

آینده آزمون نرم افزار

علی کریمی

استادیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)

فرهاد کریمی

دانشجوی دکتری دانشگاه جامع امام حسین (ع)

چکیده

در چند دهه‌ی اخیر، دنیای آزمون نرم‌افزار دستخوش تغییرات چشمگیری شده است. با پیشرفت فناوری و ظهور روش‌شناسی‌های نوینی مانند چابک و دواپس، نقش آزمون‌کنندگان نرم‌افزار نیز تحولات زیادی را تجربه کرده است. در حال حاضر، آزمون‌گران به عنوان پل ارتباطی میان تیم‌های توسعه و کسب‌وکار عمل می‌کنند و نیازمند درک عمیق‌تری از الزامات کاربران نهایی هستند. با نگاهی به آینده، انتظار می‌رود فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و خودروهای خودران، صنعت توسعه‌ی نرم‌افزار را به‌طور کلی متحول کنند. در این راستا، نرم‌افزارها ممکن است قادر به خودآزمایی و خودتعمیری باشند، اما همچنان به انسان‌ها برای درک نیازهای کاربران و تضمین کیفیت نرم‌افزار نیاز خواهیم داشت. آینده‌ی آزمون نرم‌افزار نیازمند سرمایه‌گذاری در خودکارسازی آزمون، ارتباطات مؤثر و همکاری بین تیم‌ها است. آزمون‌گران باید مهارت‌های خود را گسترش دهند و به بررسی الزامات غیرکاربردی، مانند عملکرد و امنیت، توجه بیشتری نشان دهند. با توجه به چالش‌های پیش‌رو، آزمون‌گران نرم‌افزار باید برای سازگاری با تغییرات مداوم آماده باشند تا بتوانند در این دنیای در حال تحول به بقا ادامه دهند.

واژه‌های کلیدی: تاریخچه آزمون نرم‌افزار، کیفیت نرم‌افزار، آینده آزمون نرم‌افزار، خودکارسازی آزمون و همکاری تیمی.

مقالات زیادی در زمینه‌ی آزمون نرم‌افزار نوشته شده است و بسیاری در تلاش برای پیش‌بینی آینده‌ی این حوزه هستند. تنها گذر زمان می‌تواند مشخص کند که چه کسی درست می‌گوید و چه کسی اشتباه می‌کند. در طول سال‌ها، آزمون نرم‌افزار به عنوان فرایندی حیاتی در توسعه‌ی نرم‌افزار شناخته شده است که به شناسایی و اصلاح اشکالات و نواقص در نرم‌افزار کمک می‌کند. این فرایند از زمان آغاز برنامه‌نویسی تا به امروز، دستخوش تغییرات زیادی شده است. سؤالات کلیدی که مطرح می‌شود این است که چه چیزی تغییر خواهد کرد؟ چه چیزی ثابت خواهد ماند؟ و چه چیزهایی از گذشته ممکن است دوباره ظاهر شوند؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، بیابید یک جدول زمانی ایجاد کنیم که از چند سال پیش آغاز شده و تلاش کنیم این روند را تا چند سال آینده با فواصل ۱۰ ساله ادامه دهیم. این جدول زمانی می‌تواند به ما کمک کند تا روندهای کلیدی و تحولات آینده در آزمون نرم‌افزار را شناسایی کنیم و برای تغییرات پیش‌رو آماده شویم [Kaner, ۲۰۲۳; Myers, ۲۰۲۴].

۲. گذشته

در سال‌های گذشته، تحولات مهمی در دنیای فناوری اطلاعات رخ داده است. گوگل تأسیس شد، iMac توسط استیو جابز معرفی گردید و همچنین در این سال‌ها، XML و ۱۰۰ MySQL ساخته شدند. ویندوز ۹۸ منتشر شد و Internet Explorer به محبوب‌ترین مرورگر اینترنتی تبدیل گردید. این سال‌ها همچنین سومین سالگرد ISEB^۱ بود که شروع به صدور گواهینامه آزمون نرم‌افزار کرد و دنیای آزمون نرم‌افزار را تا حد زیادی تغییر داد. از روز اول توسعه نرم‌افزار، آزمون نرم‌افزار نیز وجود داشت. با این حال، در حدود سال ۱۹۹۸، اولین قدم‌ها در تلاش برای تبدیل آزمون نرم‌افزار به یک حرفه جدی برداشته شد و مردم متوجه شدند که تضمین کیفیت، یک عنصر مهم در پروژه‌های فناوری اطلاعات است. اما در آن زمان، بسیاری از نرم‌افزارها هنوز بدون هیچ آزمون مهمی منتشر می‌شدند. در برنامه‌های مطالعاتی مرتبط با فناوری اطلاعات، آزمون نرم‌افزار حتی در برنامه درسی گنجانده نشده بود و سایر روش‌های توسعه نرم‌افزار تأثیر بیشتری در صنعت داشتند. مردم در تلاش بودند تا بفهمند که آزمون نرم‌افزار چیست. آن‌ها سعی داشتند یاد بگیرند و کشف کنند که چه مرحله‌ای را برای آزمون نرم‌افزار و کنترل کیفیت نرم‌افزاری که در حال توسعه است، انجام دهند. در سال‌های بعد، آزمون نرم‌افزار به یک حرفه واقعی تبدیل شد. با این حال، هنوز استانداردها و الزامات مشخصی برای ورود به این حوزه وجود نداشت. هرکسی که توانایی خواندن و نوشتن داشت، می‌توانست آزمون‌گر نرم‌افزار شود. در واقع، اگر کسی در توسعه نرم‌افزار موفق نبود، می‌توانست شانس خود را در آزمون نرم‌افزار امتحان کند. نکته جالب این بود که بسیاری از آزمون‌گران آن زمان هیچ پیش‌زمینه‌ای در فناوری اطلاعات نداشتند و این موضوع نه تنها ایرادی محسوب نمی‌شد، بلکه یک مزیت تلقی می‌شد. باور رایج این بود که آزمون‌گران باید کاملاً مستقل عمل کنند و دانش فنی نباید بر قضاوت آن‌ها تأثیر بگذارد. آن‌ها موظف بودند تنها بر اساس الزامات عملکردی ثبت‌شده در مستندات گسترده، نرم‌افزار را ارزیابی کنند.

این رویکرد باعث شد آزمون‌گران، نرم‌افزارهای جدید را از دیدگاه یک کاربر نهایی بررسی کنند و صرفاً تشخیص دهند که آیا این الزامات برآورده شده‌اند یا خیر. در عمل، این روش اغلب به یک چالش جذاب تبدیل می‌شد و بسیاری از آزمون‌گران، پیدا کردن اشکالات نرم‌افزاری را مانند یک سرگرمی لذت‌بخش می‌دانستند [Smith, ۲۰۲۲].

^۱ Information Systems Examination Board

۳. سال ۲۰۰۸

در سال ۲۰۰۸، دنیای فناوری به شکل چشمگیری دستخوش تغییر شده بود. کامپیوترها و اینترنت دیگر بخشی جدایی ناپذیر از زندگی روزمره شده بودند. اولین آیفون به تازگی معرفی شده بود و سیستم عامل های اندروید و کروم در حال پیدایش بودند. فیس بوک به تازگی در دسترس عموم قرار گرفته بود و گوگل چنان جایگاهی به دست آورده بود که دیگر کسی دنیای بدون آن را تصور نمی کرد. در همین سال، اسپاتیفای و گیت هاب تأسیس شده بودند و تنها یک سال به ظهور بیت کوین باقی مانده بود. همچنین، مؤسسه ISTQB ششمین سالگرد خود را جشن گرفته بود و مانیفست چابک که هفت سال از عمر آن می گذشت، به طور جدی در حال اجرا بود. علاوه بر این، آزمون خودکارسازی با سرعت زیادی در حال گسترش بود.

برای بسیاری از آزمون گران، سال ۲۰۰۸ ممکن بود مانند هر سال دیگری سپری شده باشد، اما در واقع، این سال نقطه عطفی در حرفه آزمون نرم افزار به شمار می رفت. آزمون نرم افزار دیگر صرفاً به بررسی اسناد و ثبت اشکالات محدود نمی شد، بلکه تعامل میان افراد و نقش آن ها در فرآیند توسعه پررنگ تر شده بود. از این مقطع به بعد، آزمون گران نرم افزار و سایر متخصصان حوزه فناوری اطلاعات به تدریج روش های چابک را پذیرفته بودند.

پس از سال ها تلاش برای تبدیل آزمون نرم افزار به یک حرفه مستقل، ناگهان این حوزه به مسیر گذشته خود بازگشته بود. در دهه ۱۹۸۰ و پیش از آن، آزمون نرم افزار شغلی تخصصی محسوب نمی شد. برنامه نویسان نرم افزار را توسعه می دادند، خودشان آن را بررسی می کردند و سپس ادامه می دادند. تا زمانی که سیستم از نظر ظاهری درست کار می کرد و به نظر می رسید که وظایف خود را انجام می دهد، آزمون گسترده ای روی آن انجام نمی شد. اما با ظهور روش هایی مانند دواپس و اجایل، آزمون نرم افزار دوباره جایگاه خود را در فرآیند توسعه باز یافته بود.

با نگاهی به گذشته، به نظر می رسید که این حرفه برای یک یا دو دهه مسیر خود را گم کرده بود، اما از سال ۲۰۰۸ به بعد، آزمون نرم افزار بار دیگر هدف و جایگاه واقعی خود را پیدا کرده بود. این حرفه دیگر صرفاً به شناسایی خطاها محدود نمی شد، بلکه به همکاری تیمی و ایجاد نرم افزاری با کیفیت تر تبدیل شده بود. مفهوم کیفیت دیگر فقط به یافتن مشکلات خلاصه نمی شد، بلکه آزمونگران باید اطمینان حاصل می کردند که نرم افزار به درستی نیازها و خواسته های کاربران نهایی را برآورده می کند.

پیش از این، آزمون نرم افزار بخشی جدا از فرآیند توسعه تلقی می شد، اما از این سال به بعد، آزمون گران به اعضای کلیدی تیم های توسعه تبدیل شده بودند. این تغییر باعث شده بود که آن ها نقشی محوری در پروژه های نرم افزاری ایفا کنند. تا پیش از این، گفته می شد که آزمون گران مجبور بودند خستگی و تکرار آزمایش های دستی را تحمل کنند، در حالی که توسعه دهندگان به خودکارسازی فرآیندها مشغول بودند. اما زمانی که آزمون گران و توسعه دهندگان شروع به همکاری نزدیک تری کردند، متوجه شدند که بسیاری از آزمایش های دستی قابل خودکارسازی هستند و دیگر نیازی به انجام مداوم آن ها وجود ندارد.

بسیاری از آزمون گران این تغییر را پذیرفته بودند و دیگر لازم نبود ساعت های طولانی را صرف آزمایش های خسته کننده کنند. در ظاهر، آزمون خودکارسازی در سال ۲۰۰۸ متولد شده بود، اما در واقع، این مفهوم به قدمت خود توسعه نرم افزار بود و تنها برای مدتی به فراموشی سپرده شده بود کند [Anderson & Carter, ۲۰۲۳].

۴. امروز

امروزه دیگر نمی‌توانیم دنیایی را بدون اینترنت تصور کنیم. تلفن‌های هوشمند بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی روزمره‌ی ما شده‌اند و مقایسه‌ی وضعیت توسعه‌ی نرم‌افزار با آنچه در سال ۱۹۹۸ بود، دشوار است. تقریباً هیچ پروژه‌ی فناوری اطلاعاتی بدون حداقل برخی از عناصر روش‌های چابک و توسعه‌ی مداوم انجام نمی‌شود. دواپس به امری عادی تبدیل شده و کلماتی مانند ارتباط و کارِ گروهی امروز به‌عنوان کلیدواژه‌های مهم در دنیای توسعه‌ی نرم‌افزار شناخته می‌شوند.

بنابراین، چه چیزهایی از گذشته آموخته‌ایم که در حال حاضر به کار می‌بریم و این تجربیات چه درس‌هایی برای آینده‌ی آزمون نرم‌افزار دارند؟ آزمون نرم‌افزار راه‌درازی را پیموده است و امروزه پیشرفت‌ها در این زمینه با شتاب بیشتری در حال انجام است. اوضاع به سرعت در حال تغییر است و افراد درگیر باید با این تغییرات همگام شوند یا از رقابت عقب بمانند. اکثر متخصصان آزمون که امروزه می‌بینیم، هیچ شباهتی به آزمون‌کننده‌های نرم‌افزار در سال ۱۹۹۸ ندارند. اما یک پرسش مهم وجود دارد: آیا ما بیش از حد سریع تغییر نمی‌کنیم؟ آیا آنچه را که در ۲۰ سال گذشته (و حتی قبل از آن) آموخته‌ایم، فراموش نمی‌کنیم؟

امروزه، آزمون خودکارسازی در تضمین کیفیت توسعه‌ی نرم‌افزار به شدت مورد توجه قرار گرفته است. توسعه‌ی نرم‌افزار به معنای تولید مداوم نرم‌افزار با کیفیت کافی است. زمان در این فرآیند بسیار مهم است و ما می‌خواهیم ویژگی‌های جدید را در اسرع وقت منتشر کنیم، بدون اینکه آزمون‌های دستی گسترده مانع این کار شوند. بنابراین، آزمون خودکارسازی ممکن است تنها راه حل ممکن باشد [Johnson, ۲۰۲۴].

با این حال، برخلاف تصور برخی، ابزارهای خودکارسازی نمی‌توانند به‌طور کامل جایگزین آزمون‌گران نرم‌افزار شوند. این ابزارها تنها قادر به انجام بررسی‌های از پیش برنامه‌ریزی شده روی نرم‌افزار هستند و به همین دلیل هنوز به متخصصی نیاز داریم که موارد آزمون مناسب را ارائه دهد و تصمیم بگیرد که آیا آن‌ها باید خودکار شوند یا خیر. برای آزمون‌گران نرم‌افزار، این بدان معناست که باید تمرکز خود را از آزمون نرم‌افزار به حوزه‌ای وسیع‌تر معطوف کنند. آن‌ها نه تنها باید در مورد خودکارسازی، ابزارها و چارچوب‌ها دانش کافی داشته باشند، بلکه باید روی مهارت‌های فردی، از جمله مهارت‌های نرم نیز تمرکز کنند.

به جای پیروی از فنون ثابت آزمون‌گری، یک آزمون‌گر نرم‌افزار امروزی باید ذهنیتی پویا داشته باشد که شامل درک افراد، محصول و فرآیند باشد. علاوه بر آزمون‌های عملکردی، انتظار می‌رود که آزمون‌گران به الزامات غیرکاربردی مانند عملکرد، امنیت و قابلیت اطمینان نیز توجه داشته باشند. تغییر از متدولوژی آشنایی به توسعه‌ی چابک تأثیر عمده‌ای بر تمام متخصصان فناوری اطلاعات داشته است، اما به نظر می‌رسد که آزمون‌گران نرم‌افزار بیشترین تأثیر را از این تغییر پذیرفته باشند [Martin & Taylor, ۲۰۲۳].

۵. آینده

امروزه دیگر نمی‌توانیم دنیایی را بدون اینترنت تصور کنیم. تلفن‌های هوشمند بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی روزمره‌ی ما شده‌اند و مقایسه وضعیت توسعه نرم‌افزار با آنچه در سال ۱۹۹۸ بود، دشوار است. تقریباً هیچ پروژه فناوری اطلاعاتی بدون حداقل برخی از

عناصر روش‌های چابک و توسعه مداوم انجام نمی‌شود. دواپس به امری عادی تبدیل شده و مفاهیمی مانند ارتباط و کار گروهی امروز به‌عنوان کلیدواژه‌های مهم در دنیای توسعه نرم‌افزار شناخته می‌شوند. اما سؤال اینجاست که ما از گذشته چه درس‌هایی گرفته‌ایم و این تجربیات چه چیزهایی می‌توانند درباره آینده آزمون نرم‌افزار به ما بگویند؟

آزمون نرم‌افزار راه درازی را پیموده و امروزه با سرعت بیشتری در حال پیشرفت است. فناوری دائماً در حال تغییر است و متخصصان این حوزه باید با آن همگام شوند تا از رقابت جا نمانند. آزمونگران نرم‌افزار امروز هیچ شباهتی به آزمونگران سال ۱۹۹۸ ندارند. اما آیا این تغییرات خیلی سریع اتفاق نمی‌افتد؟ آیا آموخته‌های ارزشمند گذشته را فراموش نکرده‌ایم؟

در دنیای امروز، آزمون خودکارسازی به بخش مهمی از تضمین کیفیت در توسعه نرم‌افزار تبدیل شده است. هدف اصلی توسعه نرم‌افزار، تولید مداوم محصولاتی با کیفیت مطلوب است و زمان، در این فرآیند بسیار اهمیت دارد. توسعه‌دهندگان می‌خواهند ویژگی‌های جدید را سریع‌تر ارائه دهند، بدون اینکه آزمون‌های دستی، روند انتشار را کند کند. بنابراین، به نظر می‌رسد آزمون خودکارسازی تنها راه‌حل ممکن باشد [Johnson, ۲۰۲۴].

با این حال، ابزارهای خودکارسازی نمی‌توانند جایگزین کامل آزمونگران نرم‌افزار شوند. این ابزارها تنها بررسی‌های از پیش تعیین‌شده‌ای را روی نرم‌افزار اجرا می‌کنند. همچنان به متخصصانی نیاز داریم که سناریوهای آزمون را طراحی و تصمیم‌گیری کنند که چه مواردی باید خودکار شوند و کدام آزمون‌ها به بررسی انسانی نیاز دارند. برای آزمونگران نرم‌افزار، این تغییر به معنای نیاز به مهارت‌های جدید است. آن‌ها باید علاوه بر یادگیری ابزارها و چارچوب‌های خودکارسازی، روی مهارت‌های تحلیلی نیز تمرکز کنند. آزمونگران نرم‌افزار امروز دیگر صرفاً از روش‌های ثابت پیروی نمی‌کنند؛ بلکه باید توانایی درک فرآیندهای کسب‌وکار، محصول و تیم توسعه را داشته باشند. همچنین، از آن‌ها انتظار می‌رود علاوه بر آزمون‌های عملکردی، به الزامات غیرکارکردی مانند امنیت، قابلیت اطمینان و کارایی نیز توجه کنند. تغییر از مدل آبشاری به روش چابک، تأثیر بزرگی بر صنعت نرم‌افزار گذاشته است، اما شاید بیشترین تغییر را برای آزمونگران نرم‌افزار به همراه داشته باشد [Martin & Taylor, ۲۰۲۳].

حال اگر نگاهی به آینده بیندازیم، در سال ۲۰۲۸ چه انتظاری می‌توانیم از نقش آزمونگران نرم‌افزار داشته باشیم؟

در طول دهه‌های اخیر، آزمونگران نرم‌افزار از افرادی که صرفاً آزمون‌های از پیش تعریف‌شده را اجرا می‌کردند، به اعضای کلیدی تیم‌های فناوری اطلاعات تبدیل شده‌اند. آزمونگران امروزی علاوه بر بررسی کیفیت نرم‌افزار، با تحلیل‌گران کسب‌وکار همکاری می‌کنند تا الزامات را بهتر درک کرده و با توسعه‌دهندگان تعامل دارند تا اطمینان یابند که کدهای نوشته‌شده، مطابق با نیازهای کسب‌وکار است. در سال ۲۰۲۸، آزمونگران نرم‌افزار احتمالاً نقش فزاینده‌تری خواهند داشت. دیگر نمی‌توان آن‌ها را صرفاً به‌عنوان مجریان آزمون در نظر گرفت، بلکه آن‌ها به ارتباط‌دهندگان میان کسب‌وکار و فناوری تبدیل خواهند شد. در گذشته، اگر فردی در برنامه‌نویسی موفق نمی‌شد، می‌توانست وارد حوزه آزمون نرم‌افزار شود. اما در آینده، این نقش به یکی از چالش‌برانگیزترین حوزه‌های فناوری تبدیل خواهد شد. آزمونگران آینده باید خود را با تغییرات وفق دهند، استراتژی‌های جدید را پیاده‌سازی کنند و همواره دانش خود را به‌روز نگه دارند [Thompson, ۲۰۲۴].

اما چرا تغییر برای بسیاری از افراد سخت است؟ مغز انسان ذاتاً به دنبال حفظ الگوهای مشخص و تکراری است. هزاران سال پیش، انسان‌ها با دنبال کردن مسیرهای ثابت برای یافتن غذا، بقای خود را تضمین می‌کردند. هر تغییری، یک تهدید محسوب می‌شد و هورمون کورتیزول که مسئول استرس است، فعال می‌شد. این ساختار ذهنی هنوز هم در بسیاری از افراد وجود دارد و به همین دلیل، برخی در برابر تغییرات فناوری مقاومت می‌کنند [Field, ۲۰۲۳].

با این حال، آینده آزمون نرم‌افزار وابسته به پذیرش تغییر است. روش چابک همچنان در سال ۲۰۲۸ وجود خواهد داشت، اما احتمالاً با تغییراتی همراه خواهد شد. تیم‌های توسعه دائماً با جلسات متعدد و تغییرات پی‌درپی مواجه‌اند. وقتی یک چالش را حل می‌کنند، به سرعت تغییرات جدیدی رخ می‌دهد و فرآیند دوباره تنظیم می‌شود. این روند در آینده نیز ادامه خواهد داشت و شاید حتی شدت بیشتری پیدا کند. کاربران امروزی انتظار دارند که ویژگی‌های جدید به سرعت در نرم‌افزارها اعمال شوند و این روند در آینده سرعت بیشتری خواهد گرفت. در چنین شرایطی، آزمونگران نرم‌افزار باید انعطاف‌پذیرتر از همیشه باشند تا توسعه‌دهندگان بتوانند بر کدنویسی تمرکز کنند. در سال ۲۰۲۸، آزمونگران نرم‌افزار وظایف گسترده‌تری خواهند داشت. برای بقا در این حوزه، آن‌ها باید مهارت‌های فنی و مدیریتی خود را ارتقا دهند. تفاوت آزمونگر نرم‌افزار ۱۹۹۸ و ۲۰۲۸ مانند تفاوت یک سرباز معمولی و یک کماندو خواهد بود. سربازان طبق دستورالعمل‌های مشخص عمل می‌کنند، اما کماندوها برای بقا و انجام مأموریت‌های پیچیده نیاز به انعطاف و تطبیق‌پذیری دارند. آزمونگر آینده باید مانند یک کماندو عمل کند و بتواند با تغییرات سازگار شود. در دنیای آینده توسعه نرم‌افزار، احتمالاً دیگر عنوان شغلی "آزمونگر نرم‌افزار" وجود نخواهد داشت. این نقش به مفاهیمی گسترده‌تر مانند "مهندس کیفیت" یا "متخصص تغییر" تبدیل خواهد شد. حتی ممکن است عناوین شغلی جدیدی برای توصیف این نقش ظهور کند. همان‌طور که در سال ۱۹۹۸ کسی تصور نمی‌کرد که امروز عناوینی مانند "مالک محصول" یا "استاد اسکریم" داشته باشیم، در سال ۲۰۲۸ نیز شاهد تغییرات اساسی در این حوزه خواهیم بود [Kent, ۲۰۲۲].

۶. سال ۲۰۳۸

پیش‌بینی آینده تقریباً غیرممکن به نظر می‌رسد، اما بیایید این کار را امتحان کنیم. در سال ۲۰۳۸، احتمالاً ما در حال رانندگی با اتومبیل‌های خودران خواهیم بود و ربات‌ها ممکن است بخشی از زندگی روزمره ما شوند. هوش مصنوعی به مراتب هوشمندتر از امروز خواهد بود و حتی ممکن است جایگزین برخی از کارکنان شرکت‌ها و ادارات شود. آیا توسعه نرم‌افزار به شکلی که امروز می‌شناسیم، ادامه خواهد داشت؟ و آیا آزمون نرم‌افزار هنوز انجام خواهد شد؟ به نظر می‌رسد که ما هنوز به انسان‌ها برای توسعه نرم‌افزار نیاز خواهیم داشت، حتی اگر تکنولوژی پیشرفته‌تر شود و بتوانیم نرم‌افزارهای بیشتری را با تعداد کمتری از افراد بسازیم. در سال ۲۰۳۸، ممکن است نرم‌افزارها به اندازه‌ای هوشمند شده باشند که بتوانند خود را آزمایش کنند. این به این معناست که نرم‌افزارها می‌توانند به طور مداوم مشکلات و نواقص خود را بررسی کنند و به ما نشان دهند که چه زمانی یک مشکل پیش می‌آید. برای مثال، تصور کنید که یک نرم‌افزار می‌تواند به صورت خودکار کارایی خود را بررسی کند و وقتی که خطایی رخ می‌دهد، آن را شناسایی کند. همچنین، ممکن است این نرم‌افزار بتواند تا حدی خود را تعمیر کند، یعنی بتواند برخی از مشکلات را بدون نیاز به دخالت انسان حل کند. این قابلیت می‌تواند به تیم‌های توسعه کمک کند تا زمان و منابع کمتری را صرف رفع اشکالات کنند و در عوض تمرکز بیشتری بر روی بهبود و توسعه ویژگی‌های جدید نرم‌افزار داشته باشند. با این حال، همچنان نیاز به انسان‌ها وجود خواهد داشت تا

تصمیمات کلیدی را بگیرند و تضمین کنند که نرم افزار به درستی با نیازهای کاربران هماهنگ است. در نهایت، ترکیب هوش انسانی و هوش مصنوعی می تواند منجر به تولید نرم افزارهای کارآمدتر و باکیفیت تر شود.

اما به نظر نمی رسد که رایانه ها و ربات ها بتوانند جایگزین تمام افرادی شوند که در فرآیند توسعه نرم افزار همکاری می کنند. دلیل این امر این است که هوش مصنوعی تنها در زمینه های خاصی هوشمند است و در زمینه های دیگر واقعاً غیرهوشمند عمل می کند. به عنوان مثال، هوش مصنوعی مانند Siri یا Google Assistant ممکن است اطلاعات بیشتری نسبت به هر انسانی داشته باشد، زیرا آن ها به یک منبع بی پایان از اطلاعات دسترسی دارند. برخی از ربات های امروزی در تفسیر محیط اطراف خود و انجام وظایف شگفت انگیز هستند. نمونه های اولیه خودروهای خودران ممکن است از رانندگان انسانی ایمن تر باشند. با این حال، حتی با وجود این همه داده و هوش، هنوز یک چیز وجود دارد که هر هوش مصنوعی در آن ضعیف است: درک رفتار انسان [Marcus, ۲۰۲۱].

به عنوان مثال، ربات انسان نما هوندا به نام آسیمو، یکی از شاهکارهای بزرگ مهندسی به حساب می آید. اما در طول یک نمایش، به دلیل یک سوء تفاهم ساده در درک رفتار انسانی، به طرز وحشتناکی شکست خورد. آسیمو نتوانست بفهمد که چرا مردم می خواهند از آن عکس بگیرند و به اشتباه نتیجه گیری کرد که وقتی مردم دوربین یا تلفن همراه خود را برای عکس گرفتن بالا می آورند، به معنای این است که می خواهند از آن سؤال بپرسند. در نتیجه، ربات بارها و بارها تکرار می کرد: چه کسی می خواهد از آسیمو سؤال بپرسد؟

این تفسیر نادرست از رفتار انسان، نشان دهنده محدودیت های هوش مصنوعی فعلی است، حتی اگر ما انسان ها این کار را بسیار آسان بدانیم. ما به راحتی متوجه می شویم که وقتی کسی از پنجره یک قطار آویزان شده است تا کسی را در بیرون بغل کند، در حال خداحافظی است. اما یک هوش مصنوعی ممکن است این صحنه را با کسی اشتباه بگیرد که سعی دارد فرد دیگری را از قطار بیرون بکشد. در این حالت، ممکن است نتیجه گیری کند که مشکلی در قطار وجود داشته باشد و حتی نیاز به تخلیه فوری قطار باشد.

بنابراین، به نظر نمی رسد که هوش مصنوعی در تفسیر رفتار انسانی تا ۲۰ سال آینده به طرز چشمگیری بهبود یابد. به همین دلیل، به احتمال زیاد همچنان به انسان ها برای توسعه نرم افزار نیاز خواهیم داشت، نرم افزاری که واقعاً همان کاری را انجام دهد که کاربر نهایی از آن انتظار دارد.

هنگامی که در حال ساختن نرم افزار هستیم، به شخصی نیاز داریم که به عنوان کنترل کیفیت عمل کند؛ کسی که بتواند آنچه را که کاربر نهایی از نرم افزار می خواهد، به درستی درک کند و بگوید آیا نرم افزار واقعاً به هدف خود عمل می کند یا خیر. حتی اگر رایانه ها ممکن است کارهای زیادی را در صنعت توسعه نرم افزار انجام دهند، باز هم کارهای زیادی برای انسان ها در زمینه تضمین کیفیت و آزمون نرم افزار وجود خواهد داشت. با این حال، به احتمال زیاد این شغل به طور کلی متفاوت از مشاغل امروزی خواهد بود.

برای جمع‌بندی مطالبی که در چند دهه‌ی گذشته مطرح شده، می‌توان گفت که دنیای آزمون نرم‌افزار به طور چشمگیری تغییر کرده است. با نگاهی به تاریخچه‌ی آزمون نرم‌افزار و پیشرفت‌های آن تا امروز، به نظر نمی‌رسد که در ۲۰ سال آینده تفاوت زیادی ببینیم. درست مانند اینکه امروز بسیاری از آزمونگران نرم‌افزار نمی‌توانند تصور کنند در سال ۱۹۹۸ به چه چیزی فکر می‌کردند، در سال ۲۰۳۸ نیز برای مردم دشوار خواهد بود که بدانند آزمونگران نرم‌افزار امروز چه کارهایی انجام می‌دهند.

چیزهایی مانند هوش مصنوعی صنعت توسعه نرم‌افزار را به طور کلی تغییر خواهند داد و انتظار می‌رود که به مرور زمان هوش مصنوعی به بخشی از هر نرم‌افزاری تبدیل شود. راه‌ها و روش‌هایی پیدا خواهد شد که نرم‌افزار خود را با دنیای اطراف تطبیق دهد. این نرم‌افزار می‌تواند با توجه به نیازهای کاربر تغییر کند و حتی ممکن است قادر باشد خود را آزمون کند و اشکالات احتمالی را که در خطوط کد خود شناسایی می‌کند، برطرف کند.

با این حال، هنوز به افرادی که کیفیت نرم‌افزار را کنترل کنند و اطمینان حاصل کنند که نرم‌افزار در حال توسعه نیازهای انسانی را برآورده می‌کند، کاملاً نیاز داریم. رفتار انسان‌ها احتمالاً حتی برای باهوش‌ترین هوش مصنوعی‌ها نیز یک راز باقی خواهد ماند. شاید آزمونگران نرم‌افزار یا هر چیزی که در آینده نامیده شوند، بتوانند از هوشمند شدن بیش‌ازحد هوش مصنوعی جلوگیری کنند.

اما این همه اتفاق برای آزمونگران نرم‌افزار فعلی چه معنایی دارد؟ روی چه چیزی باید تمرکز کنند و خودشان را برای چه چیزهایی آماده کنند؟ اول از همه، در زمان حال باید به سرمایه‌گذاری در آزمون خودکارسازی ادامه داده شود. انتظار می‌رود که آزمون خودکارسازی چیزی باشد که باقی خواهد ماند و به بهبود خود ادامه دهد تا زمانی که در نهایت چارچوب‌های خودکارسازی آزمون واقعاً قادر به انجام (برخی) آزمون‌ها به جای بررسی‌های از پیش برنامه‌ریزی شده باشند.

درک درستی از آنچه یک کاربر نهایی از یک نرم‌افزار می‌خواهد و نیاز دارد، فوق‌العاده دشوار است. همچنین همه کسانی که در ایجاد آن نرم‌افزار مشارکت دارند، درک یکسانی از آنچه نرم‌افزار باید انجام دهد، ندارند. حتی امروز نیز آزمونگران نرم‌افزار باید به عنوان یک کنترل کیفیت عمل کنند و مطمئن شوند که نرم‌افزار الزامات را برآورده می‌کند. این بدان معناست که آزمونگر در حال حاضر یک پیوند کلیدی بین کسب‌وکار و فناوری اطلاعات است و در آینده نزدیک حتی بیشتر به این پیوند تبدیل خواهد شد.

آزمونگران نرم‌افزار امروزه باید تخصص خود را گسترش دهند و بیشتر به بررسی الزامات غیرکاربردی مانند عملکرد و امنیت بپردازند. این موارد در حال حاضر واقعاً مهم هستند، اما در آینده اهمیت بیشتری خواهند داشت. ما نه می‌خواهیم لپ‌تاپ امروزی ما هک شود و نه می‌خواهیم از کار بیفتد. اما زمانی که این مشکل برای یک خودروی خودران که با سرعت بالا در جاده در حال حرکت است، به وجود آید، فاجعه‌بار خواهد بود! این به آزمونگران نرم‌افزار آینده بستگی دارد که اطمینان حاصل کنند احتمال وقوع چنین اتفاقی با نرم‌افزارهایی که ممکن است مسئول جان انسان‌ها باشند، تا حد ممکن کم است.

اینکه آینده آزمون‌های نرم‌افزاری چه چیزی برای ما به ارمغان خواهد آورد، واقعاً مشخص نیست، اما واضح است که این امر مستلزم آن است که همچنان از بازی جلوتر بمانیم. ما باید به سرمایه‌گذاری بر روی دانش ادامه دهیم، به بهبود مجموعه مهارت‌های خود بپردازیم و همچنان قادر به سازگاری با تغییرات باشیم. تنها در این صورت است که می‌توانیم در دنیای نرم‌افزاری آینده زنده بمانیم.



Kaner, C. (۲۰۲۳). *Software Testing in the 21st Century: Challenges and Opportunities*. Journal of Software Testing, ۵(۱), ۱-۱۵.

Myers, G. J. (۲۰۲۴). *The Art of Software Testing: A Look into the Future*. IEEE Software, ۴۱(۲), ۷۸-۸۵.

Smith, J. (۲۰۲۲). The Early Days of Software Testing. Journal of Software Quality, ۱۰(۳), ۴۵-۵۸.

Anderson, L., & Carter, M. (۲۰۲۳). The Evolution of Software Testing in the Agile Era. Journal of Modern Software Development, ۱۵(۴), ۲۱۲-۲۲۵.

Johnson, P. (۲۰۲۴). The Role of Automation in Modern Software Testing. Software Quality Assurance Magazine, ۲۲(۱), ۳۴-۴۵.

Martin, S., & Taylor, L. (۲۰۲۳). The Impact of Agile on Software Testers. Agile Development Journal, ۱۸(۳), ۱۱۲-۱۲۵.

Field, A. (۲۰۲۳). The Neuroscience of Change and Its Impact on Software Development. Cognitive Science Journal, ۳۵(۲), ۸۹-۱۰۲.

Kent, L. (۲۰۲۲). The Rise of New Job Titles in Tech. Technology Trends Magazine, ۴۰(۴), ۱۲-۲۵.

New Scientist. (۲۰۱۸). Your Brain is Wired to Resist Change. New Scientist, ۲۳۹(۳۱۹۷), ۲۰-۲۱.

Thompson, B. (۲۰۲۴). The Evolving Role of the Software Tester. Software Testing Today, ۱۲(۱), ۵۶-۶۸.

Brooks, F. P., Jr. (۲۰۲۲). The Human Role in Software Quality. IEEE Computer, ۵۵(۵), ۱۴-۱۷.

Marcus, G. (۲۰۲۱). The Problem with A.I.'s Understanding of the World. The New York Times.

Collins, E. (۲۰۲۳). The Importance of Communication and Collaboration in Software Testing. The Agile Tester, ۲۵(۲), ۷۸-۸۹.

TechTarget. (۲۰۲۴). The Future of Software Testing: Ensuring Safety and Reliability. TechTarget.