فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال چهاردهم، شماره ۵۶، زمستان ۱۳۹۱، صص. ۱۱۶- ۹۷

ارائه مدل سه بعدی شبکه هم افزایی دولت، دانشگاه، صنعت و تحقیق برای تربیت مهندسان آماده به کار

مهدی محمدی[۱] و فهیمه کشاورزی[۲]

چکیده: مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کارفرمایان به استخدام دانشجویان مهندسی با مجموعه مهارتهای متنوع توجه ویژه‌ای دارند. بنابراین، یکی از چالشهایی که دانشگاهها و دانشکده‌های مهندسی با آن مواجه‌اند، چگونگی پرورش دانش‌آموختگانی است که فقط دارای مهارتهای سنتی نباشند، بلکه دانش، مهارت و نگرشهای لازم برای ورود به عرصه صنعت و تجارت را داشته باشند. این دانش آموختگان آماده به کار، ویژگیهایی همچون شایستگی فنی، آگاهی تجاری و اعتماد به نفس دارند و نیز یک رابط بسیار ماهر و زبده در زمینه بازاریابی و جذب سرمایه محسوب می‌شوند. بر این اساس، در مدل سه بعدی شبکه هم افزایی دولت، دانشگاه، صنعت و تحقیق برای تربیت مهندسان آماده به کار، برنامه درسی فراکنشی تدوین می‌شود که سه نوع مهارت شایستگی فنی، آگاهی تجاری و مهارتهای نرم را در دانشجویان مهندسی ایجاد می‌کند. بر اساس این مدل، دانشگاه، صنعت و تحقیق در تعاملی پویا در همه مراحل چرخه تولید مهندس آماده به کار، با هم تعامل و انسجام دارند و حمایت دولت در همه مراحل این تعامل پویا وجود دارد، به نحوی که اثربخش‌ترین و کارآمدترین آموزشهای مهندسی به منظور رشد شایستگیها، دانش، مهارت و نگرش مثبت دانش‌آموختگان به صنعت و نگرش مثبت صنعت به دانش آموختگان ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه درسی، مشارکت، استخدام، هم افزایی دانشگاه – صنعت.

---

۱. استادیار دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز ، شیراز، ایران، m48r52@gmail.com

۱. کارشناس ارشد مدیریت آموزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۲۳)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۵/۲۳)

۱. مقدمه

صنعت و دانشگاه بازیگران اصلی نظامهای ملی نوآوری قلمداد می‌شوند[۱]. ریشه همکاریهای مشترک دانشگاه و صنعت را باید در نیازها، اهداف و کارکردهای مشترک جستجو کرد. توسعه تحقیقات و تولید علم به شکوه و جلال ملی منجر می‌شود و کشورهای جهان از تحقیقات به عنوان یکی از منابع مهم تولید ثروت استفاده می‌کنند[۲]. اگر ارتباط دانشگاه و صنعت زمانی بسیار حایز اهمیت و ضروری بود، امروزه در اقتصاد نوین و اقتصاد مبتنی بر نوآوری امری حیاتی و اجتناب ناپذیر قلمداد می‌شود. به‌طوری که این دو نهاد بازیگران اصلی نظامهای ملی نوآوری به شمار می روند و ارتباط باز تعریف شده آنها مهم‌ترین نقش را در تجاری سازی دستاوردهای علمی و توسعه اقتصادی خواهد داشت. دانشگاهها در ادامه مأموریتهای آموزشی و پژوهشی سنتی خود، در نظام ملی نوآوری در توسعه فناوری و کارآفرینی مسئولیتهای جدیدی را عهده‌دار شده و با تولید دانش با ارزش اقتصادی زمینه‌های نوآوری مبتنی بر دانش را برای بنگاههای اقتصادی و صنعت فراهم کرده‌اند[۱]. آنها با نقش دوجانبه خود؛ یعنی بسط و توسعه مرزهای دانش و ایجاد فناوریهای جدید و آموزش و تربیت کاربران این علوم و فناوریها جایگاه منحصر بفردی دارند. اگر بپذیریم که در نهایت، مدیران ارشد تصمیم ساز و تصمیم‌گیر هر جامعه دست پرورده و محصول دانشگاهها هستند، نقش دانشگاهها در توسعه و استمرار رشد همه جانبه بیشتر آشکار می‌شود[۳].

برای توسعه پایدار کشور به برقراری ارتباطات محکم بین دانشگاه، به‌عنوان مرکز تولید علم و فناوری، و ارگانهای دولتی و خصوصی به‌ویژه صنایع، به عنوان استفاده کنندگان آن، نیاز است. از سوی دیگر، تغییرات شتابنده در محیطهای علمی و فناوری و بازارهای جهانی، تولیدکنندگان و مصرف کنندگان را ناچار می‌سازد که همواره خود را با این تغییرات هماهنگ و همراه کنند[۴]. اتصال زنجیره‌وار دانشگاه به عنوان متولی توسعه علمی و صنعت به عنوان عامل توسعه اقتصادی می‌تواند نتایج مثبتی در پیشرفت کشور حاصل کند و آن را به سمت پویایی سوق دهد. از این منظر، می‌توان دانشگاه را به عنوان تولید کننده و صنعت را به مثابه مصرف کننده خدماتی متصور شد که محور مبادلات آنان نیروی انسانی متخصص، دانش فنی و تحقیقات است. دانشگاه سازمانی است که با تولید فکر، دانش و راهکارها به بهینه‌سازی صنعت مبادرت می‌ورزد، اما کمتر نگاه درونی داشته و به بهینه سازی فرایندهای درون سازمانی خود از جمله مدیریت ارتباط با صنعت (مشتری) پرداخته است. نوین گرایی در تعاملات دانشگاه با محیط، به معنای دستیابی به استقلال مالی در دانشگاهها و ارائه خدمات بهتر آموزشی، پژوهشی و مشاوره ای به صنعت است[۱، ۵ و ۶].

۲. بیان مسئله

در همه کشورهای جهان ارتباط میان دو نهاد دانشگاه و صنعت مسئله‌ای پیچیده و مهم است. ریشه اصلی این امر از تفاوت ماهیت این دو نهاد ناشی می‌شود، زیرا صنعت یک نهاد اقتصادی و دانشگاه یک نهاد علمی است. در کشورهای پیشرفته این دو نهاد گام به گام در توسعه یکدیگر نقش تکاملی متقابل داشته و دارند. پیشرفتهای اولیه علمی سبب به وجود آمدن صنایع شد که علاوه بر اثبات عملی نظریه‌های علمی، ابزارهای لازم را به همراه نیازهای جدید برای پیشرفتهای بعدی علمی فراهم می‌کردند و این سیر تکاملی همچنان به شکل همکاریهای علمی محور [برای حل مسائل علمی موجود در صنعت] و برنامه‌های پروژه محور[برای اجرای پروژه‌های مورد علاقه صنعت]صورت می‌گیرد. در این کشورها صنعت پا به پای دانشگاه در حال حرکت است و در واقع، هر دو آنها به روز هستند. این رابطه برای طرفین سودآور است و در کل، برای حصول یک چنین شرایطی سالیان متمادی است که زمینه‌سازی شده و می‌شود [۴ و ۷].

با وجود این، در کشورهای در حال توسعه، از جمله کشور ما، دانشگاهها جدا از نیازهای صنعتی کشور شکل گرفته‌اند؛ به عبارت دیگر، صنعت و دانشگاه دو نهاد وارداتی‌اند که علاوه بر منتزع بودن از کل نظام و ساختار جامعه، از خود نیز جدا و با هم بی ارتباط هستند. در این موارد، صنعت یا به‌دلیل کمبود سرمایه یا بسندگی صرف به بازار داخلی بدون توجه به بازارهای خارجی، کمی قدیمی شده و به اصطلاح از قافله جهانی عقب مانده است[۴]. از طرف دیگر، درکشور ما در پارادایم انعطاف، دانشگاه از صنعت پیش افتاده است و می‌توان گفت که حدود یک دهه است که دانشگاهها وجود این پارادایم را پذیرفته و انعطافهای مورد تأکید آن را کم و بیش به کارگرفته اند؛ دانشگاهها و مراکز علمی در ایران رشد بهتری داشته‌اند و می‌توان گفت که از نظر پارادایمیک درحال گذر از پارادیم رقابت به پارادیم نوآوری هستند. رشد چشمگیر تعداد پژوهشها و مقالات در سطح بین‌المللی (نظیر مقالات ISI) و اختراعات و ابتکارات مخترعان ایرانی که متأسفانه، بسیاری از آنها در صنایع تولیدی داخلی ـ به دلایل متعدد نظیر نبودن زمینه‌های لازم، عدم امکان تطبیق دستگاهها، قدیمی بودن دستگاهها و سایر موارد ـ به کارگرفته نمی‌شود و حتی شاید بتوان گفت کشورهای پیشرفته صنعتی بیشتر از آنها منتفع می‌شوند و تحولات عظیم کشور در زمینه‌های پزشکی، تئوریکی و مهندسی گواه صدق این مدعاست[۸].

اگر دانشگاه و صنعت در کشور در جهت توسعه ملی نیازها، اهداف و کارکردهای مشترک خود را تعریف نکنند، قادر نخواهند بود فعالیتهای خود را در عرصه داخل و خارج به طور کامل انجام دهند. تولید علم و فناوری در نتیجه همکاری مناسب صنعت و دانشگاه به صورت استراتژیک حاصل

می‌شود. مسلم است که اگر دانشگاه یک نوآوری را صورت دهد و فرضاً رشته جدیدی را تعریف کند که مورد نیاز صنعت نباشد، استفاده و مطلوبیتی نخواهد داشت.

به طورکلی، پیشرفت فناوری و گسترش ابزار و وسایل مورد استفاده در دنیای صنعت از طرفی و توسعه روابط در زمینه‌های علمی و صنعتی و اجتماعی از طرف دیگر، نیاز به کسب مهارتهای خاص در زمینه‌های تخصصی و شغلی را دو چندان می‌کند. در این خصوص، آموزش این مهارتها به ظرافت و پیچیدگی خاصی نیازمند است. با تشخیص مسئولیت زیادی که بر عهده تکنسینها و مهندسان در رشد ملی گذارده شده است، نیاز فوری برای اصلاحات در آموزش مهندسی و برنامه ریزی درسی آن احساس می‌شود، از این رو، دانشجو در آموزش مهندسی نباید فقط به مسئله گرفتن واحد درسی و نمره گرفتن مشغول باشد. درسهای ارائه شده باید به گونه‌ای باشند که پاسخگوی نیازهای دانشجویان در درازمدت باشد و این چنین درسهایی فقط از طریق آموزش مهندسی امکان پذیر است که به ما این اطمینان را خواهد داد که زمانی که دانشجویان از دانشگاهها دانش آموختگان شوند، بتوانند به گونه‌ای موفق مهارتهای کسب شده خود را در عمل به کار ببرند[۹ و ۱۰].

دسته بندیهای مختلفی از نوع و نحوه ارتباط صنعت و دانشگاهها تاکنون مطرح بوده است. در تقسیم‌بندی نوع رهیافتی با بررسی دقیق رهیافتهای گوناگون نحوه ارتباط صنعت به چهار دسته تقسیم می‌شود[۱۱]:

- رهیافتهای تاریخی: صاحبنظران این رهیافت معتقدند که ضعفهای ارتباطی بین صنعت و دانشگاه به تفاوت زیربنایی رشد آنها در طول تاریخ معطوف است؛
- رهیافتهای ماهیت گرا: طبق باور صاحبنظران این مکتب، ماهیت متفاوت نهادهای صنعت و دانشگاه عملاً ایجاد ارتباط بین آنها را ناممکن می سازد و آنچه تاکنون نیز رخ داده است، صرفاً نمونه هایی نادر یا تصادفی بوده است؛
- رهیافتهای عملگرا: در این مکتب فقط آن نوع از علم دانشگاهی پذیرفتنی است که بتواند بلافاصله به محصولی صنعتی تبدیل شود و نیز فقط آن صنایعی امکان توسعه و حتی ایجاد دارند که بتوانند با همکاری محققان به حیات خود ادامه دهند؛
- رهیافتهای نهادگرا: در این رهیافتها میزان تأثیرگذاری سایر نهادها (نظیردولت) نیز در تسهیل ارتباط صنعت و دانشگاه لحاظ می شود.

بر اساس مطالب ارائه شده، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به سؤالات زیر بوده است:

- مدلهای موجود در حوزه مشارکت دانشگاه و صنعت کدام‌اند؟
- این مدلها چه معایب و ضعفهایی دارند؟

- مدل سه بعدی شبکه هم افزایی دولت، دانشگاه، صنعت و تحقیق از چه عناصر و اجزایی تشکیل شده است؟
- کاربردهای عملی مدل پیشنهادی کدام‌اند؟

در این خصوص، ابتدا به مطالعات انجام شده در حوزه مشارکت بین دانشگاه و صنعت پرداخته شده است و پس از آن نمونه‌هایی از مدلهای مختلفی که در آنها به مشارکت بین دانشگاه، صنعت و مؤسسات تحقیقاتی تأکید شده، ارائه شده است. سرانجام، مدل پیشنهادی محقق مبتنی بر تعامل و همکاری پویای دولت، دانشگاه، صنعت و مؤسسات تحقیقاتی که به ایجاد شبکه ارتباطی این نهادها و هم افزایی آنان منجر می‌شود، ارائه و کاربردهای عملی آن در تربیت مهندسان آماده به کار بیان شده است.

۳. اهمیت مسئله

مطالعات متعددی انجام شده است تا نقش دانشگاه در تحقق نیازهای بخش صنعت مشخص شود[۱۳، ۱۴ و ۱۵]. گرچه نتایج همه مطالعات این است که مهندسان به‌طور عمده بر اساس مهارتهای فنی خود استخدام می‌شوند، یک نظر عمومی وجود دارد که کارفرمایان به دنبال دانش آموختگانی هستند که مهارتهای بین فردی عالی داشته باشند، از مسائل تجاری آگاه باشند و به موفقیت سازمان کمک کنند. در بیشتر سازمانهای کوچک و متوسط امکان آنکه برای دانش آموختگان ورودی به بخش صنعت دوره‌های آموزشی برگزار شود[۱۶] وجود ندارد و بنابراین، آنها انتظار دارند که برنامه‌های درسی دانشگاههای مهندسی این مهارتها را در دانش‌آموختگان ایجاد کنند[۱۷]. چالش موجود برای برنامه‌ریزان دوره‌های مهندسی در آموزش‌عالی حفظ برتری فنی در دوره تحصیلی و در عین حال، ایجاد آگاهیهای تجاری و مهارتهای نرم است که از نظر صنعت هر دانش‌آموخته‌ای که وارد بخش صنعت می‌شود، باید این مهارتها را داشته باشد. این یک امر پذیرفته شده است که فهم نظری و توانایی کاربرد آن در مسائل واقعی مهندسی، ویژگی کلیدی استخدام هر دانش‌آموخته‌ای است. بیشتر دانشجویان مهندسی می‌توانند بلافاصله متوجه شوند که نیازمند رشد مهارتهای فنی و بین فردی خود و شناخت اهمیت کسب مهارتهای مدیریت بازرگانی و تلاش برای شناخت اهمیت آن در محیط کار هستند[۱۸].

افزایش مهارتهای کار دانش‌آموختگان دانشگاه یکی از حوزه‌هایی است که توجه خاصی را در دوران حاضر به خود معطوف کرده است. مهارتهای ارتباطی، مهارتهای کارگروهی، انسجام، توانایی عقلانی و اعتماد به نفس توسط ۸۰٪ از استخدام کنندگان دانش‌آموختگان به عنوان مهم‌ترین مهارتها

و توانمندیهای جستجو شده توسط کارفرمایان دیده شده است[۱۸]. به‌عنوان متخصصان آموزش مهندسی، باید نیاز دانش‌آموختگان به مهارتهای عمومی را که به‌عنوان مهم‌ترین مهارتهای صنعت مهندسی شناخته شده‌اند، بشناسیم. شش ویژگی مهم کلیدی از نظر کارفرمایان مهندسی عبارت اند از: کاربرد عملی، فهم نظری، خلاقیت و نوآوری، کارگروهی، گستره فنی و مهارتهای بازرگانی[۱۹].

هر دانشگاهی با رشد مهارتهای اساسی یادشده و شیوه رشد آنها مواجه است. برخی از دانشگاهها از دپارتمانهای رشد حرفه‌ای استفاده می‌کنند تا کارآموزی اضافی و اختیاری را در رشد و توسعه مهارتهای استخدامی ارائه کنند و از مشارکت بخش صنعت بهره می‌گیرند تا رشد حرفه‌ای دانشجویان خود را بهبود بخشند[۲۰].

با توجه به اهمیت رشد حرفه‌ای دانشجویان به شیوه تعاملی - مبتنی بر مشارکت دانشگاه و صنعت ـ دانشگاهها باید میزان تعامل خود را با صنایع موجود و بازار افزایش دهند که این امر خود به کسب تجارب واقعی و متناسب با نیاز صنایع و بازار کار منجر خواهد شد. دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی باید به اخذ واحدهای بین رشته‌ای بیشتر تشویق شوند تا بتوانند مهارتهای خود را در سایر رشته‌های فراتر از مهندسی نیز بهبود بخشند[۹ و ۱۰]. ارتباط صنعت ـ دانشگاه به‌عنوان وسیله گردش دانش و تحرک رشد اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است [۲۰ و ۲۱].

ارتباط صنعت ـ دانشگاه از شکلهای قدیمی به شکلهای جدید توسعه یافته است؛ در شکلهای قدیمی ارتباطهای صنعت ـ دانشگاه پرداخت برای ارائه خدمات یا به صورت مستقیم در قالب دستمزد مشاوره یا غیرمستقیم به صورت پاداش انجام می‌شد[۲۰]. به هر حال، همان‌طور که دانشگاهها و بخشهای صنعتی نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند، ارتباطهای غیر رسمی و گردش دانش با ارتباطهای رسمی جایگزین می‌شوند [۱۶]. پنج رابطه مهم و فراگیر دانشگاه ـ صنعت عبارت‌اند از: ۱. ارتباطهای تحقیق که در آن صنایع برای تحقیقات دانشگاهی در حوزه صنعت مجوز می‌دهند یا قرارداد امضا می‌کنند؛ ۲. ارتباطهای مشاوره‌ای که در آن، صنایع با دانشگاهها برای مبادله دانش و اطلاعات و مشاوره قرارداد امضا می‌کنند؛ ۳. ارتباطهای آشکار و با مجوز که در آن صنایع حق تجاری سازی محصولات جدیدی را که مالکیت ذهنی آن متعلق به دانشگاههاست، از طریق خرید یا کسب مجوز از طرف دانشگاه به‌دست می‌آورند؛ ۴. ارتباطهای مساوی که دانشگاهها و صنایع شرکتهای جدیدی را احداث می‌کنند و هر کدام موقعیت مساوی را در این شرکتهای جدید دارند؛ ۵. ارتباطهای مبتنی بر کارآموزی که صنایع از تحقیقات دانشگاهی دانشجویان دکتری یا پسادکتری حمایت می‌کنند یا دانشگاهها به کارمندان صنعت آموزش می‌دهند[۲۰].

در حال حاضر، ارتباطات نوظهور صنعت ـ دانشگاه شامل ازدیاد مشارکت اعضای هیئت علمی و دانشجویان دانشگاه در پروژه‌های احداث صنایع جدید و پژوهشهای صنعتی می‌شود. از این رو، در

بعضی زمینه‌ها می‌توان گفت که نقش انحصاری رهبری دانشگاهها در توسعه اقتصادی به رابطه بین دانشگاهها و صنایع مبدل شده است [۲۰ و ۲۱].

۴. مدلهای موجود در حوزه مشارکت دانشگاه و صنعت کدام‌اند؟

برای ایجاد تعامل بین دانشگاه و صنعت به منظور آماده سازی دانشجویان مهندسی برای کار در بخش صنعت راه حلها و مدلهای مختلفی وجود دارد. مدلهای بسیاری از مشارکت صنعت ـ دانشگاه شکل گرفته که یکی از دیدگاه دانشگاه و دیگری از دیدگاه صنعت بوده است. اما معمولی‌ترین حالت این است که دانشگاهها خدماتی مانند تحقیق، آموزش و آمادگی ذهنی را با دریافت پاداشهای مالی مانند دستمزدهای مشاوره از بخش صنعت ارائه می‌کنند. در ادامه نمونه‌هایی از مدلهای تعامل صنعت و دانشگاه ارائه شده است.

۴. ۱. مدل چرخشی[1]: یکی از راه‌حلهای ممکن حضور چرخشی دانشجویان مهندسی در دانشگاه و محیط کار صنایع، کارخانه‌ها، شرکتها و ... است. در این روش بخشی از تکالیف دانشجو می‌تواند شامل کسب مهارتهایی باشد که بخشهای مختلف صنعت از آنها به عنوان ابزار و معیار استخدام دانشجویان بعد از دانش آموختگی استفاده می‌کنند. بر حسب تعامل صنعت و دانشگاه، برای آموزش فنی و مهندسی، سه نمای مشخص وجود دارد: الف. پروژه‌های اجرایی در دانشگاه: این پروژه‌ها با استفاده دانشگاه از برخی دروندادهای صنعت انجام می‌شود؛ ب. مشارکت صنعت ـ دانشگاه: پروژه‌ها در دانشگاه و در تعامل قوی با صنعت انجام می‌شود؛ پ. پروژه‌های اجرایی در صنعت: کارورزی و کارآموزی دانشجویان در بخش صنعت در این روش این امکان برای دانشجویان، استادان و کارفرمایان فراهم می‌شود تا میزان تناسب برنامه‌های درسی را با نیازهای تجارت و صنعت ارزیابی کنند[۲۲].

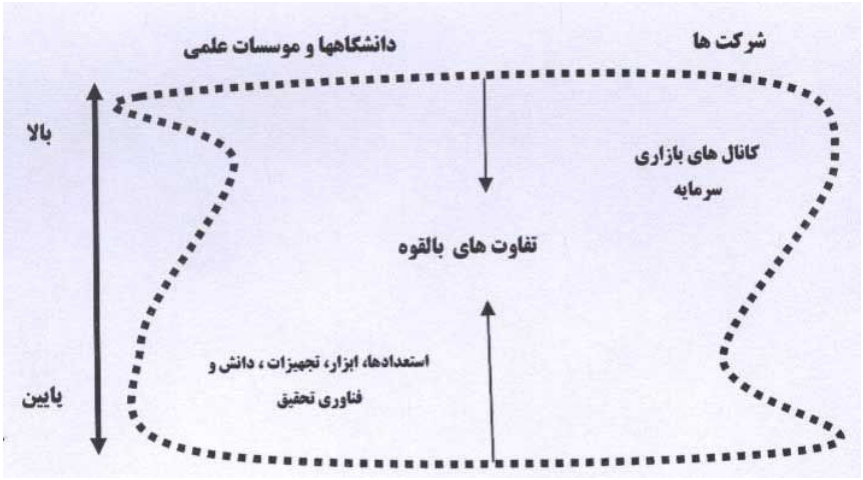
۴. ۲. مدل ترکیبی[2]: در این مدل روشهای یادگیری نظری و عملی با هم ادغام می‌شوند. به‌دلیل نیازهای رو به گسترش کشورهای رو به توسعه، این روش از آموزش می‌تواند بهترین روش در آموزش فنی و مهندسی باشد. ادغام برنامه‌هایی مانند آموزش عملی، گردش کار و دوره‌های کارآموزی با آموزش می‌تواند ما را در دستیابی به این مدل یاری رساند. در این مدل نقش استادان دانشگاه به امر تدریس منحصر نمی شود، بلکه آنها موجب تسهیل امر یادگیری دانشجویان می‌شوند و محیط

---

1. Rotated Model
2. Combined Model

یادگیری را به بهترین نحو ممکن اداره می‌کنند. در واقع، وظیفه آنها ادغام نظریه‌های یادگیری با کارهای عملی صنعت است[۲۲ و ۲۳].

۴. ۳. مدل مشارکت صنعت ـ دانشگاه[1]: این مدل مبتنی بر پیامد مشارکت است. عنصر اصلی و پایه مشارکت در این مدل ناشی از تفاوتهای بالقوه و نیازهای دانشگاهها و سرمایه‌گذاران است که ترکیب منابع سودمند را افزایش می‌دهد. تفاوتهای بالقوه شامل تفاوت در سرمایه، امکانات، فناوری، بازاریابی، مدیریت و استعداد دانشگاهها و سرمایه‌گذاران است. عموماً، دانشگاهها دارای سرمایه انسانی، امکانات تحقیقاتی، دانش و فناوریها هستند، در حالی که سرمایه‌گذارها مالک کانالهای بازاریابی و سرمایه هستند و در بیشتر موارد منابعی که آنها در اختیار دارند، یکدیگر را تکمیل می‌کنند و بدین‌گونه برای هر دو بخش امکان همکاری با یکدیگر فراهم می شود[۲۲].



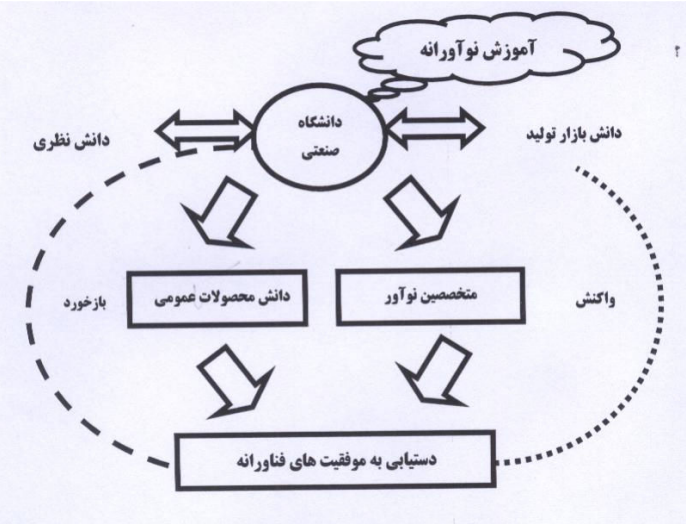
شکل ۱: مدل مشارکت صنعت ـ دانشگاه

۴. ۴. مدل مشارکتی دانشگاه صنعتی: دانشگاههای صنعتی اساساً مبتنی بر سرمایه‌گذاری و حمایت دولتی و همکاری گسترده دانشگاه و صنعت هستند. هدف پروژه‌های رهبری در دانشگاههای صنعتی

---

1. University-Industry Collaboration Model

ارائه آخرین تحقیقات محیطی مطابق با مشکلات بخش صنعت است. دانشگاه صنعتی به عنوان نوعی از آموزش مد نظر است که نقاط خالی بین دانش تئوریکی در رشته‌های دانشگاهی و دانش صنعتی در صنایع را پر می‌کند[۲۴].



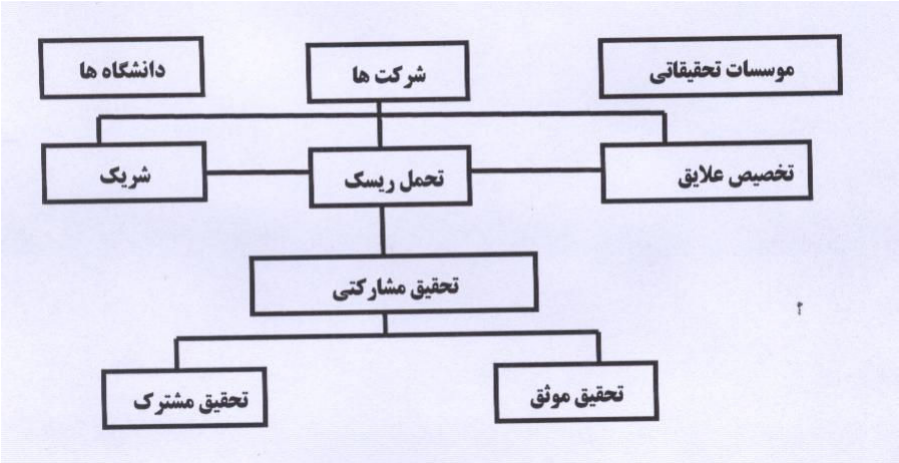
شکل ۲: مدل مشارکتی دانشگاه صنعتی

۴. ۵. مدل تحقیق مشارکتی[1]: این مدل به دو نوع تقسیم می‌شود: الف. شراکت در تحقیق که به سرمایه‌گذاران صنعتی مربوط می‌شود که در کار و تحقیق سرمایه‌گذاری می‌کنند. این گروه از سرمایه‌گذاران ضمن آنکه انجام دادن تحقیق را به دانشگاهها واگذار می‌کنند، خودشان نیز به‌عنوان همکار دانشگاه محسوب می‌شوند. شراکت در تحقیق بیشتر رایج است. عموماً بنا به تحریک بازار و فناوری، هر بخش می‌تواند در اجرای کامل تحقیق مشارکت کند یا اینکه تحقیق جزئی برای اداره و تحقیق به صورت موازی انجام دهد. این نوع تحقیق زمانی صورت می‌گیرد که بخش صنعتی قادر به انجام دادن کل تحقیق به تنهایی نباشد. در بیشتر موارد، مدل تحقیق مشارکتی بین دانشگاهها و نهادهای تحقیقی و شرکتهای بزرگ یا متوسط اجرا می‌شود. تحقیق مشارکتی تحت تأثیر عوامل

---

1 . Collaborative Research Model

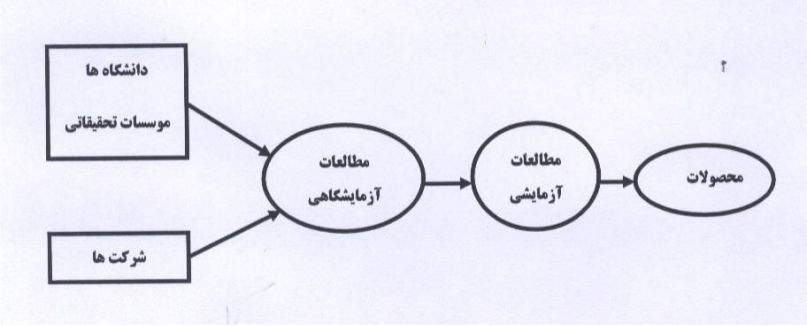
زیادی قرار می‌گیرد که سه عامل اصلی در ادامه فهرست شده است: ۱. انتخاب شریک ۲. خطرپذیری ۳. تخصیص سرمایه.



شکل ۳: مدل تحقیق مشارکتی

انتخاب شریک مناسب و قابل اعتماد اصل مهمی در تضمین تکمیل کل تحقیق است. بنابراین، قبل از مشارکت، دانشگاهها باید اطلاعات زیادی در باره شهرت و منافع اقتصادی و روحیه کارگروهی بخش صنعت در مشارکت داشته باشند. به اضافه، خطر در فرایند تحقیق و توسعه اجتناب ناپذیر است. از این رو، قبل از مشارکت با هر بخش صنعت باید خطرهای مربوط و مسئولیتها درک شده باشد. در فرایند تحقیق بخشهای مختلف باید برای کاهش یا حتی اجتناب از وقوع خطر با یکدیگر هماهنگ شوند. هنگامی که خطر بروز کرد، هر بخش باید مسئولیت را طبق قرارداد قانونی پذیرا باشد و اشتباهات سایر بخشهای صنعت را بهانه نکند. به علاوه، تخصیص سرمایه اصل کلیدی دیگری در تحقیق مشارکتی است. تخصیص سرمایه عموماً بر اساس تفاوتهای بخشها از نظر فناوری و سرمایه‌گذاری و دیدگاه بازاریابی صورت می‌گیرد. در ضمن، برای هر دو بخش بهتر است تا در باره روش پرداخت دستمزد و تقسیم منافع موافقت کنند. نکته مهم این است که هر بخش باید حقوق و مزایای شفاف و روشنی داشته باشد. اعتماد کردن به تحقیقات دانشگاهی مربوط به سرمایه‌گذاران صنعتی است و آنها فقط سرمایه را آماده و سپس، به دانشگاهها برای رهبری تحقیق و توسعه اعتماد می‌کنند[۲ و ۲۲].

۴. ۶. مدل انتقال فناوری[1]: انتقال فناوری فرایندی است که به وسیله آن دانش موجود، اعضا یا توانمندیهای آنان زیر نظر بخش تحقیق و توسعه دانشگاهها توسعه می‌یابد و به محیط تجاری انتقال داده می‌شود. انتقال و گردش دوراهه فناوری از دانشگاه به صنعت و برعکس مبتنی بر سطوح و شکلهای مختلف دانشگاهی است. نکته اول این است که فناوری از دانشگاه سرچشمه می‌گیرد، اما توسعه آن به عهده شرکت موجود است. نکته دوم اینکه محصولات تجاری تولید شده در بخش صنعت با دانش دانشگاهی کاربردی توسعه می‌یابد. نکته سوم دانشگاه به عنوان منبع تولید کننده محصول تجاری و تجاری سازی آن از طریق تأسیس شرکت جدید معرفی می‌شود[۲۲].



کل ۴: مدل انتقال فناوری

۴. ۷. مدل شبکه هم‌افزایی دانشگاه و صنعت: کلمه سینرژی یا هم‌افزایی از کلمه یونانی "συνήρχία (sunergiā)" که به‌معنای همکاری و مشتق شده از "{συνήρετέω} συνήρχος (sunergos)" است. معنای جدید آن اثر متقابل دو یا تعداد بیشتری از عوامل و بازوهای فشار است که تأثیر ترکیبی آنها از مجموع اثرهای فردی هر یک از آنها بیشتر است. این مورد نتیجه بهبود یافته از دو یا چند فرد، گروه و سازمان است که با هم فعالیت می‌کنند؛ به بیانی دیگر، یک به علاوه یک برابر است با سه. آموزش‌عالی یکی از بخشهای جامعه است که دو نوع فعالیت متفاوت دارد[۲۶] که همان آموزش و تحقیق است. البته، بسیار جالب است که بدانیم و درک کنیم که آیا هم افزایی بین این فعالیتها می‌تواند وجود داشته باشد یا خیر و چه مکانیسم‌هایی تأثیرات متقابل آموزش و تحقیق را کنترل می‌کند. با وجود اینکه در باره اهمیت هم‌افزایی بین آموزش و تحقیق توافق زیادی وجود دارد،

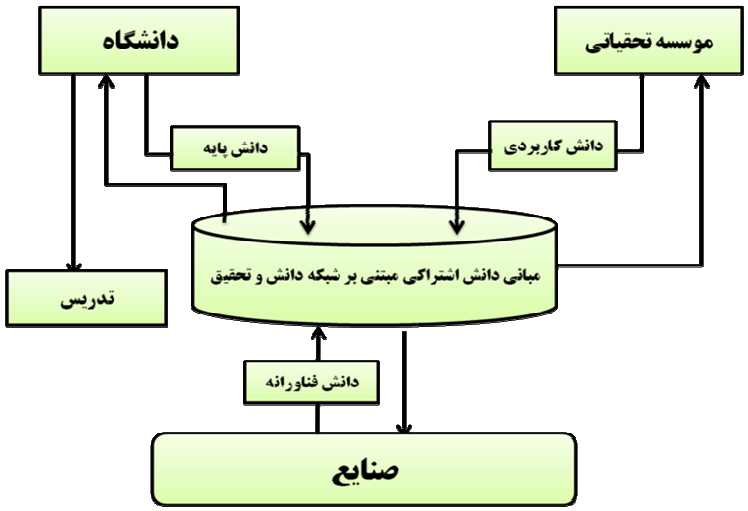
---

1 . Technology Transfer Model

ولی مطالعات اندکی هست که به‌طور منظم این موضوع را در چارچوبهای موجود در دانشگاهها تحلیل کنند و صراحتاً هم‌افزایی بین آموزش و تحقیق را تشویق کرده باشد. هم‌افزایی بین آموزش و تحقیق از طریق ارتباط دانشگاه و صنعت امکان پذیر می‌شود. به خصوص در اقتصاد جهانی شده و زمانی که بودجه‌های دولتی ناکافی هستند، دانشگاهها نمی‌توانند این جنبه را نادیده بگیرند و جدای از صنعت به کار خود ادامه دهند. بنابراین یک تغییر اساسی مانند برنامه‌ریزی همکاری که باید برای صنایع نیز جذاب باشد، نیاز است. تولید دانش جدید باید با منابع اقتصادی ترکیب شود که این امر نیازمند ارتباط ساختاری بین دانشگاهها و صنایع و جامعه اقتصادی کنونی است[۲۳ و ۲۴].

یکی از شیوه‌های هم‌افزایی بین دانشگاه و صنعت برای تربیت مهندسان آماده به کار در بخش صنعت، استفاده از مدل شبکه EUI-Net[1] (۲۰۰۴) است. تفکر و بحث در باره نیازهای امروزه تحقیق جزو امتیازات ویژه و رو به افزایش دنیای آکادمیک نیست. تحقیقات با کیفیت و پیشرفته در بسیاری از شرکتها انجام می‌شود و پیش از آن در خصوص منافع مشترک و متقابل دانشگاه و صنعت در اثر مشارکت بین آنها گفتگو صورت می‌گیرد. جدای از این، جایگاه و نقش دانشگاهها در جامعه به عنوان مرکز و محور پرورش جوانان مستعد و سرآمد که بسیاری از آنها عنصر ضروری منابع انسانی صنایع و شرکتها به شمار می‌روند نیز گفتگو درباره مشارکت بین دانشگاهها و صنایع را تقویت و بر نیاز به بهبود آن در موارد و مواقع خاص تأکید می‌کند. درک این مسئله به تأسیس یک نمایندگی مشارکت دانشگاه و صنعت منجر شد که با نام شبکه مشارکت زمینه‌ای دانشگاه و صنعت اراسموس از سال ۲۰۰۴ فعالیت می‌کند[۲۶].

1.European University-Industry Network



شکل۵ : مدل هم افزایی دانشگاه و صنعت EUI-Net

تحقیق و کشف هم‌افزایی بین تحقیق و تدریس به ویژه تجربه مشارکت بین دانشگاه و صنایع از علایق ویژه EUI-Net است. مجموعه تحقیقات و بررسیها و نیز کارگاههای آموزشی برگزار شده در این حوزه به تدوین اولین طرح هم افزایی تدریس و تحقیق، شناخت چگونگی تلفیق نتایج تحقیقات در تدریس و سرانجام، ارائه مدلهای مشارکت دانشگاه ـ صنعت منجر شد که در آن هم‌افزایی بین تحقیق و تدریس نتیجه خلاقیت مدل EUI-Net است. با استفاده از این مدل یک چارچوب جدید مشارکت بین دانشگاهها و صنایع ارائه می‌شود و از طریق ایجاد الگویی از تعامل تحصیلی - تجاری و ترتیبات ساختمند سازمانی، به سطح مشخصی از این مشارکت دست می‌یابد. ویژگی مهمی که در این سطح از مشارکت و همکاری وجود دارد، آن است که مرزهای بین دانشگاهها و صنایع را کمرنگ می‌کند و همچنین، مرزهای بین تدریس، تحقیق و فعالیتهای مشاوره را محو می‌سازد و یک محیط سازمانی مستقل را ایجاد می‌کند. این سطح از مشارکت فراتر از مشارکت ساده دانشگاه و صنعت است و تغییر به سمت مشارکت را در درون نظامهای تلفیقی دانش پیشنهاد می‌کند[۲۶، ۲۷، ۲۸ و ۲۹].

در مرحله اول از EUI-Net باید ساختار آن را تدوین کرد تا بر اساس آن بتوان اولین مباحث اساسی [در باره هم افزایی تدریس و تحقیق] و پروژه‌های تربیتی در خصوص شیوه تدوین برنامه درسی را انجام داد. این مرحله باید در سه سال اول انجام شود. مرحله دوم از این مدل، فراهم آوردن

زمینه و ابزارهای تعامل واقعی بین دانشگاه و بخش صنعت در یک محیط کارآفرین است که رفتار کارآفرینانه دانشگاه را در زمینه جامعه دانش محور تشویق می‌کند. ایده اصلی در حمایت از این هدف، ایجاد یک چارچوب و ابزار غنی و پربار برای پرورش افراد و استفاده از فرصتهای کارآفرینی است. نخستین قانون مشارکت در EUI-Net نشان می‌دهد که هر دو بازیگر این سناریو ـ دانشگاه و صنایع ـ در خصوص لزوم شبکه سازی آگاه هستند و این نقطه شروع با ارزشی است. در مرحله دوم شبکه تعامل دانشگاه و صنایع گسترش خواهد یافت. این ویژگی به خصوص در شرکتهای کوچک و بسیار کوچک که موتور اقتصادی کشورها محسوب می‌شوند، صدق می‌کند[۲۶، ۲۳]. در این نوع مدل سه نوع هم افزایی رخ می دهد: الف. هم افزایی دانشگاه: در این مدل کیفیت تدریس با ورود دانش جدید و به روز به برنامه درسی، ایجاد انگیزه بیشتر در دانشجویان برای تحقیق و توسعه و بهبود مهارت تحقیقاتی دانشجویان و رویکرد علمی آنان ارتقا می‌یابد. ب. هم افزایی مؤسسات تحقیق: در این مرحله کیفیت تحقیق ارتقا می‌یابد و بهترین مبنای استخدام قرار می‌گیرد، به نحوی که تربیت بهترین افراد برای متناسب‌ترین مشاغل بخش صنعت مد نظر قرار می‌گیرد. ترکیب هم افزایی دانشگاه و مؤسسات تحقیق آن است که مدرسان عالی محققان عالی نیز خواهند بود و برعکس. پ. هم افزایی صنعت: با ورود دانش مبتنی بر شبکه مشترک دانشگاه و بخش تحقیق، بالاترین هم‌افزایی رخ می‌دهد. این هم‌افزایی پیچیده ترین نوع هم افزایی و در آن هر دانش جدید در صنعت معادل یک تجارت جدید است.

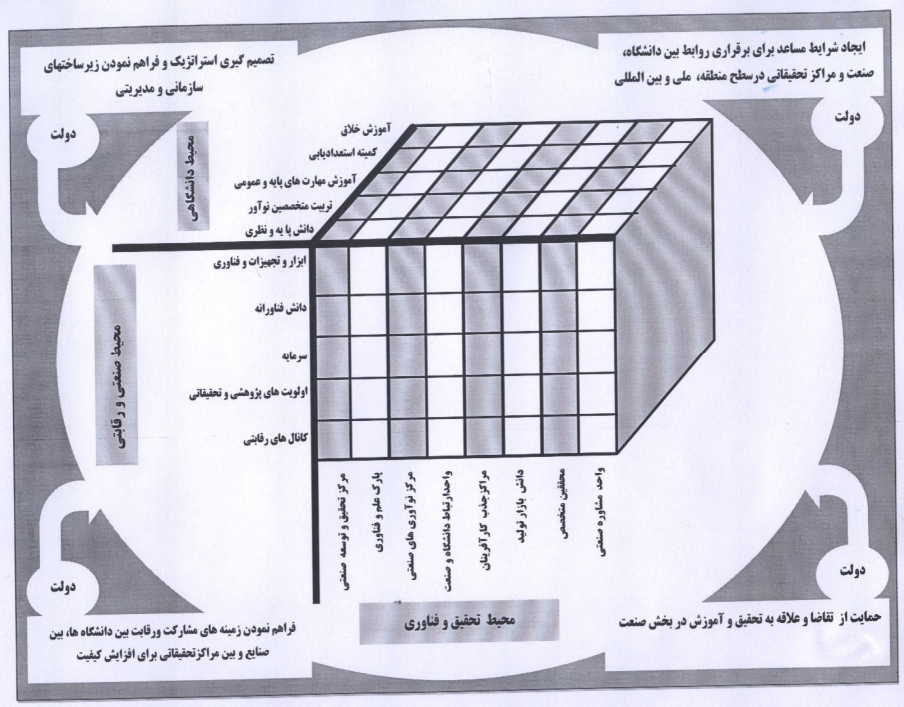
۵. مدلهای موجود مشارکت دانشگاه و صنعت چه معایب و ضعفهایی دارند؟

بررسی مدلهای مختلف تعامل و مشارکت دانشگاه و صنعت نشان داد که در بیشتر این مدلها نگرش سیستمی وجود ندارد و نگاهی تک یا دو بعدی به این تعاملات می‌شود. در بیشتر این مدلها به روابط درونی دانشگاه و صنعت بدون در نظر گرفتن زمینه و زیرساختهای لازم برای برقراری این ارتباط توجه می‌شود. برای مثال، در مدل چرخشی شرایط حضور دانشجویان در بخش صنعت و کسب مهارتهای مورد نیاز بخش صنعت مد نظر است، در مدل ترکیبی ادغام برنامه‌های آموزش عملی، گردش کار و دوره‌های کارآموزی با آموزش مورد توجه است، در مدل مشارکت صنعت ـ دانشگاه ترکیب سرمایه‌های انسانی، امکانات تحقیقاتی، دانش و فناوری دانشگاه و کانالهای بازاریابی و سرمایه بخش صنعت مد نظر است، در مدل دانشگاه صنعتی ترکیب آخرین علوم، دانش و تئوریهای ارائه شده در دانشگاهها با تمایلات بخش صنعت محور توجه است، در مدل مشارکتی شراکت در تحقیق از سوی سرمایه‌گذاران صنعتی و اعتماد به تحقیقات دانشگاهی مد نظر است، در مدل انتقال فناوری بر انتقال و گردش دو راهه فناوری از دانشگاه به صنعت و برعکس بر سطوح مختلف دانشگاهی تأکید می‌شود و

در مدل هم افزایی دانشگاه و صنعت به‌عنوان یکی از کامل‌ترین مدلها به هم افزایی دانشگاهها، مؤسسات تحقیق و صنعت توجه شده است. اما بررسی کلیه این مدلها نشان داد که نقش حمایتی دولت یا نادیده یا بسیار کمرنگ در نظر گرفته شده است و تعامل دانشگاه، صنعت و تحقیق بسیار کلی و مبهم بیان شده و به نقش و وظیفه این سه نهاد به صورت تفصیلی پرداخته نشده است. به همین دلیل، در مدل پیشنهادی مطالعه حاضر نقش و جایگاه دولت در تعامل بین دانشگاه، صنعت و تحقیق برجسته و شیوه‌نامه‌ای برای تعامل بین این سه نهاد به‌صورت عملی، روشن و کاربردی آورده شده است(شکل ۱).

۶. عناصر و اجزای مدل سه بعدی شبکه هم افزایی دولت، دانشگاه، صنعت و تحقیق

همچنان که در شکل ۶ مشخص است، ارتباط بین محیط دانشگاهی، محیط تحقیق و محیط صنعتی و رقابتی در قالب یک مدل سه بعدی و در پوشش حمایتهای دولتی در نظر گرفته شده است. ویژگی برجسته این مدل آن است که تعامل پویای بین دانشگاه، صنعت و تحقیق در قالب ۲۰۰ سلول در نظر گرفته شده است که از عامل پنج بعد محیط صنعتی رقابتی، پنج بعد محیط دانشگاهی و هشت بعد محیط تحقیق و فناوری به وجود آمده است، ضمن آنکه هر سلول تعاملی از حمایتهای چهارگانه دولت برخوردار خواهد بود. عناصر مربوط به بعد محیط دانشگاهی عبارت‌اند از: آموزش خلاق، کمیته استعدادیابی، آموزش مهارتهای پایه و عمومی، تربیت متخصصان نوآور و دانش پایه و نظری. عناصر مربوط به بعد صنعتی و رقابتی عبارت‌اند از: ابزار، تجهیزات و فناوری، دانش فناورانه، سرمایه، اولویت پژوهشی و کانالهای رقابتی. عناصر مربوط به بعد محیط تحقیق و فناوری نیز عبارت‌اند از: مرکز تحقیق و توسعه صنعتی، پارک علم و فناوری، مرکز نوآوریهای صنعتی، واحد ارتباط دانشگاه و صنعت، مراکز جذب کارآفرینان، دانش بازار تولید، محققان متخصص و واحدهای مشاوره صنعتی. مشارکت این سه بعد با حمایتهای دولت در خصوص ایجاد شرایط مساعد برای برقراری روابط بین دانشگاه، صنعت و مراکز تحقیقاتی در سطح منطقه، ملی و بین‌المللی، تصمیم‌گیری راهبردی و فراهم کردن زیرساختهای سازمانی و مدیریتی، حمایت از متقاضیان و علاقه‌مندان به تحقیق و آموزش در بخش صنعت افزایش می‌یابد و زمینه مساعدی را برای تربیت مهندسانی فعال، کارآفرین، خلاق، آشنا به نیازهایهای بحش صنعت، مجهز به دانش تخصصی در بعد نظری و آگاه به آخرین تحقیقات عملی در حوزه تخصصی خود فراهم می سازد.



شکل ۶ : مدل شبکه هم افزایی دولت، دانشگاه، صنعت و تحقیق

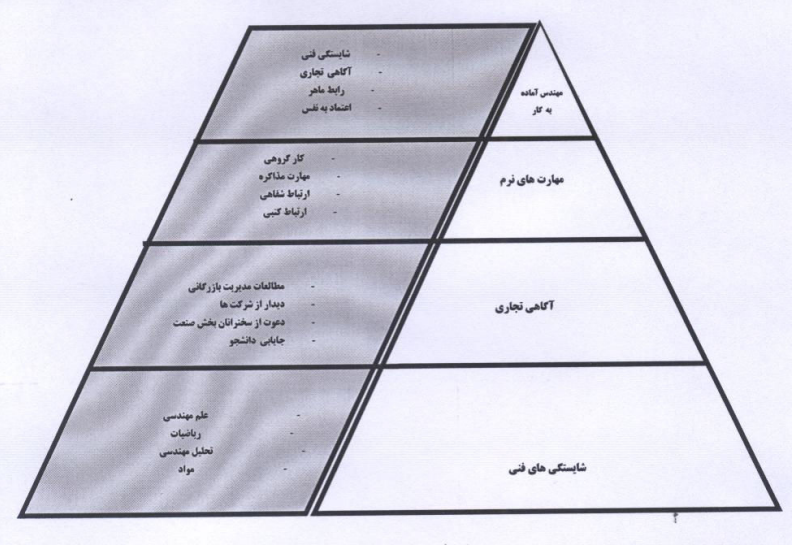
یکی از سلولهای تعاملی در این مدل به‌عنوان نمونه در شکل ۷ نشان داده شده است. در این سلول واحد مشاوره صنعتی از محیط تحقیقاتی با استفاده از ابزار تجهیزات و فناوریهای موجود در محیط صنعتی و رقابتی، دانش پایه و نظری را که در محیط دانشگاهی تولید شده است، به عرصه عمل وارد و بین دانش نظری موجود در دانشگاه با نیازهای بخش صنعت هماهنگی ایجاد می‌کند. دولت نیز با حمایت مالی، اداری و اجرایی از آن صنایعی که علاقه‌مند به تحقیق و آموزش هستند، شرایط را برای افزایش این تعامل پویا فراهم می سازد.

شکل ۷: سلول تعاملی دانش پایه و نظری، واحد مشاوره صنعتی و ابزار، تجهیزات و فناوری

۷. کاربردهای عملی مدل پیشنهادی

در مدل سه بعدی پیشنهادی با فراهم کردن شرایط مشارکت سه بخش صنعت، دانشگاه و تحقیق در حمایت دولت، نیرو و انرژی این سه بخش با یکدیگر تلفیق و به هم‌افزایی این نیروها در تربیت مهندسان آماده به کار منجر می‌شود. در این شبکه ارتباطی محیط صنعتی ابزار، تجهیزات و فناوریهای لازم را برای انجام دادن تحقیق در حوزه‌های مورد نیاز در اختیار بخش تحقیق قرار می‌دهد و بخش تحقیق هم با توجه به دانش نظری تولید شده در محیط دانشگاهی و تطبیق این دانش با نیازهای بخش صنعت، دانش نظری را به‌صورت پرورش شایستگیهای فنی، زمینه‌ای و رفتاری در دانشجویان مهندسی عملی می‌سازد و همچنین، این تعامل سه‌گانه با حمایت بخش دولتی - وزارت علوم و فناوری از بخش دانشگاهی و بخش تحقیق و وزارت صنایع و معادن از بخش صنعت ـ به تولید برنامه درسی مهندسی منجر می‌شود که مهارتهای بین فردی و آگاهیهای تجاری را در دانشجویان ایجاد می‌کند و دانش‌آموختگان آن مهندسانی هستند که مهارتهای بین فردی عالی، مهارتهای ارتباطی، مهارتهای کار گروهی، انسجام، تواناییهای عقلانی و اعتماد به نفس دارند و از مسائل تجاری و بازرگانی آگاه هستند و با شایستگیهای فنی خود به موفقیت سازمان کمک می‌کنند (نمودار ۲). مهارت و دانش فنی همراه با توانایی به‌کارگیری آنها در طراحی برنامه درسی پیشنهادی محوری

هستند. مهندسان دانش‌آموخته شایسته نیازمند کسب توانمندی برای ایجاد ارتباط اصول علمی و ریاضی مناسب با کاربردهای عملی هستند. مهارتهای تجاری و آگاهیهای بازرگانی هم اهمیت کلیدی دارند. فلسفه حاکم بر این مدل، رشد هر سه این حوزه مهارتها ـ شایستگیهای فنی، آگاهیهای تجاری و مهارتهای نرم ـ را با هم تلفیق می‌کند و به صنعت به عنوان یک فرصت ایجاد شده می نگرد[۲۶].



شکل ۸: سلسله مراتب رشد مهارتها

در این خصوص، می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح کرد:

الف. مشارکت مهندسان فعال و موفق بخش صنعت در طراحی برنامه درسی؛

ب. مشارکت مدیران صنعت در فرایند تدوین چشم انداز دانشگاهی؛

پ. تدوین سیاستهای مبتنی بر رشد دانش، تحقیق و صنعت توسط دولت؛

ت. طراحی یک برنامه درسی متجانس بر اساس حوزه‌های سه‌گانه مهارتها؛

ث. تدارک یک ساختار اساسی(کالبدی ، مالی و ...) حمایتی از سوی بخش صنعت برای اجرای برنامه درسی.

مراجع

۱. توفیقی داریان، جعفر(۱۳۸۶)، آسیب شناسی مبانی ارتباط دانشگاه و صنعت، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۳۴، صص. ۲۵-۱.

۲. دانشی، غلامحسین (۱۳۸۵)، مدیریت و سمت و سوی تحقیقات صنعتی در ایران، نگاهی انتقادی به برنامه های موجود، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۳۲، صص. ۸۵-۶۵.

۳. رحیمی، امیر و آقامیری، سیدفواد (۱۳۸۴)، لزوم بازنگری برنامه های آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی شیمی متناسب با نیازهای صنعت، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۲۸، سال هفتم.

٤. خامه چی، احسان (۱۳۸۹)، گزارش میزگرد تخصصی ارتباط صنعت نفت و دانشگاه؛ کلید توسعه صنعت، اکتشاف و تولید، شماره ۷۴.

۵. حمیدی زاده، محمد رضا (۱۳۸۶)، طراحی و تبیین مدلهای توسعه ارتباط دانشگاه با صنعت، *فصلنامه آموزشی مهندسی ایران*، شماره ۳۷، سال دهم، صص. ۸۳-۶۹.

٦. هداوند، سعید و صادقیان، شهره (۱۳۸۷)، حلقه مفقوده: تأملی بر چالشهای موجود در همکاریهای دولت دانشگاه، *فصلنامه آموزشی مهندسی ایران*، شماره ۳۹، سال دهم، صص ۱۷-۱.

۷. شیری، مرتضی و زلفی گل، محمد علی (۱۳۸۹)، مراکز تحقیق و توسعه: پل موفق بین دانشگاه و صنعت، *فصلنامه نشاء علم*، سال اول، شماره ۱.

۸. عقیقی، منصوره و سلیمی، محمد حسین (۱۳۸۸)، مدل استراتژیک چهار وجهی صنعت و دانشگاه برای توسعه همکاریهای مشترک در جنبش نرم افزاری، *فصلنامه آموزش* مهندسی ایران، سال یازدهم، شماره ۴۲صص. ۱۲۱-۱۳۶.

9. Al-Garni, M. (2002), Engineering certification, academic concerns and industry needs, *Symposium on Certification of Practicing Engineering,* Saudi Arabia. Civil Engineering Department, King Fahad University of Petroleum & Minerals.

10. Lerman, Robert I. (2008), "Building a wider skills net for workers", *Issues in Science and Technology*, 24.4 Summers: 65-72.

۱۱. شفیعی، مسعود و یزدانیان، وحید (۱۳۸۶)، توسعه مفهومی ارتباط بین صنعت و دانشگاه: از رهیافتهای عملگرا تا رهیافتهای نهادگرا، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۳۶، صص. ۱۱۰-۸۱.

12. Maloney, M. (2007), Graduate training from an industry perspective, *20th Conference on Software Engineering Education and Training, CSEET.*

13. Furterer, S. (2006), Experiential learning for industrial engineering curriculum, *ASEE Annual Conference and Exposition.*

14. McGuinness, S. and Bonner, K. (2002), A study of the labor market for mechanical engineering skills, N. Ireland Economic Research Centre, Department of Employment and Learning.

15. Lamb, F., Arlett, C., Dales, R., Ditchfield, B. and Parkin, B. (2010), Engineering graduates for industry, *The Royal Academy of Engineering*.

16. Varney, D. (2008), Review of competitiveness of Northern Ireland, Available at: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/northernirelandcompetitivenessreview.

17. Morgan, M. (2010), O' Gorman, Pearse, Developing industry-ready engineers: a regional university perspective, *International Conference on Engineering Education ICEE*-, 18-22.

18. Archer, W. and Davison, J. (2008), Graduate employability: What do employers think and want?, The Council for Industry and Higher Education.

19. Educating engineers for the 21st century, The Royal Academy of Engineering, 2007.
20. Nation Student Survey (2010), Available at: http://unistats.direct.gov.uk/retrieveColleges_en.do, accessed 21 May 2010.
21. Blumenthal, D. (1994), Growing pains for new academic/Industry relationships, *Health Affairs*, Vol. 13, No. 3, pp. 176-189.
22. Pamela, M. (2006), Exploring the knowledge filter: How entrepreneurship and university-industry relationships drive economic growth, *Research Policy*, Vol. 35, pp. 1499-1508.
23. Clarke, R., McKeown, R. and Quinn, J. (2006), Professional development of students through peer assessment, *Challenge and Change in Higher Education Conference*, University of Ulster.
24. Liu, Y. K. (2006), Research on northeast enterprise-universities cooperation model of independent innovation, Master dissertation, Da Lian Science and Engineering University.
25. Li, Q. (2005), The current situations of university-industry collaboration in China", *Studies of Innovation*, 3: pp. 13-14.
26. Zhang, J. H. (2002), Cooperative research center, *Scientific Management*, Vol. 3, pp. 28-31.
27. Zhang, J. and Li, Z.Y. (2005), The Research on the university-industry collaborations, *Economists*, Vol. 12, pp. 95-96.
28. Mowery, D.C. and Shane, S. (2002), Introduction to the special issue on university entrepreneurship and technology transfer, *Management Science*, Vol. 48, No. 1, 1, pp.5-9.