف ساخته خواهد شد.^۲

- پرسش دوم: هوش چیست؟ و هوشمندی به چه معناست؟ (بخش‌های ۳ و ۴)

در بخش سوم، روند تاریخی تعریف هوش را، به‌کوتاهی و از حدود یک سده پیش، بیان می‌کنیم. در این باره به دو رده از تعریف‌ها، یعنی رده شامل تعریف‌های روان‌شناسان و رده مربوط به متخصصان هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره، توجه

^۲ در این مقاله، مفاهیم سیستم (/ سامانه) هوشمند و سیستم خبره و هوش مصنوعی را کم و بیش هم‌ارز در نظر گرفته‌ایم.

می‌کنیم. در بخش چهارم مؤلفه‌های اصلی هوش را در انواع تعریف‌ها بازشناسایی می‌کنیم و آنها را در چند دسته تقسیم‌بندی می‌کنیم.

- پرسش سوم: آیا هوش، مفهومی تک‌عاملی است؟ یا چندعاملی؟ (بخش ۵)
- در این باره، به موضوع یگانگی و چندگانگی هوش می‌پردازیم و همچنین به نظریه هوش‌های چندگانه اشاره می‌کنیم. سپس توضیح می‌دهیم که انواع تعریف‌ها را می‌توان در دو رده دیدگاه‌های تک‌عاملی و چندعاملی تقسیم کرد.
- پرسش چهارم: آیا می‌توان هوش را به صورت فراگیر تعریف کرد؟ یعنی تعریفی که همه عوامل مرتبط با هوش را در بر گیرد؟ (پرسش بنیادین مقاله) (بخش‌های ۶ و ۷)

در بخش ششم به پرسش بنیادین باز می‌گردیم: آیا می‌توان هوش را به صورتی فراگیر تعریف کرد؟ در بخش هفتم، و در پاسخ مثبت به پرسش بنیادین، تعریف کم و بیش جدیدی برای هوش مطرح می‌کنیم، و ویژگی‌ها و برتری‌های تعریف پیشنهادی را بر می‌شمریم.

۲ اهمیت تعریف هوش در حوزه سیستم‌های هوشمند

اهمیت تعریف هوش و هوشمندی در حوزه سیستم‌های هوشمند این است که: با هر تعریفی از هوش، به سیستم متفاوتی می‌رسیم. فرض کنید می‌خواهیم یک سیستم هوشمند طراحی کنیم. چهار حالت (۱) وضعیت) را تصور می‌کنیم.

حالت اول: اگر در تعریف هوش، معیار اصلی را یادگیری در نظر بگیریم، آنگاه

الف) سیستمی طراحی خواهیم کرد که یادگیری-محور (*Learning – Oriented*) است، و مانند انسان‌هایی عمل می‌کند که اهل تجربه هستند، به یادگیری اهمیت می‌دهند و طبق مشاهدات جدید عملکرد خود را بهبود می‌بخشند.

ب) در طراحی چنین سیستم‌هایی باید به موضوع یادگیری (شامل یادگیری نظارتی و بدون ناظر، یادگیری ماشین آماری، یادگیری

تقویتی، آمار شواهدی (*Evidential Statistics*) / آمار مبتنی بر شواهد)، استنباط استقرایی، داده‌کاوی، روش‌های بیزی، روان‌شناسی یادگیری) و مباحث مرتبط توجه شود.

حالت دوم: اکنون گیریم در تعریف هوش، معیار اصلی را بر سازگاری قرار دهیم، در این صورت

الف) سیستمی خواهیم داشت که محور اصلی در رفتار و عملکرد آن، سازگاری و انطباق است، یعنی سیستم (*Adaptability/Consistency – Oriented*) است. چنین سیستمی همچون انسان‌هایی رفتار می‌کند که روحیه سازگار دارند، با شرایط خود را تطبیق می‌دهند و منعطف هستند.

ب) در طراحی چنین سیستم هوشمند، باید به موضوع‌هایی خاص توجه کنیم، مانند: روش‌های بررسی و محاسبه شباهت، اندازه‌های سازگاری، استنباط تطبیقی، آفرینندگی و روان‌شناسی سازگاری.

حالت سوم: چنانچه در تعریف هوش و هوشمندی، تصمیم‌گیری بهینه را محور بگیریم، آن‌گاه

الف) سیستمی طراحی خواهیم کرد که تصمیم-محور (*Decision – Oriented*) است، و همچون انسان‌هایی رفتار خواهد کرد که در هر موضوع با برنامه‌ریزی دقیق عمل می‌کنند، و در پی سود، مطلوبیت و بازدهی بیشتر هستند.

ب) در طراحی چنین سیستم‌هایی باید به موضوع‌هایی خاص بیشتر توجه کنیم، مانند: نظریه تصمیم، نظریه تصمیم بیزی، بهینه‌سازی، نظریه مطلوبیت، نظریه بازی‌ها و اقتصاد رفتاری.

حالت چهارم: از سوی دیگر، اگر در تعریف هوش، معیار اصلی را بر استدلال، منطق، حل مسئله، تفکر انتزاعی و مانند اینها قرار دهیم، آن‌گاه

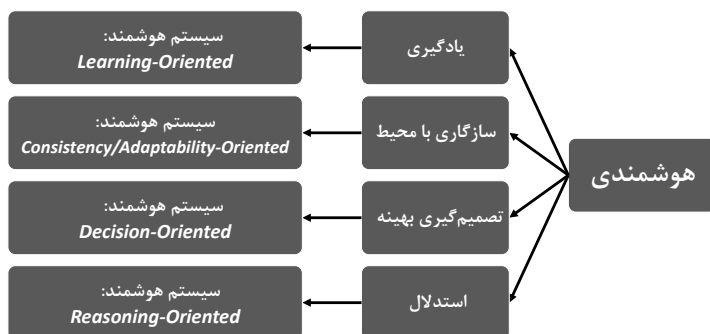
الف) یک سیستم هوشمند خواهیم داشت که استدلال-محور

(Reasoning – Oriented) است. ۳ چنین سیستمی مانند انسان‌هایی رفتار می‌کند که منطقی هستند، تفکر انتزاعی قوی دارند، اهل استدلال‌اند و چارچوب‌های منطقی مشخصی دارند.

ب) در طراحی چنین سیستم هوشمند، باید به آموزش و پژوهش در زمینه‌هایی خاص توجه کنیم، مانند: منطق ریاضی، منطق‌های استاندارد و غیر استاندارد، استدلال تقریبی، استدلال احتمالاتی، استدلال قیاسی و روش‌های حل مسئله.

به فهرست چهارگانه بالا، باز هم می‌توان افزود. نکته مهم این است که در عمل (شکل ۱)،

با هر تعریفی برای هوشمندی، سیستم هوشمند متفاوتی خواهیم داشت.



شکل ۱: ملاک اصلی در تعریف هوش و تأثیر آن در طراحی سیستم هوشمند

در توسعه و کاربرد دانش و فناوری، در پی چه نوع هوش مصنوعی هستیم؟ و سیستم‌هایی با چه رفتاری را سیستم‌های هوشمند تلقی می‌کنیم؟ این دو پرسش که پرسش‌هایی بنیادین در طراحی و ساخت سیستم‌های هوشمند است، از بنیاد بستگی به این دارد که هوش و هوشمندی را چگونه تعریف کنیم.

^۳ استدلال چیست؟ این خود محل بحث است. برای نمونه، در [۶] پنج دیدگاه درباره استدلال، و از دیدی دیگر: پنج نوع استدلال، توضیح داده شده است.

۳ روند تاریخی تعریف هوش و هوشمندی

در این بخش، گزارشی کوتاه را از روند تاریخی تعریف هوش و هوشمندی ارائه می‌دهیم، تا بستر لازم برای دسته‌بندی انواع تعریف‌ها و بازشناسایی انواع مؤلفه‌ها در تعریف هوش آماده شود.

۱.۳ اواخر سده نوزدهم تا اواخر سده بیستم

فارغ از توجهی که اندیشمندان به‌ویژه فیلسوفان از دیرباز به مفهوم هوش داشته‌اند، مطالعات جدی در دوران جدید درباره هوش به بررسی‌های فرانسیس گالتون باز می‌گردد. وی، نامدار به پدر روان‌سنجی، در اواخر سده نوزدهم میلادی (حدود ۱۲۰ سال پیش) برای نخستین بار به اندازه‌گیری تجربی و رسمی هوش پرداخت. در سال ۱۹۰۴ م، چارلز اسپیرمن، روان‌شناس و آمارشناس، به تشریح نظریه‌ای درباره هوش عمومی انسان پرداخت و سپس اقدام به تحقیق درباره سنجش هوش با روش‌های کمی و آماری نمود. در سال ۱۹۰۵ آلفرد بینه شیوه‌ای را برای اندازه‌گیری هوش‌بهر (*Intelligence Quotient*) ارائه داد که تاکنون اساس محاسبه هوش‌بهر در مطالعات روان‌شناسی است.

بررسی‌ها درباره هوش در طول سده بیستم م. ادامه یافت، که البته بیشتر به‌وسیله دانشمندان علوم تربیتی و روان‌شناسی انجام شد. در این باره، به ویژه رویکردهای مبتنی بر بُعد شناختی، رویکردهای فرایندمداری و رویکردهای بازنمایی حائز اهمیت هستند. بنا بر اختصار، از شرح تحولات درباره هوش در طول سده بیستم چشم‌پوشی می‌کنیم و بررسی خود را از اواخر این سده ادامه می‌دهیم.

۲.۳ اواخر سده بیستم تاکنون

از دهه‌های آخر سده بیستم، هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند مورد توجه قرار گرفتند و به‌نحو روزافزون رو به گسترش هستند. طراحی و ساخت این سیستم‌ها، به‌وسیله گروه‌های چندرشته‌ای شامل متخصصان رشته‌های گوناگون فنی-مهندسی مانند مکانیک، کامپیوتر و الکترونیک و نیز پژوهشگران فیزیولوژی و علوم اعصاب صورت می‌گیرد. از این رو، تعریف هوش و هوشمندی در بین این متخصصان رایج شده است. در این بخش،

روند تاریخی تعریف هوش را از اواخر سده بیستم ادامه می‌دهیم و در این باره، به‌طور هم‌گام تعریف‌های روان‌شناسان و تعریف‌های متخصصان سیستم‌های هوشمند را پی می‌گیریم.

در سال ۱۹۸۵ استرن‌برگ (*R. Sternberg*)، روان‌شناس شناختی، بیان کرد که هوش سه نوع یا وجه دارد: هوش ترکیبی، هوش تجربی و هوش محیطی [۲۰] (نیز [۲۲] را ببینید). در سال ۱۹۹۱، شانک (*R. Schank*) تعریف کوتاه و زیبایی برای هوش مطرح کرد: ”هوش عبارت است از بهتر شدن در طول زمان“ [۱۹]. در سال ۱۹۹۵، فوگل (*D.B. Fogel*)، این تعریف را برای سیستم هوشمند ارائه داد: ”هر سیستم که رفتار سازگاری را برای دستیابی به اهداف در مجموعه‌ای از وضعیت‌ها انجام دهد هوشمند گوئیم“ [۷]. در همین سال، وانگ (*P. Wang*) بیان داشت که ”هوشمندی یعنی توانایی یک سیستم پردازش اطلاعات در تطبیق با محیط بر اساس دانش ناکافی“ [۲۳] (نیز [۲۴] را ببینید). انجمن روان‌شناسی آمریکا در سال ۱۹۹۶، چنین تعریفی برای هوش ارائه داد: ”توانایی فهم مطالب و مسائل پیچیده، انطباق مؤثر با تغییرات محیطی، یادگیری به دنبال تجربیات، به کارگیری شکل‌های مختلف استدلال و چیره شدن بر مشکلات از طریق تفکر“ [۱۷]. در سال ۱۹۹۸، دیویس بر چهار مؤلفه در تمایز سیستم‌های هوشمند از دیگر سیستم‌ها برشمرد: توانایی پیش‌بینی، توانایی تغییر، توانایی اقدام برای رسیدن به هدف، و استدلال. ناکاشیما (*H. Nakashima*) در سال ۱۹۹۹ هوشمندی را ”توانایی پردازش مناسب اطلاعات در محیط پیچیده“ تعریف کرد [۱۸]. در آغاز سده بیستم، کورتزوایل (*R. Kurzweil*) بیان کرد که ”هوش عبارت است از توانایی به‌کارگیری بهینه منابع و امکانات محدود در جهت رسیدن به اهداف“ [۱۳] (نیز [۱۴] را ببینید). در همین ایام، گادوین (*R.R. Gudwin*) سیستم‌های هوشمند را سیستم‌هایی معرفی کرد که ”در محیط‌های متفاوت خوب عمل کنند طوری که احتمال موفقیت را، در نبود دانش کافی، بیشینه کنند“ [۹]. در سال ۲۰۰۶، گوتزل (*B. Goertzel*) تعریف کوتاهی درباره هوشمندی ارائه کرد: ”هوشمندی یعنی دستیابی به اهداف پیچیده در محیط‌های پیچیده“ [۱۰]. در سال ۲۰۲۱ گروهی از پژوهشگران علوم پزشکی سیستم هوشمند در حوزه پزشکی را سیستمی در نظر گرفته‌اند که توانایی تحلیل، یادگیری، ارتباط و پردازش داده داشته باشد [۱۲].

تعریف‌ها و توصیف‌های دیگری نیز درباره هوش و هوشمندی مطرح شده است

([۱۱]، [۱۵] و [۲۱] را ببینید).^۴ ما به موارد بالا، که نمونه‌های شاخص را از هر دو طیف روان‌شناسان و متخصصان سیستم‌های هوشمند در بر دارد، بسنده می‌کنیم. در دو بخش آینده، مؤلفه‌های اصلی این تعریف‌ها را بازشناسایی می‌کنیم و به تقسیم‌بندی آنها، از دید مؤلفه‌های اصلی تعریف‌ها و همچنین تک‌عاملی یا چندعاملی بودن آنها می‌پردازیم.

۴ مؤلفه‌های مطرح در تعریف‌های گوناگون برای هوش

بررسی تعریف‌های گوناگون برای هوش و هوشمندی، نشان می‌دهد که بیشتر این تعریف‌ها دربرگیرنده یک یا چند مؤلفه کلیدی زیر هستند، که می‌توان گفت هر یک از آنها بیانگر وجهی از توانایی‌های ذهن و/یا مغز انسان یا یک سیستم هوشمند است:^۵

- استدلال و/یا تفکر انتزاعی
- توانایی در سازگاری با محیط (همکاری/هماهنگی/نقش‌پذیری/تغییرپذیری)
- برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهینه
- یادگیری / توانایی بهره‌گیری از تجربه‌ها / توانایی پیش‌بینی
- توانایی پردازش اطلاعات / توانایی محاسباتی / توانایی درک رابطه‌ها
- استنباط مبتنی بر شواهد
- نوآوری/ابتکار/ابداع
- توانایی دستیابی به اهداف پیچیده

^۴ به‌ویژه توجه خوانندگان را به شماره دوم سال یازدهم (سال ۲۰۲۰) مجله "هوش عمومی مصنوعی" (*J. of Artificial General Intelligence*) جلب می‌کنم که همه مقالات آن درباره تعریف هوش مصنوعی است.

^۵ یادآور می‌شویم که در بحث کنونی، موضوع‌هایی مانند هوش هیجانی، هوش عاطفی و هوش سازمانی منظور نیست. گفتنی است که عواملی همچون انگیزه و خودآگاهی (دو عامل بسیار مهم که از دید نگارنده باید در تعریف هوش دیده شوند) در برخی از این نوع هوش‌ها مطرح هستند.

با توجه به کلیدواژه‌های بالا در تعریف‌های گوناگون برای هوش، می‌توان گفت که در تقسیم‌بندی کلی - و البته با کمی مسامحه - بیشتر تعریف‌های هوش در چند رده تقسیم می‌شوند:

- رده تعریف‌های با محور یادگیری، تجربه‌پذیری و توانایی پیش‌بینی
- رده تعریف‌های با محور سازگاری و انطباق
- رده تعریف‌های با محور استفاده از توانایی‌ها برای رسیدن به هدف مطلوب و تصمیم‌گیری بهینه به‌ویژه در شرایط پیچیده
- رده تعریف‌های با محور استدلال و تفکر انتزاعی
- رده تعریف‌های با محور نوآوری و ابداع

۵ یگانگی و چندگانگی هوش

۱.۵ تک‌عاملی یا چندعاملی بودن هوش

در تقسیم‌بندی کلی، و فارغ از مؤلفه‌هایی که در بخش پیش برشمردیم، دیدگاه‌ها درباره هوش به دو رده تقسیم می‌شوند:

الف) دیدگاه‌های کل‌گرا، یا، به تعبیری، دیدگاه‌هایی که بر یک مؤلفه یا یک عامل تاکید دارند. در این دیدگاه‌ها، هوش عاملی کلی است که در هر فرد وجود دارد و تعیین‌کننده نوع رفتاری است که وی در موقعیت‌های گوناگون، برای حل مشکلات، از خود نشان می‌دهد. برای مثال، از دید اسپیرمن در همه انسان‌ها یک عامل عمومی هوش - موسوم به عامل "g" (*general factor*) - به مقادیر مختلف وجود دارد و با سنجش آن می‌توان به هر فرد درجه‌ای از تیزهوشی یا کندذهنی نسبت داد. البته بنا بر نظر وی عوامل یا توانایی‌های ویژه‌ای هم در افراد وجود دارد که آنها را نیز می‌توان با آزمون‌هایی مشخص سنجید.

ب) دیدگاه‌هایی که بر مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها یا عوامل تاکید دارند. در چنین رویکردهایی، هوش شامل تعدادی عوامل مستقل است، و در هر فرد این عوامل به نسبت‌های مختلف وجود دارد. چندین رویکرد چندعاملی به هوش مطرح شده است مانند نظریه ترستون (*L.L. Thurstone*)، نظریه گیلفورد (*J.P. Guilford*)، نظریه گاردنر (*H. Gardner*) و



شکل ۲: هوش‌های ده‌گانه گاردنر

نظریه استرن‌برگ (*R.J. Sternberg*). در ادامه، با هدف آشنایی با دو نظریه چندعاملی، نظریه ترستون و نظریه گاردنر را به‌کوتاهی شرح می‌دهیم و نکاتی را درباره آنها مطرح می‌کنیم. شرح کامل انواع نظریه‌های روان‌شناسان را درباره هوش در مراجعی چون [۱] و [۲] دنبال کنید.

۲.۵ نظریه چندعاملی ترستون

ترستون، روان‌شناس برجسته نیمه اول سده بیستم، با رد وجود عامل کلی هوش (عامل *g*)، بر این باور بود که چندین عامل جداگانه در هوش مشارکت دارند. در نسخه رایج از نظریه وی، هفت عامل هوش عبارت‌اند از: توانایی روانی یا سیالی کلامی، توانایی درک کلامی، درک اعداد و کاربردهای آن، ادراک فضایی-هندسی، ادراک دیداری، حافظه، و استدلال. این نظریه رفتارها و توانایی‌های برخی افراد را خوب توضیح می‌دهد (به‌ویژه کسانی که در یک یا دو زمینه توانا هستند و در برخی دیگر ناتوان)، ولی بررسی‌های دقیق نشان داده است که بین عوامل هفت‌گانه همبستگی وجود دارد و به نظر می‌رسد در همه این عوامل، عامل مشترک کلی نیز وجود دارد. خواننده علاقمند می‌تواند توضیح‌های بیشتر را در کتاب‌های تخصصی روان‌شناسی هوش، مانند [۲]، مطالعه کند.

۳.۵ نظریه هوش‌های چندگانه گاردنر

گاردنر، روان‌شناس برجسته معاصر، نظریه‌ای را در زمینه هوش مطرح کرده که به نظریه هوش‌های چندگانه نامدار است. تعریف وی از هوش چنین است: هوش توان بالقوه‌ای از جنس زیست-روان‌شناختی (*Biopsychologic*) در پردازش اطلاعات است، که در شرایط مختلف و فرهنگ‌های گوناگون می‌تواند فعال شود و کمک کند تا افراد، مشکلات پیش‌رو (در آن فرهنگ و جامعه) را حل کنند و محصولاتی تولید کنند که در آن فرهنگ ارزشمند است.

در روشنگری این تعریف، گاردنر توضیح می‌دهد که هوش بر هشت نوع است، که هر یک به صورت سامانه (*Module*) جداگانه‌ای در مغز و مستقل از بقیه عمل می‌کند و قواعد خاص خود را دارد: هوش تصویری-فضایی، هوش کلامی-زبانی، هوش منطقی ریاضی، هوش طبیعی، هوش درون فردی، هوش بین‌افراد-ارتباطی، هوش اندامی-جنبشی و هوش موسیقایی. وی بعدها نوع نهم (هوش هستی‌گرا-معنوی) و نوع دهم (هوش اخلاقی) را به این فهرست افزود و نظریه او اکنون نظریه هوش‌های ده‌گانه نامیده می‌شود [۸] (شکل ۲).

نکاتی درباره تعریف/نظریه گاردنر

درباره تعریف یا نظریه گاردنر، بسیار بحث شده است. در اینجا به دو نکته اشاره می‌کنیم. (۱) گویی در تعریف گاردنر، سه چیز درهم آمیخته شده‌اند: تعریف، نظریه و مدل. توضیح آنکه، در تعریف هر مفهوم باید به معنای آن و حدود آن توجه شود (یعنی اینکه مفهوم موردنظر چه هست و چه نیست). نظریه به مجموعه‌ای نظام‌مند از متغیرها، مفاهیم، پدیده‌ها و کارکردها اطلاق می‌شود. و اما مدل چارچوبی است که بیانگر رابطه بین چند مؤلفه / متغیر / عامل است و ساخت‌های اساسی یک واقعیت یا یک پدیده را بیان می‌کند. به نظر می‌رسد که تعریف گاردنر برای هوش، آمیخته‌ای از این سه است.

(۲) پیرو مکاتبه نگارنده با پروفسور گاردنر می‌توان گفت که هوش‌های ده‌گانه گاردنر، اساساً مهارت هستند. توضیح اینکه، هرگاه، برای نمونه، می‌گوییم بهنام دارای هوش بین‌افراد-ارتباطی بالایی است، منظور این است که وی مهارت خوبی در تنظیم روابط اجتماعی دارد. یا هرگاه می‌گوییم بهنام هوش تصویری خوبی دارد، یعنی اینکه ذهن او

توانایی خوبی در تخیل و تصویرپردازی دارد. به سخن دیگر، انواع مواردی که گاردنر به‌عنوان هوش نام می‌برد، در واقع انواع مهارت هستند و بسا بتوان به این فهرست، مهارت‌های دیگری نیز افزود.^۶

۴.۵ دیدگاه‌های بینابینی

گفتنی است در زمینه تک‌عاملی یا چندعاملی بودن هوش، برخی موضوع‌های بینابینی نیز مطرح شده است. برای نمونه، ورنون (*P.E. Vernon*) ضمن ارائه الگویی سلسله‌مراتبی بر این بود که دیدگاه تک‌عاملی و دیدگاه چندعاملی به لحاظی هر دو درست است. به این معنی که هوش، مفهومی کلی و یک‌پارچه است، ولی در همین حال از تعدادی توانایی‌های خاص کوچک و بزرگ تشکیل شده است. در راس الگوی سلسله‌مراتبی ورنون عامل *g* قرار دارد و همه توانایی‌های سطوح پایین را یکپارچه می‌کند. سطح بعدی شامل عوامل گروهی اصلی است و بخش‌های فرعی کوچک‌تر در سطوح پایین‌تر قرار دارند و به توانایی‌های مجزا و خاص مربوط هستند. بدین ترتیب، هوش دارای ماهیت سلسله‌مراتبی است و طبق این الگو توانایی‌های هر سطح را می‌توان در افراد مختلف مقایسه کرد [۱] و [۲].

۶ بازگشت به پرسش بنیادین: آیا می‌توان هوش را به‌صورتی فراگیر تعریف کرد؟

اکنون به پرسش بنیادین این بحث باز می‌گردیم:

آیا می‌توان هوش را به‌صورتی فراگیر و یک‌پارچه تعریف کرد؟

به این منظور نیاز است تا نخست به این پرسش پاسخ دهیم: آیا هوش مفهومی تک‌عاملی (/ یگانه) است یا چندعاملی (/ چندگانه)؟ و در حالت اخیر، آیا می‌توان این ^۶ البته هر چه به‌نام هوش بالاتری داشته باشد (به‌معنای کلی و فراگیر - که در بخش ۷ خواهیم گفت -)، توانایی او در تنظیم روابط اجتماعی بیشتر است، و مهارت تصویری او نیز با احتمال زیاد خوب‌تر است.

مفاهیم را یک پارچه کرد؟

به نظر می‌رسد که بیشتر آنچه در متون مختلف و از دیدگاه‌های گوناگون به‌عنوان تعریف هوش مطرح شده است، به تعبیر گاردنر، مهارت است. گمان قوی این است که هوش یک ویژگی کلی و یکتاست. و این ویژگی کلی البته باعث قوی شدن مهارت‌ها می‌شود. گفتنی است که قوی بودن مهارت‌ها نیز در افراد مختلف متفاوت است و تنها به هوش باز نمی‌گردد بلکه ممارست، ژن، فیزیک بدن و ... نیز در رشد مهارت‌ها تأثیرگذار است. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که اگر هوش مفهومی کلی و عام است، تعریف آن چیست؟ و چگونه می‌توان آن را به صورتی کلی/جامع/فراگیر/یک‌پارچه تعریف کرد؟

در سال ۱۹۹۱، آلبوس (*J.S. Albus*) تعریفی برای هوش مطرح کرد که به دیدگاه فراگیر و یک‌پارچه درباره هوش، بسیار نزدیک است [۵]. او بیان کرده است که: هوش عبارت است از توانایی عمل مناسب یک سیستم در محیط نایقینی، که در آن، اقدام مناسب یعنی اقدامی که احتمال موفقیت را افزایش دهد، و موفقیت عبارت است از دستیابی به هدف نهایی سیستم.

درباره تعریف بالا سه ملاحظه وجود دارد:

- ۱) این تعریف بیش‌تر معطوف به سیستم است، نه انسان.
 - ۲) نایقینی که در این تعریف مطرح شده است، به نایقینی منسوب به (/ ناشی از / مرتبط با) احتمال فروکاسته شده است.
 - ۳) اقدام، به دستیابی به یک هدف فروکاسته شده است.
- ملاحظه اول، روشن است. توضیح ملاحظه دوم این است که، از چند دهه پیش، آشکار شده است که تصادفی بودن (*Randomness*) (/ شانس / *Chance*) تنها منبع و منشأ نایقینی (/ عدم اطمینان / عدم قطعیت / *Uncertainty*) نیست، بلکه نایقینی ممکن است از منبع‌های گوناگونی ناشی شود. در واقع، چندین نوع نایقینی وجود دارد که تصادفی بودن یکی از آنهاست [۴]. بنابراین، احتمال، تنها به‌کار نایقینی که ناشی از تصادفی بودن است می‌آید. ^۷

درباره ملاحظه سوم، گفتنی است که یک انسان یا یک سیستم ممکن است هدف

^۷ احتمال چیست؟ این نیز محل بحث است. نمونه‌وار، [۳] را مطالعه کنید. یا به این سخنرانی توجه

کنید:

نهایی ثابت و مشخصی نداشته باشد. انسان‌ها معمولاً اهداف پیچیده و چندگانه و متزاحم دارند و افزون بر اینها، اهداف انسان‌ها - و حتی سیستم‌ها - ثابت نیستند.

۷ تعریف پیشنهادی

با الهام از گفتهٔ آلبوس، به نظر می‌رسد که بتوان هوش را به‌کوتاهی، و در عین حال جامع - یا کم و بیش جامع - این‌گونه تعریف کرد: هوش عبارت است از

اقدام مناسب در محیط نایقینی

این تعریف چند ویژگی برجسته دارد که عبارت‌اند از:

(۱) فراگیر بودن: این تعریف، بیشتر مواردی را که روان‌شناسان یا متخصصان سیستم‌های هوشمند در تعریف هوش برشمرده‌اند دربر دارد. برای مثال، خوب عمل کردن (مندرج در تعریف گادوین) رفتار سازگار و تطبیق با محیط (در تعریف فوگل و تعریف وانگ) و توانایی به‌کارگیری بهینهٔ منابع در جهت رسیدن به اهداف (در تعریف کورتزوایل) به معنی اقدام مناسب است. از سوی دیگر، مطالب پیچیده (در تعریف انجمن روان‌شناسی امریکا)، دانش ناکافی (در تعریف وانگ) و نبود دانش کافی (در تعریف گادوین) را می‌توان مفاهیمی در چارچوب محیط نایقینی در نظر گرفت. همچنین، رفتار سازگار برای دستیابی به اهداف در مجموعه‌ای از وضعیت‌ها (تعریف فوگل)، توانایی پردازش مناسب اطلاعات در محیط پیچیده (تعریف ناکاشیما) و فهم مسائل پیچیده، یادگیری در پی تجربه و انطباق مؤثر با تغییرات محیطی (در تعریف انجمن روان‌شناسی امریکا) ترکیبی از محیط نایقینی و اقدام مناسب است.

(۲) یگانگی/ تک‌عاملی بودن: تعریف پیشنهادی، بر یگانگی و و تک‌عاملی بودن هوش تأکید دارد. طبق این تعریف، هوش یک چیز است، نه چند چیز. هوش اساساً یعنی توانایی اقدام مناسب. عبارت "محیط نایقینی" معطوف به این نکته است که اقدام مناسب در محیط روشن و دقیق، چندان کار مهمی نیست و نیاز به هوش بالا ندارد، بلکه اقدام مناسب آن‌گاه ارزشمند و حاکی از هوش بالاست که در شرایط ابهام و محیط نایقینی

انجام پذیرد.

(۳) عمل‌گرایانه بودن: اساس تعریف پیشنهادی برای هوش، اقدام مناسب است و این یعنی عمل‌گرایانه بودن تعریف. بدین ترتیب، این تعریف هم برای سنجش هوش انسان‌ها کاربرد دارد و هم برای ارزیابی هوشمندی سیستم‌ها.

(۴) توجه به نایقینی: در این تعریف، خلاف تعریف آل‌بوس، نایقینی به وضعیت‌های مرتبط با احتمال محدود نشده است. همان‌گونه که پیش‌تر گفتیم، نایقینی ممکن است ناشی از شانس (تصادفی بودن)، ابهام، ناکامل بودن، یا ناسازگار بودن اطلاعات باشد، که هر یک از انواع نایقینی باید به روش مناسب بررسی و تحلیل شود.

(۵) محیط و عامل: تعریف پیشنهادی، هم معطوف است به محیط و هم معطوف است به عامل. یعنی نه صرفاً ذهنی است (همچون تعریف‌هایی که بر تفکر انتزاعی تاکید دارند) و نه صرفاً عینی (همچون تعریف‌هایی که بر یادگیری یا سازگاری با محیط تاکید دارند).

۸ نتیجه‌گیری

هوش، مفهومی کلیدی در علوم انسانی، به‌ویژه روان‌شناسی و علوم مرتبط با آن است، و از سوی دیگر مفهوم اصلی در هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند است. در این مقاله کوتاه، با مرور تعریف‌های رایج برای هوش که به‌وسیله دانشمندان علوم انسانی و متخصصان سیستم‌های هوشمند مطرح شده است، تلاش شد تا به تعریفی فراگیر برای هوش دست یابیم. ویژگی‌های تعریف پیشنهادی و برتری‌های آن را نیز برشمردیم.

گام بعدی مرتبط با تعریف پیشنهادی، روشن‌نگری درباره دو موضوع است: اقدام مناسب و محیط نایقینی.

(۱) درباره اقدام مناسب، باید روشن‌نگری کرد که اقدام چیست و مناسب بودن به چه معناست؟

(۲) درباره نایقینی باید شرح داد که منشأ نایقینی چیست و محیط نایقینی به چه مؤلفه‌هایی اشاره دارد. همچنین شایسته است تا ریشه‌ها و ارتباط نایقینی را با تعریف‌های مختلف روان‌شناسان و متخصصان هوش مصنوعی واکاوی کرد.

امید است در پژوهش‌های آینده بتوانیم این موضوع‌ها را طرح و بررسی کنیم.

سیاس‌گزاری

از آقای دکتر مسعود اسدی که در مباحث روان‌شناسی راهنمایی‌های کارگشا ارائه دادند ممنون هستم. از داوران ناشناخته که پیشنهادهای سودمند و نکات اصلاحی مطرح کردند سپاس‌گزارم.

مراجع

- [۱] بهرامی، هادی. (۱۳۸۷). آزمون‌های روانی. انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.
- [۲] پاشا شریفی، حسن. (۱۳۸۶). نظریه و کاربرد آزمون‌های هوش و شخصیت، تهران، انتشارات سخن.
- [۳] طاهری، سید محمود (۱۳۸۱)، یگانگی و چندگانگی احتمال، نامه فرهنگستان علوم، شماره ۱۹، صص ۹۳-۱۲۵.
- [۴] طاهری، سید محمود (۱۳۸۷). اندازه‌های عدم اطمینان. فصل‌نامه فرهنگ و اندیشه ریاضی، شماره ۴۱، صص ۲۶-۹.
- [5] J. S. Albus, "Outline for a theory of intelligence," IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, vol. 21, pp. 473-509, 1991.
- [6] R. S. Davis, "What are intelligence? And why?," AI Magazine, vol. 19, pp. 91-110, 1998.
- [7] D. B. Fogel. Evolutionary computation: Toward a New Phylosophy of Machine Intelligence. IEEE Press, 1995.
- [8] H. Gardner. Multiple Intelligences. Fontana Press, 1993.
- [9] R. Gudwin, "Evaluating intelligence: A computational semiotics perspective," Proc. of the IEEE Inter. Conf. on Syst., Man and Cybern., vol. 3, pp. 2080 - 2085, 2000.

- [10] B. Guertzel. *The Hidden Pattern*. Brown Walker Press, 2006.
- [11] M. Hutter, "One decade of universal artificial intelligence," In: *Theoretical Foundations of Artificial General Intelligence* (Eds: P. Wang and B. Goertzel), pp. 67–88, 2012.
- [12] O. Koteluk, A. Wartecki, S. Mazurek, I. Kolodziejczak, A. Mackiewicz, "How do machines learn? Artificial intelligence as a new era in medicine," *Journal of Personalized Medicine*, 11, 32, 2021.
- [13] R. Kurzweil, "The age of spiritual machines: When computers exceed human intelligence," Penguin, 2000.
- [14] R. Kurzweil, "How to Create a Mind," Penguin, 2012.
- [15] H. Legg, "A collection of definitions of intelligence," *Frontiers in Artificial Intell. and Appl.*, vol.157, pp.17–24, 2007.
- [16] H. I. J. Mass, L. Snoek, C. F. Stevenson, "How much intelligence is there in artificial intelligence? A 2020 update," *Intelligence*, vol. 87, pp. 100548, 2021.
- [17] U. Neisser et al., "Intelligence: knowns and unknowns," *American Psychologist*, pp.77–101, 1996.
- [18] H. Nakashima, "Ai as complex information processing," *Minds and Machines*, vol.9, no.1, pp.57–80, 1999.
- [19] R. C. Schank, "Where's the ai?," *AI Magazine*, vol. 12, no. 4, p. 38-49, 1991.
- [20] R. J. Sternberg. *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Cambridge University Press, 1985.
- [21] R. J. Sternberg (Ed.). *The Nature of Human Intelligence*. Cambridge University Press., 2018.

- [22] R. J. Sternberg, "Adaptive intelligence: Intelligence is not a personal trait but rather a person * task * situation interaction," *Journal of Intelligence*, 9, 58, p.1-19, 2021.
- [23] P. Wang, "On the working definition of intelligence," Technical Report 94, 1995.
- [24] P. Wang, "On defining artificial intelligence," *Journal of Artificial General Intelligence* vol. 11, no. 2, pp. 73-86, 2020.

۸

^۸ این مقاله، متن مکتوب و گسترش یافته سخنرانی است که در هشتمین کنگره مشترک سیستم‌های فازی و هوشمند (۱۳۹۹ - دانشگاه فردوسی مشهد) ایراد شد و نسخه ضبط شده آن در نشانی www.aparat.com/v/vT7ZD در دسترس و قابل دانلود است. نیز این سخنرانی را ببینید: www.aparat.com/v/cEwFv