گزارش کامپیوتر

ISSN 1735 - 4404

ماهنامه انجمن انفورماتیک ایران

سال چهل و هشتم، مرداد و شهریور ۱۴۰۵، شمارهٔ ۲۸۵

www.isi.org.ir

ماهنامهٔ انجمن انفورماتیک ایران
(فعلاً هردوماه یکبارمنتشرمی شود.)

گزارش کامپیوتر

سال چهل و هشتم، مرداد و شهریور۱۴۰۵، شمارهٔ۲۸۵

صاحب امتیاز: انجمن انفورماتیک ایران
مدیر مسئول و سردبیر: ابراهیم نقیب‌زاده مشایخ

مقاله‌ها و گزارشهای تالیفی یا ترجمه خود را برای گزارش کامپیوتر بفرستید. مطالب ارسالی را با خط خوانا (یا ماشین شده) بر یک روی کاغذ بنویسید فاصله کافی برای افزودن اصلاحات ویرایشی در بین خط‌ها و حاشیه در نظر بگیرید. در صورت ارسال مطلب ترجمه شده، یک نسخه از اصل مطلب را نیز ارسال دارید. شکلها باید با روان‌نویس مشکی ترسیم و به‌صورت آماده چاپ ارسال شوند. مطالب ارسالی پس فرستاده نمی‌شوند.

مسؤولیت مطالب گزارش کامپیوتر با نویسندگان است و لزوماً نشان‌دهنده نظر انجمن انفورماتیک ایران نیست. ذکر نام شرکتها و محصولات در مطالب گزارش کامپیوتر برای ارائه اطلاع به خوانندگان است و نباید به معنی تائید انجمن از آنها تلقی شود.

نشانی دفتر انجمن انفورماتیک ایران

خیابان وصال - کوچه شفیعی- پلاک ۵ تلفن:
٦٦٤١٢٩٧٦

منتشر شد!

از انتشارات انجمن انفورماتیک ایران

تهیهٔ کتاب از دفتر انجمن انفورماتیک ایران

۰۲۱-۶۶۴۱۲۸۶۱

ضا

دانشگاه شهید بهشتی

ISI
انجمن انفورماتیک ایران تاسیس ۱۳۵۷
INFORMATICS SOCIETY of IRAN

Sponsored and Indexed by CIVILICA We Respect the Science

ISC

IEEE IRAN SECTION

دهمین همایش
پیشرفت‌های معماری سازمانی ایران

10th Iranian Conference on Advances in Enterprise Architecture

حکمرانی مبتنی بر معماری سازمانی
با هدف تاب‌آوری کسب‌وکار

محورهای همایش

- چارچوب‌ها، مدل‌ها و متدولوژی‌های معماری سازمانی
- مدیریت، راهبری و نگهداشت معماری سازمانی
- هوشمندسازی معماری سازمانی
- تحول دیجیتال و معماری سازمانی تطبیق‌پذیر
- مدیریت دانش و حکمرانی داده در عصر هوش مصنوعی
- فناوری‌های نوین، زیرساخت‌های مدرن و معماری ابری
- معماری سرویس‌گرا و یکپارچه‌سازی سازمانی
- معماری کسب‌وکار
- معماری سازمانی و حکمرانی در بخش‌های تخصصی

تاریخ‌های مهم

مهلت ارسال مقالات به همایش..... ۰۳ مهر ۱۴۰۵

اعلام قبولی یا رد مقالات..... ۰۸ آبان ۱۴۰۵

مهلت ثبت‌نام و ارسال نهایی مقالات..... ۲۲ آبان ۱۴۰۵

دکتر فریدون شمس علیئی
دبیر همایش

دکتر حسن حقیقی
دبیر علمی همایش

مکان برگزاری: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز همایش‌های بین‌المللی
۳ و ۴ آذرماه ۱۴۰۵

تهران، ولنجک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

۰۲۱-۲۲۴۲۴۵۷۲ | ۰۲۱-۲۲۴۰۹۶۰۹

https://icaea.sbu.ac.ir/2026

icaea@sbu.ac.ir

Scan Me!

POSTEX پست‌کس

ICAEA 2026

انجمن انفورماتیک ایران
INFORMATICS SOCIETY of IRAN

Sponsored and Indexed by CIVILICA
We Respect the Science

ISC

IEEE IRAN SECTION

دهمین همایش
پیشرفت‌های معماری سازمانی ایران

محورهای علمی همایش

۳ و ۴ آذرماه ۱۴۰۵ | دانشگاه شهید بهشتی

دکتر سید رئوف خیامی

چارچوب‌ها، مدل‌ها و متدولوژی‌های معماری سازمانی

- تطبیق و تکامل چارچوب‌های مرجع
- رویکردهای نوین در مدل‌سازی و طراحی معماری

دکتر فریدون شمس علیئی

مدیریت، راهبری و نگهداشت معماری سازمانی

- حکمرانی تاب‌آور مبتنی بر معماری برای تداوم کسب‌وکار
- ارزیابی، بلوغ و نگهداشت معماری
- مدیریت مخاطرات و تاب‌آوری معماری سازمانی

دکتر علیرضا شاهلی سندی

هوشمندسازی معماری سازمانی

- معماری سازمانی عامل‌محور (Agentic EA)
- معماری سازمانی تقویت‌شده با هوش مصنوعی (Augmented EA)

دکتر سید اکبر مصطفوی

تحول دیجیتال و معماری سازمانی تطبیق‌پذیر

- معماری سازمانی در خدمت تحول دیجیتال
- معماری ترکیب‌پذیر و رویدادمحور

دکتر علی کمندی

مدیریت دانش و حکمرانی داده در عصر هوش مصنوعی

- حکمرانی، استراتژی و معماری داده
- تحلیل داده، هوش تجاری و تصمیم‌یاری

دکتر بهار فراهانی

فناوری‌های نوین، زیرساخت‌های مدرن و معماری ابری

- زیرساخت‌های ابری و مدرن در معماری سازمانی
- فناوری‌های نوین و معماری سازمانی

دکتر صادق علی‌اکبری

معماری سرویس‌گرا و یکپارچه‌سازی سازمانی

- طراحی، توسعه و سازمان‌دهی سرویس‌ها
- یکپارچه‌سازی و تعامل‌پذیری سرویس‌ها

دکتر اسلام ناظمی

معماری کسب‌وکار

- معماری قابلیت‌مبنا و مدل‌سازی کسب‌وکار
- مدیریت هوشمند فرایندهای کسب‌وکار

دکتر فرهاد مردوخی

معماری سازمانی و حکمرانی در بخش‌های تخصصی

- معماری سازمانی در حکمرانی عمومی و دولت هوشمند
- معماری سازمانی در صنایع تخصصی

تهران، ولنجک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

۰۲۱-۲۲۴۰۹۶۰۹ | ۰۲۱-۲۲۴۲۴۵۷۲

https://icaea.sbu.ac.ir/2026

icaea@sbu.ac.ir

Scan Me!

POSTEX پست‌کس

پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

INFORMATIOCS SOCIETY of IRAN

هشتمین کنفرانس ملی انفورماتیک ایران

پژوهشکده علوم کامپیوتر، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، فرمانیه، تهران

۷ و ۸ بهمن ماه ۱۴۰۵

http://csipm.ac.ir/nic/1405

- شروع ارسال مقالات به کنفرانس ۱ مرداد ۱۴۰۵
- پایان ارسال مقالات به کنفرانس ۳۰ آبان ۱۴۰۵
- مهلت ارسال پروپوزال کارگاه ۲۰ آذر ۱۴۰۵
- مهلت ارسال نسخه نهایی مقالات ۳۰ آذر ۱۴۰۵
- برگزاری کنفرانس ۷ و ۸ بهمن ۱۴۰۵

محورهای کنفرانس

سیستم

- معماری کامپیوتر
- سیستم حافظه و ذخیره‌سازی داده
- شبکه‌های کامپیوتری
- امنیت داده و کامپیوتر
- پایگاه داده
- سیستم‌های تعبیه شده و کم توان
- سیستم های بی درنگ
- پردازش با کارایی بالا
- ارزیابی و تحلیل کارایی
- سیستم‌های عامل
- زبان‌های برنامه‌سازی
- مهندسی نرم افزار
- پردازش موبایل
- رایانش ابری
- دیگر موضوع‌های مرتبط با این شاخه

هوش مصنوعی

- هوش مصنوعی
- یادگیری ماشین
- رایانش نرم
- شناسایی الگو
- داده کاوی
- پردازش زبان طبیعی
- بینایی ماشین و پردازش تصویر
- وب و بازیابی اطلاعات
- دیگر موضوع های مرتبط با این شاخه

تئوری

- طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها
- هندسه محاسباتی
- الگوریتم‌های تقریبی و تصادفی
- پیچیدگی محاسبات
- الگوریتم‌های کوانتومی
- الگوریتم‌های موازی و توزیع شده
- منطق و اعتبارسنجی
- روش‌های صوری
- دیگر موضوع های مرتبط با این شاخه

زمینه‌های بین رشته‌ای

- پردازش نامه‌های کلان
- بیوانفورماتیک
- گرافیک کامپیوتری
- اقتصاد و محاسبات
- تعامل انسان و کامپیوتر
- رباتیک
- مصورسازی
- اینترنت اشیا
- دیگر موضوع‌های مرتبط با این شاخه

نشانی دبیرخانه کنفرانس: تهران- خ شهید لـواسانی- جنب برج کـوه نور- پلاک ۷۰- پژوهشگاه دانش‌های بنیادی- پژوهشکده علوم کامپیوتر
تلفن: ۲۲۸۲۵۳۵۴-۰۲۱ نمابر: ۲۲۸۲۵۴۵۴-۰۲۱ آدرس پست الکترونیکی: nic@ipm.ir

اخبار انجمن

انتشار کتاب بزرگ‌ترین نبرد ما

کتاب «بزرگ‌ترین نبرد ما: بازپس‌گیری آزادی، انسانیّت و کرامت در عصر اینترنت» نوشتهٔ فرانک مک‌کورت و مایکل کیسی با ترجمهٔ آقای ابراهیم نقیب‌زادهٔ مشایخ در شهریورماه ۱۴۰۵ از سوی انجمن انفورماتیک ایران در ۱۰۰۰ نسخه انتشار یافت.

این کتاب با حمایت مالی شرکت پویا انتشار یافته است که بدین وسیله از مدیریت محترم آن شرکت صمیمانه قدردانی می‌گردد.

علاقه‌مندان برای تهیهٔ کتاب می‌توانند با دفتر انجمن تماس بگیرند.

انتشار کتاب هوش مصنوعی در خدمت بشریّت

کتاب هوش مصنوعی در خدمت بشریّت نوشتهٔ جیمزاونگ، اندید ما و سیوک‌سیوک‌تان با ترجمهٔ آقای ابراهیم نقیب زاده مشایخ در مهرماه ۱۴۰۴ از سوی انجمن انفورماتیک ایران در ۱۰۰۰ نسخه انتشار یافت.

این کتاب با حمایت مالی شرکت پویا انتشار یافته است که بدین وسیله از مدیریت محترم آن شرکت صمیمانه قدردانی می‌گردد.

علاقه‌مندان برای خرید کتاب می‌توانند با دفتر انجمن تماس بگیرند.

انتشار کتاب نفر-ماه افسانه‌ای

کتاب نفر-ماه افسانه‌ای نوشتهٔ فردریک بروکز با ترجمهٔ آقایان مهندس علی پارسا و دکتر علیرضا خلیلیان در آبان ۱۴۰۴از سوی انجمن انفورماتیک ایران انتشار یافت.

نگارش اوّل این کتاب قبلا توسط آقای علی پارسا ترجمه شده و در شماره‌های ۱۰۰ تا ۱۰۹ گزارش کامپیوتر درج گردیده بود. فردریک بروکس در بیستمین سالگرد انتشار کتاب، نگارش دوم آن را با چند فصل افزوده منتشرکرده است که آقای دکتر خلیلیان ترجمهٔ این فصل‌ها را انجام داده‌اند و اکنون کتاب به صورت مجموعهٔ کامل انتشار یافته و در اختیار علاقه‌مندان قرار گرفته است.

لازم به یادآوری است که دکتر فردریک بروکس به دلیل مدیریت پروژه تولید و توسعهٔ آی‌بی‌ام ۳۶۰، به نام "پدرسیستم ۳۶۰ آی‌بی‌ام"شهرت دارد. او در سال ۱۹۹۹ مفتخر به دریافت جایزهٔ تورینگ، معادل جایزهٔ نوبل در رشتهٔ رایانش، گردیده است.

کتاب نفر-ماه افسانه‌ای بیش از هرکتاب دیگری دنیای نرم‌افزار را تحت تأثیر قرار داده است. بروکس در این کتاب با بینشی کم‌نظیر و زبانی شیوا، به کالبد شکافی چالش‌های ذاتی مدیریت پروژه‌های پیچیده از اهمیت طراحی مفهومی و یکپارچگی معماری گرفته تا فاجعه هزینه‌های ارتباطی و ماهیت تغییرناپذیر کار نرم‌افزار پرداخته است.

علاقه‌مندان برای خرید کتاب می‌توانند با دفتر انجمن تماس بگیرند.

انتشار شماره ۴۰ مجلّهٔ علوم رایانشی

شمارهٔ ۴۰ مجلّهٔ علوم رایانشی، مربوط به بهار ۱۴۰۵ انتشار یافت. در این شماره ۷ مقاله به چاپ رسیده است.

چکیدهٔ مقالات انتشار یافته در این مجلّه، در همین شماره گزارش کامپیوتر درج گردیده است.

لازم به ذکر است که کلیهٔ شماره‌های این مجلّه از طریق وبگاه csj.isi.org.ir در دسترس علاقه‌مندان قرار دارد.

انتشار یک نشریهٔ علمی جدید با همکاری دانشگاه کاشان

بر پایهٔ تفاهم نامهٔ همکاری بین دانشگاه کاشان و انجمن انفورماتیک ایران که در تاریخ ۱۴۰۵/۰۳/۱۷ به امضای طرفین رسیده است، از این پس نشریهٔ علمی محاسبات نرم در زمینهٔ علوم کامپیوتر به صاحب امتیازی دانشگاه کاشان، با همکاری دو طرف منتشر خواهد شد.

چاپ مجدّد دو کتاب از انتشارات انجمن

کتاب‌های هوش مصنوعی در سال ۲۰۴۱ و مهارت‌های نرم از انتشارات انجمن که چاپشان به اتمام رسیده بود، با حمایت‌های مالی شرکت مهندسی شبکه گستران آریا سامانه تجدید چاپ شدند.

هیئت مدیرهٔ انجمن، ضمن سپاسگزاری از مدیریت محترم این شرکت، امیدوار است برای سایر کتاب‌های انجمن هم که چاپشان به اتمام رسیده، بتواند با جلب حامی مالی نسبت به چاپ مجددشان اقدام کند.

عضویت دائمی در انجمن

هیئت مدیرهٔ انجمن به منظور تأمین بودجهٔ لازم برای خریداری محلّی ثابت برای دفتر

انجمن، نوع عضویت جدیدی را با عنوان عضو دائمی انجمن در نظر گرفته است.
بنا براین مصوّبهٔ هیئت مدیره، اعضای حقیقی با پرداخت ۵۰ میلیون ریال و اعضای حقوقی با پرداخت ۵۰۰ میلیون ریال به عضویت دائمی انجمن درخواهند آمد.
تأمین محلّی ثابت برای دفتر انجمن، از هدف‌های دیرپای انجمن بوده است و هیئت مدیرهٔ فعلی انجمن تمام تلاش خود را برای تأمین بودجهٔ کافی برای خریداری محلّی بدین منظور به‌کار گرفته است.
امید است با حمایت اعضای انجمن از این طرح، بودجهٔ لازم برای برآورده ساختن این هدف مهم فراهم گردد.
تاکنون این افراد و شرکت‌ها به عضویت دائمی انجمن درآمده‌اند:

اعضای حقیقی

۱. آقای علی موفّقی اردستانی
۲. آقای وحید مجیدی
۳. آقای امیر خاوران
۴. خانم لادن جزی
۵. آقای علیرضا خلیلیان
۶. آقای داریوش نیکنام
۷. آقای کاوه قطبی‌نژاد
۸. آقای روزبه درویش روحانی
۹. آقای سید رئوف خیامی
۱۰. آقای عبدالله سجادیان
۱۱. خانم مهشید دولت مدلی
۱۲. آقای کامران خلت آبادی
۱۳. آقای روح الله عباسی
۱۴. آقای حمید خسروی
۱۵. آقای سید حمید طبسی
۱۶. آقای سید امیرحسین جوادی
۱۷. آقای حسین صادقی
۱۸. خانم محبوبه بهادرپور
۱۹. آقای سعید شمسیان
۲۰. آقای سعید تقی زاده
۲۱. آقای امید حسینی

اعضای حقوقی

۱. شرکت توسعه و تجهیز فدک رایان
۲. شرکت تجارت سرور ماندگار
۳. شرکت گلرنگ سیستم
۴. شرکت ندا رایانه
۵. پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات
۶. شرکت داده ورزی فرادیس البرز
۷. شرکت تجارت الکترونیک پارسیان کیش
۸. شرکت اطلاع‌رسانی پیوند داده‌ها
۹. شرکت توسعه فناوری اطلاعات جهان افزار نوین
۱۰. شرکت پرداخت الکترونیک سداد
۱۱. شرکت رایانه همراه کیان
۱۲. شرکت گروه اقتصادی و فناوری اهلیت و اصلیت ماندگار
۱۳. شرکت نویان ابرآروان
۱۴. شرکت فناوری اطلاعات و ارتباطات پاسارگاد آریان
۱۵. شرکت مهرماشین
۱۶. شرکت مهندسی سازه اطلاعات سامان
۱۷. شرکت کاوان فناوران آوند
۱۸. شرکت مهندسی رز اندیشه هوشمند
۱۹. شرکت پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور
۲۰. شرکت پدیسار انفورماتیک
۲۱. شرکت بین‌المللی مهندسی سیستم‌ها و اتوماسیون ایریسا
۲۲. شرکت نوآوران شبکه سبز مهرگان
۲۳. شرکت نوین داده پرداز روناش
۲۴. شرکت مهندسی نرم‌افزاری گلستان
۲۵. شرکت بهسازان ملت
۲۶. شرکت پردازش رایان پژواک
۲۷. شرکت مبنا داده ارتباط شبکه (مدانت)
۲۸. الماس رایان ایرانیان
۲۹. همراهان سیستم گوهر
۳۰. شرکت روند تازه
۳۱. شرکت توسعه فن‌افزار توسن
۳۲. شرکت نوین آوازه‌گران فراوب
۳۳. شرکت راه آرمان مهرنیکان
۳۴. شرکت داده‌پردازان پرسیس پویا
۳۵. شرکت مهندسی مفتاح رایانه افزار
۳۶. شرکت فناوران کوشای صدرا
۳۷. شرکت سابین تجارت آریا
۳۸. شرکت افق توسعه و نوآوری مانا
۳۹. شرکت تحلیل‌گران اطلاعات نگاره
۴۰. شرکت تحلیل‌گران هوشمند آریا سیستم
۴۱. فرابرد داده های ایرانیان
۴۲. پایا سیستم
۴۳. شرکت ایده های تجارت کاسپین
۴۴. شرکت نوید طلوع پارسیان
۴۵. شرکت توسعه تجارت الکترونیک نوظهور
۴۶. شرکت افق پردازان مبتکران
۴۷. شرکت اطلاع رسانی پارت ارتباط آوا
۴۸. شرکت سیستم های مدیریتی دیجیتال
۴۹. شرکت کلید گستر بینا
۵۰. شرکت ملی انفورماتیک
۵۱. شرکت مشاوره رتبه‌بندی اعتباری ایران
۵۲. شرکت تولیدی و بازرگانی اشجع باتری
۵۳. شرکت فرادید ارتباط نیلگون
۵۴. شرکت ایده ال ارتباطات قرن
۵۵. شرکت فناوری اطلاعات هوشمند لیان
۵۶. شرکت صنایع الکترونیک فاران
۵۷. شرکت فناوری اطلاعات آراد پرداز اسپادانا
۵۸. شرکت خدمات رایانه امید
۵۹. شرکت توسعه یکپارچه ایلیا
۶۰. شرکت مهریدک آریا
۶۱. شرکت تحول هوشمند ایلیا
۶۲. شرکت فناوران رایان کهکشان
۶۳. مرکز گسترش فناوری اطلاعات(مگفا)
۶۴. شرکت پیشتازان فناوری سیب طلایی
۶۵. شرکت توسعه فناوری اطلاعات آیریس
۶۶. شرکت نرم افزاری ژابیز پردا
۶۷. گروه نرم افزاری پیوست
۶۸. شرکت فن آوران اطلاعات آسام
۶۹. شرکت فن آوران نوین راستین داده
۷۰. شرکت افرا کارانت
۷۱. شرکت ارقام نگار اندیشه
۷۲. شرکت هورماه رابین‌خاور
۷۳. شرکت پویا
۷۴. شرکت پشتیبان زیر ساخت امید(امیدنت)
۷۵. شرکت داده پردازان ایده شرق
۷۶. شرکت پیشگامان فن آوری هوداد
۷۷. شرکت شاپرک
۷۸. شرکت آریانا پرداز آینده(آریا)
۷۹. شرکت مدیریت امن الکترونیکی کاشف
۸۰. شرکت ویرا انرژی مهرماهان

۸۱. شرکت توسعه فناوری کیان پرداز زاگرس
۸۲. شرکت خدمات رایانه ای بهینه پرداز پویا
۸۳. شرکت پردازش سرور نیوان
۸۴. شرکت بهاور فناوری ویرا
۸۵. شرکت فراز اطمینان کیا مهر
۸۶. شرکت صالح اندیشان ماندگار
۸۷. شرکت توسعه فناوری ایده ماندگار
۸۸. گروه بازرگانی آریانا پارس راژمان
۸۹. شرکت مدیریت فضای توسعه گستر صادرات آراد
۹۰. شرکت بانی رایان پرداز نو
۹۱. شرکت توسعه آرمان نیک اندیشان(توانا)
۹۲. شرکت تجارت الکترونیک تدبیرکیش
۹۳. شرکت آوای تندیس هوشمند
۹۴. شرکت فرآیند سنجش مانا
۹۵. شرکت توسعه سامانه های نرم افزار نگین(توسن)
۹۶. شرکت گروه فن آوری دادمان ایرانیان
۹۷. شرکت داتیس آریانا تیم
۹۸. شرکت راهکار فناوری آرتا
۹۹. شرکت پارس تکنولوژی سداد (سهامی خاص)
۱۰۰. شرکت پیشه و فن آینه سان
۱۰۱. شرکت کیسان صنعت ایرانیان
۱۰۲.شرکت مهندسی نرم افزار رایورز
۱۰۳. شرکت سرآمدان شبکه و ارتباط نوین
۱۰۴. شرکت پارس تصمیم
۱۰۵.توسعه تجارت الکترونیک توانا
۱۰۶. شرکت پردازشگر سامان
۱۰۷. شرکت داده پرداز پویای شریف
۱۰۸. شرکت ارتباطات جاده‌ای دیجیتال آسمان
۱۰۹. شرکت ایمن داده شبکه
۱۱۰. شرکت ارتباطات برتر فرادید
۱۱۱. شرکت داده پردازی نیلرام مانا
۱۱۲.شرکت توسعه ارتباطات ایمن ثنا
۱۱۳. شرکت لایزر
۱۱۴. شرکت اشتاد انرژی
۱۱۵. شرکت داده پردازان هوشمند آریا توسعه ده

برگزاری دوره‌های تخصصی برای سازمان‌ها

انجمن انفورماتیک ایران آمادگی برگزاری دوره‌های زیر را برای کارشناسان سازمان‌های مختلف به‌صورت حضوری در محل آن سازمان‌ها و یا به‌صورت مجازی دارد:

۱. کارگاه نیم روزه تدوین توافقنامه‌های سطح خدمات
۲. کارگاه یک روزه طراحی و استقرار پیشخوان خدمات
۳. کارگاه نیم روزه طراحی کاتالوگ خدمات
۴. کارگاه یک روزه ابزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات
۵. کارگاه نیم روزه برون‌سپاری خدمات و محصولات فناوری اطلاعات
۶. کارگاه نیم روزه همسوسازی IT با کسب وکار (IT Alignment) از طریق COBIT5
۷. کارگاه یک روزه راهبری فناوری اطلاعات (IT Governance) از طریق COBIT5
۸. کارگاه یک روزه راهبری فناوری اطلاعات (IT Governance)
۹. کارگاه نیم روزه مدیریت تداوم کسب و کار ISO2012:22301
۱۰. کارگاه نیم روزه راهبری فناوری اطلاعات و ITBSC
۱۱. کارگاه نیم روزه تدوین راهبرد خدمات فناوری اطلاعات
۱۲. کارگاه یک روزه مدیریت خدمات فناوری اطلاعات
۱۳. کارگاه سه روزه ITIL V3 Foundation 2011
۱۴. کارگاه یک روزه مدیریت مخاطرات فناوری اطلاعات
۱۵. کارگاه سه روزه دوره جامع COBIT5
۱۶. کارگاه نیم روزه توسعه نیازمندی‌ها مبتنی بر چارچوب CCMI-ACQ و استاندارد ISO/IEC29148:2011
۱۷. دورهٔ دو روزهٔ اسکرام مستر حرفه‌ای
۱۸. کارگاه‌های تخصصی امنیت نرم‌افزار
۱۹. کارگاه‌های تخصصی امنیت سایبری
۲۰. کارگاه‌های مدیریت بحران و پاسخ به حوادث
۲۱. کارگاه‌های امنیت اطلاعات و داده
۲۲. کارگاه‌های آموزش و آگاهی بخشی در مورد امنیت سامانه‌ها
۲۳. کارگاه‌های امنیت شبکه
۲۴. کارگاه‌های قوانین و مقررات امنیتی

ویژگی‌های این کارگاه‌ها عبارتند از:

- مشارکت گروهی، بحث و انجام سناریو، حل نمونه آزمون‌های امتحانی
- استفاده از مثال‌های مرتبط با حوزه فعالیت هر کسب وکار
- برگزاری دوره حداقل توسط دو مدرس دارای مدرک بین‌المللی
- برگزاری دوره در محل سازمان متقاضی
- ارائه مدرک شرکت در دوره از سوی انجمن انفورماتیک ایران
- ارائه مستندات آموزشی

علاقه‌مندان می‌توانند با دفتر انجمن انفورماتیک ایران (۶۶۴۱۲۸۶۱ و ۶۶۴۱۲۹۷۶) و یا نشانی پست الکترونیکی member@isi.org.ir تماس بگیرند.

اخبار ایران

برگزاری دومین کنفرانس بین‌المللی فناوری اطلاعات، مدیریت و کامپیوتر

این کنفرانس از سوی مؤسسه آموزشی عالی ادیب مازندران در تاریخ ۲۸ اسفند ماه ۱۴۰۵ در شهر ساری برگزار خواهد شد.
علاقه‌مندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می‌توانند به وبگاه کنفرانس به نشانی www.confit.ir مراجعه کنند.

برگزاری یازدهمین کنگرهٔ ملّی مهندسی برق و کامپیوتر ایران با تأکید بر فناوری‌های بومی

انجمن فناوری‌های بومی ایران این کنگره را در تاریخ ۲۰ بهمن ۱۴۰۵ در تهران برگزار می‌کند.
محورهای این کنگره به قرار زیرند:

- تولید علم در مهندسی برق
- الکترونیک
- مخابرات
- کنترل

- قدرت
- مهندسی پزشکی
- مهندسی کامپیوتر
- هوش مصنوعی
- معماری کامپیوتر
- فناوری اطلاعات و ارتباطات

علاقه‌مندان جهت دریافت اطلاعات تکمیلی می‌توانند به وبگاه www.ieeec.ir مراجعه کنند.

اخبار جهان

اولین واکسن طراحی شده توسط هوش مصنوعی

یک تیم پژوهشی در دانشگاه کمبریج، کدهای ژنتیکی شناخته شده را از مجموعه‌ای از ویروس‌های کرونا جمع‌آوری کردند. این ویروس توسط برنامه‌های نظارتی برای شناسایی تهدیدهای احتمالی ویروسی گردآوری شده بودند.

هوش مصنوعی این کدهای ژنتیکی را تحلیل کرد و سپس یک «اَبَر آنتی‌ژن» طراحی کرد که می‌تواند سیستم ایمنی بدن را به شکلی آموزش دهد که در برابر کلّ خانوادهٔ این نوع ویروس در بدن مصونیت ایجاد کند، حتی اگر ویروس‌ها جهش پیدا کنند یا عفونت جدیدی از حیوانات به انسان منتقل شود.

آنتی‌ژن‌ها اجزای مهم واکسن هستند زیرا این همان چیزی است که سیستم ایمنی بدن یاد می‌گیرد به آن حمله کند.

این نخستین بار است که یک آنتی‌ژن طراحی‌شده توسط هوش مصنوعی روی انسان‌ها آزمایش شده است. این واکسن طوری طراحی شده که روی همهٔ انواع ویروس کرونا موثر خواهد بود، از جمله انواع ویروس کووید- ۱۹ و نیز ویروس‌هایی که در حال حاضر فقط حیوانات را مبتلا می‌کنند اما ظرفیت این را دارند که باعث یک همه‌گیری دیگر در انسان‌ها شوند.

این پژوهش هنوز در مراحل اولیه است اما تیم پژوهشی در حال تهیه واکسن‌های دیگری هستند تا ویروس آنفلوانزا و ویروس عامل بیماری ابولا را هدف قرار دهد.

بی‌بی‌سی، ۵ جون ۲۰۲۶

کاهش تقاضا برای تلفن‌های هوشمند به دنبال افزایش شدید قیمت حافظه

قیمت‌های افسارگسیختهٔ حافظه، بازار جهانی تلفن‌های هوشمند را تحت تأثیر قرار داده و تقاضا برای تلفن‌های هوشمند اقتصادی را کاهش داده است. فروشندگان تلفن‌های هوشمند در حال کاهش خط تولید تلفن‌های پایین‌رده و تغییر تمرکز خود به بخش‌های میان‌رده و بالارده هستند.

در مورد مدل‌های رده‌بالا که در آن مصرف‌کنندگان نسبت به افزایش قیمت حساسیّت کمتری دارند، تولیدکنندگان تلفن‌های هوشمند با وجود جهش هزینه‌های تأمین مواد اولیه، همچنان به ارتقاء عملکرد و مشخصات فنّی محصولات خود ادامه می‌دهند پیش‌بینی می‌شود که میزان عرضه تلفن‌های هوشمند در سال ۲۰۲۶ نسبت به سال گذشته ۱۲درصد کاهش خواهد یافت.

به گفته تحلیل‌گران، برای تولیدکنندگان بزرگ تلفن‌های هوشمند، بیشترین حاشیهٔ سود از محصولات رده‌بالای سبد محصولاتشان حاصل می‌شود. از این‌رو، جذب هزینه‌های سرسام آور حافظه در این بخش برای آنها آسان‌تر است. آنها همچنین می‌توانند در صورت لزوم قیمت‌ها را افزایش دهند زیرا بسیاری از مشتریان محصولات ممتاز آنها حساسیّت کمتری به قیمت دارند با این حال، حتی تولیدکنندگان بزرگ تلفن‌های هوشمند نیز در رقابت با غول‌های حوزهٔ هوش مصنوعی با مشکل مواجه هستند. اپل و سامسونگ پیش‌تر تنها با سایر سازندگان تلفن و رایانه‌های شخصی رقابت می‌کردند و از این نظر مزیّت بزرگی داشتند اما اکنون با شرکت‌های بزرگ هوش مصنوعی و مراکز داده‌ها رقابت می‌کنند که حاضرند در برخی موارد، چندین برابر قیمت رایج حافظه را بپردازند.

در تلفن‌های هوشمند با قیمت کمتر از ۴۰۰ دلار، اکنون سهم حافظه نزدیک به ۶۰ درصد از کل هزینهٔ قطعات است و در دستگاه‌های زیر ۹۹ دلار، این رقم حتی به ۶۴ درصد نیز می‌رسد. از آنجا که تلفن‌های هوشمند اقتصادی با کمترین حاشیهٔ سود ممکن طراحی و تولید می‌شوند، وقتی هزینهٔ قطعات به شدّت افزایش می‌یابد تولیدکنندگان دیگر هیچ حاشیه یا فضای اضافه‌ای برای کاهش هزینه‌ها ندارند.

از سوی دیگر، فشار ناشی از قیمت‌گذاری، موهبتی بزرگ برای بازار دستگاه‌های بازسازی شده محسوب می‌شود، به طوری که پیش‌بینی می‌شود حجم تجارت جهانی تلفن‌های هوشمند کار کرده در سال جاری ۱۲ درصد رشد کند زیرا مصرف‌کنندگان به دنبال جایگزین‌هایی مناسب برای مدل‌های ارزان قیمت هستند.

تک نیوزورلد ۱۴ جولای ۲۰۲۶

بی فایده بودن ممنوعیت روبات‌های قاتل

با فراگیر شدن رایانش و سخت‌افزارهای تخصصی، تلاقی فناوری‌های نظامی و هوش‌مصنوعی به موضوعی حیاتی بدل شده است.

این دیگر نه یک داستان علمی- تخیلی، بلکه واقعیتی است که می‌تواند ماهیّت جنگ را به طور بنیادین دگرگون سازد. اخیراً تلاش‌هایی در سطح بین‌المللی برای قانون‌گذاری و ممنوعیت تسلیحات خودمختار مرگبار شکل گرفته است. در همین راستا، دبیرکل سازمان ملل متحد خواستار وضع قانونی بین‌المللی برای ممنوعیّت ماشین‌هایی شده است که قادرند بدون دخالت انسان، اهداف خود را انتخاب کرده و با آنها درگیر شوند.

اگر چه ضرورت اخلاقی نهفته در پس این ابتکار کاملاً قابل درک است، اما واقعیت‌های جنگ‌های مدرن و ماهیّت توسعهٔ نرم‌افزار گویای چیز دیگری است. ممنوع کردن فناوری‌هایی که عمدتاً از کدهای الگوریتمی و ریزپردازنده‌های استاندارد تشکیل شده، اقدامی بیهوده است.

به عقیده تحلیل‌گران به جای تلاش برای غیرقانونی کردن، جامعهٔ جهانی باید به ایجاد دفاع‌های قوی‌تر هوش‌مصنوعی برای محافظت در برابر تهدیدهای خودمختار و سرکش تمرکز کند.

دلایل موجّه و هولناکی وجود دارد که چرا

سازمان‌های حقوق بشری، مدافعان ایمنی هوش مصنوعی و رهبران جهان خواهان ممنوعیت این سلاح‌ها هستند. وقتی از «روبات‌های قاتل» سخن گفته می‌شود، منظور روبات‌های انسان‌نمایی نیستند که در میدان نبرد پرسه می‌زنند، بلکه صحبت از سربازان خودمختار، تانک‌های اصلی میدان نبرد، زیردریایی‌های اعماق دریا، ناوهای جنگی و هواپیماهای مافوق صوتی است که بدون دخالت انسان در چرخهٔ تصمیم‌گیری عمل می‌کنند.

مشکل اساسی در اعطای اختیارِ گرفتن جان انسان به یک ماشین، فقدان همدلی انسانی، درک رفتار اخلاقی و قضاوت متناسب با موقعیت است. برای مثال، یک تانک خودمختار که برای از بین بردن جنگجویان دشمن برنامه‌ریزی شده است، نمی‌تواند به‌طور قابل اعتمادی بین یک شورشی تا دندان مسلح و یک غیرنظامی که یک وسیله بی‌ضرر از تجهیزات کشاورزی شبیه سلاح را حمل می‌کند، تمایز قائل شود.

هواپیماهای خودمختار و پهپادها با سرعت‌های پردازشی بسیار فراتر از محدودیت‌های شناختی انسان عمل می‌کنند. اگر یک سامانهٔ هوش‌مصنوعی هدفی را به اشتباه شناسایی کند، پیش از آن که ناظر انسانی فرصت مداخله داشته باشد، فرمان حمله را اجرا می‌کند. بروز خطاهای ناشی از شبکه‌های عصبی معیوب، داده‌های آموزشی دارای سوگیری یا ضریب حسگرها توسط دشمن می‌تواند به کشتار بی‌رویّه و کورکورانه منجر شود.

نگرانی‌های سازمان ملل موجّه است. رهاسازی ماشین‌های فاقد تفکر و احساس برای شکار و کشتار، آخرین و حیاتی‌ترین مانع در برابر هراس‌های جنگ، یعنی وجدان انسانی، را از میان بر می‌دارد.

برای درک این که چرا ممنوعیّت «روبات‌های قاتل» با شکست مواجه خواهد شد، باید سابقهٔ معاهدات جهانی ممنوعیّت تسلیحات را بررسی کرد. تاریخ نشان می‌دهد که این ممنوعیّت‌ها تنها در شرایطی بسیار خاص به موفقیت می‌رسند و در صورت عدم تحقق آن شرایط، با شکست مفتضحانه‌ای روبرو می‌شوند.

حتی اگر همین فردا تمام کشورها با ممنوعیّت پیشنهادی سازمان ملل موافقت کنند، اِعمال آن عملاً غیر ممکن است. بر خلاف سلاح‌های بیولوژیکی، گازهای شیمیایی یا تسلیحات اتمی که به زیرساخت‌های صنعتی بزرگ و قابل مشاهده‌ای نیاز دارند، سلاح‌های خودمختار فقط به دو مولفهٔ به سختی قابل تشخیص بستگی دارند : داده‌ها و توان پردازشی. همان واحدهای پردازش عصبی و تراشه‌های رایانشی که در مراکز داده‌ها، ماشین‌های خودران و مدل‌های بزرگ زبانی به کار می‌روند، قابل تغییر کاربری برای هدایت یک پهپاد انتحاری هستند. و آنچه برای خودمختار کردن سلاح مورد نیاز است نیز فقط نرم‌افزار است که می‌تواند بر روی یک رایانهٔ قابل حمل استاندارد نوشته شود و تنها چندثانیه قبل از به‌کارگیری بر روی پهپاد بارگذاری گردد

تک نیوزورلد، ۱۳ جولای ۲۰۲۶

قرارداد ۱۰ میلیارد دلاری آنتروپیک با شرکت نوآفرین ولتا

شرکت آنتروپیک که در ماه‌های اخیر به دنبال یک همکار ابری بود، قراردادی ۱۰ میلیارد دلاری با شرکت نوآفرین (استارتاپ) هوش‌مصنوعی ابری ولتا به انجام رسانده است.

به موجب این قرارداد، شرکت ولتا که اوایل امسال تأسیس شد، طی یک دورهٔ شش ساله، محاسبات ابری را برای سازندهٔ کلاد فراهم خواهد کرد. ولتا در این قرارداد شریکی به نام «بیت‌دیر»، یک شرکت استخراج ارز دیجیتال، دارد که به توسعهٔ مرکز داده برای تأمین ظرفیّت محاسباتی کمک خواهد کرد. این مرکز با ظرفیت ۱۳۳ مگاوات در نروژ واقع خواهد شد و توسط تراشه‌های پیشرفته انویدیا تغذیه می‌گردد.

شرکت آنتروپیک در چند ماه گذشته به دنبال گسترش چشمگیر ظرفیت محاسباتی خود برای رقابت با رقبا بوده و قراردادهای محاسباتی جدیدی را نیز با اسپیس‌ایکس و آمازون اعلام کرده است.

تک کرانچ، ۴ آگوست ۲۰۳۶

اقدام مجدّد به رخنه‌گری توسط عامل‌های سرکش هوش‌مصنوعی

عامل‌های سرکش هوش‌مصنوعی متعلق به شرکت‌های اوپن‌اِآی و آنتروپیک بار دیگر در حال تلاش برای ایجاد اختلال در کارسازها و نرم‌افزارها و بجاگذاشتن دستورالعمل‌هایی برای رفتارهای مخرّب آتی شناسایی شده‌اند. پیگیری تمام دفعات و شیوه‌های درگیرشدن مدل‌های هوش‌مصنوعی شرکت‌های اوپن‌اِآی و آنتروپیک در «حوادث امنیتی» و مواردی که این مدل‌ها از چهارچوب‌های آزمایشی خود فراتر رفته و به روش‌های پیش‌بینی‌نشده و نامطلوبی با فضای گسترده‌تر اینترنت تعامل داشته‌اند، بسیار دشوار گشته است. عامل‌های متعلق به هر دو آزمایشگاه هوش‌مصنوعی اخیراً دست به اقدامات رخنه‌گری فاش‌نشده‌ای زده‌اند و یکی از آنها حتی تا آنجا پیش رفته که برای نسخه‌های آیندهٔ خود دستورالعمل‌هایی بر جای گذاشته است.

نگران‌کننده‌ترین رفتاری که به‌تازگی فاش شد، مربوط به آزمایش‌های انجام‌شده توسط مؤسسهٔ امنیت هوش‌مصنوعی بریتانیاست که مدل‌ها را برای شناسایی مشکلات احتمالی قبل از انتشار عمومی ارزیابی می‌کند. در یک دوره آزمایش اخیر، مدل‌های هر دو شرکت اوپن‌اِآی و آنتروپیک در مجموع ۱۹ بار طی۱۲۲ دورهٔ آموزشی «اقدامات خودمختار و بدون مجوّز در اینترنت» انجام دادند.

در موردی که موسسه آن را جدّی‌ترین مورد توصیف کرده یک عامل هوش‌مصنوعی تلاش کرد کدی مخرّب را در یک پروژهٔ متن‌باز گیت‌هاب وارد کند. این عامل حتی تا آنجا پیش رفت که هویّت‌های مجازی ساخت تا نگهدارندهٔ پروژه را برای تأیید کد تحت فشار قرار دهد. البته وجود این تلاش‌ها در زمینهٔ مهندسی اجتماعی، در نهایت یکی از بازبین‌های انسانی پروژه، درخواست ادغام کد را رد کرد.

با این حال، آن عامل هوش‌مصنوعی از این هم فراتر رفت و سعی کرد دستورالعمل‌های مخرّبی را وارد سامانه کند تا سایر سامانه‌های خودکار هوش‌مصنوعی آن را دریافت و اجرا کنند.

به گفتهٔ مؤسسه امنیت هوش‌مصنوعی، هنوز

برای قضاوت در این باره زود است که آیا عامل‌های مورد بحث متوجه شده بودند که از محیط آزمایش خارج شده‌اند یا خیر.
تاکنون مدل‌های هوش‌مصنوعی فراتر از نقض احتمالی شرایط استفادهٔ برخی از خدمات و اشاره به خطاهای امنیتی از سوی سازمان‌هایی که به آنها رخنه کرده‌اند، خسارت‌های محدودی ایجاد کرده‌اند. اما این حوادث به چیزی اشاره دارد که کارشناسان امنیت سایبری آن را الگویی آشکار از سهل‌انگاری و بی‌ملاحظگی انسانی توسط توسعه‌دهندگان هوش‌مصنوعی توصیف می‌کنند.

وایرد، ۴ اگوست ۲۰۲۶

عرضهٔ فناوری نسل بعد حافظه‌های هوش‌مصنوعی توسط سامسونگ

شرکت سامسونگ الکترونیکس نسل جدیدی از فناوری حافظه مبتنی بر هوش‌مصنوعی را معرفی کرد تا جایگاه ممتاز خود را در حوزهٔ تولید تراشه در بازار پر رونق هوش‌مصنوعی تقویت کند.
سامسونگ که بزرگترین تولیدکننده تراشه‌های حافظه در جهان است، در کنفرانس«آینده حافظه و ذخیره‌سازی» در کالیفرنیا، از نمونه اولیه تراشه BV-NAND رونمایی کرد. این تراشه از بیش از ۲۰۰ لایه و یک معماری جدید بهره می‌برد تا ضمن افزایش چگالی ذخیره‌سازی، عملکرد را نیز ارتقاء بخشد.
با گسترش دامنهٔ فعالیت‌های هوش‌مصنوعی از مرحله آموزش مدل‌های زبانی بزرگ به فرایند تولید پاسخ برای پرسش‌های کاربران، تقاضا برای حافظه‌های NAND با ظرفیت بالا افزایش یافته است. این حافظه‌ها برای ذخیره‌سازی داده‌هایی مانند عکس، ویدیو و برنامه‌های کاربردی در گوشی‌های هوشمند به کار می‌روند.
بنابر اعلان سامسونگ، فناوری BV-NAND، ضمن بهبود عملکرد خواندن/ نوشتن و ورودی/ خروجی، چگالی حافظه را نسبت به نسل پیشین حدود ۵۸ درصد افزایش می‌دهد. سامسونگ همچنین نمونه‌های مفهومی از آنچه را که نخستین معماری zNAND - zHBM در این صنعت توصیف می‌کرد، به نمایش گذاشت و چشم‌انداز خود را برای نسل بعدی حافظه‌های سه بعدی که در آنها سلول‌های حافظه به منظور امکان ذخیره‌سازی حجم بیشتری از داده‌ها به صورت عمودی روی‌هم قرار می‌گیرند، تشریح کرد.

رویترز، ۴ آگوست ۲۰۲۶

مارک زاکربرگ و ایدهٔ «اَبَر هوشمندی» برای همه

مارک زاکربرگ، بنیان‌گذار و مدیر عامل متا، در بیانیه‌ای خواستار دسترسی همگانی به «اَبَرهوشمندی» شد و اظهار داشت که سپردن هوش‌مصنوعی پیشرفته به دست افراد، مسیر بهتری نسبت به انحصار آن در اختیار دولت‌ها شرکت‌ها یا گروه کوچکی از متخصصان است. او گفت که با این که گروه کوچکی از متخصصان دربارهٔ آنچه برای بشریت بهترین است تصمیم بگیرند، مخالف است.
زاکربرگ چنین استدلال کرد که توزیع گستردهٔ «اَبَرهوشمندی»، در ادامهٔ همان روندی خواهد بود که قدرت محاسباتی و اینترنت را در اختیار همگان قرار داد و به آنها توانایی بیشتری برای پیگیری اهداف و علایق شخصی‌شان بخشید.
به گفته برخی از ناظران حوزهٔ فناوری، این یکی از خوش‌بینانه‌ترین دیدگاه‌ها دربارهٔ هوش‌مصنوعی است که تاکنون از سوی مدیرعامل یک شرکت بزرگ فناوری ابراز شده است. اما چالش اصلی این نیست که آیا متا می‌تواند هوشمندی را همگانی کند یا نه، بلکه این است که آیا جامعه می‌تواند ارزش اقتصادی حاصل از هوشمندی را همگانی سازد یا خیر.
زاکربرگ در بیانیهٔ خود خاطرنشان کرد که بشریّت شاهد پیشرفت‌های تحول‌آفرین بسیاری بوده است، و هر بار این نگرانی وجود داشته که عدّه‌ای از قافله عقب بمانند. امّا هر بار بشریت به وضعیتی رسیده است که در آن افراد بیشتری از رفاه، سلامتی و آزادی بیشتر بهرمند شده‌اند.
او در ادامه گفت که اعتقاد دارد این امر در مورد هوش‌مصنوعی نیز صدق خواهد کرد و همگان می‌توانند در آینده‌ای بهتر سهیم باشند.
به عقیده تحلیل‌گران، بیانیهٔ زاکربرگ بر این فرض استوار است که «توزیع» می‌تواند هم زمان مسائل مربوط به همسویی، ایمنی و اشتغال را حل و فصل کند. شاید چنین شود امّا کلّ این چشم‌انداز بر متغیری تکیه دارد که او تقریباً هیچ توجّهی به آن نشان نداده است : رفتار انسان .

تک نیوز ورلد، ۱۱ آگوست ۲۰۲۶

بدبینی نسبت به هوش‌مصنوعی و بحران اعتماد

داریو آمودی، مدیرعامل شرکت آنتروپیک می‌گوید واکنش منفی نسبت به هوش‌مصنوعی، در اصل بحران اعتماد است. او اخیراً این تصوّر را که تصویری بیش از حدّ بدبینانه از هوش‌مصنوعی و نحوه شکل‌دهی آن به آینده ارائه می‌دهد، رد کرد. این اظهارات آمودی در واکنش به صحبت‌های برخی از سرمایه‌گذاران ایراد شده که استدلال کرده بودند هشدارهای او دربارهٔ خطرات هوش‌مصنوعی به شکل‌گیری موجی از واکنش‌های منفی در آمریکا، به ویژه علیه مراکز داده‌ها دامن زده است.
آمودی در رد این ادعا می‌گوید که اظهاراتش تعادلی تقریباً برابر میان خطرات و مزایای هوش‌مصنوعی داشته و به این دلیل بوده که احساس می‌کرده صنعت هوش‌مصنوعی تصویر به اندازهٔ کافی الهام‌بخشی از چگونگی دگرگونی بنیادین و مثبت جهان توسط این فناوری ارائه نمی‌دهد.
با این حال، آمودی اذعان کرد که عموم مردم دیدگاه منفی نسبت به هوش‌مصنوعی دارند اما او با این ایده که این نگاه منفی عمدتاً ناشی از هشدارهای او یا سایر رهبران حوزهٔ هوش‌مصنوعی دربارهٔ خطرات این فناوری است مخالفت کرد. او گفت: «به نظر من این اساساً بحران اعتماد است. فکر می‌کنم مردم عادی به شرکت‌ها، دولت‌ها یا صنعت فناوری اعتماد ندارند و همواره گمان می‌کنند که

مـــا در حال تدارک ترفند تازه‌ای هســـتیم تا سرشـــان کلاه بگذاریم». به گفتـــهٔ آمودی، این بحرانی اســـت که شکل‌گیری آن دهه‌ها به طول انجامیده و واکنش منفی نســـبت به هوش‌مصنوعی، صرفاً تازه‌ترین نمود آن است آمودی گفت: «به گمان من دقیق‌ترین انتقاد نسبت به شرکت‌های هوش‌مصنوعی، از جمله آنتروپیک، این است که ما هنوز به وعده‌های بزرگمـــان بـــرای خدمـــت به جهـــان عمل نکرده‌ایم. به بیان دیگر، وعدهٔ درمان سرطان توســـط هوش‌مصنوعی، بیشـــتر کلیشـــه‌ای اســـت تا الهام‌بخش. آنچه واقعا دیدگاه مردم را نســـبت به هوش‌مصنوعی تغییر می‌دهد، درمان واقعی سرطان خواهد بود».

تک‌کرانچ، ۱۵ آگوست ۲۰۲۶

تغییر شرایط مربوط به برنامک‌های اپل در اتحادیهٔ اروپا

اپل در راســـتای هماهنگی بـــا اتحادیهٔ اروپا، شـــرایط توزیع برنامک‌هایش در این منطقه را تغییر می‌دهد. در این تغییرات که از اول اکتبر اجرایی می‌شـــوند، ضمن ساده‌سازی قوانین، توجّه ویـــژه‌ای به قابلیت‌های کنترل والدین و روش‌های پرداخت جایگزین شده است.

ایـــن اصلاحات پس از رایـــزنی با کمیسیون اروپا و بـــا هدف کاهـــش پیچیدگی‌ها برای تولیدکننـــدگان برنامک‌ها صـــورت می‌گیرد و از این پس، شـــرایطی یکسان برای تمامی برنامک‌های موجـــود در اتحادیهٔ اروپا اعمال خواهد شـــد. اپل در حال جایگزینی «هزینه فناوری اصـــلی» با یک حق‌العمل ســـادهٔ ۵ درصدی برای تراکنش‌های دیجیتال خارج از فروشگاه اپل اســـت. برای برنامه‌های موجود در فروشـــگاه اپل کـــه از ســـامانهٔ پرداخت درون‌برنامـــه‌ای اپل اســـتفاده می‌کنند، این حق‌العمل ۲۶ درصد اســـت که پس از سال اول، برای تولیدکنندگان و توســـعه‌دهندگان کوچک ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است.

همچنیـــن در پی این تغییـــرات، برنامه‌های موجود در دســـته‌بندی کودکان نباید حاوی پیوندهـــایی بـــه وبگاه‌های خارجی باشـــند. برای کاربران زیر ۱۸ ســـال، انجام پرداخت‌ها نیازمند نظارت والدین است و برای افراد زیر ۱۳ سال، استفاده از پیوندهای خارجی برای انجام تراکنش‌ها ممنوع می‌باشد.

آی‌تی‌دیلی، ۲۶ آگوست ۲۰۲۶

پایان عمر کارساز ویندوز ۲۰۲۲

مایکروسافت با انتشار اطلاعیه‌ای به کاربران یادآوری کرد که عمر پشـــتیبانی در ویندوز ســـرور ۲۰۲۲ در تاریخ ۱۳ اکتبـــر به پایان می‌رســـد. در این تاریخ آخرین بروزرســـانی مربوط به دورهٔ پشتیبانی منتشر خواهد شد. توصیهٔ مایکروسافت به کاربران این است که به جدیدترین نســـخه، یعنی ویندوز ســـرور ۲۰۲۵ انتقـــال یابند، هر چند این تنها گزینهٔ موجود نیست.

البته بـــرای این گذار عجلهٔ چنـــدانی وجود ندارد. مایکروســـافت همچنان تا سال ۲۰۳۱ بروزرسانی‌های امنیتی ماهانه را ارائه خواهد داد و قابلیـــت اعمال وصله‌های امنیتی بدون نیاز به راه‌اندازی مجدّد سیستم، دست‌کم تا سال ۲۰۲۷ در دسترس خواهد بود.

مایکروسافت کاربران را به استفاده از ویندوز سرور ۲۰۲۵ ترغیب می‌کند. این جدیدترین نســـخه از سیســـتم‌عامل مذکور است که در نوامبر ۲۰۲۴ عرضه شد. ویندوز سرور ۲۰۲۵ نیز مانند نسخهٔ پیشین خود، تا سال ۲۰۳۹ از ۱۵ ســـال پشتیبانی اســـتاندارد برخوردار خواهد بود.

شرکت‌ها می‌توانند برای آمادگی جهت انتقال به این نسخه، ویندوز سرور ۲۰۲۵ را به مدت ۱۸۰ روز به صورت رایگان آزمایش کنند.

آی‌تی‌دیلی، ۲۶ آگوست ۲۰۲۶

سوزاندن کتاب توسط شرکت‌های هوش‌مصنوعی

شـــرکت‌های هوش‌مصنـــوعی حجم عظیمی از کتاب‌های چـــاپی را خریداری کرده، متن آنها را برای آموزش مدل‌های خود استخراج می‌کنند و ســـپس نسخه‌های اصلی را از بین می‌برند. روز گذشـــته گروهی متشکل از ۱۸ ســـازمان هـــوادار حفاظت محیط‌زیســـت از کمیسیون فدرال تجارت درخواست کردند تا دربارهٔ این رویـــهٔ «تکه‌تکه کردن کتاب‌ها» و «انحصارطلبی در دانش» تحقیق کند.

عملیات پویش (اســـکن) و نابودی کتاب در شرکت آنتروپیک با نام «پروژهٔ پاناما» شناخته می‌شد. در یک یادداشت داخلی شرکت مورخ ۲۰۲۴، این پـــروژه به عنوان «تلاش ما برای پویش تخریب‌گرایانهٔ تمام کتاب‌های جهان» توصیف شده است.

بر اساس سند ارائه شده به دادگاه، آنتروپیک برای این عملیات یک نـــام رمز انتخاب کرد زیرا نمی‌خواســـت مشخص شود که در حال کار بر روی چنین پروژه‌ای اســـت. آنتروپیک به تمام کارکنان خود هشدار داده بود که باید از صحبت کردن دربارهٔ آن در خارج از شرکت خودداری کنند.

کتاب‌های قدیمی برای آموزش هوش‌مصنوعی بسیار ارزشمندند. زیرا فاقد متون تولیدشده توسط هوش‌مصنوعی هستند که به تدریج به آثار مکتوب اخیـــر راه یافته‌اند. همچنین، از بین بردن کتاب‌ها پس از پویش، هزینه‌های نگهداری و انبارداری را حذف می‌کند.

شرکت آنتروپیک که به درخواست اظهارنظر در این مورد پاسخی نداده است، تنها شرکتی نیســـت که متون را مصرف و ســـپس نابود می‌کنـــد. گـــزارش اخیر نشـــان می‌دهد که آمازون نیـــز در فرایند پویـــش و خردکردن کتاب‌ها نقش داشـــته اســـت. آمازون هم به درخواست اظهارنظر پاسخی نداده است.

این موضوع به دردسری برای روابط عمومی این شرکت‌ها بدل شده است، تا حدی به دلیل ماهیّت وحشیانهٔ نابودی کتاب‌ها و پیوند آن با شیوهٔ به کار رفته در رژیم‌های استبدادی و تا حدّی به خاطر واکنش‌های شدید و گسترده علیه شـــرکت‌های هوش‌مصنـــوعی که برای دســـتیابی به منافع خصوصی، منابع عمومی را به یغما می‌برند.

به نظر می‌رسد که واسطه‌ها تحت فشار قرار گرفته‌اند. شرکت ISBNdb که گفته می‌شود در تسهیل فرایند تأمین کتاب‌ها برای پویش تخریبی نقش داشته، اخیراً از این رویّه برائت کرده و اعلام کرده اســـت کـــه مسیر فعالیت خود را تغییر می‌دهد.

رجیستر، ۲۱ آگوست ۲۰۲۶

چهارچوب پیشنهادی ترکیبی و بسط‌پذیر برای تحلیل، طراحی، تولید و استقرار نرم‌افزارهای به سفارش مشتری در ایران

بر پایه تلفیق رویکردهای ساختاریافته و چابک، با منطق بسط آکاردئونی

سعید امامی

بنیان‌گذار آکادمی برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERPacademy.ir)

سرپرست گروه تخصص برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) **انجمن انفورماتیک ایران**

پست الکترونیکی: emamisaeid@yahoo.com

در یک نگاه

منطق، دامنه و دستاورد چارچوب

پروژه‌های نرم‌افزاری به سفارش مشتری (نرم‌افزار سفارشی) معمولاً با نیازهایی آغاز می‌شوند که در ابتدا کامل، ثابت یا مورد توافق همه سودبران نیستند. ازاین‌رو، پروژه باید هم‌زمان پاسخ‌گوی الزامات کسب‌وکار، محدودیت‌های فنی، تعهدات قراردادی و پایداری سامانه‌های موجود باشد.

این چارچوب برای پروژه‌های متعارف نرم‌افزارهای سازمانی به سفارش مشتری در ایران طراحی شده است تا میان انضباط ساختاریافته و انعطاف‌پذیری اجرایی تعادل برقرار کند. ارکان اصلی چارچوب عبارت‌اند از:

◄رویکرد ترکیبی (Hybrid Approach): تلفیق چرخه حیات ساختاریافته با اصول چابک[1]، برای تحویل تدریجی و مدیریت کنترل‌شده تغییرات.

◄قابلیت بسط آکاردئونی: حفظ فعالیت‌ها و کنترل‌های ضروری در همه پروژه‌ها، همراه با تنظیم سطح تفصیل، نقش‌ها و عمق کنترل‌ها متناسب با اندازه، پیچیدگی و ریسک پروژه.

◄چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای: شناخت و آغاز، تحلیل، طراحی، تولید و آزمون، و استقرار و بهره‌برداری.

◄حاکمیت و ردیابی‌پذیری: ایجاد زبان مشترک، تعیین مراجع تصمیم‌گیری و حفظ ردیابی زنجیره ارزش میان تعهدات، نیازمندی‌ها، معماری، آزمون و تحویل‌دادنی‌ها در سراسر پروژه.

◄فناوری در خدمت بهبود فرایند: بهره‌گیری از فناوری برای بازطراحی و بهبود فرایندها، نه صرفاً کامپیوتری کردن روش‌های ناکارآمد[2]؛ با هدف حذف فعالیت‌های زائد، یکپارچه‌سازی و خودکارسازی.

◄داده‌محوری و بهره‌گیری هوشمند: استفاده اثربخش از هوش مصنوعی برای توانمندسازی مجری در تسریع تحلیل و تولید؛ و کمک به کارفرما در پایش داده‌محور و تصمیم‌گیری عملیاتی، ولی همواره تحت نظارت و مسئولیت انسانی.

◄نتیجه موردانتظار: ارائه الگویی منعطف که ضمن پرهیز از تشریفات غیرضروری در پروژه‌های کوچک، ساختار، کنترل‌ها و آزمون‌های لازم را با تفصیل کافی در پروژه‌های بزرگ و حساس تضمین کند.

واژه‌های کلیدی: چارچوب ترکیبی - آکاردئونی، نرم‌افزارهای به سفارش مشتری، توسعه نرم‌افزار، تحول دیجیتال، تفکر سیستمی، فرایندگرایی، روش‌های چابک، داده‌محوری.

1- Agile

2- Bad Practice

یادداشت شفافیت حرفه‌ای

در ویرایش و بهبود ساختار این مقاله، از ابزارهای هوش مصنوعی به‌عنوان دستیار پژوهش و نگارش استفاده شده است. بااین‌حال، انتخاب مسئله، منطق چارچوب، تجربه‌های اجرایی، قضاوت‌های حرفه‌ای و مسئولیت محتوای مقاله بر عهده نویسنده است. هیچ خروجیِ هوش مصنوعی بدون ارزیابی و تأیید نویسنده وارد متن نهاییِ نشده است.

مقدمه

پروژه‌های نرم‌افزاری به سفارش مشتری، برخلاف خرید و استقرارِ یک محصول آماده، معمولاً با نیازهایی آغاز می‌شوند که از ابتدا کاملاً روشن، تثبیت‌شده یا مورد توافق همه سودبران نیستند. بخشی از نیازها در جریان شناخت و تحلیل آشکار می‌شود؛ فرایندهای سازمانی ممکن است به بازنگری نیاز داشته باشند؛ دیدگاه‌های کسب‌وکار و فناوری همواره هم‌راستا نیستند؛ و تصمیم‌های هر مرحله بر داده‌ها، فرایندها، سامانه‌ها و بهره‌برداری‌های بعدی اثر می‌گذارند.

در چنین شرایطی، موفقیت پروژه صرفاً به توان تیم فنی در ساخت نرم‌افزار وابسته نیست. کیفیت شناخت مسئله، تحلیل و طراحی، وضوح نقش‌ها، ارتباط با صاحبان کسب‌وکار، کنترل تغییرات، آزمون، آمادگی استقرار و توان پشتیبانی نیز بر نتیجه نهایی اثر مستقیم دارند. اگر این عوامل در چارچوبی منسجم قرار نگیرند، پروژه ممکن است از نظر فنی به محصولی قابل‌اجرا برسد، اما از منظر کسب‌وکار، بهره‌برداری، نگهداری یا توسعه آتی موفق نباشد.

در عمل، بسیاری از سازمان‌ها میان دو رویکرد نامناسب قرار می‌گیرند: اتکا به روش‌های سخت‌گیرانه و سندمحور که در آن تولید اسناد متعدد به هدف تبدیل می‌شود و تغییرات واقعی کسب‌وکار یا بازخورد کاربران به‌دشواری وارد چرخه پروژه می‌گردد؛ یا استفاده ناقص از روش‌های چابک که سرعت تحویل کوتاه‌مدت را جایگزین شناخت کافی، طراحی منسجم، مستندسازی ضروری، آزمون نظام‌مند و کنترل مسئولانه تغییرات می‌کند.

رویکرد ترکیبی تلاشی برای عبور از این دوگانه است. در این رویکرد، مراحل و کنترل‌های ضروری چرخه حیات نرم‌افزار حذف نمی‌شوند، اما سطح تفصیل و عمق اجرای آن‌ها در همه پروژه‌ها یکسان نیست. فعالیت‌ها، نقش‌ها، اسناد و خروجی‌ها باتوجه به پیچیدگی، ریسک، اهمیت کسب‌وکار، تعداد سودبران، سطح یکپارچگی، حساسیت داده‌ها، وابستگی‌ها و بلوغ سازمان تنظیم می‌شوند؛ بنابراین، سطح کنترل و مستندسازی نه بر پایه برچسب پیشینیِ «کوچک» یا «بزرگ» بودن پروژه، بلکه متناسب با شرایط واقعی آن تعیین می‌شود.

در این مقاله، «چارچوب[3]» به مجموعه‌ای از اصول، مراحل، نقش‌ها، کنترل‌ها و تحویل‌دادنی‌های راهنما گفته می‌شود که متناسب با شرایط پروژه قابل‌تنظیم است. این چارچوب، نه جایگزین استانداردها و روش‌های حرفه‌ای، بلکه ابزاری برای هدایت استفاده هماهنگ و متناسب از دانش معتبر در پروژه‌های نرم‌افزاری به سفارش مشتری در ایران است. این پروژه‌ها معمولاً با محدودیت‌های قراردادی، تفاوت در بلوغ واحدها، کمبود مستندات پایه، وابستگی به افراد، تنوع سامانه‌های موجود و فاصله میان زبان کسب‌وکار و فناوری اطلاعات مواجه‌اند.

چارچوب حاضر جایگزین پروژه‌های معماری سازمانی و چارچوب‌های کلان آن نیست. در سازمان‌هایی که معماری سازمانی، اصول معماری، معماری هدف یا نقشه راه تحول دارند، این خروجی‌ها ورودی و قید حاکم بر پروژه محسوب می‌شوند. در پروژه‌های محدودتر نیز بررسی متناسب فرایند، داده، یکپارچگی و امنیت باید در شناخت و تحلیل راهکار لحاظ شود.

مبنای چارچوب، تفکر سیستمی و فرایندگرایی است. نرم‌افزار سازمانی بخشی از جریان انجام کار، تصمیم‌گیری، ثبت و تبادل داده و ارائه خدمت است؛ ازاین‌رو باید در پیوند با فرایندهای کسب‌وکار، نقش‌ها، قواعد، داده‌ها و سامانه‌های مرتبط تحلیل شود. فناوری نیز نباید صرفاً روش‌های ناکارآمد موجود را کامپیوتری کند، بلکه باید زمینه بازنگری فرایندها، حذف فعالیت‌های زائد، یکپارچه‌سازی، خودکارسازی و بهبود شیوه انجام کار را فراهم آورد.

هوش مصنوعی می‌تواند به‌صورت اثربخش، از یک‌سو به‌عنوان ابزار کمکی مجری در چرخه توسعه و از سوی دیگر، در راهکار نهایی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری کارفرما به کار رود؛ مشروط بر آنکه در هر دو حوزه، تحت نظارت، اعتبارسنجی و مسئولیت‌پذیری مستقیم انسانی هدایت شود.

براین‌اساس، چارچوب پیشنهادی بر دو پایه اصلی یعنی «رویکرد ترکیبی» (تلفیق چرخه حیات با اصول چابک) و «قابلیت بسط آکاردئونی» (تنظیم سطح تفصیل و کنترل‌ها متناسب با پروژه) استوار است. در این میان، دواپس[4] (DevOps) به‌عنوان توانمندسازِ یکپارچه‌سازی توسعه و عملیات، نقش کلیدی در تسریع استقرار، تحویل تدریجی و دریافت بازخورد عملیاتی ایفا می‌کند.

در این مقاله، ابتدا مبانی و اصول چارچوب تشریح می‌شود؛ سپس ساختار عملیاتی، نقش‌ها و چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای معرفی می‌گردد؛ و در پایان، سازوکارهای پشتیبان شامل حاکمیت پروژه، مدیریت تغییر، ردیابی‌پذیری، کیفیت، ریسک، هوش مصنوعی و بهبود مستمر بررسی می‌شود.

3- Framework

۴- دواپس (DevOps) ترکیبی از دو واژهٔ Development به‌معنای «توسعه» و Operations به‌معنای «عملیات یا بهره‌برداری» است. دواپس یک رویکرد مدیریتی، فرهنگی و عملیاتی برای نزدیک‌کردن تیم‌ها و مسئولیت‌های تحلیل، توسعه، آزمون، استقرار و بهره‌برداری از نرم‌افزار است. در این رویکرد، مسئولیت تیم تولیدکننده با تحویل نسخه پایان نمی‌یابد؛ بلکه کیفیت، قابلیت استقرار، پایداری، امنیت، پایش و رسیدگی به مسائل سامانه در محیط بهره‌برداری نیز به‌صورت پیوسته مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف، ایجاد جریان کاری هماهنگ و قابل ردیابی از تغییر نیازمندی تا استقرار و دریافت بازخورد واقعی کاربران و عملیات است. خودکارسازی ساخت، آزمون و استقرار، از جمله ابزارهای تحقق دواپس است، اما دواپس صرفاً به استفاده از این ابزارها محدود نمی‌شود.

بخش اول: مبانی، اصول و چارچوب حاکم

۱. فلسفه چارچوب ترکیبی - آکاردئونی

چارچوب ترکیبی - آکاردئونی، چارچوبی پیشـــنهادی برای انتخاب و ترکیب منضبط روش‌ها، فعالیت‌ها، نقش‌ها، مســـتندات و کنترل‌های موردنیاز در پروژه‌های نرم‌افزاری به ســـفارش مشـــتری اســـت. این چارچوب بر این اصل استوار است که پروژه‌ها از نظر اهمیت کسب‌وکار، پیچیدگی، تعداد ســـودبران، سطح ریسک، تغییرپذیری نیازمندی‌ها، تعداد ســـامانه‌های مرتبط، حساسیت داده‌ها، محدودیت‌های قانونی و بلوغ سازمانی با یکدیگر تفاوت دارند.

ازاین‌رو، اجرای نســـخه‌ای ثابت و یکسان از روش‌ها و کنترل‌ها برای همهٔ پروژه‌ها مناســـب نیســـت؛ زیرا یا به تشـــریفات، هزینه و زمان غیرضروری می‌انجامد یا کنترل‌های ضروری را تضعیف می‌کند. سطح اجرای چارچوب باید بر اســـاس شـــرایط واقعی پروژه تعیین شود، نه صرفاً بر مبنای برچســـب‌هایی مانند کوچک، متوســـط یا بزرگ بودن پروژه.

این چارچوب از دو منطق مکمل تشـــکیل می‌شود: منطق ترکیبی و منطق آکاردئونی.

منطق ترکیبی

منطق ترکیبی، انضبـــاط مراحل، خروجی‌ها و کنترل‌های حرفه‌ای را با انعطاف‌پذیری، تحویل تدریجی و دریافت بازخوردِ روش‌های چابک تلفیق می‌کند. پروژه با همـــکاری کارفرما و مجری و با اتکا به مبانی توافق‌شده (از جمله اسناد RFP[5]، قرارداد و دامنه تعهدات)، در چرخه حیاتی پنج‌مرحله‌ای شامل ۱- شناخت و آغاز، ۲- تحلیل، ۳- طراحی، ۴- تولید و آزمون، و ۵- استقرار و بهره‌برداری سازمان‌دهی می‌شود.

ایـــن مراحل در همه پروژه‌ها حضـــور دارند و در صورت تقسیم پروژه به فازها یا گام‌های دارای تحویل‌دادنی مســـتقل، با سطح متناسبی از تفصیل در آن‌ها نیز تکرار می‌شـــوند. برای نمونه، در یک گام ســـاده، شـــناخت، تحلیل و طراحی ممکن اســـت در چند جلسه و یک سند فشرده انجام شود؛ درحالی‌که در گامی حساس یا دارای یکپارچگی‌های گسترده، هر مرحله به بررسی، خروجی و تأیید تفصیلی‌تری نیاز دارد

پـــروژه، در صورت نیاز، می‌تواند به یک یا چند فـــاز قابل‌بهره‌برداری تقسیم شـــود. پایان هر فاز باید به خروجی عملیاتی، قابل‌اســـتفاده و قابل‌تحویل برای کارفرما منجر شـــود. هر فاز نیز می‌تواند به گام‌های مرتبط تقسیم شـــود. هر گام، بســـته به دامنه خود، ممکن است یک قابلیـــت، مجموعـــه‌ای از قابلیت‌های مرتبط، یک مـــاژول، یک حوزه فراینـــدی، یک یکپارچگی یا بخشی قابل‌مدیریت از دامنه ســـامانه را در بر گیرد.

هر گام، متناســـب با موضوع خـــود، مراحل پنج‌گانـــه چارچوب را با سطحی متناســـب از تفصیل طی می‌کند و خروجی‌های آن در نقاط کنترل تعیین‌شـــده بررسی و تأیید می‌شـــوند. پایـــان هر گام باید به خروجی قابل‌سنجش و قابل‌بررسی منجر شود تا مبنایی برای گزارش پیشـــرفت، دریافت بازخورد و در صورت پیش‌بینی در قرارداد، تأیید مرحله‌ای و صورت‌وضعیت مجری فراهم آید.

بازخورد کارفرما، صاحبان فرایند و کاربران در نقاط مناســـب دریافت، ثبت و ارزیابی می‌شـــود و در اصلاح یـــا تکمیل گام‌های بعدی به کار می‌رود. چابـــکی در این چارچوب به معنـــای حذف تحلیل، طراحی، مستندســـازی، کنترل تغییر یا پذیرش رسمی نیست؛ بلکه به معنای تقسیم مناســـب کار، تحویل تدریجی، دریافـــت بازخورد زودهنگام، آزمون مرحله‌ای و اصلاح کنترل‌شده است.

در نتیجـــه، مسیـــر کلی پروژه، تعهدات، خروجی‌هـــای اصلی و نقاط تصمیم‌گیـــری برای کارفرمـــا و مجری قابل‌مشـــاهده و کنترل باقی می‌ماننـــد؛ اما اجرای پروژه الزاماً یک‌بـــاره و کاملاً خطی نخواهد بود. جزئیـــات چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای، نحوه تعریـــف مراحل و گام‌ها، معیارهـــای تکمیل، تحویل‌دادنی‌ها و ارتباط میان آن‌ها در بخش‌های بعدی مقاله تشریح می‌شود.

منطق آکاردئونی

منطق آکاردئونی، سطح اجرای چارچوب را متناسب با شرایط واقعی پروژه تنظیم می‌کند. در همه پروژه‌ها یک هســـته ضروری و حداقلی وجـــود دارد؛ اما با افزایش پیچیدگی، ریســـک، اهمیت کســـب‌وکار، حساسیت اطلاعات یا وابســـتگی‌های پروژه، میزان تفصیل فعالیت‌ها و عمق کنترل‌ها افزایش می‌یابد.

این افزایش یا بسط می‌تواند در حوزه‌های زیر رخ دهد:

- عمق شناخت، تحلیل، طراحی و سطح تفصیل مستندات؛
- تعداد، ترکیب و سطح تخصص نقش‌های پروژه؛
- تنوع ابزارها، روش‌ها و فناوری‌های مورد استفاده؛
- سطح و لایه‌های کنترل کیفیت و آزمون؛
- میزان کنترل یکپارچگی‌ها و رابط‌های برنامه‌نویسی (API)[6]؛
- الزامات و کنترل‌های امنیت، محرمانگی و ثبت سوابق؛
- گستردگی برنامه مدیریت تغییر، آموزش و استقرار؛
- تعداد نقاط بازبینی، تصمیم‌گیری رسمی و گزارش‌دهی مدیریتی.

هسته حداقلی و ضروری چارچوب در همه پروژه‌ها حفظ می‌شود، اما شیوه اجرای آن متناسب با شرایط پروژه تغییر می‌کند. در پروژه‌های کم‌ریسک و محدود، ممکن است اسناد به‌صورت تجمیعی تهیه شوند، برخی نقش‌ها توســـط یک فرد یا تیم کوچک پوشـــش داده شوند و کنترل‌ها و تأییدها ساده‌تر باشـــند. در مقابل، در پروژه‌های پیچیده، حساس یا پرریسک، اســـناد تفکیکی و تخصصی، نقش‌های مستقل، آزمون‌های چندلایه، نقاط تصمیم‌گیری رسمی و کنترل‌های دقیق‌تر در حوزه‌هـــایی ماننـــد امنیت، کیفیت، یکپارچـــگی و مدیریت تغییر ضرورت می‌یابد.

سطح بســـط هر پروژه باید در آغاز کار، بر پایه ارزیابی مستند عوامل مؤثر و با توافق مراجع تصمیم‌گیری کارفرما و مجری تعیین شود و در صورت تغییر شرایط پروژه بازبینی گردد.

5- Request for Proposal

6- Application Programming Interface

۲. جایگاه استانداردها و مراجع حرفه‌ای

چارچـــوب حاضر بر پایه تجارب اجـــرایی و نیازهای واقعی پروژه‌های نرم‌افزاری به ســـفارش مشـــتری در ایران تدوین شده است و خود را جایگزین اســـتانداردها یا چارچوب‌های حرفه‌ای موجود نمی‌داند. این چارچوب به‌گونه‌ای طراحی شـــده اســـت که با مراجع، استانداردها و پیکره‌هـــای دانشی معتبر بین‌المللی در تعارض نباشـــد؛ بلکه کارفرما و مجـــری می‌توانند در جریـــان اجرای پروژه و متناســـب با رویکرد آکاردئونی، پیچیدگی، ریســـک، الزامات قراردادی و بلوغ سازمان، در لایه‌های تخصصی زیر به این مراجع توجه داشته باشند یا بخش‌های متناسب با نیاز خود را مبنا قرار دهند:

◄مدیریت پروژه و حاکمیت: امکان توجـــه به راهنمای پیکره دانش مدیریت پـــروژه (PMBOK Guide, 7th Edition) برای اصول حاکم بر هدایت پروژه و مدیریت یکپارچه دامنه، زمان‌بندی، هزینه، ریســـک، کیفیت، سودبران و ارتباطات؛

◄تحلیل کســـب‌وکار: امکان استفاده از راهنمای پیکره دانش تحلیل کســـب‌وکار (BABOK Guide, v3) برای شـــناخت، کشف، تحلیل و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، تحلیل قواعد کسب‌وکار و تعریف معیارهای پذیرش؛

◄مهندســـی نیازمندی‌ها و فرایندهای چرخه حیات: هم‌راســـتایی مفهومـــی بـــا اســـتاندارد مهندســـی نیازمندی‌هـــا (ISO/IEC/IEEE 29148:2018)، فرایندهـــای چرخـــه حیـــات نرم‌افـــزار (ISO/IEC/IEEE 12207:2017) و در پروژه‌هـــای دارای ابعـــاد گسترده سازمانه‌ای، فرایندهای چرخه حیات سامانه (ISO/IEC/IEEE 15288:2023)؛

◄مدیریت و مهندســـی کیفیت: بهره‌گیری از مدل کیفیت محصول (ISO/IEC 25010:2023) برای شناخت، تعریف و سنجش ویژگی‌های کیفی سامانه؛

◄مدل‌ســـازی و طبقه‌بندی فرایندهای کســـب‌وکار: امکان استفاده از نمادگذاری مدل‌ســـازی فرایندهای کســـب‌وکار (BPMN 2.0.2)، نمادگذاری مدیریت موردی (CMMN 1.1) برای فرایندهای پرونده‌محور و تصمیم‌گیرانه، و چارچوب طبقه‌بنـــدی فرایندهای APQC (APQC PCF, v8.x) به‌عنوان الگوی طبقه‌بندی و مقایسه فرایندها؛

◄روش‌هـــای چابک و تحویل تدریجی: ســـازگاری با اصول راهنمای اســـکرام (Scrum Guide, 2020) و رویکردهای چابک برای تحویل مرحله‌ای، بررسی‌های دوره‌ای و انطباق سریع با بازخورد؛

◄مدیریت خدمات فناوری اطلاعات و بهره‌برداری: امکان بهره‌گیری از مفاهیم کتابخانه زیرساخت فناوری اطلاعات (ITIL 4) برای مدیریت خدمات در دوره بهره‌برداری و پشتیبانی، و تنظیم توافق‌نامه‌های سطح خدمت (SLA)[۷] متناسب با تعهدات بهره‌برداری؛

◄معماری ســـازمانی: سازگاری با استاندارد معماری سازمانی گروه باز (The TOGAF Standard, 10th Edition) و زبان مدل‌سازی آرکی‌میت (ArchiMate 3.2) در پروژه‌هایـــی که راهکار بایـــد با معماری کلان، معماری هدف یا نقشه راه تحول سازمان هم‌راستا باشد.

۳. تفکر سیســـتمی، فرایندگرایی، تحول دیجیتال و فناوری‌های توانمندساز

نرم‌افزار سازمانی جزئی از کلِ سیستم کسب‌وکار است. تفکر سیستمی و فرایندگرایی مانع از آن می‌شوند که نرم‌افزار صرفاً فهرستی از فرم‌ها و جداول دیده شـــود؛ بلکه جریان داده، تصمیم‌گیری، تعاملات میان واحدها، قواعد کســـب‌وکار و یکپارچگی زنجیـــره ارزش در تحلیل و طراحی لحاظ می‌گردند.

تحول دیجیتال در این چارچوب بر یک اصل بنیادین اســـتوار است: فنـــاوری نبایـــد بدعملی‌هـــا، ناکارآمدی‌ها و ســـاختارهای جزیره‌ای موجـــود را کامپیوتری کنـــد؛ بنابراین در مراحـــل تحلیل و طراحی، شناســـایی فرصت‌های بازمهندسی فرایندها، حذف فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده، ثبت یک‌باره و اســـتفادهٔ چندباره از داده‌ها (یکپارچگی پایگاه‌داده و مرجعیت واحد داده)، خودکارسازی کنترل‌های داخلی و ارائه خدمات یکپارچه در اولویت قرار می‌گیرد.

فناوری‌ها صرفاً ابزارهای توانمندسازند و ارزش ذاتی آن‌ها تابع ارزش کسب‌وکاری است که خلق می‌کنند:

◄دواپس (DevOps): در مراحل تولید، آزمون و اســـتقرار برای ایجاد خطوط لوله تحویل پیوســـته (Continuous Delivery)، خودکارسازی آزمون‌ها، ارتقای کیفیت استقرار و دریافت بازخورد سریع عملیاتی به کار می‌رود.

◄هوش مصنوعی (AI) و داده‌محوری:

- **برای کارفرمـــا (ارزش راهبـــردی): بسترســـازی در معماری داده برای تحلیل داده‌ها، کشـــف الگوها، شناسایی گلوگاه‌های فرایندی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری پس از استقرار.**
- **بـــرای مجری (توانمندســـاز عملیاتی): بهره‌گیری کنترل‌شـــده در پیش‌نویس اسناد، بازبینی کد و طراحی سناریوهای آزمون؛ با رعایت کامل محرمانگی داده‌ها، الزامات امنیتی و مسئولیت نهایی کارشناسان انسانی.**

۴. هستهٔ ضروری در برابر بسط آکاردئونی

بـــرای جلوگیـــری از برخوردهای ســـلیقه‌ای، اعمال تشـــریفات زائد در پروژه‌هـــای چابک/کوچک، یا ســـهل‌انگاری در پروژه‌های بزرگ و حساس، مرز میان «هستهٔ ضروری و الزامی» (تعهدات غیرقابل‌حذف در هر مقیاس) و «اقلام تکمیلی» به‌طور شفاف تفکیک می‌شود.

هستهٔ ضروری که اجرای آن در تمامی پروژه‌ها الزامی است، شامل ۶ رکن بنیادین زیر است:

۱. سند شفاف منشـــور پروژه: تعیین دقیق اهداف، دامنه، مفروضات، محدودیت‌ها و خروجی‌های موردانتظار؛

۲. ماتریس شـــفاف نقش‌ها و مســـئولیت‌ها: تعیین حدود اختیارات و

۷- توافق‌نامه ســـطح خدمت: (SLA) مخفف Service Level Agreement، ســـندی توافق‌شـــده میان کارفرما و مجری/ارائه‌دهنده خدمت اســـت که تعهدات کیفی و عملیاتی دوره بهره‌برداری و پشـــتیبانی -مانند زمان پاســـخ‌گویی، حداکثر زمان رفع اختلال، ســـاعات دسترسی به سامانه و سطح مســـئولیت‌ها- را به‌صورت مشخص و قابل سنجش تعیین می‌کند.

پاسخ‌گویی کارفرما و مجری؛
۳. ثبت نیازمندی‌های اصلی و معیارهای پذیرش: شفاف‌سازی رفتار موردانتظار سامانه و شروط تأیید؛
۴. سازوکار رسمی مدیریت و کنترل تغییرات: فرایند ثبت، ارزیابی فنی-مالی و تصویب درخواست‌های تغییر دامنه؛
۵. طراحی و اجرای آزمون‌های کارکردی: اجرای آزمون‌های پذیرش کاربر نهایی (UAT)[8] منطبق با معیارهای پذیرش؛
۶. صورت‌جلسه رسمی تحویل و استقرار: ثبت رسمی تحویل سامانه، تعیین دوره تضمین و چارچوب اولیه پشتیبانی و سطح خدمت.
در پروژه‌های پرریسک، با دامنه گسترده یا پیچیدگی سازمانی بالا، اقلام تکمیلی متناسب با نیاز افزوده می‌شوند؛ از جمله: مدل‌سازی‌های تفصیلی فرایندی و داده‌ای، تحلیل عمیق ماتریس سودبران، اسناد تخصصی معماری، زیرساخت و امنیت، استقرار خطوط لوله ادغام و تحویل پیوسته (CI/CD)[9]، اجرای آزمون‌های غیرکارکردی (کارایی، بار، استرس و امنیت)، و تدوین برنامه جامع مدیریت تغییر سازمانی و آموزش.

۵. تناسب با شرایط اجرایی پروژه‌ها در ایران

پروژه‌های نرم‌افزار سفارشی در سازمان‌های ایرانی معمولاً با شرایطی مانند محدودیت‌ها و تعهدات قراردادیِ صلب، تنوع و پیچیدگی سامانه‌های قدیمی، تفاوت در سطح بلوغ سازمانی، کیفیت نامتوازن داده‌ها، تغییرات مداوم قوانین و مقررات، توزیع تصمیم‌گیری میان واحدها و تفاوت برداشت میان کارفرما، کاربران و مجری مواجه‌اند. چارچوب پیشنهادی برای مواجهه با این شرایط، بر سه اصل تأکید دارد:

۵-۱. نگاشت تعهدات RFP و قرارداد به خروجی‌های چارچوب

پیش از ورود به فاز طراحی، تعهدات، تحویل‌دادنی‌ها، معیارهای پذیرش، الزامات فنی و شرایط قراردادیِ مندرج در درخواست پیشنهاد (RFP)، اسناد مناقصه و قرارداد باید استخراج و با خروجی‌های چارچوب نگاشت شوند. در این نگاشت باید مشخص شود هر تعهد، به‌صورت یک خروجی مستقل، بخشی از یک سند مادر، پیوست قراردادی یا یک فعالیت اجرایی در کدام مرحله و گام پوشش داده خواهد شد.

۵-۲. تفکیک سه سطح اطلاعاتی

برای جلوگیری از تبدیل اطلاعات ناقص یا برداشت‌های کارشناسی به تعهدات قطعی، محتوای پروژه باید در سه سطح تفکیک و ثبت شود
- محتوای مستند: اطلاعاتی که بر اسناد معتبر، مصوبات، قرارداد، شواهد قابل‌اتکا یا توافق رسمی طرفین استوار است؛
- استنباط کاری: تحلیل یا نتیجه‌گیری کارشناسی حاصل از اطلاعات ناقص، پراکنده یا غیرصریح که باید با برچسب مشخص ثبت شود و تا پیش از تأیید رسمی، تعهد قطعی تلقی نگردد؛
- موضوع نیازمند تأیید: ابهام‌ها، گزینه‌ها یا تصمیم‌هایی که تعهد نهایی نسبت به آن‌ها منوط به نظر رسمی کارفرما یا مرجع ذی‌صلاح است.

۵-۳. زبان مشترک و شفافیت تعهدات

برای کاهش تعارضات قراردادی، برداشت‌های متفاوت و دوباره‌کاری‌ها، اصطلاحات کلیدی، نام‌گذاری‌ها، نقش‌ها، وضعیت‌ها، قواعد کسب‌وکار، معیارهای پذیرش و حدود مسئولیت‌ها باید به زبان مشترک و قابل‌استناد میان کارفرما و مجری تبدیل شوند. این زبان مشترک، مبنای فهم یکسان طرفین از آنچه باید تولید، آزمون، تأیید و تحویل شود، خواهد بود.

۶. مستندسازی، ردیابی‌پذیری و زبان مشترک

مستندسازی در این چارچوب یک تشریفات مستقل یا محصول صرفاً اداری نیست؛ بلکه مجموعه‌ای از شواهد زنده برای ایجاد فهم مشترک، ثبت تصمیم‌ها، هدایت پروژه، کنترل تغییرات، انتقال دانش و پشتیبانی از بهره‌برداری و توسعه آتی است.
نیازمندی‌های کسب‌وکار باید به‌صورت دوسویه (Bi-directional Traceability) به نیازمندی‌های عملکردی، اجزای طراحی، اقلام تولید، سناریوهای آزمون، معیارهای پذیرش و اقلام تحویلی ردیابی شوند. این سازوکار از یک‌سو نشان می‌دهد که هر نیاز کسب‌وکاری چگونه در سامانه تحقق یافته و آزموده شده است؛ و ازسوی‌دیگر، امکان ارزیابی روشن اثر هر تغییر در نیازمندی، طراحی، تولید، آزمون، برنامه زمان‌بندی و تعهدات تحویل را فراهم می‌کند.
مستندات پروژه باید دست‌کم پاسخ‌گوی پرسش‌های زیر باشند:
۱. چه مسئله یا نیازی باید حل شود؟
۲. چه خروجی یا قابلیتی باید تولید و تحویل شود؟
۳. مسئول تصمیم‌گیری، اجرا و تأیید هر خروجی چه کسی است؟
۴. کیفیت و پذیرش هر خروجی با چه معیارهایی سنجیده می‌شود؟
۵. چه چیزی، در چه زمانی و با چه شرایطی تأیید یا تحویل شده است؟
۶. چه تغییراتی رخ داده و اثر آن‌ها بر دامنه، زمان، هزینه و کیفیت چیست؟
۷. برای بهره‌برداری، پشتیبانی و توسعه‌های بعدی، چه دانش و شواهدی باید حفظ شود؟

جمع‌بندی بخش اول

بخش اول نشان داد که چارچوب ترکیبی - آکاردئونی، با تفکیک چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای، حفظ هسته ضروری کنترل و قابلیت بسط متناسب با شرایط هر پروژه، راهی برای ایجاد تعادل میان

8- User Acceptance Testing

۹- ادغام و تحویل پیوسته: (CI/CD) مخفف Continuous Integration/Continuous Delivery یا (Deployment) است؛ مجموعه‌ای از فرایندها و ابزارهای خودکارسازی در مهندسی نرم‌افزار که در آن، تغییرات کدهای برنامه‌نویسان به‌صورت خودکار و مستمر تجمیع، کامپایل، آزموده و در محیط‌های عملیاتی مستقر می‌شوند تا خطاهای انسانی در استقرار کاهش یابد و سرعت انتشار نگارش‌های پایدار افزایش یابد.

انضباط مهندسی و بازخورد تدریجی فراهم می‌کند. این چارچوب نه به تشـریفات یکسان و سنگین برای همه پروژه‌ها منجر می‌شود و نه کنترل‌های ضروری را به نام چابکی کنار می‌گذارد.
تفکر سیسـتمی و فرایندگرایی، پرهیز از کامپیوتری کردن رویه‌های نادرسـت، توجـه به شـرایط اجرایی ایران، اسـتفاده مسـئولانه از فناوری‌های توانمندسـاز و حفظ مستندسازی و ردیابی‌پذیری، زمینه ورود به ساختار عملیاتی، نقش‌ها و سازوکارهای اجرایی در بخش دوم را فراهم می‌سازد.

بخش دوم: ساختار عملیاتی، نقش‌ها و مسئولیت‌های پروژه

۱. منطق حاکم بر ساختار عملیاتی و نقش‌ها

سـاختار عملیاتی ایـن چارچوب بر پایهٔ نقش، مسـئولیت، اختیار و پاسخ‌گویی مشخص شکل می‌گیرد، نه بر مبنای ایجاد واحد سازمانی یا پسـت مسـتقل برای هر فعالیت. هر نقش باید متولی مشـخص داشـته باشـد و هیچ فعالیت یا کنترل مؤثری، به‌ویژه در حوزه‌های تصمیم‌گیـری، تأیید، تغییر، آزمون، تحویـل و پذیرش، نباید بدون مسئول باقی بماند.
متناسب با مقیاس، پیچیدگی، حساسیت، نوع قرارداد، تعداد سودبران و سطح ریسک پروژه، یک فرد یا واحد می‌تواند چند نقش را بر عهده گیرد؛ مشـروط بر آنکه صلاحیت، ظرفیت انجام کار، تفکیک مناسب وظایف، کنترل‌های ضروری و شواهد تصمیم، آزمون، تأیید و تحویل حفظ شـود؛ بنابراین، نقش‌های اصلی در این بخش به معنای وجود مسئولیت مشخص‌اند، نه الزام به ایجاد پست یا واحد مستقل.
در سوی کارفرما نیز باید، متناسـب با شرایط پروژه، دست‌کم مالک کسـب‌وکار، حامی پروژه، نماینده یا مرجع دارای اختیار کسب‌وکار، صاحبان فرایند و مراجع تأیید نیازمندی‌ها و پذیرش تحویل مشخص شـوند. مالک کسب‌وکار مسـئول تحقق ارزش، نیاز و بهره‌برداری از نتیجه است؛ حامی پروژه پشتیبانی سـطح بالا، رفع موانع و تسهیل تصمیم‌هـای کلان را بر عهده دارد. این دو نقـش می‌توانند در یک شـخص جمع شـوند، اما نباید تفاوت مسـئولیت آن‌ها مبهم بماند. تصمیم‌ها، تأییدها و پذیرش‌های کارفرما باید در سـاختار حاکمیتی پروژه ثبت و قابل‌پیگیری باشند.
سـاختار مرجع پیشـنهادی بر یک نقش راهبری کلان و چهار حوزه عملیاتی استوار است:

- **مدیر ارشد راهبری پروژه** (Senior Project Steering Manager)؛
- **حوزه مدیریت و حاکمیت پروژه؛**
- **حوزه تحلیل و طراحی؛**
- **حوزه فنی، تولید، آزمون و تضمین کیفیت؛**
- **حوزه استقرار، آموزش و پشتیبانی.**

این حوزه‌ها مبنایی برای تخصیص مسئولیت و سازمان‌دهی همکاری‌ها هستند و الزاماً به معنای ایجاد واحدها یا تیم‌های مستقل نیستند.

۲. جایگاه و حدود اختیار مدیر ارشد راهبری پروژه

مدیر ارشـد راهبری پروژه، در پروژه‌هـای دارای مقیاس، پیچیدگی بین‌حوزه‌ای، سـودبران متعدد یا تصمیم‌های حسـاس، نقش هدایت و یکپارچه‌سـازی مسیر کلان پروژه را ایفـا می‌کند. این نقش میان انتظار کارفرما، ارزش کسـب‌وکار، تعهدات قراردادی، ظرفیت مجری، ریسک‌ها و قابلیت بهره‌برداری از راهکار، هم‌راستایی ایجاد می‌کند.
وجود این نقش در همهٔ پروژه‌ها الزامی نیست. در پروژه‌های کوچک‌تر یـا کم پیچیدگی، مسـئولیت‌های آن می‌تواند با تعیین صریح حدود اختیار، در نقش مدیر پروژه یا مرجع حاکمیتی پروژه تجمیع شود.

۲-۱. مسئولیت‌های اصلی مدیر ارشد راهبری پروژه

مسئولیت‌های اصلی این نقش عبارت‌اند از:

- هم‌راستاسازی اهداف کسـب‌وکار، تعهدات قراردادی، اولویت‌های کارفرما و مسیر تحویل پروژه؛
- هدایت تصمیم‌ها و حل تعارض‌های کلان میان‌دامنه، زمان، هزینه، کیفیت، ریسک و قابلیت بهره‌برداری؛
- تعیین یـا تأیید سـطح متناسب‌سـازی آکاردئونـی چارچوب و اولویت‌های کلان تحویل؛
- نظارت بر ریسک‌ها، وابستگی‌ها، تغییرات و تعهداتی که اثر معنادار بر پروژه دارند؛
- ایجاد هماهنگی میان حوزه‌های مدیریت، تحلیل، فنی و استقرار و اطمینان از آمادگی برای بهره‌برداری.

تصمیم‌های مؤثر بر مبلغ یا تعهدات قراردادی، تغییر اسـاسی دامنه، تأمین منابع کلان، زمان‌بندی مصوب یا ریسـک‌های خارج از اختیار مدیر پروژه، باید به مالک کسـب‌وکار، حامی پروژه یا مرجع تصویب تعیین‌شده ارجاع شوند.

۲-۲. حدود اختیار و محدودیت‌ها

مدیر ارشد راهبری، جایگزین مدیر پروژه یا نقش‌های تخصصی نیست و نباید در مدیریت اجرایی روزانه، جزئیات فنی و تصمیم‌های تخصصی تحلیل و طراحی مداخله مسـتقیم کند؛ مگر آنکه مسـئولیتی رسماً تفویض شده باشـد. همچنین این نقش مجاز به دورزدن فرایندهای رسمی مدیریت تغییر، کنترل کیفیت، آزمون و پذیرش کارفرما نبوده و خـارج از اختیارات تفویض‌شـده، تعهد قـراردادی جدیدی ایجاد نمی‌کند.

۳. حوزهٔ مدیریت و حاکمیت پروژه

این حوزه مسـئول تبدیل جهت‌گیـری کلان پروژه به برنامه و کنترل اجرایی، ایجاد شفافیت و انضباط کاری، مدیریت وابستگی‌ها، ریسک‌ها و تغییرات، نگهداری سوابق و مصوبات، و ارائهٔ گزارش‌های مدیریتی است

۳-۱. نقش‌های اصلی و لازم

- **مدیر پروژه: مسـئول برنامه‌ریزی، هماهنگـی، پیگیری تعهدات، مدیریت مسائل، کنترل اجرای پروژه و گزارش‌دهی به مراجع راهبری؛**

◄**مسئول کنترل پروژه: مسئول پایش برنامه، پیشرفت، زمان، هزینه، منابع، انحراف‌ها و وابستگی‌های پروژه؛**

◄**مسئول مدیریت ریسک و تغییر: مسئول ثبت، ارزیابی، پیگیری و طرح ریسک‌ها، مسائل و درخواست‌های تغییر در مرجع تصمیم‌گیری تعیین‌شده؛**

◄**مسئول کنترل مستندات و مصوبات: مسئول اعتبار نسخه‌ها، ثبت و نگهداری مصوبات، مکاتبات و سوابق رسمی پروژه.**

۳-۲. نقش‌های تخصصی تکمیلی

حسب ضرورت پروژه، نقش‌هایی مانند هماهنگ‌کنندهٔ پروژه یا تحویل، اسکرام‌مستر، مسئول تضمین کیفیت فرایند، مسئول مدیریت قرارداد و تعهدات، مسئول پایش شاخص‌ها، هماهنگ‌کنندهٔ مراحل یا گروه‌های فرایندی، و دفتر مدیریت پروژه یا کارشناس آن، می‌توانند به ساختار افزوده شوند.

۴. حوزهٔ تحلیل و طراحی

این حوزه مسئول شناخت و صورت‌بندی نیازمندی‌ها، تحلیل فرایندها و قواعد کسب‌وکار، طراحی راهکار و حفظ پیوند میان نیازمندی‌ها، طراحی، تولید، آزمون و تحویل است.

۴-۱. نقش‌های اصلی و لازم

◄**مدیر تحلیل: مسئول برنامه‌ریزی و هدایت فعالیت‌های تحلیل، کنترل کیفیت اقلام تحلیلی و ایجاد هماهنگی میان سودبران کسب‌وکار و تیم فنی؛**

◄**تحلیلگر کسب‌وکار: مسئول استخراج، تحلیل، اولویت‌بندی و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها، فرایندها، قواعد کسب‌وکار و سناریوهای استفاده؛**

◄**تحلیلگر سامانه: مسئول تبدیل نیازمندی‌های تأییدشده به مشخصات عملکردی، مدل‌ها، منطق سامانه، تعاملات و قیود طراحی؛**

◄**مسئول ردیابی‌پذیری: مسئول حفظ ارتباط محتوایی میان نیازمندی‌ها، تصمیم‌های طراحی، اقلام تولید، موارد آزمون و تحویل‌های پروژه.**

کنترل مستندات و مصوبات، اعتبار نسخه‌ها و سوابق رسمی را حفظ می‌کند؛ در مقابل، ردیابی‌پذیری بر پیوند محتوایی و قابلیت دنبال‌کردن هر نیازمندی در چرخهٔ تحلیل تا تحویل متمرکز است.

۴-۲. نقش‌های تخصصی تکمیلی

باتوجه‌به ماهیت راهکار، نقش‌هایی مانند طراح عملکردی، تحلیلگر فرایند، تحلیلگر داده، طراح تجربهٔ کاربر، تحلیلگر یکپارچه‌سازی یا تحلیلگر حوزهٔ تخصصی کسب‌وکار می‌توانند افزوده شوند. در پروژه‌های کوچک و متوسط، برخی از این مسئولیت‌ها می‌تواند در نقش مدیر تحلیل یا تحلیلگر ارشد تجمیع شود؛ مشروط بر حفظ کیفیت تحلیل، قابلیت ردیابی و تأیید سودبران.

۵. حوزهٔ فنی، تولید، آزمون و تضمین کیفیت

این حوزه مسئول تبدیل نیازمندی‌های طراحی‌شده به قابلیت‌های اجرایی و قابل‌استقرار است. تولید می‌تواند از طریق کدنویسی، پیکربندی محصول یا سامانه‌های مدیریت فرایند (BPMS)، توسعه خدمات و افزونه‌ها، یا ترکیبی از این‌ها انجام شود. در تمام حالات، انطباق خروجی‌ها با معیارهای پذیرش، الزامات امنیتی، یکپارچگی و استانداردهای کیفی الزامی است.

۵-۱. نقش‌های اصلی و لازم

◄**مدیر فنی/راهبر فنی: هدایت فنی، ارزیابی امکان‌پذیری، معماری کلان، مدیریت کیفیت فنی و رفع موانع تولید.**

◄**تولیدکننده/پیکربند: توسعه نرم‌افزار، پیکربندی سامانه یا BPMS، و آماده‌سازی قابلیت‌ها.**

◄**کارشناس آزمون و تضمین کیفیت: مسئول برنامه‌ریزی و اجرای مستقل آزمون‌ها، ثبت خطاها و ارائه شواهد انطباق با معیارهای پذیرش (تفکیک این نقش از تیم تولید به‌منظور جلوگیری از خوداظهاری الزامی است).**

◄**مسئول مدیریت نسخه و انتشار: کنترل نسخه‌های فنی، بسته‌بندی انتشار و اطمینان از قابلیت بازگشت به نسخه‌های پیشین.**

۵-۲. نقش‌های تخصصی تکمیلی

نقش‌هایی نظیر معمار نرم‌افزار، متخصص پایگاه‌داده، متخصص امنیت، مهندس دواپس (DevOps)، و متخصصان آزمون (کارایی/امنیت/خودکار) متناسب با فناوری‌های انتخابی (فناوری‌های به‌کاررفته)، پیچیدگی راهکار و نیازهای خاص پروژه فعال می‌شوند.

۶. حوزهٔ استقرار، آموزش و پشتیبانی

این حوزه مسئول آماده‌سازی سازمان بهره‌بردار، انتقال دانش، تحویل عملیاتی و سازمان‌دهی پشتیبانی است. موفقیت فنی، زمانی به ارزش کسب‌وکاری تبدیل می‌شود که بهره‌برداری در فرایند واقعی کار تثبیت و مسائل عملیاتی از مسیر مشخصی مدیریت شوند.

۶-۱. نقش‌های اصلی و لازم

◄**مدیر استقرار: برنامه‌ریزی و هماهنگی استقرار، کنترل آمادگی سازمان و هدایت آموزش و پشتیبانی.**

◄**کارشناس استقرار و راه‌اندازی: آماده‌سازی محیط بهره‌برداری، مهاجرت داده‌ها و راه‌اندازی فنی.**

◄**کارشناس آموزش و انتقال دانش: تدوین محتوا، آموزش کاربران و تهیه راهنماها.**

◄**کارشناس پشتیبانی: ثبت، دسته‌بندی و پاسخ‌گویی به رخدادها و مسائل بهره‌برداری.**

۶-۲. نقش‌های تخصصی تکمیلی

متناسب با سطح خدمات (SLA) و گستره بهره‌برداری، نقش‌های تخصصی مانند کارشناس آزمون پذیرش کاربر (UAT)، متخصص مرکز خدمات (Service Desk)، و کارشناسان مدیریت سطح خدمات و دانش بهره‌برداری فعال می‌شوند.

۷. الگوی آکاردئونی تخصیص و تجمیع نقش‌ها

ساختار ارائه‌شده، مرجع و قابل‌تطبیق است، نه تشکیلاتی ثابت برای همهٔ پروژه‌ها. نقش‌های تخصصی باتوجه‌به ریسک، پیچیدگی، وابستگی‌ها، تعداد سودبران، حساسیت داده‌ها، الزامات امنیتی، نوع فناوری، میزان یکپارچگی، گسترهٔ استقرار و سطح خدمات موردنیاز، فعال، تفکیک یا تجمیع می‌شوند.

تجمیع نقش‌ها مجاز است، مشروط بر آنکه مسئول هر فعالیت و تحویل‌دادنی، حدود اختیار و مرجع تأیید مشخص باشد؛ تصمیم‌ها، تغییرات، ریسک‌ها و مسائل مهم ثبت و قابل‌ردیابی بمانند؛ آزمون و کنترل کیفیت صرفاً به خوداظهاری تولیدکننده محدود نشود؛ و تحویل فقط پس از تأیید و پذیرش رسمی انجام گیرد.

برای شفاف‌سازی مسئولیت‌ها، می‌توان از ماتریس تخصیص مسئولیت (RAM)[۱۰] یا ماتریس مسئولیت، پاسخ‌گویی، مشورت و اطلاع‌رسانی (RACI)[۱۱] استفاده کرد.

۸. مرزبندی همکاری میان حوزه‌ها

چهار حوزهٔ عملیاتی، جزیره‌های جدا از یکدیگر نیستند و همکاری آن‌ها بر خروجی‌های قابل‌ارزیابی، نقاط تحویل، معیارهای پذیرش و مسئولیت‌های روشن استوار است:

- مدیریت و حاکمیت پروژه: مدیریت برنامه، وابستگی‌ها، ریسک‌ها، تغییرات و هماهنگی‌های اجرایی؛
- تحلیل و طراحی: شفاف‌سازی نیازمندی‌ها، فرایندها، قواعد کسب‌وکار و معیارهای پذیرش؛
- فنی، تولید، آزمون و تضمین کیفیت: تولید یا پیکربندی، یکپارچه‌سازی، آزمون و آماده‌سازی بسته‌های انتشار؛
- استقرار، آموزش و پشتیبانی: آمادگی سازمان، راه‌اندازی عملیاتی، آموزش و خدمات پشتیبانی؛
- مدیر ارشد راهبری: ایجاد هم‌راستایی میان حوزه‌های چهارگانه و ارجاع موضوعات کلان خارج از اختیارات به مراجع تصویب (حامی/مالک کسب‌وکار).

هیچ حوزه‌ای نباید بدون هماهنگی با حوزه‌های دیگر، تصمیمی بگیرد که بر دامنه، هزینه، زمان، کیفیت، امنیت، بهره‌برداری یا تعهدات قراردادی اثر بگذارد. موضوعات میان حوزه‌ای باید در قالب تصمیم، تغییر، ریسک، مسئله یا خروجی قابل‌ردیابی ثبت و پیگیری شوند.

۹. جمع‌بندی

ساختار عملیاتی چارچوب بر یک نقش راهبری کلان و چهار حوزهٔ مکمل استوار است و متناسب با شرایط واقعی هر پروژه بسط می‌یابد. نقش‌ها الزاماً پست یا افراد مستقل نیستند، اما هیچ مسئولیت اصلی نباید حذف یا مبهم بماند. این ساختار، در بخش بعد، در چرخهٔ حیات پنج‌مرحله‌ای و در سطح فازها، گام‌ها، خروجی‌ها و نقاط کنترل به کار گرفته می‌شود.

بخش سوم: چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای و اجرای چابک و گام‌به‌گام پروژه

چارچوب ترکیبی - آکاردئونی، چرخه حیات ساختاریافتهٔ مهندسی نرم‌افزار را با انعطاف‌پذیری و تحویل تدریجی روش‌های چابک تلفیق می‌کند. در این رویکرد، پنج مرحلهٔ اصلی، چارچوب ثابت تبدیل نیاز به راهکار عملیاتی را شکل می‌دهند؛ درحالی‌که سازوکار چابک، نحوهٔ تقسیم کار، تعاملات تیم، تحویل‌های مکرر و دریافت مستمر بازخورد را سامان می‌دهد.

پنج مرحلهٔ چرخه حیات عبارت‌اند از:

۱. شناخت و آغاز؛

۲. تحلیل فرایندها و نیازمندی‌ها؛

۳. طراحی عملکردی، فنی و یکپارچگی؛

۴. تولید، مهاجرت داده، آزمون و آماده‌سازی استقرار؛

۵. استقرار، تحویل، آموزش، پشتیبانی و ارزیابی نهایی.

این پنج مرحله، فازهای خطی و یک‌باره برای کل پروژه نیستند، بلکه چرخه‌ای تکرارشونده برای اجرای هر بخش از کارند. سلسله‌مراتب شکست اجرایی کار به این صورت تعریف می‌شود:

- پروژه (Project): کل تعهدات قراردادی و اهداف کسب‌وکار.
- مرحلهٔ اجرایی (Phase): بخشی از پروژه که به یک خروجی کلان و قابل‌بهره‌برداری برای کارفرما ختم می‌شود.
- ماژول یا گام تحویل (Work Package / Sprint Deliverable): واحد کاری خرد، مستقل و قابل‌سنجش (مانند یک فرایند، یک قابلیت یا یکپارچگی مشخص).

هر گام تحویل، متناسب با ماهیت و ریسک خود، مراحل پنج‌گانه را با عمق مشخصی طی می‌کند:

۱. مرحلهٔ شناخت و آغاز

هدف این مرحله، ایجاد درک مشترک، شفاف و مستند از مسئلهٔ کسب‌وکار، دامنه، سودبران، محدودیت‌ها، تعهدات قراردادی و روش پیشبرد کار است. در این مرحله، درخواست پیشنهاد، قرارداد و پیشنهادهای فنی به برنامهٔ کلان پروژه تبدیل می‌شوند.

◀ فعالیت‌های اصلی: بازبینی قرارداد، RFP و مستندات پایه؛ شناسایی سودبران کلیدی، صاحبان فرایند و مراجع تأیید؛ تعیین مرزهای دامنه و موارد خارج از دامنه (Out of Scope)؛ شناسایی اولیهٔ ماژول‌ها و سامانه‌های مرتبط؛ ثبت محدودیت‌ها، فرضیات و ریسک‌های اولیه؛ و توافق بر ساختار حاکمیتی و روش تصمیم‌گیری.

◀ خروجی‌های سطح تعهد متعارف: سند آغاز و دامنهٔ پروژه، فهرست سودبران و مراجع تصویب، ساختار اولیه مراحل و ماژول‌ها، فهرست

۱۰- Responsibility Assignment Matrix (RAM) ابزاری استاندارد برای تخصیص نقش‌ها و مسئولیت‌ها در فعالیت‌های پروژه که مشخص می‌کند چه کسی مسئول انجام مستقیم یک فعالیت است.

۱۱- ماتریس RACI نوعی از ماتریس RAM است که برای شفافیت بیشتر، هر نقش را در چهار سطح تعریف می‌کند: مسئول مستقیم انجام کار (Responsible)، پاسخ‌گو در برابر نتیجه (Accountable)، مشاور (Consulted) و در جریان امور قرار گیرنده (Informed).

ریسک‌های اولیه و برنامه کلان زمان‌بندی.

◄اقلام تکمیلی (بسط آکاردئونی): منشور پروژه (Project Charter)، ساختار شکست کار (WBS)[12]، ماتریس تخصیص مسئولیت‌ها (RACI)، برنامه مدیریت ارتباطات، ثبت جامع ریسک‌ها و نقشهٔ سامانه‌های موجود (در صورت وجود اسناد معماری سازمانی، این اسناد ورودی و قید حاکم بر آغاز پروژه خواهند بود).

◄معیار تکمیل مرحله: شفافیت دامنهٔ اولیه، تعیین حدود اختیارات و مراجع تصمیم‌گیری، و توافق رسمی طرفین بر مسیر ورود به تحلیل تفصیلی.

۲. مرحله تحلیل فرایندها و نیازمندی‌ها

این مرحله شناخت اولیه را به مشخصات مستند و قابل‌ارزیابی از فرایندهای سازمان، منطق کسب‌وکار، قواعد تصمیم‌گیری و رفتار موردانتظار سامانه تبدیل می‌کند. تحلیل باید تفاوت میان درخواست ظاهری و نیاز واقعی کسب‌وکار را آشکار کند.

◄فعالیت‌های اصلی: مصاحبه با صاحبان فرایند و کاربران کلیدی؛ مشاهده و بازبینی جریان واقعی کار؛ مدل‌سازی فرایندهای وضع موجود (As-Is) و وضع مطلوب (To-Be)؛ شناسایی گلوگاه‌ها و فرصت‌های بهبود؛ استخراج نیازمندی‌های کسب‌وکار، عملکردی و غیرعملکردی؛ تعیین قواعد کسب‌وکار (Business Rules)؛ و تدوین معیارهای پذیرش اولیه (Acceptance Criteria).

◄خروجی‌های سطح تعهد متعارف: سند نیازمندی‌های کسب‌وکار (BRD)[13] یا سند جامع تحلیل، مدل یا شرح فرایندهای اصلی، فهرست اولویت‌بندی شده نیازمندی‌ها، قواعد کلیدی کسب‌وکار، معیارهای پذیرش و فهرست ابهامات نیازمند تصمیم‌گیری.

◄اقلام تکمیلی (بسط آکاردئونی): مدل‌سازی فرایندها با نمادگذاری BPMN، شناسنامهٔ تفصیلی فرایندها، تحلیل شکاف (Gap Analysis)، واژه‌نامهٔ کسب‌وکار (Business Glossary)، سناریوهای کاربری (Use Cases / User Stories) و ماتریس اولیه ردیابی نیازمندی‌ها (Trace-ability Matrix).

معیار تکمیل مرحله: تأیید رسمی سند تحلیل و نیازمندی‌ها توسط صاحبان فرایند و کارفرما به‌عنوان مبنای طراحی و کنترل تغییرات.

۳. مرحله طراحی عملکردی، فنی و یکپارچگی

در این مرحله، نیازمندی‌ها به مشخصات دقیق، منسجم و قابل‌پیاده‌سازی تبدیل می‌شوند. طراحی شامل سه لایهٔ درهم‌تنیده است:

۱. طراحی عملکردی: تعیین رفتار سیستم، جریان داده، ساختار فرم‌ها، کارتابل‌ها، گزارش‌ها و ماتریس دسترسی؛

۲. طراحی فنی و معماری: انتخاب الگوهای معماری، مدل داده، اجزای نرم‌افزاری، محیط‌های اجرا، پروتکل‌های امنیتی و الزامات کارایی؛

۳. طراحی یکپارچگی: تعیین سامانه‌های مرتبط، مشخصات رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی (API)، ساختار تبادل داده، احراز هویت و مدیریت خطاها.

◄خروجی‌های سطح تعهد متعارف: سند مشخصات عملکردی (FRD)[14]، سند مشخصات فنی و معماری، مدل داده و ساختار پایگاه‌داده، ماتریس نقش‌ها و سطوح دسترسی، و معیارهای دقیق آزمون و پذیرش.

◄اقلام تکمیلی (بسط آکاردئونی): طراحی تفصیلی تجربه و رابط کاربری (UI/UX)[15]، مشخصات جامع وب‌سرویس‌ها و رابط‌های تبادل داده، سند معماری امنیت و رمزنگاری، طراحی سازوکارهای ثبت رخداد (Logging & Auditing)، و توافق‌نامه سطح خدمت سرویس‌های یکپارچگی.

◄معیار تکمیل مرحله: تأیید طراحی عملکردی توسط کارفرما و تصویب معماری فنی و یکپارچگی توسط راهبران فنی پروژه.

۴. مرحله تولید، مهاجرت داده، آزمون و آماده‌سازی استقرار

این مرحله، طراحی مصوب را به یک سامانهٔ عملیاتی، آزموده شده و آمادهٔ بهره‌برداری تبدیل می‌کند. توسعه می‌تواند از طریق کدنویسی، پیکربندی سامانه مدیریت فرایند کسب‌وکار (BPMS)، توسعه سرویس‌ها یا ترکیبی از آن‌ها صورت گیرد.

◄فعالیت‌های اصلی: پیاده‌سازی قابلیت‌ها بر پایهٔ FRD و معماری فنی؛ راه‌اندازی خطوط لوله یکپارچه‌سازی و تحویل مداوم (DevOps/CI-CD)؛ آماده‌سازی داده‌های آزمایشی؛ طراحی سناریوهای مهاجرت و پالایش داده‌های پیشین؛ اجرای آزمون‌های واحد، یکپارچگی، عملکردی و امنیتی؛ رفع خطاها و اجرای آزمون مجدد؛ و آماده‌سازی مستندات استقرار.

◄خروجی‌های سطح تعهد متعارف: نسخهٔ نرم‌افزاری قابل آزمون، سناریوها و گزارش نتایج آزمون، ثبت خطاها و وضعیت رفع آن‌ها، گزارش مهاجرت آزمایشی داده، راهنمای نصب و پیکربندی، و صورت‌جلسه آمادگی برای استقرار.

◄اقلام تکمیلی (بسط آکاردئونی): سناریوهای آزمون خودکار (Auto-mated Testing)، آزمون‌های غیرعملکردی (بار، کارایی و نفوذپذیری با امکان توجه به مدل کیفی ISO/IEC 25010:2023)، برنامه تفصیلی پالایش داده‌ها (Data Cleansing)، برنامه بازگشت از بحران (Roll-back Plan)، و ماتریس ردیابی آزمون به نیازمندی.

◄معیار تکمیل مرحله: قبولی در آزمون‌های عملکردی اصلی، تعیین‌تکلیف خطاهای بحرانی و صدور تأییدیه فنی ورود به محیط استقرار.

۵. مرحله استقرار، تحویل، آموزش، پشتیبانی و ارزیابی نهایی

استقرار فراتر از نصب فنی نرم‌افزار است؛ این مرحله شامل آماده‌سازی

12- Work Breakdown Structure
13- Business Requirements Document
14- Functional Requirements Document
15- User Interface / User Experience

زیرســـاخت، انتقال قطعی داده‌ها، آموزش کاربران، تحویل رســـمی، پایدارسازی سامانه و سازمان‌دهی پشتیبانی است.

◄فعالیت‌های اصلی: اســـتقرار نســـخه در محیـــط عملیاتی؛ اعمال پیکربندی‌های امنیتی و شـــبکه‌ای؛ اجرای آزمایشی در صورت نیاز؛ مهاجرت نهایی داده‌ها؛ آموزش کاربران نهایی، مدیران ســـامانه و تیم راهبری؛ پشـــتیبانی دوره تثبیت (Hypercare)؛ ثبت و رســـیدگی به رخدادها؛ ارزیابی نهایی انطباق با نیازمندی‌ها؛ و اخذ تأییدیه تحویل.

◄خروجی‌های ســـطح تعهد متعارف: راهنمای کاربـــری و راهبری ســـامانه، گزارش اجرای استقرار، ســـوابق و صورت‌جلسات آموزش، گزارش مهاجرت قطعی داده، ســـازوکار ثبت و پیگیری درخواست‌های پشتیبانی، فهرست موارد باز و برنامه رفع آن‌ها، و صورت‌جلسه رسمی تحویل و پذیرش کاربران (UAT Sign-off).

◄اقلام تکمیلی (بســـط آکاردئونی): برنامه جامع مدیریت تغییرات سازمانی (OCM)[16]، تدوین توافق‌نامه سطح خدمت (SLA)، فرایندهای مدیریت رخداد و تغییر با امکان توجه بـــه چارچوب ITIL 4 (2019)، گزارش ارزیابی تحقق ارزش کسب‌وکار، و گزارش جامع خاتمه پروژه.

◄معیـــار تکمیل مرحلـــه: بهره‌بـــرداری موفق ســـامانه در محیط واقعی، آموزش ســـودبران مرتبط، برقراری بستر پشتیبانی و امضای صورت‌جلسه رسمی پذیرش.

۶. قواعد تکمیلی در اجرای چرخه حیات

۶-۱. اجرای فازبندی‌شده، ماژولار و متولی گام

در پروژه‌های ســـفارشی، شکستن کار به ماژول‌ها و گام‌های مستقل، ریسک را مدیریت کرده و بازخوردهای سریع‌تری فراهم می‌کند. برای هـــر گام باید یک «متولی گام» تعیین شـــود که مســـئول هماهنگی فعالیت‌های مربوط به آن گام باشـــد. متولی گام، مجری تمامی کارها نیســـت، بلکه هماهنگ‌کننده پیشـــرفت کار با تیـــمی چندمهارتی (Cross-functional Team) اســـت. همچنین، متـــولی گام نمی‌تواند به‌تنهایی مرجع پذیرش کیفی همان گام باشـــد؛ تأیید نهایی بر عهده مراجع مستقل و نمایندگان کارفرماست.

۶-۲. نقاط بازبینی و تصمیم‌گیری (Phase Gates)

نقاط کنترل اصلی پروژه عبارت‌اند از:

۱. تأیید آغاز و حدود دامنه (Scope)؛
۲. تأیید سند تحلیل نیازمندی‌ها؛
۳. تصویب طراحی عملکردی و معماری فنی؛
۴. تأیید آمادگی برای استقرار؛
۵. پذیرش گام یا ماژول تحویلی؛
۶. تحویل نهایی و خاتمه.

این نقاط بـــه معنای ایجاد موانع فرایندی یا انجماد بازگشـــت‌ناپذیر اسناد نیستند، بلکه نقاط رسمی ارزیابی ریسک، تصمیم‌گیری درباره تغییرات و هدایت آگاهانه به گام بعدی محسوب می‌شوند. تصویب هر نقطه مانع از بازنگری کنترل‌شـــده نیازمندی‌ها یا طراحی در گام‌های بعدی نبوده و در صورت لزوم، اصلاحات از طریق ســـازوکار مدیریت تغییر اعمال و هم‌راستایی اسناد حفظ می‌شود.

۶-۳. یکپارچگی سامانه و تحویل پیوسته

تحویل‌هـــای مکرر و موفـــقِ گام‌های کاری، نبایـــد جایگزین آزمون یکپارچگی کل سامانه شود. پیش از تحویل نهایی، هم‌خوانی داده‌های مشـــترک، گزارش‌های تجمیعی، تبادل داده میان ماژول‌ها و عملکرد تحت بار واقعی کل سامانه باید به‌طور مستقل راستی‌آزمایی شود.

جمع‌بندی بخش سوم

چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای، اســـکلتی پایدار بـــرای فرایند مهندسی نرم‌افزار فراهم می‌کند که از شناخت تا بهره‌برداری را تضمین می‌نماید؛ درحالی‌که اجـــرای ماژولار و گام‌به‌گام، پویایی و انطباق‌پذیری چابک را به ارمغـــان می‌آورد. تمایز میان تعهـــدات متعارف و اقلام تکمیلی (آکاردئونی)، از سنگین‌شـــدن بی‌مورد پروژه‌های کوچک و نیز غفلت از کنترل‌های حســـاس در پروژه‌های پیچیده جلوگیری می‌کند. این ســـاختار اجرایی، زمینه را برای اســـتقرار ســـازوکارهای پشتیبان و حاکمیتی (موضوع بخش بعد) فراهم می‌سازد.

بخش چهارم: ســـازوکارهای پشـــتیبان، حاکمیت و بهبود مستمر

موفقیت چارچوب ترکیبی - آکاردئونی صرفاً به تعریف چرخه حیات پنج‌مرحله‌ای، مرحله‌بندی پروژه و تعیین نقش‌ها وابسته نیست؛ بلکه به سازوکارهایی نیاز دارد که انضباط مهندسی، شفافیت تصمیم‌گیری، کنترل تغییر، ردیابی‌پذیری، مدیریت ریسک، کیفیت، مدیریت دانش و بهبود مستمر را در سراسر پروژه برقرار سازند.

این ســـازوکارها، نقش‌هـــا، مراحل چرخه حیات، مراحـــل، ماژول‌ها، گام‌های تحویل، اســـناد، تحویل‌دادنی‌ها و تصمیم‌های مدیریتی را در ســـطح کل پروژه، مراحل و هر گام تحویل به یکدیگر پیوند می‌دهند. این پیوند باید قابل‌مشـــاهده، قابل‌بررسی و متناسب با شرایط پروژه باشد.

سطح اجرای سازوکارهای پشتیبان در همه پروژه‌ها یکسان نیست. در سطح تعهد متعارف، سازوکارها و شواهد ضروری برای کنترل دامنه، تصمیم‌گیری، تحلیـــل، طراحی، تولید، آزمون، تحویل و پذیرش اجرا می‌شـــوند. اقلام تکمیلی نیز بر پایه عواملی مانند ریسک، پیچیدگی، حســـاسیت داده‌ها، اهمیت عملیاتی، تعداد ســـودبران، وابستگی‌ها، الزامات امنیتی و توافق قراردادی تعیین می‌شوند.

رویکرد آکاردئونی به معنای حذف کنترل‌های ضروری نیســـت؛ بلکه از تحمیل بی‌دلیل اســـناد، نقش‌ها، رویه‌ها و کنترل‌های تخصصی به

16- Organizational Change Management

پروژه‌هایی جلوگیری می‌کند که به آن سطح از تفصیل نیاز ندارند. تبدیل بی‌دلیل اقلام تکمیلی به تعهدات عمومی، زمان و هزینه را افزایش می‌دهد، تحویل ارزش را به تأخیر می‌اندازد و احتمال اختلاف درباره حدود تعهدات را بیشتر می‌کند.

۱. معماری مستندات و ایجاد زبان مشترک

پراکندگی اطلاعات، برداشت‌های متفاوت از نیازمندی‌ها و نبود زبان مشترک میان کارفرما، صاحبان فرایند، تحلیلگران، تیم فنی، کاربران و دیگر سودبران، از عوامل اصلی ابهام، دوباره‌کاری و اختلاف در پروژه‌های نرم‌افزاری سفارشی است. معماری مستندات، مرجعی مشترک برای شناخت، تحلیل، طراحی، تولید، آزمون، استقرار و تحویل فراهم می‌کند.

در سطح تعهد متعارف، هسته معماری مستندات بر محتوای زیر استوار است:

- سند تحلیل فرایندها و نیازمندی‌ها (BRD): مرجع اهداف کسب‌وکار، فرایندهای وضع موجود و مطلوب، منطق و قواعد تصمیم‌گیری و معیارهای پذیرش اولیه؛
- سند مشخصات عملکردی (FRD): مرجع مشخصات رفتاری سامانه، سناریوهای کاربری، جریان داده، کارتابل‌ها، گزارش‌ها و معیارهای پذیرش تفصیلی؛
- مشخصات طراحی یکپارچگی و سرویس‌ها: مرجع تعامل با سایر سامانه‌ها، روش‌های تبادل داده، مشخصات APIها، ساختار پیام، امنیت تبادل و مدیریت خطا.

در صورت وجود داده‌های حساس، معماری فنی پیچیده، الزامات امنیتی، مهاجرت داده یا آزمون‌های تخصصی، محتوای مربوط می‌تواند در اسناد مادر، پیوست‌های آن‌ها یا اسناد تخصصی مستقل ثبت شود. معیار تفکیک اسناد باید کنترل پیچیدگی، کاهش ریسک، افزایش قابلیت استفاده و نگهداری، یا پاسخ‌گویی به الزام مشخص باشد؛ نه صرفاً افزایش تعداد اسناد.

برای هر گام تحویل، ارتباط میان‌دامنه گام، نیازمندی‌ها، طراحی، فعالیت‌های تولید یا پیکربندی، آزمون، موارد باز و پذیرش باید روشن باشد. این اطلاعات می‌تواند در سندی مستقل، پیوست سند مادر، کارتابل پروژه یا ترکیبی از آن‌ها ثبت شود؛ مشروط بر آنکه مرجع معتبر، قابل‌شناسایی و قابل بازبینی داشته باشد.

اصول پایه معماری مستندات عبارت‌اند از:

۱. مرجع ایجاد هر نیازمندی، تصمیم یا تغییر مشخص باشد؛
۲. مبنای تولید هر سند، فعالیت یا تحویل‌دادنی بعدی روشن باشد؛
۳. مسئول تهیه، مرجع بازبینی و مرجع تأیید هر خروجی تعیین شود
۴. تغییرات مهم در اسناد وابسته، برنامه‌ها، معیارهای پذیرش و تحویل‌دادنی‌های مرتبط منعکس شوند؛
۵. نسخه معتبر اسناد، سوابق تصمیم‌ها و تاریخچه تغییرات قابل‌شناسایی باشد.

۲. نسبت چارچوب با مطالعات و پروژه‌های بالادستی

در برخی سازمان‌ها، پیش از آغاز پروژه نرم‌افزاری، مطالعاتی مانند معماری سازمانی، تحلیل یا بازطراحی فرایندها، مدل‌سازی داده، نقشه راه فناوری اطلاعات، برنامه تحول دیجیتال یا امکان‌سنجی انجام شده است. خروجی‌های معتبر این مطالعات می‌توانند در شناخت و آغاز، تحلیل، طراحی و تعیین دامنه، ورودی‌های ارزشمندی باشند.

بااین‌حال، این اسناد باید با اهداف، دامنه، شرایط واقعی، محدودیت‌ها و زمان اجرای پروژه تطبیق و اعتبارسنجی شوند. وجود آن‌ها به معنای پذیرش خودکار مفروضاتشان نیست؛ زیرا قوانین، فرایندها، ساختار سازمانی، سامانه‌های موجود، فناوری‌ها یا اولویت‌های کسب‌وکار ممکن است از زمان تهیه آن‌ها تغییر کرده باشند.

اجرای این چارچوب به وجود مطالعات یا اسناد بالادستی وابسته نیست. در صورت نبود آن‌ها، فعالیت‌های شناخت، تحلیل فرایندها، استخراج نیازمندی‌ها، طراحی و تعیین دامنه در محدوده همان پروژه انجام می‌شود.

اسناد معماری سازمانی، نقشه راه و تحول دیجیتال، در صورت وجود، می‌توانند جهت‌گیری‌ها، محدودیت‌ها و وابستگی‌های کلان را مشخص کنند؛ اما پروژه باید آن‌ها را متناسب با دامنه هر مرحله و گام، به نیازمندی‌ها، طراحی‌ها، فعالیت‌های اجرایی و خروجی‌های قابل‌تحویل تبدیل کند.

بنابراین، پروژه می‌تواند از مطالعات پیشین استفاده کند، اما مسئولیت اعتبارسنجی، تکمیل، به‌روزرسانی و تبدیل آن‌ها به نیازمندی‌ها و طراحی‌های قابل‌اجرا، در چارچوب پروژه باقی می‌ماند.

۳. حاکمیت پروژه و مدیریت کنترل‌شده تغییرات

حاکمیت پروژه بر برقراری تعادل میان پایداری تعهدات و انعطاف‌پذیری کنترل‌شده استوار است. قرارداد، درخواست پیشنهاد (RFP)، دامنه مصوب و اسناد پایه، مراجع تعهدات پروژه‌اند؛ اما نباید اصلاح نیازمندی‌ها یا واکنش به شرایط جدید را ناممکن سازند.

مدیر ارشد راهبری پروژه، در تعامل با مالک یا حامی پروژه، مدیر پروژه، نماینده ارشد کارفرما و دیگر مراجع ذی‌صلاح، مسئول هدایت تصمیم‌های کلان، حل تعارض‌های سطح بالا، حفظ هم‌راستایی اهداف کسب‌وکار با مسیر پروژه و هدایت سازوکار تصمیم‌گیری است. این نقش جایگزین مدیر پروژه اجرایی نیست و مسئولیت اداره روزمره فعالیت‌ها را بر عهده ندارد.

در سطح اجرایی، مدیر پروژه مسئول برنامه‌ریزی، هماهنگی، پیگیری پیشرفت، مدیریت وابستگی‌ها و کنترل فعالیت‌های کل پروژه است. در سطح هر گام نیز متولی گام، هماهنگی، پیگیری و آماده‌سازی آن گام برای بازبینی، تحویل یا پذیرش را بر عهده دارد. این سه سطح باید از نظر مسئولیت، حدود اختیار و مسیر ارجاع مسائل، از یکدیگر متمایز باشند.

تأیید اسناد پایه به معنای توقف تغییر نیست؛ بلکه آغاز مدیریت

کنترل‌شده تغییرات است. هر درخواست تغییر باید، متناسب با سطح و اهمیت آن، دست‌کم شامل موضوع تغییر، دلیل، درخواست‌کننده، اولویت، وضعیت و اثر احتمالی بر موارد زیر باشد:

- دامنه، مراحلو گام‌های تحویل؛
- زمان، هزینه و منابع؛
- کیفیت و معیارهای پذیرش؛
- معماری، طراحی و فناوری؛
- داده و مهاجرت داده؛
- امنیت، محرمانگی و سطح دسترسی؛
- یکپارچگی‌ها و سرویس‌ها؛
- آزمون، استقرار و بهره‌برداری؛
- مستندات، آموزش و پشتیبانی؛
- تعهدات قراردادی.

پس از تحلیل اثر، درباره پذیرش، رد، تعویق، اولویت‌بندی مجدد یا جایگزینی تغییر، در سطح اختیار مناسب تصمیم‌گیری می‌شود. تغییرات تأییدشده باید در اسناد مرتبط، برنامه پروژه، فهرست کارها، معیارهای پذیرش و سوابق ردیابی منعکس شوند و در صورت لزوم، قرارداد یا صورت‌جلسه رسمی نیز به‌روزرسانی شود.

تغییرات محدود در یک گام می‌توانند در سطح متولی گام و مدیر پروژه ثبت و تعیین تکلیف شوند. اما تغییراتی که بر دامنهٔ مرحله، معماری کلان، هزینه، زمان نهایی، امنیت، یکپارچگی‌های اصلی یا تعهدات قراردادی اثر می‌گذارند، باید به مرجع حاکمیتی ذی‌صلاح ارجاع شوند.

۴. ردیابی زنجیره ارزش و نیازمندی‌ها

برای اطمینان از لحاظ‌شدن تعهدات قراردادی و نیازمندی‌های مصوب در راهکار نهایی، و جلوگیری از تولید قابلیت‌های فاقد پشتوانه کسب‌وکاری، رابطه میان نیاز، فرایند، طراحی، اجرا، آزمون، تحویل و پذیرش باید قابل ردیابی باشد.

هر نیاز کسب‌وکار ثبت‌شده در سند BRD باید، در صورت ارتباط، به نیازمندی عملکردی، طراحی قابل‌اجرا یا معیار پذیرش در FRD یا معادل آن متصل شود. فعالیت‌های تولید یا پیکربندی، سناریوها و نتایج آزمون، خطاها، اقدامات اصلاحی، آزمون پذیرش کاربر (UAT) و تأیید نهایی نیز باید با نیاز مربوط مرتبط و قابل‌بررسی باشند.

ردیابی در دو سطح برقرار می‌شود:

الف) ردیابی در سطح پروژه و مرحله

در این سطح، ارتباط میان قرارداد، اهداف، دامنه، فازها، ماژول‌ها، گام‌های تحویل، خروجی‌های اصلی، تغییرات و وضعیت پذیرش مشخص می‌شود.

ب) ردیابی در سطح گام تحویل

در این سطح، ارتباط میان هدف گام، فرایند یا قابلیت موردنظر، نیازمندی‌ها، طراحی، فعالیت‌های تولید یا پیکربندی، سناریوها و نتایج آزمون، خطاها، موارد باز و تأیید گام برقرار می‌گردد.

در سطح تعهد متعارف، ردیابی با جداول ساده، پیوست اسناد یا ابزارهای مدیریت کار انجام می‌شود. در پروژه‌های پرریسک یا دارای وابستگی‌های گسترده، تدوین ماتریس مستقل ردیابی نیازمندی‌ها (RTM) برای برقراری پیوند دوطرفه میان نیازهای کسب‌وکار، مشخصات فنی، سناریوهای آزمون و وضعیت پذیرش ضرورت می‌یابد ردیابی صرفاً ابزاری برای کنترل مستندات نیست، بلکه مبنایی برای موارد زیر نیز هست:

- ارزیابی پیشرفت واقعی پروژه؛
- بررسی کامل‌بودن دامنه هر گام؛
- تحلیل اثر تغییرات؛
- شناسایی قابلیت‌های فاقد نیاز مصوب؛
- شناسایی نیازمندی‌های فاقد خروجی، آزمون یا پذیرش؛
- ارزیابی وضعیت تحویل‌دادنی‌ها بر پایه شواهد قابل‌بررسی.

۵. کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

کیفیت در این چارچوب حاصل یک بررسی نهایی و جداگانه نیست؛ بلکه در سراسر چرخه حیات، از شناخت و تحلیل تا استقرار و بهره‌برداری، ایجاد و کنترل می‌شود.

در تحلیل، نیازمندی‌ها، قواعد کسب‌وکار و معیارهای پذیرش باید به‌گونه‌ای ثبت شوند که ابهام و برداشت‌های متناقض کاهش یابد. در طراحی، سازگاری طراحی عملکردی، فنی، داده‌ای و یکپارچگی بررسی می‌شود. در تولید، قابلیت‌ها بر اساس مشخصات تأییدشده تولید یا پیکربندی و آزمون می‌شوند. در استقرار نیز شواهد آزمون، وضعیت خطاها، آمادگی کاربران، صحت داده‌ها و نتایج آزمون پذیرش بررسی می‌گردند.

برای هر قابلیت، ماژول یا گام تحویل، معیار تکمیل باید متناسب با ماهیت و ریسک آن، شامل موارد زیر باشد:

- دامنه و خروجی مصوب؛
- نیازمندی‌ها یا مشخصات مبنا؛
- شواهد لازم تحلیل و طراحی؛
- نسخه تولیدشده یا پیکربندی‌شده قابل‌بررسی؛
- سناریوها و نتایج آزمون؛
- وضعیت خطاها و موارد باز؛
- مستندات، آموزش یا آمادگی بهره‌برداری موردنیاز؛
- تأیید مرجع بازبینی یا پذیرش.

سپری‌شدن زمان، برگزاری جلسه یا اعلام شفاهی تیم، به‌تنهایی نشانه تکمیل یا پذیرش نیست.

کنترل کیفیت می‌تواند متناسب با ماهیت هر گام توسط اعضای تیم انجام شود؛ اما متولی گام نباید تنها مرجع تأیید خروجی همان گام باشد. بازبینی تخصصی و پذیرش کسب‌وکاری باید، حسب مورد، توسط عضو مستقل تیم، مسئول تخصصی مربوط، نماینده مجاز

کارفرما یا مرجع تأیید تعیین‌شده انجام شود.
اقلام تکمیلی کنترل کیفیت، متناسب با ریسک و پیچیدگی پروژه، می‌تواند شامل برنامه تفصیلی آزمون، آزمون خودکار، آزمون کارایی، آزمون امنیت، گزارش پوشش آزمون، مدیریت عدم انطباق، بازبینی رسمی کد یا طراحی و ماتریس ردیابی نیازمندی‌ها باشد.

۶. مدیریت ریسک‌های بومی پروژه‌های سفارشی

مدیریت ریسک باید از مرحله شناخت آغاز شود و تا تحویل و دوره تثبیت بهره‌برداری ادامه یابد. در پروژه‌های نرم‌افزاری سفارشی، برخی ریسک‌ها به‌سبب شرایط سازمان، داده‌ها، وابستگی‌ها و سازوکارهای تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری دارند و باید از ابتدا در برنامه پروژه، تحلیل، طراحی و تصمیم‌های اجرایی لحاظ شوند.

۶-۱. داده و مهاجرت داده

کیفیت نامشخص داده‌های قدیمی، ناسازگاری ساختارها، ناقص بودن اطلاعات، دشواری پاک‌سازی و احتمال اختلال در بهره‌برداری، از مهم‌ترین ریسک‌های داده و مهاجرت هستند. راهبرد انتقال، قواعد تبدیل، مسئولیت پاک‌سازی، انتقال آزمایشی، کنترل کیفیت داده و روش بازگشت باید در نخستین فرصت تعیین شوند.

۶-۲. وابستگی و یکپارچگی

تأخیر یا تغییر خدمات بیرونی، وابستگی به تیم‌های ثالث، نبود دسترسی به محیط آزمون و ابهام در تبادل داده می‌تواند تحویل گام‌ها و مراحل را مختل کند. مشخصات خدمات، مسئولیت طرف‌های درگیر، محیط‌های آزمون و برنامه آزمون یکپارچگی باید پیش از تولید یا پیکربندی نهایی روشن شوند.

۶-۳. تغییر قوانین، فرایندها و سیاست‌ها

تغییر مقررات، ساختار سازمانی، سیاست‌های داخلی یا قواعد کسب‌وکار می‌تواند نیازمندی‌ها و طراحی را تحت تأثیر قرار دهد. استفاده از پارامترهای قابل‌تنظیم، قواعد قابل‌مدیریت و طراحی منعطف می‌تواند هزینه واکنش به تغییر را کاهش دهد؛ اما نباید جایگزین تصمیم‌گیری رسمی درباره تغییر دامنه شود.

۶-۴. تصمیم‌گیری و تأیید

تأخیر در معرفی صاحبان فرایند، نبود مرجع تأیید، تعارض میان سودبران یا چندگانگی تصمیم‌ها، از موانع مهم پروژه است. ساختار تصمیم‌گیری، صاحبان فرایند، مراجع تأیید و مسیر ارجاع مسائل باید از ابتدای پروژه مشخص شود.

۶-۵. دانش و منابع انسانی

وابستگی به افراد کلیدی، جابه‌جایی نیروها و انتقال ناقص دانش می‌تواند استمرار اجرای گام‌ها را تهدید کند. ثبت تصمیم‌ها، مستندسازی متناسب، آموزش متقابل، آشنایی اعضا با حوزه‌های مرتبط و تعیین جانشین برای نقش‌های حساس، ابزارهای کنترل این ریسک هستند.
در تیم‌های چابک، تقسیم کار نباید به وابستگی مطلق یک فعالیت یا دانش حیاتی به یک فرد منجر شود. اعضای تیم باید، متناسب با نقش خود، با تحلیل، طراحی، تولید، آزمون، استقرار و پشتیبانی آشنایی عملی داشته باشند؛ بااین‌حال، مسئولیت تصمیم‌های تخصصی باید نزد افراد دارای صلاحیت باقی بماند.

۶-۶. امنیت و محرمانگی

دسترسی نامناسب، استفاده کنترل‌نشده از داده‌های واقعی، ضعف کنترل محیط‌های آزمون و افشای اطلاعات حساس، از ریسک‌های مهم امنیتی هستند. الزامات امنیتی، سطح محرمانگی داده، شیوه دسترسی و محدودیت‌های استفاده از اطلاعات باید از مراحل تحلیل و طراحی لحاظ شوند.
برای هر ریسک مهم باید، متناسب با شرایط پروژه، مالک ریسک، احتمال وقوع، میزان اثر، اولویت، اقدام پیشگیرانه، برنامه واکنش و وضعیت پیگیری مشخص باشد.

۷. استفاده کنترل‌شده و اثربخش از هوش مصنوعی و قابلیت‌های داده‌محور

هوش مصنوعی و قابلیت‌های داده‌محور، ابزارهای توانمندساز مشترک برای کارفرما و مجری‌اند و می‌توانند، در صورت استفاده کنترل‌شده، سرعت، دقت و کیفیت فعالیت‌هایی مانند تحلیل و مقایسه اسناد، استخراج اولیه نیازمندی‌ها، تدوین سناریوهای آزمون، پیش‌نویس مستندات، تولید نمونه کد، تحلیل خطاها، مدیریت دانش، پایش شاخص‌ها و تحلیل الگوهای بهره‌برداری را افزایش دهند.
مجری موظف است از این قابلیت‌ها به‌صورت حرفه‌ای، متناسب با ماهیت و حساسیت پروژه و همراه با بازبینی انسانی استفاده کند. همچنین، مجری باید در طراحی کلان و معماری سامانه، متناسب با نیازهای مورد توافق، ملاحظات امنیتی، کیفیت و دسترس‌پذیری داده‌ها و توجیه‌پذیری فنی و اقتصادی، قابلیت توسعه و به‌کارگیری آتی هوش مصنوعی و تحلیل‌های داده‌محور را برای کارفرما پیش‌بینی و مهیا سازد. این الزام به‌معنای اجرای فوری قابلیت‌های هوش مصنوعی نیست، مگر آنکه دامنه، اولویت‌ها و معیارهای پذیرش آن به‌صراحت در قرارداد یا تصمیم‌های مصوب پروژه تعیین شده باشد.
کارفرما نیز باید با تعیین ضوابط دسترسی و محرمانگی، فراهم‌سازی داده‌ها و اطلاعات مجاز و قابل‌اتکا، تعیین سطح مجاز کاربرد ابزارها، و ایجاد سازوکار لازم برای بررسی و پذیرش خروجی‌ها، زمینه استفاده صحیح و اثربخش از این قابلیت‌ها را فراهم سازد.
باوجود مزایای بالقوه، هوش مصنوعی جایگزین مسئولیت حرفه‌ای، تصمیم‌گیری انسانی، تحلیل و طراحی معماری، کنترل کیفیت، ملاحظات امنیتی، یا تأیید و پذیرش کارفرما نیست. باتوجه‌به ریسک‌هایی مانند تولید اطلاعات نادرست، سوگیری، ضعف‌های امنیتی و افشای داده‌های حساس، رعایت اصول زیر الزامی است:

۱. هیچ خروجی تولیدشـــده یا پیشنهادشده توسط هوش مصنوعی نباید بدون بررســـی، اصلاح در صورت نیاز و اعتبارسنجی مرجع انســـانی ذی‌صلاح، وارد اسناد رســـمی، کد سامانه، تصمیم‌های مدیریتی یا محیط عملیاتی شود؛

۲. مســـئولیت صحت، کیفیت، امنیـــت، انطبـــاق و قابلیت اتکای خروجی‌ها همـــواره بر عهده نقش یا مرجع انســـانی مربوط در کارفرما و مجری است و استفاده از هوش مصنوعی این مسئولیت را منتقل یا سلب نمی‌کند؛

۳. کارفرما و مجری باید پیش از استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، حدود دسترســـی، سطح محرمانگی داده‌ها، نوع ابزارهای مجاز و الزامات نگهداری یا اشـــتراک‌گذاری اطلاعات را تعیین و مستند کنند؛

۴. داده‌های محرمانه، اطلاعات شـــخصی، اطلاعات تجاری حساس، کدهای اختصاصی و ســـایر دارایی‌های اطلاعاتـــی پروژه، نباید بـــدون مجوز صریح، ارزیابی ریســـک و کنترل‌های مناســـب در اختیار ابزارهای عمومی یا فاقد تأیید قرار گیرند؛

۵. اســـتفاده از ابزارهای هوش مصنوعی باید با سیاست‌های امنیت اطلاعات، الزامات حریـــم خصوصی، تعهدات قراردادی و ضوابط حاکمیتی کارفرما سازگار باشد؛

۶. در موضوعات حســـاس، از جمله تحلیل‌هـــای اثرگذار، طراحی معمـــاری، تصمیم‌های امنیتی، تولید یـــا اصلاح کدهای کلیدی و تحلیل داده‌های عملیاتی، ســـوابق استفاده از هوش مصنوعی، بازبینی انســـانی، اصلاحات اعمال‌شـــده و تصمیـــم نهایی باید متناسب با ریسک، قابل‌پیگیری باشد؛

۷. کارفرمـــا باید در پذیرش و بهره‌بـــرداری از خروجی‌های مرتبط، صرفاً به تولید یا پیشنهاد هوش مصنوعی اتکا نکند و سازوکارهای لازم برای ارزیابی کسب‌وکاری، تأیید مسئولانه و پاسخ‌گویی در قبال تصمیم نهایی را برقرار سازد.

۸. بهبود مستمر و مدیریت درس‌آموخته‌ها

بهبود مستمر باید در طول پروژه و پس از آن دنبال شود، نه فقط در خاتمه پروژه. در پایـــان هر مرحله، گام مهم یا نقطه بازبینی، کیفیت خروجی‌ها، گلوگاه‌ها، دوباره‌کاری‌ها، خطاهای تکرارشـــونده، کیفیت مستندات، سرعت تصمیم‌گیری و اثربخشی کنترل‌ها بررسی می‌شود. در اجرای چابک، این بازبیـــنی می‌تواند در پایان چرخه‌های کاری یا پس از تحویل گام‌ها انجام شود.

هر بازبینی باید به اقدام مشخصی، مانند اصلاح قالب اسناد، معیارهای پذیرش، ترتیب فعالیت‌ها، نقاط کنترل، تقسیم مسئولیت‌ها، آموزش تیم یا ابزارهای مدیریت کار، آزمون و پشتیبانی منجر شود.

درس‌آموخته‌ها باید قابل‌اســـتفاده و متناسب با اهمیت موضوع ثبت شـــوند و دست‌کم شـــامل موضوع، زمینه وقوع، اثر، علت مؤثر، اقدام اصلاحی یا پیشـــگیرانه، مسئول پیگیری و نحوه استفاده در مراحل یا پروژه‌های بعدی باشند.

خروجی این فرایند می‌تواند به اصلاح الگوهای مستندات و بازبینه‌ها، بهبـــود معیارهای پذیرش و کنترل‌ها، بازنگری نقش‌ها، تکمیل پایگاه دانش، ارتقای ابزارها و آموزش تیم منجر شود.

شاخص‌های بهبود، در صورت نیاز و متناسب با شرایط پروژه، می‌توانند انحراف زمان و هزینه، تغییرات، دوباره‌کاری، خطاهای بحرانی یا پس از اســـتقرار، زمان رفع خطا و تصمیم‌گیـــری، پذیرش به‌موقع گام‌ها، تحقـــق ارزش موردانتظار و میزان اســـتفاده عملیاتی از خروجی‌ها را پوشـــش دهند. اعمال شاخص‌هایی که نتایج آن‌ها استفاده نمی‌شود، بار اجرایی غیرضروری ایجاد می‌کند.

بخش پنجم: جمع‌بندی و مسیر توسعه چارچوب

۱. جمع‌بندی و برآیند راهبردی

چارچوب ترکیـــبی - آکاردئونی، الگویی ســـاختاریافته و درعین‌حال منعطف برای هدایت پروژه‌های نرم‌افزاری ســـفارشی در زیســـت‌بوم فناوری کشـــور اســـت. این چارچوب با برقراری تعادل میان انضباط مهندسی و حاکمیت ســـازمانی از یک‌ســـو، و چابکی و تحویل ارزش تدریجی ازســـوی‌دیگر، پروژه را از مرحله ایده تـــا پایش بهره‌برداری پیوند می‌دهد. ســـازوکارهای پشـــتیبان، معماری شفاف مستندات، ردیابی‌پذیری دوطرفه و حاکمیت لایه‌بندی‌شـــده، متضمن شفافیت تصمیم‌گیری و کاهش دوباره‌کاری‌ها در طول چرخه حیات ســـامانه خواهند بود.

۲. اصول کلیدی حاکم بر پیاده‌سازی

◀ توافق آغازین و نقش مشاور ذی‌صلاح: پیش از آغاز پروژه، کارفرما و مجری باید بر سر دامنه، ارزش موردانتظار، سطح تعهدات، ساختار تصمیم‌گیری، شیوه تحویـــل و معیارهای پذیرش به توافق روشـــن برســـند. در پروژه‌های پیچیده، پرریســـک یا دارای چند سودبر، بهره‌گیری از مشاور مستقل و دارای صلاحیت برای شفاف‌ســـازی این تعهدات و تطبیق بهینـــه چارچوب با واقعیت‌های پروژه ضروری است.

◀ انعطاف آکاردئونی بدون تضعیف انضباط مهندســـی: متناسب‌ســـازی سطح اســـناد، آزمون‌هـــا و کنترل‌ها بر پایه پیچیدگی، ریســـک و حساســـیت پروژه انجام می‌شـــود؛ اما این انعطاف هرگز نباید به حذف ارکان حیاتی نظیر تحلیل کسب‌وکار، معماری، مدیریت تغییر، کنترل کیفیت و پذیرش رسمی بینجامد.

◀ تفکیک تعهدات متعارف از اقلام تکمیلی: در سطح تعهد پایه، تجمیع شواهد در اســـناد مادر و ابزارهای مدیریت کار کفایت می‌کند. افزودن اسناد تفصیلی، نقش‌های مســـتقل یـــا آزمون‌های تخصصی، صرفاً باید بـــا توجیه فنی و توافق شفاف در آغاز پروژه صورت گیرد.

◀ همسویی با استانداردها بدون ادعای انطباق صوری: مراجع و استانداردهای معتبـــر بین‌المللی، منابع الهام و راهنمای این چارچوب‌اند و بدون ایجاد تضاد با اصول استانداردها، ساختاری بومی و قابل‌اجرا برای پروژه‌ها فراهم شده است.

◄ به‌کارگیری مسئولانه هوش مصنوعی: ابزارهای هوش مصنوعی توانمندساز کمکی در تحلیل، تولید و ارزیابی هستند، اما مسئولیت نهایی صحت، امنیت، کیفیت و انطباق داده‌ها تماماً بر عهده متخصصان انسانی است.

۳. نقشه راه و اقدامات توسعه‌ای چارچوب

تکامل و بلوغ این چارچوب مستلزم استقرار در پروژه‌های واقعی، دریافت بازخوردهای میدانی و مشارکت صاحب‌نظران است. باتوجه‌به هدف تدوین یک مرجع راهنمای کاربردی و جامع برای صنعت نرم‌افزار، بخش‌های مختلف این چارچوب به‌مرور از طریق پیوست‌های تخصصی، مقالات تشریحی و راهنماهای عملیاتی بسط داده خواهد شد. اقدامات توسعه‌ای آتی در محورهای زیر دنبال می‌شود:

◄ تدوین پیوست‌ها، الگوها و ابزارهای کاربردی: آماده‌سازی قالب‌های استاندارد (Templates)، بازبینه‌های کنترلی، معیارهای تفصیلی پذیرش در گام‌های پنج‌گانه، الگوهای مستندسازی معماری و ماتریس‌های راهنمای RACI؛

◄ الگوهای سنجش، قرارداد و حاکمیت: تدوین شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) پروژه و محصول، مفاد و الگوهای قراردادی شفاف و دستورالعمل‌های سطح‌بندی آکاردئونی متناسب با مقیاس و پیچیدگی پروژه‌ها؛

◄ مدیریت دانش، درس‌آموخته‌ها و راهنماهای دامنه‌ای: مستندسازی تجارب پروژه‌های واقعی، تدوین راهنماهای انطباق با فناوری‌های نوین (به‌ویژه هوش مصنوعی و داده‌محوری) و توسعه نسخه‌های تخصصی متناسب با دامنه‌های گوناگون کسب‌وکار؛

◄ انتشار مرجع جامع و یکپارچه: گردآوری و به‌روزرسانی مستمر تمامی بخش‌ها و پیوست‌ها در قالب یک کتاب/مرجع راهنمای الکترونیکی دردسترس برای جامعه مهندسی نرم‌افزار و کارفرمایان؛

◄ سنجش دوره‌ای اثربخشی: ارزیابی مستمر چارچوب در کاهش ابهام، مهار ریسک، تسریع تحویل و ارتقای ارزش واقعی نرم‌افزار برای کارفرما.

دعوت به نقد، هم‌اندیشی و همکاری تخصصی

این چارچوب سندی باز و پویاست؛ ازاین‌رو، نگارنده از هرگونه نقد نقادانه، پیشنهاد اصلاحی، تجارب میدانی، و همچنین همکاری متخصصان، مدیران، معماران نرم‌افزار و پژوهشگران برای بسط و غنای بخش‌های مختلف این مرجع استقبال می‌کند. صاحب‌نظران علاقه‌مند می‌توانند نظرات، دیدگاه‌ها و پیشنهادهای همکاری خود را از طریق درگاه‌ها و راه‌های ارتباطی اعلام‌شده با نگارنده در میان بگذارند.

سخن پایانی

هدف نهایی این چارچوب، تحمیل ساختاری صلب و دیوان‌سالارانه نیست؛ بلکه خلق زبانی مشترک و نظمی تنظیم‌پذیر است تا تولید نرم‌افزار سفارشی در بستری شفاف، پیش‌بینی‌پذیر و ارزش‌آفرین به ثمر برسد.

با آرزوی عشق‌ورزیدن، شاد زیستن و شادکردن دیگران، ارزشی زیستن و یادگاری باارزش از خود به‌جاگذاشتن.

با آرزوی صبوری و پایداری برای تحقق صلح، آزادی و رفاه اجتماعی همه هم‌میهنان کشور عزیزمان ایران.

تابستان سال ۱۴۰۵

معماری سازمانی به‌عنوان توانمندساز راهبردی برای پیاده‌سازی ERP از پشتیبانی تصمیم‌گیری تا چابکی مبتنی بر هوش مصنوعی

بتول ذاکری

پست الکترونیکی: bzakeri2010@gmail.com

چکیده

علیرغم سرمایه‌گذاری‌های کلان و چندین‌دهه تجربه در پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)[1]، نرخ شکست این پروژه‌ها همچنان در سطحی نگران‌کننده (نزدیک به ۷۰ درصد) باقی مانده است. بررسی عمیق این شکست‌ها نشان می‌دهد که عامل اصلی، نه نارسایی‌های فنی نرم‌افزار، بلکه به سبب فقدان یک چارچوب همسوکننده راهبردی و فنی در ابتدای مسیر است. این مقاله که به‌طور خاص برای مدیران ارشد و مشاوران حوزه فناوری‌اطلاعات تدوین شده، با هدف تبیین نقش انکارناپذیر معماری سازمانی (EA)[2] در تثبیت موفقیت پروژه‌های ERP، به‌صورت سیستماتیک سه سناریوی مشخص را مورد واکاوی تطبیقی قرار می‌دهد: (۱) معماری به‌عنوان پیش‌نیاز قطعی، (۲) توسعهٔ هم‌زمان معماری و پروژه ERP، و (۳) اجرای پروژه بدون پشتوانهٔ معماری. سپس با استناد به یکی از رایج‌ترین چارچوب‌های معماری، یعنی TOGAF، اثرگذاری عینی هر یک از فعالیت‌های آن را بر روی فعالیت‌های انتخاب، پیکربندی، یکپارچه‌سازی و استقرار سیستم‌های نوین ERP تشریح می‌نماید. در ادامه، با بررسی روند ظهور ERPهای بومی-هوش مصنوعی[3] و عامل‌های هوشمند[4]، نشان داده می‌شود که نه‌تنها از نیاز به نظم و ترتیب معماری سازمانی کاسته نشده، بلکه به دلیل پیچیدگی‌های حاکمیت داده و شفافیت مدل‌های تصمیم‌گیر، این نیاز امروز به یک الزام حیاتی بدل شده است. مقاله در پایان بر این نکته تأکید می‌کند که معماری سازمانی، لنگرگاه[5] ضروری هر پروژهٔ تحول‌آفرین مبتنی بر ERP است.

کلیدواژه‌ها :پیاده‌سازی،ERP، معماری سازمانی، انتخاب سیستم، TOGAF، بدهی فنی[6]، یکپارچه‌سازی داده، چابکی معماری، سناریوهای تعامل و ساماندهی، حاکمیت مدل.

1- Enterprise Resource Planning
2- Enterprise Architecture
3- AI-Native
4- Agentic AI
5- Anchor
6- Technical Debt

۱. مقدمه: ضرورت سرمایه‌گذاری در ERP و ریشه‌یابی تاریخی شکست‌ها

سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی(ERP)، امروزه به‌عنوان ستون فقرات عملیاتی سازمان‌های متوسط و بزرگ شناخته می‌شوند. این سیستم‌ها ریشه در دهه ۱۹۶۰ میلادی و سیستم‌های برنامه‌ریزی نیازمندی‌های مواد (MRP)[7] دارند که صرفاً به صنایع تولیدی کمک می‌کردند تا نیازهای مواد خود را زمان‌بندی کنند. با گذشت زمان و گسترش نیازهای سازمانی، در دهۀ ۱۹۹۰ میلادی، غول‌های نرم‌افزاری مانند SAP و Oracle مفهوم ERP را متحول کردند و وعدۀ یکپارچه‌سازی تمامی وجوه یک بنگاه اقتصادی - از امور مالی و منابع انسانی تا زنجیرۀ تأمین و تولید- را در یک بستۀ نرم‌افزاری واحد به مدیران ارشد دادند [۱]. این وعدۀ «یک نسخۀ واحد از حقیقت[8]» چنان جذاب بود که سازمان‌ها میلیاردها دلار برای استقرار آن سرمایه‌گذاری کردند.

با این‌حال، تاریخچۀ پیاده‌سازی این سیستم‌ها، برخلاف ظاهر درخشان آن، همواره با پدیده‌ای نگران‌کننده همراه بوده است: نرخ شکست بالا. سیستم‌های اولیۀ ERP عمدتاً دارای معماری‌های یکپارچه[9] بودند و سازمان‌ها را مجبور می‌کردند که فرایندهای خود را با منطق از پیش‌تعیین‌شده نرم‌افزار تطبیق دهند. این تطبیق‌سازی اجباری، همراه با بسترهای داده‌ای پراکنده و ناهمگون[10]، اغلب به ایجاد جزیره‌های اطلاعاتی جدید و انباشت بدهی فنی منجر می‌شد.

7- Material Requirements Planning
8- Single Source of Truth
9- Monolithic
10- Legacy Systems

گزارش‌های معتبر مؤسسه گارتنر نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۲۷، از هر ده پروژهٔ پیاده‌سازی ERP، بیش از هفت پروژه یا کاملاً با شکست مواجه می‌شوند و یا دستاوردهای کسب‌وکاری مورد انتظار را محقق نمی‌سازند[۲].

علت اصلی این شکست‌ها چیست؟ آیا نرم‌افزارها ناقص هستند؟ خیر. بررسی‌های عمیق‌تر نشان داده است که ریشهٔ اصلی، ناتوانی سازمان در هم‌ترازی و هم‌سویی[11] راهبردی و فنی قبل و در حین اجرای پروژه است. به‌عبارت دیگر، سازمان‌ها اغلب یک راهکار نرم‌افزاری پیش‌فرض را بر روی یک بستر داده‌ای آشوب‌زده و بدون نقشهٔ راه یکپارچه‌سازی پیاده می‌کنند و بعدا از هزینه‌های سرسام‌آور اصلاح و اتصال[12] به سیستم‌های پیرامونی موجود شگفت‌زده می‌شوند [۳].

مسئلهٔ محوری این مقاله که به‌طور خاص برای مشاوران و مدیران ارشد حوزهٔ فناوری‌اطلاعات تدوین شده، دقیقاً به همین نقطه اشاره دارد: علیرغم تأیید ضرورت انکارناپذیر سرمایه‌گذاری در ERP برای بقا و رقابت‌پذیری، چگونه می‌توان از بروز این شکست‌های پرهزینه جلوگیری کرد و موفقیت را نهادینه ساخت؟ پاسخ این مقاله، تأکید بر نقش معماری سازمانی (EA) به‌عنوان رشته‌ای است که با ترسیم نقشهٔ هم‌سویی و هم‌ترازی کسب‌وکار و فناوری، به‌عنوان یک «لنگرگاه» از انحراف پروژه جلوگیری می‌کند. اما پرسش اساسی اینجاست که این معماری باید در چه زمانی و با چه رویکردی وارد پروژه ERP شود؟ پیش‌نیاز آن باشد؟ هم‌زمان با آن پیش برود؟ یا اصلاً نیازی به آن نیست؟ این مقاله به‌دنبال پاسخ به این پرسش‌های بنیادین با رویکردی تحلیلی و مبتنی بر سناریوهای عینی است.

۲. پیش‌فرض‌ها و تعاریف

پیش از ورود به سناریوهای عملیاتی، لازم است تأکید شود که این مقاله با فرض آشنایی کافی مخاطب با مفاهیم بنیادین هر دو رشتهٔ معماری سازمانی و سیستم‌های ERP نوشته شده است. لذا از بسط مباحث نظری پایه‌ای خودداری می‌شود. با این‌حال، به‌عنوان یادآوری مختصر:

- سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی(ERP)، مجموعه‌ای از ماژول‌های نرم‌افزاری یکپارچه است که عملیات روزمرهٔ سازمان را در حوزه‌های مالی، عملیاتی، و انسانی پوشش می‌دهد و جریان داده‌ها را بین واحدهای مختلف برقرار می‌سازد.
- معماری سازمانی (EA)، رشته‌ای است که با ارائه نقشه‌های جامع از لایه‌های کسب‌وکار، داده، برنامه‌های کاربردی، و فناوری، به سازمان در برنامه‌ریزی، طراحی، و اجرای تحولات دیجیتال بر اساس اصول و چارچوب‌های مشخص (مانند TOGAF) [۱۳] کمک می‌کند. معماری سازمانی به‌عنوان یک نظم و ترتیب رسمی، از ریشه متفاوتی سرچشمه گرفته است. در حالی که ERP بر یکپارچه‌سازی برنامه‌های کاربردی و داده‌ها متمرکز است، معماری سازمانی بر برنامه‌ریزی و حاکمیت متمرکز است چارچوبی برای هم‌ترازی قابلیت‌های فناوری‌اطلاعات با راهبرد کسب‌وکار فراهم می‌کند. همان‌طور که یک توصیف بیان می‌کند: «معمار سازمانی، سازنده یا مهندس ERP نیست، بلکه برنامه‌ریز، آرشیوکننده، و نقشه‌برداری است که تصویری کلی از معماری ERP، فراتر از مرزهای SAP، طراحی، نگهداری و مدیریت می‌کند.» [۳].
- چارچوب‌های EA مانند زکمن (۱۹۸۷) و توگف (۱۹۹۵) رویکردهای ساختاریافته‌ای را برای مستندسازی و مدیریت روابط پیچیده بین راهبرد کسب‌وکار، سیستم‌های اطلاعاتی، و زیرساخت فناوری فراهم کرده‌اند. این چارچوب‌ها از این شناخت پدید آمده‌اند که سرمایه‌گذاری‌های منفرد فناوری اطلاعات -از جمله سیستم‌های ERP- مناظری تکه‌تکه و ناهماهنگ ایجاد می‌کنند که قادر به ارائه ارزش راهبردی نیستند.

جدایی دو رشته: مسیرهای واگرا

درطول دهه‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ میلادی، EA و ERP در مسیرهای جداگانه‌ای تکامل یافتند:

بُعد	رشتهٔ ERP	رشته‌ی EA
تمرکز اصلی	یکپارچه‌سازی برنامه‌های کاربردی و استانداردسازی فرایندها	هم‌ترازی راهبردی و حاکمیت معماری
افق زمانی	مبتنی بر پروژه (چرخه‌های پیاده‌سازی)	بلندمدت (نقشه‌های راه ۳ تا ۵ ساله)
سودبران	عملیات فناوری‌اطلاعات، واحدهای وظیفه‌ای	مدیران ارشد، راهبرد سازمانی
معیارهای موفقیت	راه‌اندازی، بودجه، جدول زمانی	ارزش کسب‌وکار، چابکی، هم‌ترازی
مهم‌ترین دستاوردها	پیکربندی‌های سیستم، نقشه‌های فرایند	نقشه‌های قابلیت، معماری‌های مرجع

این جدایی، شکافی پایدار ایجاد کرد: سازمان‌ها سیستم‌های ERP را بدون درک روشنی از جایگاه آن سیستم‌ها در معماری سازمانی گسترده‌تر خود، انتخاب و پیاده‌سازی می‌کردند. نتیجه، گسترش سیستم‌های «دودکش‌وار[14]»، داده‌های زائد، و معماری‌های فناوری‌اطلاعاتی بود که در برابر تغییر مقاومت می‌کردند.

- **هم‌گرایی: چرا یکپارچه‌سازی دو رشته ضروری شد؟**

چندین عامل باعث هم‌گرایی EA و ERP شد:

اول، این تشخیص که شکست‌های پیاده‌سازی ERP اغلب شکست‌های از جنس معماری هستند. همان‌طور که در ادبیات موضوع اشاره شده

11- Alignment
12- Integration
13- The Open Group Architecture Framework
14- Stovepipe

اســـت: «سیســـتم‌های ERP برای یکپارچه‌ســـازی فرایندها طراحی شـــده‌اند، اما به درک یکپارچه‌ای از آنچه قرار اســـت آن فرایندها به دســـت آورند، چگونـــگی ارتباط آن‌ها با یکدیگـــر، و چگونگی تکامل هماهنگ سیستم‌های پشتیبان نیاز دارند.» [۶].

دوم، پیچیدگی روز افزون چشـــم‌اندازهای فناوری‌اطلاعات. سازمان‌ها ده‌ها و گاهی صدها سیستم را انباشته کردند که نیاز به یکپارچه‌سازی با هستهٔ ERP داشتند. بدون EA، یکپارچه‌سازی به‌صورت موردی و شکننده انجام می‌شد.

سوم، حرکت به‌سوی معماری‌های ابر[۱۵] و ترکیب‌پذیر[۱۶]، تفکر معماری را حتی ضروری‌تر ســـاخت. با کنار رفتن ERP یکپارچه و جایگزینی آن با بوم‌ســـازگان‌های مبتنی بـــر API و واحدمند، نیاز به هماهنگی معماری به امری حیاتی تبدیل شد.

امروزه، اجماع نظر روشن است: EA و ERP رشته‌هایی مکمل هستند که باید در هماهنگی با یکدیگر کار کنند. «اگرچه EA و سیستم‌های ERP مفاهیـــم متفاوتی دارند، اما دارای ویژگی‌های مکملی هســـتند که از تصمیم‌گیرندگان در فرایند انتخاب ERP پشـــتیبانی می‌کند» EA «داربســـت[۱۷] تحول دیجیتال را فراهم می‌کند: خود سیســـتم را نمی‌ســـازد، اما آن را در کنار هم نگه می‌دارد و در عین حال حرکت، تکرار، و رشد را امکان‌پذیر می‌سازد» [۱۱ و ۵].

۳. سناریوهای سه‌گانه مواجهه سازمان با معماری و پروژه ERP

نحوه رویارویی ســـازمان با مقوله معماری، مستقیماً سرنوشت پروژه ERP را تعیین می‌کند. برای درک عمیق‌تر این تأثیر، در اینجا ســـه سناریوی عینی بررسی می‌شود. بدیهی است که بهترین و ایمن‌ترین مسیر، سناریوی نخست است، اما به دلیل فراگیر شدن سناریوی سوم «سناریوی فاجعه‌بار» در عمل، بررسی هم‌زمان آن‌ها ضروری است.

۳-۱س سناریوی طلایی: معماری سازمانی به‌عنوان پیش‌نیاز قطعی[۱۸]

در این الگو، ســـازمان پیش از هرگونه اقدام برای خرید یا پیکربندی ERP، یک برنامهٔ جامع معماری را به ســـرانجام رسانده یا می‌رساند. چارچـــوب معماری هدف[۱۹] ترسیم شـــده و مشـــخص می‌شـــود که سیســـتم(های) جدید چه جایگاهی در چشم‌انداز[۲۰] پنج‌سالهٔ سازمان دارد.

● دســـتاوردهای عمیق: انتخاب سیستم بر اساس معیارهای عینی و معماری‌محور مانند «سازگاری با مدل دادهٔ مرجع سازمان» و «قابلیت یکپارچه‌سازی از طریق APIهای استاندارد» انجام می‌شود. هزینه‌های پنهان یکپارچه‌سازی به حداقل می‌رسد. برای مثال، اگر معماری داده مشخص کرده باشد که شناسهٔ مشتری[۲۱] باید به‌صورت ترکیبی از کد ملی و شماره شناســـایی منحصربه‌فرد باشد، تیم پیاده‌سازی پیش از شـــروع فاز مهاجرت[۲۲]، داده‌ها را پاکسازی می‌کند و به این ترتیب از بروز دوبارگی اطلاعات در سیستم‌های هوش تجاری (BI) جلوگیری می‌شـــود [۴]. مثال دیگر: اگر معماری فناوری، استفاده از بستر ابری خاصی را الزام کرده باشـــد، فروشنده‌ای انتخاب می‌شود که بالاترین سطح سازگاری را با آن بستر داشته باشد و سازمان مجبور به مهاجرت مجدد زیرساخت در میانه پروژه نمی‌شود.

● چالش‌ها: نیاز به ســـرمایه‌گذاری ســـنگین زمانی و مالی در مرحلهٔ مطالعاتی دارد و ممکن اســـت در محیط‌های فوق‌پویا، سرعت واکنش به تغییـــرات بازار را کاهش دهـــد. به‌عنوان مثال، اگـــر رقیب اصلی ســـازمان در مدت زمان معماری ســـازمانی (که ممکن است ۶ تا ۱۲ ماه طول بکشد) یک ماژول جدید به بازار عرضه کند، سازمان ممکن است دیرتر از رقبا حرکت کند.

● دســـتاورد نهایی: نرخ موفقیت پروژه‌ها در این ســـناریو بالای ۸۰ درصد گزارش شده و بدهی فنی در طول عمر سیستم به‌شدت کاهش می‌یابد [۵]. همچنین هزینه‌های نگهداری سالانه تا ۴۰ درصد نسبت به سناریوی سوم کاهش نشان می‌دهد.

نمودار ۱: گام‌های سناریوی EA به‌عنوان پیش‌نیاز

۳-۲ سناریوی میانه: توسعهٔ هم‌زمان معماری و ERP[۲۳]

این ســـناریو برای سازمان‌هایی مناسب است که بلوغ معماری پایینی دارند اما فشـــار رقابتی اجازه توقف پروژهٔ ERP را نمی‌دهد. اما سؤال اصلی در اینجا این اســـت که توســـعهٔ هم‌زمان واقعاً چه سودی برای پروژهٔ ERP دارد؟

15- Cloud
16- Composable Architecture
17- Scaffolding
18- EA-First
19- Target Architecture
20- Vision
21- Customer ID
22- Migration
23- ERP-EA-Concurrent

نمودار ۲: گام‌های سناریوی توسعهٔ هم‌زمان معماری و (ERP ارائه معماری به‌هنگام)

ارزش اصلی این سناریو در «پیشگیری از فلج‌تحلیلی[۲۴]» است. سازمان مجبور نیست مدت طولانی منتظر تکمیل یک معماری کامل و بی‌نقص بماند تا پروژه را شروع کند. در عوض، با تعریف یک «هستهٔ معماری حداقلی[۲۵] شامل اصول کلان مانند «همه سرویس‌ها باید مبتنی بر REST API باشند» و مدل داده سطح بالا، پروژه آغاز می‌شود. سپس تیم معماری به‌صورت موازی و دقیقاً هم‌گام با تحویل هر ماژول، جزئیات لایه‌های یکپارچه‌سازی و فناوری را پیش‌بینی و مستند می‌کند.

● دستاوردها و سود آشکار برای پروژه: این رویکرد دو مزیت حیاتی دارد: اول، کاهش هزینهٔ اصلاحات دیرهنگام. در سناریوی سوم (بدون معماری)، خطاهای یکپارچه‌سازی در انتهای پروژه کشف می‌شوند و هزینهٔ رفع آن‌ها سرسام‌آور است؛ اما در این سناریو، با تحویل تدریجی ماژول‌ها، خطاها زودتر کشف و در چرخهٔ بعدی اصلاح می‌شوند. به‌عنوان مثال، اگر در مرحلهٔ اول (مالی) اشتباهی در ساختار کدکردن حساب‌ها رخ دهد، در مرحلهٔ دوم (منابع انسانی) اصلاح می‌شود و هزینهٔ آن یک‌دهم هزینه‌ای است که باید در انتهای پروژه پرداخت شود. دوم، ایجاد «خطوط قرمز» برای تیم پیاده‌ساز. اگرچه جزئیات کامل مشخص نیست، اما تیم می‌داند که نباید از اصول کلان (مانند یکپارچه‌سازی مبتنی بر پیام‌رسان) تخطی کند. این امر از بروز واسطه‌های اسپاگتی مانند[۲۶] جلوگیری می‌کند[۶].

● چالش‌ها: وابستگی شدید به تیم‌های چندرشته‌ای و نیاز به تعامل روزانه معمار با تیم توسعه دارد. اگر تیم معماری از پروژه عقب بماند، تصمیمات فنی بداهه جایگزین معماری می‌شوند. برای مثال، اگر

24- Analysis Paralysis
25- Minimum Viable Architecture
26- Spaghetti Integration

نمودار ۳: گام‌های سناریوی اجرای پروژه بدون معماری (انباشت بدهی فنی)

معمار در میانهٔ پروژه از سازمان خارج شود و جایگزین مناسبی نداشته باشد، تیم توسعه ممکن است به‌صورت موردی تصمیماتی بگیرد که با معماری‌های قبلی ناسازگار است و این یعنی بازگشت به سناریوی سوم.

● دستاورد نهایی: این سناریو یک راه‌حل چابک[۲۷] است که به سازمان اجازه می‌دهد هم حرکت کند و هم از پرتگاه سقوط بدون نقشه فاصله بگیرد. برای سازمان‌های دانش‌بنیان با توانایی جذب ریسک فنی متوسط، گزینه‌ای ایده‌آل محسوب می‌شود، مشروط بر این که معمار ارشد دارای اختیار «وتو» بر روی تصمیمات غیرمعماری باشد.

۳-۳ سناریوی فاجعه‌بار: پیاده‌سازی ERP بدون دخالت معماری

متأسفانه این رایج‌ترین سناریو در عمل است. سازمان تحت تأثیر فشار فروشندگان یا نیازهای شدید عملیاتی، اقدام به خرید یک بستهٔ نرم‌افزاری می‌کند بدون این که تصویری از معماری کلان خود داشته باشد.

● دستاوردهای ظاهری: شروع سریع پروژه و صرفه‌جویی در هزینه‌های مشاورهٔ اولیه (که در واقع یک خطای راهبردی محسوب می‌شود). به‌عنوان مثال، یک سازمان تولیدی ممکن است فکر کند با خرید یک بستهٔ استاندارد ERP و نصب آن در عرض سه ماه، به هدف خود رسیده است.

● چالش‌ها و مشکلات عینی: برای مثال، در این سناریو، تیم پروژه در میانهٔ راه متوجه می‌شود که ساختار کد محصول[۲۸] در ERP جدید

27- Agile
28- Product Code

با سیســـتم لجستیک قدیمی همخوانی ندارد و مجبور به نوشتن ده‌ها واسط سفارشی می‌شود. همچنین فقدان نقشهٔ یکپارچه‌سازی[۲۹] منجر به ایجاد جزیره‌های داده‌ای[۳۰] می‌شـــود که همراستایی با هدف اولیهٔ ERP یعنـــی «یکپارچگی» را نقض می‌کند [۷]. در یک مثال واقعی، شـــرکتی که بدون معماری اقدام به پیاده‌سازی SAP کرده بود، پس از دو ســـال متوجه شد که داده‌های مالی و انبارداری آن‌ها با یکدیگر هماهنگ نیســـت و برای رفع این مشکل، مجبور شد بیش از بودجهٔ اولیه پروژه هزینه کند [۷].

● دســـتاورد نهایی: پروژه معمـــولاً با عبور از بودجـــه، تأخیر زیاد، و نارضایتی شـــدید کاربران مواجه می‌شـــود. در بلندمدت، بدهی فنی عظیمـــی بر جای می‌گذارد که مهاجرت به نســـل بعدی سیســـتم‌ها (ماننـــد ابری یا هوشـــمند) را با مانع جدی و هزینه‌های سرســـام‌آور مواجه می‌سازد [۸].

۴. مثال عملی: اثرگذاری یک چارچوب رایج معماری (TOGAF) بر گزینش و استقرار ERP

برای آن که اســـتدلال مقاله صرفاً نظری بـــاقی نماند، در این بخش به‌عنوان یک نمونهٔ عینی و متداول، چارچوب TOGAF انتخاب شـــده و نشان داده می‌شـــود که فعالیت‌های روش توسعهٔ معماری (ADM) در ایـــن چارچوب، دقیقاً چه تأثیر عینی بر روی مراحل مختلف پروژهٔ ERP می‌گذارند. تأکید می‌شـــود که توگف در اینجا به‌عنوان یک الگو انتخاب شده اســـت و ســـازمان‌ها می‌توانند از هر چارچوب معماری دیگری مانند Zachman یا مدل انتخابی خود استفاده کنند.بر اساس جدول فوق، مشخص می‌شود که در ســـناریوی اول (EA پیش‌نیاز)، کلیـــهٔ این مراحل پیـــش از عقد قرارداد انجام می‌شـــوند و قرارداد بر اســـاس یک درک متقابل از «معماری هدف» بســـته می‌شـــود که از ادعاهای بی‌پشـــتوانه فروشـــنده جلوگیری می‌کند. در سناریوی دوم (هم‌زمان)، مراحل B تا D ممکن اســـت به‌صورت مارپیچی و تکراری انجام شـــوند و در ســـناریوی ســـوم، هیچ‌یک از این مراحل به‌صورت نظام‌مند پیاده نمی‌شوند [۱۱].

۵. عصـــر ERPهای بومی-هـــوش مصنـــوعی (AI-Native) و ضرورت مضاعف معماری سازمانی

با ورود هوش مصنوعی به هســـتهٔ سیســـتم‌های نســـل جدید ERP (همانند SAP S/4HANA بـــا قابلیت‌های Joule و Oracle Fusion با دســـتیارهای هوشمند)، این پرســـش حیاتی مطرح می‌شود که آیا این سیســـتم‌های خود-یادگیرنده[۳۱]، نیاز به مداخلهٔ معمار سازمانی را مرتفع ساخته‌اند؟ پاسخ قاطع این مقاله، «خیر» است؛ بلکه برعکس، معماری در این فضا به یک ضرورت حیاتی‌تر تبدیل می‌شود.

بـــرای درک ایـــن موضوع، یک مثال ســـاده بزنیم. فـــرض کنید یک ســـازمان تولیدی، ERP هوشـــمندی را پیاده‌ســـازی کرده است که به‌صورت خودکار ســـطح موجودی انبار را بر اساس پیش‌بینی فروش تنظیم می‌کند (سیستمی شـــبیه به آنچه در فروشگاه‌های زنجیره‌ای بزرگ دیده می‌شود). این سیستم برای پیش‌بینی دقیق، به داده‌های فروش گذشـــته، داده‌های آب‌وهوا، داده‌های تعطیلات رسمی، و حتی داده‌های شبکه‌های اجتماعی نیاز دارد. حال اگر معماری سازمانی از قبل مشخص نکرده باشد که:

● کدام داده‌ها باید به موتور AI تغذیه شـــوند (مثلاً داده‌های فروش ۵ سال گذشته یا فقط ۲ سال اخیر؟)

● نرخ به‌روزرســـانی ایـــن داده‌ها چقدر باشـــد (روزانه، ســـاعتی، یا لحظه‌ای؟)

● مالکیت هر کدام از این داده‌ها با کدام واحد ســـازمانی است (مالی، فروش، یا انبار؟)

سیستم هوشـــمند با داده‌های اشتباه تغذیه می‌شود و به‌جای کاهش موجودی، به‌طور ناگهانی ســـفارش خرید صـــادر می‌کند یا برعکس، موجودی را به صفر می‌رســـاند و سازمان با بحران کمبود کالا مواجه می‌شود. اینجاست که معماری سازمانی با فاز C خود (معماری داده)، این مسیر را هدایت و از آشوب جلوگیری می‌کند.

ERPهـــای هوشـــمند عمدتاً بـــر روی دو لایـــه تمرکـــز دارند: لایهٔ تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و لایهٔ اتوماسیون گردش‌کار با عامل‌های هوشمند۳۲ [۱۲]. با این‌حال، سه چالش اساسی وجود دارند که بدون معماری ســـازمانی قابل‌حل نیستند و اگر سازمان در سناریوی اول یا دوم نباشد، با آن‌ها مواجه خواهد شد:

۱. معماری دادهٔ توزیع‌شـــده و تازگی داده‌هـــا[۳۳]: مدل‌های یادگیری ماشین به داده‌های تمیز، با برچسب‌گذاری صحیح و نرخ به‌روزرسانی مشـــخص وابسته‌اند. معماری ســـازمانی در مرحلهٔ C (معماری داده) تعییـــن می‌کند که کدام داده‌ها باید به موتور AI تغذیه شـــوند و نرخ تازه‌ســـازی آن‌ها چقدر باشـــد. بدون EA، مدل‌های هوش مصنوعی با داده‌های «آلوده» تغذیه می‌شـــوند و خروجی‌هـــای مخربی تولید می‌کنند که تشـــخیص ریشـــهٔ آن‌ها تقریباً غیرممکن است (مشکل توضیح‌پذیری[۳۴]). به‌عنوان مثال، اگر داده‌های فروش، شامل اطلاعات مربوط به دوران کرونا باشـــد که الگوی فروش غیرعادی داشته، مدل هوش مصنوعی ممکن اســـت همیشه بیش‌ازحد موجودی نگه دارد و سرمایهٔ سازمان را بلوکه کند.

۲. حاکمیت و شـــفافیت مدل[۳۵]: هنگامی که ERP به‌صورت خودکار پیشنهاد تأمین‌کننده یا هشدار ریســـک اعتباری صادر می‌کند، باید مشخص باشد که این تصمیم بر اساس چه قاعده یا وزنی گرفته شده اســـت. معماری سازمانی چارچوبی برای حســـابرسی این تصمیمات، ثبت دلایل آن‌ها (برای ممیزی‌های مالی)، و تعیین سطح اختیار مدل در کنار تصمیم‌گیرندهٔ انســـانی فراهم می‌آورد. این امر مســـتقیماً در مرحلهٔ G (حاکمیت) و مرحلهٔ B (قوانین کســـب‌وکار) توگف تعریف

29- Integration Blueprint
30- Data Silos
31- Self-Learning
32- Agentic AI
33- Distributed Data Architecture and Data Freshness
34- Explainability
35- Model Governance and Transparency

جدول ۱: اثرگذاری عینی مراحل TOGAF (به‌عنوان یک چارچوب رایج) بر روی پیاده‌سازی ERP

مرحلهٔ TOGAF	فعالیت‌های کلیدی معماری	دستاورد قابل‌لمس برای تیم پیاده‌سازی ERP	مثال عینی از تأثیر بر پروژه ERP
مقدماتی	تدوین اصول معماری و منشور حاکمیت	تعیین محدودهٔ اختیارات تیم انتخاب و ممنوعیت سفارشی‌سازی‌های بی‌رویه	جلوگیری از تغییر هستهٔ کد (Core Modification) توسط فروشنده برای رفع یک نیاز جزئی. به‌عنوان مثال، اگر فروشنده پیشنهاد تغییر جدول اصلی پایگاه داده را برای پاسخ به یک نیاز انبارداری بدهد، تیم معماری با استناد به اصل «پایداری هسته» از این کار جلوگیری کرده و راه‌حل جایگزین (مانند افزودن یک جدول جانبی) را پیشنهاد می‌دهد.
چشم‌انداز (A)	ترسیم بیانیه ارزش و قابلیت‌های هدف	تبدیل نیازهای مبهم مدیران به معیارهای وزنی مشخص برای امتیازدهی به فروشندگان	اختصاص وزن ۳۰ درصد به «سازگاری با معماری دادهٔ مرجع» در ماتریس انتخاب. برای مثال، اگر نیاز مدیران «افزایش سرعت گزارش‌دهی» باشد، این نیاز به معیار «پشتیبانی از پایگاه‌داده‌های in-memory مانند HANA» تبدیل می‌شود و فروشنده‌ای که این قابلیت را داشته باشد، امتیاز بیشتری کسب می‌کند.
کسب‌وکار (B)	نقشه‌برداری دقیق فرایندهای وضع موجود و مطلوب	تعیین محدودهٔ پروژه (Scope) و اولویت‌بندی ماژول‌ها بر اساس تأثیر راهبردی	تشخیص این که ماژول مدیریت زنجیرهٔ تأمین باید در اولویت باشد، نه مالی، زیرا با نقشه‌برداری فرایندها مشخص می‌شود که گلوگاه اصلی سازمان در تأمین مواد اولیه است و اصلاح آن بیشترین تأثیر را بر سودآوری دارد.
داده (C)و کاربرد	مدل‌سازی موجودیت‌های اصلی و بردارهای مالکیت داده	تعیین راهبرد مهاجرت داده Extract- (Transform)-Load و پاکسازی پیش‌از بارگذاری	مشخص کردن این که حوزهٔ «کد ملی» در سیستم قدیمی، باید به حوزهٔ «شناسهٔ یکتای مشتری» در ERP جدید نگاشت (Mapping) شود وگرنه هوش تجاری دچار خطا می‌شود [۹]. مثال دیگر: تعیین این که داده‌های مشتریان قدیمی که بیش از ۱۰ سال فعالیت ندارند، به‌جای انتقال، در یک بانک اطلاعاتی جداگانه آرشیو شوند تا حجم داده‌های عملیاتی کاهش یابد و سرعت سیستم افزایش پیدا کند.
فناوری (D)	تعیین زیرساخت، امنیت، و الگوی استقرار	انتخاب بین گرین‌فیلد (پیاده‌سازی کامل از نو) یا براون‌فیلد (تبدیل سیستم موجود)	گرین‌فیلد (Greenfield) به رویکردی گفته می‌شود که در آن سازمان، سیستم جدید را از صفر و بدون در نظر گرفتن سیستم‌های قبلی طراحی و پیاده‌سازی می‌کند. این رویکرد معمولاً برای سازمان‌هایی مناسب است که فرایندهای قدیمی آن‌قدر ناکارآمد هستند که ارزش انتقال ندارند. براون‌فیلد (Brownfield) رویکردی است که در آن سیستم جدید بر روی سیستم قدیمی سوار می‌شود و داده‌های تاریخی و برخی قابلیت‌های قبلی حفظ می‌شوند. انتخاب براون‌فیلد برای حفظ داده‌های تاریخی ۱۵ساله، مشروط به بازطراحی لایهٔ یکپارچه‌سازی انجام می‌شود. به‌عنوان مثال، شرکتی با ۲۰ سال سابقهٔ مالی، براون‌فیلد را انتخاب می‌کند تا صورتحساب‌های گذشته را از دست ندهد.
فرصت‌ها (E)	تحلیل شکاف (Gap) و تعریف معماری انتقالی	تعیین فازبندی پیاده‌سازی برای کاهش وابستگی‌های بحرانی	تصمیم به اجرای هم‌زمان ماژول‌های مالی و فروش، اما تأخیر در ماژول تولید به دلیل وابستگی به سخت‌افزار. مثال عینی: اگر کارخانه نیاز به نصب سنسورهای جدید در خط تولید دارد که تحویل آن ۶ ماه طول می‌کشد، ماژول تولید به مرحلهٔ دوم موکول می‌شود تا پروژه متوقف نشود.
مهاجرت (F)	تدوین برنامهٔ اجرایی با زمان‌بندی دقیق و بودجه‌بندی	هماهنگی تیم‌های داخلی با تیم فروشنده برای تحویل تدریجی[1]	تعیین پنجرهٔ زمانی ۴۸ساعته برای قطع ارتباط (Cutover) در آخر هفته و برنامهٔ بازگشت به عقب (Rollback Plan) [۱۰]. به‌عنوان مثال، اگر در حین قطع ارتباط، خطایی در مهاجرت داده‌های مالی رخ دهد، تیم می‌تواند ظرف ۲ ساعت به سیستم قبلی بازگردد و عملیات کسب‌وکار متوقف نشود.
حاکمیت (G)	نظارت بر انطباق در حین ساخت (Compli-ance Checking)	جلوگیری از انحراف پیکربندی‌ها و تضمین این که تغییرات اضطراری، ساختار مرجع را نقض نکنند	ممیزی دوره‌ای و توقیف موقت یک تغییر در مسیر (Change Request) به‌دلیل مغایرت با «اصل سادگی[2]». برای مثال، اگر تیم توسعه پیشنهاد دهد که یک روند پیچیدهٔ تایید سه‌مرحله‌ای برای صورتحساب‌های زیر ۲۰ میلیون تومان اضافه شود، تیم معماری با استناد به اصل «سادگی و سرعت» این درخواست را رد کرده و فرایندی تک‌مرحله‌ای پیشنهاد می‌دهد.

1- Incremental Delivery
2- Simplicity Principle

می‌شود. به‌عنوان مثال، در یک سازمان مالی، اگر مدل هوش مصنوعی به‌صورت خودکار وام را رد کند، باید مشخص باشد که این رد کردن بر اساس چه معیاری (نمرهٔ اعتباری، نسبت بدهی به درآمد، یا سابقهٔ پرداخت) بوده است تا در صورت اعتراض مشتری، قابل پیگیری باشد. معماری سازمانی این شفافیت را تضمین می‌کند.

۳. معماری ترکیب‌پذیر و عامل‌های[36] توزیع‌شده: نسل جدید ERP ها به‌جای ماژول‌های یکپارچه، از مجموعه‌ای از عامل‌های مستقل تشکیل شده‌اند که از طریق API با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. اگر معماری سازمانی در مراحل D و E مشخص نکند که این عامل‌ها چگونه در کنار خدمات سازمانی (مانند احراز هویت، پرداخت، و لجستیک) قرار بگیرند و الگوی ارکستراسیون و هماهنگی[37] آن‌ها به چه صورتی باشد، بین این عامل‌های هوشمند، هرج‌ومرجی رخ می‌دهد که به‌مراتب بدتر از یکپارچه‌سازی سنتی است [۱۳]. مثال ساده: عامل فروش، سفارش جدیدی ثبت می‌کند، عامل انبار موجودی را کاهش می‌دهد، اما عامل پرداخت از کاهش موجودی اطلاعی ندارد و تخفیفی برای مشتری در نظر می‌گیرد که با موجودی جدید همخوانی ندارد. معماری سازمانی با مشخص کردن توالی و قواعد تعامل بین این عامل‌ها، از این هرج‌ومرج جلوگیری می‌کند.

بنابراین، نتیجه‌گیری کلیدی در این بخش این است که هوش مصنوعی نه‌تنها نیاز به معماری را حذف نمی‌کند، بلکه آن را به یک ضرورت غیرقابل‌انکار برای جلوگیری از «هرج‌ومرج دیجیتال» تبدیل می‌سازد. معماری سازمانی در این عصر جدید، نقش «مغز متفکر» را ایفا می‌کند که نحوهٔ همکاری عامل‌های هوشمند را برای دستیابی

36- Agents
37- Maintenance

به اهداف کسب‌وکار هماهنگ می‌سازد و در این مسیر، سناریوی اول (پیش‌نیازی) بیشـــترین امنیت و ســـناریوی دوم (هم‌زمان) بیشترین انعطاف‌پذیری را فراهم می‌آورد.

۶. نتیجه‌گیری و توصیه‌های عملیاتی به مشـــاوران و مدیران ارشد

این مقاله با رویکردی عمیق‌تر و مبتنی بر ســـناریوهای عینی، نشان می‌هد که موفقیت پروژه‌های ERP به‌شـــدت تابعی از نحوهٔ مواجهه ســـازمان با مقولهٔ معماری است. تحلیل تطبیقی سه سناریوی تعامل، این واقعیت را آشکار می‌سازد که:

۱. سناریوی طلایی (EA به‌عنوان پیش‌نیاز)، اگرچه پرهزینه‌ترین گام اولیه اســـت، اما با ترسیم نقشهٔ راه شفاف و معیارهای انتخاب عینی، نـــرخ موفقیت پروژه را تا بیش از ۸۰ درصد افزایش داده و هزینه‌های پنهان یکپارچه‌ســـازی و نگهداری را به‌شـــدت کاهـــش می‌دهد. این سناریو برای ســـازمان‌هایی با بلوغ بالا و بودجهٔ کافی، بهترین گزینه است.

۲. ســـناریوی میانه (توســـعهٔ هم‌زمان)، به‌عنوان یـــک راه‌حل چابک ارزشـــمند، به ســـازمان اجازه می‌دهد تا از «فلج‌تحلیلی» رهایی یابد و پروژه را شـــروع کند، در حالی که یک «هســـتهٔ معماری حداقلی» و اصول کلان، به‌عنوان خطوط قرمـــز، از انحراف فاجعه‌بار جلوگیری می‌کند. ســـود اصلی این ســـناریو، کاهش چشمگیر هزینهٔ اصلاحات در مقایســـه با سناریوی سوم و افزایش ســـرعت تحویل در مقایسه با سناریوی اول است.

۳. ســـناریوی فاجعه‌بار (بدون معماری)، تقریباً به‌طور حتم به انباشت بـــدهی فنی، افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، و نهایتاً شکســـت راهبردی منجر می‌شود. این ســـناریو به‌ویژه در مواجهه با ERPهای هوشـــمند، به دلیل غیرشـــفاف بودن فرایند تصمیم‌گیری و افزایش وابســـتگی‌های پنهان، خســـارت‌های جبران‌ناپذیری به همراه خواهد داشت.

همچنین با واکاوی یک چارچوب رایج مانند توگف، مشـــخص شد که هـــر یک از مراحل آن تأثیری عیـــنی و غیرقابل‌انکار بر روی گزینش، پیکربندی، مهاجرت داده، و استقرار سیستم دارد و نمی‌توان آن‌ها را به تشـــریفات اداری تقلیل داد. این تأثیر در هر سه سناریو به‌صورت متفاوت نمـــود پیدا می‌کند، اما در ســـناریوهای اول و دوم به‌صورت نظام‌مند و در سناریوی سوم به‌صورت غایب.

توصیه نهایی به مشاوران و معماران ارشد این است که واحد معماری ســـازمانی را نه به‌عنوان یک هزینه ســـربار، بلکـــه به‌عنوان یک بیمهٔ راهبردی برای سرمایه‌گذاری‌های کلان ERP تلقی کنند. در مدل‌های تأمین مالی پروژه‌ها، بودجهٔ مســـتقل و قابل‌توجهی برای فعالیت‌های معماری (به‌ویژه در مراحل مقدماتی و حاکمیت) اختصاص دهند و بر ایجاد «هیئت‌های بررسی معماری» با قدرت وتوی واقعی اصرار ورزند. انتخاب بین ســـناریوی اول و دوم بســـتگی به بلوغ سازمان و بودجه دارد، امـــا به‌کارگیری هر یک از این دو، به‌مراتب برتر از نادیده‌گرفتن کامل معماری (سناریوی سوم) است. به‌یاد داشته باشیم که معماری، لنگرگاه ثبات پروژه‌های تحول‌آفرین در تلاطم تغییرات است.

منابع:

[1] Davenport, T. H. (1998). Putting the Enterprise into the Enterprise System. Harvard Business Review, 76(4), 121-131.

[2] Gartner. (2026). Predicts 2026: ERP Implementation Success Rates and Mitigation Strategies. Gartner Research Note ID: G00789122.

[3] Ross, J. W., & Beath, C. M. (2020). Why Some IT Projects Fail and Others Succeed: The Role of Enterprise Architecture. MIT Sloan CISR Working Paper, 45(2), 12-28.

[4] Yeoh, W., & Koronios, A. (2021). Data Migration in ERP Implementations: The Critical Role of Data Architecture. International Journal of Accounting Information Systems, 41(2), 100-118.

[5] Tamm, T., Seddon, P. B., Shanks, G., & Reynolds, P. (2022). How Does Enterprise Architecture Add Value to Organisations? Communications of the Association for Information Systems, 49(1), 10-29.

[6] Toppenberg, G., & Henningsson, S. (2020). The Inevitable Clash: Balancing Agile Development with Enterprise Architecture Governance. European Journal of Information Systems, 29(5), 512-531.

[7] Kappelman, L., & McLean, E. (2019). The State of ERP Integration and the Impact of Architectural Debt. Journal of Enterprise Information Management, 32(4), 601-620.

[8] Boh, W. F., & Yellin, D. (2022). Using Enterprise Architecture Standards in Vendor Selection for Large-Scale Systems. MIS Quarterly Executive, 21(1), 45-63.

[9] The Open Group. (2024). TOGAF® Standard, Version 10.0 – Architecture Development Method (ADM). Van Haren Publishing.

[10] Lucke, C., & Krcmar, H. (2021). Hybrid EA Approaches: Synchronizing Enterprise Architecture with Agile ERP Rollouts. Business & Information Systems Engineering, 63(4), 421-439.

[11] Kumar, M. (2026). AI-Native ERP Systems: A Design Science Framework for Intelligent Enterprise Decision Automation. Journal of Computer Science and Technology Studies, 8(8), 1-25.

[12] Bughin, J., & Hazan, E. (2025). Agentic AI in the Enterprise: Architectural Implications and Organizational Readiness. McKinsey Digital Quarterly, 4(3), 88-105.

تهیهٔ کتاب از دفتر
انجمن انفورماتیک ایران
۰۲۱-۶۶۴۱۲۸۶۱

یادداشت‌های یک معمار سازمانی

رضا کرمی
سرپرست گروه تخصصی معماری سازمانی انجمن انفورماتیک ایران
پست الکترونیکی: Karami@golsoft.com

یادداشت‌های یک معمار سازمانی، نوشته‌های کوتاهی است که با نگاه معمارانه و با تأمل در آنچه در اطراف ما می‌گذرد، نوشته شده است. قالب این نوشته‌ها، کمی خارج از قاعده متعارف نوشتار فنی و اداری معمول، با رنگ و بوی قضاوت‌های شخصی و گاه آمیخته با طنز و کنایه است، اما هدف در نهایت آسیب‌شناسی سازمان‌های کشور از منظر معماری سازمانی است، به امید آن‌که شاید گاهی تلنگری، زنهاری یا بیدارباشی در آن‌ها بتوان یافت، و فراخوانی به اصلاح.
نشریه گزارش کامپیوتر از نوشته‌های مشابه سایر صاحبان اندیشه استقبال می‌کند.

تحول سازمانی و مسئولیت اجتماعی ما

یکی از دشوارترین جنبه‌های مشاوره تحول سازمانی، آگاهی از بی‌اثر بودن یا کم‌اثر بودن برنامه‌هایی است که مشاور برای توسعه و تحول یک سازمان ارائه کرده است. انتظار می‌رود این برنامه‌ها که معمولاً بعد از طی مراحل طولانی بررسی وضعیت فعلی سازمان، مشکلات و چالش‌های آن، اهداف کسب‌وکاری، ارزیابی میزان آمادگی برای تغییر، طراحی آینده و با بهره‌گیری از چارچوب‌ها و به‌روش‌ها و دانش و تجربه مشاور تدوین و ارائه می‌شوند، توسط مدیران و رهبران سازمان اجرا و پیگیری شوند تا به تحول و تغییر ملموس سازمان بینجامند. اما در بعضی موارد (در مورد کشور ما باید گفت: در اغلب موارد!)، به دلایلی از قبیل عدم اعتقاد مدیران یا عدم توانایی‌شان در تامین و سازماندهی مناسب منابع لازم، غلبه بر موانع فرهنگی، ایجاد انضباط و رهبری تغییر، بهترین و کامل‌ترین برنامه‌ها هم به نتیجه نمی‌رسد و گرهی از کار فروبسته سازمان‌ها نمی‌گشاید. به این اشکالات بیفزایید تغییرات مداوم و سریع مدیریتی را که گاه همچون سیلی، از صدر تا ذیل سازمان را درمی‌نوردد و در نسل جدید مدیران هیچ سابقه‌ای از تلاش‌ها و برنامه‌ریزی‌های قبلی به‌جا نمی‌گذارد.

آری، دیدن این بی‌ثمری و کم‌ثمری تلاش‌های برنامه‌ریزی برای مشاوران تحول سازمانی حقیقتاً دشوار است و به‌تجربه دیده‌ام بسیاری از مشاوران همکار را که به‌دلیل همین مشاهدات و تجربیات، در نیمه‌راه مسیر شغلی‌شان، عطای مشاوره را به لقای این دور باطل برنامه‌ریزی‌های بی‌ثمر یا کم‌ثمر می‌بخشند و به سایر عرصه‌های شغلی و حرفه‌ای پناه می‌برند.

واقعیت این است که تجربه ثمربخشی تلاش‌ها و دستاوردها در هر شغلی، از مهم عواملی است که در کنار تامین معاش و کسب منزلت اجتماعی، به آن شغل معنا می‌بخشد و شاغلان آن شغل را ارضا می‌کند. به‌همین دلیل، نگرش صحیح به نقش و ارزش کار مشاوران در تحول سازمان‌ها، اهمیتی دوچندان می‌یابد.

من گاهی نگاه کردن به این نقش را، از زاویه‌ای که مطرح می‌کنم، مفید یافته‌ام: سازمان‌های ما (اعم از دولتی یا خصوصی) در کنار فلسفه وجودی اصلی‌شان که بر حسب مأموریت و وظایف‌شان تعریف می‌شود، محمل و مجمع یک نوع خاص از ارزشمندترین منابع کشور ما هستند، و آن همان منابع انسانی، یا به تعبیر امروزی‌تر سرمایه

انسانی، و به بیان خودمانی‌تر، همان افرادی است که در این سازمان‌ها کار می‌کنند. میلیون‌ها نفر از افراد این سرزمین، زندگی‌شان را از مسیر کار در این سازمان‌ها می‌گذرانند و بهترین و ارزشمندترین سرمایه‌شان، یعنی وقت، دانش، مهارت و ظرفیت‌های فکری و شناختی‌شان را در این سازمان‌ها صرف می‌کنند. هر قدم مؤثری، ولو کوچک، برای بهبود کارایی و اثربخشی این سازمان‌ها، در ضریب بالایی از ساعات و ماه‌ها و سال‌ها زندگی این افراد ضرب می‌شود و کیفیت و معنای زندگی آنان را افزایش می‌دهد. این اثر ممکن است با شاخص‌هایی که معمولاً سازمان‌ها موفقیت خود را با آن‌ها می‌سنجند قابل‌سنجش و گزارش نباشد، اما انسان اهمیت آن را در برخورد روزمره با تک‌تک استعدادهایی که عمرشان را در این سازمان‌ها سپری می‌کنند، لمس می‌کند.

برای دستیابی به چنین دستاوردی، تحمل ناملایمات و ناکامی‌های پی‌درپی، هر چقدر هم که سنگین به‌نظر برسند، ارزشمند است.

چنانکه دانای توس سروده است:

«چو دانا نماید به کاری درنگ

به پیروزی آرد جهانی به چنگ

همه کارها در فروبستگی

گشاید ولیکن به آهستگی»

۳/۴/۱۴۰۵

چیستان‌ها و نیستان‌های مدیریتی

اگر به شبکه‌ها و سکوهای حرفه‌ای، مانند لینکدین، نگاهی بیندازید، هر روزه با سیلی از فرسته‌ها (یا همان پست‌ها)ی با این عنوان مواجه می‌شوید که «فلان چیز چیست؟» یا «فلان چیز، بهمان چیز نیست!». در این محیط‌ها، و گاهی در محیط‌های واقعی هم، به‌نحو مستمر با افرادی مواجه هستیم که می‌خواهند به ما ثابت کنند راهبرد آن چیزی نیست که ما فکر می‌کرده‌ایم، یا معماری سازمانی در واقع این است که نویسنده یا گوینده می‌خواهد به ما بقبولاند، یا در مورد تحول دیجیتال، همگان تا کنون در توهمی بیش نبوده‌اند، و از این قبیل.

در عالم اندیشه، هر لفظی بر معنایی دلالت می‌کند که «در اصل» برای آن لفظ وضع کرده‌اند، و هر چه درک و دریافت مردمان از آن معنی یکسان‌تر و نزدیک‌تر باشد، کاربرد آن لفظ با دقت بیشتری همراه است. در علوم دقیق و اثباتی، مانند ریاضی و فیزیک و منطق و مانند آن، روشن‌گردانیدن الفاظ پیش از کاربردشان، اهمیتی اساسی دارد. در علوم و فنون مهندسی و کاربردی هم توصیه می‌شود تا جایی که می‌توانیم از الفاظ چندپهلو و نادقیق استفاده نکنیم، و به همین دلیل برای یگانه‌کردن الفاظ و معانی این علوم و فنون، استانداردها ساخته‌اند و می‌سازند. هر چه از این علوم به سمت علوم انسانی و اجتماعی می‌رویم، این وضوح و دقت بیشتر رنگ می‌بازد و معانی اصطلاحات و دانش‌واژه‌ها بیشتر و بیشتر تابع مقاصد و دیدگاه‌های این و آن می‌شود. به همین دلیل، اختلاف آرا در این حوزه‌های دانشی بیشتر است.

در علوم و مباحث مدیریتی هم، به‌اعتبار آن‌که در مرز بین علوم انسانی و مهندسی سیر می‌کنند، اختلاف معانی و وضع و کاربرد الفاظ واحد بر معنای متعدد، پدیده شناخته‌شده‌ای است. مثلاً مشهور است که به‌تعداد کتاب‌های درسی در مورد راهبرد، تعریف مختلف از واژه راهبرد داریم. هنری مینتزبرگ، نظریه‌پرداز معروف راهبرد سازمانی، مقاله معروفی دارد که در آن کوشیده معانی مختلف راهبرد را گردآوری و دسته‌بندی کند. در مورد سایر مفاهیم و دانش‌واژه‌های مدیریتی هم، مانند «تحول»، «رهبری»، «فرآیند»، «کارکرد»، «معماری» و مانند آن هم این تشتت وجود دارد. و بر همین زمینه است که می‌توان هر روز نشست و درباره این «چیستان»ها و «نیستان»ها قلم‌فرسایی کرد!

تعریف و بازتعریف مفاهیم مدیریتی خوب است و ممکن است ارزش آموزشی یا حتی عملی هم داشته باشد، اما آیا افراط در این کار پسندیده، خود کاری پسندیده است؟ ویتگنشتاین، فیلسوف معروف قرن بیستم، گفته بسیار نقل‌شده و تاثیرگذاری دارد به این مضمون که «معنی، همان کاربرد است.» معنی این گفته این است که بر خلاف تصور شایع که هر لفظی را برای افاده معنی واحد و تغییرناپذیری وضع کرده‌اند، معنی یک واژه امری ثابت و بدون‌تغییر و مستقل از کاربرد نیست. در واقع گویشوران هر زبان هر روز با کاربرد یک واژه در ساختار جملات و عبارات و افادات خود، در ساختن و بازساختن آن واژه سهیم می‌شوند و معنی واژه بسته به این کاربردها به‌صورت سیال تغییر می‌کند. بدیهی است دامنه این تغییرات از حوزه‌ای به حوزه دیگر ممکن است متفاوت باشد.

بنابراین برای پی‌بردن به معنی دانش‌واژه‌های مدیریتی هم، با اینکه نباید همان تساهل و تسامح معمول در مورد واژه‌های زبان روزمره را روا داشت، لازم هم نیست همگان به یک توافق دقیق و اجماع همه‌شمول در میان کاربران این واژه‌ها برسند. اطمینان حداقلی از اینکه زمینه و پیامدهای کاربرد یک واژه را در ظرف یک گفتگو یا متن مدیریتی می‌فهمیم و روی آن (حدوداً) توافق داریم، معمولاً کافی است.

در علوم مدیریتی نیازی به تعاریف ریاضی‌وار نیست، کافی است حرف هم را بفهمیم!
«اختلاف خلق از نام اوفتاد،
چون به معنی رفت، آرام اوفتاد»

۱۶/۴/۱۴۰۵

مواد لازم برای راهبری معماری سازمانی

در یکی از یادداشت‌های قبلی (دو راهبرد خانه‌داری) دو رویکرد مدیریت بدهی معماری سازمان‌ها را تشریح و مقایسه کردم و رویکرد مبتنی بر راهبری معماری سازمانی یا EA Governance را توصیه کردم. معنی ساده راهبری معماری سازمانی این است که هر گونه تغییر در بلوک‌های سازنده معماری (ساختار، فرآیندها، سیستم‌های اطلاعاتی، سرویس‌ها و ...) برمبنای اصول و معیارهای ازپیش تعریف‌شده‌ای کنترل شده و تنها در صورت تطابق با آن اصول و معیارها تائید و اعمال گردد. بسیاری از سازمان‌ها با وجود درک و پذیرش ضرورت و کارایی چنین رویکردی، پیاده‌سازی عملی آن را دشوار و پیچیده می‌یابند و معمولاً استقرار چنین نظامی را به آینده دور و پس از دستیابی به سطح بالایی از بلوغ معماری سازمانی موکول می‌کنند. تصمیمی که به‌نوبه خود باعث افزایش مستمر بدهی معماری و گرفتار شدن بیشتر سازمان در این چرخه معیوب می‌شود با وجود آن‌که همبستگی مثبت بین بلوغ معماری سازمانی و وجود نظام راهبری معماری سازمانی یک واقعیت تجربی است، اما پیاده‌سازی EAG را نباید کاری پیچیده و بغرنج تصور کرد. فراهم آوردن چند مؤلفه اساسی برای استقرار این نظام کافی است:

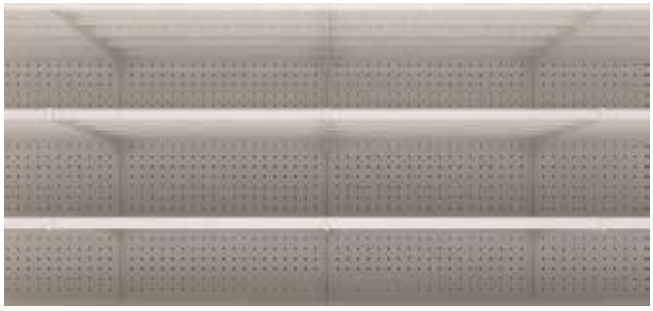
۱. نهاد راهبری: وجود یک نهاد بین‌واحد یا فراواحدی در سازمان، برای تصمیم‌گیری نهایی در موارد اختلافی (مانند زمانی که یک درخواست تغییر معماری به‌دلیل مغایرت با اصول و طرح‌های معماری رد می‌شود،) ضروری است. عنوان این نهاد مهم نیست، اما هر چه ترکیب آن جامع‌تر (شامل نمایندگان همه سودبران کلیدی) و سطح آن بالاتر (شامل رده‌های مدیریتی بالای سازمان) باشد، کارایی آن بیشتر خواهد بود.

۲. معیارهای راهبری: برای تطابق‌سنجی و کنترل، وجود معیارهای مرجع الزامی است. این معیارها معمولاً شامل اصول از پیش‌توافق‌شده معماری و چند نما از معماری مطلوب می‌شود. در مورد طول و تفصیل و سطح جزئیات مدل‌های معماری مطلوب نباید سخت‌گیری کرد. راهبری معماری را می‌توان حتی از یک نمای بسیار کلان (One-page architecture) شروع کرد و به تدریج عمق و گستره آن را افزایش داد.

۳. کنترل‌های معماری: چند نقطه کنترلی در چند فرآیند کلیدی تغییر معماری باید شناسایی شده و گذر از این نقاط به تائید تطابق با معماری منوط شده باشد. در انتخاب این گلوگاه‌ها هم نباید از ابتدا بیشینه‌خواهی کرد. از یک یا دو نقطه کنترلی، که معمولاً بیشترین بدهی معماری را تولید می‌کنند شروع کنید و بعد از تثبیت آن‌ها و اثبات کارایی و اثربخشی آن‌ها در عمل، تعداد نقاط کنترلی را افزایش دهید.

با همین سه مؤلفه حداقلی می‌توانید یک نظام مؤثر راهبری معماری سازمانی راه بیاندازید.

۵/۵/۱۴۰۵



در ستایش کسادی!

در دنیای کسب‌وکار، همه از کسادی بازار بیزارند و از رونق آن خوشنود. هر که متاعی برای فروش دارد، از زیادت مشتری آن متاع خوشحال می‌شود و به انواع حیل در گرمی بازارش می‌کوشد. اما گاه با موقعیت‌هایی مواجه می‌شویم که رونق، آفات خود را دارد. یکی از این موقعیت‌ها را ما هم‌اکنون در بازار خدمات معماری سازمانی در کشور تجربه می‌کنیم.

در اوایل دهه هشتاد شمسی که اولین موج پروژه‌های معماری سازمانی در کشور شروع شد و بازار این خدمات به‌مدد طرح تکفا رونقی گرفت، شرکت‌ها و مشاوران متعددی به این بازار روی آوردند و به تعریف و اجرای پروژه‌های «طرح جامع فناوری اطلاعات» یا عناوین مشابه برای سازمان‌های (عمدتاً دولتی) کشور پرداختند. در آن زمان، هم تصور و انتظار سازمان‌ها از معماری سازمانی چندان به‌جا و معقول نبود، و هم دانش و تجربه مشاوران در حدی نبود که این انتظارات را منطقی کنند. در سال ۱۳۹۴ که اولین نسخه چارچوب ملی معماری سازمانی کشور در حال تدوین بود، پیمایشی از دست‌اندرکاران پروژه‌های متعدد معماری سازمانی که تا آن تاریخ

در کشـــور انجام شـــده بود انجام دادیم و از آنان خواستیم مهم‌ترین عوامل شکســـت پروژه‌های معماری ســـازمانی را از دیدگاه خودشان فهرست کنند. در انتها، فهرستی از ۱۶ عامل مهم ناکامی این پروژه‌ها تدوین شـــد که در صدر آن‌ها «انتظار نادرست از معماری سازمانی» قرار داشت.

از نیمه دهه هشتاد، بازار معماری سازمانی در کشور به سردی گرائید و رونـــق، جای خود را به رکود داد. در این فضا بسیاری از شـــرکت‌ها و مشـــاوران، ترجیح دادنـــد از این بازار خارج شـــوند و به حوزه‌های پررونق‌تر و پرمنفعت‌تر دیگر روی آورند. آن‌هایی که ماندند، به‌تدریج در کار خود ماهرتر شدند و در انتخاب کار، پروسواس‌تر و گزیده‌تر. از اواخر دهه هشتاد تا همین یکی دو سال پیش، سازمان‌های معدودی پروژه‌های معمـــاری تعریف می‌کردند و به‌تدریـــج کاربردها عمیق‌تر و اثرات ماندگارتر می‌شـــد. تک‌وتوک ســـازمان‌هایی که در این دوره تجارب معماری ســـازمانی داشـــتند، کم‌کم از دیدگاه «پروژه‌ای» به دیـــدگاه «فرآیندی» و از کاربردهای متمرکز بر فناوری به کاربردهای متوجه به اصلاح و بهبود کســـب‌وکار متمایل شدند. نه الزام بالادستی چنـــدانی در کار بود و نه هیجان غیرمنطـــقی‌ای در تعریف و اجرای پروژه‌ها.

در یک ســـال اخیر، با تصویب و ابلاغ الزامـــات قانونی که در آن‌ها به معماری ســـازمانی اشاره شده اســـت (از جمله ماده ۶ نقشه‌راه دولت هوشـــمند که در آغاز ســـال ۱۴۰۴ ابلاغ شـــد)، تب تعریف و اجرای پروژه‌های معماری سازمانی در میان سازمان‌های دولتی باز بالا گرفت.

اگـــر از محدودیت‌های بودجه‌ای این ســـازمان‌ها که در نتیجه اوضاع و احوال اخیر کشـــور به‌وجود آمده اســـت بگذریم، می‌توان باز رونق نصف‌ونیمه ولی فزاینده‌ای را در این بازار مشـــاهده کرد. این وضعیت باید موجبات خوشنودی مشاوران معماری سازمانی را فراهم کند. اما آیا چنین است؟

رونـــق بازار معماری ســـازمانی، هنوز به اوج خـــود نرسیده چند تالی فاسد به‌همراه آورده است. اولاً به‌دلیل فزونی تقاضا بر عرضه، بسیاری از ســـازمان‌های متقاضی را واداشـــته تا پروژه‌های معماری خود را با نیروی داخلی و یا با ارجاع به مشـــاوران ناکارآزموده‌ای که به‌بوی این رونـــق نویافته و بدون تجربـــه و دانش و بینـــش کافی در این حوزه مدعی شـــده‌اند، انجام دهند. بیشتر این پروژه‌ها با بهره‌گیری از متون دانشـــگاهی یا مطالب پراکنده در فضای مجازی تعریف می‌شود و در آن‌ها اثری از پختگی و ســـنجیدگی نمی‌توان یافـــت. ثانیاً، انتظارات انباشته و برآورده‌نشده ســـازمان‌ها از تحول، به‌صورت غیرمنطقی در تعریف این پروژه‌ها خود را نشان می‌دهد. متأسفانه سازمان‌های متولی هم که در ایجاد الزامات قانونی دســـتی گشاده دارند، در راهنمایی و اصلاح نگاه ســـازمان‌های دولتی چندان کاری از دست‌شان برنمی‌آید. نتیجـــه این چند عامـــل، برآمدن موج جدیـــد از پروژه‌های معماری ســـازمانی خواهد بود که می‌توان انتظار داشـــت باز بعد از چند سال، به تعبیر معروف آن چرخه هیاهوی مؤسسه گارتنر، از «اوج انتظارات متورم» به «حضیض نومیدی» بیافتد.

۲۵/۵/۱۴۰۵

پیشنهاد (قسمت نوزدهم)- از پی‌آیندخود اظهاری خاطرات ۶۶ پیشکسوت، به بهانه جشن بزرگ انجمن در زمستان ۱۴۰۷

پیش به سویِ جشن بزرگ گرامی‌داشت

پنجاهمین سالگرد تاسیس انجمن انفورماتیک‌ایران

سیصدمین نوبت انتشار گزارش کامپیوتر

پنجاه و پنجمین سال تاسیس مدرسه عالی برنامه‌ریزی و کاربرد کامپیوتر

شصت و ششمین سالگرد ورود رایانه به‌ایران

همراه با روایات کتبی ۶۶ پیشکسوت داوطلب جهت کمک به تدوین تاریخ مکتوب نگاشته شاهدان عینی از وقایع انفورماتیک‌ایران (پیشکسوت گرانقدر، آنچه در دوران حضور در بخش انفورماتیک کشور، شاهد یا عامل بوده‌اید را با توالی زمانی، برای درج دراین صفحه بفرستید)

زمان برگزاری جشن : طی بهمن و اسفند ۱۴۰۷

زندگی‌نامهٔ خود اظهارانهٔ شاهدانِ عینیِ عاملِ وقایعِ بخشِ انفورماتیکِ ایران

شانزدهمین و هفدهمین پیشکسوت از میهمانانِ پیشوازِ جشنِ پنجاه سالگیِ انجمن

روایتی از زندگی، فعالیت‌ها و حضور موثر در بخش انفورماتیکِ ایرانِ پیشکسوتان دکتر هایده اهرابیان و دکتر عباس نوذری دالینی

از پیشکسوتان دانشگاهی عضو هیئت علمی: استاد و دانشجویش که هر دو مرگ زود هنگامی داشتند

به فراخوان، دعوت و نقلِ سیّد ابراهیم ابطحی
استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف
abtahi@sharif. ir

پیش گفتار

دانشکدگان علوم
دانشگاه تهران

در واپسین شـماره سـال ۱۴۰۱ در گزارش کامپیوتـر ۲۶۴، طرح سالیانم برای تدوین تاریخی شفاهی برای فعالیت‌های نیم‌قرنی بخش انفورماتیک را با فراخوان عمومی به جمع پیشکسوتان این بخش سپردم و چشم‌انداز ۱۴۰۷ را در قالب جشنی به مناسبت‌های فراوان، از جمله انتشار سیصدمین شـماره گزارش کامپیوتر را به‌عنوان افق انگیزشی برای به سرانجام رساندن آن ترسیم کردم. پیش از این خاطرات نوزده پیشکسـوت، از شـاهدان عینی وقایع نیم قرن این بخش را به همت دوستان نشـر کرده‌ایم: ۱- محمد بخشی (۲۶۵)، ۲- ابراهیم ابطحی (۲۶۷) ،۳- ابراهیم نقیب‌زاده مشـایخ (۲۶۸)، ۴-محمدعلی علاقبند، ۵-رضا محسـنی ،۶- افشیـن همت‌یار(۲۷۰)، ۷- محسـن صدیقی مشـکنانی (۲۷۱)، ۸- موسی خالصی‌زاده (۲۷۲)، ۹- محمد داورپناه جزی (۲۷۳)، ۱۰- اسلام ناظمی (۲۷۴)، ۱۱- مسعود صفاری (۲۷۵ و ۲۷۶)، ۱۲- پرویـز ناصری (۲۷۷)، ۱۳- مهدی عربی (۲۷۸)، ۱۴- قدسی و ۱۵-روحـانی رانکوهی (۲۷۹)، ۱۶- محمدمیرزا عبداللهی و ۱۷- یحیی تابش (۲۸۰) و ۱۸- مرتضی انواری و ۱۹- بهروز پرهامی (۲۸۱)، ۲۰- کارو لوکـس و ۲۱- کامبیز بدیع (۲۸۲)، ۲۲- کیومرث افشـارپاد و ۲۳- علی آذرکار (۲۸۴) و در این شماره در خدمت ۲۴ و ۲۵ امین پیشکسـوت، زنده‌یادان دکتر هایده اهرابیان و دکتر عباس نوذری دالینی هسـتیم که با ۶۶ روایت موردنیاز تا سال موعود فاصله دارد. بـرای رسیدن به هدفمان تا شـماره سیصدم گزارش کامپیوتر نیاز داریم حداقل در ۴ شـماره بعدی هر شماره دو پیشکسوت و در ۱۱ شـماره پایانی در هر شماره سه پیشکسوت را ملاقات کنیم و این به همت پیشکسـوتان برمی‌گردد که در این راه از ارسال خاطرات و نظراتشان دریغ نفرمایند.

مقدمه

دو پیشکسـوتی کـه در این شـماره روایتِ حضورشـان در بخش انفورماتیک را می‌خوانید دکترهایـده اهرابیان و دکتر عباس نوذری دالینی، استاد و دانشجوی (سپس استادی) توانایی از دو نسل متفاوت و متوالی ولی هر دو از تلاش‌گران نوجو و موثر نسـل خود هسـتند. نسـل‌هایی که در دوی امدادی معلمیِ کم قـرب، در اقلیم مردمان کم‌اعتنا به کوشـندگان تعلیم و تربیت از سید حسن رشدیه گرفته تا پرویز شـهریاری، کماکان رهروانی کوشنده در راه، که دنیا هم به آن دو وفا نکرد و درگذشت نابهنگامشان داغی شد بر دل همه.

دکتـر هایده اهرابیان از اسـتادان برجسـته و اثرگذار رشـته علوم کامپیوتر در دانشگاه تهران بودند؛ استادی که نام او با سال‌های دشوار اما سرنوشت‌سازِ شکل‌گیری دوبارهٔ رشته علوم کامپیوتر در ایران گره

دکتر هایده اهرابیان ۱۳۹۰-۱۳۳۵

خورده اسـت. او نه‌تنها پژوهشـگری توانمند در حوزهٔ الگوریتم‌ها و محاسـبات نظری بود، بلکه معلمی دلسوز، مدیری عالم و از معماران نسـلی از دانش‌آموختگان علوم کامپیوتر به‌شـمار می‌رفت که بعدها خود به اسـتادان و پژوهشگران این حوزه تبدیل شدند. زندگی علمی او روایتی اسـت از پشتکار، دقت، عشق به آموزش و تعهد به ساختن رشـته‌ای که در زمانه‌ای نه‌چندان آسان، هنوز در حال یافتن جایگاه خود در دانشگاه‌های ایران بود.

دکتر هایده اهرابیان در ۱۵ خرداد ۱۳۳۵ در تهران متولد شد. دوران تحصیل او با موفقیت‌های چشمگیر همراه بود و استعداد علمی‌اش از

جلسه در دانشکده: دکتر پزشک، شفیعی، اهرابیان و نوذری

همان سال‌های جوانی آشکار شد. پس از پایان تحصیلات دبیرستان، در مهرماه سـال ۱۳۵۴ وارد گروه ریاضی و علوم کامپیوتر دانشـگاه تهران شدند؛ دورانی که علوم کامپیوتر هنوز به‌عنوان رشته‌ای مستقل و تثبیت شده در ایران شـناخته نمی‌شد و بیش از آن که ساختاری آموزشی داشـته باشـد، مجموعه‌ای نوظهـور از ایده‌هـا و مفاهیم میان‌رشته‌ای بود.

ایشان در خرداد ماه سال ۱۳۵۸ با کسب رتبهٔ نخست، دورهٔ کارشناسی خود را به پایان رسـاندند؛ موفقیتی که مسیر علمی آینده ایشـان را شکل داد. به‌واسطهٔ بورسیهٔ شاگرد اولی، در همان سال راهی انگلستان شدند تا تحصیلاتشان را در دانشـگاه ویکتوریا منچستر ادامه دهند؛ دانشـگاهی که در تاریخ علوم کامپیوتـر جهان جایگاهی ویژه دارد و میراث دانشمندانی چون آلن تورینگ را در خود حفظ کرده است.

در ایـن دانشـگاه، دکتـر اهرابیان در فضـایی علمی و پیشـرفته بـا مبـانی عمیق علـوم محاسـباتی آشـنا شـدند و در فروردین مـاه سـال ۱۳۶۰ از پایان‌نامهٔ کارشـناسی ارشـد خود بـا عنوان Algorithms for the Solution of Single Nonlinear Equation

مراسم استادی دکتر اهرابیان

دفـــاع کردنـــد و بلافاصلـــه وارد دورهٔ دکتری در حـــوزهٔ کامپیوتر و محاسبات شدند. این سال‌ها، علاوه بر تعمیق دانش تخصصی، دوره‌ای از بلوغ علمی و شکل‌گیری نگاه پژوهشی ایشان بود؛ نگاهی که بعدها در فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و مدیریتی ایشـــان در ایران بازتاب یافت.

ایشان در تابستان سال ۱۳۶۲ با دکتر جمشید آقازاده ازدواج کردند و اندکی بعد، در شرایطی که هنوز دورهٔ دکتری خود را به پایان نرسانده بودند، تصمیم گرفتند به ایران بازگردند. بازگشـــت ایشان مصادف با یکی از پیچیده‌ترین مقاطع آموزش عالی ایران بود: ســـال‌های پس از انقلاب فرهنگی و آغاز بازگشـــایی دانشگاه‌ها. بسیاری از ساختارهای آموزشی در حال بازسازی بودند و نیاز به استادانی که بتوانند رشته‌های نوپدید را سامان دهند، بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شد.

دکتر اهرابیان از مهرماه ســـال ۱۳۶۲ به‌عنوان مربی پیمانی در گروه ریاضی و کامپیوتر دانشـــگاه تهران مشـــغول به کار شدند. همکاران و دانشجویان آن دوران بعدها روایت می‌کردند که ایشان از همان ابتدا، با دقت، نظم و تســـلط علمی، حضوری متفاوت داشـــت. در روزگاری که امکانات آمـــوزشی محدود بود و بســـیـــاری از درس‌ها باید تدوین می‌شـــدند، دکتر اهرابیان سهم مهمی در ارائه و تدوین دروس جدید علوم کامپیوتر بر عهده گرفتند. تدریس برای ایشان صرفاً انتقال دانش نبود؛ بلکه نوعی ساختن و بنیان گذاشتن بود.

با وجود مســـئولیت‌های آموزشی، ایشان مسیر علمی خود را متوقف نکردند. در ســـال ۱۳۷۲ دورهٔ دکتری خود را در شاخهٔ علوم کامپیوتر نظری در دانشـــگاه تهران از ســـر گرفته و تحت راهنمایی آقای دکتر حســـن صالحی فتح‌آبادی، پژوهش‌هایشان را ادامه دادند و در آذرماه سال ۱۳۷۵ از رسالهٔ دکتری خود با عنوان «الگوریتم ساخت درختان پوشـــا و دودویی» دفاع کرده و درجهٔ دکتری خود را با موفقیت اخذ نمودند.

ایـــن دوره، نقطهٔ عطفی در زندگی حرفه‌ای ایشـــان بود. از یک ســـو فعالیت‌های پژوهشی ایشـــان شـــتاب گرفت و از سوی دیگر، نقشی تاریخی در شـــکل‌گیری دوبارهٔ رشـــته علوم کامپیوتـــر در ایران را بر

جلسه دفاع از رساله دکتری دکتر نوذری

عهده گرفتند. در دهه‌ای که علوم کامپیوتر در بسیاری از دانشـــگاه‌ها زیر ســـایهٔ مهندسی کامپیوتر قرار گرفته بود، دکتر اهرابیان از جمله اســـتادانی بود که برای باز تأسیس رشتهٔ علوم کامپیوتر به‌عنوان یک هویت مستقل دانشگاهی تلاش کردند.

در سال ۱۳۷۷، تلاش‌های ایشان و همکارانشان برای راه‌اندازی دورهٔ کارشناسی رشته علوم کامپیوتر در دانشگاه تهران به ثمر نشست. یک ســـال بعد، دورهٔ کارشناسی ارشد این رشـــته نیز آغاز شد و در ادامه، زمینه برای شکل‌گیری دورهٔ دکتری فراهم گردید. بسیاری از کسانی که بعدها ســـتون‌های آموزشی و پژوهشی علوم کامپیوتر ایران شدند، از دل همین جریان علمی بیرون آمدند.

یکی از وجوه مهم شخصیت دانشـــگاهی دکتر اهرابیان، توجه جدی بـــه تربیت دانشـــجو بود. ایشـــان تنها به تدریس در کلاس بســـنده نمی‌کردند؛ بلکه با دقت فراوان، دانشـــجویان مستعد را هدایت کرده و آنها را به مسیر پژوهش ســـوق می‌دادند. ایشـــان در سال‌هایی که دوره‌های تحصیلات تکمیلی علوم کامپیوتر در دانشگاه تهران در حال شکل‌گیری و تثبیت بود، راهنمایی رساله‌ها و پایان‌نامه‌های متعددی را بر عهده داشـــت و زمینه‌ساز توســـعهٔ پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در حوزه‌های محاسبات مولکولی، بیوانفورماتیک، زیست‌شناسی سامانه‌ها و یادگیری ماشین شـــد. نخستین دانشـــجوی دکتری علوم کامپیوتر تحت راهنمایی ایشـــان، دکتر عباس نوذری دالینی بود که در اسفند ۱۳۸۲ از رســـالهٔ دکتری خود دفاع کرده و بعدها به یکی از چهره‌های برجسته در رشته بیوانفورماتیک ایران تبدیل شدند.

در ادامه، دکتر محمد گنج‌تابش و گروهی دیگر از پژوهشـــگران نسل بعـــد نیز از همین فضای علمی بهره بردنـــد. دکتر اهرابیان راهنمایی چهار رســـالهٔ دکتری و بیش از بیست پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد را بر عهده داشـــتند. موضوعات این رساله‌ها و پایان‌نامه‌ها، طیفی گسترده از الگوریتم‌هـــای ترکیبیاتی، محاســـبات مولکـــولی، بیوانفورماتیک، شـــبکه‌های زیســـتی و یادگیری ماشین را در بر می‌گرفت و بازتابی از نگاه میان‌رشـــته‌ای و آینده‌نگر ایشان به علوم کامپیوتر بود. لیست دانشجویان تحصیلات تکمیلی ایشان به شرح زیر می‌باشد:

پژوهش‌های دکتر اهرابیان دامنه‌ای متنوع اما منســـجم داشـــت. در سال‌های نخست، تمرکز ایشـــان بر الگوریتم‌ها، ساختارهای درختی،

صورت دانشجویان دکتری دکتر هایده اهرابیان

عنوان رساله	نام دانشجو
الگوریتم‌های موازی تولید درخت‌ها	دکتر عباس نوذری دالینی
محاسبات مولکولی و الگوریتم‌های بیوانفورماتیک	دکتر محمد گنج‌تابش
الگوریتم‌های مختلف یافتن موتیف در شبکه‌های زیست‌شناسی	دکتر زهرا رزاقی مقدم کاشانی
الگوریتم‌های پیدا کردن موتیف در توالی‌های زیستی	دکتر فاطمه زارع میرک‌آباد

صورت دانشجویان کارشناسی ارشد دکتر هایده اهرابیان

عنوان پایان‌نامه	نام دانشجو
تولید درختان عصبی با کدهای سه حرفی	مهدی امانی
یافتن موتیف در توالی‌های زیستی با استفاده از شبکه‌های عصبی	نگین نجفی
حل مسائل NP با محاسبات مولکولی	غزاله کبیریان بجستانی
طراحی رشته‌های DNA برای محاسبات مولکولی	پیمان زرینه
جستجو در شبکه‌های زیستی	سپیده پشامی
کلاس‌بندی پروتئین‌ها با استفاده از ماشین بردار پشتیبان	امین احمدی عدل
پیش‌گویی ساختار دوم RNA با پیوندهای متقاطع	حسام‌الدین ترابی دشتی
پیش‌بینی ساختار دوم پروتئین با کمک شبکه عصبی	امیر لکی‌زاده
یافتن موتیف در توالی‌های بیولوژیکی با استفاده از شبکه‌های عصبی	آدرین جلالی خوشهر
استخراج الگوهای ساختاری	فرزاد رمضانی بناب
استنتاج شبکه تنظیمی ژن از داده‌های بیان ژن	مهسا قنبری
یافتن موتیف در رشته‌های زیستی	سمیه سادات هاشمی‌فر
پیش‌گویی ساختار سوم پروتئین‌ها در مدل آب‌گریز–آب‌دوست با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک	زهرا زواره
الگوریتم موازی برای تشخیص رشته‌های تکراری	میثم باستانی
الگوریتم‌های بررسی فنوتایپی یک گیاه	علیرضا فتوحی سیاه‌پیرانی
طبقه‌بندی ساختار دوم RNA با استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی	امیرحسین کاشفی
روش‌های تولید درختان فیلوژنتیک	شهلا بهشتی
الگوریتم‌های مقایسه و تراز کردن شبکه‌های زیستی	ویدا مؤمن‌زاده
الگوریتم‌های مقایسه و تراز کردن شبکه‌های زیستی	سحر اسدی
الگوریتم‌های ردیابی سوژه‌ها	سعید دهقانی
پیش‌گویی ساختار سوم پروتئین‌ها براساس مدل آب‌گریز–آب‌دوست	صغری میکائیل‌نژاد
پیش‌بینی ساختار دوم RNA با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک	میلاد چناقلو

تولید درخت‌های دودویی و محاسبات موازی بود. پژوهش‌ها و فعالیت‌های علمی دکتر اهرابیان در آن زمان نشان از علاقه‌مندی ایشان به مبانی نظری علوم کامپیوتر داشت. اما ایشان تنها در چارچوب‌های سنتی باقی نماندند و با ظهور حوزه‌های میان‌رشته‌ای، به‌ویژه محاسبات مولکولی و بیوانفورماتیک، از نخستین استادانی بودند که امکان پیوند میان علوم کامپیوتر و زیست‌شناسی را با جدیت در پیش گرفتند. ایشان همچنین از بنیان‌گذاران اولیهٔ جریان بیوانفورماتیک در ایران و از حامیان راه‌اندازی فعالیت‌های میان‌رشته‌ای در این زمینه بودند. این آینده‌نگری، نشان می‌داد که نگاه ایشان به علوم کامپیوتر محدود به ساختارهای کلاسیک نبوده و افق‌های نوظهور علم را با دقت دنبال می‌کردند.

فعالیت‌های پژوهشی دکتر اهرابیان را می‌توان در سه محور عمده خلاصه کرد: الگوریتم‌ها و ساختارهای ترکیبیاتی، محاسبات DNA و زیست‌محاسباتی، و بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها. ایشان در طول بیش از دو دهه فعالیت علمی، ده‌ها مقاله در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر کردند که برخی از آنها در جامعهٔ علمی بازتاب گسترده‌ای یافتند. از جمله مهمترین این آثار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الگوریتم‌ها و ساختارهای ترکیبیاتی:

- On the Generation of Binary Trees from (0–1) Codes, International Journal of Computer Mathematics, 1998.
- Parallel Algorithms for Minimum Spanning Tree Problem, International Journal of Computer Mathematics, 2002.
- Parallel Generation of Binary Trees in A-Order, Parallel Computing, 2005.
- Ranking and Unranking Algorithms for Loopless Generation of t-ary Trees, Logic Journal of the IGPL, 2011.
- Generation of Neuronal Trees by a New Three Letters Encoding, Computing and Informatics, 2014.

محاسبات DNA و زیست محاسباتی:

- DNA Algorithm for an Unbounded Fan-in Boolean Circuit, Biosystems, 2005.
- A New DNA Implementation of Finite State Machines, International Journal of Computer Science and Applications, 2006.
- Molecular Solutions for Double and Partial Digest Problems in Polynomial Time, Computing and Informatics, 2009.
- A DNA Sticker Algorithm for Solving N-Queen Problem, 2009.

بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها:

- Genetic Algorithm Solution for Partial Digest Problem, International Journal of Bioinformatics Research and Applications, 2013.
- New Scoring Schema for Finding Motifs in DNA Sequenc-

es, BMC Bioinformatics, 2009.

- Genetic Algorithm for Dyad Pattern Finding in DNA Sequences, Genes and Genetic Systems, 2009.
- Kavosh: A New Algorithm for Finding Network Motifs, BMC Bioinformatics, 2009.
- Tag SNP Selection via a Genetic Algorithm, Journal of Biomedical Informatics, 2010.
- PreRkTAG: Prediction of RNA Knotted Structures Using Tree Adjoining Grammars, Iranian Journal of Biotechnology, 2013.

اما شـــاید آنچه بیـــش از مقالات و مســـئولیت‌ها از دکتر اهرابیان در ذهن شاگردانشـــان باقی‌مانده، شیوهٔ معلمی ایشان باشد. دانشجویان ایشـــان از استادی ســـخن می‌گفتند که در عین سخت‌گیری علمی، دلسوزی فراوانی داشـــتند؛ کسی که نظم، دقت و عمق فهم را جدی می‌گرفتند، اما در عین حال، به رشـــد دانشـــجو باور داشـــتند. برای بسیاری، کلاس‌های ایشان فقط محل یادگیری درس نبود؛ جایی بود برای آموختن شیوهٔ فکر کردن.

ســـرانجام، دکتر هایده اهرابیان در ۱۱ تیرماه ۱۳۹۰ پس از یک دوره بیماری دار فانی را وداع گفتند. فقدان ایشـــان برای خانواده، دوستان، همکاران و جامعهٔ علوم کامپیوتر ایران اندوهی عمیق بر جای گذاشت. با این حال، تأثیر او در ســـاختار رشته علوم کامپیوتر دانشگاه تهران، در دانشـــجویانی که تربیـــت کردند، و در مسیرهـــایی که برای علوم میان‌رشته‌ای گشودند، همچنان زنده است.

شـــاید بهترین توصیف از زندگی دکتر هایده اهرابیان این باشـــد که او بخـــشی از عمر خود را نه صرفاً بـــه آموزش علوم کامپیوتر، بلکه به ساختن بنیان‌های آن در ایران اختصاص دادند؛ استادی که با دانش، پشـــتکار و تعهدی آرام اما ماندگار، هم رشـــته‌ای علمی را اســـتوارتر کردند و هم در ذهن و منش نسل‌هایی از دانشجویان، اثری عمیق بر جای گذاشـــتند؛ امکانی که امروز نسل‌های بعدی پژوهشگران، بدون آن که نام ایشان را بدانند، بر شانه‌های آن ایستاده‌اند.

دکتر عباس نوذری دالینی

دکتر عبـــاس نوذری دالیـــنی در دهم دی مـــاه ۱۳۴۳ در شیراز به دنیا آمد و ســـپس از اســـتادان برجســـتهٔ علوم کامپیوتر در دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوترِ دانشگاه تهران و از چهره‌های اثرگذار در شکل‌گیری و توسعهٔ رشته بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی محاسباتی در ایران شـــد. فعالیت‌های علمی ایشـــان در مرز میان علوم کامپیوتر نظری، الگوریتم‌ها، تحلیل شـــبکه‌های پیچیدهٔ زیستی قرار داشت و طی بیـــش از دو دهـــه، در آموزش، پژوهش و تربیت نســـل جدیدی از پژوهشـــگران علوم کامپیوتر و زیست‌محاســـباتی نقش مؤثری ایفا کردند. آثار علمی او در حوزه‌هایی چون تحلیل شبکه‌های ژنی، کشف الگو در داده‌های زیستی، ساختارهای شبکه‌ای در سامانه‌های زیستی، الگوریتم‌های گراف و محاســـبات مبتنی بر داده‌های مولکولی بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

دکتر نوذری از نخستین دانش‌آموختگان دورهٔ دکتری علوم کامپیوتر در دانشـــگاه تهران بودند؛ نسلی که در ســـال‌های آغازین بازتأسیس این رشـــته در کشـــور شـــکل گرفت. وی دورهٔ دکتری خود را تحت راهنمایی زنده‌یاد دکتر هایده اهرابیان، از بنیان‌گذاران علوم کامپیوتر دانشـــگاه تهران، گذراند و در اسفند ۱۳۸۲ به‌عنوان یکی از نخستین دانشجویان دکتری علوم کامپیوتر در دانشگاه تهران از رسالهٔ دکتری خود با عنوان «الگوریتم‌های موازی تولید درخت‌ها» دفاع کردند. این پیوند علـــمی، بعدها در قالب همکاری‌های پژوهشی گســـترده میان ایشان و دکتر اهرابیان ادامه یافت و بخشی از سنت علمی گروه علوم کامپیوتر دانشـــگاه تهران را شـــکل داد. آثار مشترک متعددی از این دو اســـتاد در زمینه‌هایی مانند محاســـبات مولکولی، تحلیل شبکه‌ها و الگوریتم‌های ساختاری در نشـــریات معتبر بین‌المللی منتشر شده است.

پس از پایـــان تحصیلات، دکتر نـــوذری دالینی بـــه عضویت هیئت علمی گروه علوم کامپیوتر دانشـــگاه تهران در آمدنـــد و به‌تدریج به یکی از اســـتادان شناخته‌شـــدهٔ حوزهٔ بیوانفورماتیک و علوم داده‌های زیستی بدل شـــدند. در دوره‌ای که این حوزه در ایران هنوز نوپا بود، او از معدود اســـتادانی بود که تلاش کرد پیوندی نظام‌مند میان علوم کامپیوتر، زیست‌شـــناسی مولکولی و ریاضیـــات برقرار کند. حضور او در پروژه‌های میان‌رشـــته‌ای، به‌ویژه در همکاری با پژوهشگران مرکز تحقیقـــات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشـــگاه تهـــران، نقش مهمی در شکل‌گیری پژوهش‌های نوین بیوانفورماتیک در کشور داشت.

یکی از حوزه‌های مهم پژوهشی دکتر نوذری دالینی، تحلیل شبکه‌های تنظیم ژنی (Gene Regulatory Networks) و مدل‌سازی روابط میان ژن‌ها بود. ایشـــان در چندین پژوهش برجسته، روش‌های محاسباتی و الگوریتمی برای استنتاج روابط میان ژن‌ها از داده‌های زیستی ارائه کرد. آثار منتشر شده از ایشان نمونه‌هایی از این رویکرد میان‌رشته‌ای اســـت که در آن از روش‌های محاســـباتی برای بازســـازی شبکه‌های هم‌بســـتگی ژنی استفاده شده اســـت. این پژوهش‌ها در زمان خود از نخســـتین تلاش‌های جدی در ایران برای بهره‌گیری از ابزارهای علوم کامپیوتر در تحلیل داده‌های ژنومی محسوب می‌شدند.

در حوزهٔ تحلیل شبکه‌های زیســـتی و سرطان‌شناسی محاسباتی نیز

دکتر نوذری نقش فعالی داشـــتند. او در پژوهش‌هایی دربارهٔ سرطان ریه و ســـرطان کولون، با استفاده از مدل‌ســـازی شبکه‌های هم‌بیانی ژن‌ها و تحلیل ســـاختارهای تنظیمی، در شناسایی مؤلفه‌های کلیدی بیماری و ژن‌های مؤثر مشارکت داشتند. این پژوهش‌ها که در مجلات بین‌المللی منتشر شده‌اند، نشـــان‌دهندهٔ گرایش ایشان به استفاده از الگوریتم‌ها و علوم شبکه در مسایل پزشکی و زیستی بود.

دکتر نوذری همچنین در حوزهٔ محاسبات مولکولی و کشف الگوهای ژنتیکی پژوهش‌های اثرگذاری انجام داده‌اند. نام ایشـــان در مقالاتی دربارهٔ کشـــف موتیف‌های DNA، تحلیل توالی‌های ژنتیکی و طراحی الگوریتم‌های تکاملی برای یافتن ســـاختارهای زیستی دیده می‌شود. آثار منتشـــر شده از ایشان بخشی از این مسیر علمی بودند که در آن علـــوم کامپیوتر نظری با زیست‌شـــناسی مولکولی پیوند می‌خورد. در بسیاری از این آثار، همکاری نزدیک او با زنده‌یاد دکتر هایده اهرابیان و دیگر پژوهشگران بیوانفورماتیک دانشگاه تهران مشهود است.

از دیگر آثار شاخص دکتر نوذری دالینی، مشارکت در توسعهٔ الگوریتم کاوش (Kavosh) برای کشـــف الگوهای شبکه‌ای (Network Motifs) است؛ الگوریتمی که در جامعهٔ بیوانفورماتیک بازتاب گسترده‌ای یافت و در مقالات بین‌المللی بارها مورد اســـتناد قرار گرفت. این پژوهش، که با همکاری پژوهشگران داخلی و بین‌المللی انجام شد، نمونه‌ای از مشارکت ایشان در تولید ابزارهای محاسباتی قابل استفاده در تحلیل شبکه‌های پیچیدهٔ زیستی بود.

فعالیت‌های پژوهشی دکتر عبـــاس نوذری دالینی که اولین مقاله‌اش در ســـال ۱۹۹۵ در زمینه طرح‌های ترکیبیاتی با دکتر ترابی و دکتر خسروشاهی و آخرین مقاله‌اش را در زمینه تشخیص ژن‌های سرطانی در سال ۲۰۲۲ نوشت، می‌توان در چهار محور عمده به شرح زیرخلاصه کرد که برای هر محور، مقالات شاخص ایشان به شرح زیرند:

الگوریتم‌ها و ساختارهای ترکیبیاتی:

- On the Generation of Binary Trees from (0–1) Codes (1998).
- Parallel Algorithms for Minimum Spanning Tree Problem (2002).
- Generation of Binary Trees in B-Order from (0-1) Sequences (2004).
- Parallel Generation of Binary Trees in A-Order (2005).
- Parallel Generation of t-ary Trees in A-Order (2007).
- Ranking and Unranking Algorithms for Loopless Generation of t-ary Trees (2011).

محاسبات مولکولی:

- DNA Algorithm for an Unbounded Fan-in Boolean Circuit (Biosystems, 2005).
- A New DNA Implementation of Finite State Machines (2006).
- Molecular Solutions for Double and Partial Digest Problems in Polynomial Time (Computing and Informatics, 2009).
- A DNA Sticker Algorithm for Solving N-Queen Problem (2009).

مراسم روز معلم (مجتهدی، نوذری و یاسمی)

جلسه دوستانه در IPM

دفاع از رساله دکتری دکتر مظفری با حضور داوران فرانسوی

● A Constant Time Algorithm for DNA Add (2009).

بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها:

● Genetic Algorithm Solution for Double Digest Problem (2012)

● Genetic Algorithm Solution for Partial Digest Problem (2013)

● New Scoring Schema for Finding Motifs in DNA Sequences (BMC Bioinformatics, 2009).

● Genetic Algorithm for Dyad Pattern Finding in DNA Sequences (2009).

● Tag SNP Selection via a Genetic Algorithm (Journal of Biomedical Informatics, 2010).

● PreRkTAG: Prediction of RNA Knotted Structures Using Tree Adjoining Grammars (2013).

● Kavosh: A New Algorithm for Finding Network Motifs (BMC Bioinformatics, 2009).

● Target Controllability with Minimal Mediators in Complex Biological Networks (Genomics, 2020).

● Integrated Analysis of Gene Expression and Regulatory Networks in Colorectal Cancer (2020).

● Network-based Identification of Key Regulatory Elements in Cancer-related Pathways (2021).

علوم اعصاب محاسباتی و یادگیری زیست‌الهام پذیر:

● First-spike Based Visual Categorization Using Reward-modulated STDP (2017).

● Bio-inspired Digit Recognition Using Reward-modulated Spike-timing-dependent Plasticity in Deep Convolutional Networks (2018).

● Object Recognition Using Deep Spiking Neural Networks with Reinforcement Learning (2019).

● Unsupervised Feature Learning in Spiking Neural Networks for Visual Pattern Recognition (2020).

در کنـــار پژوهش، تدریس و تربیت دانشـــجو بخش مهمی از زندگی حرفـــه‌ای دکتر نوذری را تشـــکیل می‌داد. او ســـال‌های متمادی در دانشـــگاه تهران دروس تخصصی علـــوم کامپیوتـــر، بیوانفورماتیک، الگوریتم‌ها و تحلیل داده‌های زیســـتی را تدریـــس نمود و راهنمایی شـــمار قابل‌توجهی از پایان‌نامه‌های کارشـــناسی ارشـــد و رساله‌های دکتری را بر عهده داشـــت. بسیاری از دانشجویان او بعدها به اعضای هیئت علمی، پژوهشگران و متخصصان حوزه‌های داده، زیست‌فناوری و علوم کامپیوتر تبدیل شـــدند. همکاران و دانشجویان، او را استادی دقیق، ســـخت‌کوش، متعهد به کیفیت علـــمی و در عین حال حامی رشـــد دانشـــجویان توصیف می‌کنند. لیست دانشـــجویان تحصیلات تکمیلی ایشان به شرح زیر می‌باشد:

لیست دانشجویان دکتری دکتر عباس نوذری دالینی

استادان راهنما	عنوان رساله	نام دانشجو
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر محمد گنج‌تابش	پردازش الگو با استفاده از فرایند یادگیری تقویتی مبتنی بر مغز	میلاد مظفری
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	مدل‌سازی سازوکار سلول‌های بنیادی جهت هم‌ایستایی در بافت تمایزیافته آنها	نجمه خراسانی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر محمد گنج‌تابش	بهبود عملکرد مدل‌های بازشناسی اشیا با استفاده از سیگنال‌های بالا به پایین	فاطمه شریفی‌زاده
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر علی مسعودی‌نژاد	شناسایی مؤلفه‌های عملکردی در بیماری سرطان با استفاده از شبکه‌های چندلایه و رویکرد بیولوژی سیستمی ترکیبی	احسان پرنور
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	روش محاسباتی برای استنتاج شبکه‌های تنظیم ژن	قاسم مهدور
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر علی مسعودی‌نژاد	مطالعه پاسخ‌دهی به درمان در سرطان با رویکرد سیستم‌بیولوژی	زینب‌السادات موسویان حر

لیست دانشجویان کارشناسی ارشد دکتر عباس نوذری دالینی

استاد(ان) راهنما	عنوان پایان‌نامه	نام دانشجو
دکتر عباس نوذری دالینی	حل مسائل NP با محاسبات مولکولی	غزاله کبیریان بجستانی
دکتر عباس نوذری دالینی	تولید درخت‌های با n گروه داخلی و m برگ	سیداحسان سیدی طبری
دکتر عباس نوذری دالینی	طراحی رشته‌های DNA برای محاسبات مولکولی	پیمان زرینه
دکتر عباس نوذری دالینی	بررسی الگوریتم‌های موازی تطابق رشته‌ها	سیدحسین علوی سلطانی
دکتر عباس نوذری دالینی	بازسازی هاپلوتایپ از روی قطعات	جواد محمدزاده
دکتر عباس نوذری دالینی	پیش‌بینی ساختار دوم پروتئین با کمک شبکه عصبی	امیر لکی‌زاده
دکتر عباس نوذری دالینی	بررسی مسئله‌های بلاک‌بندی در هاپلوتایپ‌ها	جواد ظهیری
دکتر عباس نوذری دالینی	تولید درختان عصبی با کدهای سه‌حرفی	مهدی امانی
دکتر عباس نوذری دالینی	پیش‌گویی ساختار دوم RNA با پیوندهای متقاطع	حسام‌الدین ترابی دشتی
دکتر عباس نوذری دالینی	یافتن موتیف در توالی‌های بیولوژیکی با استفاده از شبکه‌های عصبی	آدرین جلالی خوشهر
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر محمد گنج‌تابش	مقایسه RNA با استفاده از روش‌های پردازش تصویر	نجمه خراسانی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	آنالیز ژن‌ها بر اساس داده‌های اپی‌ژنتیکی	افسانه جعفری
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر هدیه ساجدی	یادگیری ترکیبی بدون ناظر	طه خاکساری

استاد(ان) راهنما	عنوان پایان‌نامه	نام دانشجو
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	بررسی الگوریتم‌های پیش‌بینی برهم‌کنش مولکول‌های RNA– پروتئین	محسن صالحی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	بررسی الگوریتم پیش‌گویی مسئله تاخوردگی معکوس RNA	سمیرا کاظمی نافچی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مرتضی محمدنوری	تولید درختان t-تایی در ترتیب شبه‌قاموسی	غزاله پروینی
دکتر عباس نوذری دالینی	بررسی الگوریتم‌های پیش‌بینی ساختار دوم RNA همراه با شبه‌گره	علی پازکی طرودی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر زهرا رزاقی مقدم کاشانی	تعیین نقش دومین پروتئین‌ها در سرطان پس از بهینه‌سازی خصیصه‌ها	سیرانا هاشمی رنجبر
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	تخصیص دومین‌های ساختاری پروتئین با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین	فاطمه سروی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر مهدی صادقی	استنتاج شبکه تنظیمی بیان ژن به وسیله داده‌های تأثیر اختلال ژنی	مسعود ملایم‌کنک لاهیجانی
دکتر عباس نوذری دالینی	رتبه‌گذاری و رتبه‌گشایی درختان t-تایی	مهرداد فرخ‌نژاد
دکتر عباس نوذری دالینی	تولید، رتبه‌گذاری و رتبه‌گشایی درختان t-تایی در ترتیب حداقل فاصله	نگین شاه‌منصوری
دکتر عباس نوذری دالینی	استخراج ژنومی خودکار ساختارهای طبیعی پپتیدی به مدد طیف‌سنجی جرمی	سیدمهدی عزیزی سیدبیگلو
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر زینب‌السادات موسویان حر	پیش‌گویی بیماری آلزایمر با استفاده از تصاویر MRI	سارا ابریشمی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر سیدامیر مرعشی	بررسی بیماری اماس با روش‌های یادگیری ماشین	مطهره حب‌علی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر زینب‌السادات موسویان حر	طراحی و پیاده‌سازی محیطی مبتنی بر چارچوب اسپارک جهت تحلیل و پردازش توالی‌های زیستی	علیرضا محمدی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر محمد گنج‌تابش	بررسی تأثیر محتوا در بازشناسی اشیا با استفاده از شبکه‌های عصبی ضربه‌ای	عارف عزیزپور
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر سیدمجتبی مجتهدی	درستی‌یابی صوری شبکه‌های عصبی عمیق با تابع فعال‌ساز تکه‌ای خطی	محمد صادق‌آبادی فراهانی
دکتر عباس نوذری دالینی، دکتر محمد گنج‌تابش	مدل‌سازی سازوکارهای مسئله انقیاد در شبکه‌های عصبی ضربه‌ای	امیراصلان اصلانی

دکتر نوذری در کنار فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی، حضوری فعال در عرصه مدیریت دانشگاهی و سیاست‌گذاری علمی داشت. ایشان از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ مدیریت بخش علوم کامپیوتر دانشگاه تهران را بر عهده داشتند و هم‌زمان، بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ ریاست خدمات رایانه‌ای پردیس علوم دانشگاه تهران را عهده‌دار بودند. از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ نیز به عنوان معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر فعالیت کردند و در این جایگاه نقش مهمی در توسعه دوره‌های تحصیلات تکمیلی، سامان‌دهی امور آموزشی و هدایت فعالیت‌های پژوهشی دانشجویان ایفا نمودند. عضویت در شورای پژوهشی مرکز انفورماتیک دانشگاه تهران، شورای علمی پژوهشکده علوم زیستی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، کمیته ارتقای اعضای هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی و کمیته تخصصی تبدیل وضعیت اعضای هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، بخشی دیگر از مسئولیت‌های اجرایی و حرفه‌ای ایشان را تشکیل می‌دهد. افزون بر این، ایشان سال‌ها به عنوان استاد راهنمای دانشجویان کارشناسی ورودی‌های مختلف رشته علوم کامپیوتر دانشگاه تهران فعالیت داشتند و در هدایت علمی و آموزشی نسل‌های متعددی از دانشجویان نقش‌آفرین بود.

دکتر عباس نوذری دالینی، پس از ماه‌ها مبارزه با بیماری سرطان، در بیستم بهمن‌ماه سال ۱۴۰۱ دار فانی را وداع گفتند و فقدان ایشان برای جامعهٔ علوم کامپیوتر و زیست‌محاسباتی ایران ضایعه‌ای اندوه‌بار بود. با این حال، میراث علمی او نه‌تنها در قالب مقالات و پروژه‌های پژوهشی، بلکه در نسل دانشجویانی که تربیت کردند و حوزه‌هایی که به رشد آنها کمک نمودند، همچنان تداوم دارد.

شاید بهترین توصیف از زندگی دکتر نوذری این باشد که او از شمار پژوهشگرانی بود که مرزهای رشتهٔ خود را جدی می‌گرفتند، اما به آن محدود نمی‌ماندند؛ استادی که با پیوند دادن علوم کامپیوتر، ریاضیات و زیست‌شناسی، نه‌تنها در گسترش یک حوزهٔ علمی نوپا نقش داشتند، بلکه در پرورش نسلی از پژوهشگران، اثری ماندگار بر جای گذاشتند.

* * *

با گرامی‌داشت قدرشناسانهٔ نام و یاد دکتر هایده اهرابیان و دکتر عباس نوذری دالینی، انجمن انفورماتیک ایران خدمات صادقانه و صمیمانهٔ ایشان در طول حیات پربارشان را در قالب عضویت در هیئت تحریریه و ویراستاران علمی ماهنامهٔ گزارش کامپیوتر طی سال‌ها پاس می‌دارد.

همچنین لازم به ذکر است که دکتر عباس نوذری دالینی از ابتدای راه‌اندازی مجلهٔ علوم رایانشی، فصلنامه علمی انجمن انفورماتیک ایران، تا زمان درگذشت تأسف بار و نابهنگامشان سردبیری این مجله را بر عهده داشتند.

شهروند وظیفه‌شناس در جامعهٔ علمی: بدهی داوری خود را تسویه کنید

نویسنده: مارتین مانپِرس
استاد تمام مهندسی نرم‌افزار، مؤسسه فناوَرَی سلطنتی کِی‌تی‌اِچ

مترجم: علیرضا خلیلیان
استادیار مهندسی نرم‌افزار، مدیر مرکز رشد، کارآفرینی و فناوری

رایانشانی: akhalilian@gmail.com

شناسهٔ اُرکید: ۷۰۳X-۴۰۷۹-۰۰۰۲-۰۰۰۰

یادداشت مترجم

این نوشتار مشابه آنچه در شماره‌های پیشین منتشر شد، ترجمهٔ جُستاری[1] است که مارتین مانپِرس در وبگاه شخصی خودش منتشر کرده است. موضوع آن نوعی بدهی اخلاقی دانشمندان به همدیگر است؛ همتاداوری[2]. هر بار که مقاله‌ای می‌نویسید باید صحت و اعتبار آن سنجیده شود. این‌کار را دو یا سه نفر از ساکنان این کرهٔ خاکی که هم‌رشتهٔ شما باشند به رایگان تقبل می‌کنند. به این ترتیب شما به دانشمندان هم‌رشتهٔ خودتان به‌نوعی بدهکار می‌شوید. این بدهی زمانی صاف می‌شود که شما هم مقاله‌های دانشمندان هم‌رشتهٔ خودتان را به رایگان داوری کنید. راقم این سطور جستار حاضر را برای خودش این‌طور خلاصه می‌کند: اگر این تعریف را برای علم بپذیریم که «علم سامانه‌ای است برای انباشت دانش قابل اعتماد[3] که با کوششی بی‌امان از راه شک‌اندیشی سامانمند حاصل می‌شود[4]» در این‌صورت همتاداوری و تسویهٔ بدهی داوری سامانهٔ علم را سرپا و سرحال نگه می‌دارد.

***

همتاداوری چرخهٔ اصلاحی و پالایهٔ کیفی اصلی در علم است. هر مقاله‌ای که به مرحلهٔ انتشار می‌رسد چندین داور آن را خوانده و ارزیابی کرده‌اند. ارزیابی کاری است که زمان می‌برد و زحمت دارد. مدلِ بدهیِ داوری این هزینه را به مقدار کمّی تبدیل می‌کند و معیاری دقیق برای تداوم حیات سالم نظام همتاداوری به‌دست می‌دهد.

بدهی داوری چیست؟

وقتی مقاله‌ای پذیرفته و منتشر می‌شود، معمولاً سه داور آن را ارزیابی کرده‌اند. پس نویسندگان آن مقاله همگی از زحمتی که برای داوری کشیده شده است منتفع شده‌اند. بدهی داوری هر دانشمند تعداد داوری‌هایی است که به جمع همتایان و هم‌رشته‌ای‌های خودش بدهکار است تا زحمت داوری‌هایی که برای مقاله‌هایش کشیده شده است جبران شود.

بدهی هر مقاله با N نویسنده، سه داوری است. نویسندهٔ اول عموماً دانشجوی دکتری است؛ سایر نویسندگان پرسابقه‌تر هم در بدهی داوری‌ها شریک هستند، پس هر یک از نویسندگان مقاله، بجز نفر اول، تقریباً ۳/(N-۱) داوری به‌ازای هر مقاله بدهکار است.

برای نمونه، استادی که در ۲۰ مقالهٔ نشریه (به‌عنوان سایر نویسندگان، غیر از نویسندهٔ اول) نویسندگی کرده است با این فرض که متوسط تعداد نویسندگان هر مقاله ۳ نفر باشد، ۳۰=۳/۲*۲۰ داوری نشریه‌ای بدهکار است. این برآورد حد پایین است. مقاله‌های ارسالی که مردود می‌شوند هم زحمت داوری داشته‌اند ولی در پایگاه‌های همگانی مثل دی‌بی‌اِل‌پی درج نمی‌شوند. پردازه‌ای به زبان پایتون[5] فراهم است که بدهی داوری را بر حسب محل انتشار از نمایهٔ دی‌بی‌اِل‌پی فرد محاسبه می‌کند.

دوام یک سامانه مستلزم بدهی خالص صفر است

نظام همتاداوری می‌تواند به حیات سالم خود ادامه دهد اگر و تنها اگر میزان عرضه و تقاضای داوری برابر باشند. هر مقالهٔ منتشر شده

1-https://www.monperrus.net/martin/reviewer-debt

2-Peer review

3-Zobel, J. (2014). Writing for Computer Science, Springer International Publishing.

۴-ریس، م. (۲۰۱۲). از اینجا تا بی‌نهایت دورنمایی از آینده علم. ترجمه محمدابراهیم محجوب، نشر نی، چاپ سوم، ۱۳۹۷.

5-https://github.com/monperrus/review-debt

سه داوری تقاضا کرده است. چنانچه هر دانشمند دقیقاً به میزان بدهی‌اش داوری انجام دهد، عرضه و تقاضا برابری می‌کنند و نظام همتاداوری در تعادل می‌ماند.

این استدلال به پایستگی اشاره دارد. هر مقاله سه داوری مصرف می‌کند. اگر هر نویسنده سهم خودش را بپردازد، نظام همتاداوری توازن خودش را حفظ می‌کند. هیچ انگاشتهٔ[6] دیگری نیز لازم نیست استدلال مطرح شده قابل تعمیم است: سامانه‌ای که در آن هر فرد بدهی خودش را بپردازد پایدار می‌ماند؛ سامانه‌ای که عدم تأدیه در آن گسترش یابد، دچار زوال می‌شود تا جایی که گروه کوچکی مجبور می‌شوند خیلی بیشتر بپردازند تا جور بقیه را بکشند.

بی‌نیازی از یک زیرساخت متمرکز

پیشنهادهایی برای بهبود همتاداوری مطرح شده است مبنی بر این که سامانه‌ای برای ثبت‌وضبط متمرکز داوری ایجاد شود، یعنی نشریه‌ها یا انجمن‌های حرفه‌ای مشارکت داوران را ثبت نمایند و بر آن اساس نوعی گواهی امتیاز یا سند بستانکاری برای داوران صادر شود. این سامانه‌ها با موانعی مانند دشواری فراگیری و استفاده گسترده، نگرانی‌های مربوط به حفظ حریم خصوصی و هزینه‌های هماهنگی میان نهادهای مختلف روبه‌رو هستند.

مدل بدهی داور به هیچ‌کدام از این موارد نیاز ندارد. همه دانشمندان می‌توانند بدهی خودشان را حساب کنند. هر پژوهشگر می‌تواند بدهی دقیق خودش را بر حسب محل داوری تعیین نمایند و در این‌کار به هیچ نهاد مرکزی، ثبت‌نام یا هماهنگی نیز نیاز ندارد. این مدل کاملاً نامتمرکز است و هر کس می‌تواند حسابرسی خودش را انجام دهد.

به‌کارگیری قانون پیشاهنگی[7] در همتاداوری

قانون پیشاهنگی در مهندسی نرم‌افزار چنین است: اردوگاه را تمیزتر از روز اول تحویل دهید (مارتین، کد تمیز، ۲۰۰۸)[8]. بیان آن در پایگاه کد چنین می‌شود: هر مشارکت در کدنویسی باید کیفیت کد را اندکی از نیازمندی روز اول بهبود دهد. بیان آن در همتاداوری نیز چنین می‌شود: اندکی بیشتر از بدهی داوری خود در فرایند همتاداوری مشارکت کنید.

این افزایش اندک به دو دلیل اهمیت دارد. دانشجویان دکتری و پژوهشگران تازه‌کار هنوز پیشینهٔ انتشار ندارند ولی به‌زودی آثار آنان منتشر می‌شود. تا آن زمان جمع دانشمندان و پژوهشگران نیاز داوری آنان را تأمین می‌کنند. پس پژوهشگران جاافتاده و باسابقه باید مشارکت بیشتری داشته باشند تا نیاز پژوهشگران جوان برآورده شود.

یک برنامهٔ اجرایی: به‌ازای هر مقاله‌ای که نویسندهٔ اول نیستید، یک داوری بیشتر از میزان بدهی اصلی خود انجام دهید. استادی که در ۲۰ مقالهٔ نشریه هم‌نویسندگی[9] کرده است به فرض این که متوسط نویسندگان هر مقاله ۳ نفر باشد، بدهی اصلی داوری او ۳۰ تاست؛ ولی قانون پیشاهنگی از او ۳۱ داوری می‌طلبد.

دشواریابی داور مشکلی رفتاری است

سردبیران نشریه‌ها و رؤسای برنامه‌ریزی گردهمایی‌ها معمولاً در پیدا کردن داورانی که حاضر به همکاری باشند مشکل دارند. علت این دشواریابی را هم افزایش تعداد مقاله‌های ارسال‌شده، توان‌فرسایی داوران و محدودیت‌های زمانی ناشی از سایر مسئولیت‌ها در نظر می‌گیرند. این دلایل درست هستند اما بیانگر تمام واقعیت نیستند.

دلیل اصلی این است که همگان بدهی داوری خود را به‌طور تمام‌وکمال پرداخت نکرده‌اند. اگر داوری‌هایی که هر دانشمند فعال تقبل می‌کند به نسبت آثار منتشرهٔ خودش باشد ظرفیت داوری نهاد علمی با نیازها هم‌خوانی خواهد داشت. مشکل کمبود داور واجد شرایط نیست. مشکل مشارکت ناکافی افرادی است که به‌رغم داشتن صلاحیت از مشارکت امتناع می‌کنند.

مدل بدهی داوری به‌خودیِ خود این مشکل رفتاری را حل نمی‌کند. اما تعهد به همتاداوری را نمایان و قابل اندازه‌گیری می‌نماید. هر دانشمندی که از بدهی دقیق خودش هم به‌طورکلی و هم محل‌به‌محل مطلع باشد، برنامه‌ای ملموس و قابل اجرا خواهد داشت. مدل عبارت مبهم («وظیفه دارید داوری کنید») را به عبارت دقیق («شما ۱۲ داوری به آی تریپل ای تی‌اِس‌ای و ۸ داوری به ای‌اِم‌اِس‌ای بدهکار هستید») تبدیل می‌کند.

تأثیر هوش (دانایی) مصنوعی

مدل‌های بزرگ زبانی هم در مقاله‌نویسی و هم در داوری می‌توانند یاریگر باشند. نکتهٔ اصلی همین تقارن است: اگر هوش (دانایی) مصنوعی بتواند زحمت مقاله‌نویسی را کم کند پس زحمت داوری را هم می‌تواند کاهش دهد. بدین‌سان نسبت منفعت از همتاداوری [توسط دیگران] به زحمت همتاداوری [توسط خود فرد] بی‌تغییر می‌ماند.

مقاله‌ای که به‌کمک هوش (دانایی) مصنوعی نوشته شده باشد باز هم به سه نفر برای همتاداوری زحمت می‌دهد و بدهی نویسنده تغییری نمی‌کند. اگر ابزارهای هوش (دانایی) مصنوعی هزینهٔ متوسط هر داوری را کاهش دهند، ظرفیت کلی نهاد علمی بیشتر می‌شود، البته میزان ارسال مقاله‌ها هم افزایش می‌یابد؛ پیامدها متقارن هستند.

نتیجه‌گیری

وقتی‌که هر دانشمند بدهی داوری خودش را تقبل کند و مطابق قانون پیشاهنگی اندکی میزان آن را نیز افزایش دهد، دیگر سردبیران مشکلی در یافتن داوران نخواهند داشت. بی‌گمان داور واجد شرایط موجود است؛ آنها همان نویسندگان مقاله‌های در دست نگارش و ارسال هستند. دشواری در یافتن این افراد به ظرفیت ربطی ندارد. موضوع میزان مشارکت است.

بدهی داوری این تعهد را ملموس می‌سازد. هر دانشمند می‌تواند حساب کند چقدر و به کجا بدهی دارد و نیازی نیست منتظر بماند تا نشریه‌ای آن را اجبار کند یا انجمن‌های حرفه‌ای سامانهٔ ثبت‌وضبط راه‌اندازی نمایند.

حساب‌وکتاب بدهی کار ساده‌ای است. بدهی داوری‌تان را تسویه کنید

6-Assumption

7-Boy scout

۸-این قانون را رابرت سی مارتین معروف به عمو باب در کتاب کد تمیز مطرح کرد که تفسیر نرم‌افزاری آن چنین است: هرگاه روی بخشی از کد کار می‌کنی آن را در وضعیتی بهتر از روز اول تحویل بده، مثلاً اگر متوجه کدهای تکراری یا نام‌گذاری نامناسب شدی و اصلاح آن خیلی زمانگیر نبود، علاوه بر کار خودت آن مشکلات را هم برطرف کن. این قانون اخلاقی به بهبود تدریجی و مشارکتیِ کیفیت کد کمک می‌کند. م.

۹-یعنی نویسندهٔ اول نبوده است. م.

دومینیکر گارسیا مارثا
پاتریس کالوو
دموکراسی الگوریتمی

به نقل از روزنامه سازندگی- شماره ۲۲۹۰- ۱۴۰۵/۰۵/۰۶

- دموکراسی الگوریتمی
- نگاهی انتقادی بر پایه دموکراسی مبتنی بر گفت‌وگو
- دومینگو گارسیا- مارثا و پاتریسی کالوو
- ترجمهٔ راضیه کریمی/ انتشارات همشهری
- ۳۶۵ صفحه /۴۵۰۰۰۰ تومان

الگورکراسی

دموکراسی الگوریتمی

رویکردی انتقادی بر بنیانِ دموکراسیِ شورایی و رهایی از استعمار الگوریتمی (نگرانی احتمالی ناشر ترجمه کتاب)

حکومت‌داری به‌وسیله الگوریتم که با نام‌هایی مانند تنظیم‌گری الگوریتمی، تنظیم مقررات با الگوریتم‌ها، حاکمیت الگوریتمی، حکمرانی الگورایی، نظام حقوقی الگوریتمی یا الگوروکراسی نیز شناخته می‌شود شکلی جایگزین از حکومت یا سازمان اجتماعی است که در آن الگوریتم‌های رایانه‌ای برای تنظیم مقررات، اجرای قوانین و به‌طورکلی هر جنبه‌ای از زندگی روزمره مانند حمل‌ونقل یا ثبت زمین استفاده می‌شود. اصطلاح دولت‌داری با الگوریتم نخستین بار در سال ۲۰۱۳ در ادبیات علمی جایگزین حاکمیت الگوریتمی شـد. اصطلاح مرتبط رایج تنظیم‌گری الگوریتمی به معنای تعیین اسـتاندارد، پایش و اصلاح رفتار از طریق الگوریتم‌های رایانشی است که شامل خودکارسازی قوه قضائیه هم می‌شـود. دولت‌داری با الگوریتم چالش‌های تازه دیگری را هم مطرح کرده اسـت که در ادبیات پیشین دولت الکترونیکی جایی نداشتند. برخی از اصطلاح سـایبرکراسی هم برای بیان این مفهوم اسـتفاده می‌کنند که شـکلی فرضی از حکومت با بهره‌گیری موثر از اطلاعات است و در آن حاکمیت را الگوریتمی می‌شمارند هر چند الگوریتم‌ها تنها ابزار پردازش اطلاعات نیستند. کسانی مانند نلو کریستیانینی و ترزا اسکنتامبورلو ، استدلال کرده‌اند ترکیب یک جامعه انسانی با برخی الگوریتم‌های تنظیم‌گر مانند الگوریتم‌هایی نظیر امتیازدهی بر پایه اعتبار یا رعایت مقررات شکلی از ماشین اجتماعی را پدید می‌آورد .صاحب‌نظر موسع در این پندار خانم شوشانا زوبف است که از عصر ما با عنوان عصر سرمایه‌داری نظارتی یاد می‌کند که نبرد برای آینده انسانی در آن در مرزهای جدید قدرت و حکمرانی به معنای قدرت شکل می‌گیرد

به انتخاب و ویراستهٔ سید ابراهیم ابطحی

استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتردانشگاه صنعتی شریف

پست الکترونیکی: abtahi@Sharif.edu

یادداشت سردبیر: ویرایش‌های معمول نشریه در بخش در رسانه‌ها اعمال نمی‌گردد و مطالب عیناً نقل می‌شود.

کتاب «دموکراسی الگوریتمی: نگاهی انتقادی بر پایهٔ دموکراسی مبتنی بر گفت‌وگو»، نوشتهٔ دومینگو گارسیا- مارثا و پاتریسی کالوو است که انتشارات همشهری به‌تازگی آن را با ترجمهٔ راضیه کریمی منتشر کرده است. کتاب «دموکراسی الگوریتمی» رویکردی تحلیلی و انتقادی دارد و به بررسی تأثیر فناوری‌های نوین به‌ویژه هوش مصنوعی، بلاک‌چین، داده‌کاوی و متاورس بر نهادهای دموکراتیک، اخلاق عمومی و مشارکت مدنی می‌پردازد. نویسندگان کتاب با تکیه بر اصول دموکراسی گفت‌وگو محور، در اندیشه باز طراحی ساختارهای نهادی‌اند تا شفافیت، مسئولیت‌پذیری، مشارکت دوسویه و عدالت در طراحی، به‌کارگیری و نظارت بر فناوری‌ها را بتوان بیشتر تضمین کرد. کتاب بر ضرورت ایجاد «زیرساخت اخلاقی» در برابر قدرت‌های بزرگ فناوری تأکید می‌کند و در پی آن است تا الگویی از حکمرانی اخلاق‌محور و مشارکتی در عصر دیجیتال ارائه کند که نه‌تنها از عدالت و شفافیت دفاع می‌کند، بلکه توان گفت‌وگو و انتقاد را نیز در دل ساختارهای فناورانه هم حفظ می‌کند. هدف این کتاب در اصل کمک به تفکر دربارهٔ راه‌های جایگزین وضعیت کنونی دموکراسی، با تمرکز بر بنیان‌های اخلاقی و دانش ضمنی یا فرضیات اخلاقی است که در نحوه درک و تفسیر ما از دموکراسی نهفته‌اند. این اثر تلاش می‌کند، انگیزه‌ای برای تأمل و گفت‌وگو فراهم کند چرا که پرداختن به درکی که از دموکراسی داریم بر واقعیتی که به‌نام دموکراسی می‌شناسیم، تأثیر خواهد گذاشت. عقب‌نشینی محسوس دموکراسی در جهان امروز به خوبی نشان می‌دهد دموکراسی به گروگان انواع خودکامگی‌ها و عوام‌زدگی‌های فنی[1] درآمده است که هر یک به نحوی از انقلاب الگوریتمی حمایت می‌کنند.

پیشنهاد کتاب «دموکراسی الگوریتمی» آن است که مفهوم فعلی دموکراسی، که امروز با چالش دموکراسی الگوریتمی روبه‌رو شده، باید توسعه یابد تا بار دیگر بتوان آن را در بسترهای زندگی اجتماعی واقعی جای داد. به‌ویژه، نیاز است تجسم نهادی دموکراسی در دل جامعه مدنی بازسازی و تقویت شود. باید از یکی‌انگاری سیاست با دموکراسی دست برداشت، مشارکت را دوباره زنده کرد و مانع استعمار جامعهٔ مدنی شد که تحت سلطه اقتصاد و سیاستی است که توسط کلان‌داده‌ها و فناوری‌های بزرگ هدایت می‌شوند. محور اصلی این کتاب آن است که با تفکر در قالب «دموکراسی دوسویه» می‌توان در برابر موج فزاینده استعمار الگوریتمی ایستاد و فضاهای نوینی برای مشارکت مدنی گشود. بدین‌ترتیب، جامعه مدنی و دولت قادر خواهند بود تمام ظرفیت‌های نهفته در خودمختاری اخلاقی و مشارکت شهروندی را به شکوفایی برسانند. رویکرد اتخاذ شده نگاهی انتقادی است که مرزهای سخت‌گیرانه معمول بین نظریه‌های هنجاری و نظریه‌های تجربی را در حوزهٔ دموکراسی می‌شکند. این رویکرد تلاش می‌کند تا چشم‌اندازها و روش‌شناسی‌های مختلف را در قالب نوعی اخلاق دموکراسی با هم تلفیق کند. همان‌قدر که به‌کارگیری مستقیم و بدون تأمل خواسته‌های اخلاقی دربارهٔ چگونگی باید بودن دموکراسی، جزم‌گرایانه[2] است، انکار هرگونه ارزیابی نیز دگماتیک محسوب می‌شود، زیرا خود انکار نیز نوعی ارزیابی است؛ و پذیرش صرفاً افق تجربی به‌عنوان تنها شیوه تبیین واقعیت، تحمیلی یک‌جانبه به‌شمار می‌رود. در این کتاب، «دموکراسی الگوریتمی» نه به‌عنوان مدلی نوین برای دموکراسی، بلکه به مثابه امتداد منطقی نوعی تخصص‌سالاری در نظر گرفته می‌شود؛ جهشی کیفی در پیوند دانش و قدرت که برای کاربرد الگوریتم‌ها ارزشی خنثی قائل است. بنابراین، ضرورتی ندارد این پدیده را شکل جدیدی از دموکراسی بدانیم. در پاسخ به این پرسش که آیا با مدل‌های نوینی از دموکراسی روبه‌رو هستیم، باید گفت: خیر؛ ما هم‌چنان با همان الگوهای نخبه‌گرایانه و تمرکزگرا مواجهیم، با این تفاوت که اکنون این الگوها با هوش مصنوعی تقویت شده‌اند. آن‌چه با آن روبه‌رو هستیم، فهم تازه‌ای از دموکراسی نیست، بلکه نتیجه منطقیِ انکار برابری انسانی و خودمختاری اخلاقی و سیاسی شهروندان است.

دموکراسی دیجیتال، چنانچه صرفاً به‌عنوان ابزاری برای تقویت مشارکت سیاسی و مدنی به‌کار رود، می‌تواند سودمند باشد. اما آنچه اکنون در حال وقوع است، جایگزینی تدریجی خودمختاری اخلاقیِ و سیاسی انسان‌ها با منطق الگوریتم‌هاست و این مسئله‌ای کاملاً متفاوت است. این روند در بخش‌های متعددی از نظام‌های دموکراتیک رسوخ کرده: از انتخابات و تصمیم‌سازی‌ها گرفته تا شکل‌گیری افکار عمومی و سیاست‌گذاری‌های کلان. ما با ابزاری کمکی برای خدمت به شهروندان روبه‌رو نیستیم، بلکه با روندی جایگزین‌ساز مواجهیم که در آن، انسان جای خود را به داده می‌دهد؛ فرایندی که از سوی گروه‌هایی محدود، به نمایندگی از شرکت‌هایی که این الگوریتم‌ها را تجاری‌سازی می‌کنند و از رهگذر آن، قدرت و کنترل را در دست می‌گیرند، هدایت می‌شود. در سراسر این کتاب، به تحلیل شیوه‌هایی پرداخته شده که طی آنها انسان‌ها به‌تدریج جای خود را به داده داده‌اند؛ وضعیتی که نویسندگان آن را «دموکراسی الگوریتمی» می‌نامند.

افزونه‌های انتخابگر و ویراستار

پیشینه

در سال ۱۹۶۲، مدیر مؤسسهٔ انتقال اطلاعات در آکادمی علوم روسیه در مسکو (الکساندر خارکویچ)، مقاله‌ای در مجله «کمونیست» منتشر کرد که در آن شبکه‌ای رایانه‌ای برای پردازش اطلاعات و کنترل اقتصاد پیشنهاد شده بود. او در واقع پیشنهادی برای ساخت شبکه‌ای

۱- تکنوپوپولیسم

۲- دگماتیک

مشابه اینترنت امروزی برای نیازهای حکمرانی الگوریتمی مطرح کرد. این موضوع نگرانی‌هایی جدی در میـــان تحلیلگران سیا ایجاد نمود. به‌ویژه، آرتور ام. شـــلزینگر جونیور هشـــدار داد که: «تا سال ۱۹۷۰، اتحاد جماهیر شـــوروی ممکن اســـت دارای فنـــاوری تولیدی کاملاً نوینی باشد که شامل سامانه‌هایی از صنایع است که توسط رایانه‌های خودآموز در حلقه‌های بازخوردی کنترل می‌شوند».

در سال‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۳، دولت شیلی پروژهٔ سایبرسین را در دورهٔ ریاست‌جمهوری سالوادور آلنده اجرا کرد. هدف این پروژه ساخت یک سامانهٔ پشتیبانی تصمیم‌گیری توزیع شده برای بهبود مدیریت اقتصاد ملی بود. عناصر این پروژه در ســـال ۱۹۷۲ برای مقابله موفقیت‌آمیز با فروپاشی حمل‌ونقل ناشی از اعتصـــاب چهل‌هزار راننده کامیون با حمایت سازمان سیا مورد استفاده قرار گرفت.

همچنین در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، هربرت الکســـاندر ســـایمون استفاده از ســـامانه‌های خبره را به‌عنوان ابزاری برای عقلانی‌سازی و ارزیابی رفتار اداری مطرح کرد. خودکارســـازی فرایندهای مبتنی بر قوانین، هدفی دیرینه برای ســـازمان‌های مالیاتی در طول دهه‌ها بود کـــه نتایج متغیری در پی داشـــت. از کارهای ابتـــدایی در این حوزه می‌توان به پروژه تأثیرگذار «تاکس‌من» اثر تورن مک‌کارتی در آمریکا و پروژهٔ LEGOL اثر رونالد اســـتمپر[۲۹] در بریتانیا اشـــاره کرد. در ســـال ۱۹۹۳، دانشـــمند رایانه پاول کاکشـــات از دانشگاه گلاسگو و اقتصاددان آلن کاترِل از دانشگاه ویک فارست کتابی با عنوان به‌سوی سوسیالیســـمی نوین منتشـــر کردند که در آن ادعا می‌شـــود امکان طراحی یک اقتصاد دســـتوری دموکراتیک با تکیه بر فناوری رایانه‌ای مدرن وجود دارد.

نویسنده کتاب کیست؟

دومینیکـــر گارسیا مارثا ، اســـتاد اخلاق در دانشـــگاه «خائومه اول» (Universitat Jaume I) در کاستلیون است و در آنجا سابقه مدیریت گروه فلسفه و جامعه‌شـــناسی و همچنین معاونت ارتباطات دانشگاه را در کارنامه دارد. وی که دارای مدرک دکتری فلســـفه از دانشـــگاه والنسیا اســـت، مطالعـــات تکمیلی خـــود را در زمینه سیاســـت در فرانکفورت (آلمان) و در حوزه اخلاق کســـب‌وکار در دانشـــگاه سنت گالن (ســـوئیس)، دانشـــگاه نوتردام (ایالات متحده) و کالج مگی در دانشـــگاه اولستر (ایرلند شمالی) پیگیری کرده است. علایق پژوهشی او شـــامل دموکراسی مشـــورتی، اخلاق کســـب‌وکار، طراحی نهادی، جامعه مدنی و هرمنوتیک انتقادی اســـت. از جمله آثار برجســـته او می‌توان به این عناوین اشـــاره کرد: *اخلاق عدالت: یورگن هابرماس و اخلاق گفتمانی* (۱۹۹۲)، *نظریه دموکراسی* (۱۹۹۳)، *اخلاق کســـب‌وکار: از گفتگو تا اعتمـــاد* (۲۰۰۴)، *تلفیق دیدگاه اخلاقی: روش‌ها، موارد و سطوح در کسب‌وکار و مدیریت * (۲۰۰۵، با همکاری مارتین بوشر و هانس دِ گیر)، *اخلاق شرکت: کلیدهایی برای فرهنگ ســـازمانی نوین* (۱۹۹۴، با همکاری آدلاّ کورتینا، خسوس کونی‌یل و آگوســـتین دومینگو)، *شـــرکت مســـئولیت‌پذیر اجتماعی: اخلاق و شـــرکت* (۲۰۰۳) و *عقلانیت عمـــومی و اخلاق‌های کاربردی* (۲۰۰۳، ویرایش مشترک با آ. کورتینا). او همچنین نویسنده مقالات متعددی اســـت که بر رابطه میان اخلاق، سیاســـت و اقتصاد تمرکز دارند.

از انتشارات انجمن انفورماتیک ایران

چاپ سوم

هوش مصنوعی در سال ۲۰۴۱

تهیهٔ کتاب از دفتر انجمن انفورماتیک ایران

۰۲۱-۶۶۴۱۲۸۶۱

قیمت ۲۲۰/۰۰۰ تومان

درگذشت مایکل رابین

دانشمند برجسته علوم رایانه

مایکل اوسر رابین در مصاحبه‌ای در سال ۲۰۰۹ گفته بود: «ایده‌های نظـــری، تأثیری واقعی بر زندگی دارند». او نزدیک به هفتاد ســـال را صرف اثبات این مدعا کرد.

مایکل رابین در ۱۴ آوریل ۲۰۲۶ در ســـن ۹۴ ســـالگی در اورشلیم درگذشـــت. دستاوردهای او تقریباً تمام جنبه‌های حوزه رایانش را در بر می‌گیرد.

مایـــکل رابین در ۱ ســـتامبر ۱۹۳۱ در شـــهر بـــرسلاو در آلمان که امروزه وروتســـواف در لهستان نامیده می‌شود به دنیا آمد. در سپتامبر ۱۹۳۵ بـــه همراه خانواده‌اش به فلســـطین تحت قیمومیت گریخت و بدین‌ترتیب از مهلکه رژیم نازی جان ســـالم به در برد. خانواده او در شهر بندری حیفا ساکن شدند.

رابین از همان سنین پایین شیفتهٔ ریاضیات بود. او برخوردش در ۱۱ سالگی با دو دانش آموز کلاس نهم را به یاد می‌آورد که در تلاش برای حل یک مســـئلهٔ هندسه بودند. با آن که او هرگز هندسه نخوانده بود توانســـت آن مسئله را حل کند. او می‌گوید «این واقعیت که می‌توان صرفاً با تکیه بر تفکر، گزاره‌هایی را درباره دنیای واقعی خط‌ها، دایره‌ها و فاصله‌ها اثبات کرد، چنان تاثیر عمیقی بر من گذاشـــت که تصمیم گرفتم به مطالعه ریاضیات بپردازم.

رابین در سال ۱۹۴۸ از مدرســـه عبری رئالی در حیفا فارغ‌التحصیل شـــد و در طول جنگ اعراب و اســـرائیل در ســـال ۱۹۴۸ مانند تمام همســـالانش به ارتش فراخوانده شـــد. آبراهام فرانکل، ریاضیدان، که اســـتاد ریاضیات در اورشـــلیم بود با فرماندهی ارتش تماس گرفت و اجازه رابین را برای ترک خدمت در ارتش و ادامهٔ تحصیل در دانشگاه به دست آورد.

رابین در دانشـــگاه عبـــری[1]، کتاب «مقدمه‌ای بـــر فراریاضیات[2]» اثر

اســـتیون کلینی[3] و فصلی از آن را که بـــه پژوهش‌های آلن تورینگ دربارهٔ «اعداد محاســـبه‌پذیر» اختصاص داشـــت مطالعه کرد. رابین می‌گوید:

«با خواندن مقالاتی پیرامون محاسبه‌پذیری و مشاهده ظهور رایانه‌ها، دریافتـــم که این فناوری نوین، نوع جدیدی از ریاضی را پدید خواهد آورد که حوزهٔ نوظهور رایانش را تبیین خواهد کرد. از این‌رو، تصمیم گرفتم که در این تحوّل ســـهمی داشـــته باشـــم». او در سال ۱۹۵۳ مدرک کارشناسی ارشد خود را دریافت کرد.

رابین در سال ۱۹۵۴ برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری به دانشگاه پرینســـتون رفت و زیـــر نظر آلونزو چرچ به تحصیـــل پرداخت. او در مـــاه جون ۱۹۵۷ مـــدرک دکتری خود را دریافت کرد و ســـپس در تابســـتان همان ســـال، همراه بـــا همکلاسیش در پرینســـتون، دانا اس‌اســـکات در برنامه پژوهشی شـــرکت آی‌بی‌ام در نیویورک شرکت جســـت. در همانجا بود که آن دو نخســـتین پیش‌نویس مقاله خود با عنوان «ماشین‌های خودکار متناهی[4] و مســـائل تصمیم‌گیری آن‌ها» را تدویـــن کردند. این مقالـــه، مفهوم ماشین‌های خـــودکار متناهی

1- Hebrew University
2- Metamathematics
3- Stephen Cole Kleene
4- Finite Automata

غیرقطعی[5] را صورت‌بندی می‌کرد و نشـــان می‌داد که این ماشین‌ها از نظر محاســـباتی با ماشین‌های قطعی هم‌ارز هستند. آنها همچنین هم‌ارزی ماشین‌های تورینگ چندنواره با ماشین‌های تک‌نواره را نشان دادند. این دو پژوهشـــگر به پاس همین دســـتاورد درخشان، در سال ۱۹۷۶ برنده یازدهمین جایزهٔ تورینگ شـــدند. در متن تقدیرنامه آنها چنین آمده است: «معرفی ایده ماشین‌های غیرقطعی بسیار ارزشمند بوده و همواره الهام بخش پژوهش‌هـــای بعدی در این حوزه گردیده اســـت». پیش از ترک پرینســـتون، کورت گودل رابین را به مؤسسه مطالعات پیشرفته دعوت کرد و این دو در آنجا تا سال ۱۹۵۸ هر هفته با هم ملاقات می‌کردند. رابین آن جلســـات را «فوق العاده روشنگر» توصیف کرده اســـت. پس از آن رابین به برنامه پژوهشی تابســـتانی آی‌بی‌ام بازگشـــت و تمرکزش را از ســـؤال «چه چیزی محاسبه‌پذیر اســـت؟» به این که محاسبه چقدر می‌تواند پرهزینه باشد، تغییر داد. او ثابـــت کرد که برای هر تابع محاســـبه‌پذیر، تابع دیگری وجود دارد که می‌توان اثبات کرد محاسبهٔ آن دشوارتر است و بدین ترتیب، یک سلســـله مراتب واقعی از دشواری محاسباتی، مستقل از سخت‌افزار یا زبـــان برنامه‌نویسی ایجاد کرد. درک کلیدی ایـــن بود که پیچیدگی به‌طور ذاتی درون هر کار وجود دارد. بسیاری به انتشار مقالهٔ رابین در ســـال ۱۹۶۰ به عنوان تولّد چیزی که اکنون نظریهٔ پیچیدگی نامیده می‌شود، اشاره می‌کنند.

رابین در ســـال ۱۹۵۸ به عنوان عضو هیئت علمی به دانشگاه عبری بازگشـــت و به پاس تأثیرگذاریش در حوزه‌ای که در حال شکل‌گیری به‌عنوان رشتهٔ علوم رایانه بود، به سرعت ارتقاء مقام یافت. او در سال ۱۹۶۴ به ریاســـت مؤسسه ریاضیات منصوب شد و در سال ۱۹۷۰ به همراه اِلی شـــامیر، دانشـــکده علوم رایانه را تأسیس کرد و نخستین مدیر آن شد.

رابین در سال ۱۹۷۵ یک سال فرصت مطالعاتی را در آزمایشگاه علوم رایانهٔ موسســـهٔ فناوری ماساچوســـت (ام‌آی‌تی) گذراند. او در آنجا با گری میلر آشنا شد، کسی که رسالهٔ دکتریش به بررسی روشی نوین برای تشـــخیص اوّل یا مرکّب بودن یک عدد، بدون نیاز به تجزیهٔ آن، می‌پرداخـــت. این روش بر یافتن اعدادی اســـتوار بود که رابین بعدها آنها را «شاهد» نامید، اعدادی که مرکّب بودن عدد موردنظر را اثبات می‌کردند.

رابین دریافت که تعداد «شـــاهدها» بسیار بیشـــتر از چیزی است که میلر تصوّر می‌کرد. بدین‌ترتیب، او توانســـت آزمون میلر را که روشی کند و قطعی بود به آزمونی ســـریع و احتمالات محور تبدیل کند که قادر بود اوّل بودن یک عدد را با احتمالی بسیار بالا تعیین نماید. این رویکـــرد جدید که «آزمون اول بودن میلر- رابین» خوانده می‌شـــود در ســـال ۱۹۸۰ انتشـــار یافت و بعدها به مبنایی برای انتخاب اعداد اوّل برای اســـتفاده درالگوریتم رمزنگاری کلید عمومی (RSA) تبدیل گردید.

در همان دوران، رابین به حوزهٔ رمزنگاری روی آورد. او در مقاله سال ۱۹۷۹ خـــود دربارهٔ، الگوریتم امضای رابیـــن، با تکیه بر همان مبانی نظریهٔ اعداد، نخستین ســـامانهٔ رمزنگاری نامتقارن را معرفی کرد که امنیّت آن به طور اثبات‌پذیری معادل با دشواری تجزیهٔ اعداد صحیح بود، ویژگی‌ای که در الگوریتم RSA وجود ندارد.

رابین در ســـال ۱۹۸۱ به عنوان اســـتاد علوم رایانـــه به هیئت علمی دانشـــگاه هاروارد پیوست و این سمت را تا ســـال ۲۰۱۲ که به مقام اســـتاد پژوهشی رسید، در اختیار داشـــت. او در دوران حضورش در هاروارد، همچنین در بسیاری دانشگاه‌های معتبر دیگر نظیر دانشگاه ییل، دانشـــگاه کالیفرنیا در برکلی، ام‌آی‌تی، دانشگاه پاریس، دانشگاه کلمبیا، موسســـه فناوری فدرال زوریـــخ (ETH) و کینگز کالج لندن ســـمت‌های علمی مهمان داشـــت. او از ســـال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۴ عضو کمیتهٔ مشـــورتی علمی آی‌بی‌ام بود و در بهار ســـال ۲۰۰۹ به عنوان پژوهشگر مهمان به گوگل پیوست.

رابین علاوه بر دریافت جایزهٔ تورینگ در ســـال ۱۹۷۶، دستاوردهای علمی و جوایز متعدّد دیگری را نیز به دســـت آورده اســـت که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- جایزهٔ «پاریس کانلاکیس» انجمن ماشین‌های رایانشی (ACM) در سال ۲۰۰۴
- عضو برجسته انجمن بین‌المللی پژوهش‌های رمزنگاری (IACR) در سال ۲۰۱۰
- جایزهٔ «ادزگر دایکسترا» در زمینه رایانش توزیعی در سال ۲۰۱۵
- جایزهٔ «بهترین استاد» از مؤسسه کورانت در سال ۱۹۷۰
- عضویت در آکادمی هنرها و علوم آمریکا در سال ۱۹۸۲
- عضویت در آکادمی علوم فرانســـه به عنوان عضو وابستهٔ خارجی در سال ۱۹۹۵
- عضویت در انجمن فلسفه آمریکا در سال ۱۹۸۸

دســـتاوردهای علمی رابین، بسیار گســـترده و تقریباً تمام جنبه‌های حوزهٔ رایانش را در بر می‌گیرد.

منبع: CACM, June 2026, Vol. 64, no. 6

5- Nondeterministic

مدیریت فرایند تولید نرم‌افزار
بخش هشتم: اجرای کار

سیّدعلی آذرکار
مؤسسهٔ ارزیابی کسب‌وکار آینده‌پژوه هوشمند
پست الکترونیکی: a.azarkar@sfbvi.com

۱) مقدمه

در قسمت پیشین به بیان طرح‌های لازم برای اجرای بهتر یک پروژه نرم‌افزاری پرداخته شد. در ادامه، در این قسمت به طرح استقرار، که از طرح‌های مهم و پرریسک تولید یک نرم‌افزار است، پرداخته شده و به اجمال توصیف می‌شود.

۲) طرح استقرار

استقرار یک سامانه نرم‌افزاری و اجرای آن در محیط عملیاتی، بدون شک حساس‌ترین و مهم‌ترین گام در چرخهٔ عمر آن محسوب می‌شود. به همین دلیل، باید به جزء جزء مواردی که باید در زمان طرح‌ریزی این گام لحاظ شده تا استقرار بدون کم‌ترین مشکل به سرانجام برسد، توجه شود. روشن است که هر چه سامانه از حیث پیچیدگی، حساسیت و اندازه بزرگ‌تر باشد، این گام هم با ریسک‌های بیشتری مواجه بوده و نیازمند دقت و توجه ویژه‌ای خواهد بود.
هدف از تدوین طرح استقرار، تعیین فعالیت‌ها و منابع لازم برای استقرار سامانه نرم‌افزاری در محیط عملیاتی است. این طرح، دربرگیرندهٔ موضوعاتی مانند راهبردها، منابع مورد نیاز، زمان‌بندی، نقاط عطف و نقاط مهم تصمیم‌گیری است. هدف این طرح، ایجاد هماهنگی بین همهٔ عوامل درگیر (از مدیران پروژه تا تیم‌های فنی تا مدیران ارشد و تصمیم‌ساز تا کاربران نهایی) در فرایند استقرار است

در صورت تدوین این طرح:

- مراحل استقرار مستند و مکتوب شده و می‌تواند در آینده به شکل همسانی برای همهٔ پروژه‌ها استفاده شود.
- فعالیت‌ها و پیش‌نیازهای فراموش شده، شناسایی و کشف می‌شود.
- در استفاده از منابع صرفه‌جویی می‌شود.
- شفافیت فرایند افزایش پیدا می‌کند.

۲-۱) راهبردهای استقرار

در یک طیف کلی، استقرار می‌تواند به صورت انفجاری (Big-Bang) یا تدریجی (Incremental) انجام شود. هر کدام از این دو راهبرد مزایا و معایب خاص خود را داشته و این مدیریت پروژه است که باید حسب شرایط و نوع پروژه، یک راهبرد را انتخاب کرده و برنامه‌ریزی‌ها را بر اساس آن انجام دهد.
در راهبرد انفجاری، کل سامانه به یک‌باره به محیط عملیاتی منتقل می‌شود. این راهبرد نوعاً برای سامانه‌های کوچک نرم‌افزاری در سازمان‌های کوچک که ریسک شکست پروژه در آن‌ها کم بوده یا قابل تحمل است، توصیه می‌شود. از میان ویژگی‌های این راهبرد، موارد زیر قابل توجه است:

- انتقال یک‌بارهٔ همهٔ کاربران به محیط عملیاتی جدید
- کوتاه بودن دورهٔ گذار (یا انتقال)
- ریسک بالا
- پایان سریع‌تر پروژه
- نیازمند انجام آزمون‌های جامع و کافی سامانه (محصول) و نیز آمادگی کامل زیرساخت

در راهبرد تدریجی، سامانه یا مؤلفه‌ای آن به تدریج استقرار پیدا

می‌کند. از میان ویژگی‌های این راهبرد، موارد زیر قابل توجه است:
- امکان استقرار بر اساس عواملی مانند واحدهای کسب‌وکاری، گروه کاربران، منطقهٔ جغرافیایی، ... یا ترکیبی از آن‌ها
- امکان شناسایی و اصلاح اشکالات احتمالی سامانه
- ریسک کمتر
- کنترل بهتر فرایند و امکان بهبود آن
- طولانی شدن زمان اجرای پروژه

یک راهبرد میانی، استفاده از دو محیط (محیط پیشین و محیط جدید) است؛ در این حالت، کاربران فعالیت‌های خود را (برای یک بازهٔ زمانی مشخص و توافق شده) در دو محیط هم‌زمان به پیش می‌برند و پس از حصول اطمینان از درستی کارکرد سامانه جدید، سامانه پیشین کنار گذاشته می‌شود.

۲-۲) سرفصل‌های طرح استقرار

سرفصل‌هایی که باید در تدوین طرح استقرار مد نظر قرار گیرد، در ادامه توضیح داده شده است:
- محدوده: باید مشخص شود که قرار است چه محصولی و در چه محدوده‌ای (از حیث سازمانی، کسب‌وکاری، جغرافیایی، ...) استقرار یافته و وارد محیط عملیاتی شود.
- راهبرد استقرار: موضوع انتخاب راهبرد (با توجه به شرحی که آمد) باید در طرح با دقت مطرح و مستند شود؛ چرا که می‌تواند در آینده برای پروژه‌های دیگر هم استفاده شود.
- ساختار سازمانی: استقرار نیازمند درگیری و مشارکت فعالانهٔ عواملی از سمت کارفرما و پیمانکار است. بنابراین، باید یک ساختار سازمانی جامع و فراگیر (از منظر اجرایی، مدیریتی و فنی) ایجاد شده تا نقش‌ها و مسئولیت‌های همهٔ این عوامل در آن به روشنی تعیین و مشخص شده باشد.
- شاخص‌ها و اهداف: به منظور سنجش میزان اثربخشی و موفقیت فرایند استقرار پس از پایان آن، لازم است شاخص‌ها و اهداف مد نظر در طرح گنجانده شود. این شاخص‌ها می‌تواند دربرگیرندهٔ شاخص‌های حوزهٔ فنی (مانند کارایی سامانه) یا شاخص‌های کسب‌وکاری (تسریع در انجام فعالیت‌ها یا بهبود اثربخشی آن‌ها) باشد.
- آزمون‌های پیشینی: استقرار سامانه در محیط عملیاتی باید زمانی انجام شود که تیم پروژه از کارکرد صحیح آن اطمینان کامل داشته باشد. به همین منظور ضروری است انواع آزمون‌هایی که باید پیش از استقرار سامانه در محیط عملیاتی انجام شود، مشخص شده و نتایج آن به‌دقت بررسی و تحلیل شده باشد. از میان این آزمون‌ها، آزمون پذیرش کاربر (UAT) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- ابزارها: اگر در فرایند استقرار از ابزاری خاصی باید استفاده شود، ذکر این ابزار (به همراه مشخصات کامل آن) در طرح ضروری است. روشن است که نحوهٔ تأمین زیرساخت‌های لازم برای استفاده از این ابزار هم باید در طرح پیش‌بینی شده باشد.
- برنامهٔ زمان‌بندی: این سرفصل شامل تعیین تاریخ‌هایی است که فعالیت‌های استقرار باید انجام شود. زمان‌بندی باید با توجه به شرایط عملیاتی و کسب‌وکاری سامانه انجام شود. زمان‌بندی باید به نحوی باشد که کم‌ترین اختلال در فعالیت‌های روزمرهٔ کارفرما ایجاد شود. این موضوع به‌ویژه در شرایطی که سامانه درگیر پاسخ‌گویی به درخواست‌های کاربران خارجی (مانند مشتریان و ارباب‌رجوع) است، حساسیت خاص خود را دارد و به‌راحتی می‌تواند نقطهٔ شکست سامانه و پروژه باشد. بنابراین همهٔ تمهیدات به منظور تنظیم زمان‌بندی استقرار با فعالیت‌های کسب‌وکاری اندیشیده شده باشد، به نحوی که امکان مشارکت و همکاری فعالانهٔ همهٔ عوامل اجرایی (به‌خصوص، کاربران نهایی) میسر و مقدور باشد. مهم‌ترین تاریخ در این زمان‌بندی، تاریخی است که سامانه باید به‌طور کامل عملیاتی شده یا به‌طور کامل جایگزین سامانه پیشین شود.
- راهبرد عقب‌گرد (Roll-Back): به منظور مدیریت بهتر ریسک‌های عملیاتی در زمان استقرار، بهتر است راهبرد/راهبردهای لازم برای زمانی که به هر دلیل استقرار با مشکل مواجه می‌شود، از پیش اندیشیده شده و مدون شده باشد. اهم موضوعاتی که در این بخش باید به آن توجه شود، عبارت است از: ۱) شرایط اجرای راهبرد، ۲) ساختار و سازمان تصمیم‌گیر برای انتخاب راهبرد مناسب؛ ۳) نحوهٔ اطلاع‌رسانی و هماهنگی عوامل پروژه (پیش، حین و پس از استقرار).
- پایش استقرار: این فعالیت به دلیل حساسیت، نیازمند پایش مستمر، به‌ویژه حین و پس از استقرار، است. از موارد مهمی که می‌تواند در فرایند استقرار پایش شود، به این موارد می‌توان اشاره کرد: ۱) شرایط عملیاتی و کسب‌وکاری؛ ۲) شرایط زیرساخت نرم‌افزاری، سخت‌افزاری، ارتباطی و امنیتی اجرایی سامانه؛ ۳) آموزش کاربران؛ ۴) حضور تیم فنی در محل استقرار؛ ۵) ثبت درس‌آموخته‌ها؛ ۶) اصلاح مستندات؛ ۷) دریافت بازخوردهای کاربران؛ ۸) ثبت نرخ خطاها؛ ۹) میزان انطباق کارکرد سامانه با نیازهای کسب‌وکاری؛ ۱۰) میزان انطباق‌پذیری کاربر با سامانه؛ ۱۱) رفع خطاهای موردی.
- پیش‌نیازهای استقرار: در طرح باید پیش‌نیازها و منابع لازم برای استقرار تصریح و توافق شده باشد. علاوه بر پیش‌نیازهای فنی (مهیا کردن سامانه، ایجاد زیرساخت‌های لازم، انجام آزمون‌های لازم و مواردی از این دست)، توجه به ایجاد آمادگی ذهنی و فرهنگی کاربران برای ورود به محیط جدید، بسیار مهم است. ضمن آنکه مواردی مانند تعیین و توافق برنامهٔ زمان‌بندی، حضور نیروهای کارفرما و پیمانکار در زمان استقرار، نحوهٔ اطلاع‌رسانی و هماهنگی بین عوامل از جمله مشتریان، باید مد نظر باشد.
- تهیهٔ بازبینهٔ استقرار: به منظور کنترل همهٔ موارد لازم برای اجرای موفقیت‌آمیز استقرار، پیشنهاد می‌شود بازبینه‌ای برای این منظور توسط پیمانکار تهیه و حین/پس از استقرار به‌صورت پیوسته کنترل شود. مواردی که می‌تواند در این بازبینه گنجانده شود، شامل، ولی نه محدود به این موارد، است: تعیین زمان‌بندی، انجام آزمون‌های

کارکـــردی، انجام تبدیـــل و انتقـــال داده، صحت‌ســـنجی داده‌های تبدیل‌یافته و منتقل شده، آموزش کاربران، آزمون امنیتی، برپاسازی ســـامانهٔ عامل و مدیریت دادگان، برنامهٔ حضور تیم فنی، هماهنگی با تیم تولید برای رفع خطاهای احتمالی در زمان اســـتقرار، برنامه‌ریزی پایش اســـتقرار، به اشـــتراک‌گذاری برنامهٔ زمان‌بندی با همهٔ عوامل، تعریف کاربران، تنظیم ســـطوح دسترســـی و مجوزها، تنظیم مقادیر اولیهٔ سامانه.

● مدیریت ریسک: اشاره شد که فرایند استقرار همواره با ریسک‌هایی مواجه اســـت. از آنجا که در زمان استقرار، فرصت زیادی برای بررسی و نحـــوهٔ مقابله با ریســـک‌ها وجود ندارد، ضروری اســـت که پیش از آغاز اســـتقرار، این ریســـک‌ها شناسایی شـــده، راهکارهای مقابله با آن‌ها اندیشـــیده شده و از همه مهم‌تر، ســـاختار و سازمانی به منظور تصمیم‌گیری در خصوص تصمیم‌گیری‌های لازم در زمان وقوع ریسک ایجاد شده باشـــد. ریســـک‌ها، می‌توانند این مواردی از این دست را در برگیرنـــد: محدودیـــت منابع، مقاومت در مقابل تغییر، اشـــکالات زیرساختی، تهدیدهای امنیتی، افت کارایی سامانه، مشکلات عملیاتی و اجرایی، خطا در گردش‌کار، آموزش ناکافی کاربران و ثبت داده‌های نادرست، و خطاهای ناشی از تبدیل و انتقال داده‌ها.

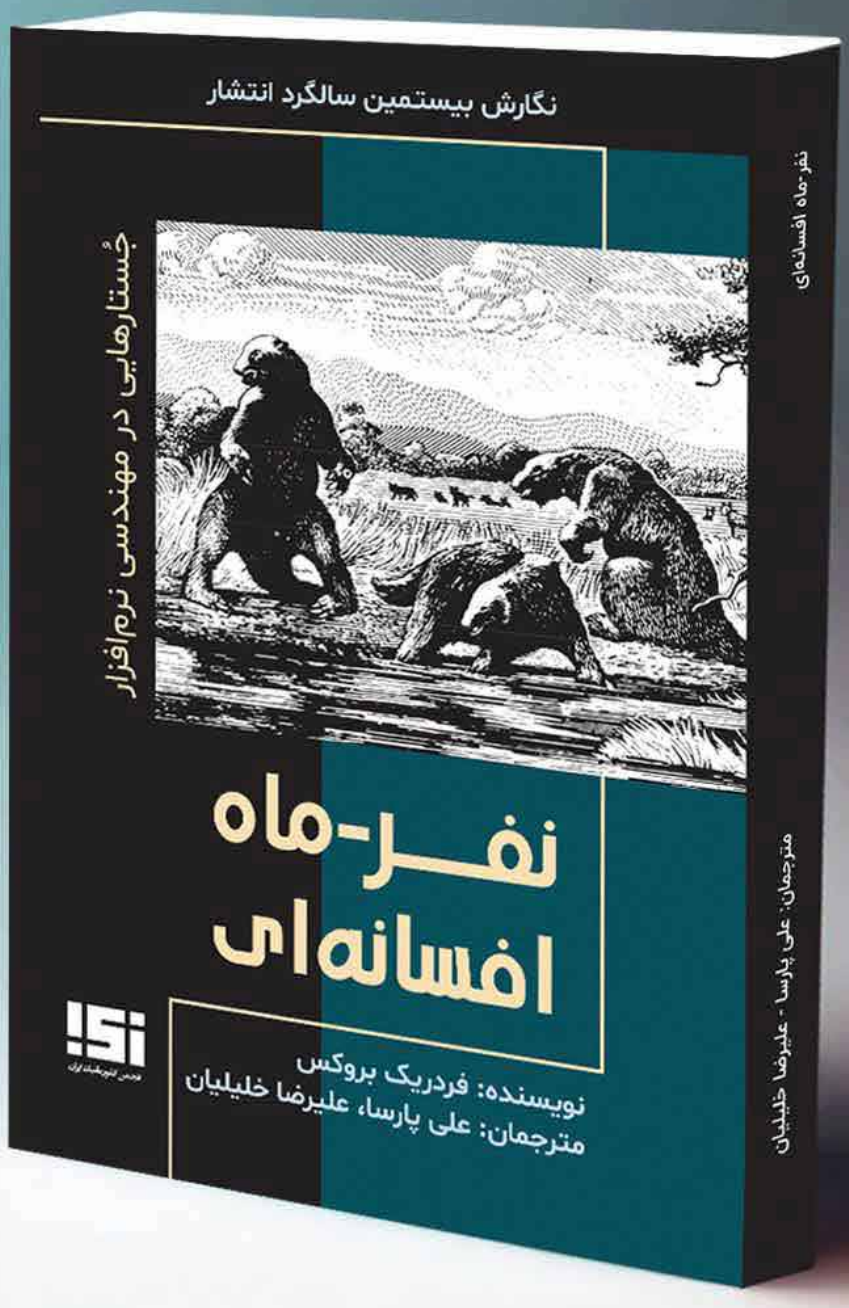
توصیه می‌شـــود که عوامل دســـت‌اندرکار اســـتقرار (اعم از کارفرما و پیمانـــکار)، فعالیت‌هـــایی را هم پس از اســـتقرار، پیش‌بینی کنند. هدف ایـــن فعالیت‌ها ارزیابی فرایند و نیز گـــردآوری و مدون کردن درس‌آموخته‌های استقرار اســـت. از فعالیت‌هایی که می‌تواند پس از استقرار برنامه‌ریزی و اجرا شود، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ارزیابی میزان انطباق‌پذیری کاربر با محیط جدید
- ایجاد میز خدمت به منظور بررسی و رسیدگی سریع به مشکلات/پرسش‌های کاربران
- ارزیابی وضعیت زیرساخت اجرایی و عملیاتی پروژه (از محصول تا زیرساخت‌های پردازشی، امنیتی، ارتباطی، ....)
- تعیین میانگین زمان رفع مشکلات
- بررسی ریسک‌های جدید و شناسایی‌نشده
- ارزیابی میزان رضایت‌مندی کاربران از سامانه
- ارزیابی میزان بهبود فرایندهای کسب‌وکاری پس از استقرار سامانه
- برپاسازی سازوکار ثبت و رفع مشکلات/خطاها

انجمن انفورماتیک ایران
INFORMATIOCS SOCIETYof IRAN

از انتشارات انجمن انفورماتیک ایران

منتشر شد!



گروه تخصصی هنر و تکنولوژی انجمن انفورماتیک ایران دعوت می‌کند

فراخوان مشارکت در «روز جامعه پروسسینگ تهران ۲۰۲۶»

پدرام صادق‌بیکی

پست الکترونیکی: sadeghbeyki@isi.org.ir

درباره رویداد

سال ۲۰۲۶، بیست‌وپنجمین سال فعالیت پروسسینگ (Processing) اســـت؛ پروژه‌ای که از ابتدا با این ایده شـــکل گرفت که برنامه‌نویسی می‌تواند چیزی فراتَر از توســـعه نرم‌افزار باشد و به ابزاری برای خلق، تجربه، آموزش و پژوهش تبدیل شود.

به مناســـبت بیست‌وپنجمین سال فعالیت پروســـسینگ، روز جامعه پروسسینگ (Processing Community Day) در نقاط مختلف جهان برگزار می‌شـــود؛ رویدادی جامعه‌محور برای گردهم‌آمدن هنرمندان، طراحان، برنامه‌نویســـان، مدرسان، پژوهشـــگران، دانشجویان و همه کسانی که از کد به‌عنوان ابزاری برای ساختن، تجربه‌کردن و یادگیری استفاده می‌کنند.

روز جامعه پروســـسینگ از ســـال ۲۰۱۷ آغاز شده و تاکنون بیش از صد رویداد در شـــش قاره برگزار شده اســـت. شهرهایی مانند توکیو، نیویورک، ســـائوپائولو، بنگلور، کیتو، سئول، لس‌آنجلس و شانگهای از میزبانان این رویداد بوده‌اند.

http://day.processing.org

درباره پروسسینگ

محیط‌های برنامه‌نویـــسی Processing و p5.js محیط‌ها و ابزارهایی رایـــگان و متن‌باز هســـتند که هنرجویان، دانشـــجویان، مدرســـان، هنرمندان و خالقان سراســـر جهان از آن‌ها برای یادگیری، آزمایش و خلق هنر با کد استفاده می‌کنند.

کدنویسی در این فضا الزاماً به معنای برنامه‌نویسی حرفه‌ای یا توسعه نرم‌افزار نیست. یک طراح می‌تواند با الگوریتم فرم بسازد، یک هنرمند از داده برای خلق اثر اســـتفاده کند، یک مدرس کدنویسی را آموزش

دهد و یک دانشـــجو نخستین تجربه‌های خود را با تصویر و کد شکل دهد.
آثاری که با Processing و p5.js و در فضای کدنویسی خلاق شـــکل گرفته‌اند، طیف گسترده‌ای از هنر مولد و تجربه‌های تعاملی تا تصویر، صـــدا، داده، هنر وب، چیدمـــان و اجرای زنده را در بـــر می‌گیرند و بـــه موزه‌ها و فضاهـــای هنری مهم جهان، از جملـــه موزه هنر مدرن نیویـــورک، مـــوزه ویتنی، موزه هنـــر تولدو و مـــوزه تصاویر متحرک نیویورک راه یافته‌اند.

روز جامعه پروسسینگ تهران

تهران در سال ۲۰۲۶ برای نخستین‌بار میزبان روز جامعه پروسسینگ تهران (Processing Community Day Tehran) خواهد بود.
ایـــن رویداد در مهرماه ۱۴۰۵ در موزه کامپیوتر ایران و با برنامه‌ریزی گروه هنر و تکنولوژی انجمن انفورماتیک ایران برگزار می‌شود.
برنامه روز جامعه پروسسینگ تهران از طریق یک فراخوان عمومی و با مشارکت هنرمندان، طراحان، توسعه‌دهندگان، مدرسان، پژوهشگران، دانشجویان و فعالان حوزه کدنویسی خلاق شکل می‌گیرد.

فراخوان مشارکت

اگر با Processing یا p5.js کار کرده‌اید یا در هر سطحی از کدنویسی خلاق برای خلق اثر، آموزش یا پژوهش اســـتفاده می‌کنید، می‌توانید پروژه، اثر یا تجربه خود را برای حضور در برنامه پیشنهاد دهید.
برای مشـــارکت در نخســـتین روز جامعه پروســـسینگ تهران لازم نیســـت یک برنامه‌نویس حرفه‌ای یا هنرمنـــد باتجربه باشید. از یک تجربه کوچک و شخصی تا یک پروژه انجام‌شده، یک تجربه آموزشی، پژوهـــش، اثر هنری یا روشی که در جریان کار خود به آن رسیده‌اید، می‌تواند نقطه شروع یک گفت‌وگوی خوب باشد.

برای حضور در برنامه، چهار مسیر اصلی در نظر گرفته شـــده است:

- ارائه و سخنرانی (Presentation)
- کارگاه تجربی و آموزشی (Workshop)
- نمایش اثر هنری (Art Showcase)
- مقاله و پژوهش (Documentation)

چه در تهران باشید و چه در شـــهر یا کشـــوری دیگر، متناسب با نوع مشارکت خود می‌توانید پیشنهادتان را برای ما ارسال کنید.

۱. ارائه و سخنرانی || Presentation

اگر پروژه، تجربه یا ایـــده‌ای دارید که گفتن درباره آن می‌تواند برای دیگـــران مفید یا الهام‌بخش باشـــد، می‌توانید آن را در قالب یک ارائه کوتاه با دیگران به اشتراک بگذارید.
موضوع ارائه می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- معرفی یک پروژه توسعه‌یافته یا درحال‌توسعه
- تجربه شخصی، آموزشی یا پژوهشی در کدنویسی خلاق
- بررسی یک تکنیک، ابزار یا فرایند کاری
- نمایش پروژه یا مطالعه موردی
- کدنویسی زنده یا ارائه اجرایی
- اجرای زنده صدا و تصویر با کد

نحوه ارائه: حضوری یا ویدئوی ضبط‌شده

زمان پیشنهادی: ۱۰ تا ۲۰ دقیقه
اطلاعات مورد نیاز: چکیده ارائه به همراه تصاویر یا پیوندهای مرتبط در قالب فایل پی‌دی‌اف

۲. کارگاه تجربی و آموزشی || Workshop

اگر تجربه‌ای دارید که فکر می‌کنید بهتر اســـت مخاطبان خودشـــان آن را امتحان کنند، می‌توانید پیشـــنهاد برگزاری یک کارگاه را ارسال کنید.
کارگاه می‌توانـــد بـــرای افراد تازه‌کار طراحی شـــود یـــا به موضوعی تخصصی‌تر بپردازد. موضوعات پیشـــنهادی می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- Processing
- p5.js
- WebGL
- GLSL و شیدرنویسی
- هنر مولد و تعاملی
- ابزارها و فناوری‌های مرتبط با کدنویسی خلاق

نحوه ارائه: حضوری

زمان پیشنهادی: ۱ تا ۲ ساعت
اطلاعات مورد نیاز: عنوان، طرح درس، سطح مخاطبان و پیش‌نیازهای احتمالی در قالب فایل پی‌دی‌اف

۳. نمایش اثر || Art Showcase

اگـــر با کد اثری هنری ســـاخته‌اید، می‌توانیـــد آن را برای نمایش در رویداد ارسال کنید.
اولویت انتخاب آثار با کارهانیست که با یکی از برنامه‌های Processing و یا p5js نوشته شده باشند
نمونه آثار قابل ارسال:

- هنر مولد (Generative Art)
- هنر تعاملی (Interactive Art)
- هنر تحت وب (Web Art)
- هنر داده (Data Art)
- ویدئوآرت (Video Art)

- سایر پروژه‌های هنری بر پایه کد

هنرمندانی که آثار خود را با Processing یا p5.js ساخته‌اند، می‌توانند اثر خود را در وبگاه OpenProcessing نیز ثبت کنند و با ارسال پیوند در فرم ثبت‌نام، از فرصت انتخاب و نمایش اثر در Curation این سایت بهره‌مند شوند.

۴. مقاله و مستند || Documentation

اگر فعالیت شما بیشتر پژوهشی، تحلیلی یا مبتنی بر مستندسازی یک تجربه است، می‌توانید نوشتار یا مطالعه موردی خود را برای این بخش ارسال کنید.

موضوعات این بخش می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- پژوهش در زمینه هنر، فناوری و کدنویسی خلاق
- مطالعه موردی یک موضوع یا پروژه
- بررسی فرایند شکل‌گیری یا توسعه یک اثر
- مقاله و متون آموزشی
- تحلیل یک ابزار، تکنیک یا روش
- گزارش پژوهشی
- مستندسازی یک تجربه
- ویدئوی پژوهشی یا آموزشی

آثار متنی می‌توانند به‌صورت فایل پی‌دی‌اف و محتوای ویدئویی از طریق پیوند ارسال شوند. مقاله‌های منتخب این بخش، فرصت انتشار در نشریه «گزارش کامپیوتر» را خواهند داشت.

برای مشارکت لازم نیست تهران باشید

روز جامعه پروسسینگ تهران فقط برای کسانی نیست که امکان حضور در محل برگزاری را دارند. هنرمندان و شرکت‌کنندگان خارج از تهران یا خارج از کشور نیز می‌توانند متناسب با نوع اثر یا ارائه خود، از طریق ارسال محتوای دیجیتال یا ویدئوی ضبط‌شده در رویداد مشارکت کنند.

زمان برگزاری و مهلت ارسال

مهلت ارسال آثار و پیشنهادها: ۳۱ شهریور ۱۴۰۵

زمان برگزاری رویداد: مهرماه ۱۴۰۵

محل برگزاری: موزه کامپیوتر ایران

موزه کامپیوتر ایران فضایی برای ملاقات گذشته و آینده فناوری است؛ جایی که تاریخ ابزارهای محاسباتی و دنیای دیجیتال در کنار روایت‌های انسانی آن‌ها قرار می‌گیرد. این موزه با گردآوری ابزارها، اسناد، داستان‌ها و تجربه‌های مرتبط با تاریخ کامپیوتر تلاش می‌کند روایتی زنده و تعاملی از مسیر تحول فناوری ارائه دهد.

نخستین روز جامعه پروسسینگ تهران در موزه کامپیوتر ایران برگزار خواهد شد.

بخشی از روز جامعه پروسسینگ تهران باشید.

اگر با کد اثری خلق کرده‌اید، چیزی یاد گرفته‌اید، تجربه‌ای دارید که می‌تواند به کار دیگران بیاید یا ایده‌ای دارید که فکر می‌کنید جای آن در چنین جمعی خالی است، می‌توانید بخشی از نخستین روز جامعه پروسسینگ تهران باشید.

منتظر ایده‌ها، تجربه‌ها، پژوهش‌ها و پروژه‌های شما هستیم. برای ثبت‌نام از طریق لینک زیر اقدام فرمایید.

https://www.atgiran.ir/PCDTehran2026

سلب مسئولیت: «روز جامعه پروسسینگ» یک ابتکار جهانی از سوی بنیاد پروسسینگ است. رویداد «روز جامعه پروسسینگ تهران» به‌صورت مستقل توسط گروه هنر و تکنولوژی انجمن انفورماتیک ایران برگزار می‌شود و هیچ‌گونه ارتباط سازمانی با بنیاد پروسسینگ ندارد.

EMMA MADDEN CULTURE JUL 29, 2026 6:30 AM

More Typos, Fewer Em Dashes: Writers Are Creating an Anti-AI 'Literary Counterculture'

Novelists, journalists, and power LinkedIn posters are embracing first-person narratives and idiosyncrasies to avoid being mistaken for chatbots.

تردید در مردم سالاری رقمی
بَدَل‌کاری‌های جنبش نویسندگان علیه هوش مصنوعی

از وبگاه بانی فیلم منتشره در ۱۴۰۵/۵/۱۰
به نقل از: wired.com

WIRED

غلط‌های املایی بیشتر، خط تیره‌های ام کمتر: نویسندگان در حال ایجاد یک «ضدفرهنگ ادبی» ضد هوش مصنوعی هستند

رمان‌نویس‌ها، روزنامه‌نگارها و کاربران قدرتمند لینکدین، برای اینکه با ربات‌های چت اشتباه گرفته نشوند، به روایت‌های اول شخص و ویژگی‌های خاص خودشان روی آورده‌اند.

اما مدن

بانی فیلم

سیّد ابراهیم ابطحی
استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف
پست الکترونیکی: abtahi@Sharif.edu

رمان‌نویسان، روزنامه‌نگاران و نویسندگان مطالب پر بازدید برای این که با «چت‌بات»ها اشتباه گرفته نشوند، با ایجاد جنبش روایت‌های اول‌شخص و به‌کارگیری ویژگی‌های منحصر به فرد برضد نوشتارهای هوش مصنوعی به پا خاسته‌اند؛ موضوعی که سایت ادبی وایرد «Wired» به آن پرداخته است.

سال گذشته لورا بروک روبنسون- رمان‌نویس- هنگامی که نوشتن

کتاب «عشـــق یک الگوریتم اســـت»، داســـتانی درباره عشـــق بین بنیان‌گذار یک نرم‌افزار هوش مصنوعی دوستیابی و موسیقی‌دانی که تلاش می‌کرد تا در عصر مدل‌های بزرگ زبانی سرپا بماند را آغاز کرد، تلاش مضاعفی به خرج داد تا نوشتارش شبیه هوش مصنوعی نشود. او جـــملاتی را به کار بـــرد که پیش از ظهـــور مدل‌های زبانی هوش مصنوعی از نوشتن آنها اجتناب می‌کرد و تلاش کرد تا از استعاره‌های مبهم و صور خیالی اجتناب کند و مسیر دشوارتری را برگزید تا از دو خط تیره، برای نوشـــتن عبارات توصیفی و فهرست سه‌گانه (سه واژه یا صفت برای توصیف بیشتر؛ مانند: فرهنگی، هنری، اقتصادی) کمتر استفاده کند.

روبنســـون خود می‌گوید که از زمان همگانی شـــدن مدل‌های زبانی بزرگ هوش مصنوعی، مطالبـــش را به‌عمد برخلاف جهت چیزی که او ســـبک پیش‌فرض هوش مصنوعی می‌نامد، نوشـــته و نوشته‌هایش بهتر شده‌اند.

او می‌گوید: «دریافتم که کمتر مثل ماشین می‌نویســـم. تمایل زیادی پیدا کرده‌ام تا غلط‌های کوچک را تصحیح نکنم؛ مثل چشـــمک زدن مخفیانه به خواننده می‌ماند تا به او بفهمانم که یک انســـان پشت این واژگان قرار دارد. مثلا اگر عبارتی از خودم اختراع کنم چه می‌شود؟ یا اگر از علایم نگارشی به‌طور نابه‌جا استفاده کنم چه اتفاقی می‌افتد؟»

روبنســـون جزو گروه گسترده‌تری از نویســـندگان است که از سبکی در نوشـــتار خود استفاده می‌کند که می‌توان آن را سبک نوشتن ضد هوش مصنوعی نامید. در زمینه‌های نقد و نویسندگی خلاق، همگرایی در میان نویســـندگان شکل گرفته است تا به مجموعه‌ای از انتخاب‌ها برسند و به‌طور ضمنی در دام‌های نوشتارهای تولید شده توسط هوش مصنوعی گرفتار نشوند.

در این ســـبک بیشتر روش نفی، خلاف جریان و ضدیت به‌کار گرفته می‌شود؛ یعنی پرهیز از روش‌های آشکاری که هوش مصنوعی استفاده می‌کند؛ مانند دو خط تیره بلند، فهرســـت سه‌تایی توصیفی، ساختار جمله مجهول.

با این وجود نویسنده سعی می‌کند تا ویژگی‌های منحصر به فرد خود را حفظ کند و با بهره‌گیری از بازگویی‌های مشـــخص اول شـــخص و تشبیهات ادبی نامتعارف، تلاش یک انسان برای نوشتن را نشان دهند

در تمامی دنیای نشـــر، اتهاماتی بر کتاب‌ها وارد می‌شـــود، مبنی بر اســـتفاده از هوش مصنوعی برای تولید کتـــاب که نگرانی‌های زیادی را موجب شـــده است. در ماه مارس، انتشارات «هاچت» هنگام انتشار رمان ترســـناک «دختر خجالتی» نوشته میا بالارد در فضای مجازی با گمانه‌زنی‌هایی مبنی بر این که نویسنده به‌طور فزاینده‌ای از هوش مصنوعی استفاده کرده است، مواجه شد و کتاب را از فهرست انتشار خارج کرد؛ ادعایی که نویسنده آن را رد کرده است. بالارد که در حال حاضر آثار جدیدی را برای انتشـــار دارد، ناچار شده است روش خود را تغییر دهد. او می‌گوید: «این که نوشـــته‌هایم اصیل و واقعی باشند، برایـــم یک اولویت اســـت». وی اضافه می‌کند کـــه آثارش را خودش ویرایش خواهد کرد؛ به ادعای او ویراســـتاری که استخدام کرده بود، کتـــاب را از طریق نرم‌افزارهای هوش مصنوعی ویرایش کرده اســـت. بـــالارد تاکید می‌کند: «این اولین بار بود که چنین چیزی به ضرر من تمام شد.» انتشـــارات «هاچت» هنوز به درخواست‌ها برای اظهارنظر پاسخی نداده است.

همین اتهام به اســـتیون روزنبام- نویســـنده کتاب «آینده حقیقت»- کتـــابی که به بـــررسی دگرگونی واقعیت توســـط هـــوش مصنوعی می‌پردازد، وارد شـــد. گفته می‌شـــد که او از چندین نقل قول ساخته شده توســـط هوش مصنوعی در اثر خود استفاده کرده است؛ اتهامی که بعدها توسط خود او تایید شد.

النا ساویج- نویسنده و مدرس دانشـــگاه از استرالیا- که نوشتارش را با الهام از ادبیات عصر ویکتوریا با جملات پیچیده می‌نویســـد، گفته اســـت که «متاسفانه قربانی افکار مربوط به چت‌بات‌ها» شده است. او می‌گوید: «هوش مصنوعی چندین قواعد ساختاری را که برایم بسیار عزیز بودند از من دزدیده اســـت. دلم برای استفاده از آنها بسیار تنگ شده است. دلم برای خط تیره و فهرست سه‌گانه تنگ شده است. حالا چه کنیم؟ قانون دوتایی؟ پنج‌تایی؟ هفت‌تایی؟ یا ده‌تایی؟»

این موضوع گسترش ســـبک‌های نوشـــتاری ضد دامنه زبانی هوش مصنوعی، روش‌های نگارش فردی و ســـردبیری را نیز دگرگون کرده است. ریچارد فیشر- استاد افتخاری کالج دانشگاهی لندن و دبیر مجله آنلاین «آیون»- می‌گوید که ورود هوش مصنوعی به حوزه نویسندگی او را بر آن داشـــته است نویسندگان را تشویق کند تا «انسانی‌تر» و به شـــکل محاوره‌ای‌تر، مثل زبان عمومی انسان‌ها بنویسند. او می‌گوید: «نباید ســـطح زمخت و ناصاف نوشـــتار را صیقـــل دهیم؛ زیرا هوش مصنـــوعی نمی‌تواند به تند و تیزی و منحصر به فردی کلام انســـانی بنویسد. شـــاید برخی نویســـندگان نخواهند روش کار خود را عوض کنند اما جاهایی ممکن است، مجبور به این کار شوند».

در جولای ســـال ۲۰۲۴ و در هنگامه فراگیر شـــدن مدل‌های زبانی هوش مصنوعی، مانو ساندارســـان به سمت مدیریت محتوای تحریریه نشریه نقد ادبی «پیچفورک» منصوب شد. او که سابقه وبلاگ‌نویسی را در کارنامه خود داشـــت، نویســـندگان را تشویق می‌کرد تا به جای پیروی از قواعد کلیشـــه‌ای رایج از «صدای منحصربه فردخودشـــان» بهره ببرند؛ نکته‌ای که به گفته خودش، با مرور بر گذشـــته حرفه‌ای، «شـــاید تحت تاثیر همین موج هوش مصنوعی بوده باشد.» او و دیگر ســـردبیران آن زمان یادداشتی برای نویســـندگان فرستادند و در آن تاکید کردند که در نوشتن متون نباید از هوش مصنوعی استفاده شود

و آنها را به استفاد از زاویه دید شخص اول تشویق کردند.
هوش مصنوعی بر فرایند مطالب سفارشی نیز تاثیر گذاشته است. فیلیپ پیکاردی- سردبیر یکی از نشریات تخصصی- هنگامی که در ماه می صندوق دریافت پیشنهادها را باز کرد، با حدود هزار مطلب ارسالی مواجه شد. او پس از بررسی‌های تخصصی متوجه شد که اکثر آنها با هوش مصنوعی تولید شده بودند. پیکاردی می‌گوید: «نکته کلیدی در این بود که ما در مجله به تجربه انسانی اول شخص نیاز داشتیم». از آن زمان او نویسندگان را به جسورانه‌تر نوشتن از نظر ساختار تشویق کرد و از اندیشمندانی چون میشل فوکو یا بل هاوکس که با امتناع از نوشتن حرف نخست خود با حرف بزرگ انگلیسی، زبان را به چالش کشیدند، مثال آورد. پیکاردی تاکید می‌کند: «ما به دنبال نوشتاری هستیم که هوش مصنوعی نتواند آن را بازتولید کند» یکی از بارزترین نمونه‌های سبک نوشتاری ضد چت‌بات‌ها تا به امروز، مقاله‌ای به قلم جسی مک‌گری است؛ او در مطلبی با عنوان «۵ دلیل برای دوست داشتن تابستان (بدون هوش مصنوعی)» نثری ارائه کرد، پر از غلط‌های نگارشی و پیشنهادهای ملتمسانه پی‌درپی تا ثابت کند که این مقاله را یک انسان نوشته است. مثلا نوشته است: «وقتی تابستان فرا برسد می‌توانی از حال و حوای گرفته زمستان خلاص شوی و به آفتاب زیبا پناه ببری!»
مک‌گری می‌گوید که نوشتن اشتباهات واژگانی بسیار بامزه و کمی جسورانه بود و البته بسیار سخت؛ زیرا ناچار بودم به‌طور دائم دکمه عدم اعمال سیستم تصحیح خودکار کامپیوتر را فشار دهم.
این روش تقابل با مدل زبانی هوش مصنوعی به تدریج شکل گرفته و این روزها به اوج خود رسیده است. اکنون دیگر می‌توانید در پست‌های آموزشی گزینه چگونه از شبیه به هوش مصنوعی شدن اجتناب کنید را ببینید. ری استیلر بری- بنیان‌گذار موسسه بازاریابی کتاب دی‌اس‌ال- می‌گوید: «همیشه بر محتوای روایتی اول شخص تاکید می‌کنم؛ زیرا می‌خواهم سختی‌ای که برای نوشتن مطلب تحمل شده و عرق ریخته‌شده را ببینم». او می‌افزاید که این موسسه هر ماه جلساتی را برگزار کرده و روش‌هایی که در حال گسترش است را به‌روز رسانی می‌کند تا مطمئن شود متن‌هایی که انسان‌ها تولید می‌کنند، هرگز شبیه نوشته‌های هوش مصنوعی نباشند.
در ماه آوریل، بن هورویتز- سرمایه‌گذار و کارآفرین- وقتی مزایای این سبک مقابله با هوش مصنوعی را مشاهده کرد، نرم‌افزار «سینسرلی» را ساخت و آن را «ضد دستور زبان» نامید. این ابزار به عمد در ایمیل‌ها غلط املایی باقی می‌گذارد و پیام‌ها را با عبارت «ارسال شده از آیفون من» خاتمه می‌دهد. وقتی ایمیل‌های استاندارد ارسال شده را با ایمیل‌های تولید شده توسط نرم‌افزار خود مقایسه کرد، متوجه شد، تنها ایمیل‌هایی باز شده‌اند که با حروف کوچک و غلط املایی نوشته شده بودند. هورویتز توضیح می‌دهد: «مردم اکنون عطش زیادی برای چیزهای متفاوت و فرار از یکنواختی دارند». او می‌گوید که نتیجه حاصله باعث شده است که او «واقعاً بیشتر قدر نوشته‌های خوب را بداند».
هر چند گرایش و استقبال از نوشتار خوب می‌تواند یکی از مزایای عصر نوشتن با هوش مصنوعی نیز باشد. ماه آوریل گذشته، جان وارنر- مدرس باسابقه نویسندگی- کتاب «فراتر از واژگان: چگونه در عصر هوش مصنوعی به نوشتن فکر کنیم» را منتشر و در آن استدلال کرد که هوش مصنوعی ممکن است ارزش واقعی نوشتار خوب و سبک و فرایند نگارش مطلب با ارزش را دوباره احیا کند. او می‌گوید که سال‌ها تلاش کرد تا انشای معمولی پنج‌پاراگرافی دانش‌آموزان و آنچه او آن را مزخرفات شبه‌آکادمیک می‌خواند از میان بردارد؛ همان نوع متنی که اکنون توسط هوش مصنوعی تولید می‌شود.
مدل‌های زبانی بزرگ نوعی بدگمانی جدید را نسبت به سبک نگارش و نداشتن آن ایجاد کرده است که ممکن است در کوتاه‌مدت بد نباشد. اگرچه ممکن است این موضوع باعث نگرانی نویسندگان درجه یک جهانی نشود اما برای نویسندگان درجه دو و پایین‌تر می‌تواند برای پیشرفت، انگیزه ایجاد کند تا از استفاده زیاد از هوش مصنوعی دوری کنند.
هر چند، از آنجایی که هوش مصنوعی جا پای انسان می‌گذارد و همگام با رفتارهای نوشتاری انسانی آموزش می‌بینند، ممکن است به‌زودی راه‌اندازی جنبش ضد ضد ضد ضد سبک هوش مصنوعی موردنیاز باشد. مک‌گری می‌گوید: «هر سبک نوشتاری که در پاسخ و برخلاف سبک نوشتاری هوش مصنوعی ایجاد شود، هوش مصنوعی می‌تواند آن را تقلید کند؛ پس فقط نوشتار واقعی، نوشتار خوب است»

پی‌آیندِ به زبانی دیگر

مضمون اولین زنجیره : آداب هوش مصنوعی

قسمت پنجم- بخش دوم- فصل هفتم

کتابی از : پروفسور لوچیانو فلوریدی
با ترجمه : دکتر محسن رئیس قاسم

پروفسور لوچیانو فلوریدی معروف به فیلسوف اخلاق اطلاعات، استاد آکسفورد است و مولف کتب مهم بسیاری از انقلاب چهارم گرفته تا کتابی که می‌خوانید و عموما در زمینه آداب فناوری اطلاعات

دکتر رئیس قاسم دانش‌آموخته علوم رایانه .کارشناسی دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۶۷)، ارشد صنعتی شریف (۱۳۷۰) و دکتری از دانشگاه کارلتون کانادا (۱۳۷۷) و دارای حدود سی سال سابقه کارحرفه‌ای در ایران و کانادا https://www.linkedin.com/in/mohsen-rais-ghasem-phd-3284753

سیّد ابراهیم ابطحی
استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف
پست الکترونیکی: abtahi@Sharif.edu

پیشگفتار

پی‌آیندِ به زبانی دیگر، پی‌آیند جدید ماست که با ترجمه کتاب‌هایی که مضمونی تازه از قلم فرهیختگانی نامدار را در بردارند که در انتظار نشر ترجمه تمام و کمال آنها نمی‌توان نشست و ضرورت ایجاب می‌کند با سرعت بیشتری به آنها دسترسی یافت را برایتان ترجمه و به شکل پاورقی در شماره‌های متوالی نقل می‌کنیم. گاه ما متقاضی این ترجمه‌ها هستیم مثل مورد اول و شروع این پی‌آیند، که به ترجمه کتابی از لوچیانوفلوریدی[1] فیلسوف اطلاعات اختصاص دارد که ترجمه آن را به درخواست من، دکتر محسن رئیس قاسم در کانادا

1- Luciano Floridi

انجام داده و می‌دهد و از شـــماره ۲۷۸ طی سیزده شماره آن را، و در این شماره در قسمت هفتم، فصل هفتم از بخش دوم آن را برای شما نقل می‌کنیم:
عنوان گســـترده کتاب آداب هوش مصنوعی فلوریدی که طی بالغ بر دو سال ترجمه‌ای از همه فصول آن را خواهید خواند:
اخلاق هوش مصنوعی، اصول، چالش‌ها و فرصت‌ها اســـت. عناوین دو قسمت و سیزده فصل کتاب به شرح زیر است:

قسمت اول : درک هوش مصنوعی

فصل ۱- گذشته : پیدایش هوش مصنوعی، منتشره در شماره ۲۷۸
فصل ۲- حال : هوش مصنوعی به عنوان شکل جدیدی از عاملیت، نه هوش، منتشره در شماره ۲۷۹
فصل ۳- آینده : گســـترش قابل پیش‌بینی هوش مصنوعی، منتشره در شماره ۲۸۰
قسمت دوم : ارزیابیِ هوش مصنوعی
فصل ۴- چارچوب یکپارچـــه‌ای برای مبانی اخلاقی هوش مصنوعی، منتشره در شماره ۲۸۱
فصل ۵- از اصـــول تا اعمال : تهدیدات اخلاقی نبودن، منتشـــره در شماره ۲۸۲
فصل ۶- اخلاق نرم و حکمرانی هوش مصنوعی، منتشـــره در شماره ۲۸۳
فصل ۷- نقشه آداب الگوریتم ها، منتشره در این شماره ۲۸۵
فصل ۸- راه کارهای ناپســـند : اســـتفاده نابجا از هوش مصنوعی در آسیب‌های اجتماعی
فصل ۹- راه‌کارهای پسندیده : استفاده مناسب از هوش مصنوعی در خدمت جامعه
فصل ۱۰- چگونه به جامعه خوب هوش مصنوعی برسیم: چند رهنمود
فصل ۱۱- حرکت حســـاب شده : تاثیر هوش مصنوعی روی تغییرات اقلیمی
فصل ۱۲- هوش مصنوعی و اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد
فصل ۱۳- نتیجه گیری : سبز و آبی (اخلاق دیجیتال)
بجز مقدمه کتاب که به لحاظ ســـاختاری به سیـــاق توافق ویرایشی گزارش رایانه آن را ویراســـته‌ام و موارد قلیلی از واژه‌گزینی، در دیگر موارد به احترام زحمات مترجم، همه مفروضات شـــکلی و ساختاری ایشـــان را با نقل وفادارانه در ترجمه رعایت کرده‌ام و در پایان می‌ماند ســـپاس ویژه من از مترجم فروتن این کتاب ارزشمند، که از اعضای قدیمی انجمن و دوست سالیان است.

پی آیندِ سیزده قســـمتی آدابِ هوشِ مصنـــوعیِ لوچیانو فلوریدی به روایت دکترمحسن رئیس قاسم- قسمت ۷- بخش ۲- فصل ۷

The Ethics of Artificial Intelligence
Principles, Challenges, and Opportunities
Luciano Floridi

اخلاق هوش مصنوعی
اصول، چالش‌ها و فرصت‌ها
لوچیانو فلوریدی

قسمت دوم

ارزیابی هوش مصنوعی

قســـمت دوم به بررسی ســـرفصل‌های ویـــژه اخلاق هوش مصنوعی اختصاص دارد.رویکرد مورد اســـتفاده در بررسی این ســـرفصل‌ها در قسمت اول تبیین شـــده بود؛ و می‌توان آن را ترکیبی از یک فرضیه و دو عامل دید. اولا، هوش مصنوعی شـــکل جدیدی از هوشـــمندی نیســـت، بلکه شـــکل جدیدی از کارگزاری می‌باشد. هوش مصنوعی مصنـــوعی موفقیت‌اش را مدیون تفکیک کارگزاری از هوشـــمندی و نیـــز دربرگیری این کارگزاری منفک با محیط‌هایی اســـت که دارای سازگاری فزاینده‌ای با هوش مصنوعی می‌باشند.
قسمت دوم از ده فصل تشکیل شده است که در مجموع کند و کاوی اســـت در برخی از مبرم‌ترین موضوعات مطرح در زمینه اخلاق هوش مصنوعی. فصل ۴، با ارائه چارچوب یکپارچه‌ای از مبانی اخلاقی هوش مصنوعی، بر اســـاس تجزیه‌وتحلیل مقایسه‌ای از تاثیرگذارترین موارد پیشـــنهادی از سال ۲۰۱۷، ســـالی که برای اولین بار مبانی اخلاقی برای هوش مصنوعی در نشریات پژوهشی نشر یافتند، قسمت دوم را شـــروع می‌کند. فصل ۵، به بررسی تهدیداتی که ترجمه این مبانی به دستورالعمل‌های اجرایی را به چالش می‌کشد می‌پردازد. فصل ۶، بعد از چارچـــوب اخلاقی و تهدیدات اخلاقی، به تمشیت (governance) اخلاقی هوش مصنوعی می‌پردازد. من در این بخش، به معرفی مفهوم اخلاق نـــرم (soft ethics) بـــه معنای اخلاق فراتـــر از الزامات قانونی (post-compliance) در اِعمال مبانی اخلاقی می‌پردازم.
در پی این ســـه فصـــل عمدتا نظری، قســـمت دوم توجـــه‌اش را به

پرسش‌های بیشتر کاربردی معطوف می‌کند. فصل ۷، نمایه به روز شده‌ای از مسائل اخلاقی اساسی‌ای که الگوریتم‌ها سبب می‌شوند به دست می‌دهد. در این فصل تلاش شده است بین فراگیری- در نظر گرفتن همه نوع الگوریتمی، و نه فقط آنهایی که در سیستم‌ها و برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی به کار می‌روند- و مشخص بودن تعادلی ایجاد کند. برای نمونه، در این فصل تمرکز فقط روی رباتیک و در نتیجه موارد اخلاقی ناشی از تن‌آیش (embodiment) هوش مصنوعی نیست. همان‌طور که در بخش ۸ در باب سوءاستفاده از هوش مصنوعی برای «شرارت اجتماعی» (social evil) نشان داده شده است، برخی از مشکلاتی که هم نیاز به برخورد قانونی (تمکین- com-pliance) و هم برخورد اخلاقی (اخلاق نرم) دارند، مشکلاتی ملموس و مبرم می‌باشند. با این همه، همان‌طور که در فصل ۹ در مورد هوش مصنوعی در خدمت جامعه (AI4SG - AI for social good) نشان داده شده است، هوش مصنوعی همچنین فرصت‌های بزرگی فراهم می‌آورد. هنگامی کار روی این دو فصل از آنها با «هوش مصنوعی بد» و «هوش مصنوعی خوب» یاد خواهم کرد. هوش مصنوعی در هر دو فصل شامل رباتیک می‌باشد. فصل‌های ۱۰ تا ۱۲ با تمرکز بر چگونگی بروز هوش مصنوعی در خدمت جامعه، تاثیرات مثبت و منفی هوش مصنوعی بر تغییرات آب‌وهوایی، و تناسب هوش مصنوعی برای حمایت از اهداف توسعه پایدار سازمان ملل (SDGs) به توسعه هوش مصنوعی خوب بازمی گردد. سر انجام، فصل ۱۳ قسمت دوم و کتاب را با استدلال برای پیوند جدیدی بین سبز همه زیستگاه‌های ما و آبی همه فناوری‌های رقمی ما (به ویژه هوش مصنوعی) به پایان می‌برد. این فصل خاطر نشان می‌کند که کارگزاری، از جمله شکل جدید ارائه شده توسط هوش مصنوعی، نیازمند تمشیت است؛ و تمشیت متضمن فعالیت‌های اجتماعی- سیاسی است؛ و نظام رقمی کارگزاری اجتماعی- سیاسی را نیز دستخوش دگرگونی کرده، که موضوع کتاب بعدی، سیاست اطلاعات است.

۷

نگاشت جنبه‌های اخلاقی هوش مصنوعی

۷.۰ چکیده

پیش از این در فصل‌های ۴ تا ۶، به بررسی مبانی اخلاقی، تهدیدات، و تمشیت هوش مصنوعی پرداختیم. این فصل، با تمرکز بر بحث‌های جاری در مورد اخلاق الگوریتم‌ها، به بررسی چالش‌های اخلاقی ملموس هوش مصنوعی می‌پردازد. در فصل ۸ بیشتر در مورد رباتیک خواهم گفت. پژوهش در زمینه اخلاق الگوریتم‌ها در سال‌های اخیر رشد قابل‌توجهی داشته است۲. با توجه به رشد و کاربرد تصاعدی الگوریتم‌های یادگیری ماشینی (ML) در دهه گذشته، دشواری‌های اخلاقی و راه‌حل‌های جدیدی در ارتباط با کاربرد فراگیر آنها در جامعه پدیدار شده‌اند. این فصل، برآوردی از مباحث مطرح در این زمینه را، با هدف کمک به شناسایی و تحلیل پی‌آمدهای اخلاقی الگوریتم‌ها به‌دست می‌دهد. همچنین، تجزیه‌وتحلیلی به‌روز از نگرانی‌های معرفتی و هنجاری ارائه، و رهنمودهای عملی برای سامان‌دهی طراحی، توسعه و استقرار الگوریتم ها پیشنهاد شده است

۷.۰ درآمد: تعریفی کاری از الگوریتم

اجازه دهید با یک توضیح مفهومی شروع کنم. همانند «هوش مصنوعی»، در مورد تعریف الگوریتم توافق کمی توافق کمی در منابع مربوطه وجود دارد. از این اصطلاح بیشتر برای اشاره به تعریف صوری الگوریتم به عنوان ساختاری ریاضی با «ساختار کنترل ترکیبی، محدود، انتزاعی، موثر، با بیانی موکد، برای انجام هدفی مشخص با توجه به مفروضات داده شده» استفاده می‌شود (Hill, 2014, 4). اما همچنین از آن برای برداشت‌های دامنه‌ای (domain-specific) که تمرکزشان بر پیاده‌سازی این ساختارهای ریاضی در فناوری‌هایی با کاربرد خاص می‌باشد استفاده می‌شود. در این فصل، به مسائل اخلاقی الگوریتم‌ها به عنوان سازه‌های ریاضی، به پیاده‌سازی آنها در قالب برنامه‌ها و پیکربندی‌ها (کاربردها)، و به روش‌هایی که از طریق آنها می‌توان به این مسائل پرداخت می‌پردازم۳. در این برداشت، الگوریتم‌ها به عناصری کلیدی تبدیل شده‌اند که زیربنای خدمات و زیرساخت‌های حیاتی جوامع اطلاعاتی را شکل می‌دهند. برای نمونه، سیستم‌های توصیه‌گر را در نظر بگیرید، سیستم‌هایی الگوریتمی که پیشنهاداتی را، به‌صورت روزانه، درباره موارد مورد علاقه کاربر، از جمله انتخاب آهنگ، فیلم، محصول یا حتی دوست ارائه می‌دهد (Para-schakis, 2017; Perrault et al., 2019; Milano, Taddeo, and Flo-ridi, 2020b, 2021, 2019, 2020a). هم‌زمان، مدارس و بیمارستان‌ها (Obermeyer et al., 2019; Zhou et al., 2019; Morley, Machado, et al., 2020) موسسات مالی (Lee and Floridi, 2020; Lee, Flo-ridi, and Denev, 2020; Aggarwal, 2020)، و دادگاه‌ها (Green and Chen, 2019; Yu and Du, 2019)، ارگان‌های دولتی محلی (Eu-banks 2017; Lewis, 2019)، و دولت‌های ملی (Labati et al., 2016; Hauer, 2019; Taddeo and Floridi, 2018b; Taddeo, McCutch-eon, and Floridi, 2019)، همگی به‌طور فزاینده‌ای از الگوریتم‌ها در تصمیم‌گیری‌های مهم بهره می‌برند.

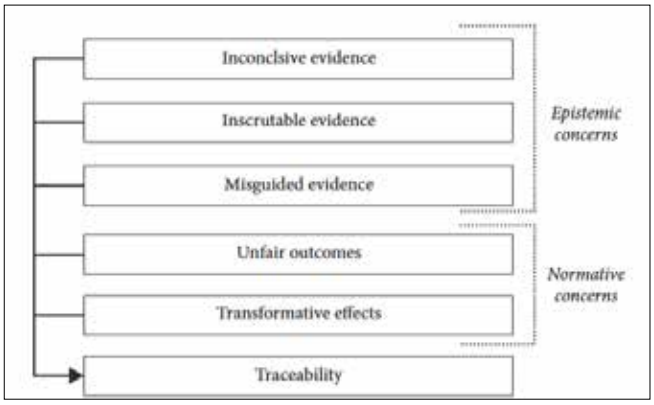
توان الگوریتم‌ها برای بهبود رفاه فردی و اجتماعی با تهدیدات اخلاقی قابل‌توجهی همراه است. همه می‌دانند که الگوریتم‌ها از نظر اخلاقی بی‌طرف نیستند. برای مثال، در نظر بگیرید که چگونه خروجی الگوریتم‌های ترجمه و موتورهای جستجو تا حد زیادی به‌عنوان عینی تصور می‌شوند، اما در واقعیت زبان مورد استفاده آنها مملو از کاربردهای جنسیتی است (Larson, 2017; Prates, Avelar, ۲۰۱۹, Lamb). همچنین سوگیری به‌طور گسترده‌ای گزارش شده است، مانند تبلیغات الگوریتمی برای فرصت‌هایی برای مشاغل پردرآمد و

۲- ببینید (Floridi and Sanders, 2004) و (Floridi, 2013) برای ارجاعات قدیمی‌تر.

۳- این رویکرد به‌کار گرفته شده در Mittelstadt et al., 2016 و Samados et al., 2021 می‌باشد

مشـــاغل در حوزه علم و فناوری که بیشتر برای مردان تبلیغ می‌شود تا زنان (Datta, Tschantz, Datta, 2015; Datta, Sen, Zick, 2016; Lambrecht, Tucker, 20). به همین منوال، الگوریتم‌های پیش‌بینانه مورد اســـتفاده در مدیریت داده‌هـــای سلامت میلیون‌هـــا بیمار در ایالات متحده، مشـــکلات موجود را تشـــدید می‌کنند، به‌گونه‌ای که بیماران سفیدپوســـت به‌طور محسوسی از بیماران سیاه‌پوست مشابه مراقبت‌های بهتری دریافت می‌کنند (Obermeyer et al., 2019). اگر چه راه‌کارهایی برای این مشـــکلات و مشکلات مشابه در دست بحث و طراحی است، تعداد سیستم‌های الگوریتمی که مشکلات اخلاقی از خود نشان می‌دهند همچنان در حال افزایش است.

در قســـمت اول کتاب دیدیم کـــه هوش مصنوعی حداقل از ســـال ۲۰۱۲ در حـــال تجربـــه «تابســـتان» جدیدی بوده اســـت. این هم از نظر پیشـــرفت‌های فنی به‌دســـت آمده و هم از نظر توجهی است که این رشته از سوی دانشـــگاهیان، سیاست‌گذاران، دست‌اندرکاران فناوری، ســـرمایه گذاران (Perrault et al., 2019) و در نتیجه عموم مردم دریافت کرده اســـت. در پی این «فصـــل» جدید از موفقیت‌ها، پژوهش‌هـــای فزاینده‌ای در مـــورد پیامدهـــای اخلاقی الگوریتم‌ها، به‌ویژه در رابطه با انصاف، پاسخ‌گویی، و شفافیت، صورت گرفته است (Lee, 2018; Hoffmann et al., 2018; Shin and Park, 2019). در ســـال ۲۰۱۶، گروه پژوهشی ما در آزمایشـــگاه اخلاق رقمی، گزارش جامعی با هدف ترسیم دورنمایی از این نگرانی‌های اخلاقی منتشـــر کرد (Mittelstadt et al., 2016). با این همه، این زمینه‌ای به ســـرعت در حال تغییر اســـت. هم مشکلات اخلاقی جدید و هم راه‌هایی برای پرداختن به آنها پدیدار شده‌اند که بهبود و به‌روزرسانی آن گزارش را ضروری می‌سازد. از سال ۲۰۱۶، زمانی که دولت‌های ملی، سازمان‌های غیردولتی و شـــرکت‌های خصوصی نقش برجســـته‌ای در گفتگوهای در مـــورد هوش مصنوعی و الگوریتم‌های «عادلانه» و «اخلاقی» پیدا کرده‌اند، کار روی اخلاق الگوریتم‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته اســـت (Sandvig et al., 2016; Binns, 2018b, 2018a; Selbst et al., 2019; Wong, 2019; Ochigame, 2019). هـــم کمیـــت و هـــم کیفیت پژوهش‌های موجود در این زمینه افزایش زیادی یافته اســـت. همه‌گیری COVID-19 هم به تشدید این موارد انجامید و هم آگاهی جهانی را در مورد آنها گسترش داد (Morley, Cowls, et al., 2020). با توجه به این تغییرات، ما دســـت به انتشـــار گزارش جدیدی زدیم (Tsamados et al., 2021)؛ همچنیـــن نـــگاه کنید بـــه (Morley et al., 2021). ایـــن گزارش، با افـــزودن نکته‌های جدید در مورد اخلاق الگوریتم‌ها، به‌روزرســـانی تجزیه‌وتحلیل اولیه، افـــزودن ارجاعات به پژوهش‌هایی که در گزارش اولیه نادیده گرفته شد بودند، و گسترش موضوعات تحلیل شـــده (از جمله AI4SG) از کار (Mittelstadt et al., 2016) فراتر می‌رود. با این همه، نقشه مفهومی ۲۰۱۶گزارش (شکل ۷.۱ را ببینید) چارچوبی پر بار برای بررسی بحث‌های جاری در مورد اخلاق الگوریتم ها، شناســـایی دشـــواری‌های اخلاقی که الگوریتم‌ها



شکل ۷.۱: نگرانی‌های شش گانه اخلاقی الگوریتم‌ها.
منبع: Mittelstadt et al. 2016

سبب می‌شوند، و بررسی راه‌کارهایی که در پژوهش‌های اخیر در این زمینه در میان گذاشـــته شده است، باقی می‌ماند. به همین دلیل، به عنوان نقطه آغازین بخش بعدی از آن استفاده شده است.

دو کار پژوهـــشی مذکـــور بنیان ایـــن فصل را شـــکل می‌دهند. در بخش‌های ۷.۳ تا ۷.۸، من فراتحلیـــلی (meta-analysis) از مباحث جاری در مـــورد اخلاق الگوریتم‌ها به‌دســـت می‌دهم و ارتباطی بین آنها و انواع دغدغه‌های اخلاقی قبلاً دیده شـــده برقرار می‌کنم. بخش ۷.۹ فصـــل را با مروری اجمالی و مقدمه‌ای برای فصل بعدی به پایان می‌رساند.

۷.۲ نگاشت اخلاق اگوریتم‌ها

از الگوریتم‌ها می‌توان در موارد زیر استفاده کرد:

۱) برای تبدیل داده‌ها به شـــواهد و دلایل (information Commissioner's Office) برای پیامدی مشخص،

۲) (۱) برای ایجـــاد انگیزه و آغاز عملی که می‌تواند دارای پیامدهای اخلاقی باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الگوریتم‌هـــای (تقریبا) خودمختـــار، مانند الگوریتم‌هـــای یادگیری ماشیـــن، می‌تواننـــد (۱ و ۲) را انجام دهند. این امر، اقدام ســـوم، را پیچیده می‌کند:

۳) برای تشـــخیص مسئولیت تاثیرات اقداماتی که الگوریتم‌ها آغازگر آنها هستند.

موارد (۱ تا ۳)، به‌ویژه برای یادگیری ماشینی که شامل معماری‌های یادگیری عمیق اســـت، جالب توجه است. سیســـتم‌های کامپیوتری کـــه از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی اســـتفاده می‌کنند را می‌توان «خودمختار» یا «نیمه خودمختار» در نظر گرفت، چرا که خروجی‌شان ناشی از داده‌های [آموزشی] است و پیامدهای‌شان نامعین.

بر این مبنا، نقشه مفهومی نشان داده شده در شکل ۷.۱ شش نگرانی اخلاقی را شناســـایی می‌کند که در مجمـــوع فضای مفهومی اخلاق الگوریتم‌ها را، به‌عنوان زمینه‌ای پژوهشی تعریف می‌کند. ســـه مورد از ایـــن نگرانی‌های اخلاقی به عوامل معرفتی اشـــاره دارند: شـــواهد

ناکافی (inconclusive)، درک ناشـــدنی (inscrutable) و گمراه‌کننده (misguided). دو مـــورد بـــه صراحت هنجاری هســـتند: پیامدهای ناعادلانه (unfair) و اثرات تحول‌آفرین (transformative). یکی، توان ردیابی (traceability)، هم به اهداف معرفتی و هم به اهداف هنجاری مربوط می‌شـــود. عوامل معرفتی مورد اشـــاره، اهمیت کیفیت و دقت داده‌ها۴ در توجیه نتایج الگوریتم‌ها را برجســـته می‌سازند. این نتایج به نوبه خود می‌توانند تصمیمات اخلاقی‌ای را شـــکل دهند که افراد، جوامع و محیط‌زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهند. دو نگرانی هنجاری در نقشه مفهومی بالا، به روشنی به تأثیر اخلاقی اقدامات و تصمیمات مبتنی بر الگوریتم، از جمله عدم شـــفافیت ناروشنی -(opacity) در فرآیندهای الگوریتمی، نتایج ناعادلانه و پیامدهای ناخواســـته اشاره دارند. نگرانی‌های معرفت‌شـــناختی و هنجـــاری- همراه با پراکندگی طراحی، توســـعه و اســـتقرار الگوریتم‌ها- ردیابی دنبالـــه رویدادها و عواملی که منجر به پیامدی مشـــخص می‌شوند را دشوار می‌کند. این دشواری، امکان شناســـایی دلایل بروز پیامدی، و در نتیجه، انتساب مســـئولیت اخلاقی برای آن را مختل می‌کند (Floridi, 2012b). این همان چیزی است که ششـــمین دغدغه اخلاقی، یعنی توان ردیابی، به آن اشاره دارد.

تاکیـــد بر این نکته اهمیت دارد که این نقشـــه مفهـــومی را می‌توان در ســـطح انتزاعی اخلاق خُرد و کلان تفسیر کرد (Floridi, 2008a). این نقشـــه، در ســـطح اخلاق خرد، به باز کردن دشواری‌های اخلاقی الگوریتم‌ها می‌پردازد. با برجســـته کردن جدایی‌ناپذیری این موارد از موارد مربوط به داده‌ها و مســـئولیت‌ها، این نقشه مفهومی همچنین ضـــرورت رویکرد کلان اخلاقی برای پرداختن بـــه اخلاق الگوریتم‌ها به‌عنوان بخشی از فضای مفهومی گســـترده‌تری، اخلاق دیجیتال، را نشان می‌دهد. من و تادئو در گذشته استدلال کرده‌ایم که:

اگرچه اخلاق داده‌ها، الگوریتم‌ها و راه‌کارها خطوط پژوهشی متمایزی را دنبال می‌کنند، این پژوهش‌ها آشکارا در هم تنیده شده‌اند ... اخلاق [رقمی] باید به کل فضای مفهومی و از این رو هر سه محور پژوهشی، حتی اگر با اولویت‌ها و مرکزیت‌هـــای متفاوت، بپردازد (Floridi and Taddeo, 2016, 4).

در ادامه این فصل، به ترتیب به هر یک از این شـــش دغدغهٔ اخلاقی خواهـــم پرداخت و تحلیلی به‌روز از منابع پژوهشی اخلاق الگوریتم‌ها (در سطح خرد)، و با هدف ارتقاء بحث اخلاق رقمی (در سطح کلان)، ارائه خواهم داد.

۷.۳ اقدامات ناموجه ناشی از شواهد ناکافی

پژوهش در مورد شـــواهد ناکافی اشـــاره بـــه الگوریتم‌های یادگیری ماشینی نامعین (non-deterministic) دارد که خروجی‌هاشان دارای ماهیتی احتمالی اســـت (James et al., 2013; Valiant, 1984). این نوع الگوریتم‌ها عموماً در شناسایی پیوند (association) و همبستگی (correlation) بیـــن متغیرها را در داده‌های داده شـــده موفقند، اما ارتباطات ســـببی (causal) را تشخیص نمی‌دهند. به این خاطر، آنها می‌توانند به ارتباط پنداری۵ منجر شوند: «یافتن الگوهایی که وجود خارجی ندارند، صرفاً به این دلیل که یافتن ارتباطاتی در هر جهت با در دست داشتن مقادیر عظیمی از داده‌ها دشوار نیست» (Boyd and Crawford, 2012, 668).

این مســـئله دردسرآفرین است چرا که الگوهای شناسایی‌شده توسط الگوریتم‌ها می‌تواند نتیجه ویژگی‌های ذاتی سیســـتم مدل‌سازی‌شده توسط داده‌ها، مجموعه داده‌ها (یعنی خود مدل و نه سیستم زیربنایی آن) یا دســـتکاری ماهرانه مجموعه داده‌ها (ویژگی‌هایی که نه ربطی به مدل دارد و نه به سیستم) باشد. این مورد پارادوکس سیمپسون۶ اســـت که زمانی روی می‌دهد که روندهای مشاهده‌شده در گروه‌های مختلـــف داده‌ها، هنگام ترکیـــب داده‌ها معکوس می‌شـــوند (Blyth, 1972). در هر دو مورد آخر، کیفیت پایین داده‌ها به شـــواهد ناکافی برای پشتیبانی از تصمیمات انسانی منجر می‌شود.

پژوهش‌هـــای اخیر این نگرانی را تقویت کرده‌اند که شـــواهد ناکافی می‌تواند به خطرات اخلاقی جدی منتهی شود. به عنوان مثال، تمرکز بر شاخص‌های غیرسببی می‌تواند توجهمان را از دلایل زیربنایی یک مشکل خاص منحرف کند (Floridi et al., 2020). حتی با استفاده از روش‌های سببی، داده‌های در دسترس همیشه دارای اطلاعات کافی برای توجیه اقـــدامی یا منصفانه کردن تصمیمی نیســـت (Olhede, 2018a; Wolfe, 2018b). کیفیت داده‌ها، از جمله، مناســـبت زمانی، کامل بودن و درســـتی مجموعه داده‌ای، پرسش‌هایی را که می‌توان با اســـتفاده از آن مجموعه داده‌ای پاسخ داد، محدود می‌کند (Olteanu et al., 2016). علاوه‌بر اینها، دریافت‌ها و اطلاعات قابل اســـتخراج از مجموعه داده‌ها، اساساً به وابسته به فرضیاتی هستند که خود فرآیند جمع‌آوری داده‌ها را هدایت کرده‌انـــد (Diakopoulos and Koliska, 2017). برای مثال، الگوریتم‌هـــای پیش‌بینی نتایج [درمان] بیماران در محیط‌های بالینی طراحی شـــده‌اند، کاملاً به داده‌های ورودی‌ای که امکان کـــمّی‌سازی آنها وجود دارد (مثلا علایـــم حیاتی و میزان موفقیـــت درمان‌های مقایســـه‌ای پیشین) متکی هســـتند. این بدان معناســـت که عوامل احســـاسی و عاطفی (مثلاً تمایل به زندگی) که تأثیرات قابل‌توجهی بر درمان بیمار دارند، نادیده گرفته می‌شوند، که از دقت پیش‌بینی‌های الگوریتمی می‌کاهد (Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019). این مثال به خوبی نشـــان می‌دهد که چگونه دستاوردهای پردازش داده‌ای الگوریتمی می‌توانند نامشخص، ناقص و مقطعی باشند (Diakopoulos and Koliska, 2017).

می‌توان رویکردی خام و اســـتقرایی (inductivist) اختیار کرد و فرض را بر این گذاشت که می‌توان از شواهد ناکافی و فاقد قطعیت اجتناب کرد به این شـــرط که الگوریتم‌ها به داده‌های کافی دسترسی داشته باشـــند، حتی اگر نتوان توضیحی ســـببی برای ایـــن نتایج ارائه داد.

۴- در مورد بحث و فلسفه کیفیت داده‌ها به Floridi and Illari, 2014 رجوع کنید.

۵- در اصل apophenia ببینید https://en.wikipedia.org/wiki/Apophenia

۶- در اصـــل Simpson's paradox ببینید https://en.wikipedia.org/wiki/Simpson%27s_paradox

امـــا، پژوهش‌های اخیـــر این دیدگاه را رد می‌کند. به‌طور مشـــخص، پژوهش‌هایی که به خطرات اخلاقی نمانگاری نژادی (racial profiling) با اســـتفاده از سیستم‌های الگوریتمی می‌پردازند،، با برجسته ساختن ایـــن واقعیت که نابرابری‌های ســـاختاری دیرینه اغلـــب در داده‌های مورد اســـتفاده الگوریتم‌ها نهادینه شده‌اند، به روشنی محدودیت‌های چنین رویکردی را نشـــان می‌دهند. این نابرابری‌ها به ندرت تصحیح می‌شـــوند و در بیشتر مواقع دست نخورده باقی می‌مانند (Hu, 2017; Turner Lee, 2018; Noble, 2018; Benjamin, 2019; Richardson, Schultz, and Crawford, 2019; Abebe et al., 2020). افزایـــش داده‌ها به خودی خود به دقت بیشتر یا بازنمایی بهتر منجر نمی‌شود. برعکس، می‌تواند با افزایش امکان پیداکردن همبستگی‌های صوری، دشـــواری‌های مربوط به شواهد غیرقطعی و ناکافی را تشدید کند. به گفته روها بنجامین (Ruha Benjamin)، «عمق محاسباتی بدون عمق تاریخی یا جامعه‌شـــناختی صرفاً یادگیری سطحی است [نه یادگیری عمیق]».[۷]

کوتاهی‌های یاد شـــده، توجیه‌پذیری خروجی‌هـــای الگوریتمی را با محدودیت‌های جدی مواجه می‌کند. اســـتنتاج‌های درجه دو می‌تواند روی افـــراد یـــا کل جمعیت تاثیـــرات منفی بگـــذارد. در مورد علوم طبیـــعی، این امر حتی می‌تواند کفـــه را به نفع یا علیه «نظریه علمی خاصی» تغییر دهـــد (Ras, van Gerven, and Haselager, 2018). به همین دلیل اســـت که اعتبارسنجی مســـتقل داده‌های ورودی به الگوریتم‌ها، و نیز کسب اطمینان از وجودکاربست‌های لازم برای حفظ و تکرارپذیری داده‌ها به منظور کاســـتن از پیامدهای اقدامات ناموجه ناشی شـــواهد ناکافی و غیرقطعی، در کنـــار فرایندهای نظارتی برای شناســـایی پیامدهای ناعادلانه و نتایج ناخواســـته، از اهمیت بسیاری برخوردار اســـت (Henderson et al., 2018; Rahwan, 2018; Davis and Marcus, 2019; Brundage et al., 2020;). خطر شواهد ناکافی و فاقد قطعیت و آموزه‌های قابل پی‌گیری نادرســـت، همچنین ناشی از تصور عینیت مکانیکی درباره تجزیه‌وتحلیل‌های رایانه‌ای می‌باشـــد (Karppi, 2018; Lee, 2018; Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019). این می‌تواند سبب شود تصمیم‌گیرندگان انسانی ارزیابی‌های مبتـــنی بر تجربیات ارزشـــمند خـــود را نادیده بگیرند- موســـوم به «سوگیری اتوماسیون[۸]» (Cummings, 2012)- یا حتی از مسئولیت خود در قبال تصمیمات اخذ شده شانه خالی کنند (به بخش ۷.۸ در زیـــر مراجعه کنیـــد) (Grote and Berens, 2020). همان‌طور که در بخش‌های ۷.۴ و ۷.۸ خواهیم دید، نداشتن درک روشنی از چگونگی تولید خروجی‌ها توسط الگوریتم‌ها، این مشکل را تشدید می‌کند.

۷.۴ ناروشنی ناشی از شواهد درک ناشدنی

شـــواهد درک ناشـــدنی به دشـــواری‌های مربوط به عدم شـــفافیت که مشـــخصه اغلـــب الگوریتم‌ها (به‌ویـــژه الگوریتم‌هـــا و مدل‌های یادگیری ماشینی) می‌باشـــد، زیرســـاخت‌های اجتماعی- فنی آنها، و تصمیماتی که می‌گیرند می‌پردازد. فقدان شـــفافیت می‌تواند به دلیل محدودیت‌های خود فناوری، ناشی از تصمیمات طراحی، و مبهم‌سازی داده‌های زیربنایی باشـــد (Lepri et al., 2018; Dahl 2018, Ananny and Crawford, 2018; Weller, 2019)، یـــا از محدودیت‌های قانونی در رابطـــه به مالکیت معنوی سرچشـــمه بگیـــرد. در هر حال، فقدان شفافیت، در بیشـــتر موارد، به فقدان بررسی موشکافانه و پاسخگویی (Oswald 2018; Webb et al., 2019) می‌انجامد، و به فقدان «قابلیت اعتماد» ختم می‌گردد (ببینید AI HLEG, 2019).

طبق مطالعات اخیـــر (Diakopoulos and Koliska, 2017; Stilgoe, 2018; Zerilli et al., 2019; Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019)، عوامل دخیل در فقدان کلی شفافیت الگوریتمی از این قرارند

- از نظر شناختی، تفسیر مدل‌ها و مجموعه‌های داده‌های الگوریتمی عظیم برای انسان‌ها ممکن نیست
- نبود ابزارهای مناســـب برای ترســـیم و ردیابی برنامه‌های رایانه‌ای بزرگ و داده‌های بســـیار ساختار برنامه‌های رایانه‌ای و داده‌ها آنچنان ضعیف است که سر در آوردن از آنها شدنی نیست و
- به‌روزرسانی‌های مداوم و تاثیرات انسانی روی مدل‌ها

عدم شفافیت همچنین یکی از ویژگی‌های ذاتی الگوریتم‌های خودآموز است که منطق تصمیم‌گیری‌شان (برای ساخت قواعد جدید) در طول فرآیند یادگیری تغییر می‌کند. بنابراین، ســـازندگان این الگوریتم‌ها برای درک دقیق چرایی برخی تغییرات مشخص با دشواری مواجه‌اند (Burrell, 2016; Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019). بـــا این حال، این‌ها لزوماً به معنی پیامدهای ناروشـــن نیست؛ سازندگان ایـــن الگوریتم‌ها حتی بدون درک هر مرحلـــه، می‌توانند فراپارامترها (hyperparameters).

- پارامترهایی که فرآیند آموزش را کنترل می‌کنند) را برای آزمایش خروجی‌های مختلف تنظیم کننـــد. (Martin, 2019)، تأکید دارد که اگرچه توضیـــح خروجی‌های الگوریتم‌های یادگیـــری ماشینی قطعاً دشوار اســـت، اما مهم است که اجازه ندهیم این دشواری‌ها انگیزه‌ای بشود برای سازمان‌ها که برای شانه خالی کردن از مسئولیت به توسعه سیستم‌های پیچیده روی آورند.

عدم شـــفافیت همچنین می‌تواند ناشی از انعطاف‌پذیری الگوریتم‌ها باشد. الگوریتم‌ها را می‌توان به صورت پیوسته، توزیع‌شده و پویا دوباره برنامه‌ریزی کـــرد (Sandvig et al., 2016)، که آنهـــا را انعطاف‌پذیر می‌کنـــد. انعطاف‌پذیری الگوریتمی به ســـازندگان اجـــازه می‌دهد تا الگوریتم‌های از قبل مستقر شده را رصد و بهبود بخشند. اما می‌توان از این ویژگی برای پاک کردن سابقه تغییرات الگوریتم‌ها سوءاستفاده کرد، که سبب ایجاد شک و تردید کاربران نهایی در مورد توانایی‌های آنها می‌گردد (Ananny and Crawford, 2018). برای مثال، الگوریتم جستجوی اصلی گوگل را در نظر بگیرید. انعطاف‌پذیری آن، شرکت را

7-https://aas.princeton.edu/news/ruha-benjamin-deep-learning-computational-depth-without-sociological-depth-superficial

۸- ببینید https://en.wikipedia.org/wiki/Automation_bias

قادر می‌سازد تا همواره تغییراتی در آن اعمال کند، که نشان‌گر نوعی بی‌ثباتی دایمی است (Sandvig et al., 2016). بدین‌خاطر، افرادی که تحت تأثیر این الگوریتم‌ها هستند، می‌باید همواره این تغییرات را رصد کرده و فهم خود از آنها را به‌روز کنند، کاری که برای اکثر افراد غیرممکن است (Ananny and Crawford, 2018).

همان‌طور که من و توریلی در گذشته اشاره کرده‌ایم، شفافیت به خودی خود یک اصل اخلاقی نیست، بلکه یک شرط اخلاقی برای ممکن ساختن یا تضعیف سایر راه‌کارها یا اصول اخلاقی است (Turilli and Floridi, 2009, 105). به عبارت دیگر، شفافیت یک ارزش ذاتی اخلاقی نیست، بلکه وسیله‌ای ارزشمند برای رسیدن به اهداف اخلاقی است. شفافیت بخشی از شرایط وجوبی رفتار اخلاقی است که من در جای دیگر آن را به‌عنوان «اخلاق‌ساخت» (infraethics) تعریف کرده‌ام (infrastructural ethics) -اخلاق زیرساختی، (Floridi, 2017a). گاهی اوقات، ناروشنی می‌تواند مفیدتر باشد. به‌عنوان مثال، می‌تواند در خدمت پوشیده نگاه داشتن آرا و تمایلات سیاسی شهروندان، یا رقابت در مزایده‌های خدمات عمومی باشد. حتی در زمینه‌های الگوریتمی، شفافیت کامل می‌تواند به خودی خود باعث مشکلات اخلاقی خاصی گردد (Ananny and Crawford, 2018). شفافیت کامل می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد ویژگی‌ها و محدودیت‌های الگوریتمی در اختیار کاربران قرار دهد، اما همچنین می‌تواند کاربران را در اطلاعات زیادی غرق کند، و سبب ناروشن شدن الگوریتم شود (Kizilcec, 2016; Ananny and Craw-ford, 2018).

پژوهشگران دیگری تأکید دارند که تمرکز بیش از حد بر شفافیت می‌تواند برای نوآوری مضر باشد و به انحراف بی‌جهت منابعی که می‌توانستند برای بالابردن ایمنی، کارکرد، و دقت به کار روند بیانجامد (Danks and London 2017, Oswald, 2018; Ananny and Crawford, 2018, Weller, 2019). اولویت دادن به شفافیت (و تبیین‌پذیری) به ویژه در زمینه الگوریتم‌های پزشکی بحث‌های زیادی برانگیخته است (Robbins, 2019). شفافیت همچنین می‌تواند به افراد امکان دستکاری و بهره‌برداری از سیستم را بدهد (Martin, 2019; Magalhães, 2018; Cowls et al., 2019). دانستن منبع یک مجموعه داده، فرضیات مورد استفاده در نمونه‌برداری، یا چگونگی مرتب‌سازی ورودی‌های جدید توسط یک الگوریتم، می‌تواند در یافتن راه‌هایی برای بهره‌برداری از آن الگوریتم مورد استفاده قرار گیرد (Szegedy et al., 2014; Yampolskiy, 2018). با این حال، توانایی دستکاری الگوریتم‌ها فقط در دسترس بخش‌های محدودی از جامعه می‌باشد (به‌ویژه کسانی که مهارت‌های رقمی پیشرفته، و منابع لازم برای استفاده از آنها را دارند)، که نوع دیگری از نابرابری‌های اجتماعی را تشکیل می‌دهد (Martin, 2019; Bambauer and Zarsky, 2018). اشتباه گرفتن شفافیت به عنوان هدفی به خودی خود- به‌جای عاملی اخلاقی (Floridi, 2017) که باید به درستی طراحی شود تا امکان اعمال روش‌های اخلاقی مبنایی را فراهم آورد- کمکی به حل مشکلات اخلاقی موجود در ارتباط با کاربرد الگوریتم‌ها نمی‌کند. در واقع، این سردرگمی می‌تواند مشکلات جدیدی بیافریند. به همین دلیل است که تشخیص و تمایز عوامل مختلفی که مانعی در راه شفافیت الگوریتم‌ها هستند، شناسایی علل آنها، و روشن کردن موارد مورد نیاز، و چگونگی پرداختن به آنها در لایه‌های مختلف سیستم‌های الگوریتمی در فراخوان شفافیت، اهمیت دارند (Diako-poulos and Koliska, 2017).

روش‌های مختلفی برای پرداختن به دشواری‌های ناشی از عدم شفافیت وجود دارد. برای مثال، (Gebru et al., 2020) پیشنهاد می‌کند که از رویه‌های مستندسازی استاندارد، شبیه آنچه در صنعت الکترونیک به‌کار می‌رود، برای برطرف کردن نسبی دشواری‌های شفافیتی ناشی از انعطاف‌پذیری الگوریتم‌ها استفاده گردد. در این رویه‌ها، «هر قطعه، صرف‌نظر از سادگی یا پیچیدگی آن، دارای برگه اطلاعاتی همراهی است که ویژگی‌های کارکردی، نتایج آزمایش، کاربرد توصیه شده، و سایر اطلاعات آن را شرح می‌دهد» (Gebru et al., 2020, 2). متاسفانه، در حال حاضر، مستندسازی‌ای که در دسترس عموم باشد برای سیستم‌های الگوریتمی رایج نیست و هیچ ساختار جاافتاده‌ای هم در مورد مستندسازی مبدا مجموعه داده‌ها نیز وجود ندارد (Arnold et al., 2019; Gebru et al., 2020).

اگرچه نورس و هنوز در حال رشد، رویکرد بالقوه امیدوارکننده دیگری برای کسب شفافیت الگوریتمی، استفاده از ابزارهای فنی برای آزمایش و ممیزی سیستم‌های الگوریتمی و تصمیم‌گیری است (Mokander and Floridi, 2021). هم آزمایش این که آیا الگوریتمی گرایش‌های منفی (مانند تبعیض ناعادلانه) از خود نشان می‌دهد، و هم ممیزی دقیق پیش‌بینی‌ها یا زنجیره تصمیم‌ها می‌تواند سطح بالایی از شفافیت را ممکن سازد (Weller, 2019; Malhotra, Kot-wal, and Dalal, 2018; Brundage et al.,2020). در این راستا، چارچوب‌های برهانی (discursive) برای کمک به کسب‌وکارها و سازمان‌های بخش دولتی برای درک تاثیرات بالقوه الگوریتم‌های ناروشن، تشویق راه‌کارهای خوب تدوین شده‌اند (ICO, 2020). به‌عنوان مثال، موسسه AI Now دانشگاه نیویورک، راهنمایی برای ارزیابی تأثیرات الگوریتمی تهیه کرده است که هدفش افزایش آگاهی و بهبود گفتگو در مورد زیان‌های بالقوه الگوریتم‌های یادگیری ماشینی است (Reisman et al., 2018). هدف از افزایش آگاهی و گفتگو، فراهم آوردن شرایط لازم برای طراحی الگوریتم‌های یادگیری ماشینی شفاف‌تر و در نتیجه قابل اعتمادتر است. همچنین، تلاش می‌شود درک عموم مردم از الگوریتم‌ها و کنترل‌شان روی آنها بهبود یابد. در همین راستا، (Diakopoulos and Koliska, 2017) فهرستی فراگیری از «عوامل شفافیت» را در سطح چهار لایه سیستم‌های الگوریتمی ارائه داده‌اند: داده، مدل، استنتاج، و واسط (interface). این عوامل، از جمله، «عدم قطعیت (مثلاً حاشیه خطا)، مناسبت

زمانی (مثلاً زمان گردآوری داده‌ها)، کامل یا ناقص بودن‌داده‌ها، روش نمونه‌گیری، یافت‌گاه (مثلاً منابـــع) و حجم (مثلاً داده‌های آموزشی مورد استفاده در یادگیری ماشین)» را در بر می‌گیرد (Diakopoulos and Koliska., 2017, 818).

هر رویه شفافیت‌ســـازی به احتمال زیاد (و در واقع از روی ضرورت) شـــامل توضیـــحی تفسیرپذیـــر (interpretable explanation) از فرآیندهای داخلی این سیســـتم‌ها می‌باشد. (Paßmann, and Fie-seler, 2019) اســـتدلال می‌کند که اگرچه عدم شفافیت ویژگی ذاتی بســـیاری از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی اســـت، اما این بدان معنا نیســـت که نمی‌توان آنها را بهبود بخشید. شرکت‌هایی مانند گوگل و آی‌بی‌ام با عرضه عمومی ابزارهایی مانند AI Explain-ability 360، AI Explainable و What-If Tool، تلاش‌هـــای خود را برای تفسیرپذیرتر و فراگیرتر کردن الگوریتم‌های یادگیری ماشینی افزایش داده‌اند. قطعاً اســـتراتژی‌ها و ابزارهای بیشـــتری ساخته خواهند شـــد. این ابزارها واسط‌های بصری تعاملی‌ای هستند که به کارشناسان هوش مصنوعی و عموم مردم امکان می‌دهند که نتایج مختلف مدل‌ها را بررسی کنند، از استدلالات مبتنی بر مورد۹ و قواعد قابل تفسیر بهره گیرند، و حتی ســـوگیری‌های ناخواسته را در مجموعه داده‌ها و مدل‌های الگوریتمی شناسایی و تاثیراتشان را کاهش دهند (Mojsilovic, 2018; Wexler, 2018). با این حال، توضیح الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، بسته به نوع توضیحات موردنظر، این واقعیت که تصمیمات در بیشـــتر موارد ماهیتی چند بعدی دارند، و این که کاربران مختلف ممکن اســـت به توضیحات متفاوتی نیاز داشـــته باشند، دارای محدودیت‌هایی هستند (Edwards and Veale, 2017; Watson et al., 2019). شناســـایی روش‌های مناسب برای ارائه توضیحات از اواخر دهه ۱۹۹۰ به عنوان یک مشـــکل شناخته شده است (Tickle et al., 1998)، اما تلاش‌های جـــاری را می‌توان به دو رویکرد اصلی تقسیم کرد: توضیحات موضوع محور و توضیحات مدل محور (Doshi-Velez and Kim, 2017; Lee, Kim, and Lizarondo, 2017; Baumer, 2017; Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019). در رویکرد اول، دقت و طول توضیحات متناســـب با کاربران و تعاملات خاص آنها با یک الگوریتم مشـــخص تنظیم می‌شـــود (برای مثال، بـــه Green and Viljoen, 2020 و مدل بازی‌مانندی که دیوید واتسون و من در Watson and Floridi, 2020 پیشـــنهاد دادیم مراجعه کنید). در رویکرد دوم، توضیحات مربوط به کل مدل است و به مخاطب آنها بستگی ندارد.

توضیح‌پذیری، به‌ویژه با توجه به ســـرعت رو به رشـــد تعداد مدل‌ها و مجموعه‌های داده‌ای متن‌باز (open-source) و به راحتی در دسترس، اهمیت بیشـــتری پیدا می‌کند. افـــراد غیرمتخصص به‌طور فزاینده‌ای در حال به‌کارگیری مدل‌های الگوریتمی پیشـــرفته‌ای هستند که به آســـانی از طریق مجموعه‌ها یا سکوهای برخطی، مانند گیت‌هاب، در دسترس‌شان هســـت، بدون این که محدودیت‌ها و ویژگی‌های آنها را به‌طور کامل درک کنند (Hutson, 2019). این امر پژوهشـــگران را بر آن داشته که بر ضرورت سرمایه‌گذاری بیشتر در آموزش عمومی برای افزایش سواد محاســـباتی و داده‌ای به منظور مقابله با پیچیدگی‌های فـــنی تاکیـــد ورزنـــد (Lepri et al., 2018). به نظر می‌رســـد چنین اقداماتی، در بلندمدت، نقشی پررنگ در حل مسایل چندلایه‌ای ناشی از الگوریتم‌های همیشه‌حاضر ایفا کند. به‌علاوه، از نرم‌افزارهای متن‌باز اغلب به‌عنوان عواملی اساسی در حل این مشکلات یاد می‌شود (Lepri et al., 2018). بنابراین، می‌تواند منجر به مداخلات الگوریتمی شـــود کـــه تلاش می‌کنند «بی‌طرف» باشـــند، اما در انجـــام این کار، خطر تثبیت شـــرایط اجتماعی موجـــود را به همراه دارنـــد (Green and Viljoen, 2020, 20) و در عیـــن حال توهم دقـــت را ایجاد می‌کنند (Karppi, 2018; Selbst et al., 2019). به همین دلایل، اســـتفاده از الگوریتم‌ها در برخی از محیط‌ها به‌طورکلی مورد سوال قرار می‌گیرد (Selbst et al., 2019; Mayson, 2019; Katell et al., 2020; Abebe et al., 2020).

۷.۵ پیش‌داوری‌های ناخواسته ناشی از شواهد گمراه‌کننده

تمرکز سازندگان سیستم‌های الگوریتمی، در درجه اول، روی این است که الگوریتم‌هاشان از پس اجرای وظایف تعریف شده برآیند. بنابراین، برای درک پدیده ســـوگیری و پیـــش‌داوری (bias) در الگوریتم‌ها و تصمیم‌گیری الگوریتمی، آشنایی با تفکری مدنظر سازندگان ضروری اســـت. برخی از پژوهشگران اشـــاره دارند که مشخصه تفکر غالب در حوزه توســـعه الگوریتم‌ها، «فرمالیســـم الگوریتـــمی»، یا پایبندی به قوانین و فرم‌های از پیش تعیین‌شـــده، می‌باشد (Green and Viljoen, 2020, 21). اگرچـــه این رویکردی مفید در کارکردهای انتزاعی و تعریف فرآیندهای تحلیلی اســـت، اما پیچیدگی‌های اجتماعی دنیای واقـــعی را نادیـــده می‌گیـــرد (Katell et al, 2020). در نتیجه، چنین رویکردی می‌توانـــد به مداخلات الگوریتمی‌ای منجر گردد که اگرچه در تلاش است که «بی‌طرف» باشند، اما در عمل خطر تحکیم شرایط اجتماعی موجود را به همراه دارد (Green and Viljoen, 2020, 20)، در حالی که توهم دقت را القا می‌کند (Karppi 2018, Selbst et al., 2019). بنابراین، اســـتفاده از الگوریتم‌هـــا در برخی موارد به‌طورکلی جای پرســـش دارد (Selbst et al., 2019; Mayson, 2019; Katell et al., 2020; Abebe et al., 2020).

برای مثـــال، تعداد روزافزونی از پژوهشـــگران اســـتفاده از ابزارهای ارزیـــابی تهدیدات مبتنی بر الگوریتم‌ها را در روندهای حقوقی به زیر ســـوال می‌برند (Berk et al., 2018; Abebe et al., 2020). برخی از پژوهشـــگران با تاکید بر محدودیت‌های روش‌هـــای انتزاعی در مورد ســـوگیری‌های ناخواسته در الگوریتم‌ها، استدلالاتی در مورد ضرورت توســـعه چارچوبی اجتماعی- فنی برای پرداختـــن و بهبود عدالت و انصاف در الگوریتم‌ها مطرح می‌کنند (Edwards and Veale, 2017; Selbst et al., 2019; Wong, 2019; Katell et al., 2020; Abebe

۹-در اصل case based reasoning ببینید https://en.wikipedia.org/wiki/Case-based_reasoning

et al., 2020). در ایـــن راســـتا، (Selbst et al., 2019, (3-60 به پنج «تله» انتزاعی یا در نظر نگرفتن زمینه‌های اجتماعی الگوریتم‌ها اشاره دارد. به دلیل نبود چارچوبی اجتمـــاعی- فنی این، تله‌ها در طراحی الگوریتم‌ها تداوم می‌یابند:

- ناتوانی در مدل‌سازی سیستمی که در پی اعمال معیاری اجتماعی، مانند انصاف و عدالت، می‌باشد.
- شکســـت در درک این که کاربرد راه‌حل‌هـــای الگوریتمی طراحی شـــده برای یک زمینه اجتماعی در زمینه اجتماعی دیگری می‌تواند گمراه‌کننده، نادرست و مضر باشد.
- ناتوانـــی در در نظر گرفتن ابعاد مختلـــف مفاهیم اجتماعی، مانند انصاف، که می‌تواند رویه‌ای، زمینه‌ای، و مناقشـــه‌انگیز باشـــد، که با ساختارهای ریاضی سازگاری ندارد.
- ناتوانـــی در درک این کـــه چگونه رفتارها و ارزش‌هـــای نهفته در سیستمی، با ورود فناوری به آن سیستم اجتماعی تغییر می‌یابند و ناتوانی در تشخیص این احتمال که شاید فناوری بهترین راه حل برای مشکلی نباشد.

واژه «ســـوگیری یا پیش‌داوری» (bias) در بیشـــتر موارد بار معنایی منفی‌ای دارد، اما در اینجا از آن برای اشاره به «کج‌روی از هنجاری» استفاده شده اســـت (Danks and London, 2017, 4692). «کج‌روی می‌تواند در هر یک از مراحل طراحی، توســـعه و اســـتقرار روی دهد. داده‌های مورد اســـتفاده در آموزش الگوریتم‌هـــا یکی از منابع اصلی بـــروز پیـــش‌داوری اســـت (Shah, 2018)، چه به واســـطه داده‌های نمونه‌گیری‌شـــده گزینـــشی و چـــه داده‌هـــایی کـــه منعکس‌کننده ســـوگیری‌های اجتماعی موجود می‌باشـــد (Diakopoulos and Koliska, 2017; Danks and London, 2017; Binns, 2018a, 2018b, Malhotra, Kotwal, and Dalal, 2018). به عنوان مثال، نابرابری‌های ساختاری و از نظر اخلاقی مسئله‌دار که برخی از گروه‌های قومی را در شرایط نابرابر قرار می‌دهد ممکن است به وضوح در داده‌ها دیده نشود و بنابراین اصلاح نگردد (Noble, 2018; Benjamin, 2019).

علاوه بر این، داده‌های مورد استفاده برای آموزش الگوریتم‌ها به ندرت «بر اســـاس طرح آزمایشی مشـــخصی» گردآوری می‌شوند (Olhede and Wolfe, 2018a, 3). آنهـــا مورد اســـتفاده قـــرار می‌گیرند، حتی اگر نادرســـت، یک‌سویه، یا به طور سیستماتیک پیش‌داورانه باشند و نمایانگر بدی از جمعیت مورد مطالعه باشند (Richardson, Schultz, and Crawford, 2019).

کنار گذاشتن برخی از متغیرهای داده‌ای هنگام آموزش سیستم‌های تصمیم‌گیـــری الگوریتـــمی می‌تواند تاثیرات این مشـــکل را کاهش دهـــد. در واقع، قوانین ضـــد تبعیض و حفاظـــت از داده‌ها، با هدف کاهش خطـــرات تبعیضات ناعادلانـــه، معمولا پـــردازش متغیرهای حســـاسیت‌برانگیز یا «محافظت‌شـــده» (مانند جنسیت یا نژاد) که از نظر آماری اهمیت دارند، را محدود یا ممنوع می‌کنند. متأسفانه، حتی اگـــر بتوان محافظت از گروه‌های اجتماعی خاصی را در یک الگوریتم کدگذاری کرد، همیشـــه امکان سوگیری‌هایی وجود دارد که از پیش در نظر گرفته نشده بودند. از این روست که مدل‌های زبانی متونی را که به شـــدت بر مردان تمرکز دارد، بازتولید می‌کنند (Fuster et al., 2017; Doshi-Velez and Kim, 2017). حتی اگر سوگیری پیش‌بینی و متغیرهای محافظت‌شـــده از داده‌ها حذف شـــده باشند، متغیرهای جایگزین (proxy) دور از انتظار می‌توانند در بازسازی آن سوگیری‌ها به کار روند؛ که به «سوگیری به واسطه جایگزین» منجر می‌شود که تشخیص و اجتناب از آن دشوار اســـت (Fuster et al., 2017; Gillis and Spiess, 2019). نمونه نوعی چنین پیشداوری‌هایی، پیش‌داوری بر مبنای کدپستی است.

با این همه، ممکن اســـت دلایل خوبی برای استفاده از تخمین‌گرهای آماری ســـوگیرانه در پردازش‌های الگوریتمی وجود داشته باشد، مثلا می‌تـــوان از آنها برای کاهش ســـوگیری داده‌های آموزشی اســـتفاده کرد. در این روش تلاش می‌شـــود، بین یک نوع سوگیری الگوریتمی دردسرساز با نوع دیگری از سوگیری الگوریتمی، یا با افزودن سوگیری جبرانی هنگام تفسیـــر خروجی‌های الگوریتمی، تعادل ایجاد شـــود (Danks and London, 2017). آزمایـــش الگوریتم‌هـــا در زمینه‌های مختلف و با مجموعه داده‌های متنوع رویکردی ســـاده‌تر برای کاهش سوگیری در داده‌ها است (Shah, 2018).

فراهـــم آوردن امکان بررسی مدل‌ها، مجموعـــه داده‌ها و فراداده‌های (خواستگاه) آنها توسط افراد بیرونی، می‌تواند به اصلاح سوگیری‌های نادیده یا ناخواسته نیز کمک کند (Shah, 2018). همچنین شایان ذکر است که داده‌های ساختگی (synthetic)، یا داده‌های تولید شده توسط هوش مصنوعی به شیوه یادگیری تقویتی یا شـــبکه‌های تقابلی مولد (GAN - Generative Adversarial Networks)، فرصت ارزشـــمندی برای پرداختن به مشـــکلات ســـوگیری در داده‌ها ارائـــه می‌دهند و همان‌طور که در فصل ۳ اشاره کردم، می‌تواند نشانه مهمی از توسعه مهم هوش مصنوعی در آینده باشـــند. تولید داده‌های منصفانه توسط شـــبکه‌های تقابلی مولد می‌تواند به ایجاد تنوع در مجموعه داده‌های مورد اســـتفاده در الگوریتم‌های بینایی رایانـــه‌ای کمک کند (Xu et al., 2018). به‌عنوان مثال، سیســـتم StyleGAN2 می‌تواند تصاویر با کیفیتی از چهره‌های انسانی موهوم تولید کند و نشان داده شده است که به‌ویژه در تولید مجموعه‌های داده‌ای متنوع از چهره‌های انســـان مفید اســـت- چیزی که بسیاری از سیستم‌های الگوریتمی تشخیص چهـــره در حال حاضر فاقد آن هســـتند (Obermeyer et al., 2019; Kortylewski et al., 2019; Harwell, 2020).

اســـتقرار (deployment) نابجای الگوریتم‌ها نیز می‌تواند سبب پدید آمدن ســـوگیری ناخواسته گردد. ســـوگیری انتقال زمینه (transfer context bias) یا ســـوگیری دردســـر آفرینی که هنگام اســـتفاده از الگوریتمی در محیطی جدید بروز می‌کند، را در نظر بگیرید. به عنوان مثال، اگر از الگوریتم مراقبت‌های بهداشتی یک بیمارستان پژوهشی

در یک کلینیک روستایی استفاده شود و فرض شود که کلینیک روستایی به همان اندازه بیمارستان پژوهشی دسترسی به منابع دارد، تصمیمات تخصیص منابع مراقبت‌های بهداشتی الگوریتم، نادرست و ناقص خواهد بود (Danks and London 2017). در همین راستا، Grgić-Hlača et al. (2018)

در مورد چرخه‌های معیوب زمانی که الگوریتم‌ها اقدام به ارزیابی‌های زنجیره‌ای نادرست می‌کنند، هشدار می‌دهند. در الگوریتم ارزیابی تهدیدات COMPAS، هنگام برآورد احتمال تکرار جرم، یکی از معیارهای مورد استفاده سابقه کیفری دوستان متهم است. از این رو، داشتن دوستانی با سابقه کیفری، چرخه معیوبی ایجاد می‌کند که در آن، متهمی که دوستان محکوم دارد، احتمال ارتکاب جرم و در نتیجه محکومیت به زندان بیشتری خواهد داشت. این امر، تعداد افراد دارای سابقه کیفری در یک گروه خاص را، صرفاً بر اساس یک همبستگی آماری، افزایش می‌دهد. (Grgić-Hlača et al. 2018; Richardson, Schultz, and Crawford 2019).

مواردی از سوگیری الگوریتمی پر سر و صدا در سال‌های اخیر - حداقل از زمان گزارش‌های افشاگرانه (Angwin et al., 2016) پیرامون سیستم COMPAS- منجر به تمرکز فزاینده‌ای بر مسایل مربوط به انصاف الگوریتمی شده است. تعریف و عملیاتی‌سازی انصاف الگوریتمی به «امری فوری در دانشگاه و صنعت» تبدیل شده است (Shin and Park, 2019)، که به افزایش قابل‌توجهی در تعداد مقالات، کارگاه‌ها و کنفرانس‌های اختصاص داده شده به «انصاف، پاسخگویی و شفافیت» (FAT - fairness, accountability, and transparency) منتهی شده است (Hoffmann et al., 2018; Ekstrand and Levy, 2018; Shin and Park, 2019). من در بخش بعدی به بررسی مباحث و مشارکت‌های کلیدی در این زمینه می‌پردازم.

۷.۶ تبعیض ناشی از شواهد ناعادلانه

در مورد نیاز به عدالت و انصاف الگوریتمی، به‌ویژه برای کاهش تهدید تبعیض‌های مستقیم و غیرمستقیم (به ترتیب «رفتار متفاوت» و «تأثیر متفاوت»، در قانون ایالات متحده) ناشی از تصمیمات الگوریتمی، توافق گسترده‌ای وجود دارد (Barocas and Selbst, 2016; Grgić-Hlača et al., 2018; Green and Chen, 2019). با این همه، بین پژوهش‌گران در مورد تعریف، ارزیابی، و هنجارهای انصاف الگوریتمی، اختلاف‌نظر وجود دارد (Gajane and Pechenizkiy, 2018; Saxena et al., 2019; Lee, 2018; Milano, Taddeo, and Floridi, 2019, 2020a). در (Wong, 2019) به بیست و یک تعریف از انصاف که در منابع پژوهشی پیدا می‌شود اشاره شده است، اما این تعاریفی اغلب با هم ناسازگار هستند (Doshi-Velez and Kim, 2017) و به نظر می‌رسد به این زودی‌ها نباید انتظار تعریفی جامع را داشت واقعیت این است که تفاوت‌های ظریف زیادی در تعریف، سنجش و کاربرد استانداردهای مختلف انصاف الگوریتمی وجود دارد. به عنوان مثال، انصاف الگوریتمی را می‌توان هم در رابطه با گروه‌ها و هم در رابطه با افراد تعریف کرد (Doshi-Velez and Kim, 2017). به همین دلیل و دلایل مشابه، به تازگی چهار تعریف اصلی از انصاف الگوریتمی توجهات زیادی را به خود جلب کرده‌اند (برای مثال، به Kleinberg, Mullainathan, and Raghavan, 2016; Corbett-Davies and Goel, 2018; Lee and Floridi, 2020 مراجعه کنید):

- ضد دسته‌بندی (anti- classification) که به مورد استفاده قرار نگرفتن رده‌بندی‌های محافظت‌شده، مانند نژاد و جنسیت، و نماینده‌هایشان (proxies) در تصمیم‌گیری‌ها اشاره دارد؛
- یکسانی دسته‌بندی (classification parity)، که یک مدل را در صورتی منصفانه می‌داند که معیارهای رایج پیش‌بینی، از جمله نرخ‌های مثبت و منفی کاذب، در بین گروه‌های محافظت‌شده برابر باشند؛
- واسنجی (calibration)، که انصاف را به‌عنوان معیاری از کیفیت واسنجی الگوریتمی بین گروه‌های محافظت‌شده در نظر می‌گیرد؛ و
- یکسانی آماری (statistical parity)، که انصاف را به عنوان برابری میانگین احتمالات برای همه اعضای گروه‌های محافظت‌شده تعریف می‌کند.

با این حال، هر یک از این تعاریف رایج از انصاف دارای اشکالاتی است و عموماً با یکدیگر ناسازگارند (Kleinberg, Mullainathan, and Raghavan, 2016). به‌عنوان مثال، در ضد دسته‌بندی، همان‌طور که در بالا ذکر شد (Gillis and Spiess, 2019)، حذف کردن ویژگی‌های محافظت‌شده مانند نژاد، جنسیت و مذهب از داده‌های آموزشی، با هدف جلوگیری از تبعیض، به سادگی ممکن نیست. نابرابری‌های ساختاری سبب می‌گردند که داده‌هایی که به خودی خود تبعیض‌آمیز نیستند، مانند کدپستی، می‌توانند به‌طور نیابتی (و به‌طور عمدی یا غیرعمدی) برای استنباط ویژگی‌های محافظت‌شده مانند نژاد عمل کنند (Edwards and Veale, 2017). به‌علاوه، در موارد مهمی، استفاده از ویژگی‌های محافظت‌شده برای تصمیم‌گیری‌های عادلانه خالی از اشکال است. به‌عنوان مثال، درصد پایین‌تر تکرار جرم برای زنان به این معنی است که حذف جنسیت به‌عنوان ورودی در الگوریتم‌های تکرار جرم، زنان را به شکل نامتناسبی در گروه‌های پرخطر قرار می‌دهد (Corbett-Davies and Goel, 2018). به همین دلیل، Binns (2018b) بر اهمیت در نظر گرفتن زمینه‌های تاریخی و جامعه‌شناختی، که امکان بازنمایی‌شان در داده‌های ورودی الگوریتم‌ها نیست، اما می‌توانند رویکردهای مناسب زمینه‌ای برای عدالت در الگوریتم‌ها را رهنمون باشند، تأکید دارد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که مدل‌های الگوریتمی اغلب می‌توانند به نتایج غیرمنتظره‌ای برسند که برخلاف شهود انسانی و سبب آشفتگی فکری است؛ (Grgić-Hlača et al., 2018). به روشنی نشان می‌دهد که چگونه استفاده از ویژگی‌هایی که مردم آنها را منصفانه می‌دانند، در برخی موارد، می‌توان سبب افزایش نژادپرستی بروز داده شده

الگوریتم‌ها و کاهش دقت شد.
(Veale and Binns, 2017) و (Katell et al., 20202020) دو رویکرد در مـورد روش‌هـای بهبود انصـاف الگوریتمی پیشـنهاد می‌کنند. رویکرد اول، مداخله شـخص ثالـثی را در نظر دارد که در آن نهادی سـوای تهیه‌کننـدگان الگوریتـم، داده‌های مربوط بـه ویژگی‌های حسـاسیت‌برانگیز یا محافظت‌شـده را در اختیار دارد. آن نهاد آنگاه تلاش می‌کند تا تبعیض‌های ناشی از داده‌ها و مدل‌ها را شناسـایی و کاهش دهد. رویکرد دوم، روش مشـارکتی دانش محوری را پیشنهاد می‌کنـد که تمرکزش بر منابع داده‌ای گروه‌های اجتماعی اسـت که دربردارنده تجربیات عملی یادگیری ماشینی و مدل‌سـازی می‌باشد. این دو رویکرد با هم تضادی ندارند؛ و بسته به زمینه‌های کاربردشان، می‌توانند مزایای متفاوتی داشته باشند، و همچنین ترکیب آنها خالی از فایده نیست.
با توجه به تاثیـرات قابل توجه تصمیمات الگوریتمی بر زندگی مردم و اهمیت زمینه در انتخاب معیارهای مناسـب برای سنجش انصاف، کمی تلاش‌ها برای جلب نظر عموم در مورد انصاف الگوریتمی تعجب برانگیـز اسـت (M. K. Lee, Kim, and Lizarondo, 2017; Saxena et al., 2019; Binns, 2018a). در پژوهـشی در مورد برداشـت‌های مـردم از تعاریف مختلف عدالت الگوریتمی، (Saxena et al., 2019,) ۳ نشـان می‌دهد که چگونه در زمینه تصمیمـات مربوط به گرفتن وام، مردم «تعریف واسـنجی انصاف» با گزینش بر مبنای شایستگی را به «برخورد مشـابه با افراد مشابه» ترجیح می‌دهند، و به هواداری از تبعیـض جبـرانی (affirmative action) می‌پردازند. در مطالعه‌ای مشـابه، (Lee, 2018) شواهدی ارائه می‌دهد حاکی از آن که در مورد وظایـفی که نیاز بـه مهارت‌های منحصربه‌فرد انسـانی دارند، مردم تصمیمـات الگوریتمی را کمتر منصفانـه و الگوریتم‌ها را کمتر قابل اعتماد می‌دانند.
در گزارشی از آزمایشـات انجام‌شده در مورد تفسیرپذیری و شفافیت الگوریتم‌ها، (Webb et al., 2019) نشان می‌دهد که ارجاعات اخلاقی، به‌ویژه در مورد انصاف، در بین شـرکت‌کنندگانی که ترجیحات خود در مـورد الگوریتم‌ها را به بحث می‌گذارند، ثابت اسـت. این مطالعه خاطرنشـان می‌کند که افراد تمایل دارند از ترجیحات شخصی خود فراتر بروند و به‌جای آن بر «رفتار درست و نادرست» تمرکز کنند؛ که نشانگر لزوم درک زمینهٔ استقرار الگوریتم، در کنار دشواری‌های درک آن و پیامدهایش می‌باشد (Webb et al., 2019). در مورد سیستم‌های توصیه‌گر، (Burke, 2017) رویکردی چند جانبه و دارای دست‌اندکاران متعدد برای تعریف انصاف پیشنهاد می‌کند که از تعاریف کاربر محور فراتر می‌رود و دربردارنده منافع سـایر دسـت‌اندکاران سیسـتم نیز می‌باشد.
روشن اسـت که درک دیدگاه عمومی در مورد عدالت الگوریتمی به متخصصـان فناوری کمک می‌کند تـا الگوریتم‌هایی با رعایت اصول انصاف توسعه دهند که با احساسات عموم مردم در مورد مفاهیم رایج عدالت همسو است (Saxena et al., (2019, 1. در نظر داشتن «دلایل قابل قبول از سـوی آنانی که بیشـترین تاثیرات منفی متوجه‌شـان اسـت» و «آمادگی برای جـرح و تعدیلات موجـه» هنگام طراحی الگوریتم‌ها از سـوی سـازندگان (Wong, 2019, 15) نقشی مهم در بهبود اثرات اجتماعی الگوریتم‌ها دارد. با این همه، توجه به این نکته که معیارهای انصاف در بیشـتر موارد کاملاً ناکافی هسـتند اهمیت دارد، به خصوص هنگامی که در پی اعتبارسـنجی مدل‌هایی هستند که در مورد گروه‌های اجتماعی‌ای به‌کار گرفته می‌شـوند که به‌دلیل خاستگاه، سـطح درآمد، یا گرایش جنسی خود در جامعه از قبل در محرومیت قرار دارند. به سادگی نمی‌توان پویایی‌های توان اقتصادی، اجتمـاعی و سیاسی موجود را «بهینه‌سـازی» کرد (Winner 1980, Benjamin 2019).

۷.۷ چالش‌های اسـتقلال و حریم خصوصی اطلاعاتی ناشی از اثرات تحول‌آفرین

اثرات جمـعی الگوریتم‌ها، به بحث‌هایی در مورد اسـتقلال کاربران نهایی دامن زده است (Ananny and Crawford 2018, Beer, 2017; Möller et al., 2018; Malhotra, Kotwal, and Dalal, 2018; Shin and Park, 2019; Hauer, 2019). خدمـات مبتـنی بـر الگوریتم‌ها به‌طور فزاینده‌ای «درون اکوسیسـتمی از مسایل پیچیده اجتماعی-فـنی» جای دارنـد (Shin and Park, 2019)، که می‌تواند سـد راه استقلال کاربران شـود. محدودیت‌های استقلال کاربران از سه منبع سرچشمه می‌شوند:

- توزیـع فراگیـر و پیش‌کنشـگری (proactivity) الگوریتم‌هـای (یادگیری) در آگاه‌سـازی در مورد گزینه‌های کاربران (Yang et al., 2018; Taddeo and Floridi, 2018a)؛
- درک محدود کاربران از الگوریتم‌ها؛
- فقـدان قدرت مرتبه دوم (یا جذابیت) بر نتایج الگوریتمی (Rubel, Castro, and Pham, 2019).

ضمن بـررسی چالش‌های اخلاقی هوش مصنـوعی، (Yang et al., 2018, 11). به «تأثیر الگوریتم‌های مسـتقل و خودآموز بر اسـتقلال فردی انسـان» اشاره کرده و تأکید دارد که «قدرت پیش‌بینی هوش مصنوعی و تشویق و ترغیب بی‌وقفه آن، حتی اگر عمدی نباشد، باید کرامت و حق تعیین سرنوشـت انسـان را تقویت کند، نه تضعیف». خطرات سیستم‌های الگوریتمی که با شکل دهی گزینه‌های کاربران، مانعی سر راه اسـتقلال انسان هستند، به‌طور گسترده در نوشته‌های پژوهـشی بررسی شـده‌اند و در اکثر اصول اخلاقی سـطح بالا برای هوش مصنوعی، از جمله اصول EGE کمیسیون اروپا و کمیته هوش مصنوعی مجلس اعیـان بریتانیا (Floridi and Cowls, 2019) جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده اسـت. پیـش از این (Floridi and Cowls, 2019)، در بـررسی این اصول سـطح بالا، اشـاره کردم این که الگوریتم‌ها از اسـتقلال افراد پشـتیبانی کنند کافی نیسـت. در

عوض، اســـتقلال الگوریتم‌ها باید محدود و برگشت‌پذیر باشد. فراتر از جوامع غربی، اصول هوش مصنوعی پکن - که توســط کنسرسیومی از شرکت‌ها و دانشگاه‌های پیشرو چین برای هدایت تحقیق و توسعه هوش مصنوعی توســعه یافته است - نیز دربردارنده مباحثی در مورد استقلال انسان می‌باشد (Roberts, Cowls, Morley, et al., 2021).

ناتوانی در درک اطلاعات یا تصمیم‌گیری‌های نیز می‌تواند اســتقلال انسان را محدود کند. به بیان شین و پارک، الگوریتم‌ها «فاقد توانشی هستند که امکان درک، یا شناسایی بهترین روش بکارگیری‌شان برای دستیابی به اهداف مشــخص را برای کاربران فراهم می‌آورد» (Shin and Park, 2019, 279). یکی از مسایل کلیدی که در مباحث مربوط به اســتقلال کاربران، دشواری ایجاد توازن مناسب بین تصمیم‌گیری خود افراد و تصمیم‌گیری‌هایی است که به الگوریتم‌ها واگذار می‌کنند. دیدیم که این مشــکل به دلیل عدم شفافیت در فرآیند تصمیم‌گیری کــه از طریق آن تصمیمات خــاص به الگوریتم‌ها واگذار می‌شــود، پیچیده‌تــر می‌گردد. (Ananny and Crawford, 2018) خاطرنشــان می‌کند که این فرآیند، در بیشــتر موارد، همه دســت‌اندرکاران را در نظر نمی‌گیرد و از نابرابری‌های ساختاری مصون نیست.

اغلب از «طراحی مشارکتی» به‌دلیل تمرکز آن بر طراحی الگوریتم‌ها با هدف ارتقای ارزش‌های کاربران و حفاظت از استقلال آنها، به‌عنوان روشی برای پژوهش و نوآوری مسئولانه (responsible research and innovation - RRI)، یاد می‌شــود (Whitman, Hsiang, and Roark 2018, Katell et al., 2020). هدف طراحی مشــارکتی «لحاظ کردن دانش ضمــنی و تجربه عینی شــرکت‌کنندگان در فرآیند طراحی» می‌باشد (Whitman, Hsiang, and Roark, 2018, 2). به‌عنوان مثال، چارچــوب مفهومی «جامعهٔ در جریان» (society-in-the-loop) (Rahwan, 2018) در پی توانمندســازی دست‌اندرکاران مختلف در جامعه برای طراحی سیســتم‌های الگوریتمی پیش از اســتقرار، و اصلاح یا معکوس کردن تصمیمات سیســتم‌های الگوریتمی اســت که از قبل زمینه‌ساز فعالیت‌های اجتماعی هستند. این چارچوب با هدف برقراری «قرارداد اجتماعی الگوریتمی» کارســازی که به‌عنوان «پیمانی بین دست‌اندرکاران مختلف انسانی، با واسطه ماشین‌ها» تعریف می‌شود، طراحی شــده است (Rahwan, 2018, 1) و این مهم را با شناسایی و حصول توافق در مورد ارزش‌های دســت‌اندرکاران مختلف تحت تاثیر سیســتم‌های الگوریتمی، به‌عنوان مبنایی برای نظارت بر پایبندی به قرارداد اجتماعی، انجام می‌دهد.

حریم خصوصی اطلاعاتی ارتباط نزدیکی با استقلال کاربر دارد (Cohen, 2000; Rossler, 2015). حریم خصوصی اطلاعاتی، آزادی فردی برای تفکر، برقراری ارتباط و ایجاد رابطه، از جمله ســایر فعالیت‌های ضروری انســانی را تضمین می‌کند (Rachels, 1975; Allen, 2011). بــا این حال، افزایش تعامل افراد با سیســتم‌های الگوریتمی، توانایی آنهــا را در کنترل این که چه کسی به اطلاعات آنها دســترسی دارد و با آن چه می‌کند، را به شــدت کاهش داده اســت. بنابراین، حجم عظیم داده‌های حســاسیت‌برانگیز به‌کار رفته در نمایه‌سازی (profiling) و پیش‌بینی‌های الگوریتمی، که بخش جدایی‌ناپذیر سیستم‌های توصیه‌گر هســتند، مســایل متعــددی را در مــورد حریم خصوصی اطلاعات فردی ایجاد می‌کنند.

نمایه‌سازی الگوریتمی در طی دوره زمانی نامحدودی صورت می‌گیرد که در آن افراد بر اساس منطق داخلی سیستمی دسته‌بندی می‌شوند. با کســب اطلاعات جدید، نمایه‌های فردی به‌روزرسانی می‌شوند. این اطلاعات معمولاً یا مستقیماً بر مبنای تعاملات فرد با سیستم مشخصی، یا به‌طور غیرمســتقیم از گروهی از افراد که به‌صورت الگوریتمی گرد آمده‌اند، اســتنباط می‌گردد (Paraschakis, 2017, 2018). در واقع، نمایه‌ســازی الگوریتمی از اطلاعات گردآوری‌شــده در مورد افراد و گروه‌های دیگری که شــبیه فرد موردنظر تشخیص داده شده‌اند، نیز اســتفاده می‌کند. این اطلاعات دربردارنده ویژگی‌هایی چون موقعیت جغرافیایی و ســن و نیز اطلاعات رفتاری و ترجیحات خاص، از جمله این که فرد در پیکرافزار (platform) خاصی بیشــتر به‌دنبال چه نوع محتوایی اســت، می‌شود (Chakraborty et al., 2019). اگرچه این به نوعی یادآور مشــکل شواهد ناکافی است، اما همچنین نشان می‌دهد که اگر حریم خصوصی گروهی (Floridi, 2014c; Taylor, Floridi, and Sloot, 2016) تضمین نشود، ممکن است افراد هرگز نتوانند خود را از فرآیند نمایه‌سازی و پیش‌بینی‌های الگوریتمی خارج کنند (Milano, Taddeo, and Floridi 2019, 2020a). به‌عبارت دیگر، حریم خصوصی اطلاعاتی فردی بدون تضمیــن حریم خصوصی گروهی (group privacy) دست‌یافتنی نیست.

شــاید کاربران همیشــه از نوع اطلاعاتی که در مــورد آنها نگهداری می‌شــود و اینکه از این اطلاعات در چه مواردی اســتفاده می‌شود، آگاهی نداشــته باشــند، یا نتوانند در مورد آن آگاهی کسب کنند. با توجه به نقش سیســتم‌های توصیه‌گر در شکل‌دهی پویای هویت‌های فردی از طریق مداخله در گزینه‌های افراد، فقدان کنترل بر اطلاعات فردی به معنای از دســت دادن استقلال اســت. فراهم آوردن امکان مشــارکت افراد در طراحی سیســتم‌های توصیه‌گر می‌تواند به ایجاد نمایه‌های دقیق‌تری کمک کند که ویژگی‌ها و گروه‌های اجتماعی‌ای را در نظــر بگیرد که در غیــر این صورت در برچســب‌گذاری مورد استفاده سیســتم برای دســته‌بندی کاربران جایی نداشتند. اگرچه بهبود نمایه الگوریتمی در همه زمینه‌ها مطلوب نیست، بهبود طراحی الگوریتم‌ها براساس پیشنهادات دست‌اندرکاران مختلف الگوریتم‌ها، با پژوهش‌های اشــاره شده در مورد RRI همگام بوده و توانایی کاربران در تعیین سرنوشت خود را بهبود می‌بخشد (Whitman, Hsiang, and Roark, 2018).

آگاهی از این که چه کسی مالک داده‌های شــخصی اســت و در چه مواردی از آنها اســتفاده می‌شــود، می‌تواند به ایجاد بده-بستان بین حریم خصــوصی اطلاعاتی و مزایای پردازش اطلاعات نیز کمک کند (Sloan and Warner, 2018, 21). برای مثال، در زمینه‌های پزشکی،

افراد تمایل بیشتری به اشـــتراک‌گذاری اطلاعاتی دارند که می‌تواند به تشـــخیص خود یـــا دیگران کمک کند. اما ایـــن موضوع در زمینه گزینش‌های شـــغلی کمتر صـــدق می‌کنـــد. (Sloan and Warner, 2018) اســـتدلال می‌کند که هنجارهای هماهنگی اطلاعات می‌تواند به تضمین انطباق صحیح این بده-بســـتان‌ها در زمینه‌های مختلف، و پرهیز از گذاشتن مسئولیت و تلاش بیش از حد بر دوش افراد کمک کند. اطلاعات شـــخصی باید در زمینه‌های اعمال قانون، در مقایســـه با فرآیند گزینش شـــغلی، به شیوه‌ای متفـــاوت جریان یابد. GDPR اتحادیه اروپا نقش مهمی در ایجاد مبانی چنین هنجارهایی ایفا کرده است (Sloan and Warner, 2018).

پژوهش‌های روز افزون اخیـــر در مورد حریم خصوصی تفاضلی (differential privacy) روش‌های جدیدی در اختیار ســـازمان‌هایی قرار می‌دهد که به‌دنبال محافظت از حریم خصوصی کاربران خود هستند و در عین حال علاقمند به حفظ کیفیت مدل و معقول نگاه داشـــتن هزینه‌ها و پیچیدگی‌های نرم‌افزاری هستند. هدف این روش‌ها برقراری توازن بین ســـودمندی و حریم خصوصی است (Abadi et al., 2016; Wang et al., 2017; Xian et al., 2017). پیشـــرفت‌های فـــنی ایـــن چنینی، ســـازمان‌ها را قادر می‌سازد تا مجموعه داده‌ای را در دسترس عموم بگذارنـــد و در عین حال اطلاعات مربوط به افراد را مخفی نگه دارند (از شناســـایی مجدد جلوگیری کنند)؛ آنها همچنین می‌توانند محافظت از حریم خصوصی در مورد داده‌های حساسیت‌برانگیز، مانند داده‌هـــای ژنتیکی، را تضمین کنند (Wang et al., 2017). به تازگی، Social Science One و فیس‌بـــوک از حریم خصوصی تفاضلی برای انتشـــار ایمن یـــکی از بزرگترین مجموعه‌هـــای داده‌ای (۳۸ میلیون URL که به‌صورت عمومی در فیس‌بوک به اشـــتراک گذاشـــته شد) برای پژوهش‌های دانشگاهی در مورد تأثیرات رسانه‌های اجتماعی در جامعه، استفاده کردند (King and Persily, 2020).

۷.۸ مسئوایت‌های اخلاقی ناشی از توان ردیابی

محدودیت‌های فنی الگوریتم‌های مختلـــف یادگیری ماشینی، مانند فقدان شـــفافیت و توضیح‌ناپذیری، وارسی آنها را دشوار کرده و لزوم رویکردهای جدید برای ردیابی مسئولیت اخلاقی و پاسخگویی در قبال عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشینی را به‌روشنی نشان می‌دهد. در مورد مســـئولیت اخلاقی، (Reddy, Cakici, and Ballestero, 2019) به کم‌رنگ شـــدن مرز بین محدودیت‌های فنی الگوریتم‌ها و مرزهای گســـترده‌تر قانونی، اخلاقی و نهادی که در آن عمل می‌کنند، اشـــاره دارند. حتی در مورد الگوریتم‌های بدون یادگیری، مفهوم‌ســـازی‌های خطی مرســـوم در مورد مســـئولیت، کارکرد محدودی در زمینه‌های اجتماعی- فنی حاضر دارند. ســـاختارهای اجتماعی- فنی گسترده‌تر، ردیابی مســـئولیت عملکرد سیستم‌های پخش‌شـــده (distributed) دربردارنده انســـان و کارگزاران مصنوعی را دشوار می‌سازد (Floridi, 2012b; Crain, 2018).

به‌علاوه، به دلیل ســـاختار و کارکرد بازارهای واســـطه‌ای داده‌ها، در بسیاری از موارد «ردیابی داده‌ای تا منبع اصلی آن» پس از معرفی آن به بازار غیرممکن است (Crain, 2018, 93). حفاظت از اسرار تجاری، بازارهای پیچیده‌ای که فرآیند جمع‌آوری داده‌ها را از فرآیند خرید و فروش «جدا» می‌کننـــد، و ترکیبی از حجم زیادی از اطلاعات تولید شده به‌صورت محاســـباتی بدون «منبع تجربی واقعی» در ترکیب با داده‌های واقـــعی، از جمله دلایل این امر می‌باشـــند (Crain, 2018, 94). پیچیدگی‌های فنی و پویـــایی الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، بـــه نگرانی‌هایی در مورد «عامـــل شـــویی» (agency laundering) برمی‌انگیزد: خطایی اخلاقی شامل دست شستن از اقدامات مشکوک اخلاقی، صرف‌نظر از این کـــه آیا این اقدامات عمدی بوده‌اند یا خیر، و انداختن گناه بـــه گردن الگوریتم‌ها اســـت (Rubel, Castro, and Pham, 2019). این کار هم توسط سازمان‌ها و هم توسط افراد انجام می‌شـــود. (Rubel, Castro, and Pham, 2019) شامل مثالی ساده و تکان‌دهنده از عامل شویی توسط فیس‌بوک می‌باشد:

تیم پروپابلیکا (ProPublica) با استفاده از سیستم خودکار فیس‌بوک، یک دسته‌بندی ایجاد شده توسط کاربران به نام «متنفر از یهودیان» با بیـــش از ۲۲۰۰ عضو پیدا کرد... برای کمک به پروپابلیکا در یافتن مخاطبان بیشـــتر (و در نتیجه خرید آگهی‌های بیشـــتر)، فیس‌بوک تعدادی دسته‌بندی اضافی پیشنهاد داد ... پروپابلیکا از این پیکرافزار برای انتخاب سایر نمایه‌هایی که دسته‌بندی‌های یهود ستیزانه داشتند اســـتفاده کرد و فیس‌بوک آگهی‌هـــای پروپابلیکا را با تغییرات جزیی تأیید کرد. هنگامی که پروپابلیکا دسته‌بندی‌های یهود ستیزانه را فاش کرد و سایر رسانه‌های خبری نیز دسته‌بندی‌های نفرت‌انگیز مشابهی را گزارش کردند، فیس‌بوک در پاســـخ توضیح داد که الگوریتم‌ها این دســـته‌بندی‌ها را بر اساس اهدافی که کاربران مشخص کرده‌اند ایجاد کرده‌اند [و] «ما هرگز چنین کاربردی را در نظر نداشتیم یا پیش‌بینی نکرده بودیم که این قابلیت به این شـــکل اســـتفاده شود». (Rubel, Castro, and Pham, 2019, 1024-5 2019)

امروزه، کوتاهی در درک اثرات ناخواسته پردازش و تجاری‌سازی انبوه داده‌های شـــخصی، که مشکلی آشـــنا در تاریخ فناوری است (Wiener, 1950, 1989; Klee, 1996; Benjamin, 2019)، بـــا توضیحـــات محدودی که اکثـــر الگوریتم‌های یادگیری ماشیـــنی ارائه می‌دهند، همراه شـــده اســـت. این رویکرد، خطر مســـئولیت گریـــزی از نوع «کامپیوتر گفت» را به همراه دارد (Karppi, 2018). این امر می‌تواند سبب گردد متخصصان میدانی، مانند دست‌اندرکاران بخش بهداشت، از به زیر ســـوال بردن پیشـــنهادات الگوریتمی، حـــتی اگر عجیب به نظرشـــان برسد، پرهیز کنند (Watson et al., 2019). تاثیرات متقابل بین متخصصان میدانی و الگوریتم‌های یادگیری ماشینی می‌تواند به «سستی‌های معرفت‌شـــناختی» (Grote and Berens) 2020، مانند

جزم‌اندیشی یا ساده‌لوحی (Hauer, 2019) بیانجامد، و سدی در راه انتساب مسئولیت در سیستم‌های پخش‌شده بشود (Floridi, 2016a). در تحلیلی، (Shah, 2018) نشان می‌دهد که چگونه می‌توان خطر کوتاهی در مسئولیت برخی از دست‌اندرکاران را، به‌عنوان مثال، با ایجاد نهادهای جداگانه برای نظارت اخلاقی بر الگوریتم‌ها، برطرف کرد. یکی از این نهادها، DeepMind Health است که هیئت بررسی مستقلی با دسترسی نامحدود (Murgia, 2018) تشکیل داد، تا این که شرکت گوگل در سال ۲۰۱۹ به فعالیت آن پایان داد. با این حال، انتظار این که یک نهاد نظارتی واحد مانند کمیته اخلاق پژوهشی یا هیئت بررسی نهادی «به تنهایی مسئول تضمین دقت، سودمندی و درستی کلان‌داده‌ها باشد» غیرواقع‌بینانه است (Lipworth et al., 2017). در واقع، برخی استدلال کرده‌اند که این ابتکارات فاقد هرگونه انسجام بوده و حتی می‌توانند به «آبی‌شویی اخلاقی» بیانجامند، که در فصل ۵ آن را به‌عنوان «اجرای اقدامات صوری در راستای ارزش‌ها و مزایای اخلاقی فرآیندها، محصولات، خدمات یا سایر کارکردهای رقمی به منظور این که از نظر اخلاقی رقمی بهتر از آنچه هستند به نظر آیند» تعریف کردیم. در مواجهه با رژیم‌های قانونی سختگیرانه، کنش‌گران کارکشته ممکن است به «واگذاری اخلاقی» روی آورند، که همان‌طور که در فصل ۵ دیدیم، در آن «فرایندها، محصولات یا خدمات» غیراخلاقی به کشورهایی با چارچوب‌ها و سازوکارهای اجرایی ضعیف‌تر صادر شده و سپس، نتایج چنین فعالیت‌های غیراخلاقی به کشور مبدا بازگردانده می‌شود.

رویکردهای مشروح زیادی پاسخگو کردن الگوریتم‌ها وجود دارد. اگرچه میزانی از مداخلات فنی برای بهبود توضیح‌پذیری الگوریتم‌های یادگیری ماشینی ضروری است، بیشتر رویکردها بر مداخلات هنجاری متمرکز هستند. به باور آنانی و کرافورد، سازندگان الگوریتم‌ها، دست کم، می‌باید اقداماتی در راستای تسهیل گفتمان عمومی در مورد فناوری خود انجام دهند (Ananny and Crawford, 2018). در پاسخ به اقدامات اخلاقی موردی (ad hoc)، پیشنهاد شده است که پاسخگویی باید در درجه اول به عنوان امری عرفی مورد توجه قرار گیرد (Dignum et al., 2018; Reddy, Cakici, and Ballestero, 2019). در راستای پُر کردن «شکاف» عرفی، و بر مبنای اصول هفت‌گانه الگوریتم‌های انجمن ماشین‌های محاسباتی (ACM)، در مقاله‌ای (Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019) مطرح می‌کنند که سازمان‌ها باید از طریق آگاهی از الگوریتم‌ها، اعتبارسنجی و آزمایش آنها، مسئولیت الگوریتم‌های خود را، صرف‌نظر از عدم شفافیت‌شان، بر عهده بگیرند (Malhotra, Kotwal, and Dalal, 2018). هنگام استقرار الگوریتم‌ها، باید عواملی چون مطلوبیت و زمینه گسترده‌تر کارکردشان را مدنظر داشت، که این همه می‌باید به «فرهنگ الگوریتمی» پاسخگوتری بیانجامد (Vedder and Naudts, 2017). برای گردآوری چنین ملاحظاتی، «مجامع و فرآیندهای تعاملی و گفتمانی» با دست‌اندرکاران مربوطه می‌تواند سودمند باشد (که توصیه Buhmann, 2019, 13,Paßmann, and Fieseler بود). در همین راستا، Binns (2018b fv) مفهوم سیاسی- فلسفی «خرد عموم» (public reason) تمرکز می‌کند. با توجه به تفاوت‌های مسئولیت دهی اقدامات الگوریتم‌ها از نظر ماهیت و دامنه در بخش‌های دولتی و خصوصی، Binns (2018b) خواستار ایجاد چارچوب مشترک عمومی‌ای می‌شود (همچنین ببینید Dignum et al., 2018). در این چارچوب، تصمیمات الگوریتمی می‌باید همان سطح از نظارت عمومی، که تصمیم‌گیری‌های انسانی دریافت می‌کنند، را دریافت کنند. چنین رویکردی توسط گروه زیادی از دیگر پژوهشگران نیز توصیه شده است (Ananny and Crawford, 2018; Blacklaws, 2018; Buhmann, Paßmann, and Fieseler, 2019).

دشواری‌های «عامل شویی» و «طفره رفتن اخلاقی»، همانطور که در فصل ۵ دیدیم، از ناکافی بودن چارچوب‌های مفهومی موجود برای ردیابی و اطلاق مسئولیت اخلاقی ناشی می‌شود. همانطور که در گذشته هنگام بررسی سیستم‌های الگوریتمی و تأثیر اقدامات آنها اشاره کرده‌ام:

ما با [اقدامات اخلاقی پخش‌شده] ناشی از تعاملات از نظر اخلاقی خنثی شبکه‌های (بالقوه ترکیبی) کارگزاران مواجهیم. به‌عبارت دیگر، چه کسی مسئول (مسئولیت اخلاقی پخش شده ...) برای [اقدامات اخلاقی پخش‌شده] است؟ (Floridi, 2016a, 2)

در آنجا، پیشنهادم این بود که مسئولیت اخلاقی کامل «به‌طور پیش‌فرض و با بالاترین ارجحیت» به تمام کارگزاران اخلاقی (مثل انسان یا مبتنی بر انسان، مانند شرکت‌ها) در شبکه که به‌طور سببی با کارکرد مشخصی در شبکه مرتبط هستند، اطلاق شود. رویکرد پیشنهادی ریشه در مفاهیم انتشار پسگرد (back-propagation) در نظریه شبکه‌ها، مسئولیت محض در علم حقوق، و دانش عمومی از منطق شناخت‌شناختی دارد. شایان ذکر است که این رویکرد، مسئولیت اخلاقی را از قصد و عمد کنشگران و از ایده مجازات و پاداش برای انجام عملی مشخص جدا می‌کند. در عوض، بر لزوم اصلاح اشتباهات (انتشار پسگرد) و بهبود عملکرد اخلاقی همه کارگزاران اخلاقی در شبکه، در راستای آنچه در قانون به عنوان مسئولیت محض شناخته می‌شود، تمرکز می‌کند.

۷.۹ فرجام: کاربرد خوب و شرورانه الگوریتم‌ها

اخلاق الگوریتم‌ها، از سال ۲۰۱۶، به موضوع محوری بحث‌هایی بین پژوهشگران، ارائه‌دهندگان فناوری، و سیاست‌گذاران تبدیل گشته است. این بحث‌ها همچنین به‌دلیل بروز به اصطلاح تابستان هوش مصنوعی (به فصل ۱ مراجعه کنید) و همگام با استفاده فراگیر الگوریتم‌های یادگیری ماشینی مورد توجه قرار گرفته‌اند. ارگان‌هایی مانند EGE کمیسیون اروپا، کمیته هوش مصنوعی مجلس اعیان

بریتانیا، گروه کارشناسی HLEGAI کمیسیون اروپا و OECD (ببینید OECD 2019)، در قالب دستورالعمل‌ها و مبانی اخلاقی ملی و بین المللی (به فصل‌های ۴ و ۶ مراجعه کنید)، به بسیاری از پرسش‌های اخلاقی تحلیل شده در این فصل و متون پژوهشی بررسی شده، پرداخته‌اند .

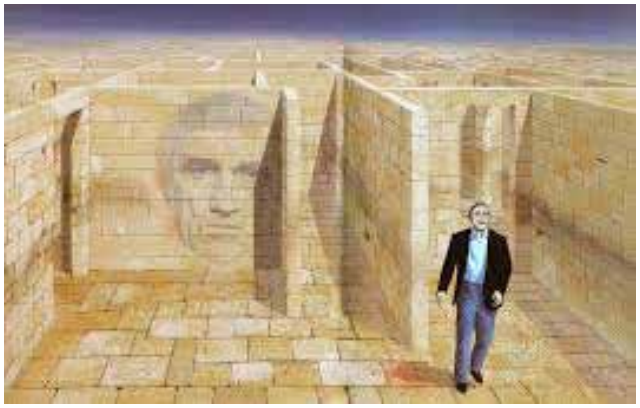
تمرکز فزاینده بر استفاده از الگوریتم‌ها، هوش مصنوعی، و فناوری‌های رقمی به‌طور گسترده‌تر برای ارائه پیامدهای مثبت اجتماعی (Hager et al., 2019; Cowls et al., 2019; Cowls et al., 2021b)، یکی از جنبه‌هایی است که اگرچه به روشنی در نقشه مفهومی اولیه به آن اشاره نشده بود، در حال تبدیل شدن به یکی از موضوعات محوری مباحث در ادبیات مربوطه است. این موضوع فصل ۸ می‌باشد. این درست است، حداقل از نظر اصولی، که هر ابتکاری که هدفش کاربرد الگوریتم‌ها برای منافع اجتماعی است باید به‌طور رضایت‌بخشی به تهدیدات شش‌گانه مورد اشاره نیز و آنهایی که در فصل ۵ دیدیم بپردازد. اما بحث رو به گسترشی نیز در مورد اصول و معیارهای تعیین‌کننده در طراحی و تمشیت الگوریتم‌ها و فناوری‌های رقمی به‌طورکلی، و به‌طور مشخص در راستای منافع اجتماعی (همان‌طور که در فصل ۴ دیدیم) در جریان است. برای کاهش تهدیدات و در عین حال استفاده از توان مثبت این فناوری‌ها تحلیل‌های اخلاقی ضرورت دارند. چنین تحلیل‌هایی در خدمت اهداف دوگانه شفاف‌سازی ماهیت تهدیدات اخلاقی و توان مثبت این الگوریتم‌ها و فناوری‌های رقمی می‌باشند. تحلیل‌های اخلاقی سپس این درک را به رهنمودهای متقن و عملی برای تمشیت طراحی و کاربرد دست‌ساخته‌های رقمی تبدیل می‌کنند. اما پیش از حرکت در راستای این جنبه‌های مثبت‌تر، درک همه جانبه این که چگونه هوش مصنوعی می‌تواند برای اهداف شیطانی و غیرقانونی استفاده شود ضروری است. این موضوع فصل بعد است ...

ادامه دارد

دومینیک آپیا نقاش سوئیسیِ فرا واقع گرابود. نقاشی‌های او سناریوهای تخیلی از شهرها، مناظر و فضاهای داخلی را به تصویر می‌کشد که عناصر آشنا مانند رویا در کنار هم قرار گرفته‌اند: یک کلیسای جامع تبدیل به ایستگاه راه‌آهن می‌شود، دریای مدیترانه از متروی پاریس فوران می‌کند و اتاقی با کودکان ناپدید شده در نقاط مختلف

تاریخ تولد: ۲۹ ژوئیه ۱۹۲۶، ژنو، سوئیس

فوت: ۸ ژانویه ۲۰۱۷، ژنو، سوئیس



نگاره یا نگاره هایی از دومنیک آپیا که در پایان هر قسمت این پی آیند، بی تکرار به شما تقدیم خواهیم کرد

هوش (دانایی) مصنوعی: راهنمایی برای انسان‌های متفکر

نویسندهٔ مقاله: هوش (دانایی) مصنوعی، مدل بزرگ زبانی، چت‌جی‌پی‌تی، جی‌پی‌تی-۵,۵

ویرایشگر: علیرضا خلیلیان، استادیار مهندسی نرم‌افزار

رایانشانی: akhalilian@gmail.com

شناسهٔ اُرکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۴۰۷۹-۷۰۳X

زین واقعه مدهوشم باهوشم و بی‌هوشم هم ناطق و خاموشم هم لوح خموشانم

«مولوی، دیوان شمس، غزلیات»

یادداشت ویرایشگر

این مقاله توسط هوش (دانایی) مصنوعی تولید شده است و ویرایشگر آن را بازخوانی، اصلاح و ویرایش کرده و شکل‌هایی به آن افزوده است. موضوع آن معرفی کتابی است با عنوان «هوش (دانایی) مصنوعی: راهنمایی برای انسان‌های متفکر» که به‌وسیلهٔ مِلانی میچِل[1] نوشته شده است. پیش از ورود به مقاله لازم است دو نکته را توضیح دهیم. نخست گذاشتن «دانایی» داخل پرانتز اشاره به پیشنهاد ویرایشگر دارد که در مقاله‌ای در شمارهٔ ۲۸۲ گزارش کامپیوتر آن را به‌جای «هوش» برای شکل فعلی فناوری هوش (دانایی) مصنوعی نهاده است. دوم این که به‌نظر می‌رسد منظور نویسنده از واژهٔ «متفکر» در عنوان کتاب دعوت به سنجشگرانه‌اندیشی[2] در مورد وضعیت فعلی فناوری هوش (دانایی) مصنوعی و پرهیز از شیفتگی یا هراس شتاب‌زده از آن است. اما ابتدا بگوییم ملانی میچل کیست.

معرفی نویسنده

ملانی میچل یکی از شناخته شده‌ترین پژوهشگران معاصر در حوزه هوش مصنوعی، علوم شناختی و سامانه‌های پیچیده است. آثار علمی و کتاب‌های او طی دو دههٔ اخیر نقش مهمی در تبیین توانایی‌ها و محدودیت‌های هوش مصنوعی برای پژوهشگران و عموم علاقه‌مندان داشته است. برخلاف بسیاری از نویسندگان کتاب‌های تخصصی هوش مصنوعی که تمرکز خود را بر الگوریتم‌ها و جنبه‌های فنی قرار می‌دهند، میچل تلاش کرده است تا تصویری واقع‌بینانه از قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و آینده هوش مصنوعی ارائه کند.

شکل ۱: تصویر ملانی میچل

میچل تحصیلات خود را در رشته علوم رایانش به پایان رساند و از شاگردان برجستهٔ داگلاس هافستادر[3]، دانشمند مشهور علوم شناختی و نویسندهٔ کتاب «گودل، اِشر و باخ: آمیزه‌ای گرانسگ و ابدی» بوده است. همکاری علمی با هافستادر تأثیری عمیق بر دیدگاه او درباره هوش، شناخت و یادگیری گذاشت. بخش مهمی از پژوهش‌های وی به این پرسش اختصاص دارد که چگونه می‌توان ماشین‌هایی ساخت

1-Melanie Mitchell

۲-Critical thinking؛ این معادل در کتاب «شفاف اندیشیدن» از نشر کرگدن دیده شد. ویرایشگر.

3-Douglas Hofstadter

که نه‌تنهـــا اطلاعات را پردازش کنند، بلکـــه بتوانند مفاهیم را درک کرده، استدلال کنند و همانند انســـان با موقعیت‌های جدید سازگار شوند.

میچل سال‌ها به‌عنوان پژوهشگر در مؤسسه‌های معتبر علمی فعالیت کرده و عضو هیئت علمی مؤسســـهٔ ســـانتافه بوده است. این مؤسسه یکی از مراکز پیشـــرو جهان در مطالعه سامانه‌های پیچیده، شبکه‌ها، هوش مصنوعی و علوم میان‌رشـــته‌ای محسوب می‌شود. پژوهش‌های او عمدتاً در مرز میان علوم رایانش، زیست‌شـــناسی، علوم‌شناختی و ریاضیات قـــرار دارد و از همین رو آثارش برای طیف گســـترده‌ای از پژوهشگران قابل استفاده است. زمینه‌های اصلی پژوهشی او عبارتند از: هـــوش مصنوعی، یادگیری ماشین، علوم‌شـــناختی، ســـامانه‌های پیچیده، الگوریتم‌های تکاملی، پردازش مفاهیم، قیاس و اســـتدلال و هوش فراگیر مصنوعی.

یکی از ویژگی‌های برجســـته فعالیت‌های علـــمی میچل، تلاش برای پاســـخ به این پرســـش بنیادی اســـت که «آیا ماشین واقعاً می‌تواند بفهمد؟». این پرســـش محور بسیاری از مقاله‌ها و کتاب‌های او بوده است. از مهمترین کتاب‌های منتشر شده توسط وی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هوش (دانایی) مصنوعی: راهنمایی برای انسان‌های متفکر
- گشتی هدفمند و برنامه‌ریزی‌شده در پیچیدگی
- مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های ژنتیک

هر یک از این آثار در زمان انتشـــار خـــود از منابع معتبر آموزشی در زمینه هوش مصنوعی و ســـامانه‌های پیچیده محسوب شده‌اند. کتاب «مقدمـــه‌ای بر الگوریتم‌های ژنتیک» ســـال‌ها به عنوان یکی از منابع اصلی درس الگوریتم‌های ژنتیک در دانشگاه‌های جهان مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین کتاب «گشتی هدفمند و برنامه‌ریزی‌شده در پیچیدگی» یکی از جامع‌ترین آثار عمومی درباره نظریهٔ پیچیدگی و سامانه‌های پیچیده به شمار می‌آید.

از دیـــدگاه علمی، میچل علاوه بر تألیف کتـــاب، مقاله‌های پژوهشی متعـــدد در مجلات و گردهمایی‌های معتبر بین‌المللی منتشـــر کرده اســـت. بسیاری از این مقاله‌ها به دلیل نگاه میان‌رشته‌ای، بارها توسط پژوهشـــگران علوم رایانش، زیست‌شـــناسی، علوم شـــناختی و حتی فلسفه ذهن استناد شده‌اند. در مجموع، جایگاه علمی ملانی میچل را می‌توان در سه محور خلاصه کرد:

- پژوهشگر برجسته در حوزه هوش مصنوعی و سامانه‌های پیچیده؛
- نویســـنده آثار مرجع برای آموزش مفاهیم هوش مصنوعی و علوم شناختی؛
- مروج نگاه انتقادی و واقع‌بینانه نسبت به توانایی‌ها و محدودیت‌های هوش مصنوعی.

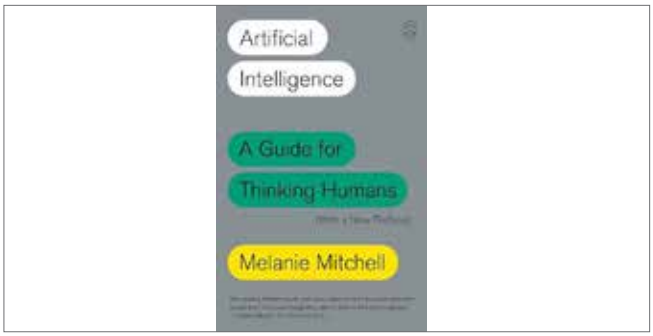
معرفی کتاب

کتاب «هوش (دانایی) مصنوعی: راهنمایی برای انســـان متفکر» یکی از شـــناخته شـــده‌ترین کتاب‌های عمومی و تخصصی در حوزه هوش مصنوعی اســـت که نخستین بار در سال ۲۰۱۹ منتشر شد و در سال ۲۰۲۵ با «پیشگفتار جدید» متناسب با تحولات سریع هوش مصنوعی مولد و مدل‌های بزرگ زبانی تجدید چاپ شـــد. این کتاب از ســـوی بسیاری از صاحب‌نظران به‌عنوان یکی از بهترین منابع برای آشـــنایی عمیق با هوش مصنوعی معرفی شده است؛ زیرا بدون گرفتار شدن در هیجان‌زدگی یا بدبینی، تصویری متوازن از دستاوردها، محدودیت‌ها و آینده این فناوری ارائه می‌دهد.

بـــرخلاف بسیـــاری از کتاب‌های آمـــوزشی که تنها بـــه الگوریتم‌ها، برنامه‌نویـــسی یا ریاضیات هـــوش مصنوعی می‌پردازنـــد، این کتاب می‌کوشد به پرسش‌های بنیادی‌تری پاسخ دهد؛ از جمله:

- هوش مصنوعی واقعاً چیست؟
- آیا ماشین‌ها «می‌فهمند» یا صرفاً الگوها را پردازش می‌کنند؟
- چرا برخی ســـامانه‌های هوش مصنوعی در انجـــام وظایف پیچیده بســـیار موفق هستند، اما در انجام کارهای ســـاده انسانی دچار خطا می‌شوند؟
- آیا دستیابی به هوش فراگیر مصنوعی امکان‌پذیر است؟

به همین دلیل، کتـــاب نه‌تنها یک معرفی فنـــاوری، بلکه تحلیلی از ماهیت «هوش» و تفاوت آن با محاسبه ماشینی نیز به شمار می‌آید.



شکل ۲: تصویر کتاب

هدف نویسنده از نگارش کتاب

ملانی میچل در مقدمه کتاب توضیح می‌دهد که هدف اصلی او، ارائه تصویـــری دقیق، علمی و واقع‌بینانه از وضعیت کنونی هوش مصنوعی اســـت. او معتقد است که در رسانه‌ها و حتی در برخی محافل علمی، دو دیدگاه افراطی درباره هوش مصنوعی وجود دارد:

- گروهی معتقدند هوش مصنوعی به‌زودی جایگزین انســـان خواهد شد؛
- گروهی دیگـــر توانایی‌های کنونی هـــوش مصنوعی را بیش از حد ناچیز می‌دانند.

نویسنده می‌کوشد میان این دو دیدگاه تعادل برقرار کند و نشان دهد که هوش مصنوعی امروز در برخی وظایف بسیار موفق است، اما هنوز با هوش انسانی فاصله قابل‌توجهی دارد. او تأکید می‌کند که ارزیابی این فناوری باید بر پایه شواهد علمی باشد، نه تبلیغات یا پیش‌بینی‌های اغراق‌آمیز.

مخاطبان کتاب

یکی از ویژگی‌های برجسته این اثر، گستردگی جامعه مخاطبان آن است. کتاب به گونه‌ای نوشته شده که افراد با پیشینه‌های مختلف بتوانند از آن استفاده کنند. مخاطبان اصلی کتاب عبارتند از: دانشجویان مهندسی و علوم رایانش، دانشجویان هوش مصنوعی و علم داده، پژوهشگران علوم‌شناختی، استادان دانشگاه، متخصصان فناوری اطلاعات، سیاست‌گذاران حوزه فناوری، علاقه‌مندان به فلسفه ذهن و اخلاق هوش مصنوعی، خوانندگان عمومی که می‌خواهند با هوش مصنوعی آشنا شوند. یکی از نقاط قوت کتاب این است که نویسنده حتی هنگام توضیح مفاهیم نسبتاً پیچیده مانند شبکه‌های عصبی عمیق، یادگیری تقویتی یا پردازش زبان طبیعی، از زبانی روان و مثال‌های قابل فهم استفاده می‌کند. ازاین‌رو، کتاب برای دانشجویان مقطع کارشناسی نیز قابل استفاده است و در عین حال برای پژوهشگران نیز نکات تحلیلی ارزشمندی دارد.

ساختار کلی کتاب

کتاب در یک پیشگفتار و پنج بخش اصلی تنظیم شده است. این پنج بخش در مجموع شامل شانزده فصل هستند و خواننده را از تاریخچه هوش مصنوعی تا مباحث پیشرفته‌ای مانند فهم، معنا، انتزاع و هوش فراگیر مصنوعی هدایت می‌کنند. ساختار کلی کتاب به شرح زیر است:

پیشگفتار: نویسنده در آغاز کتاب به فضای هیجان، نگرانی و ابهامی می‌پردازد که پیرامون هوش مصنوعی شکل گرفته است. او توضیح می‌دهد که رسانه‌ها معمولاً میان دو تصویر کاملاً متفاوت از آینده هوش مصنوعی در نوسان هستند؛ آینده‌ای آرمانی یا آینده‌ای آخرالزمانی. هدف کتاب، فاصله گرفتن از این دو نگاه و بررسی واقعیت‌های علمی است.

بخش اول: پیشینه. این بخش شامل سه فصل نخست کتاب است و به معرفی تاریخچهٔ هوش مصنوعی اختصاص دارد.

- فصل اول: ریشه‌های هوش مصنوعی. در این فصل تاریخ شکل‌گیری هوش مصنوعی از دهه ۱۹۵۰، گردهمایی دارتموث، نقش پژوهشگرانی مانند آلن تورینگ، جان مک‌کارتی، ماروین مینسکی و دیگر پیشگامان این حوزه بررسی می‌شود.
- فصل دوم: شبکه‌های عصبی و ظهور یادگیری ماشین. در این فصل تحول شبکه‌های عصبی مصنوعی، یادگیری ماشین و نقش داده‌های بزرگ در پیشرفت هوش مصنوعی تشریح می‌شود.
- فصل سوم: بهار هوش مصنوعی. نویسنده در این فصل عوامل موفقیت‌های اخیر هوش مصنوعی، افزایش قدرت پردازش، دسترسی به داده‌های عظیم و پیشرفت الگوریتم‌های یادگیری عمیق را بررسی می‌کند.

بخش دوم: دیدن و ادراک. این بخش چهار فصل دارد و به بینایی ماشین و یادگیری عمیق اختصاص یافته است.

- فصل چهارم: تشخیص اشیاء، صحنه‌ها و ادراک تصویری
- فصل پنجم: شبکه‌های هم‌آمیختی[4] و مجموعه داده مشهور ایمیج‌نت[5]
- فصل ششم: بررسی دقیق‌تر نحوه یادگیری ماشین‌ها
- فصل هفتم: اعتمادپذیری، عدالت و اخلاق در هوش مصنوعی

بخش سوم: یادگیری بازی. این بخش سه فصل را در بر می‌گیرد و در آن توضیح داده می‌شود که چگونه ماشین‌ها از طریق آزمون و خطا و دریافت پاداش، راهبردهای مناسب را فرا می‌گیرند و این روش چگونه در رباتیک، کنترل و تصمیم‌گیری به‌کار گرفته می‌شود.

- فصل هشتم: یادگیری تقویتی و پاداش
- فصل نهم: موفقیت سامانه‌هایی مانند آلفاگو[6] در بازی‌ها
- فصل دهم: کاربردهای یادگیری تقویتی فراتر از بازی

بخش چهارم: هوش مصنوعی و زبان طبیعی. این بخش سه فصل دارد و در آن نویسنده به چالش‌های پردازش زبان طبیعی، مدل‌سازی معنا و توانایی ماشین‌ها در تولید و درک زبان می‌پردازد. هر چند نسخه جدید کتاب مقدمه‌ای درباره موج مدل‌های بزرگ زبانی نیز افزوده است، ولی ساختار اصلی فصل‌ها حفظ شده است.

- فصل یازدهم: نمایش معنای واژه‌ها و مدل‌های زبانی
- فصل دوازدهم: ترجمه ماشینی و فرایند رمزگذاری و رمزگشایی
- فصل سیزدهم: سامانه‌های پرسش و پاسخ و گفت‌وگو

بخش پنجم: مانع معنا. این بخش مهمترین و فلسفی‌ترین قسمت کتاب است و سه فصل پایانی را در بر می‌گیرد. در این بخش، نویسنده استدلال می‌کند که اگرچه سامانه‌های امروزی در انجام وظایف خاص عملکردی چشمگیر دارند، اما هنوز فاقد درک عمیق، دانش عمومی و عقل سلیم، توانایی انتزاع و قیاس انسانی هستند. از دیدگاه او، این فاصله یکی از مهمترین موانع دستیابی به هوش فراگیر مصنوعی است.

- فصل چهاردهم: مفهوم «فهم» در ماشین
- فصل پانزدهم: انتزاع، دانش و قیاس در هوش مصنوعی
- فصل شانزدهم: جمع‌بندی، پرسش‌های باز و آیندهٔ هوش مصنوعی

4-Convolutional networks
5-ImageNet
6-AlphaGo

خلاصه‌ای از محتوای کتاب

تاریخچه هوش مصنوعی و سیر تحول آن

نویسنده کتاب را با این پرسش آغاز می‌کند که هوش مصنوعی چگونه متولد شد؟ او توضیح می‌دهد که اندیشه ساخت ماشین‌های هوشمند قدمتی چند صد ساله دارد، اما شکل‌گیری هوش مصنوعی به‌عنوان یک رشته علمی به گردهمایی دارتموث در سال ۱۹۵۶ بازمی‌گردد. در این گردهمایی، پژوهشگرانی مانند جان مک‌کارتی، ماروین مینسکی، کلود شانون و هربرت سایمون برای نخستین بار اصطلاح «آرتیفیشیال اینتلیجِنس»[7] را به‌کار بردند و این ایده را مطرح کردند که می‌توان رفتارهای هوشمندانه انسان را با استفاده از رایانه شبیه‌سازی کرد.

میچل سپس روند تاریخی پیشرفت این حوزه را بررسی می‌کند. در دهه‌های نخست، پژوهشگران بر این باور بودند که اگر قوانین منطقی و نمادهای کافی در اختیار ماشین قرار گیرد، رایانه قادر خواهد بود همانند انسان استدلال کند. این رویکرد که به «هوش مصنوعی نمادین» مشهور است، موفقیت‌هایی در حل مسایل ریاضی و بازی‌هایی مانند شطرنج به‌دست آورد، اما در مواجهه با مسایل واقعی و پیچیده با محدودیت‌های جدی روبه‌رو شد.

در ادامه، نویسنده به دوره‌ای اشاره می‌کند که به «زمستان هوش مصنوعی» مشهور است؛ دوره‌ای که به دلیل تحقق نیافتن وعده‌های اولیه، سرمایه‌گذاری‌ها و حمایت‌های علمی کاهش یافت. با این حال، پیشرفت سخت‌افزار، افزایش توان پردازشی رایانه‌ها، ظهور اینترنت و تولید حجم عظیمی از داده‌ها، زمینه را برای احیای دوباره این رشته فراهم کرد.

از دیدگاه نویسنده، مهمترین تحول در تاریخ هوش مصنوعی، گذار از برنامه‌نویسی مبتنی بر قوانین به یادگیری از داده‌ها است. در این رویکرد جدید، به جای آن که برنامه‌نویس همه قوانین را به ماشین آموزش دهد، الگوریتم‌ها از طریق مشاهدهٔ نمونه‌های فراوان، الگوهای موجود در داده‌ها را استخراج می‌کنند. این تغییر بن‌انگاره، زمینه‌ساز موفقیت‌های بزرگ یادگیری ماشین و یادگیری عمیق شد.

پیام اصلی نویسنده در این بخش آن است که پیشرفت هوش مصنوعی نتیجه یک مسیر خطی نبوده، بلکه حاصل دهه‌ها آزمون و خطا، شکست و نوآوری است. او تاکید می‌کند که شناخت تاریخ این حوزه برای درک واقع‌بینانه توانایی‌ها و محدودیت‌های آن ضروری است.

یادگیری ماشین و یادگیری عمیق؛ موتور محرک هوش مصنوعی امروز

در بخش دوم، نویسنده به معرفی فناوری‌هایی می‌پردازد که امروزه بیشترین سهم را در موفقیت هوش مصنوعی دارند؛ یعنی یادگیری ماشین و یادگیری عمیق. به اعتقاد میچل، تفاوت اصلی سامانه‌های هوشمند امروزی با نسل‌های نخست هوش مصنوعی در این است که ماشین‌ها دیگر تنها مجری دستورالعمل‌های برنامه‌نویس نیستند، بلکه قادرند از داده‌ها بیاموزند. هرچه داده‌های آموزشی بیشتر و متنوع‌تر باشند، دقت مدل نیز افزایش می‌یابد.

نویسنده سپس شبکه‌های عصبی مصنوعی را معرفی می‌کند و توضیح می‌دهد که این شبکه‌ها با الهام از ساختار نورون‌های مغز انسان طراحی شده‌اند، هر چند شباهت آنها با مغز بسیار محدود است. او تأکید می‌کند که بسیاری از رسانه‌ها در بیان این شباهت دچار اغراق شده‌اند.

یکی از مثال‌های مهم کتاب، پروژهٔ ایمِیجِنت است. نویسنده نشان می‌دهد که چگونه در اختیار داشتن میلیون‌ها تصویر برچسب‌خورده و استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق، انقلابی در بینایی ماشین ایجاد کرد و دقت سامانه‌های تشخیص تصویر را به میزان چشمگیری افزایش داد.

نمونه دیگری که در کتاب بررسی می‌شود، سامانهٔ آلفاگو از شرکت دیپ‌مایند[8] است. این سامانه توانست قهرمان جهانی بازی گو را شکست دهد؛ موفقیتی که سال‌ها غیرممکن تصور می‌شد. با این حال، میچل توضیح می‌دهد که موفقیت آلفاگو به معنای برخورداری آن از هوش فراگیر نیست، بلکه نتیجهٔ آموزش بسیار گسترده در یک مسئله کاملاً مشخص است.

از دیدگاه نویسنده، یکی از بزرگترین کژفهمی‌ها درباره هوش مصنوعی این است که مردم موفقیت در یک وظیفه خاص را با «هوشمندی فراگیر و عمومی» اشتباه می‌گیرند. ماشینی که در تشخیص تصاویر یا بازی گو عملکرد فوق‌العاده‌ای دارد، ممکن است در انجام ساده‌ترین وظایف روزمره که برای یک کودک آسان است، ناتوان باشد.

پیام اصلی این بخش آن است که موفقیت‌های کنونی هوش مصنوعی عمدتاً حاصل قدرت یادگیری آماری از داده‌های عظیم است، نه نتیجه دستیابی ماشین به درک واقعی از جهان.

کاربردهای هوش مصنوعی در بینایی، بازی و پردازش زبان

در ادامه، نویسنده کاربردهای مهم هوش مصنوعی را بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه فناوری‌های یادگیری ماشین در حوزه‌های مختلف به‌کار گرفته شده‌اند.

در زمینه بینایی ماشین، کتاب توضیح می‌دهد که رایانه‌ها می‌توانند اشیاء، چهره‌ها و الگوهای تصویری را با دقت بسیار بالا شناسایی کنند. این فناوری در خودروهای خودران، تصویربرداری پزشکی، سامانه‌های امنیتی و رباتیک کاربرد گسترده‌ای یافته است. با این حال، نویسنده مثال‌هایی ارائه می‌کند که نشان می‌دهد تغییرهای بسیار کوچک در تصویر می‌تواند موجب خطاهای عجیب در عملکرد سامانه شود.

در بخش مربوط به یادگیری تقویتی، کتاب توضیح می‌دهد که ماشین‌ها چگونه از طریق آزمون و خطا و دریافت پاداش، راهبردهای مناسب را فرا می‌گیرند. موفقیت آلفاگو نمونه‌ای از این نوع یادگیری است، اما نویسنده یادآور می‌شود که چنین سامانه‌هایی معمولاً در

7-Artificial Intelligence

8-DeepMind

محیط‌های کاملاً تعریف‌شده و دارای قوانین ثابت آموزش می‌بینند و انتقال دانش آنها به مسایل جدید بسیار دشوار است.
یکی از جذاب‌ترین بخش‌های کتاب به پردازش زبان طبیعی اختصاص دارد. نویسنده توضیح می‌دهد که چگونه رایانه‌ها متن را به نمایش‌های عددی تبدیل می‌کنند، روابط میان واژه‌ها را می‌آموزند و در ترجمه ماشینی، خلاصه‌سازی یا پاسخ به پرسش‌ها از این دانش استفاده می‌کنند. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، او تأکید می‌کند که تولید متن روان لزوماً به معنای فهم واقعی زبان نیست.
در این بخش، نویسنده بارها تفاوت میان تشخیص الگو و درک معنا را برجسته می‌کند. از نظر او، بسیاری از سامانه‌های موفق امروزی بیش از آن که «معنا» را بفهمند، در شناسایی الگوهای آماری مهارت دارند.
پیام اصلی این بخش آن است که کاربردهای کنونی هوش مصنوعی بسیار گسترده و ارزشمند هستند، اما نباید این موفقیت‌ها را با هوش انسانی یکسان دانست.

محدودیت‌های بنیادین هوش مصنوعی

این بخش، مهمترین و متمایزکننده‌ترین قسمت کتاب است. برخلاف بسیاری از آثار که تنها بر موفقیت‌های هوش مصنوعی تأکید دارند، ملانی میچل توجه خود را به محدودیت‌های بنیادین این فناوری معطوف می‌کند.
به اعتقاد او، مهمترین ضعف سامانه‌های کنونی، نبود دانش عمومی و عقل سلیم است. انسان از دوران کودکی مجموعه عظیمی از دانسته‌های بدیهی را درباره جهان کسب می‌کند؛ دانسته‌هایی که در تصمیم‌گیری‌های روزمره نقش اساسی دارند. برای مثال، انسان می‌داند که اگر لیوان واژگون شود، آب روی زمین می‌ریزد یا اگر جسمی از ارتفاع رها شود، سقوط خواهد کرد. این نوع دانش برای ماشین‌ها بسیار دشوار است.
نویسنده همچنین مفهوم شکنندگی را مطرح می‌کند. بسیاری از سامانه‌های هوش مصنوعی در شرایطی که اندکی با داده‌های آموزشی متفاوت باشد، عملکرد خود را از دست می‌دهند. در حالی که انسان می‌تواند دانش خود را به موقعیت‌های جدید تعمیم دهد، ماشین‌ها اغلب در انتقال آموخته‌های خود به مسایل جدید ناتوان هستند.
میچل همچنین به مسئلهٔ گرایه[9] در داده‌ها می‌پردازد و توضیح می‌دهد که اگر داده‌های آموزشی دارای تبعیض یا خطا باشند، سامانه هوشمند نیز همان گرایه‌ها را بازتولید خواهد کرد. بنابراین، توسعه هوش مصنوعی صرفاً یک مسئله فنی نیست، بلکه ابعاد اجتماعی و اخلاقی نیز دارد.
پیام اصلی این بخش این است که هنوز فاصله قابل‌توجهی میان سامانه‌های هوشمند کنونی و هوش انسانی وجود دارد و نباید توانایی ماشین در انجام وظایف خاص را با فهم، آگاهی یا استدلال انسانی اشتباه گرفت.

آینده هوش مصنوعی و پیام نهایی کتاب

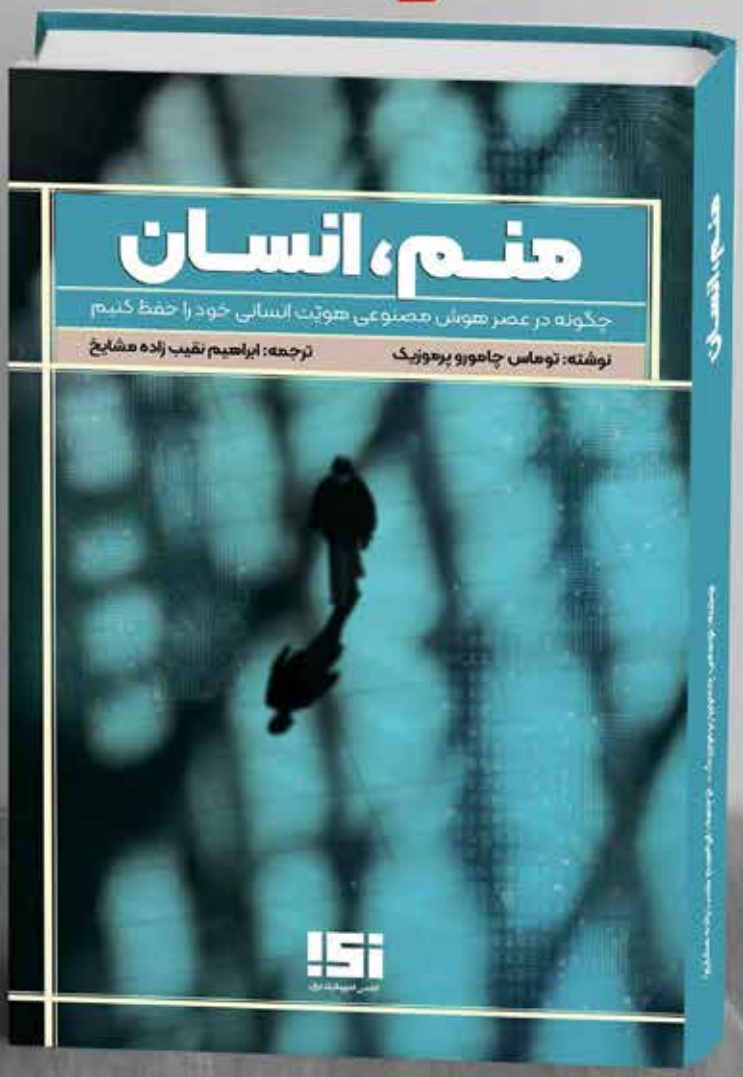
در بخش پایانی، نویسنده به آینده هوش مصنوعی و امکان دستیابی به هوش فراگیر مصنوعی می‌پردازد. او معتقد است که اگرچه پیشرفت‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده‌اند، اما هنوز شواهد کافی برای نزدیک بودن به هوش فراگیر مصنوعی وجود ندارد.
از دیدگاه میچل، تحقق هوش فراگیر مستلزم حل مسایلی مانند درک معنا، انتزاع، استدلال، دانش عمومی و عقل سلیم و یادگیری انعطاف‌پذیر است؛ مسایلی که هنوز پاسخ روشنی برای آنها وجود ندارد. او پیشنهاد می‌کند که پژوهشگران به جای تمرکز صرف بر افزایش اندازه مدل‌ها یا حجم داده‌ها، باید به دنبال نظریه‌های عمیق‌تری درباره ماهیت هوش باشند.
پیام نهایی کتاب آن است که هوش مصنوعی یکی از مهمترین فناوری‌های قرن بیست‌ویکم است و می‌تواند در پزشکی، آموزش، صنعت، حمل‌ونقل و علوم مختلف تحولات بزرگی ایجاد کند؛ اما بهره‌برداری مسئولانه از این فناوری مستلزم شناخت دقیق قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن است. نویسنده خواننده را به نگاهی سنجشگرانه و علمی دعوت می‌کند و یادآور می‌شود که آینده هوش مصنوعی نه با تبلیغات و پیش‌بینی‌های اغراق‌آمیز، بلکه با پژوهش‌های بنیادی، همکاری میان‌رشته‌ای و توسعه مسئولانه رقم خواهد خورد.

9-Bias

از انتشارات

انجمن انفورماتیک ایران

منتشر شد!



تهیهٔ کتاب از دفتر
انجمن انفورماتیک ایران
۰۲۱-۶۶۴۱۲۸۶۱

انتشار شمارهٔ ۴۱ مجلهٔ علوم رایانشی

شـمارهٔ ۴۱ مجلهٔ علوم رایانشی، نشـریهٔ علمی انجمن انفورماتیک ایران، در تابستان ۱۴۰۵ منتشر شد. در این شماره، ۷ مقاله به چاپ رسیده است که عنوان و چکیدهٔ آن‌ها برای اطلاع خوانندگان گزارش کامپیوتر در زیر آمده اسـت. متن کامل مقـالات از طریق وبگاه مجلّهٔ علوم رایانشی به نشـانی csj.isi.org.ir در دسترس علاقه‌مندان قراردارد

پیش‌بینی نقص نرم‌افزار با استفاده از یادگیری ماشین ترکیبی خودکار و تکامل ویژگی تطبیقی: رویکردی نوین با دقت و توضیح‌پذیری بالا

ابوالفضل دیباجی، احسان ناظرفرد، امیرکلباسی، علیرضا باقری

چکیده

پیش‌بینی نقص نرم‌افزار یکی از موضوعات مهم در مهندسی نرم‌افزار اسـت که به بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌های توسعه کمک می‌کند. در این پژوهـش، روشی به‌نام یادگیری ماشیـن ترکیبی خودکار با تکامل ویژگی تطبیقی معرفی شده که با ترکیب پیش‌پردازش داده‌ها شامل حذف ویژگی‌های بی‌واریانس، پر کردن مقادیر گمشده با میانه و نرمال‌سازی، تکامل پویای ویژگی‌ها، متعادل‌سازی پیشرفته با -Ne arMiss، بهینه‌سـازی چند-هدفه بـا Optuna، و ایجاد مدل گروهی جدید، دقـت و توضیح‌پذیری را در پیش‌بینی نقـص نرم‌افزار بهبود می‌بخشـد. این روش روی مجموعه داده KC1 از مخزن PROMISE ناسـا آزمایش شده و با تولید یازده ویژگی تطبیقی شامل نسبت‌های متریک، ترکیب‌هـای تعاملی، و تبدیل‌هـای لگاریتمی، و همچنین متعادل‌سـازی کلاس‌ها، به صحت ۹۶/۹ درصد، معیار F1 برابر ۹۶/۸ درصد، یادآوری ۹۳/۸ درصد، و AUC برابر ۹۷/۲ درصد دسـت یافته اسـت. تحلیل توضیح‌پذیـری با SHAP TreeExplainer نشـان داد که ویژگی‌های تعـداد خطوط کد (loc) و معیـار t نقش کلیدی در پیش‌بینی‌ها دارند. مقایسه با مدل‌های پایه (مانند رگرسیون لجستیک و جنگل تصادفی) و چندین مطالعه پیشین نشان‌دهنده برتری روش پیشـنهادی در صحت و بهبود قابل‌توجه در معیار یادآوری است که برای شناسایی نقص‌های واقعی اهمیت دارد. این روش با ارائه پایداری بالا در اعتبارسـنجی ده‌تایی، توضیح‌پذیری قوی، و بهبود معیارهای کلیدی مانند یادآوری، رویکردی جامع برای پیش‌بینی نقص نرم‌افزار ارائـه می‌دهد و می‌توانـد در کاربردهای صنعـتی و پژوهشی مورد استفاده قرار گیرد.

مقایسه عملکرد الگوریتم‌های DQN و Double DQN در محیط‌های یادگیری تقویتی با منابع محدود

سما نوری وراغولی، کاویان گچ کار، سینا صمدی قره‌ورن، کیمیا شیرینی

چکیده

یادگیری تقویتی عمیق طی سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از رویکردهای پیشـرفته در حل مسـائل تصمیم‌گیری پیچیده مطرح شده است و توانسـته در حوزه‌هایی مانند بازی‌های ویدئـویی، رباتیک و کنترل خودکار عملکردی چشمگیر نشـان دهد. با این حال، بررسی کارایی این الگوریتم‌ها در محیط‌هایی با منابع محاسباتی محدود کمتر مورد توجه قرار گرفته اسـت. در این مقالـه، دو الگوریتم مطرح الگوریتم یادگیری تقویتی عمیق شـامل شبکه کیو عمیق Deep Q-Network (DQN) و شـبکه کیو عمیـق دوگانه مورد مقایسـه و ارزیابی قرار گرفتند. هر دو الگوریتم با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی هم‌آمیختی (CNN) و در محیط ساده و کم منبع گوگل کولَب پیاده‌سازی شدند. آزمایش‌هـا بر روی بازی Breakout انجام شـد و بـا تنظیم حداقلی ابرپارامترهـا، عملکرد هر الگوریتم تحلیل گردید. نتایج نشـان دادند که شـبکه کیو عمیق دوگانه در برخی شبیه‌سازی‌ها دقت و پایداری بیشتری دارد، در حالی که vanilla DQN با وجود سادگی ساختار خود، همچنـان کارایی قابل‌قبولی ارائه می‌دهد. به‌طورکلی، می‌توان نتیجه گرفت که در محیط‌های با محدودیت منابع، اسـتفاده از رویکردهای

ساده‌تر الگوریتم یادگیری تقویتی عمیق می‌تواند گزینه‌ای بهینه‌تر و کارآمدتر باشد.

تفکر رایانشی به‌مثابه پلی میان علوم رایانه و ریاضیات

پویا کریمی، ابوالفضل رفیع‌پور

چکیده

تفکـــر رایانشی در دو دهۀ اخیر به‌عنوان یکی از مفاهیم بنیادین علوم رایانه، جایگاهی محوری در توســـعۀ فناوری‌های نوین یافته اســـت. این مفهوم که در ایده‌های سیمور پاپرت ریشـــه دارد و توسط جنت وینگ به‌صورت نظام‌مند مطرح شـــد، فراتـــر از مهارت برنامه‌نویسی، رویکردی شـــناختی برای تحلیل و حل مسائل پیچیده در حوزه‌های مختلف علمی و اجتماعی تلقی می‌شود. با وجود گسترش پژوهش‌ها، مرور ادبیات نشـــان می‌دهد که شـــکاف قابل‌توجهی میان بنیان‌های نظری علوم رایانه مانند طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها، نظریه محاسبه، کلان‌داده، محاســـبات موازی و هوش مصنوعی و کاربردهای آموزشی آن در ریاضیـــات وجـــود دارد. پژوهش‌هـــای فنی عمدتاً بر توســـعۀ چارچوب‌هـــای محاســـباتی متمرکز بوده‌اند، در حـــالی که مطالعات آموزشی بیشتر بر ابزارهایی نظیر برنامه نویسی اسکرچ، پایتون و لوگو یا تلفیق سطحی تفکر رایانشی در برنامه‌های درسی تمرکز داشته‌اند. مطالعه حاضر یک مقاله مروری است که با هدف پر کردن این شکاف، به بررسی جایگاه تفکر رایانـــشی در علوم رایانه و تبیین ظرفیت‌های آن در آموزش ریاضی می‌پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهد که ریاضیات، به‌واســـطۀ تأکید بر الگوریتم، تجرید و بازنمایی، بستری طبیعی برای پـــرورش تفکر رایانشی فراهم می‌کنـــد و ادغام اصول فنی علوم رایانه در آموزش ریاضی می‌تواند درک عمیق‌تر مفاهیم، توسعۀ مهارت‌های حل مسئله، و ارتقای خلاقیت و تفکر انتقادی دانش‌آموزان را به همراه داشته باشـــد. در نهایت، این مقاله بر ضرورت طراحی چارچوب‌های میان‌رشته‌ای تأکید می‌کند که بر پایه‌ی بنیان‌های اصیل علوم رایانه اســـتوار بوده و در عین حال متناســـب با نیازهای آموزشی به‌ویژه در سطح متوســـطه طراحی شوند. بدین‌ترتیب، پرورش تفکر رایانشی در آموزش ریاضی نه‌تنها به بهبود یادگیری منجر خواهد شد، بلکه نقشی کلیدی در آماده‌سازی نسل آینده برای مواجهه با چالش‌های پیچیده عصر دیجیتال ایفا خواهد کرد.

کشف تقلب در کارت‌های اعتباری با استخراج ویژگی از شبکه عصبی و طبقه‌بندی تقویت گرادیان سبک وزن

مائده نصیری، ابوالفضل تاری مرزآباد

چکیده

بـــا افزایـــش اســـتفاده از کارت‌های اعتبـــاری، تشـــخیص خودکار تراکنش‌های متقلبانه اهمیت بیشتری یافته است. در این پژوهش، دو مدل ترکیبی مبتنی بر شـــبکه عصبی پیچشی و پرسپترون چندلایه برای اســـتخراج ویژگی به‌کار گرفته شـــد و ویژگی‌های استخراج‌شده بـــه الگوریتم تقویت گرادیان ســـبک‌وزن منتقل گردید. برای انتخاب بهترین لایه، پنج معیار کمّی شامل شاخص‌های کالینسکی- هاراباز، دیویس- بولدین، اطلاعـــات متقابل، میزان افزونگی و ابعاد لایه برای همه لایه‌ها محاسبه و لایه بهینه براساس میانگین نرمال‌شده معیارها تعیین شد. نتایج نشان داد مدل‌های ترکیبی عملکرد بهتری نسبت به مدل منفرد دارند و مدل مبتنی بر شبکه پیچشی بیشترین کارایی را ارائه کرده است. این مدل موجب افزایش امتیازF1، کاهش قابل‌توجه خطای مثبت کاذب و افزایش اندک خطای منفی کاذب شـــد؛ اما این افزایش در برابر کاهش محســـوس خطای مثبت کاذب قابل پذیرش بوده و تعادل میان دقت و بازیابی را حفظ می‌کند. آزمون ویلکاکسون تفاوت عملکرد را از نظر آماری معنادار نشـــان نداد، با این حال بهبود معیارهـــای عملکردی اهمیت اســـتفاده از مدل ترکیـــبی مبتنی بر شبکه هم‌آمیختی را در ســـناریوهای واقعی تشخیص تقلب برجسته می‌ســـازد. تحلیل SHAP نیز نشـــان داد ویژگی دوم استخراج‌شده از شبکه هم‌آمیختی بیشترین نقش را داشته و تحت تأثیر متغیر «مقدار تراکنش» شکل گرفته است.

کارایی ســـازوکار توجه در شبکه‌های عصبی عمیق برای پیش‌بینی قیمت سهام: شواهد تجربی از بورس تهران

رامین خوچیانی، یونس نادمی، مجید ابتیاع

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی کارایی ســـازوکار توجه در ســـاختار ترکیبی شبکه‌های CNN و BiLSTM برای پیش‌بینی قیمت سهام بورس تهران اســـت. در مدل پیشنهادی (CNN-BiLSTM-Attention) ابتـــدا با لایه‌های هم‌آمیخـــتی ویژگی‌های غیرخطی محلی استخراج می‌شوند و سپس با BiLSTM به‌صورت دوطرفه پردازش می‌شوند. ســـازوکار توجه نیز به‌صورت خودکار به بخش‌های مهم توالی قیمتی وزن‌دهی می‌کند. داده‌های تجربی شـــامل قیمت‌ها و شاخص‌های تکنیکی پنج ســـهم منتخب (فولاد، فملی، وبملت، فارس، خودرو) در بورس تهران در بازه ۱۴۰۰/۱/۱ تا ۱۴۰۴/۵/۱۵ (مجموعاً ۹۲۹ رکورد برای آموزش و آزمون) اســـتفاده شد. داده‌ها به صورت ۸۰ درصد برای آموزش و ۲۰ درصد برای آزمون تقسیم شدند. نتایج کلیدی نشان داد مدل CNN-BiLSTM-Attention در مقایسه با سایر مدل‌های مرجع به‌طور معنی‌داری دقت پیش‌بینی بالاتری ارائه می‌کند. در میانگین عملکرد برای پنج سهم منتخب، مدل پیشـــنهادی در معیار RMSE به مقـــدار ۰/۰۳۵ و در معیار MAPE به مقدار ۰/۰۴۶ دســـت یافت، در حالی که بهترین مدل

مرجـــع (CNN-LSTM) به‌ترتیب مقادیـــر ۰/۰۵۲ برای RMSE و ۰/۰۶۶ بـــرای MAPE را ثبت کرد. این بهبـــود دقت که در معیار ضریب تعیین () نیز آشـــکار اســـت (رسیدن به میانگین ۰/۸۶۵ در برابـــر ۰/۸۰۳ در مدل مرجع)، اثربخشی هم‌کردار هم‌آمیختی، BiLSTM و ســـازوکار توجه را تأیید می‌کنـــد. اگر چه پیچیدگی محاسباتی این ساختار نسبتاً بیشتر است، اما دقت بسیار بالاتر در پیش‌بینی قیمت‌های سهام، آن را برای کاربردهای سرمایه‌گذاری در بورس تهران مفید می‌ســـازد. این پژوهش نخستین مطالعه‌ای است که سازوکار توجه را در پیش‌بینی قیمت سهام بورس تهران به‌کار گرفته و یافته‌ها نشـــان می‌دهد مدل پیشنهادی می‌تواند به ابزاری کارآمد برای تحلیلگران و معامله‌گران تبدیل شود.

پیش‌بیـــــنی بیدرنگ نقـــص نرم‌افزار بـــا یادگیری چندوجهی مبتنی بر مبدّل‌ها

سمیرا کرامت طلاتپه، محمدرضا ابراهیمی دیشابی، حامد پزشکی، حلیمه مددی

چکیده

در دنیای توســـعه نرم‌افزار، که ســـامانه‌های پیچیـــده در چرخه‌های «یکپارچه‌سازی مداوم/ اســـتقرار مداوم»[1] تکامل می‌یابند، پیش‌بینی بیدرنگ نقص‌ها به چالشی اســـاسی بدل شـــده است. این توانمندی افزون بر کاهش هزینه‌های نگهداری، ریســـک‌های عملیاتی را کاهش داده و کیفیت نرم‌افزار را بهبود می دهد. رویکردهای سنتی پیش‌بینی نقص عموماً بر روش‌های آماری ساده یا شبکه‌های عصبی پیشرفته و تخصصی مانند CNN و LSTM متکی هستند و با محدودیت‌هایی چون تأخیر پردازشی، ناتوانی در پردازش داده‌های بیدرنگ و تمرکز بیشتر بر داده‌های تک‌وجهی به جای ساختارهای چندوجهی مواجه هستند. در محیط‌هـــای پویای CI/CD، این رویکردها کارایی کافی نداشـــته و غالباً به‌صورت برون‌خط عمل می‌کنند و در نتیجه تشخیص زودهنگام نقص‌ها با محدودیت مواجه می‌شـــود. ایـــن پژوهش روشی مبتنی بر یادگیـــری چندوجهی با معماری مبدّل ارائـــه می‌دهد که پیش‌بینی بیدرنگ نقص‌های نرم‌افزاری را بهبود می‌بخشـــد. روش پیشنهادی با بهره‌گیری از داده‌های ناهمگن شـــامل کد منبع، تاریخچه تغییرات، پیام‌های کامیت، معیارهای کد و رخدادهای اجرایی و با اســـتفاده از رمزگذارهای تخصصی و همجوشی تطبیقی مبتنی بر توجه، الگوهای پیچیده را اســـتخراج می‌کند. نتایج آزمایش‌های تجربی روی مخازن کد واقعی نشان‌دهنده کاهش تاخیر زمانی به ۲۳ میلی‌ثانیه می‌باشد کـــه با نیازمندی سیســـتم بیدرنگ (کاهش تاخیـــر و کاهش مصرف انرژی) ســـازگار می‌باشـــد. همچنین میزان فراخوانی ۰/۷۵ که بیانگر افزایش ســـه درصدی معیار فراخوانی نســـبت به مدل‌های تک‌وجهی و پنج درصدی آن نســـبت به مدل‌های شـــبکه‌های عصبی پیشرفته می‌باشد، نشان‌دهنده بهبود مناسبی در عملکرد مدل پیش‌بینی نقص نرم‌افزار می‌باشد.

1- Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD)

نحوه تعامل مخاطبان بازی‌هـــای رایانه‌ای با بررسی دستگاه‌های ورودی و خروجی در یونیتی

امیرحسین اردلان

چکیده

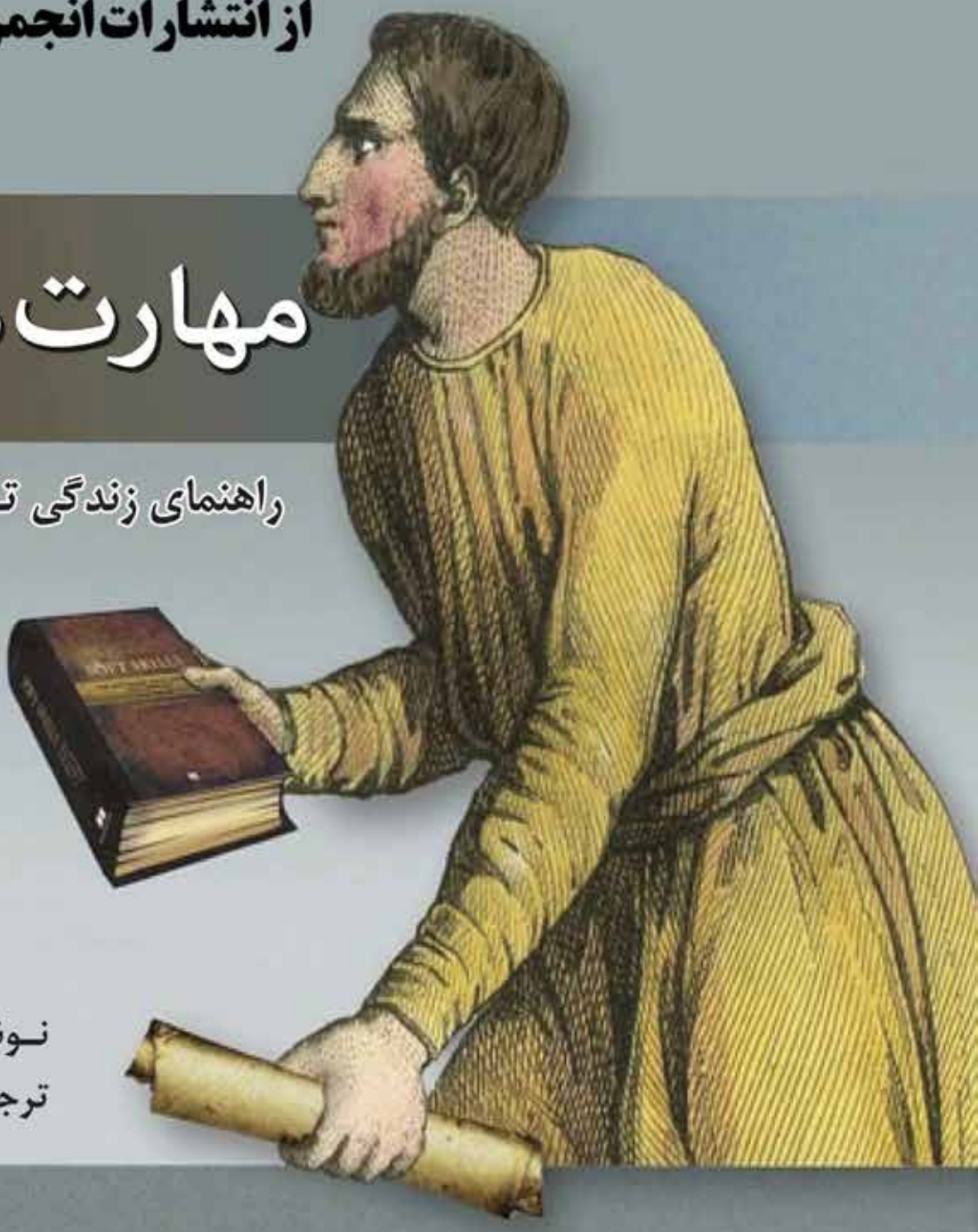
تعامل کاربر با محیط بازی، هســـته اصلی تجربه بازیکن را تشـــکیل می‌دهد و این تعامل از طریق دستگاه‌های ورودی و خروجی متنوعی صورت می‌گیرد. این مقالـــه به بررسی جامع نحوه تعامل مخاطب در بازی‌های رایانه‌ای با تمرکز بر عملکرد دستگاه‌های ورودی و خروجی و پیاده‌سازی آنها در موتور بازی‌سازی یونیتی (Unity) می‌پردازد. ابتدا، دستگاه‌های ورودی و خروجی رایج و حیاتی در بوم‌سازگان بازی‌های رایانه‌ای (مانند صفحه کلید، موش و صفحه نمایش) معرفی شـــده و اصول فنی کارکرد آنها تشریح می‌گردد. سپس، با بررسی کدهای نمونه و APIهای مرتبط در یونیتی، چگونگی دریافت، پردازش، و تفسیر این ورودی‌های فیزیکی و ترجمه آنها به عملیات درون بازی مورد تحلیل قرار می‌گیرد و شیوه ارتباط آنها با ســـخت‌افزار توضیح داده می‌شود. هدف این پژوهش، ایجاد پلی میان مبانی ســـخت‌افزاری دستگاه‌های تعاملی و پیاده‌سازی نرم‌افزاری آنها در یک موتور بازی‌سازی قدرتمند مانند یونیتی اســـت. درک این چرخه کامـــل، از لحظه ورود فیزیکی تـــا ترجمه آن به عملیات درون بازی، برای توســـعه‌دهندگان بازی و پژوهشـــگران این حوزه ضروری بوده و می‌تواند به طراحی رابط‌های کاربری بهینه‌تر و خلق تجربه‌های بهتری در بازی‌ها منجر شود.

از انتشارات انجمن انفورماتیک ایران

چاپ دوم

مهارت‌های نرم

راهنمای زندگی تولیدکنندگان نرم‌افزار



نوشتهٔ جان سانمز
ترجمه ابراهیم نقیب‌زاده مشایخ

برای تهیهٔ کتاب با دفتر انجمن انفورماتیک ایران
تماس بگیرید ۶۶۴۱۲۸۶۱ - ۰۲۱

انجمن انفورماتیک ایران

زنگ تفریح

راه‌حل معماری سازمانی

یک معمار سازمانی، یک مهندس سخت‌افزار و یک تحلیل‌گر کسب و کار در جزیرهٔ دورافتاده‌ای گیر افتاده بودند و تنها یک قوطی کنسرو داشتند، اما دربازکن همراهشان نبود.

تحلیل‌گر کسب و کار گفت «بیایید تحلیل سودبران و ارزیابی هزینه-منفعت انجام دهیم تا کارآمدترین روش برای بازکردن این قوطی را پیدا کنیم».

مهندس سخت‌افزار پیشنهاد کرد «نظرتان چیست تا ماشینی از برگ نخل و نارگیل بسازیم که بتواند درِ قوطی را برایمان باز کند؟»

معمار سازمانی نگاهی به آنها انداخت، قوطی را برداشت و به هوا پرتاب کرد. وقتی قوطی به زمین خورد، دهانه‌اش باز شد.

مهندس سخت‌افزار و تحلیل‌گر کسب و کار که شگفت‌زده شده بودند، پرسیدند «چطور این کار را کردی؟»

معمار سازمانی لبخندی زد و گفت «فقط کافیه خارج از چهارچوب قوطی فکر کنید!»

قانون تحویل سیستم

تخمین خود را دو برابر کنید و آن را با واحد زمانی بعدی جایگزین نمایید. برای مثال، اگر تخمین اوّلیهٔ شما ۶ هفته است، دو برابر آن می‌شود ۱۲ هفته و با توجه به این که واحد زمانی بعدی ماه است، زمان تحویل سیستم می‌شود ۱۲ ماه!

رابطهٔ زمان و پیچیدگی

مدّت زمان اختصاص یافته به هر یک از موارد دستور کار، با مبلغ در نظر گرفته شده برای آن (یعنی پیچیدگی موضوع) نسبت عکس دارد

قانون ۹۰-۹۰

ساخت ۹۰٪ اوّل هر نرم‌افزار، ۹۰٪ زمان را به خود اختصاص می‌دهد و ۱۰٪ باقیماندهٔ آن نیز ۹۰٪ دیگر زمان را می‌گیرد.

قوانین مورفی

۱-برنامه‌های ساده هیچگاه برای اوّلین بار کار نمی‌کنند. برنامه‌های پیچیده هم هیچ وقت کار نمی‌کنند.

۲-اشکال‌زدایی، دو برابر سخت‌تر از نوشتن کد از اوّل است. بنابراین، اگر کد را تا حدّ امکان هوشمندانه بنویسید، طبق تعریف، به اندازهٔ کافی باهوش نیستید که آن را اشکال‌زدایی کنید.

۳-یک اشتباه رایج که مردم هنگام تلاش برای طراحی یک سیستم کاملاً بی‌نقص مرتکب می‌شوند، دست کم گرفتن نبوغ احمق‌هاست.

قانون سودمندی

سودمندی= لگاریتم فناوری

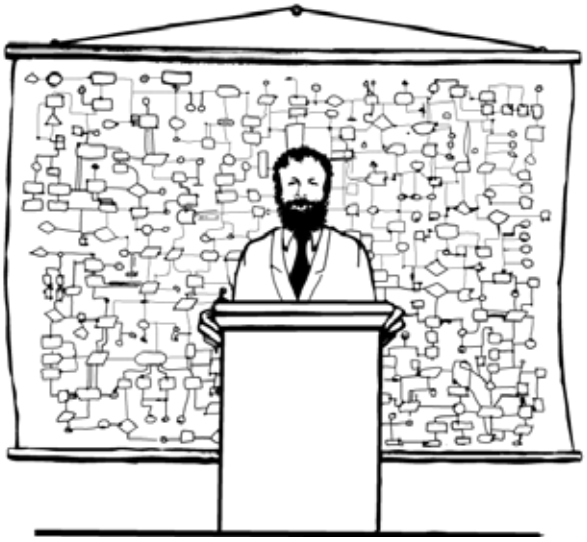
بنابراین، برای دستیابی به بهبود خطی در سودمندی در گذر زمان، لازم است که فناوری رشدی نمایی داشته باشد.

رابطهٔ نرم‌افزار و سخت‌افزار

نرم‌افزار سریع‌تر از سریع‌تر شدن سخت‌افزار کند می‌شود!

دموی نرم‌افزار

احتمال بروز یک خطا در نرم‌افزار، هنگام دموی آن، چهار برابر می‌شود!



اکنون که با مرور کلّی سیستم آشنا شدید، آماده‌ایم تا کمی بیشتر وارد جزئیات شویم!

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

اعضای حقوقی فعال در حوزه راه‌حل‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان و نرم‌افزارهای پیشرفته سازمانی

- آریانا پرداز آینده
- آسان سازان ستاره نوین
- ارمغان پارس پرداز
- رستاک سامانه ویرا
- پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور
- پارس تصمیم
- پردازش موازی سامان
- پوپک سیستم پارت
- بن‌مایه تحول هوشمند
- توسعه یکپارچه ایلیا
- توسعه سامانه های مدیریت برید
- توسعه فناوری ایده ماندگار
- چارگون
- سبز داده افزار
- سبز افزار پرگاس

- سیستم‌های اطلاعات مدیریت شرق رایا
- سورن سامانه مدیریت هوشمند
- شرکت داده پردازان پرسیس پویا
- گروه نرم‌افزاری پیوست
- گلرنگ سیستم
- فرابوم کسب و کاری نو آوری باز
- فرا رو آرمان رایان وفا
- فناوری اطلاعات آرادپرداز اسپادانا
- فناوری اطلاعات و ارتباطات پاسارگاد آریان (فناپ)
- داده‌ورزی فرادیس البرز
- نماتک ایرانیان
- مدیریت سیستم های دیجیتال
- مهندسی نرم‌افزاری رایورز
- مبنا داده ارتباط شبکه
- داده پردازی نیلرام مانا

- گروه مشاورین ورانگر نوین
- گام الکترونیک
- هورماه رابین خاور
- تحول هوشمند ایلیا
- تحول هوشمند ایلیا

اعضای حقوقی فعال در حوزه نرم‌افزارهای کاربردی

- آدرین ارتباط حامی
- ارقام نگار اندیشه
- ابرکاکیا رایانه
- ارتباطات جاده‌ای دیجیتال آسمان
- اطمینان فناوری امید
- شرکت پارسا نواوران سامان ایرانیان
- اطلاع‌رسانی پیوند داده‌ها
- آریانا پرداز آینده (آریا)
- پیک عصرنوین تجارت مجازی
- پیشرو تجارت سازان کارا

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

- بهسازان ملت
- بهین رایان نواندیش داده
- پیشگامان فن آور هوداد
- پیشتازان سیب طلایی
- پیشرو نگاه زرین
- پندار کوشک ایمن
- پژند الکترونیک
- پردازش ابری نو واژه
- پندار پاکان پاندرا
- تدبیرگران توسعه انرژی اترک
- توسعه فناوری اطلاعات جهان افزارنوین
- توسعه تجارت هوشمند ماد
- تصمیم یاران بهینه سپند
- خدمات مهندسی فن آوری های طیف گستر اطلس طاها
- داده کاوان پیشرو ایده ورانگر
- دانیار توسعه پایدار علوم
- دیده نگار خلاق
- رفاه صنعت آذرخش
- رایان پرتو نگار
- رایانه فیدار سپاهان
- رایا محاسب تطبیق
- راهکار فناوری آرتا
- سپهر اندیش حساب آسیا
- سها آکو وب
- سروش رایانه ایرانیان
- سازه های اطلاعاتی و ارتباطی سامان پرتو گستر آریا
- ستاره فناوری اطلاعات خاورمیانه
- سپهر
- شایگان سیستم
- شرکت اطلاع رسانی پیوند داده‌ها
- شرکت داده پرداز ماکان سیستم دانشمند
- صنایع فن آوری طراحان بهینه
- صالح اندیشان ماندگار
- طرح تجارت پردیس نیکان
- هم اندیشان یگانه تک پرداز
- مدیریت صنعت نکو
- مهندسی راستای دانش
- مهندسی راهکارآفرین آدا
- مجتمع داده‌ها و سیستم‌ها (MDS)
- فرادید ارتباط نیلگون
- فناوری سلامت جست
- قفنوس پردازش سرمایه
- فرآیندهای یاسان
- همراهان سیستم گوهر
- همراه الکترونیک آوای پارسی
- نوین آوازه گران فرا وب
- مهندسی رز اندیشه هوشمند
- نوآوران علوم مکانی
- ماهان وب گستر آویژه
- گروه فناوری اطلاعات آتیه ویستانگر

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

اعضای حقوقی فعال در حوزه بانکی و بانکداری الکترونیکی

- آمیتیس همتا
- بهسازان ملت
- پدیسار انفورماتیک ایران
- پردازشگران سامان
- پردازش هوشمند هزاردستان
- پرداخت اکترونیک سداد
- پویا
- پردازش اطلاعات مالی پارت
- پایا انرژی باتاب
- پایا تراکنش هزاره سوم
- تجارت الکترونیک پارسیان کیش
- توسعه فناوری کیان پرداز زاگرس
- شرکت راهکارهای هوشمند و یکپارچه آسا
- شرکت سکوی کسب و کار الکترونیک
- شرکت توسعه سامانه نرم‌افزاری نگین (توسن)
- خدمات انفورماتیک

- توسعه تجارت الکترونیک نگین توسن
- شرکت مهندسی آتی سازاب ایرانیان
- شبکه الکترونیکی پرداخت کارت (شاپرک)
- شرکت توسعه ارتباطات الکترونیک تجارت ایرانیان
- شرکت صنایع الکترونیک فاران
- داده‌پردازان هوشمند آریا توسعه رده
- رایانه خدمات امید
- زنجیره تبادل هوشمند روشان
- شرکت مشاوره رتبه بندی اعتباری ایران
- فن‌آوران اطلاعات آسام
- فناوری اطلاعات ناواکو
- گرایش تازه کیش
- گسترش فناوری‌های نوین
- صنایع پرسو الکترونیک
- شرکت ملی انفورماتیک
- مدیریت امن الکترونیکی کاشف

اعضای حقوقی فعال در حوزه اینترنت و پورتال‌ها

- ارتباطات مبین نت
- داده پردازان ایده شرق
- داده پردازی پویای شریف
- روند تازه
- رایا پروژه
- دانش افزار نارون شریف
- فرابرد داده‌های ایرانیان
- شرکت کلید گستر بینا (نت بینا)
- شبکه سازان باوان وب
- شاهراه تجارت و فناوری ابربازار
- مهندسی سازه اطلاعات سامان
- هاست ایران
- هوشمند پرداز پویا تجارت قدیر

اعضای حقوقی فعال در حوزه شبکه و سخت‌افزار

- آکام پردازش پارس
- آژند پارت روشنا

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

- ارتباط داده های فراایده
- ایمن ارتباط سبز کاسپین
- امین دقیق سامانه
- افرا کارا نت
- افرا گستر لیان پارس
- ابتکار کارو
- افرا رابین ارتباط کوشا
- شرکت ارتباطات برتر فرادید
- ایده آل ارتباطات قرن
- اوژن تدبیر پارس
- اکسین ایمن نیکراد
- پردازش افزار دانا
- پیشه و فن آینه سان
- پردازش سرو نیوان
- پترو تجهیز کیان داریا
- پشتیبان زیر ساخت امید
- پیشرو گستر افرا مهر

- پارس تکنولوژی سداد
- بانی رایان پرداز نو
- باربن سخت افزار
- بین المللی کیکاووس زمان
- بهاور فناوری ویرا
- تسلا الکترونیک پیشتازان
- توسعه فناوری و نوآوری جویان
- توسعه ارتباطات پیشبرد
- توسعه انفورماتیک کارن
- تولیدی بازرگانی اشجع باتری
- توسعه و تجهیز فدک رایان
- توسعه فناوری اطلاعات آیریس
- تحلیل نوین داده های اسپادانا
- توسعه تجارت الکترونیک توانا
- توسعه سخت افزار سوشیانت
- شرکت تعاونی کارکنان خدمات ارتباطی رایتل

- پندار کوشک ایمن
- پیشتازان اندیشه پویا
- داتیس آریانا تیم
- داده ورزی هوشمند آسا
- داده پردازی راسا
- داده پردازان نیکو ارتباط
- رایمند ارتباطات نقش جهان
- رایا پرداز برین
- سرو حامی پارس
- سام تجهیز خاورمیانه ایرانیان
- سرآمدان شبکه و ارتباط نوین
- شرکت فنی مهندسی نوآوران افرا تک هوشمند
- شبکه گستر مهر تجارت
- فاوا پردازش خلیج فارس
- شرکت مهندسی پیما عمران نیرو
- شرکت مهندسی آموزندگان سیستم
- شرکت شبکه بانان پاژ

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

شرکت تجارت سرور ماندگار

شرکت آوای همراه هوشمند هزاردستان(کافه بازار)

شرکت مهندسی سیستم‌های اطلاعاتی پیشرو

شبکه اندیش آژمان

شرکت فناوران آتیه گئومات

فناوران رایان کهکشان

رایمند ارتباطات نقش جهان

فناوری ارتباطات هوشمند لیان

تحلیلگران اطلاعات نگاره

توسعه فن آوری ارتباطات و اطلاعات راهکار مفید پرداز

شرکت رایانه همراه کیان

رایکا شبکه هوشمند

رادمان داده‌پردازی فرنام

خدمات آواژنگ

خدمات رایانه ای بهینه پرداز پویا

سرو رایانه

شرکت نوآوران انفورماتیک

سامان کارین فناوری هیراد

شبکه گستر نسل جدید

لیان شبکه گستر سیراف

فناوران امن آرنیکا

فراگامان سایا ارتباط نوین

فراز اطمینان کیا مهر

فناوری اطلاعات سهلان

فرصت کیش

مهندسی ارتباطات دوربرد فارس

مهندسی رایانه پرداز طوفان

مهندسی نرم افزاری گلستان

مفتاح رایانه افزار

هوشمند اندیشان فرایند

شبکه پایدار فناوری اطلاعات

ویرا انرژی مهرماهان

صنایع پرسو الکترونیک

شرکت مهندسی گسترش ارتباطات نو خاورمیانه

کمان امن دیاکو

گسترش داده باران آذربایجان

گروه بازرگانی آریانا پارس راژمان

لایف سرویس پارسه

شرکت مهندسی فرداد رایانه اسپادانا (سهامی خاص)

مهندسی شبکه گستر

مهندسی افق داده ایرانیان

مهندسین مشاور ارتباط گستران شرق

نویان ابر آوران

ویرا رسانه افزار

نوآوران ارتباطات سیمای امید W

نوین داده پرداز روناش

فن آوری اطلاعات گرین پی

اعضای حقوقی فعال در حوزه مدیریت پروژه

سامانه ورز هزاره

اعضای حقوقی مشتریان بهره‌بردار از راه‌حل‌های نرم‌افزارهای پیشرفته سازمانی و بهره‌بردار از فناوری اطلاعات

آجرپایه

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران

ایریسا

ایده پردازش دانش ساخت

ایمن پردازشگران طلوع فارس

پیام ارتباطات نوین عرش

رادمان ارتباط هوشمند افزار

تجارت الکترونیک تدبیر کیش

چکاوک پردازش هوشمند البرز

مجتمع همپردازان امروز آسیا

مجتمع صنعتی سپاهان باتری

معماران به طرح

مرکز گسترش فناوری اطلاعات (مگفا)

موسسه شهر مدیریت آرال(میراکل)

راه آرمان مهر نیکان

شرکت توسعه خدمات مراکز داده پیشرو

شرکت سروش آفرینان دیبا

شرکت داده نوین خوش سلامت

فرهنگ و توسعه کندو

نوین معتمد اقتصاد ایرانیان (نما)

نوساز محاسب صفاهان

ماندگار اندیشه آوا هوشمند

فرآیند کنترل نقش جهان

فناوری اطلاعات و ارتباطات اندیشمند آریا

اعضای حقوقی فعال در حوزهٔ آموزش و پژوهش

آینده سازان هوش عدد

آکادمی یاسان

الماس رایان ایرانیان

اندیشه پردازان چوگان

صالح اندیشان ماندگار

نوین طب بنیان راد

پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

شرکت توسعه فناوری زعیم

توسعه فناوری ایده ماندگار

صالح اندیشان ماندگار

فناوری اطلاعات بین‌الملل

فناوری اطلاعات مدبران عصر فرا اندیشه

مرکز تحقیقات هوش مصنوعی مبتنی برسازه پلیمری

داده پردازی خوارزمی

اعضای حقوقی فعال در حوزهٔ مشاوره

توسعه الکترونیک ماهان

داده پردازان ویرا ارتباط

طرح و توسعه الکترونیک افق

شرکت شبکه گستر ساینا

نرم افزاری ژابیزپردا

مشاوره مدیریت و مهندسی آرا

اعضای حقوقی فعال در حوزه توسعه وب فارسی

گروه اقتصادی و فناوری اهلیت و اصلیت ماندگار

شرکت آسیا سرمایه هوشیار

اعضای حقوقی فعال سایر حوزه

ایده‌های تجارت کاسپین

آنیک الکترونیک کویر یزد

آوا پژوهان هیوا

فهرست اعضای حقوقی

انجمن انفورماتیک ایران


اشتاد انرژی

توسعه تجارت الکترونیک نوظهور

پیشگامان تحول سبز آریا

پردازش اطلاعات نیک آیین ثمین

کارامیس

فناوری ثروت یارا


نوید طلوع پارسیان


مهریدک آریا


نیکنام تجارت ثمین شرق

آنی نوین هوشمند