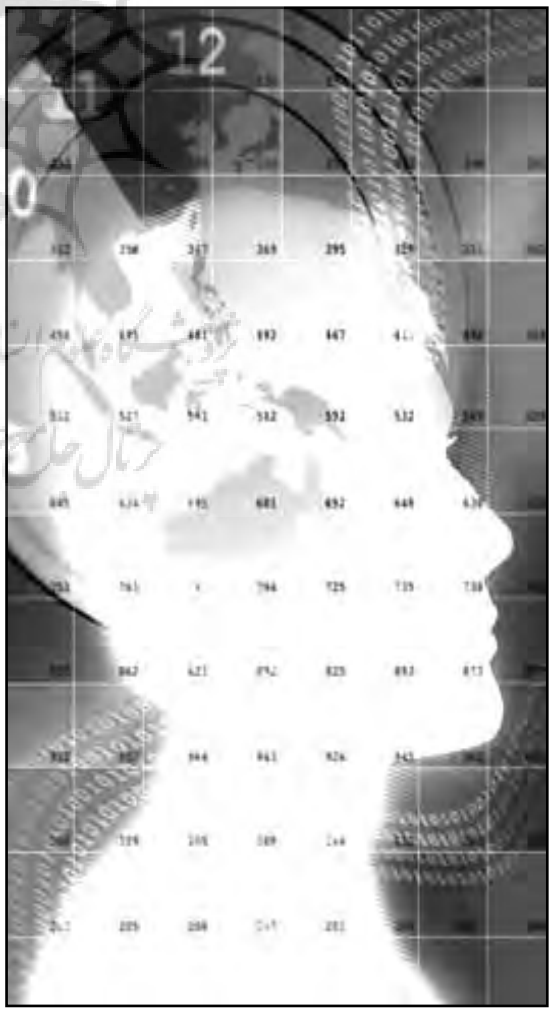
فلسفهٔ علوم رایانه، ضرورتی آموزشی

● **علیرضا ثقةالاسلامی***
دانشجوی کارشناسی ارشد فلسفهٔ علم، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
کارشناس مهندسی کامپیوتر



اشاره: آنچه در این مقاله ارائه می‌شود دربارهٔ تعریف و ضرورت آموزش فلسفهٔ علوم رایانه به محققان و دانشجویان مهندسی و علوم رایانه از سویی و از سوی دیگر فلسفه‌پژوهان است. این ضرورت، زمانی (بویژه برای محققان مهندسی و علوم رایانه) آشکار می‌گردد که اشاره شود علوم رایانه در حول زمینه‌ها و زیر شاخه‌های خود با مسائلی بنیادی و جدی مواجه می‌شود که روش‌شناسی متداول آن علم، خود به تنهایی پاسخ‌گوی چنین پرسش‌هایی نیست. از این رو علوم رایانه همچون بسیاری از علوم دیگر، فراپرسش‌هایی را پیش رو دارد که پاسخ و تحلیل (انتقادی) این فراپرسش‌ها به‌طور مستقیم و غیر مستقیم، مسائل درونی این علم را تحت تأثیر و چالش‌های اساسی قرار می‌دهد. بسیاری از محققان بر این عقیده‌اند که «فلسفهٔ علوم رایانه» زمینه‌ای مناسب را در راستای تحلیل مسائل مذکور فراهم می‌آورد. این مقاله بر آن است با طرح این فراپرسش‌ها و مسائل (و نه تحلیل عمیق آن‌ها) تنها و تنها نیاز و ضرورت درگیری ذهن صاحب‌نظران و محققان علوم رایانه (و نیز فلسفه‌پژوهان) را با چنین موضوعاتی یادآور شود.

۱.درآمد

در چند دههٔ اخیر یکی از فرصت‌ها و روش‌های مطالعاتی و تحقیقاتی که جامعهٔ علمی را به خود متوجه نموده است، بحثی است که از آن با عنوان «علوم میان رشته‌ای»

(Interdisciplinary) نـام می‌برند. به‌طـور خلاصه به این مهم اشـاره می‌شـود که علوم میان رشـته‌ای بـا بهره‌گیری از گفت‌وگـوی روش‌ها و اسـتراتژی‌های علمی شـاخه‌های متفـاوت علمی، به ارائـهٔ راهکارها و فرصت‌هـای تحقیقاتی نوینی دسـت می‌یابند، بعنوان مثال فرصت‌های علمی نوینی که سـبب پیدایش زمینه‌هـای تحقیقی هم چون بیوشـیمی، بیوانفورماتیـک، علـوم شـناختی و ... گردیـد را می‌تـوان برشـمرد

علوم رایانه نیز با توجه به پوشـش دادن زیر شـاخه‌های علمـی متنـوع خـود کـه از یک سـو «زمینه‌هـای نظری» همچون نظریهٔ محاسـبات، نظریهٔ اطلاعات و ... و از سـویی دیگر «زمینه‌های تکنولوژیکی» همچون صنعت سـخت‌افزار، صنعـت نرم‌افـزار، هوش مصنوعـی و ... را در بـر می‌گیرد، فرصتی را در راسـتای گفت‌وگوهای میان رشته‌ای برای خود فراهم می‌آورد. تعامل در سطح زمینه‌های نظری و نیز تعامل در سـطح زمینه‌هـای تکنولوژیکی با سـایر حوزه‌های علمی متناسب با شـرایط گفت‌وگو، تأثیراتی بسـیار بنیادین هم در روش‌شناسـی و هم در پیاده‌سـازیِ موضوعات و پروژه‌های گوناگون زیر شـاخه‌های علوم رایانه درپی خواهد داشـت.

حال برای پیشـبرد این رهیافت به فضایی برای گفت‌وگو نیـاز اسـت. ایـن فضـای گفت‌وگو از یـک طرف بایسـتی تنگناهای روش‌شـناختی هـر حوزهٔ مورد گفت‌وگـو را برای محقق آشـکار نماید و از طرفی دیگر بایستی در سطح کلان و خرد، فرصت‌های تحقیقی بالفعل را شـفاف‌تر و فرصت‌های تحقیقـی بالقوه را نمایان سـازد. در چند سـال اخیر برخی از محققـان علوم رایانه و فلسـفه بـا تأثیر از تفسـیر جهانی به روایت فناوری‌هـای نوین دیجیتالی و اطلاعاتی و احسـاس نیـاز به چشـم‌اندازی نوین برای بازخوانی چنین تفسـیری از جهان، مقالات و مباحث گوناگونی را با عناوینی خرد همچون اخلاق رایانه، فرهنـگ اینترنت، فن(/ هنر) دیجیتال، واقعیت مجازی، سایبرنتیک، فلسـفهٔ زبان‌های رایانه، قوانین حقوقی رایانه و بسـیاری دیگر را در قالب‌هایی کلان همچون فلسفه رایانش و اطلاعات، فلسـفهٔ سـایبر، فلسـفهٔ دیجیتال، فلسفه علـوم رایانه و ... طرح و ارائـه نمودند. بی‌تردیـد پراکندگی عناویـن و موضوعات این حوزه مطالعاتـی و تحقیقاتی نوین مانعـی جدی در درک و فهم مطلوب هر یک از این چالش‌ها و تأثیر این رویکردها بر دستاوردهای نوین علمی و نیز انتقال آموزشـی آنان به جامعهٔ علمی بود، از این رو برنامه گردآوری و یکپارچگـی ایـن پژوهش‌های پراکنده (دسـت‌کم در دههٔ اخیـر) در مهم‌ترین اولویـت قرار گرفت. در راسـتای تحقق ایـن مهم می‌توان به برگـزاری همایش‌ها و دوره‌های علمی ـ فلسـفی و نیز گردآوری و چـاپ مقالاتی در این موضوعات به‌طور متمرکز بر این حوزه، به موارد زیر اشـاره نمود:

۱. برگزاری دوره‌ای آموزشـی در فلسـفهٔ علوم رایانه در دانشـگاه مالاردالن سـوئد با همکاری جی. دی. کرنکویک[۱]

۲. برگـزاری دوره‌ای آموزشـی در موضوعاتی گزینشـی

علوم رایانه باتوجه به پوشش دادن زیر شاخه‌های علمی متنوع خود که از یک سو «زمینه‌های نظری» همچون نظریهٔ محاسبات، نظریهٔ اطلاعات و ... و از سویی دیگر «زمینه‌های تکنولوژیکی» همچون صنعت سخت‌افزار، صنعت نرم‌افزار، هوش مصنوعی و ... را در بر می‌گیرد،فرصتی را در راستای گفت‌وگوهای میان رشته‌ای برای خود فراهم می‌آورد

در این مقاله فرصت آن نیست تا گزارشی حتی اجمالی دربارهٔ هر یک از فعالیت‌های تحقیقاتی فوق ارائه شود، لیکن تنها به گزارشی از گردآوری سرفصل‌های آموزشی ویلیام جی. راپاپورت در برگزاری دورهٔ درسی «فلسفهٔ علوم رایانه» پرداخته‌می‌شود.

در طی نیم سال تحصیلی بهار ۲۰۰۴ میلادی ویلیام جی. راپاپورت عضو هیأت علمی گروه علوم و مهندسی رایانه و عضو هیأت علمی گروه فلسفه و مرکز علوم شناختی دانشگاه محلی نیویورک در بوفالو دوره‌ای درسی را برای دانشجویان ترم‌های آخر مقطع کارشناسی و ترم‌های اول مقطع کارشناسی ارشد علوم و مهندسی رایانه و نیز فلسفهٔ برنامه‌ریزی و پیشنهاد نمود. گزارش آموزشی ـ آزمایشی وی در ۷ بخش و ۴ ضمیمه گردآوری شده است:

۱. در بخش اول این گزارش وی به ضرورت و نیاز آموزشی این دورهٔ درسی برای دانشجویان مقاطع مذکور اشاره‌می‌کند.

۲. سپس در بخش دوم سرفصل‌های آموزشی مناسب در این دوره را بر می‌شمرد.

۳. در بخش سوم منابع درس گفتارهای خود را معرفی می‌نماید

۴. در بخش چهارم دربارهٔ هر یک از سرفصل‌های

از فلسفهٔ علوم رایانه در دانشگاه تل‌آویو با همکاری ای. دِرسنِر[۲]

۳. برگزاری دوره‌ای آموزشی در فلسفهٔ علوم رایانه در دانشگاه محلی آریزونا با همکاری برناد دبلیو. کوبس[۳]

۴. گردآوری و چاپ مقالاتی در زمینهٔ رایانش و فلسفه با عنوان «فلسفه سایبر» با سرویراستاری جیمز اچ. مور و تی.دبلیو. باینوم[۴]

۵. گردآوری و چاپ مقالاتی در زمینهٔ فلسفهٔ علوم رایانه با عنوان «فلسفه رایانش و اطلاعات» با سرویراستاری لوسیانوفلوریدی[۵]

۶. گردآوری سرفصل‌هایی آموزشی و ارائهٔ آزمایشی دوره‌ای درسی با عنوان «فلسفهٔ علوم رایانه» در دانشگاه محلی نیویورک در بوفالو توسط ویلیام جی. راپاپورت.[۶]

آموزشی پیشنهادی توضیح می‌دهد.

۵ . در بخش پنجم تنگناها و روش ارزیابی آموزشی خود را نسبت به دانشجویان مورد تدریس شرح می‌دهد.

۶ . در بخش ششم به بازخوردهای متنوع دانشجویان در مواجهه و تحت آموزش این سرفصل‌های درسی به اجمال اشاره می‌شود.

۷. در بخش آخر نیز به ارزیابی نهایی از این دورهٔ آموزشی ـ آزمایشی می‌پردازد. وی در ضمیمهٔ اول گزارش خود مقالات و منابعی را برای هر یک از سرفصل‌های آموزشی، در دو قسمت «لازم برای مطالعه» و «پیشنهاد برای مطالعه» تنظیم می‌نماید.

آنچه در ادامهٔ این مقاله مطالعه می‌نمایید، مبتنی بر بخش‌های دوم و چهارم این گزارش آموزشی است. در ارائهٔ این مطالب تلاش نموده‌ام علاوه بر معرفی سرفصل‌های آموزشی ویلیام جی. راپاپورت، با در اختیار گرفتن منابعی دیگر به معرفی آن موضوع و مسأله بپردازم. هدف خود از این روش گردآوری مطالب (و خارج شدن از قالب‌بندی گزارش آموزشی ویلیام جی. راپاپورت) را به‌منظور ارائهٔ ضرورت آموزشی و درگیری ذهنی محققان علوم و مهندسی رایانه به طور خاص با مسائل مورد بحث برمی‌شمرم.

۲. مسائل مطرح در فلسفهٔ علوم رایانه

۲-۱) فلسفه چیست؟

ابتدا به بررسی مفهوم فلسفه‌های مضاف می‌پردازیم. فلسفه‌های مضاف از ساختار کلی «فلسفهٔ X»[۷] برخوردارند. شاخه‌های فلسفی مانند فلسفهٔ روان‌شناسی، فلسفهٔ علم، فلسفهٔ تاریخ و ... از این نمونه‌اند. به طور کلی معرفتی که بر مضاف‌الیه (روان‌شناسی، علم، تاریخ و ...) چنین فلسفه‌هایی حاصل می‌شود؛ معرفت مرتبه دوم (Second order knowledge) هستند، به عبارت دیگر پرسش‌هایی (انتقادی) که بر روش، موضوع و غایت چنین دانش‌هایی (روان‌شناسی، علم، تاریخ و...) وارد می‌شوند به‌این دلیل که از قلمروی آن دانش (روان‌شناسی، علم، تاریخ و...) خارج می‌شوند به منزلهٔ فراپرسش می‌باشند، از این رو باید در فضایی دیگر مورد بررسی قرار گیرند. فلسفه را به منزلهٔ جست‌وجوی صدق در هر زمینه با ابزاری منطقی (که ممکن است به منطق قیاسی یا به‌طور گسترده به تحقیق علمی تجربی محدود شود) در نظر می‌گیریم. فلسفه‌های مضاف را مطالعهٔ پیش‌فرض‌های اساسی و اهداف اصلی هر رشتهٔ علمی تعریف می‌کنیم.

در ادامهٔ مقاله، پس از بررسی مفهوم فلسفه‌های مضاف به بررسی و تعریف «فلسفهٔ علوم رایانه» می‌پردازیم. تعریفی که بایستی از آن استفاده گردد بر اساس مفهوم فلسفه‌های مضاف می‌باشد، بنابراین بایستی بتواند چارچوب بحث و قلمروی پرسش‌ها و فراپرسش‌های مذکور را مشخص نماید.

برخی از اصول پایهٔ تفکر انتقادی و تحلیل استدلال غیرصوری، دربردارندهٔ مفاهیم زیر می‌باشند:

ـ استدلال؛ مجموعه‌ای از مقدمات و یک نتیجه،

ـ مقدمه؛ هر قضیه بولی مورد استفاده، یک نتیجه را پشتیبانی می‌کند،

ـ نتیجه؛ هر قضیه بولی تلاشی است در جهت توجیه استنتاج بر اساس استدلالی منطقی،

ـ استدلال معتبر؛ هر استدلالی معتبر است اگر و فقط اگر غیرممکن باشد که از تمام مقدمات درست، نتیجه‌ای نادرست استنتاج شود. این مفهوم معنایی هم‌چنین می‌تواند با مفهومی نحوی تکمیل شود: هر استدلالی از لحاظ نحوی معتبر است اگر و فقط اگر صورتی از مجموعهٔ صورت‌های استدلالی استاندارد معتبری را برخوردار باشد که از لحاظ معناشناختی معتبر باشد، همچون قیاس استثنایی،

ـ استدلال واقعی؛ استدلالی غیراستاندارد ولی مفید است، بدین مفهوم که: هر استدلالی واقعی است اگر و فقط اگر تمام مقدمات آن صادق باشند،

ـ سازگاری؛ هر استدلالی سازگار است اگر و فقط اگر واقعی و معتبر باشد.

پس از معرفی مقدمات یک تحلیل منطقی، به بررسی روش‌ها و ابزارهای تحلیل می‌پردازیم و فنون استدلال ـ تحلیل را به طور دقیق معرفی می‌کنیم.

آیا علوم رایانه، یک علم است، زمینه‌ای مطالعاتی است، بدنهٔ معرفت است، رشته‌ای مهندسی است یا ...

۲-۲) علوم رایانه چیست؟

اگر بخواهیم به این پرسش، پاسخی نهایی و گسترده دهیم، شاید بتوان هر فعالیتی را که محققان علوم رایانه دنبال می‌کنند مورد تأمل قرار دهیم.

ـ علوم رایانه، علم به رایانه‌ها و دربردارندهٔ برخی پدیده‌ها است، پدیده‌هایی همچون الگوریتم‌ها و ... (نیوول ۱۹۶۷)،[۸]

ـ علوم رایانه، مطالعهٔ الگوریتم‌ها و پدیده‌های مربوط به آن است (کنوس ۱۹۷۴)،[۹]

ـ علوم رایانه، مطالعهٔ تجربی پدیده‌های مربوط به رایانه‌ها است (نیوول و سیمون ۱۹۷۶ و سیمون ۱۹۹۶)،[۱۰]

ـ علوم رایانه، علمی طبیعی است نه صرفاً دربارهٔ رایانه‌ها و الگوریتم‌ها، بلکه دربارهٔ روال‌ها (شِپیرو ۲۰۰۱)،[۱۱]

ـ علوم رایانه، یک علم نیست بلکه شاخه‌ای از مهندسی است (بروکس ۱۹۹۶)،[۱۲]

ـ علوم رایانه، بدنهٔ معرفتی است که با پردازش و انتقال اطلاعات سروکار دارد (دِنینگ ۱۹۸۵)،[۱۳]

ـ علوم رایانه، مطالعهٔ خود اطلاعات است (هارمینز و لین ۱۹۹۲)،[۱۴]

ـ علوم رایانه، مطالعهٔ پدیده‌های مجازی است (کروکرافت ۲۰۰۵).[۱۵]

هر یک از پاسخ‌های مذکور به‌طور گسترده می‌توانند هم‌ارز باشند، اما واقعیت آن است که هر رهیافت به این پرسش از دورنماهایی متفاوت است: برخی بر روی سخت‌افزار رایانه تأکید می‌نمایند، بعضی بر روی الگوریتم‌ها، پردازش‌ها، روال‌ها و به‌عبارتی دیگر بر روی نرم‌افزار رایانه تأکید می ورزند یا بر روی مفهومی انتزاعی‌تر همچون اطلاعات تمرکز می‌کنند

حتی دربارهٔ خود واژهٔ «علم» نیز می‌توان بحث کرد؛ آیا علوم رایانه، یک علم است، زمینه‌ای مطالعاتی است، بدنهٔ معرفت است، رشته‌ای مهندسی است یا ... ؟ این واژهٔ مصطلح نیز خود دست‌خوش تغییر است؛ علوم محاسباتی (/ رایانشی) (Computing Science)، علوم رایانه Computer (Science)، انفورماتیک (Informatics) یا واژه‌ای دیگر. البته شاید این تنوع نام نیز بیش از آن که دلایلی فلسفی داشته باشد، دلایلی سیاسی برای خود داشته باشد.

از این رو بهتر است این پرسش را به زیرپرسش‌هایی دیگر تقسیم کنیم تا بتوانیم پرسش‌های اصلی و عمدهٔ حول این موضوع را پاسخ دهیم.

علم چیست؟ مهندسی چیست؟

آیا علوم رایانه یک علم است؟ یا شاخه‌ای از مهندسی است؟

اگر علوم رایانه، علم باشد، علم به چه چیزی است؟

آیا علم به رایانه‌ها است؟

پرسش از این که آیا علوم رایانه واقعاً علم است یا نه و این که آیا شاخه‌ای از مهندسی است یا نه، موضوع چندین

الگوریتم چیست؟ آیا الگوریتم، مفهومی متفاوت از روال است؟ بسیاری از محققان، الگوریتم را شبیه یک دستورالعمل می‌دانند، آیا این چنین است یا تمایز مهم‌تری وجود دارد؟

مقاله بوده اســت. از این رو ابتدا از پرسش علم چیست؟ آغاز می‌کنیــم. در این پرســش از اهــداف علم می‌گوییــم که آیا بایســتی صرفاً به توصیــف جهان بپردازد یا این که بایســتی جهــان را تبیین نماید؟ و نیز به بررســی طبیعــت نظریه‌های علمــی می‌پردازیــم که آیــا آنان صرفــاً ابزار هســتند یا این کــه واقعیــت دارند؟ دربــارهٔ روش علمی بحــث می‌کنیم که تجربی‌اند یا انباشــتی یا ناشی از پارادایم و انقلاب هستند؟ و این‌که شاخه‌های علم چیست؟

ســپس به دنبــال تاریــخ مهندســی می‌رویــم و دربارهٔ مهندســی به منزلهٔ علمی کاربردی بحــث می‌کنیم، آن را بر اســاس آموزشــی حرفه‌ای و به مثابهٔ فعالیــت طراحی تعریف می‌کنیــم. علوم رایانه را به منزلهٔ نوع نوینی از مهندســی که بــر روی نظریه، طراحی، تحلیل و پیاده‌ســازی الگوریتم‌های پردازش اطلاعــات مطالعه می‌نمایــد، تعریف می‌کنیــم.

رایانه چیســت؟

آیا علوم رایانه، علم به رایانه اســت؟

در نتیجه، رایانش چیســت؟

تــا اینجا علوم رایانه را به منزلهٔ علم یا مطالعهٔ مقدمات رایانه تعریف کردیم. حال می‌پرســیم رایانه چیســت؟ این پرســش موضوع گسترده‌ای است، از این رو آن را به دو بخش تقسیم می‌کنیم.

بخش اول پرســش از: رایانه چیســت؛ مطالعهٔ تاریخی رایانه‌ها

در بخــش اول به بررســی تاریخی رایانه‌هــا می‌پردازیم. دو هدف به طور موازی تعقیب می‌شــود:

ـ هدف از ساخت ماشین‌های محاسبه‌گر

ـ هدف فراهم نمودن بنیانی برای ریاضیات

ایــن دو هدف تــا پیش از قــرن بیســتم از یکدیگــر متمایز بودند، اما در نیمهٔ اول قرن بیســتم به یکدیگر نزدیک شدند. هدف اول مدیون فعالیت‌های بابیج، آکِن، آتاناســوف و بِری، تورینگ، اِکِرت و مائوچلی است. هدف دوم وام‌دار لایبنیتس، بــول، فرگه، هیلبــرت، تورینگ، چرچ و گودل می‌باشــد. در این قســمت بــه مطالعــهٔ مختصری دربــارهٔ تاریــخ رایانه‌ها می‌پردازیــم.

الگوریتم چیســت؟ آیــا الگوریتم، مفهومــی متفاوت از روال است؟ بسیاری از محققان، الگوریتم را شبیه یک دستورالعمل می‌دانند، آیا این چنین اســت یا تمایز مهم‌تری وجود دارد؟

تز چرچ- تورینگ چیســت؟

پاســخ اصلی دیگر به پرســش این که علوم رایانه چه چیزی را مطالعه می‌کند: الگوریتم‌ها اســت. این قســمت از تحقیق را نیز به دو بخش تقســیم می‌کنیم که بخش اول به بررســی چیســتی محاســبه(/رایانش) می‌پردازد.

بخش اول پرسش از: الگوریتم چیست؛ بررسی مفهوم محاسبه‌پذیری

تبییــن نوع اول علوم رایانه به طور غیر صوری به صورت زیر پیــش می رود: تابعی از f (کــه f مجموعه‌ای از دوتایی‌های مرتب یا ورودی‌ها و خروجی‌ها اســت) محاسبه‌پذیر است؛ بر اســاس این تعریف الگوریتــــــم، تابع f را محاسبه می‌کند، یعنــی یک الگوریتم A بــرای تمام i های ورودی وجود دارد که $A(i) = f(i)$، و i مشــخص می‌کنــد که چگونه ورودی‌ها و خروجی‌هــای f بــه یکدیگر مرتبط می‌شــوند (یــا چگونه خروجی‌های f توســط ورودی‌هایش تولید می‌شوند). از این رو یــک الگوریتم بــرای مســأله P می‌تواند بــه مثابهٔ روالی کران‌منــد (مثلاً مجموعــه‌ای از دســتورالعمل‌های کران‌مند) برای حل P تعریف شــود، یعنی:

ـ عــدم ابهام برای رایانه یا انســانی کــه آن را اجرا می کند؛ یعنی تمام مراحلِ روال بایســتی برای اجراکننده روشــن و خوش تعریف باشــد، و

ـ قابــل اجرا؛ یعنی بایســتی ســرانجام متوقف شــود، و بایســتی خروجی، جواب صحیحی برای P باشــد.

در این قسمت برای فهم مطلوب مفهوم الگوریتم نیازمند تعریف محاســبه‌پذیری تورینگ می‌شــویم. تورینگ در مقالهٔ «درباره اعداد محاســبه‌پذیر (۱۹۳۶)»[۱۶] به این مهم پرداخته اســت. این مقاله دربردارندهٔ نکات فلســفی بسیاری است که برای ورود به بحث اصلی یاری‌مان می‌کند. در این قسمت به

برخی محققان ادعا دارند که اشکالی از رایانش وجود دارد که از جهاتی فراتر از محاسبه (/ رایانش) ماشین تورینگ (TM) است و آن را تحت عنوان ابررایانش (Hypercomputation) نام می‌برند

بررسی تاریخ تحقیق ریاضیاتی در باب مفهوم محاسبه‌پذیری می‌پردازیم و رابطه میان (۱) تز تورینگ (Turing's thesis)؛ یک تابع (به طور غیر صوری) محاسبه‌پذیر است اگر و فقط اگر محاسبه پذیر TM [۱۷] باشد، با (۲) تز چرچ (Church's thesis)؛ یک تابع (به طور غیرصوری) محاسبه‌پذیر است اگر و فقط اگر قابل تعریف لامبدأ (lambda-definable) (که به‌طور منطقی هم‌ارز با مفهوم بازگشتی و البته مفهوم محاسبه‌پذیر TM است) باشد.

بخش دوم پرسش از: رایانه چیست؛ بررسی مسائل فلسفی رایانه‌ها

پس از ارائهٔ این پیش زمینه، پرسش‌های فلسفی در حواشی طبیعت رایانه‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. جان سرل در مقالهٔ «آیا مغز، کامپیوتری دیجیتال است؟ (۱۹۹۰)»[۱۸] استدلال می‌کند که هر شیئی، رایانه‌ای دیجیتال است و پاتریک هایز در مقالهٔ «یک رایانه چیست؟ (۱۹۹۷)»[۱۹] برآن است تا به ادعای سرل پاسخ دهد. دیدگاه هایز آن است که رایانه را می‌توان ماشینی دیجیتال در نظر گرفت که الگوها را به منزلهٔ ورودی دریافت کرده و بر روی آنان تغییراتی را صورت داده یا به الگوهایی دیگر تبدیل می‌کند و رایانه سبب می‌شود که تغییرات مورد توصیف روی دهد. و توماسون (۲۰۰۳) ترجیح می‌دهد که رایانه را ابزاری در جهت تغییر انتساب‌های متغیر تعریف کند.[۲۰] از این رو می‌بینیم، تعیین مشخصه‌ای دقیق به‌منظور پاسخ به چیستی رایانه، بسیار مشکل است و جایی برای گفت‌وگو دارد.

بخش دوم پرسش از: الگوریتم چیست؛ بررسی مسائل فلسفی الگوریتم‌ها

تعریف الگوریتم به مراتب مشکل‌تر از تعریف رایانه است. در حوزهٔ ریاضیات کاربردی به طور عام و در حوزهٔ نظریهٔ محاسبات به طور خاص فعالیت‌های گسترده‌ای شکل گرفته است؛ کسانی چون چرچ، گودل، کلین، مارکوف، تورینگ، پوست و بسیاری دیگر از این دسته‌اند. در عمدهٔ مباحث مقدماتی علوم رایانه، الگوریتم‌ها به دستورالعمل‌ها تشبیه می‌گردند که البته تشبیهی روشن‌کننده است. لکن تفاوت‌هایی بسیار روشن‌تر نیز میان این دو مفهوم وجود دارند. بِث پرستون (۲۰۰۰)[۲۱] دستورالعمل‌ها را بیشتر شبیه مشخصه‌ها برمی‌شمرد تا الگوریتم‌ها. کارول کِللند[۲۲] در مقالاتی گوناگون تفاوت‌های میان الگوریتم‌ها، دستورالعمل‌ها و روال‌ها را بیان می‌کند. وی به ارائه مفهوم روال‌های مادی[۲۳] (روال‌های علی، دستورالعمل‌های دربردارنده) که روال‌هایی اجرایی‌اند، می‌پردازد و استدلال می‌کند اینان محاسبه‌پذیر TM نیستند چرا که اجرایی بودنشان وابسته به جهان خارج است.

برخی محققان ادعا دارند که اشکالی از رایانش وجود دارد که از جهاتی فراتر از محاسبه (/ رایانش) ماشین تورینگ (TM) است و آن را تحت عنوان ابررایانش (Hypercomputation) نام می‌برند. ابررایانش چیست؟

پاسخ به این پرسش‌ها فضای مورد مطالعهٔ محقق علوم رایانه را برایمان آشکار می‌کند. ابررایانش نامی بود که توسط فیلسوف شهیر جک کوپلند (۲۰۰۲)[۲۴] برای محاسبهٔ توابعی که نمی‌توانند به صورت TM محاسبه شوند، ارائه گردید. در این رساله به‌طور مختصر به بررسی ماشین‌های اوراکل تورینگ[۲۵]، ماشین‌های آزمون و خطای پاتناوم و گولد[۲۶] (ماشین‌های تورینگی که آخرین پاسخ را می‌شمرند، نه اولین پاسخ را)، ماشین‌های زئوس با سرعت نامحدود بوولوس و جِفری[۲۷] و ماشین‌های تعاملی ویگنر[۲۸] (همچون ماشین‌های گوینده خودکار یا دستگاه‌های نگهداری خطوط هوایی) پرداخته می‌شود. هم‌چنین به تز کاوگِل[۲۹] اشاره می‌گردد که ماشین‌های پاتناوم ـ گولد برای توفیق در پروژهٔ هوش مصنوعی ممکن است به آن نیاز داشته باشند.

۲-۳) یک برنامهٔ رایانه‌ای چیست؟

برای پاسخ به پرسش اصلی بر روی پنج جنبه از این پرسش تمرکز می‌کنیم:

رابطهٔ یک برنامه با آن چه که مدل یا شبیه‌سازی می‌نامیم، چیست؟

بعضی دانشمندان علوم شناختی رایانشی ادعا دارند که نظریه‌های شناختی آن گونه که به‌طور قابل قبولی در برنامه‌های رایانه‌ای اظهار می‌شوند نه در زبان‌های آماری یا ریاضیاتی و نه حتی در زبان طبیعی اظهار نمی‌شوند

شبیه‌سازی چیست؟ آیا برنامه‌ها، نظریه‌هایی علمی‌اند؟

بعضی دانشمندان علوم شناختی رایانشی (هم چون پیلیشین ۱۹۸۴، جانسون و لایرد ۱۹۸۸) ادعا دارند که نظریه‌های شناختی آن گونه که به‌طور قابل قبولی در برنامه‌های رایانه‌ای اظهار می‌شوند نه در زبان‌های آماری یا ریاضیاتی و نه حتی در زبان طبیعی اظهار نمی‌شوند. این برنامه‌ها، با لحاظ نظریه‌ها، مدل‌ها (یا پیاده‌سازی نظریه‌ها)، می‌توانند پس از اجرا شدن، آزمایش شوند که آیا نظریهٔ مطرح، مدل مناسبی از شناخت هست یا خیر. البته استدلال شده است که چنین برنامه‌ای صرفاً مدل یا شبیه‌سازی پدیده‌شناختیِ مورد تحقیق است و بعضی نیز آن را ارائه‌دهندهٔ قابلیت‌های واقعی شناختی بر می‌شمرند. بر اساس چنین پیش زمینه‌ای به بحث دربارهٔ ارتباط میان نظریه‌ها و مدل‌ها، شبیه‌سازی‌های امر واقع و شبیه‌سازی‌های مصنوع‌ها می‌پردازیم. از این رهگذر به بررسی نظریه‌های فلسفی تبیین علمی و نظریه‌های فلسفی مدل‌های علمی خواهیم رسید.

پیاده‌سازی چیست؟

پیاده‌سازی، مفهومی فراگیر در علوم رایانه است، اما بندرت مورد تعریف قرار می‌گیرد و از این رو مسأله فلسفی مناسبی می‌تواند باشد. در علوم رایانه گفته می‌شود که برنامه‌ها، الگوریتم‌ها را پیاده‌سازی می‌کنند. برنامه‌های سطح بالا می‌توانند به زبان ماشین پیاده‌سازی شوند. ساختمان داده‌های ویژه (هم‌چون آرایه‌ها) می‌توانند نوع داده‌های مجرد (ADT) را (همچون پشته‌ها) پیاده‌سازی کنند، در عین حال برخی ADTها (هم‌چون پشته‌ها) می‌توانند در ADTهای دیگر (هم‌چون لیست‌های پیوندی) پیاده‌سازی شوند. آیا پیاده‌سازی ارتباطی میان مفهومی انتزاعی و شیئی غیرانتزاعی (واقعی) است یا صرفاً می‌تواند ارتباطی میان دو مفهوم انتزاعی باشد؟ هم‌ریخت‌گرا است یا چندریخت‌گرا؟ در رد استدلال سرل که هر شیئی را رایانه می‌دانست، دیوید چالمرز مفهوم پیاده‌سازی را به منزلهٔ هم‌ریخت‌گرایی توسعه بخشید. راپاپورت (۱۹۹۹) اعتقاد دارد، پیاده‌سازی بهترین نگرش به‌مثابهٔ تعبیر معناشناسیِ یک دستگاه صوری انتزاعی است. در این قسمت به بسط و گسترش مفاهیم نحو، معناشناسی و دستگاه‌های صوری پرداخته می‌شود.

نرم‌افزار چیست؟ چه رابطه‌ای با سخت‌افزار دارد؟

در عمدهٔ دوره‌های مقدماتی علوم رایانه تمایز میان نرم‌افزار و سخت‌افزار را بدیهی در نظر می‌گیرند. دانشمندان و فیلسوفان علوم رایانه به گونه‌ای دیگر می‌اندیشند. جیمز مور در مقالهٔ خود با عنوان «سه اسطورهٔ علوم رایانه (۱۹۷۸)»[۳۰] به نقص تمایزِ تعریفی معمول میان نرم‌افزار انتزاعی و سخت‌افزار غیرانتزاعی اشاره می‌کند. وی استدلال می‌کند نرم‌افزار، برنامه‌ای رایانه‌ای است که توسط افراد قابل تغییر است. این خصوصیت به نرم‌افزار اجازه می‌دهد تا زمانی که ساختاری سخت‌افزاری نیافته است، قابل تغییر باشد. پیتر سوبر (۱۹۸۸)[۳۱] به خوبی دیدگاه انتزاعی بودن نرم‌افزار را استدلال می‌کند و صورت نحوی آن را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. سرانجام آن که کولبِرن (۱۹۹۹)[۳۲] نرم‌افزار را به‌مثابهٔ «تجرید نامجرد»[۳۳] ملاحظه می‌نماید: نرم‌افزار تا جایی که متنی در زبانی صوری (به صورت انتزاعی) می‌باشد «رسانه‌ای توصیفی»[۳۴] است، و آنجا که در مدارهای الکتریکی و نیمه‌رساناها (به صورت واقعی) پیاده‌سازی می‌شود «رسانه‌ای اجرایی»[۳۵] است.

آیا برنامه‌های رایانه‌تری می‌توانند یا بایستی حق انحصاری شدن[۳۶] یا حق ثبت[۳۷] داشته باشند؟

این موضوع که آیا برنامه‌های رایانه‌تری ماهیتی انحصاری دارند یا از ماهیتی ثبتی برخوردارند موضوعی قابل توجه است، چراکه موارد و عناوین حقوقی، اجتماعی و متافیزیکی را ترکیب می‌کند. در این بحث بر روی خصوصیت متافیزیکی این مبحث متمرکز می‌گردد که ارتباطی مهم با موضوع ماهیت نرم‌افزارها دارد. در اینجا یک پارادوکس وجود دارد: اگر برنامه‌ای رایانه‌تری به منزلهٔ متنی نوشتاری در نظر گرفته شود، از این رو بر اساس تعریف، قابل دریافت حق انحصاری است. لکن از آنجا که بسیاری برنامه‌های مشابه بر روی لوح فشرده و قابل اجرا بر روی رایانه‌تر وجود

این که برنامه‌ها می‌توانند به طور صوری تأیید شوند، زیر شاخه‌ای از علوم رایانه و مهندسی نرم‌افزار است که روش‌های صوری را به منظور اثبات صحت برنامه‌ها مورد ملاحظه قرار می‌دهد

دارند، می‌توانند به‌مثابهٔ ماشینی ملاحظه شوند که بر اساس تعریف قابل ثبت هستند. از طرفی دیگر می‌دانیم که بر اساس تعاریف حقوقی هیچ چیز نمی‌تواند هم قابل انحصاری شدن و هم قابل ثبت باشد و هر دوی این مفاهیم در برابر برنامه‌های رایانه‌تری «متن باز»[۳۸] Patented قرار می‌گیرند که مسائل و مفاهیم حقوقی را به چالش در می‌آورند (کولبِرن ۱۹۹۹).[۳۹] آلن نیوول در نشست بازنگری حقوقی ۱۹۸۶ –۱۹۸۵ دانشگاه پترزبورگ استدلال نمود که دانشمندان علوم رایانه به اهرم‌های حمایتی حقوقی بهتری برای محصولات رایانه‌تری خود از قبیل الگوریتم‌ها، برنامه‌ها و ... نیاز دارند.[۴۰] در مقابل حقوق‌دانانی چون کوئِپسِل (۲۰۰۰)[۴۱] استدلال می‌کنند حقوق‌دانان به روش‌های حمایتی حقوقی بهتری برای تأمین و سازگاری موارد حقوقی با توجه به طبیعت غیریکسان نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای رایانه‌تری نیازمندند. این نکته در هر دوی این موارد یک ناسازگاری میان موجودیت‌های علوم رایانه‌تر از سویی و از طرف دیگر قوانین حمایتی حقوقی پدید می‌آورد که این ناسازگاری را می‌توان در هستی‌شناسی رایانه‌تری و هستی‌شناسی حقوقی دنبال نمود.

آیا برنامه‌های رایانه‌تری می‌توانند تأیید شوند؟

این‌که برنامه‌ها می‌توانند به طور صوری تأیید شوند، زیر شاخه‌ای از علوم رایانه و مهندسی نرم‌افزار است که روش‌های صوری را به منظور اثبات صحت برنامه‌ها مورد ملاحظه قرار می‌دهد. برین‌کانت‌وِل اِسمیث و جیمز فیتزِر دو فیلسوفی هستند که به رهیافت تأییدپذیری برنامه‌های رایانه‌تری انتقاد دارند.

برین‌کانت‌وِل اِسمیث در مقالهٔ «محدودیت‌های [بررسی] صحت در رایانه‌ها (۱۹۸۵)»[۴۲] به تفصیل دراین‌باره پرداخته است. وی در این مقاله استدلال می‌کند شکافی میان جهان و مدل‌هایمان از جهان وجود دارد و رایانه‌ها به طور مضاعف با تکیه بر مدل‌های این مدل‌ها از میان برداشته می‌شوند، حال آن‌که رایانه‌ها بایستی در جهان واقعی فعالیت کنند.

منتقد دیگر جیمز فیتزر، در مقالهٔ خود با عنوان «تأیید برنامه: بسیاری ایده‌ها»[۴۳] که در نشریهٔ ارتباطات *ACM* در سال ۱۹۸۸ به چاپ رسید به بحث دربارهٔ نقاط قوت و ضعف تأییدگرایی می‌پردازد. به‌طور خلاصه، فیتزر استدلال می‌کند که برنامه‌ها نمی‌توانند تأیید شوند چرا که از لحاظ منطقی نمی‌توان رد نشدن سیستم‌های علی را اثبات کرد؛ منتهای مراتب می‌توان الگوریتمی را تأیید کرد. استدلال فیتزر را می‌توان بر اساس ارتباط میان الگوریتم‌ها و برنامه‌ها مورد تأمل قرار داد.

۲-٤) فلسفهٔ هوش مصنوعی چیست؟

هوش مصنوعی چیست؟

رابطهٔ محاسبه با شناخت چیست؟

آیا رایانه‌ها می‌توانند فکر کنند؟

آزمون تورینگ و استدلال اتاق چینی چیست؟

فلسفهٔ هوش مصنوعی خود می‌تواند موضوعی مستقل در نظر گرفته شود که مباحث فلسفی بسیاری را در برمی‌گیرد. لیکن در این مقاله فلسفهٔ هوش مصنوعی به منزلهٔ زیر شاخه‌ای از فلسفهٔ علوم رایانه در نظر گرفته شده است. از این رو، خود را محدود به دو موضوع اصلی آن می‌نماییم؛ آزمون تورینگ (Turing Test) و استدلال اتاق چینی سِرل.[۴۴]

آزمون تورینگ را بر اساس دو مقاله مطرح تورینگ «دربارهٔ محاسبه‌پذیری (۱۹۳۶)»[۴۵] و مقالهٔ «آیا رایانه‌ها می‌توانند فکر کنند؟ (۱۹۵۰)»[۴۶] متمرکز می‌کنیم. تورینگ در مقالهٔ دوم خود استدلال می‌کند برای رایانه‌ای می‌توان قابلیت تفکر را در نظر گرفت که در طی یک آزمون نتوانیم رفتار زبانی رایانه را از رفتار زبانی انسان تمایز دهیم.

جان سرل در مقالهٔ «ذهن‌ها، مغزها و برنامه‌ها (۱۹۸۰)»[۴۷] به انتقاد از آزمون تورینگ می‌پردازد و آن را شرط کافی برای پذیرش قابلیت تفکر نمی‌داند. وی استدلال

می‌کند رایانه‌ای را می‌توان در نظر گرفت که آزمون تورینگ را از سر بگذراند لیکن در حقیقت قابلیت تفکر نداشته باشد. وی بیان می‌دارد که دستکاری ترتیب نمادهای نحوی‌ای که رایانه‌ها این فرآیند را انجام می‌دهند می‌تواند در جهت تعبیر معنایی این نوع که نیاز به شناخت رایانه دارد، کفایت کند. راپاپورت در مقاله‌ای دیگر (۲۰۰۰) به نقد ادعای سرل می‌پردازد.

۲-۵) اخلاق رایانه چیست؟

آیا بایستی به تصمیم رایانه‌ها اعتماد کنیم؟

آیا بایستی رایانه‌هایی هوش‌مند بسازیم؟

در این قسمت به بررسی مسأله اخلاق از دیدگاه علوم رایانه یا به بیانی بهتر به بررسی مسأله اخلاق متأثر از رهیافت علوم رایانه پرداخته می‌شود. این موضوع خود نیز می‌تواند، بصورت موضوعی مجزا و به منزلهٔ مسأله‌ای فلسفی بررسی گردد. لیکن در این‌باره بر روی مقاله مور با عنوان «علم اخلاق رایانه چیست؟ (۱۹۸۵)»[۴۸] متمرکز می‌شویم. مور ادعا می‌کند که نیازمند برخورداری از نظریه‌های متافیزیکی و هستی‌شناختی دربارهٔ رایانه‌ها (بخصوص، سازگاری منطقی‌شان) و پدیدارهای مرتبط هستیم تا بر این اساس بتوان به پرسش‌های اخلاقی و اجتماعی دربارهٔ طبیعت رایانه‌ها و کاربری‌شان پاسخ داد.

در این مقاله دو پرسش فوق را مورد تأمل فلسفی قرار می‌دهیم. ابتدا مقالهٔ مور با عنوان «آیا هرگز تصمیم رایانه‌ها را بایستی بکار گرفت؟ (۱۹۷۹)»[۴۹]؛ یکی از دیدگاه‌های عمده بر آن است هیچ تصمیمی را از رایانه‌ها نبایستی بکار گرفت، بعبارتی دیگر دست‌کم مادامی که ردپای رایانه‌ها، عمیق‌تر از انسان‌ها نیست بایستی در پذیرش یا رد تصمیمات رایانه‌ای تأمل نمود. فِریدمن و کاهن در مقالهٔ « انسان‌ها مسؤولیت‌پذیرند اما کامپیوترها خیر (۲۹۹۱)»[۵۰] استدلال می‌کنند که تصمیمات رایانه‌ها را لزوماً نبایستی به کار برد، چرا که تنها انسان‌ها توانایی درک اهرم‌های اخلاقی‌رادارند.

پرسش دوم را با مقاله‌ای از میشل آر. لاچت با عنوان «هوش مصنوعی و علم اخلاق: تمرینی در پندار اخلاقی (۱۹۸۶)»[۵۱] پی می‌گیریم. ابتدا به معرفی مفهوم زندگی مصنوعی (Artificial life) پرداخته می‌شود. سپس می‌توان مسائل فلسفی حول این موضوع با محوریت اساسی‌ترین

پرسش‌های اخلاقی را طرح و بررسی نمود.

نتیجه‌گیری

آنچه در این مقاله اشاره شد، صرفاً ارائهٔ فرصت‌ها و زمینه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی است که «فلسفهٔ علوم رایانه» به طور خاص پیش روی محققان علوم و مهندسی رایانه و فلسفه‌پژوهان قرار می‌دهد. آن‌چنان که پیش‌تر مطرح گردید این مقاله به تحلیل فلسفی هیچ یک از فراپرسش‌های طرح شده نپرداخت، بلکه با ارائهٔ فهرست گونه‌ای (هر چند مختصر) بر آن بود دو نکتهٔ اساسی را آشکار کند:

ـ از سویی ضرورت درک و بررسی چنین مسائلی را نزد محققان علوم رایانه یادآور شود؛ تا ایشان از کارآمدی‌ها و ناکارآمدی‌های نظریه‌ها و ابزارهایی که با آنان مشغول پژوهش و تحقیق می‌باشند (فراتر از حوزهٔ مورد مطالعه خود) آگاهی یابند و

ـ از سویی دیگر (که در این مجال کم‌تر به آن پرداخته شد) خاطر نشان شد که در راستای رویکردی نظری ـ فلسفی به حوزهٔ مورد پژوهش و بازتاب نتیجهٔ کاربردی این رویکرد (حتی بصورت بالقوه)، آن‌چه به نظر می‌آید آن است که در عصر حاضر مرز میان نظریه و فناوری چنان باریک شده است که کوچک‌ترین تغییر در خط‌مشی هر یک نه تنها دیگری را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه سایر حوزه‌های دانش و معرفت بشری را به چالش در می‌آورد.

منابع و مراجع

[1] Rapaport, William J. (2005), *Philosophy of Computer Science: An Introductory Course*, State University of New York at Buffalo [http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/].

[2] Moor, James H. & Bynum, Terrell W. (2002), *Cyber Philosophy*, (Malden, MA: Blackwell).

[3] Floridi, Luciano (2004), *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information* (Malden, MA: Blackwell).

[4] Floridi, Luciano (2002), *What Is the Philosophy of Information?*, in Cyber philosophy, edited by J. H. Moore & T. W. Bynum, Blackwell publishing, 2002.

[۵] ثقةالاسلامی، علیرضا (۱۳۸۴)، تبیینِ جهان چند پارادایمی، چهارمین همایش علوم پایه ۱۳۸۴، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

پانوشت‌ها:

* aseghatoleslami@yahoo.com

1. Swedish National Course on Philosophy of Computer Science, at Malardalen University (Sweden), coordinated by Gordana Dodig-Crnkovic [http://www.idt.mdh.se/_gdc/PI-network-course.htm].

2. Selected Topics in the Philosophy of Computer Science, at Tel Aviv University (Israel), taught by Eli Dresner [http://www.tau.ac.il/humanities/digicult/english.htm].

3. Philosophy of Computing, at Arizona State University, taught by Bernard W. Kobes [http://www.asu.edu/clas/philosophy/course descripts.htm].

4. Moor, James H. & Bynum, Terrell W. (2002), *Cyber Philosophy*, (Malden, MA: Blackwell).

5. Floridi, Luciano (2004), *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information* (Malden, MA: Blackwell).

6. Rapaport, William J. (2005), *Philosophy of Computer Science: An Introductory Course*,

31. “software is abstract” (Peter Suber, 1988).

32. Colburn, 1999.

33. concrete abstraction.

34. medium of description.

35. medium of execution.

36. Patented.

37. Copyrighted.

38. Open source.

39. Colburn 1999.

40. The symposium on this topic in the University of Pittsburgh Law Review (Allen Newell, 1985-1986).

41. Koepsell, 2000.

42. “Limits of Correctness in Computers” (Brian Cantwell Smith, 1985).

43. “Program Verification: The Very Idea” (James Fetzer, 1988).

44. Chinese-Room Argument.

45. “On Computability” (Turing, 1936).

46. “Whether Computers Can Think?” (Turing, 1950).

47. “Minds, Brains, and Programs” (John Searle, 1980).

48. “What Is Computer Ethics?” (Moor, 1985).

49. “Are There Decisions Computers Should Never Make?” (Moor, 1979).

50. “People Are Responsible, Computers Are Not” (Friedman & Kahn, 1992).

51.“Artificial Intelligence and Ethics: An Exercise in the Moral Imagination” (Michael R. LaChat, 1986).31. “software is abstract” (Peter Suber, 1988).

State University of New York at Buffalo [http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/].

7. Philosophy of X.

8. Newell et al., 1967.

9. Knuth, 1974.

10. Newell & Simon, 1976; cf. Simon, 1996.

11. Shapiro, 2001.

12. Brooks, 1996.

13. Denning, 1985.

14. Hartmanis & Lin, 1992.

15. Crowcroft 2005.

16. “On Computable Numbers” (Turing, 1936).

17. TM-computable (Turing Machine Computable).

18. “Is the Brain a Digital Computer?” (John Searle, 1990).

19. “What Is a Computer?” (Patrick Hayes, 1997).

20. “change[s] variable assignments”—is offered in Thomason 2003: 328.

21. Beth Preston, 2000.

22. Carol Cleland, 1993, 1995, 2001, 2002.

23. mundane procedures.

24. Jack Copeland, 2002.

25. Turing’s “oracle” machines.

26. Putnam’s and Gold’s “trial & error” machines.

27. Boolos & Jeffrey’s infinitely-accelerating “Zeus” machines.

28. Wegner’s “interaction” machines.

29. Kugel’s (2002) thesis.

30. “Three Myths of Computer Science” (James Moor, 1978).