禪

مردی که بسیار میدانست

زندگینامه آلن تورینگ؛ پدر علوم کامپیوتر (قسمت اول)

اگرچه بسیاری تورینگ را آغازگر علوم کامپیوتر و هوش مصنوعی خواندهاند و از این دیدگاه شخصیتی بسیار مدرن پنداشته میشود، بهترین عنوان برای توصیفکردن شخصیت علمی و فکری وی، همان عنوان قدیمی «فیلسوف طبیعی» است. در این ممجموعه مقالات نگاهی داریم به مسیر زندگی این عجوبه دنیای ریاضیات .

این مقاله یکی از قسمتهای سلسله مقالات یادنامه آلن تورینگ است . این مجموع پیش از این در ماهنامه شبکه منتشر شده اما به سایت جدید منتقل نشده بود . با توجه به اهمیت موضوع، این مجموعه را به سایت مجله اضافه میکنیم و امیدواریم که مورد توجه علاقمندان قرار بگیرد .

کارهای تورینگ در زمینه ریاضی، رمزنگاری و رمزگشایی، منطق، آمار، زیستشناسی و تفکر ماشینی، در چارچوب خطکشیهای تنگنظرانه میان رشتههای مختلف قابل درک نیست. تورینگ پرسشهایی داشت که در اثر یافتهها و آموختههای تازهاش پیوسته تغییر شکل و جهت میدادند، اما هرگز از پرسشهای بنیادینش دست نشست و تا جایی که ظرفیت دانش و فناوری زمانهاش اجازه میداد، در دوران زندگی کوتاهش پیگیر آنها شد و راه رسیدن به پاسخها و پرسشهایی تازهتر را برنسلهای آینده گشود . چیزی که در بررسی زندگی علمی تورینگ باید در نظر داشت، پیوستگی اندیشهها و کارهای وی است . تورینگ کمی پیش از چهل و دو سالگیاش درگذشت و با در نظر گرفتن اندازه و کیفیت کارهایی که تا پیش از مرگش انجام داد، باید دریافت که تنها ماجراجوییهای پریشان یک ذهن درخشان نمیتوانست در طول یک زندگی بهنسبت کوتاه، به چنین دستاوردهایی بیانجامد . بیایید نگاهی کوتاه بیاندازیم به برخی از برجستهترین رخدادها و

دستاوردهای زندگی آلن تورینگ .

آلن ماتیسون تورینگ در سال 1912 از پدر و مادری بریتانیایی در لندن زاده شد . پدرش از کارکنان خدمات کشوری انگلیس در هند بود. خدمات کشوری، سازمانی بود که از سال 1858 به بعد تا زمان استقلال هند، عهدهدار امور کشوری در هند بود؛ وظایفی که پیش از آن توسط شرکت هند شرقی انجام میگرفت .

پدر و مادر تورینگ خود ناچار بودند در هند زندگی کنند، اما میخواستند فرزندانشان در انگلیس بزرگ شوند و آموزش ببینند، پس آلن و برادر بزرگترش جان را به یک زوج بازنشسته ارتشی سپردند و کودکی آلن به این شکل سپری شد.

اگرچه گزارشهایی از درخشش آلن کوچک در دبستان، در زندگینامههای وی آمدهاست، نخستین نشانه چشمگیر و مستقل از جدیت و پیگیری تورینگ در آموختن را میتوان در چهارده سالگی وی دید؛ زمانی که نخستین روز دبیرستان فرا میرسد و او باید به مدرسه شربُرن برود که در 97 کیلومتری خانه قرار دارد .

از بخت بد، روز نخست مدرسه با اعتصاب سراسری در بریتانیا همزمان میشود و آلن نمیتواند از سیستم حمل و نقل همگانی برای رسیدن به مدرسه استفاده کند . اما او این فاصله را با دوچرخه میپیماید و شب پیش از شروع مدرسه را در میانه راه در مهمانخانهای میگذراند تا روز نخست دبیرستان را از دست ندهد .

با وجود این، کشش فراوان وی به ریاضی و دانشهای تجربی، در سیستم آموزشی آن زمان با استقبال چندانی روبهرو نمیشود . آموزگارانش اگرچه تأیید میکنند که ریاضی وی در سطح بالایی است، از دستخط ناخوانایش و شیوه نگارش شخصی و نهچندان آسان وی گلایه دارند . اما گلایه اصلی در درسهایی مانند ادبیات کلاسیک و آموزش کلیسایی است؛ درسهایی که آلن در آنها به دشواری نمره قبولی میگیرد ! خود وی نیز از آموزگارانش شکایت دارد و از جمله به مادرش شکوه میکند که آموزگار نادانش گفتهاست آلمان در جنگ جهانی اول بازنده شد زیرا دانش را مهمتر از آموزههای کلیسایی انگاشت .

دوران دبیرستان تورینگ نقش بسیار مهم و پررنگی در باقی زندگی وی و اندیشهها و پژوهشهایش دارد، نه به خاطر آنچه که در مدرسه میآموزد، که به دلیل رشته دوستی محکمی که با یک همکلاسی ایجاد میکند . در این دوره، دوستی به نام کریستوفر مورکام پیدا میکند که مانند تورینگ شیفته دانش و ریاضیات است، آزمایشگاه کوچک خود را دارد و به رصد کردن ستارهها میپردازد . دوستی بسیار ژرف و استواری میان آلن و کریس شکل میگیرد که محور اصلی آن، ماجراجویی علمی است. آلن و کریس با هم در امتحان ورودی دانشگاه کمبریج شرکت میکنند، اما در این زمان حادثهای اتفاق میافتد که ذهن و روان تورینگ را برای همیشه دگرگون میسازد .

کریس به دنبال نوشیدن شیری آلوده، به سل گاوی مبتلا میشود و جان میسپارد . مرگ این دوست و همکار، جدا از اندوهی که به آلن وارد میکند، او را درگیر همان پرسشی میسازد که هر داغدیدهای ناخودآگاه با آن روبهرو است: آیا هستی آن شخص تمام شدهاست؟ تورینگ نوجوان به این باور میرسد که روان دوست درگذشتهاش همچنان زنده و حاضر با او است، اما خاموشی جسم او مسئله دیگری را برای تورینگ مطرح میکند : آیا ذهن درخشان کریستوفر مورکام را میتوان بازیافت؟

یافتن پاسخ علمی این مسئله از آن پس به یکی از اصلیترین اندیشههای تورینگ تبدیل میشود : آیا ذهن انسان تنها وابسته به پیکر او است؟ آیا کنشهای خلاقانه را نیز میتوان به ساختار مادی مغز نسبت داد، یا تنها عملکردهایی مانند محاسبههای ریاضی را باید حاصل ساختار مادی مغز دانست؟

اگر چنین است، پس منبع تفکر خلاقانه، آفرینش هنری، لذت، درد و حسهای دیگر کدام است؟ سپس از دیدگاهی کاربردگرایانهتر، پرسش را وارونه میکند : آیا میتوان ماشینی ساخت که بیاندیشد؟ جداسازی علمی این مسئله به خردهمسئلههایی قابل مطالعه و سپس پاسخ دادن به هر یک از آنها، پیشه اصلی تورینگ در باقی عمرش میشود: آیا سازوکار ذهن انسان به تمامی مکانیکی است؟ تورینگ طی چندین مرحله، در نهایت به این نتیجه میرسد که پاسخ این پرسش مثبت است. سپس بر آن میشود که ثابت کند میتوان ماشینی ساخت که مانند انسان بیاندیشد .

تورینگ نوجوان تا پیش از آن نیز به پرسشهای فلسفی مهمی در این باره اندیشیدهاست : اگر دیدگاه لاپلاس از قرن هجدهم و نوزدهم را بپذیریم که میگوید با دانستن مکان و سرعت همه ذرههای جهان در یک لحظه، میتوان وضع جهان در هر لحظه دیگری را محاسبه کرد، آیا مغز انسان که خود ساختاری فیزیکی است، میتواند به رفتار ارادی و آزادانهای فرمان دهد؟

در ظاهر پاسخ منفی است. اما تورینگ در ضمن میداند که دیدگاه لاپلاس بر پایه فیزیک کلاسیک است و اکنون قرن بیستم است و فیزیک تازهای (مکانیک کوانتومی) کشف شدهاست که پیشبینیهای جزمی ندارد (دستکم بر پایه خوانش کپنهاگی).

تورینگ در همان نوجوانی آنقدر جسور بود که به یافتن پاسخ این پرسش فلسفی بپردازد . از نظر او در

140

.

کمبریج

تورینگ در سال 1931 در کالج کینگ در دانشگاه کمبریج پذیرفته میشود . دوران دانشگاه برای تورینگ بسیار درخشانتر از دوره دبیرستان است . اما در عین این که محیط علمی کمبریج و فرهنگ مدارای درون آن به پرورش تورینگ کمک میکند، او زیر نفوذ اندیشه حاکم بر محیط ریاضی آن، که مرز محکمی میان ریاضیات نظری و کاربردی مینهاد، قرار نمیگیرد .

همین، شاید یکی از مهمترین ریشههای بزرگی تورینگ و اهمیت کارهای وی باشد . وی بیشتر تابع قانون طبیعت بود تا قانونهای رسمی . اندرو هاجز (Hodges)، زندگینامهنگار تورینگ، میگوید او شاید سلوک برتراند راسل را داشت و فرض میکرد چیرگی بر چنان دانش دشواری، به او اجازه تاختن بر دیگران را میدهد! تورینگ در زندگی عادیاش فرد آرام یا شاید حتی گوشهگیری بود .

گفتارش با لکنت همراه بود و تا پایان عمر پیوسته ناخنهایش را میجوید ! اما در بیان و بحث کردن اندیشههای علمی و فلسفی، نشانی از آن شخصیت آرام نداشت؛ بیپروا میپرسید و میاندیشید .

در میانه این دوران است که تورینگ به خواندن اندیشههای راسل در کتاب «مقدمهای بر فلسفه ریاضی» میپردازد و نیز «اصول مکانیک کوانتومی » جان فونویمان را برمیگیرد . اگر به اندیشههای گذشته وی برگردیم، میتوان حدس زد که مطالعه اندیشههای ادینگتون درباره مکانیک کوانتومی و سازوکار تفکر، او را به مطالعه بیشتر در مکانیک کوانتومی از یک سو و منطق ریاضی از سوی دیگر، واداشتهاست .

در سال 1935 تورینگ به درس مبانی ریاضیات ماکس نیومن میرود که به منطق ریاضی میپردازد؛ شاخهای که در این زمان به نسبت مهجور است و سرمایهگذاری زمانی روی آن، برای تورینگ نویدبخش آینده شغلی درخشانی نیست، اما تورینگ جوان به دنبال چیز دیگری است و اتفاقاً منطق ریاضی در نهایت زیرساخت مهمترین دستاوردهای او میشود . در این درسها است که تورینگ با «قضیههای ناتمامی» گودل آشنا میشود. گودل (ریاضیدان اتریشی -مجار-امریکایی) این قضیهها را در سال 1931 برای رد کردن طرح دیوید هیلبرت ارائه کرد .

هیلبرت در آغاز قرن بیستم شرطهایی را برای گزارههای ریاضی متناهی معتبر تعیین کرده بود : خودسازگاری، تمامیت و تصمیمپذیری . گودل نشان دادهبود که خودسازگاری و تمامیت به طور همزمان قابل دستیابی نیستند و اثبات او بر پایه این فرض بود که هر گزارهای درباره اعداد را میتوان با اعداد نمایش داد .

در اینجا مجال کافی برای پرداختن به اندیشهها و گزارههای گودل، راسل و هیلبرت نداریم و این اشاره بسیار کوچک برای بازگشتن به داستان تورینگ است، زیرا همین خط اندیشهها بود که به یکی از مهمترین آثار تورینگ انجامید . قضیههای گودل، مسئله تصمیمپذیری را بیپاسخ گذاشتند، یعنی این مسئله که آیا اساساً همیشه روشی وجود دارد که بتوان با آن اثباتپذیری یک گزاره را تحقیق کرد یا خیر . پاسخ دادن به این پرسش، نیازمند تعریفی دقیق از روش بود و بنابراین در مرز مشترک ریاضی و فلسفه قرار میگرفت .

تورینگ به کار کردن روی این مسئله پرداخت و در پایان سال 1936، مقاله معروفش با عنوان «درباره اعداد رایانشپذیر، با کاربردی بر مسئله تصمیمپذیری » را منتشر کرد . این مقاله تورینگ، مانند بسیاری از آثار بعدیاش، اگرچه یکی از مهمترین آثار ریاضی در قرن بیستم انگاشته میشود، زبان و روشی بسیار متفاوت از ادبیات ریاضی آن دوره دارد . همان گونه که عنوان مقاله میگوید، پاسخ مسئله تصمیمپذیری تنها یکی از کاربردهای این ایده تازه است : رایانشپذیر بودن (computability). او پرسش هیلبرت را هم در همین چارچوب تازه بازگو میکند و به آن پاسخ میدهد .

مقاله با این پرسش آغاز میشود که چگونه میتوان رشتهای نامتناهی (مانند رقمهای عدد پی) را در قالبی متناهی بیان کرد؟ چگونه میتوان گفت روش مشخصی برای یافتن آن وجود دارد؟ برای پاسخ دادن به این پرسش، تورینگ «کامپیوتر » را به شکل یک ماشین تصویر میکند: ماشینی با تعداد حالتهای مشخص (یعنی شماری معلوم از دستورالعملها) که با یک نوار کاغذی به عنوان حافظه کار میکند .

روی این نوار خانههایی هست که بر هر کدام نمادی نوشته شده (بیش از دو نماد 0 و 1 لازم نیست، اما او از آغاز چنین محدودیتی را برنمیگزیند) و در هر زمان ماشین میتواند در حال خواندن یکی از این خانهها باشد ... آیا این مفهوم شما را به یاد چیزی نمیاندازد؟ امروز هنگامی که «درباره رایانشپذیر، با کاربردی بر مسئله تصمیمپذیری » را میخوانیم، چنین مینماید که نویسنده آن تصویر روشنی از معماری کامپیوتر مدرن در ذهن دارد و میخواهد آن را با مدلسازی سادهای برای ما توضیح دهد و از این رو است که این مقاله تاریخی را (که تورینگ در 23 سالگی نوشتهاست) به درستی آغازگر پیدایش کامپیوتر و علوم کامپیوتر امروزی میدانند . «کامپیوتر » در همان زمان نیز وجود داشت: «کامپیوتر » به کارکنانی گفته میشد که در شمار بالا در اتاقهای محاسبه مینشستند، با ماشین حسابی در برابر هر یک و به طور پیوسته هر یک قسمتی از یک محاسبه عددی سنگین را انجام میدادند . «کامپیوتر » انسان بود .

کارها را انجام دهد .

به یاد آوریم : رهیافت تورینگ، ساختن (ذهنی یا عملی) یک ماشینحساب پیچیدهتر نیست؛ او میخواهد یک مغز مصنوعی بسازد، چیزی که بتواند بیاندیشد . تورینگ نخست نشان میدهد که کارکرد منطقی مغز انسان را میتوان به شکل فرآیندی گسسته مدل کرد و سپس استدلال میکند که با دانستن فرآیند، میتوان ماشینی ساخت که این فرآیند را به انجام رساند .

باید توجه کنیم که تورینگ در این مرحله از زندگی علمیاش و در این مقاله، به کارکردهایی از مغز نمیپردازد که ممکن است به شکل محاسبه ریاضی قابل مدلسازی نباشند . او هنوز تردید دارد که بتوان همه کارکردهای مغز (ازجمله چیزهایی مانند آفرینش هنری) را به شکل مکانیکی بیان کرد .

تورینگ سپس از مفهوم این ماشین (که امروزه ماشین تورینگ خوانده میشود) و این که مجموعه عملکردهای پایهای آن متناهی است، استفاده میکند تا ثابت کند که عددهایی «رایانشناپذیر » وجود دارند : هر عدد رایانشپذیری را میتوان با چنین ماشینی حساب کرد، هرچند شمار رقمهای آن نامتناهی باشد .

پس مجموعه نامتناهی (اما قابل شمارشی) از این ماشینها را میتوان با مجموعه اعداد رایانشپذیر متناظر کرد . اکنون عددی را در نظر بگیرید که رقم nام آن با nامین رقم ماشین nام متفاوت باشد . چنین عددی با هر یک از عددهای رایانشپذیری که برشمردیم دستکم در یک رقم متفاوت است، بنابراین در مجموعه اعداد رایانشپذیر جای نمیگیرد، پس عددی رایانشناپذیر است .

تورینگ با بهرهگیری از این مفهوم نشان میدهد که اعداد رایانشناپذیر وجود دارند، اما در ضمن به این مسئله میپردازد که چرا باید چنین عددهایی وجود داشتهباشند؟ اگر رشته رقمهای یک عدد متناهی است، چگونه میتواند حسابناشدنی باشد؟ بررسی بیشتر نشان میدهد که مشکل در تصمیمناپذیری خود فرآیند برگزیدن ماشینها است : ماشینی وجود ندارد که با آن بتوان جدول عملکردهای پایهای یک ماشین را بررسی کرد و از آن فهمید که آیا این ماشین میتواند رشتهای نامتناهی از اعداد را محاسبه کند یا نه . اگر چنین ماشینی وجود میداشت، میشد آن را برای بررسی خودش به کار گرفت، و این به تناقض میانجامد (این مسئله امروزه به نام مسئله ایستایی معروف است). از این تناقض میتوان استفاده کرد تا نشان داد که پاسخ مسئله تصمیمپذیری هیلبرت منفی است.

در همین زمان، نتیجههای این مقاله در اثر دیگری توسط آلونزو چرچ (منطقدان امریکایی در پرینستون) به دست میآید. روش چرچ به کلی متفاوت از روش تورینگ است، اما تا جایی که به اعداد حسابپذیر و پاسخ به پرسش تصمیمپذیری هیلبرت مربوط میشود، هر دو مقاله به نتیجه یکسانی میانجامند .

اثر تورینگ با اعتراض چرچ روبهرو میشود و نیومن ناچار میشود برای انجمن ریاضی لندن توضیح دهد که اثر تورینگ به چه شکل متفاوت از کار چرچ و ایدهای تازه و مستقل است . ایده چرچ امروزه گاهی با عنوان فرضیه چرچ-تورینگ شناخته میشود، اما درواقع شیوه تورینگ از خارج از جهان رسمی ریاضی آغاز میشود و ایده ساز و کار فیزیکی محاسبه را وارد کار میکند و حیطه تازه حسابپذیری را در ریاضی میگشاید .

همچنین شیوه توضیح دادن فرآیند محاسبه در ماشین تورینگ، ایده برنامهنویسی را که پیشتر از آن، از کار گودل برآمدهاست، به زبان دستورالعملها درمیآورد . تورینگ پس از آن دو سال در فاصله 1936 تا 1938 را در مؤسسه مطالعات پیشرفته پرینستون میگذراند . رفتن تورینگ به پرینستون با توصیهنامه شخصیت بزرگ دیگری در ریاضیات قرن بیستم بودهاست : جان فوننویمان . در پرینستون، تورینگ زیر نظر آلونزو چرچ روی رساله دکترایش در زمینه منطق ترتیبی (ordinal logic) کار میکند و مقالهای با عنوان Systems of logic based on ordinals مینگارد .

در این اثر، تورینگ اندیشه پیشینش در مقاله «اعداد رایانشپذیر ...» را دنبال میکند و میخواهد ببیند آیا میتوان فعالیتهایی از مغز را که نتیجه پیمودن مسیر کاری مشخصی نیستند، نیز به شکل دستورهای رسمی بیان کرد یا نه . هدف او بررسی ساز و کار اندیشههای خلاقانه است و برای این کار از منطق ترتیبی بهره میگیرد که نظریه شیوههای مختلف چیدن شماری نامتناهی از چیزها است .

گودل پیشتر نشان دادهبود که وقتی درستی یک گزاره اثباتناپذیر را درمییابیم، نمیتوان این کار را با دنبال کردن دستورهای مشخصی انجام داد . میتوان برای هر گزارهای از این نوع دستورهای مشخصی نوشت، اما همین مجموعه از دستورها به کار صحتسنجی یک گزاره اثباتناپذیر دیگر نخواهندآمد، و این چرخه نامتناهی خواهدبود . آیا دستورهای سطح بالاتری وجود دارند که این فرآیند را توصیف کنند؟ این دستورها، همان منطق ترتیبی را شکل میدهند . اگرچه نتیجههایی که تورینگ در این اثر به دست میآورد، بیشتر منفی هستند، اما شاخه تازهای از منطق ریاضی را میگشایند . با این اثر، تورینگ در ماه ژوئن 1938 درجه دکترای خود را از پرینستون دریافت میکند .

این دوره دوساله در کارهای بعدی تورینگ از جهاتی دیگر نیز اثر مهمی دارد . از یک سو در این مدت فرصت مییابد برای نخستینبار روی طراحی یک ماشین حسابگر کار کند و از سوی دیگر به مطالعه رمزنگاری بپردازد .

برای مطالعه قسمتهای بعد زندگینامه آلن تورینگ روی لینکهای زیر کلیک کنید :

مطلب پیشنهادی

مردی که بسیار میدانست

زندگینامه آلن تورینگ؛ پدر علوم کامپیوتر (قسمت دوم)

مطلب پیشنهادی

مردی که بسیار میدانست

زندگینامه آلن تورینگ؛ پدر علوم کامپیوتر (قسمت پایانی)

نویسنده :
سید مصطفی ناطقالاسلام
دسته بندی:
دانش کامپیوتر
هوش مصنوعی
پرونده ویژه
تاریخ انتشار :
22:25 - 24/09/1396
برچسب:
یادنامه آلن تورینگ - آلن ماتیسون تورینگ - زندگینامه آلن تورینگ - آغازگر علوم کامپیوتر - پدر علم کامپیوتر - آلن تورینگ - بلچلی پارک - رمزنگاری - تورینگ - ماشین محاسبه گر تورینگ - جان فون نویمان

نشانی
□□□□:https://www.shabakeh-mag.com/computer-science/10925/%D8%B2%D9%86%D8%AF%DA%AF%DB%8C%E2%80%8C%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%87-%D8%A2%D9%84%D9%86-%D8%AA%D9%88%D8%B1%DB%8C%D9%86%DA%AF%D8%9B-%D9%BE%D8%AF%D8%B1-%D8%B9%D9%84%D9%88%D9%85-%DA%A9%D8%A7%D9%85%D9%BE%DB%8C%D9%88%D8%AA%D8%B1-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84