

آموزش جوار کارخانه

In-plan Training

آموزشی عملگرا که با تلفیق آموزش با محیط کار در یک فضای واقعی، فرایند یاددهی-یادگیری را به مسائل واقعی و بهنگام صنعت نزدیک می‌سازد. هدف آن استفاده از فضای واقعی کارخانه برای آموزش و قرار دادن فرایند یادگیری و یاددهی در محیط واقعی کار و درگیر کردن یادگیرندگان با مسائل واقعی صنعت است. این نوع آموزش در اصطلاح بین‌المللی «آموزش کارخانه‌ای» و در ایران «آموزش جوار کارخانه‌ای» و «آموزش جوار کارگاهی» نامیده می‌شود. مهم‌ترین عامل توجه به آموزش کارخانه‌ای تغییرپذیری نظام‌های صنعتی و تغییرات سریع در سیستم‌های تولیدی و صنعتی و مهم‌ترین ویژگی آن انعطاف‌پذیری و توانایی در انطباق با تغییرات است.

مفهوم آموزش جوار کارخانه‌ای

آموزش جوار کارخانه در قالب هنرستان‌های فنی مستقر در یک کارخانه یا واحد تولیدی اجرا می‌شود. با استنباط از ماده ۱ و ۲ آئین‌نامه و دستورالعمل اجرایی هنرستان‌های جوار کارخانه‌ای وزارت آموزش و پرورش، هنرستان جوار کارخانه‌ای یک واحد آموزشی هنرستانی است که در چارچوب موافقت‌نامه میان وزارت آموزش و پرورش و واحد تولیدی تأسیس می‌شود و هنرجویان در آن نوع خاصی از صنعت را در ارتباط با واحد تولیدی فرا می‌گیرند. فضای آموزشی، امکانات فیزیکی و کادر اداری و خدماتی و معلمان دروس کارگاهی و آزمایشگاهی به‌عهده واحد تولیدی است و برنامه درسی و معلمان دروس پایه و عمومی را وزارت آموزش و پرورش تأمین می‌کند. به هنرجویان مدرک تحصیلی دیپلم هنرستان اعطا می‌شود و در صورت دادن تعهد پس از فارغ‌التحصیلی در واحد تولیدی مشغول به کار می‌شوند (مجاهدطلب، ۱۳۷۲). یکی دیگر از نمونه‌های آموزش کارخانه‌ای در ایران دانشگاه‌های سازمانی هستند که شرکت‌های تولیدی در کنار کارخانه تأسیس می‌کنند و فارغ‌التحصیلان آنها به استخدام شرکت درمی‌آیند (باقری و همکاران، ۱۳۹۷).

این نوع آموزش، که در اصطلاح بین‌المللی معادل «آموزش کارخانه‌ای» است، در جست‌وجوی رویکردی عمل‌گرا با فراگیری است که توانایی‌های لازم را از طریق

فرایند خودآموزی ساختاریافته در یک محیط یادگیری مبتنی بر فناوری-تولید به‌دست می‌آورند. در نتیجه، آموزش کارخانه‌ای به‌دنبال روش‌های مختلف آموزشی است که هدف آن هدایت فرایند یاددهی-یادگیری به‌سمت نزدیک‌تر شدن به مسائل واقعی صنعت است (Tisch et al., 2013).

در دهه گذشته، نتایج به‌دست‌آمده در چند فعالیت آموزشی و تجاری آزمایشی موجب شد مفهوم آموزش کارخانه‌ای توجه زیادی را به‌ویژه در آمریکا به خود جلب کند. بسیاری از مؤسسات آموزشی سعی کرده‌اند فعالیت‌های آموزشی خود را به صنعت نزدیک‌تر کنند (Chryssolouris et al., 2013). پروژه‌های صنعتی که در آموزش کارخانه‌ای اجرا می‌شوند تلفیق تجارب یادگیری را در درون محتوای برنامه درسی برای دانشجویان فراهم می‌کنند و در برنامه درسی بر کاربرد شایستگی و اثربخشی تأکید می‌شود.

مفهوم آموزش کارخانه‌ای از ترکیب دو واژه «آموزش» و «کارخانه» تشکیل شده است. بنابراین باید در سیستمی به‌کار گرفته شود که دو عنصر آموزش و محیط تولید یا صنعت را با هم دربر داشته باشد. برای آموزش، باید یک محیط یادگیری واقعی شامل یک فرایند تولیدی واقعی فراهم شود. این مفهوم می‌تواند با اهداف آموزشی گروه‌های هدف مختلفی نظیر آموزش، پژوهش و صنعت تنظیم و به‌کار گرفته شود. استفاده از آموزش کارخانه‌ای در یاددهی-یادگیری موجب می‌شود دانش نظری بتواند ارتباط مؤثرتری با مخاطب برقرار کند و در کاربردهای عملی آزموده شود و نتایج یادگیری به‌صورت منتقل شود (Wagner et al., 2012). در حوزه تولید، رویکردهای مختلف آموزش کارخانه‌ای برای یادگیری عملی و عمل‌گرا در سال‌های اخیر ایجاد شده است. دوره‌های آموزش کارخانه‌ای با پیوند تفکر به کار عملی یادگیرنده، مانند مشارکت فعال برای به‌دست آوردن تجربه عملی و همچنین سیستم‌سازی و تسهیل انتقال دامنه دانش خاص، ظرفیت بالایی را برای توسعه شایستگی ایجاد می‌کند (Enke et al., 2016).

از نظر واگنر و همکاران (2012)، آموزش کارخانه‌ای می‌تواند شامل محیط فیزیکی و محیط دیجیتالی باشد. محیط فیزیکی شامل عناصر واقعی سیستم مانند ماشین‌کاری، مونتاژ، تدارکات، و جریان اطلاعات و پودمان‌های جریان

در کنار این نوع آموزش‌ها، نیاز مهندسان به آموزش عملی بیشتر موجب شد در دهه نود میلادی نوعی آموزش خاص در آمریکا متولد شود که به «آموزش کارخانه‌ای» موسوم شد. این نوع آموزش، فضایی مادی برای یادگیری را فراهم می‌کرد و مهارت‌های اجتماعی، عملی و نظری را در کنار هم قرار می‌داد (Tvenge et al., 2019; Lamancusa et al., 2008). در واقع، در ۱۹۹۴ زمانی که بنیاد ملی علوم (NSF) در ایالات متحده بودجه‌ای را به کنسرسيوم تحت رهبری دانشگاه ایالتی پن برای تأسیس آموزش کارخانه‌ای اختصاص داد، اصطلاح «آموزش کارخانه‌ای» برای نخستین بار ابداع شد. این حرکت زیرساختی برای ایجاد ارتباط قوی و تعاملی میان آموزش و صنعت به وجود آورد. از ۱۹۹۵ صدها صنعت پروژه‌های این طرح را حمایت کردند و این برنامه در سطح ملی معرفی شد و توانست در ۲۰۰۶ جایزه گوردن آکادمی ملی مهندسی را به سبب نوآوری در آموزش مهندسی دریافت کند. این الگوی آموزشی بر تجربه عملی با استفاده از دانش آموخته شده برای حل مسائل واقعی در صنعت و پاسخگویی به نیازهای آن تأکید دارد (Jorgensen et al., 1995; El Maraghy, & El Maraghy, 2014). در دهه اول قرن بیست و یکم، موج استفاده از آموزش کارخانه‌ای اروپا را فرا گرفت و مؤسسه «مدیریت تولید، تکنولوژی و ماشین‌ابزار» جدیدترین مدل آموزش کارخانه‌ای را در ۲۰۰۷ در اروپا به وجود آورد. در ۲۰۱۱، نخستین کنفرانس آموزش کارخانه‌ای در دارمستاد آلمان تشکیل شد و فرصت همکاری مشترک در زمینه آموزش کارخانه‌ای را در سراسر اروپا فراهم کرد و براساس آن «آموزش کارخانه‌ای اروپایی پیشگام» (IELF) تأسیس شد (IELF, 2012). پس از آن تعداد زیادی آموزش کارخانه‌ای در سراسر جهان به ویژه در اروپا تأسیس شد که می‌توان آنها را به حوزه‌های مختلف آموزش، صنعت و پژوهش طبقه‌بندی کرد (Tisch et al., 2013). در ۲۰۱۴، کارگروه همکاری مشترک در آموزش کارخانه‌ای شروع به کار کرد تا درک مشترکی از اصطلاحات مرتبطی که یادگیری عمل‌گرا و آموزش کارخانه‌ای را احاطه کرده است فراهم کند (Abele et al., 2015). در ۲۰۱۷، آموزش کارخانه‌ای

انرژی است. درحالی‌که برنامه‌ریزی تلفیقی، مدل‌سازی، ابزارهای شبیه‌سازی و تجسمی، بخش‌هایی از محیط دیجیتال هستند. باید محیط فیزیکی و دیجیتالی را با هم تلفیق کرد. این تلفیق امکانات جدیدی را برای انتقال راه‌حل‌های دیجیتالی خلق شده به یک سیستم واقعی برای آزمایش، ارزشیابی و نمایش فراهم می‌سازد. افزون‌برآن، بازخوردی اتوماتیک از عناصر سیستم واقعی به محیط دیجیتال ارائه می‌دهد تا بتواند برنامه را با تغییرات انطباق دهد.

دانشنامه مهندسی تولید CIRP یادآور می‌شود که آموزش کارخانه‌ای یک محیط یادگیری مبتنی بر فرایندها و فناوری در یک سایت صنعتی واقعی است که اجازه می‌دهد فراگیران مستقیماً با فرایند تولید محصول درگیر شوند. بنابراین، آموزش کارخانه‌ای مبتنی بر مفهومی آموزشی است که بر یادگیری تجربی و مسئله‌محور تأکید دارد و فلسفه بهبود مداوم، با اقدامات و مشارکت تعاملی خود شرکت‌کنندگان عملی می‌شود (Laperriere & Reinhart, 2014).

پیشینه آموزش جوار کارخانه

تا قبل از انقلاب صنعتی در اروپا، آموزش حرفه‌ای در مدرسه راه نداشت و این نوع آموزش به صورت استاد-شاگردی در خارج از مدرسه انجام می‌شد. با انقلاب صنعتی و شروع تولید کارخانه‌ای و نیاز به آموزش سریع کارگران، تربیت حرفه‌ای وارد مدارس شد و جزو هدف‌های رسمی مدارس درآمد و به تدریج ایده تلفیق کار و آموزش مطرح شد. از دهه ۱۹۶۰ و با جدیت بیشتر در دهه ۱۹۷۰ تلاش برای تلفیق کار و آموزش و پیوند میان کارخانه و مدرسه در برنامه درسی مدارس شدت گرفت و طی سال‌ها روش‌های مختلفی ابداع شد. معروف‌ترین این روش‌ها، روش دوآل یا دوگانه، روش ساندریچ، روش استاد-شاگردی، روش مشارکتی و آموزش مبتنی بر شایستگی است (خلاق، ۱۳۸۴). در این روش‌ها، که مبتنی بر آموزش همراه با کار است، بخشی از آموزش در محیط کار و به صورت عملی انجام می‌شود.

آموزش جوار کارخانه

کارخانه‌ای شد تا با استفاده از امکانات بخش تولید و صنعت و برقراری ارتباط مستقیم میان آموزش و صنعت، تلفیق کار و آموزش در جهت فراگیری بهتر مهارت‌ها صورت گیرد.

با توجه به اهمیت این طرح به‌منزله یکی از راهکارهای مفید برای ایجاد هماهنگی میان نیازهای صنعتی کشور و فعالیت‌های آموزشی در آموزش فنی و حرفه‌ای، موافقت برخی مدیران صنایع در جهت اجرای آن جلب شد و در فاصله سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۶۷ تعداد ۸ باب هنرستان جوار کارخانه با همکاری کارخانجات مختلف تأسیس شد (وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۶۹). با استفاده از تجارب به‌دست‌آمده طی این دوره، اساسنامه این نوع هنرستان تهیه و تدوین شد و در دی‌ماه ۱۳۶۷ به تصویب شورای عالی آموزش و پرورش رسید. در آبان‌ماه ۱۳۶۸، وزارت آموزش و پرورش اساسنامه و آئین‌نامه اجرایی واحدهای آموزشی مشترک فنی و حرفه‌ای (هنرستان‌های جوار کارخانه) را تهیه و برای اجرا به کلیه استان‌ها ابلاغ کرد. در این آئین‌نامه نحوه عقد قرارداد میان آموزش و پرورش و واحدهای صنعتی و تولیدی معین و حدود اختیارات و همکاری‌های واحد آموزشی با واحد صنعتی مشخص شد. با تصویب و ابلاغ این اساسنامه و آئین‌نامه اجرایی، به تدریج این هنرستان‌ها گسترش یافت به‌نحوی که تعداد هنرستان‌های جوار کارخانه که در کنار کارخانه‌ها و شهرک‌های صنعتی تأسیس شد، از ۲۴ واحد در ۱۳۶۸ به ۱۵۰ واحد آموزشی در ۱۳۸۰ رسید.

با گسترش شاخهٔ کاردانش در دههٔ ۱۳۸۰ برای ارتباط آموزش فنی و حرفه‌ای با محیط کار روش‌های دیگری مانند برون‌سپاری از طریق انعقاد قرارداد با کارخانه‌ها، آموزش همراه تولید، هنرستان‌های وابسته به شرکت‌های دولتی و نهادهای عمومی و هنرستان‌های مشترک جایگزین روش آموزش جوار کارخانه‌ای شد. یکی از طرح‌هایی که با همان ایدهٔ تلفیق کار و آموزش در شاخهٔ فنی و حرفه‌ای و کاردانش به اجرا درآمد و جایگزین هنرستان جوار کارخانه شد، آموزش همراه با تولید بود که جزو آموزش‌های رسمی فنی و حرفه‌ای است و در آن هنرجویان ضمن آموزش و

اروپایی پیشگام (IELF) به «انجمن بین‌المللی آموزش کارخانه‌ای» (IALF) تغییر نام داد تا جهت‌گیری جهانی و بلندمدت خود را برجسته کند (ialf-online/net). برگزاری نوزدهمین کنفرانس آموزش کارخانه‌ای در ۲۰۱۹ در آلمان در حوزه‌های مختلفی مانند آموزش کارخانه‌ای و صنعت نسل چهارم، تولید پایدار با آموزش کارخانه‌ای، تلفیق واقعیت و محیط یادگیری همه‌جانبه، رویکردهای یادگیری و ارزشیابی و آموزش کارخانه‌ای و همکاری میان‌رشته‌ای، نشان می‌دهد که در پایان دههٔ دوم قرن بیست‌ویکم، آموزش کارخانه‌ای در کانون توجه آموزش‌های علمی-کاربردی قرار دارد (The Technical University, 2019).

برای تبیین پیشینهٔ آموزش جوار کارخانه‌ای در ایران، جست‌وجو در بانک‌های اطلاعات علمی مانند ایرانداک، جهاد دانشگاهی، مگیران، نورمگز و همچنین اسناد آموزش و پرورش نشان داد که در این زمینه پژوهش‌های اندک و اسناد محدودی وجود دارد، اما مرور این منابع و اسناد محدود بیانگر آن است که هنرستان‌های جوار کارخانه‌ای در ایران ابتدا از ۱۳۰۲ در مراکز آموزشی شرکت نفت، نیروی زمینی و نیروی هوایی شکل گرفت، ولی در اثر کم‌توجهی به‌مرور به فراموشی سپرده شد (وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۶۹). سپس با تصویب قانون کارآموزی در ۱۳۴۹، مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای در جوار کارخانه‌ها و مراکز تولیدی با درخواست کارفرمایان برای استفاده از مزایای این قانون راه‌اندازی شد (نصرتیه و راستانی، ۱۳۶۹).

پس از پیروزی انقلاب اسلامی و استقرار نظام جمهوری اسلامی در ایران، با نقد نظام آموزشی بر تلفیق کار و آموزش و پیوند میان مدرسه و جامعه و لزوم هماهنگی میان اهداف آموزشی و نیازهای جامعه توجه و تأکید شد. نخستین آثار این توجه ایجاد طرح کاد در دورهٔ دبیرستان با انجام یک روز کار در هفته توسط دانش‌آموزان دوره‌های نظری بود تا با مشارکت بخش‌های مختلف اجتماعی و اقتصادی و استفاده از امکانات عمومی، کیفیت آموزشی در جهت مهارت‌آموزی ارتقاء پیدا کند (صدری، ۱۳۹۸). در آموزش فنی و حرفه‌ای این تأکید منجر به احیا و تأسیس هنرستان‌های جوار

یادگیری دروس مهارتی، متناسب با رشته تحصیلی خود اقدام به تولید محصول یا خدمات در هنرستان یا در ایام کارورزی در تولیدی‌ها می‌کنند (میکائیلو، ۱۳۹۶).

با اجرای این روش‌ها، به تدریج از جذابیت هنرستان‌های جوار کارخانه کاسته و توجه مسئولان آموزش و پرورش به این هنرستان‌ها کم شد. صاحبان کارخانه‌ها نیز انگیزه همکاری با آموزش و پرورش و حمایت از تأسیس هنرستان‌های جوار کارخانه‌ای را از دست دادند. در این شرایط توسعه هنرستان‌های جوار کارخانه‌ای روند نزولی پیدا کرد و به تدریج رو به تعطیلی رفت و تعداد آنها کاهش یافت به طوری که اکنون در نیمه دوم دهه ۱۳۹۰ شاهد تعداد معدودی هنرستان جوار کارخانه‌ای در آموزش و پرورش هستیم (مصاحبه با کارشناسان دفتر فنی و حرفه‌ای، ۱۳۹۷).

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور براساس قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی متولی و مجری آموزش‌های کوتاه‌مدت در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و خدمات است. این سازمان در قالب فعالیت‌های آموزشی خود و در کنار روش‌های مختلف از آموزش جوار کارخانه‌ای و آموزش جوار کارگاهی بهره می‌برد. قانون کار جمهوری اسلامی ایران واحدهای صنعتی، تولیدی و خدماتی را مکلف کرده است که برای مشارکت در آموزش کارگر ماهر و نیمه‌ماهر مورد نیاز خود با همکاری سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای به احداث مراکز آموزش جوار کارخانه اقدام کند. این مراکز می‌توانند با همکاری و مشارکت چند کارخانه در شهرک‌های صنعتی ایجاد و مورد بهره‌برداری قرار گیرند. در اجرای این قانون، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای با هدف ارتقاء مهارت و دانش فنی شاغلان بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اقدام به اعزام نیرو و ارائه تسهیلات به منظور تشویق واحدهای تولیدی به ایجاد مراکز آموزش جوار کارخانه و جوار کارگاهی می‌کند (گلکار، ۱۳۸۳).

ویژگی‌های آموزش جوار کارخانه

تغییرپذیری نظام‌های صنعتی مهم‌ترین عامل فعال‌سازی

عرضه محصولات رقابتی متنوع برای کسب رضایت مشتریان است. این عامل موجب شد آموزش کارخانه‌ای به منزله محیطی آموزشی و پژوهشی، نقش کلیدی در توسعه راه‌حل‌های جدید برای تغییرپذیری، انتقال آنها به صنعت و استفاده از آن در تربیت تکنیسین‌ها و مهندسان بازی کند. آموزش کارخانه‌ای برای سیستم تغییرپذیر صنعتی نیازمند ویژگی‌های معینی است که بتواند از طریق سازگاری پودمان‌های درسی با عوامل ایجاد تغییر مانند جهانی بودن، تحرک، مقیاس‌پذیری و مانند آن به دست آید. به همین سبب می‌توان تغییرپذیری آموزش کارخانه‌ای را ویژگی مهم طراحی آن تعریف کرد (Wagner et al., 2012). زیرا به علت تغییرات سریع در سیستم‌های تولیدی و محصولات، دانشجویان نیاز دارند با سرعت بیشتری با روش‌های موجود و آینده آشنا شوند. در آینده، به تدریس عمل محور نیاز است. بنابراین، محتوای آموزشی و تربیتی و مکانیسم‌های اشاعه آن باید با نیازهای جدید صنعت انطباق پیدا کند (Chryssolouris et al., 2016). در واقع، آموزش کارخانه‌ای رویکردی پیشرفته است که برای آموزش مهندسی و مشارکت‌کنندگان در فرایند تولید استفاده می‌شود. هدف اصلی آن کاربردی کردن مفاهیم نظری است تا به یادگیرندگان فضای بزرگ‌تری برای تجربه کردن ارائه دهد. در این روش یادگیرندگان می‌توانند به وضعیت مطلوبی از فرایندها و فعالیت‌های درگیر در آن و همچنین رویکرد روش‌شناسانه برای طراحی مفاهیم آموزش کارخانه‌ای دست یابند (Mahetso et al., 2019).

مطالعه‌ای میدانی نشان داده است که مهم‌ترین هدف آموزش کارخانه‌ای ظرفیت‌سازی برای عمل در وضعیت پیچیده دنیای واقعی است. این هدف به روشنی اهمیت توسعه شایستگی‌ها را برای حل مسائل و وظایف پیچیده در زمینه مهندسی تولید نشان می‌دهد. نظر به پویایی بازار، درک توسعه شایستگی در تولید محصول به مثابه عاملی مهم برای بهبود مستمر و پایداری رقابت بسیار مهم است. چنین وضعیتی در موقعیت زندگی واقعی، تنها از طریق برنامه درسی شایستگی محور تحقق می‌یابد. آزمایشگاه آموزش کارخانه‌ای با مدل سنتی تفاوت دارد. آزمایشگاه‌های مدل

(Milgram and Kishino, 1994).

گروه هدف و ذی‌نفعان در آموزش کارخانه‌ای

اولین گروه هدف آموزش کارخانه‌ای، هنرجویان آموزش فنی و حرفه‌ای و دانشجویان دانشگاه‌ها بودند. امروزه، شرکت‌کنندگان صنعتی (مانند مدیر، کارگر کارگاه، کارگر برنامه‌ریزی و کنترل) به‌عنوان دومین گروه هدف مهم تعریف می‌شوند (Kreimeier et al., 2014). امکان حضور در فرایندها در دنیای واقعی یک محیط تولید، به شرکت‌کنندگان صنعتی اجازه می‌دهد به‌آسانی مشکلات را تبدیل به چالش‌های عملیاتی برای خود کنند (Prinz et al., 2016). گروه‌های هدف محتوایی عمدتاً تحت فشار اجتماعی-فنی بر جنبه‌های بسیار فنی تمرکز دارند. این وضعیت نشان‌دهنده این واقعیت است که گروه‌های هدف، دانشجویان مهندسی یا شرکت‌کنندگان صنعت از بخش‌های فنی هستند. در نتیجه، تمرکز آموزش کارخانه‌ای بر استفاده از دانش درباره روش‌ها برای بهبود جنبه‌های مختلف زمینه‌هایی است که تحت فشار (زمان-هزینه-کیفیت) سیستم‌های تولیدی قرار دارد.

واگنر و همکاران (2015) معتقدند براساس درخواست‌های متغیر از کارکنان در صنعت و تولید (اطلاعات کارکنان، امنیت اطلاعات، و غیره)، توجه به جنبه‌های سازمانی و شخصی بعد از جنبه‌های تکنیکی بسیار اهمیت دارد. بنابراین توجه به چشم‌انداز علوم اجتماعی برای توسعه پودمان‌های آموزش کارخانه‌ای ضروری است. همراه با درخواست برای پیش رفتن پودمان‌ها به سوی جنبه‌های اجتماعی، گروه هدف جدیدی با عنوان «نمایندگان کارگران» می‌تواند تعریف شود. بنابراین با توجه به نتایج این بحث‌ها می‌توان گروه‌های هدف در آموزش کارخانه‌ای را به سه دسته مختلف طبقه‌بندی کرد:

الف. دانشجویان دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی مرتبط با آموزش‌های فنی و حرفه‌ای که به‌صورت کارورزی، کارآموزی یا اشکال دیگر در فرایند تولید حضور پیدا می‌کنند؛

رشته‌ای که به دوره‌های خاصی نظیر مکانیک سیالات، الکترونیک، یا کنترل گره زده شده است بسیار متمرکز است. درحالی‌که در آموزش کارخانه‌ای دانشجویان تولید یک محصول و فرایند تولید مرتبط با آن و/یا فرایند مونتاژ آن را تجربه می‌کنند.

یکی از ویژگی‌های مهم آموزش کارخانه‌ای تلفیق محیط واقعی یا کاربردی با دنیای مجازی و دیجیتالی برای بهره‌برداری در این نوع آموزش است. در تلفیق محیط واقعی، دنیای واقعی و دنیای مجازی در درون تجربه یک کاربر ترکیب می‌شوند. این تلفیق، فرصت‌ها را برای آموزش کارخانه‌ای به‌صورت فیزیکی به میزان قابل ملاحظه‌ای گسترش می‌دهد. آموزش‌های کارخانه‌ای محلی برای آموزش فنی و حرفه‌ای برای صنعت با عناوین مربوط به کارخانه است. جنبه فیزیکی آموزش‌های کارخانه‌ای و در نتیجه ارتباط آنها با سخت‌افزار، سنگ بنای یادگیری اثربخش است. از طرف دیگر، فضای مجازی از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است و به‌سرعت قابل انطباق است و مانند سخت‌افزار فیزیکی محدود نیست. این ویژگی به یادگیرندگان اجازه می‌دهد فرایندها، روش‌ها و سناریوهایی را که در سخت‌افزار وجود ندارد تجربه کنند. ترکیب مزایای دنیای واقعی و دنیای مجازی در آموزش‌های کارخانه‌ای برای تلفیق آموزش واقعی، ظرفیت زیادی برای افزایش موفقیت یادگیری ایجاد می‌کند. آموزش‌های کارخانه‌ای می‌تواند از قابلیت‌های تلفیق واقعیت برای بهبود دانش و مهارت‌های موردنظر استفاده کند. افزون‌برآن، یادگیری درباره تلفیق واقعیت و توسعه مهارت، برای ایجاد کاربرد تلفیق واقعیت یکی از بخش‌های مهم زمینه‌های عملی آموزش کارخانه‌ای در آینده خواهد بود (Juraschek et al., 2018). به بیان موجزتر، در تلفیق محیط واقعی یا کاربردی، موضوعات واقعی و مجازی با هم ترکیب و «مخلوط» می‌شوند تا تجربه‌ای کاربردی با ترکیب هر دو دنیای واقعی و مجازی به‌وجود آورند. موضوعات واقعی با داشتن یک هدف واقعی مشخص می‌شوند. برعکس، موضوعات مجازی به‌صورت ذاتی اثر وجود دارند، نه به‌صورت رسمی یا مادی

منطقی، بهره‌وری انرژی، فرایند طراحی، تغییر مجازی/ دیجیتالی/ سازمانی. بسیاری از آموزش‌های کارخانه‌ای آلمانی هنوز زیرساخت و رویکردی فردی به این گروه‌های محتوایی دارند. آموزش کارخانه‌ای اروپایی پیشگام و همچنین شبکه نوآوری آموزش کارخانه‌ای (NIL) تلاش می‌کند با ایجاد استانداردها برای آموزش کارخانه‌ای این رویکرد را تغییر دهند. هدف آموزش کارخانه‌ای همانند محتوای آنها بسیار مهم شده است. این استانداردها برای آموزش علمی، آموزش حرفه‌ای، برای پژوهش، به‌عنوان فضای شبکه‌ای و سیستم عامل انتقال‌دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Abele et al., 2015).

سرفصل‌های عمومی برای آموزش کارخانه‌ای شامل بهینه‌سازی بهره‌وری انرژی و فرایندها و روش‌های مدیریت پشتیبانی تولید است (Dinkelmann et al., 2011). در بیشتر کاربردهای گزارش‌شده پارادایم آموزش کارخانه‌ای، ویژگی‌های کلیدی یک محیط صنعتی را با استفاده از الگوی تجهیزات تولیدی در محیطی دانشگاهی شبیه‌سازی کرده‌اند (Wagner et al., 2012). از مشکلات این رویکرد، این واقعیت است که تجهیزات اختصاصی تولید، که در محیط دانشگاهی نصب می‌شود، می‌تواند به‌سرعت منسوخ شود. زیرا به‌سبب کوتاه‌تر شدن گردش جریان تولید، که پاسخ‌گویی به بازار جهانی آن را تحمیل می‌کند، سرعت تغییرات در سیستم‌های تولیدی طی دهه‌های گذشته به‌شدت افزایش پیدا کرده است (Rentzos et al., 2016). بنابراین روشن می‌شود که رویکردهای جدیدی مانند آموزش کارخانه‌ای برای صنعتی کردن آموزش موردنیاز است. این رویکردها هدف‌های زیر را دنبال می‌کنند:

صنعتی؛

- ب. افزایش نفوذ عملیات صنعتی از طریق دانش جدید؛
 - ج. حمایت کردن جریان انتقال به کارگران دانش آینده و کوتاه کردن فاصله میان صنعت منبع محور (کارگر و سرمایه) و صنعت دانش‌بنیان (اطلاعات و دانش)؛ و
 - د. ایجاد و نگهداری رشد ثابت صنعتی.
- جورجینسن و همکاران (1995) با بیان ویژگی برنامه

ب. مشارکت‌کنندگان در صنعت مانند مدیران، کارگران فنی، تکنیسین‌ها و سرپرست کارگاه که مستقیماً در فرایند تولید حضور دارند؛

ج. ذی‌نفعان صنعت که خواستار بهبود وضعیت تولید تحت فشارهای اجتماعی، بازار و منافع گروهی هستند، مانند کارفرمایان، اتحادیه‌های صنفی، نمایندگان کارگران، مصرف‌کنندگان محصولات تولیدی که بر برنامه‌های آموزش کارخانه‌ای تأثیر می‌گذارند.

برنامه درسی در آموزش کارخانه‌ای

هدف آموزش کارخانه‌ای ایجاد پارادایم جدیدی برای هر دو آموزش دانشگاهی و صنعتی است (Chryssoulouris et al., 2006). مأموریت این نوع آموزش فراهم کردن فعالیت‌های مهندسی و تمرین‌های عملی برای دانشجویان دانشگاه تحت شرایط صنعتی و دریافت نتایج تحقیق و فعالیت‌های یادگیری صنعتی برای مهندسان و کارگران یقه‌آبی است. برنامه درسی آموزش کارخانه‌ای اصالتاً از رشته علوم پزشکی و به‌ویژه در پارادایم آموزش بیمارستانی که با نام دانشکده پزشکی به‌صورت موازی در بیمارستان اجرا می‌شود الگوبرداری شده است. هدف آن تلفیق آموزش و محیط کار است. از نقطه نظر واقعیت‌گرایی و ایجاد تجارب آموزشی مرتبط با مفهوم «از کارخانه به کلاس درس»، هدف آموزش کارخانه‌ای انتقال محیط واقعی تولید/صنعت به کلاس درس است. شرایط واقعی تولید، دانش موجود در فرایندهای عملیات روزانه صنعتی را از طریق ایجاد سازکارهایی برای کامل شدن محتوا فراهم می‌کند که به دانشجویان اجازه می‌دهد محیط تولید را درک کنند (Rentzos et al., 2016).

آموزش کارخانه‌ای برای تدریس روش‌های بهبود فرایند به شرکت‌کنندگان ایجاد شده است. پیشرفت‌های آموزش کارخانه‌ای در سال‌های گذشته نشان می‌دهد که این روش می‌تواند برای اشاعه دانش در موضوعات بسیار متفاوت مورد استفاده قرار گیرد. آبل و همکاران (2015) تاکنون پنج گروه محتوا را تعریف کرده است: فرایند تولید، فرایند

آموزش جوار کارخانه

از آن چیزی است که در کتاب‌ها وجود دارد. دانشجویان در آموزش کارخانه‌ای نه تنها به تمرین مهارت‌های نرم مانند کار گروهی و مهارت‌های ارتباطی میان‌فردی می‌پردازند بلکه دست به تجربه‌های بزرگی می‌زنند و آموزش مهارت‌شغلی آینده را هم کسب می‌کنند. شرکت‌کنندگان در آموزش کارخانه‌ای یاد می‌گیرند چگونه یک مسئله را تعریف کنند، یک نمونه اولیه بسازند، یک پروپوزال (پیشنهاد) بازرگانی بنویسند، تهیه مطالب و روش ارائه آن درباره راه‌حل‌هایشان را آماده سازند. در این فرایند، دانشجویان مهارت‌های انتقادی را می‌آموزند، مانند اینکه چگونه در یک مهلت زمانی به انتظارات پاسخ دهند، در یک تیم چندرشته‌ای کار کنند، و از استعدادهای گوناگون افراد بهره‌برند. شرکت‌ها بیش از پیش متقاضی کارجویانی هستند که دارای تجربه و مجموعه‌ای از مهارت‌ها باشند. اکنون این شرکت‌ها فراهم‌کننده پول، منابع، و پروژه‌هایی با ایده‌های بالقوه برای دانشجویان هستند که روی آن کار کنند و تا زمانی که در محیط آموزشی هستند تجربه به دست آورند. این امکان را به وجود آورند زمانی که از دانشکده فارغ‌التحصیل شدند، مستقیماً کار مورد انتخابشان را شروع کنند (Kaplan-Le Iserson, 2006).

در مقایسه با آموزش سنتی، آموزش کارخانه‌ای به کاربرد عملکرد بیشتر و همچنین به درجه بالاتری از دانش عملی مؤثر دست یافته است (Cachay et al., 2012). در عین حال، از نظر تیش و همکاران (2013)، افزایش موفقیت در توسعه شایستگی در آموزش کارخانه‌ای با چهار مشکل روبه‌رو است که باید مورد توجه قرار گیرد:

اول، آموزش کارخانه‌ای موجود را معمولاً کارشناسان فنی شبیه‌ساز محیط طراحی می‌کنند. به همین علت، نتایج تنظیم شده به شدت بر نقشه‌برداری معتبر از منظر یک کارخانه واقعی، بدون در نظر گرفتن مفاهیم منطقی کاربردی، با یک رویکرد علمی و توجه به جنبه‌های بهره‌وری و اثربخشی در ایجاد شایستگی، تمرکز دارند. به سبب غفلت از شواهد تجربی هیچ بیانیه‌ای درباره نقاط قوت و ضعف تنظیم یاددهی-یادگیری‌های مختلف نمی‌تواند صادر شود.

درسی آموزش کارخانه‌ای رسیدن به این اهداف را ممکن می‌داند. از نظر آنان، برنامه درسی آموزش کارخانه‌ای ترکیب نظریه و عمل است و این ترکیب می‌تواند پیوند مستقیمی میان مطالعات نظری با طراحی مبتنی بر عمل و فعالیت‌های حل مسئله ایجاد کند. ترکیب این دو در برنامه درسی، یادگیرندگان را قادر می‌سازد تا موضوعات مربوط به طراحی و ساخت را با هم ترکیب کنند. هدف این برنامه تربیت مهندسانی برای قرن بیست و یکم با ویژگی‌های زیر است:

- داشتن پایه و اساس قوی در اصول علوم مهندسی؛
- به دست آوردن تصویر بزرگ و واقعی از ساخت و تولید شامل فرایند طراحی و واقعیت‌های تجاری؛
- آگاهی از فناوری‌ها و ابزارهای موجود و مهم‌تر از همه مدیریت و کاربرد آنها برای حل مشکلات جدید؛
- یک مشارکت‌کننده مؤثر در کار گروهی؛
- مهارت داشتن در ارتباطات (شفاهی، کتبی، الکترونیکی)؛

و

- آماده و پراکنده برای یادگیری آینده.

در آموزش کارخانه‌ای یادگیرندگان به طور فعال فرایند تولید محصول را تجربه می‌کنند. دانشجویان در سال‌های اول با کالبدشکافی محصول، اسناد طراحی، از تجهیزات، اندازه‌گیری‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و امکانات نمونه‌سازی برای اجرای ایده‌های خود در بهبود تولید استفاده می‌کنند. در سال‌های بالاتر با دستیابی به مهارت‌های اصلی در فرایند تولید، به طور مستقیم طراحی و ساخت میان‌رشته‌ای تحت پوشش مهندسی را تجربه می‌کنند (Jorgensen et al., 1995). در واقع، آموزش کارخانه‌ای رویکردی پیشرفته است که از آن برای آموزش مهندسان و مشارکت‌کنندگان در فرایند تولید استفاده می‌شود (Mahetso et al., 2019).

مزایا و مشکلات آموزش کارخانه‌ای

آموزش کارخانه‌ای مزایای زیادی دارد. در گذشته یک دانشجوی مهندسی می‌توانست با اندکی تجربه یا بدون داشتن آن در محیط کار فارغ‌التحصیل شود. هدف آموزش کارخانه‌ای تغییر این وضعیت و آموزش دانشجویان با بیش

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، تهران.
 میکائیلو، غ. (۱۳۹۶). طراحی الگوی برنامه درسی مبتنی بر آموزش همراه
 با تولید در هنرستان‌های کاردانش زمینه خدمات: مطالعه موردی
 رشته خیاطی. (پایان‌نامه دکتری علوم تربیتی و روانشناسی)، دانشگاه
 تبریز، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، تبریز.
 نصرتیه، غ. و راستانی، ب. (۱۳۶۹). مرکز آموزش جوار در پرسابقه‌ترین
 واحد تولید اتومبیل ایران. *فصلنامه هماهنگ*، ۱۸، ۱۷-۲۵.
 وزارت آموزش و پرورش (۱۳۶۹). معرفی هنرستان‌های جوار کارخانه‌ای.
 معاونت فنی و حرفه‌ای، دفتر آموزش فنی، تهران.

Abele, E., Metternich, J., Tisch, M. & Chrissoulouris, G. (2015). Learning Factories for research, education, and training. The 5th Conference on Learning Factories 2015. *Science Direct, Procedia, CIRP*, 32,1-6.

Cachay J., Wennemer J., Abele E. & Tenberg R. (2012). Study on action-oriented learning with a Learning Factory approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences/55:1144-1153*.

Chrissoulouris, G., Mavrikios, D. & Mourtzis, D. (2013). Manufacturing systems: skills & competencies for the future. *Procedia CIRP Keynote paper presented at the 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 7, 17-24.

Chrissoulouris, G., Mavrikios, D., Papakostas, N. & Mourtzis, D. (2006). Education in manufacturing technology & science: a view on future challenges & goals. *Proceedings of the International Conference on Manufacturing Science and Technology Inaugural Keynote, Melaka, Malaysia*.

Dinkelmann, M., Riffelmacher, P. & Westkämper, E. (2011). Training concept and structure of the Learning Factory advanced industrial engineering. In H. El Maraghy (Ed.). *Enabling manufacturing competitiveness and economic sustainability: Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production CARV 2011* (pp. 624-629). Montreal.

El Maraghy, H. & El Maraghy, W. (2014). Learning Factories for Manufacturing Systems. Presented at the 4th Conference on Learning Factories, Stockholm.

Enkea, J., Tischa, M. & Metternicha, J. (2016). Learning Factory requirements analysis- Requirements of Learning Factory stakeholders on Learning Factories. *Procedia CIRP, Science Direct*, 55, 224-229.

Initiative on European Learning Factories (IELF) (2012). General Assembly of the Initiative on European Learning Factories. Vienna.

Jorgensen, J. E., Lamancusa, J. S., Zayas-Castro, J. L. & Ratner, J. (1995). The Learning Factory curriculum integration of design and manufacturing. *Proceeding of the 4th World Conference on Engineering Education*, 1-7 (5). St. Paul, MN, October 15-20, 1995.

Juraschek, M., Buth, L., Posselt, G. & Herrmann, C. (2018). Mixed reality in Learning Factories. 8th Conference on Learning Factories 2018. *Advanced Engineering Education & Training for Manufacturing Innovation. Science Direct Procedia Manufacturing*, 23 (2018), 153-158. from: www.welsevier.com/locate/procedia.

Kaplan-Le Iserson, E. (2006). Education from the factory floor. *PE Magazine, National Society of Professional Engineers*,

براین اساس، به منظور تحلیل، ارزشیابی، اعتباربخشی، بازطراحی آموزش‌های کارخانه‌ای مختلف، باید تلفیق کارشناسان آموزشی برای آموزش کارخانه‌ای بهتر مورد توجه قرار گیرد.

دوم، آموزش کارخانه‌ای معمولاً مبتنی بر هیچ رویکرد ساختاریافته‌ای نیست. در آغاز، تجربه مبتنی بر طراحی آموزش کارخانه‌ای دوباره به سوی موقعیت‌های آزمایشی همراه با تلاش‌های پیشگامانه بزرگ و عدم اطمینان زیاد هدایت می‌شود - حداقل در آغاز، بهره‌وری کم فرایند طراحی کارخانه قابل پیش‌بینی است.

سوم، با توجه به برنامه‌ریزی آموزش کارخانه‌ای، به‌سختی یک رویکرد شایسته‌محور تعریف می‌شود. در اینجا، طراحی فنی و منطقی آموزش کارخانه‌ای باید بر توسعه اثربخش شایستگی‌های موردنظر تمرکز داشته باشد (Steffen et al., 2012). امروزه بخش‌های قابل‌توجهی از طراحی اولیه مدل‌های آموزشی معمولاً به توانایی خودسازماندهی (شرکت‌کنندگان) برای عمل کمک نمی‌کند. در نهایت، انتقال روش‌های حل مسئله و حذف ضایعات از آموزش کارخانه‌ای به کارخانه واقعی اغلب با تخصیص نامناسب کارکنان به واحدهای آموزشی خاص، به سبب غفلت از جهت‌گیری هدف مدیریت آموزشی با مانع روبه‌رو می‌شود.

کتاب‌شناسی

باقری، م.؛ عباسی، ع. و خدائی، ه. (۱۳۹۷). طراحی مدل سنجش اثربخشی دانشگاه‌های سازمانی دولتی: مورد مطالعه: مرکز علمی-کاربردی کارخانه‌های مخابراتی ایران. *فصلنامه مطالعات مدیریت دولتی ایران*، ۲، ۹۵-۱۱۲.

خلاق، ع. ا. (۱۳۸۴). تحلیلی بر ارتباط دوجانبه آموزش با محیط کار. *فصلنامه رشد آموزش فنی و حرفه‌ای*، ۱۲(۱)، ۸-۱۲.

صدری، ع. (۱۳۹۸). طرح‌کاد. دانشنامه ایرانی برنامه درسی، تهران، انجمن مطالعات برنامه درسی.

گلکار، ع. (۱۳۸۳). بررسی وضعیت آموزش فنی و حرفه‌ای در کشور و مقایسه آن با سایر کشورها. *نشریه کار و جامعه*، ۵۳، ۴۷-۵۲.

مجاهدطلب، ص. (۱۳۷۲). بررسی نگرش مدیران آموزش واحدهای تولیدی (وابسته به وزارت صنایع سنگین) نسبت به ایجاد هنرستانهای جوار کارخانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم تربیتی،

آموزش جوار کارخانه

Wagner, U., Al Geddawy, T., El Maraghy, H., Müller, E. (2012). The State-of-the-art and prospects of Learning Factories. *SciVerse Science Direct, Procedia CIRP*, 3 (2012):109-114. Paper presented at the 45th Conference on Manufacturing System.

Wagner, U., Al Geddawy, T., El Maraghy, H. and Müller, E. (2015). Developing products for changeable learning factories. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9, 146-158.

علی اصغر خلّاقی (عضو هیئت علمی دانشگاه

تربیت دبیر شهید رجایی)

معادل‌ها

Learning factory	آموزش کارخانه‌ای
Initiative on European Learning Factories (IELF)	آموزش کارخانه‌ای اروپایی پیشگام
Competency Based Training	آموزش مبتنی بر شایستگی
International Association Learning Factories (IAFL)	انجمن بین‌المللی آموزش کارخانه‌ای
National Science Foundation (NSF)	بنیاد ملی علوم
Penn State University	دانشگاه ایالتی پن
Apprenticeship system	روش استاد-شاگردی
Dual system	روش دوآل یا دوگانه
Sandwich Program	روش ساندویچی
Cooperative Education	روش مشارکتی

31-33. Retrieved from: <http://www.mne.psu.edu/lamancusa/PE/NSPEarticle.pdf>

Kreimeier, D., Morlock, F., Prinz, C., Krückhans, B., Bakir, D.C. & Meier, H. (2014). Holistic Learning Factories - A concept to train lean management, resource efficiency as well as management and organization improvement skills. In: *Procedia CIRP, Volume 17, issue C*, Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. (pp. 184-188) Windsor Ontario, Canada. DOI: ELSEVIER 10.1016/j.procir.2014.01.040.

Lamancusa, J. S., Zayas, J. L., Soyster, A. L., Morell, L. & Jorgensen, J. (2008). The Learning Factory: Industry-Partnered Active Learning. *Journal of Engineering Education*, 4(15), 5-11.

Laperriere, L. & Reinhart, G. (editors) (2014). In *CIRP Encyclopedia of production engineering*. CIRP, The International Academy for Production Engineering, Springer.

Mahetso, N., Mpofu, K. & Ramatsetse, B. (2019). A Learning Factory concept for skills enhancement in rail car manufacturing industries. The 9th Conference on Learning Factories 2019, *Science Direct, Procedia Manufacturing 31 (2019)* 187-193. Retrieved from www.wlsevier.com/locate/procedia.

Milgram, P. and Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Trans. Inf. Syst.*, E77-D(12), 1321-1329.

Prinz, C., Oberc, H., Kreimeier, D., Kuhlenkotter, B., Reuter, M. & Wannoffel, M. (2016). Learning Factory concept to impart knowledge about engineering methods ad well as social science methods in the Learning Factory. An Annual Edition from the Network of Innovative Learning Factories. Reutlingen University, Germany. Retrieved from: http://rubigm.ruhr-uni-bochum.de/Veroeffentlichungen/The_Learning_Factory-2.pdf

Rentzos, L., Mavrikios, D., Pintzos, G. & Chryssolouris, G. (2016). machine design using the teaching factory paradigm. In the Learning Factory. An Annual Edition from the Network of Innovative Learning Factories. Reutlingen University, Germany. Retrieved from: http://rubigm.ruhr-uni-bochum.de/Veroeffentlichungen/The_Learning_Factory-2.pdf

Steffen, M., May, D. & Deuse, J. (2012). *The industrial engineering laboratory*. In: IEEE. Presented at the Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012, p. 1-10.

The Technical University (2019). Research, Experience, Education, The 9th Conference on Learning Factories 2019, Braunschweig, Germany, 26th to 28th March 2019. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/jour>

Tisch, M., Hertle, C., Cachay, J., Abele, E., Merrernich, J. & Tenberg, R. (2013). A systematic approach on developing action-oriented, competency-based Learning Factories. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013, 580-585

Tvenge, N., Martinsen, K. & Holtskog, H. (2019). Learning Factories as Laboratories for Socio-technical experiments. Paper presented at the 9th Conference on Learning Factories 2019, *Procedia Manufacturing 31*, 337-342, *Science Direct*.