



کدگذاری‌ها توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد ایران ۳۳۴۲ و ۶۲۱۹) و فراگیر شدن یونیکد (Unicode/UTF-۸) در سیستم‌های عامل مدرن به ثبات رسید.

مهاجرت به ویندوز، انفجار شبکه و موج اول شرکت‌های نرم‌افزاری (۱۳۷۰-۱۳۸۵)

دهه ۱۳۷۰ با استقرار سیستم‌عامل‌های گرافیکی ویندوز (Windows ۹۵/۹۸/۲۰۰۰) و گسترش شتابان فناوری وب، تغییر پارادایمی عمیق را در اکوسیستم برنامه‌نویسی ایران به وجود آورد. زبان‌های برنامه‌نویسی بصری (Visual) و شیء‌گرا به سرعت جایگزین ابزارهای متنی داس شدند. در این مقطع، زبان‌ها و محیط‌های توسعه‌ای نظیر «ویژوال بیسیک» (Visual Basic ۶/۰)، «بورلند دلفی» (Borland Delphi)، «سی‌بیلدر» و «ویژوال سی‌پلاس‌پلاس» (Visual C++)، سلطان بلامنازع بازار توسعه نرم‌افزارهای دسکتاپ و پایگاه‌های داده کلاینت-سرور شدند.

هم‌زمان شرکت‌های تخصصی بزرگی در بخش خصوصی متولد شدند و بالیدند. نرم‌افزارهای یکپارچه مالی، سیستم‌های جامع حقوق و دستمزد، اتوماسیون‌های اداری بدون کاغذ، و راهکارهای جامع بانکی که بر بستر پایگاه‌های داده رابطه‌ای قدرتمند نظیر «اوراکل» (Oracle)، «مایکروسافت اس‌کیوال سرور» (MS SQL Server) و بعدها «مای‌اس‌کیوال» (MySQL) توسعه می‌یافتند، تقاضایی چشمگیر برای جذب برنامه‌نویسان به وجود آوردند.

از سوی دیگر، با اتصال ایران به شبکه جهانی اینترنت در سال ۱۳۷۲ از طریق پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) و به دنبال آن عمومی‌سازی دسترسی از طریق سرویس‌های دیال‌آپ (Dial-up)، جرقه‌های نخستین برنامه‌نویسی وب در کشور شکل گرفت. در ابتدا وب‌سایت‌ها ایستا بودند، اما با ورود زبان‌های اسکریپت‌نویسی سمت سرور نظیر «پرل» (Perl)، «ای‌اس‌پی کلاسیک» (Classic ASP) و زبان پرطرفدار «پی‌اچ‌پی» (PHP)، برنامه‌نویسان وب توانستند نخستین پرتال‌های سازمانی، پایگاه‌های خبری و انجمن‌های گفتگوی آنلاین (فروم‌ها) را خلق کنند. راه‌اندازی سامانه‌های یکپارچه کشوری مانند سامانه کنکور سراسری، ثبت‌نام کارت سوخت و خدمات دولت الکترونیک در اوایل دهه ۱۳۸۰، اهمیت و بلوغ مهندسی وب در مقیاس ملی را به اثبات رساند.

بازآرایی معماری‌ها: پلتفرم‌های دات‌نت، جاوا و فلسفه متن‌باز (۱۳۸۵-۱۳۹۰)

در دهه ۱۳۸۰ خورشیدی، معماری سازمانی نرم‌افزار در ایران به دو اردوگاه بزرگ تقسیم شد: اردوگاه فناوری‌های مایکروسافت با فریم‌ورک «دات‌نت» (.NET Framework) و زبان‌های «سی‌شارپ» (C#) و VB.NET، و اردوگاه فناوری‌های توزیع‌شده متن‌باز و سازمانی «جاوا» (Java EE/Spring). بانک‌ها، موسسات اعتباری بزرگ و زیرساخت‌های مخابراتی به طور عمده سیستم‌های سنگین و پایدار خود را به بستر جاوا و اوراکل انتقال دادند، در حالی که حجم انبوهی از شرکت‌های متوسط، سازمان‌های دولتی و نرم‌افزارهای تجاری به سمت پلتفرم دات‌نت حرکت کردند.

در این بازه، جامعه لینوکس و جنبش نرم‌افزارهای آزاد و متن‌باز (FOSS) نیز جان تازه‌ای گرفت. برگزاری «جشن‌های نصب لینوکس» (Installfests) و شکل‌گیری گروه‌های کاربری لینوکس (LUG) در تهران، شیراز، اصفهان و مشهد، نسلی از برنامه‌نویسان، مدیران سیستم و متخصصان شبکه را پرورش داد که تفکر ساخت‌یافته متن‌باز، امنیت سیستم‌عامل و مقیاس‌پذیری زیرساخت‌ها را در پروژه‌های ملی به کار گرفتند. ورود پروژه «سیستم‌عامل ملی» بر پایه گنو/لینوکس (پروژه لینوکس شریف و زمین)، اگرچه فراز و نشیب‌های دولتی داشت، اما بر غنای سواد مهندسی کرنل و توسعه سیستم‌ها در بین نخبگان دانشگاهی افزود.

انفجار استارت‌آپی، میکروسرویس‌ها و توسعه موبایل (۱۳۹۰-۱۴۰۰)

با استقرار اینترنت پرسرعت ۳G و ۴G، ورود گسترده گوشی‌های

هوشمند لمسی و تولد فروشگاه‌های ایرانی عرضه نرم‌افزارهای همراه، دهه ۱۳۹۰ بزرگ‌ترین جهش تاریخی برنامه‌نویسی تجاری در ایران را رقم زد. زیست‌بوم استارت‌آپی کشور به شکل بی‌سابقه‌ای شکوفا شد و مدل‌های کسب‌وکار پلتفرمی در حوزه‌های تجارت الکترونیک، حمل‌ونقل هوشمند، رسانه‌های تعاملی، فین‌تک و خدمات اشتراک ویدیو سر برآوردند.

این تحول ساختاری، نیازهای بازار کار برنامه‌نویسی را کاملاً دگرگون ساخت:

- توسعه اپلیکیشن‌های موبایل: نیاز مبرم به اپلیکیشن‌های بومی باعث اوج‌گیری زبان‌های جاوا و کاتلین (Kotlin) برای سیستم‌عامل اندروید و آبجکتیو-سی و سوئیفت (Swift) برای آی‌اواس (iOS) شد. بعدها فریم‌ورک‌های چندسکویی نظیر ری‌اکت‌نیت (React Native) و فلاتر (Flutter) سهم وسیعی از توسعه فرانت‌اند همراه را تصاحب کردند.

- بازنویسی معماری‌های وب: الگوهای وب از صفحات یکپارچه سنتی به سمت برنامه‌های تک‌صفحه‌ای (SPA) مهاجرت کردند. جاوااسکریپت و تایپ‌اسکریپت در سمت کاربر با فریم‌ورک‌هایی چون React، Vue.js و Angular در صدر نشستند. در سمت سرور نیز زبان‌ها و فریم‌ورک‌های سریع و انعطاف‌پذیر مانند «پایتون» (Django, FastAPI)، «نود.جی‌اس» (Node.js) و «گو» (Golang) برای پردازش‌های مقیاس‌پذیر به خدمت گرفته شدند.
- معماری توزیع‌شده و دواپس (DevOps): با بالا رفتن ترافیک میلیونی پلتفرم‌های خدماتی، سیستم‌های یکپارچه (Monolithic) جای خود را به معماری میکروسرویس (Microservices) دادند. تسلط بر ابزارهای کانتینرسازی نظیر داکر (Docker)، ارکستراسیون کورنرتیز (Kubernetes)، پیام‌رسان‌های داده‌ای مانند کافکا (Apache Kafka) و پایگاه‌های داده NoSQL به تخصص‌های کلیدی و پردرآمد مهندسان نرم‌افزار تبدیل شد.

عصر داده، هوش مصنوعی و چالش‌های معاصر (۱۴۰۰ تا امروز)

با آغاز سده پانزدهم خورشیدی، برنامه‌نویسی در ایران وارد پارادایم «داده‌محوری» و «سیستم‌های هوشمند» شده است. فراگیری هوش مصنوعی، مدل‌های بزرگ زبانی (LLMs)، بینایی ماشین و یادگیری عمیق، زبان برنامه‌نویسی «پایتون» را به صدر پرتقاضاترین ابزارهای تحلیل و مدل‌سازی ارتقا داده است. شرکت‌های ایرانی برای بهبود

سامانه‌های پیشنهاددهنده، پیش‌بینی رفتار بازار، پردازش صوت و تصویر و تحلیل زبان طبیعی فارسی (NLP) واحدهای تحقیق و توسعه داده‌کاوی را تاسیس کرده‌اند.

در کنار این دستاوردهای چشمگیر، زیست‌بوم برنامه‌نویسی در ایران در سال‌های اخیر با چالش‌های ساختاری و محیطی کم‌سابقه‌ای مواجه بوده است:

- تحریم‌های بین‌المللی و انسداد ابزارهای توسعه:** قطع دسترسی مستقیم به مخازن کدهای معتبر، ابزارهای ابری، سرویس‌های هوش مصنوعی بین‌المللی و خدمات میزبانی وب به دلیل تحریم‌ها، توسعه‌دهندگان ایرانی را ناچار به استفاده از پروکسی‌ها، آیینه‌های داخلی و راهکارهای مهندسی معکوس ابری کرده است.

- محدودیت‌های اینترنت و دسترسی آزاد:** نوسانات دسترسی به اینترنت، مسدودسازی پلتفرم‌های همکاری بین‌المللی و کاهش سرعت ارتباطی، هزینه‌های توسعه و نگهداری پروژه‌ها را به شدت افزایش داده است.

- مهاجرت نیروی کار نخبه (Brain Drain) و فریلنسینگ:** جذابیت بازارهای جهانی، کاهش ارزش برابری پول ملی و شکاف درآمدی باعث شده بخش وسیعی از مهندسان نرم‌افزار باسابقه و استعدادهای ارشد به کشورهای دیگر مهاجرت کنند یا به عنوان برنامه‌نویس دورکار (فریلنسر بین‌المللی) به همکاری با شرکت‌های خارجی بپردازند؛ عاملی که منجر به کمبود برنامه‌نویسان ارشد (Senior) در اکوسیستم داخلی شده است.

جمع‌بندی و چشم‌انداز

تاریخچه برنامه‌نویسی در ایران، روایتگری صادقانه از بلوغ فکری، تلاش خستگی‌ناپذیر و سازگاری هوشمندانه مهندسان و متخصصانی است که از عصر کارت‌های پانچ و نمایشگرهای تکرنگ داس تا دوره سامانه‌های ابری و هوش مصنوعی، خطوط حیاتی اطلاعات کشور را زنده نگه داشته‌اند. امروزه برنامه‌نویسی در ایران دیگر صرفاً یک شغل مهارتی یا فنی نیست، بلکه سنگ‌بنای نوآوری، توسعه اقتصادی، شفاف‌سازی مالی و خودکفایی سازمانی محسوب می‌شود. عبور پایدار از چالش‌های زیرساختی کنونی و تدوین سیاست‌های حمایتی از سرمایه انسانی، مهم‌ترین پیش‌شرط‌هایی هستند که می‌توانند ظرفیت کم‌نظیر استعدادهای نرم‌افزاری کشور را در تراز رقابت‌های جهانی حفظ و تقویت نمایند. ■