

برنامه‌های نوین دکتری صنعتی و پیوند مؤثر دانشگاه و صنعت

دکتر مرتضی محمدخان

دکتر مسعود شفیعی

✓ چکیده

دانشگاه‌ها غالباً به برج‌های عاجی محکوم می‌شوند که از دنیای واقعی صنعت و تجارت جدا افتاده‌اند. به همین ترتیب گفته می‌شود که دانشگاهیان علم دیروز را آموزش می‌دهند و از توسعه‌های فنی و مهندسی جدید بی‌اطلاع‌اند. وقتی درمی‌یابیم که بودجه تحقیقاتی شرکت ماشینهای تجاری بین‌المللی (IBM) از کل مخارج سالانه بسیاری از ملل برای دانشگاههایشان بیشتر است، این سؤال مطرح می‌شود که چگونه دانشگاهها می‌توانند یقین‌داشته باشند که طرح‌های تحقیقاتی آنها مرتبط با صنعت امروز و آموزش‌های آنها منطبق با دانش روز است؟ پاسخ، همکاری با صنعت در راستای بهره‌رسانی به کلیه دانشجویان و سرپرستان ذربط است.

برای مثال دانشگاه یومیست (UMIST) در کشور انگلستان به طور کامل به همکاری با صنعت در تمامی سطوح از پروژه‌های در سطح لیسانس تا تحقیقات دکتری روی آورده است. در ۲۰ سال گذشته این دانشگاه برنامه «فن‌آوری جامع» را در رشته‌های مهندسی و علوم کاربردی با صنعت انگلستان به اجرا درآورده است. همچنین در ۵ سال گذشته با همکاری دانشگاه منچستر و در رابطه‌ای نزدیک با صنعت، برنامه دکتری مهندسی را اجرا کرده است.

این دو برنامه در منچستر (دانشگاه یومیست و دانشگاه منچستر) اکنون بیش از ۱۲۰ دانشجوی دکتری را دربرمی‌گیرد که با همه نوع شرکت‌های انگلیسی همکاری می‌کنند. رشد دانشجویان دکتری در این دو برنامه در فاصله سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۷

قابل ملاحظه بوده است (جدول شماره ۱). این برنامه‌ها، بزرگ‌ترین همکاری صنعت و دانشگاه در کشور انگلستان هستند. این که چگونه می‌توان از این برنامه‌ها و اطلاعات به دست آمده، در جمهوری اسلامی ایران به طور موفقیت‌آمیزی بهره‌جست در مقاله شرح داده شده است.

مقدمه

در دهه‌های اخیر روش سنتی تربیت دانشجویان دکتری و موضوع تحقیقات آنها از نقطه‌نظر کارآیی‌اش در تأمین مهندسان و دانشمندانی که برای مدیریت شرکت‌ها مناسب باشند مورد انتقاد قرار گرفته است. چنین گفته می‌شود که دکتری که در یک زمینه خاص به تحقیق مشغول می‌شود دارای چنان تخصصی خواهد شد که چندان مورد استفاده صنعت روز نخواهد بود. لذا در انگلستان گستره‌ای از برنامه‌های تحصیلات صنعتی در مقطع فوق لیسانس و دکتری مد نظر قرار گرفته که شامل شرکت‌های آموزشی (TC)^۱ و کمک‌های اهدایی همکاری در علوم و مهندسی (CASE)^۲ می‌باشد. برنامه TC که با همکاری مشترک دولت و صنعت تأسیس شده به آموزش مهندسين جوان در صنعت تا مقطع فوق لیسانس جهت یک رشته از برنامه‌ها که به‌طور مشترک توسط افراد شرکت و دانشگاه نظارت می‌شود می‌پردازند. برنامه‌های دیگری در این راستا وجود دارند. از جمله برنامه طرح تلفیقی توسعه فارغ‌التحصیلان (IGDS)^۳ که دارای ماهیت مشابهی است لیکن مربوط به بخشهای خاصی

از صنعت می‌شود. کمک‌های اهدایی همکاری در علوم و مهندسی توسط دولت تأمین شده و در اختیار اساتید علاقه‌مند به همکاری با صنعت جهت تعریف طرح‌های خاص تأیید شده، قرار می‌گیرد (شبهه NSE در امریکا)^۴. برنامه دیگر، مشارکت آموزشی در مقطع دکتری (PTP)^۵ است که بر ۳۰ دانشجوی دکتری در سایت‌های صنعتی مجهز به منظور تحقیق بر روی یک عنوان تحقیق متمرکز است. برنامه LINK که هزینه‌اش توسط دولت تأمین می‌شود حمایت از عقد قرارداد پروژه‌هایی می‌کند که کاربرد صنعتی دارند. تمایل به همکاری با صنعت در سطح دکتری از نظریه فورد (Sir Hugh Ford) یعنی برنامه فن‌آوری جامع شروع و بعدها به برنامه دکتری مهندسی به مدت ۴ سال تبدیل شد.

تمام طرح‌های تحقیقاتی دکتری برای دانشجویان ارزش ذاتی دارد. برای مثال، روبرو شدن با مشکلاتی که راه حل آنها ناشناخته است، موقعیت مناسبی برای روشن شدن ذهن و از خودگذشتگی است. با استفاده از روش‌های جدید و تجهیزات پیشرفته نتایج تحقیقات حاصل می‌شود که از طریق نشر و برگزاری سخنرانی‌ها در دسترس دیگران قرار می‌گیرد. از تحقیقات مذکور ممکن است اختراعاتی حاصل شود که مالکیت آن می‌تواند توجه سرمایه‌گذاران

1 - The Teaching Company

2- Cooperative Awards in Science and Engineering

3 - Integrated Graduate Development Scheme

4 - National Science Foundation

5 - The Postgraduate Training Partnership



مهندسين برجسته با آموزش های گسترده است به نحوی که بتوانند در همان اوایل کار خویش مسئولیت های بزرگی را در صنعت بر عهده گیرند. فن آوری جامع بهترین جنبه های دکتری سنتی را با واقعیت ارتباط تحقیق و صنعت یک جا در خود جمع می کند. مهندسی شامل افراد، طرح، تحقیق و توسعه، تولید، امور مالی، بازاریابی و اجرای طرح است. در پروژه واقعی این قلمروها به یکدیگر نزدیک می شوند و هر کدام با دیگری بستگی دارند. موفقیت در صنعت با راه حل هایی به دست می آید که مبتنی بر موازنه ای از این عوامل باشد. فن آوری جامع نامی است که پروفیسور سرهيو فورد پیشنهاد فن آوری جامع برای نامیدن مجموعه گسترده ای از عوامل همراه با مهارت های مدیریتی و به منظور ارتباط بین آنها به کار برد. چنین به نظر نمی رسد که تحقیق فن آوری جامع تمام فعالیت هایی را که در یک مجموعه آرمائی وجود دارد دربر گیرد. به احتمال قریب به یقین پروژه شامل مطالعه عمیقی در رابطه با دویا سه قلمروست و عوامل دیگر به طور اجمالی مورد بررسی قرار می گیرد. برای مثال پروژه های در رابطه با طرح کامپیوتری یک ماشین بافندگی سریع، هر مسئله ای را در رابطه با قسمت های طراحی شده و امتیازات چنین ماشینی را از نظر بازاریابی مورد بررسی قرار می دهد. به همین ترتیب پروژه ای که در رابطه با انتخاب آلات ماشینی کنترل عددی پیشرفته است باید موارد زیر را مد نظر قرار دهد:

را جلب نماید.

در این مقاله طرح و عملکرد فن آوری جامع منچستر و برنامه های دکتری مهندسی مورد بحث قرار می گیرد. این طرح ها برای مدت نسبتاً قابل ملاحظه ای اجرا شده اند. برای مثال فن آوری جامع برای مدت ۲۰ سال و دکتری مهندسی در ۵ سال گذشته اجرا شده است. در حال حاضر بیش از ۱۲۰ دانشجوی دکتری در این دو برنامه وجود دارند که با همه نوع شرکت های انگلیسی همکاری می کنند. برنامه دکتری مهندسی با مشارکت دولت، صنعت و دانشگاه به منظور نیل به نیازهای صنعت در قرن آینده و نهایتاً، به منظور تربیت دانشجویانی با توجه به نیاز بخش صنعت ایجاد شده. این مقاله به بررسی آنچه که در جمهوری اسلامی ایران بایستی در رابطه با برنامه های فوق انجام گیرد می پردازد.

باید توجه داشت که همکاری با صنعت یکی از عوامل مهم در تأمین و تربیت مدیران صنعتی در مقیاس جهانی است و همچنین می تواند به عنوان یک خطمشی صحیح در حفاظت از محیط طبیعی محسوب شود. به هر حال باید توجه داشت که بدون استفاده از سرمایه گذاری و حمایت دولت که به عنوان یک کاتالیزور برای نزدیک تر نمودن دانشگاه و صنعت عمل خواهد کرد، غیر ممکن است که نتیجه ای حاصل شود.

۲. فن آوری جامع^۶

هدف فن آوری جامع، تأمین دانشمندان و

تجزیه و تحلیل اجزا، ویژگی‌های ماشین، انتخاب وضعیت برش، ترازهای ماشین، بررسی‌های لی‌اوت، استانداردهای طراحی، امور مالی، قابلیت اعتماد و تعمیر و نگهداری. علاوه بر تحقیقات بنیانی، دوره‌های آموزشی، مطالعات تکمیلی، بازدیدها و سمینارهای صنعتی با کلیه عوامل تحت عنوان فن‌آوری جامع، مربوط است. به علت کاربرد گسترده فن‌آوری جامع در رشته‌های مختلف، در شرایط خاص و بر مبنای صنایع و نزد افراد ذینفع تعبیرهای گوناگونی داشته است. تعبیرات مختلف می‌تواند منجر به راه‌حل‌های گوناگونی از نظر کارگاه‌های آموزشی در دانشگاه، سمینارهایی در صنعت، گروه‌های بحث و تماس با اساتید همکار شود. بنابراین در پایان طرح فن‌آوری جامع، دانشجویان موفق به دریافت درجه دکتری و کسب تجربیات صنعتی در یک شرکت می‌شوند. این مسئله آنها را در احراز پست‌های عالی‌رتبه در ابتدای کار کمک می‌کند.

برنامه

طرح فن‌آوری جامع انعطاف عملی زیادی دارد. لذا در حالی که نیازهای خاص دانشجویان در طرح مد نظر قرار می‌گیرد اهداف کلی برنامه نیز حفظ می‌شود. این برنامه مناسب دانشجویان فارغ‌التحصیلان فوق لیسانس و یا دانشجویان مقطع دکتری است. هر دانشجو یک استاد راهنما دارد که مسئول پروژه است. دانشجو برای مدارج بالاتر در دپارتمان استاد راهنما ثبت‌نام

می‌کند و پایان‌نامه‌ای نیز به روش سنتی ارائه می‌شود.

فن‌آوری جامع یک کار مشترک بین دولت، صنعت و دانشگاه است. این طرح تمام دانشکده‌های مهندسی و علوم کاربردی در منچستر را دربر می‌گیرد. پروژه‌های مرتبط با مهندسی ساختمان، شیمی، شیمی مهندسی، مهندسی راه و ساختمان، سیستم‌های کنترل و خوردگی و حفاظت، مهندسی برق و الکترونیک، علوم آنالیتیک و ابزاری، مدیریت، علم مواد، مهندسی مکانیک، فیزیک کاربردی و محض و تحقیقات مرتبط با آلودگی در اولویت قرار دارند. دامنه طرح منچستر گسترش فزاینده‌ای را سبب شده که منجر به اجرای هفتاد طرح دکتری در بعد وسیعی از صنعت انگلستان شده است.

چهار شرط لازم جهت موفقیت همکاری بین دانشگاه و صنعت عبارت‌اند از:

۱. دانشجوی مستعد و علاقه‌مند

۲. انتخاب مناسب طرح

۳. استاد راهنمای دلسوز

۴. شرکتی که به موفقیت طرح علاقه‌مند باشد
پروژه‌های موجود ناشی از تماس‌های منطقی و درستی است که طی سالیان دراز بین اعضای دانشگاه و شرکت‌های خاص صورت گرفته است. هر سال بیش از ۵۰ طرح پیشنهادی از سوی اعضای هیئت علمی دانشگاه یومیست و شرکای صنعتی آنها دریافت می‌شود. لذا ۳ شرط از ۴ شرط مذکور قبل از اینکه پروژه تحت عنوان فن‌آوری جامع تعریف



منچستر منظور کردند. این کمک هزینه مخارج دانشگاهی و هزینه‌های روزمره را برای تمام طرح‌های موجود دربر می‌گیرد. شرکت همکاری‌کننده نیز هر ساله مبلغ ۳۰۰۰ پوند برای کمک هزینه، می‌پردازد. شرط عمومی برای اخذ این کمک هزینه داشتن مدرک تحصیلی قابل قبول در یکی از موضوعات مربوط به علوم کاربردی یا مهندسی است.

فن‌آوری جامع در دانشگاه یومپیست با همکاری دانشگاه‌های منچستر، سالفورد و متروپولیتن منچستر

در حدود ۲۵۰۰۰ دانشجوی در دانشگاه‌های فوق وجود دارند. سنت دیرپای همکاری باصنعت نقش قابل ملاحظه‌ای در اجرای طرح‌ها داشته است و کمک مالی EPSRC از طریق شرکت همکاری‌کننده به تمام پروژه‌های موجود اعطا می‌شود. عناوین برخی از پروژه‌هایی که توسط اعضای هیئت علمی راهنمایی شده‌اند، عبارت‌اند از:

- Development of enhanced zinc oxide ceramic varistors
- Finite element modelling of stresses in coated surfaces
- Integration of environmental design data with CAD tools
- Bilinear modelling for predictive control strategies
- Developments of new commercial

7- The Engineering and Physical Science Research Council

گردد و به دانشجویان ابلاغ شود تأمین می‌شود.

یک برنامه کاری نمونه ۳ ساله برای دانشجوی سال اول

دانشجو یا دارای مدرک فوق لیسانس در علوم است یا برای دریافت این مدرک در یک کار تحقیقی ثبت نام می‌کند و یا برای تهیه گزارشی که لازمه انتقال به مقطع دکتری است نام نویسی می‌کند. حضور در تعدادی کلاس‌های ویژه از بین تعداد زیادی از درس‌هایی که در دانشگاه‌های یومپیست و منچستر ارائه می‌شود انتظار می‌رود.

سال دوم و سوم

دانشجویان مقطع دکتری در موضوع تحقیقی خود تحت سرپرستی یک استاد راهنما ثبت نام می‌کنند هر چند این کار نیز به کمک یک راهنمای صنعتی انجام می‌شود. گرچه تحقیق در دانشگاه آغاز و به اتمام می‌رسد ولی دانشجوی ممکن است مجموعاً حدود یک سال در شرکت صنعتی همکاری داشته باشد. از دانشجویان خواسته می‌شود که در کلاس‌های دانشگاه‌های یومپیست و منچستر حضور یابند و نقش فعالی را در سمینارها و گروه‌های بحث ایفا کنند.

جزئیات ثبت نام و امور مالی

شورای تحقیقات علوم فیزیکی و مهندسی (EPSRC)^۲ از طرف دولت انگلستان کمک هزینه تحصیلی ۲۳ نفر دانشجوی را تقبل نموده است. متقاضیان واجد شرایط می‌بایست بریتانیایی باشند تا در طرح فن‌آوری جامع

می‌شود در سال ۱۹۸۲ یک سیستم MRP مدار بسته خرید که در آن زمان برای استفاده از آن به دپارتمان فن‌آوری جامع در یومیس‌مراجعہ کرد. متعاقباً یک پروژه کارشناسی ارشد در این مورد تعریف شد. موفقیت این پروژه منجر به ارتباطات نزدیکی بین شرکت و دپارتمان مزبور شد و پروژه دکترایی در زمینه کنترل تولید تعریف گردید. امکان اجرای فنی و مالی سیستم CAD-CAM به صورت یک پروژه دیگر کارشناسی ارشد تعریف شد. به علت تغییراتی که در آن زمان در شرکت رخ داد، سیستم CAM حمایت مالی نشد ولی تصمیم سرمایه‌گذاری بر سیستم 2D CAD که منجر به یک پروژه دکترای شد انجام پذیرفت. در سال ۱۹۸۹ بازار کار، ضرورت اجرای تکنیک‌های پیشرفته CAD/CAM را برای غلتک‌های بیسکویت مارک‌دار شرکت ایجاب می‌کرد. انتخاب، نصب و اجرای این سیستم جدید موضوع یک پروژه دکترای شد. در این زمان شرکت مواجه با رقابت شدیدی هم در عرصه داخلی و هم در بازار صادرات گردید. نتیجتاً راهکارهایی از سوی مدیریت شرکت پیشنهاد شد و این عمل باعث همکاری با طرح فن‌آوری جامع و نهایتاً منجر به استراتژی تولید شد. موفقیت این پروژه، شرکت را در طی یک دوره بی‌ثباتی یاری نمود و سنگ بنای تعریف یک پروژه دکترای مهندسی را برای بررسی طرح یک اجاق در اکتبر ۱۹۹۲ بنا نهاد. این پروژه جدید

laser systems

- The application of paperless maintenance systems

- CAD/CAM application and economics

- Brain lateralisation in young children

- Modal analysis of non linear structures

- Materials assessment for solar cells

- Microcomputers in maintenance control

- Corrosion prevention in exhaust systems

- Building ventilation for health and economy

- On chip testing of VLSI circuits

- Welding robot instrumentation

- Corrosion protection of cast iron pipes

- Robot multiprocessing vision techniques

- Road desing, driver behaviour and risk

مطالعه موردی به صورت تفصیلی

شرکت سیمون ویکارز (SSV)^۸

S.S.V که رسماً به نام سیمون ویکارز شناخته



اولین طرح دکتری مهندسی را به نقطه اوج خود رساند و رضایت شرکت را از همکاری‌های قبلی و فعلی دپارتمان فن‌آوری جامع مورد تأکید قرار داد.

یک برنامه تحقیقاتی آرمانی

یک برنامه تحقیقاتی آرمانی را می‌توان در بررسی موردی امکانات تولید فنی پیشرفته (AMT)^۹ در شرکت سیمون ویکارز مربوط به ساخت غلتک‌های بیسکویت مارک‌دار نشان داد. ویکارز طی چندین دهه غلتک‌های بیسکویت مارک‌دار را با استفاده از روش‌های سنتی مهندسی تولید می‌کرده است. طرح این غلتک‌ها نیازمند مهارت بالا و تجربه زیاد بود. به همین ترتیب تولید آن یک فرآیند بسیار ماهرانه و نیازمند تجربه صنعتگران در انتقال طرح به یک قالب مناسب بود. از نقطه نظر تاریخی ویکارز پیش‌تاز صنعت تولید غلتک‌های بیسکویت بوده ولی به علت قدمت طرح موجود و امکانات تولید، شرکت در موقعیتی قرار می‌گرفت که رقابت خود را از دست می‌داد. علل زیر را در این رابطه می‌توان متذکر شد:

- الف) اشکالات ممکن در قالب و دقت ابعاد
- ب) ماشین‌های کپی که غلتک را حکاکی می‌کردند دارای خطای مجاز ± 50 میکرون بوده ولی مشتریان خواستار تolerانس ۲۵ میکرون بودند.
- ج) فرآیند تولید یک غلتک آرمانی نیازمند تنظیمات متعدد و انتخاب ابزارهای برش بود. مجموعه این عوامل منجر به زمان بیشتر -

کیفیت پایین‌تر و هزینه بیشتر غلتک‌ها در مقایسه با رقبای اصلی می‌شد. در نتیجه با نگرشی تولیدی برای آینده، غلتک‌های موجود مورد بررسی قرار گرفت. این موضوع به تصمیم در مورد توسعه فرآورده بر مبنای طرح‌های پیچیده‌تر منتهی شد. افزایش ظرفیت نیازمند سرمایه‌گذاری روی آخرین فن‌آوری قطعات ماشین‌های CAD/CAM/DNC بود. این امر با خرید ۱۰۰۰۰ سری ماشین‌های CNC از شرکت دلتاکم که بر روی دو ایستگاه کاری Apollo عمل می‌کرد، صورت می‌پذیرفت. این سیستم پس از استقرار، ارزش افزون بر ۳۵۰۰۰۰ پوند داشت و باعث نفوذ شرکت در بازارهای جدید شد. عمده‌ترین منافع حاصله شامل کاهش قابل توجه زمان، بهبود کیفیت و کمترین خطای ممکنه بود.

نقش طرح فن‌آوری جامع در این پروژه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- تشخیص اولیه مشکلات بالقوه بازار و آرایه راه حل بعدی آنها
- مشخصات اولیه تجهیزات AMT و تعیین مزایای آنها
- انتخاب عناصر ویژه AMT شامل ابزار ماشین، نرم‌افزار و سخت‌افزار کامپیوتری و توجهات هزینه‌ها
- نصب تجهیزات AMT شامل ارتباط DNC به سایر ابزارهای ماشین CNC و ارتباطات نزدیکی به سایر سیستم‌های کامپیوتری به ویژه

CAPM

- آموزش پرسنل کاربر در مراحل تست پیش از تولید

- افزایش تولیدات نرم‌افزاری شامل برنامه‌های پارامتریک CAD برای کمک به عملکرد بازار و سخت‌افزار سفارشی ماشین اندازه‌گیری هماهنگ‌کننده و نرم‌افزار کنترل کیفیت.

۲. دکتری مهندسی^{۱۰}

در سال ۱۹۹۰ شورای تحقیقات مهندسی و علوم (SERC)^{۱۱} باتکیه بر موفقیت دوره فن‌آوری جامع، هیئت مقدماتی را پایه‌ریزی کرد تا به مطالعه آموزش تحقیق در مقاطع بعد از لیسانس در بریتانیا بپردازد و کارایی این تحقیقات را در مرتفع کردن نیازهای صنعت در مقایسه با طرح‌های سایر کشورهای صنعتی بزرگ پایه‌ریزی کند. نتیجه این گزارش راه‌اندازی دوره‌های جدید مهندسی در مقطع دکترا بود. برای این دوره‌ها مهندسان جوان با انگیزه و در سطح علمی بسیار بالا در نظر گرفته شدند. طول مدت تحصیل ۴ سال است که شامل تحقیق در زمینه صنعت و تدریس دروس رشته مدیریت است. (مهندسانی که دارای مدرک فوق لیسانس باشند می‌توانند این دوره‌ها را در مدت سه سال بگذرانند). این دوره‌ها با دوره‌های قبلی دکتری در بریتانیا تفاوت دارند و دانشجویان برای دریافت مدرک دکتری می‌بایست هم واجد شرایط تحقیق باشند و هم دروس دیگر را بگذرانند.

به نظر می‌رسد که روش مناسب و خوب سرمایه‌گذاری شده دکتری مهندسی توسط صنعت/دولت، در زمینه تحقیق، تلفیقی از بهترین جنبه‌های دکتری سنتی را با ملزومات عملی که تحقیق را با نیازهای ویژه یک گروه پیوند می‌دهد در می‌آمیزد. این امر با دروس حضوری رسمی و برنامه توسعه شخصی تأمین می‌شود. بنابراین در پایان این برنامه، مهندسان تحقیق، نه تنها موفق به دریافت درجه دکتری مهندسی می‌شوند بلکه تجربیات ارزنده‌ای در زمینه صنعت و مدیریت به دست می‌آورند. دارندگان مدرک دکتری مهندسی سریعاً می‌توانند به پست‌های اجرایی در رده بالا در مراحل اولیه شغلی خود ارتقا پیدا کنند. حقوق اولیه برای فارغ‌التحصیلان دوره دکتری مهندسی بسیار بالاست. برای مهندسانی که تمایل ندارند شیوه جدید این دوره ۴ ساله را طی کنند، فن‌آوری جامع سنتی در سطح دکتری هنوز وجود دارد که منبع اصلی آموزش تحقیق در زمینه صنعت در منچستر است.

برنامه

برنامه دکتری مهندسی در منچستر، برای دانشجویانی طراحی شده که می‌خواهند در زمینه مدیریت صنعتی مشغول به کار شوند. هر مهندس محقق عهده‌دار تحقیق روی موضوعی در زمینه صنعت می‌باشد که هنوز جوابی برای

10- The Engineering Doctorate

11- The Science and Engineering Research Council



آن وجود ندارد. البته با توجه به مدت زمانی که شرایط شرکت اقتضا می‌کند، و همچنین کار با مهندسان و مدیران حرفه‌ای. این امر با مدیریت آموخته شده و واحدهای آموزشی فنی همراه با سخنرانی‌هایی به منظور تقویت مهارت ارتباطات تکمیل می‌شود. این برنامه برای کسانی که تازه فارغ التحصیل شده‌اند یا افرادی که تجربه کار در زمینه صنعتی دارند بسیار مناسب است و تجربه شخصی در زمان انتخاب پروژه و تعیین ویژگی‌های دروس مد نظر است.

برای هر پروژه یک سرپرست پروژه و یک نفر متخصص در زمینه صنعت در نظر گرفته می‌شود. اهداف اساسی پروژه بدین قرار است: مهندسان تحقیق در زمینه تحلیل مشکلات صنعتی کار آموخته می‌شوند و در محدوده اطلاعات قابل دسترس، تصمیم می‌گیرند و از این تصمیمات به نحو مؤثری استفاده می‌کنند. چهارچوب مطالعات دکترای مهندسی شامل موارد ذیل است:

- مشکلات صنعتی اساسی با استفاده از قابلیت‌های خوب فن‌آوری بالا
- ارزیابی رابطه کار با استراتژی واحد
- مطالعه اثرات ناشی از بازار و محیط
- مدیریت پروژه با توجه به برنامه زمانی و بودجه تعیین شده
- در نظر گرفتن مسایل مالی و اقتصادی
- انجام کار گروهی و رهبری آن
- توجیه طرح و نیازهای تولید

هر مهندس محقق در زمینه همکاری مؤثر، روش تحقیق پویا و نیازهای کلی پایان‌نامه دکتری مورد مشورت قرار می‌گیرد. شایان ذکر است که اهداف صنعتی برنامه تحقیق باید به مرحله اجرا درآید و بنابراین برای تحقق پایان‌نامه دکتری، بازار در حکم نمونه‌ای است که در آن یک نظریه عمومی تعمیم داده و آزمایش می‌شود. برای مهندسان محقق ضروری است که به گروه‌های تحقیق شرکت‌ها ملحق شوند و این مسئولیت مشاوران صنعتی است. مهندسان محقق اغلب بودجه کنترل شده‌ای دارند و مسئول بخشی از پروژه هستند که اختصاص به فعالیت مدیریتی دارد.

در پایان سال اول، گزارش اصلی تهیه می‌شود که به جزییات تحقیق انجام شده و حضور در کلاس‌های درس سخنرانی می‌پردازد. امتحان شفاهی گرفته می‌شود که کلیه موارد مطالعه شده در طول سال را دربر می‌گیرد.

از مطالب بالا می‌توان چنین حدس زد که درجه دکتری مهندسی در منچستر برای افرادی نیست که از نظر علمی ضعیف‌اند. اگر چه، برای کسانی که با این مشکل مواجه هستند، این دوره یکی از مسرت‌بخش‌ترین دوره‌های شغلی‌شان است که از مزایای بسیار خوب صنعتی برخوردار است.

بخش آخر دروس دکتری مهندسی، برنامه مطالعات پشتیبانی است. این برنامه حسی هدف مشترکی را بین مهندسان محقق که در شرکت‌های بزرگ کار می‌کنند و اعضای هیئت

علمی دانشکده‌ها ایجاد می‌کند. شگفت‌انگیزترین بخش این برنامه، واحدهای شبانه روزی آخر هفته‌است. مهندسان محقق از طریق گروههای تجاری کارآموده و پروژه‌های کوچک به فعالیت‌های گروهی می‌پردازند. سمینارهای مدیریت پروژه و طراحی، مکمل برنامه‌های مهندسی است. مهارت‌های شخصی از طریق دروس با تکیه بر گزارش‌نویسی مؤثر و ارائه مقاله تقویت می‌شود. این مهارتها در طول یک پروژه در شرکت به کار گرفته می‌شوند.

برنامه زمانی چهار ساله ویژه برای مهندسان محقق

برنامه مطالعات دکتری مهندسی در جدول ۲ نشان داده شده و با جزئیات بیشتری در ذیل آمده است:

سال اول

قبل از شروع برنامه، مهندسان محقق در کلاس مقدماتی که در پایان هفته به منظور تقویت مهارت‌های کار گروهی و آگاهی فردی برگزار می‌شود شرکت می‌کنند. این امر با یک دوره سه‌ماهه فشرده در زمینه تحقیق، تعیین ماهیت سخنرانی‌های فنی به منظور پشتیبانی از تحقیق و ارتقای راهبرد تحقیق و معرفی به شرکت مسئول ادامه می‌یابد (اکتبر تا دسامبر). طی شش ماه بعد، علاوه بر پیشرفت برنامه پژوهشی، شرکت و قبولی در آزمون مربوط به اولین مدول دروس مدیریت برای ورود دانشجویان رشته مهندسی محقق به سال دوم

الزامی است. در سه ماهه آخر مهندس محقق گزارش کاملی از فعالیت‌های سال اول تهیه و طرح‌هایش را برای سه سال آینده به‌طور مفصل آماده می‌کند.

سال دوم

سال دوم تا حدود زیادی به همان روش سال اول ادامه خواهد یافت به جز آنکه مدیریت ارشد شرکت و نمایندگان در هنگام ارائه حضور خواهند داشت. چهار مدول نهایی دیپلم مدیریت در طول سال ۲ کسب خواهد شد و باید قبل از اینکه مهندس محقق به سال سوم ارتقا یابد، گذرانده شود. مجدداً گزارشی از فعالیت‌های انجام شده در طول سال همراه با برنامه‌های سال آینده تهیه و ارزیابی خواهد شد.

سال سوم و چهارم

سال سوم و چهارم تقریباً به طور کامل به فعالیت‌های پژوهشی صنعتی اختصاص دارد. شرکت در تعدادی از سخنرانی‌های تخصصی لازم است و بازدیدهایی از سازمان‌های مختلف ترتیب داده خواهد شد. همچون سال‌های قبل در پایان سال سوم نیز ارائه گزارشی از پیشرفت کارمورد نیاز است.

در پایان سال چهارم پایان نامه دکتری برای دریافت مدرک دکتری مهندسی ارائه خواهد شد.

جدول ۱- رشد دانشجویان دکتری مهندسی و فن آوری جامع در منچستر

۱۹۷۷	۱۹۷۷	۱۹۷۷	۱۹۷۷	۱۹۷۷	۱۹۷۷
۴	۸	۱۶	۳۲	۶	۱۲



دکتری مهندسی در منچستر

برنامه دکتری در منچستر توسط دپارتمان فن آوری جامع در دانشگاه یومپست از طرف دانشگاه یومپست و دانشگاه منچستر تنظیم می شود. انتظار می رود که مدرک دکتری مهندسی، مهندسان جوان واجد شرایط و دارای انگیزه را جذب کرده و آنها را از طریق یک برنامه آموزشی چهار ساله شامل موارد ذیل آموزش دهد:

- پژوهش بر محور صنعت
- تدریس دروس مدیریت
- ارائه سمینارها و کارگاههایی برای فراهم نمودن خودآگاهی و مهارت های شخصی
- برنامه دکتری مهندسی با اهداف مشخص زیر طراحی شد است:
- الف) فراهم آوردن مهندسان محقق با آموزش تحققی که معادل مدرک دکتری (PhD) است ولی نوع آن متفاوت است.
- ب) پرورش توانایی های زیردیریک مهندس محقق
- دانش تخصصی در یک موضوع مهندسی (فنی)
- ارزش دهی به مسایل مهندسی صنعتی و فرهنگ توسعه
- مهارت های مدیریت پروژه در مقابل مقیاس زمانی مناسب
- کار گروهی و مهارت های رهبری
- مهارت های ارتباط عمومی (شفاهی و کتبی)
- فنی و غیر فنی) مهارت های سازمانی فنی
- کنترل برنامه ریزی پروژه مالی
- توانایی به کارگیری دانش و مهارت های او در

موقعیت های جدید و غیر معمول

- توانایی یافتن راه حل های مطلوب و کارآمد برای مشکلات چند بعدی مهندسی و یافتن منابع اطلاعاتی مربوطه
- ارزیابی تأثیر محیطی صنعت و چگونگی کاهش مشکلات محیطی
- برای دستیابی به این اهداف، دکتری مهندسی در منچستر با ۳ رکن اصلی زیر طراحی شد:

- یک پروژه اصلی پژوهش متمرکز بر یک مشکل صنعتی
- مدرک در مدیریت
- برنامه پشتیبانی مطالعاتی
- برای آنکه این ارکان به طور مؤثر با هم تلفیق شود لازم است که دانشگاه، شرکت و مهندس محقق مشارکت آموزشی داشته باشند. هر یک از شرکا نقش معینی به عهده خواهد داشت و در نتیجه منافع معینی نیز دریافت خواهد کرد.

جزئیات ثبت نام و امور مالی

- شورای پژوهش مهندسی و علمی جوایز پژوهشی نفیسی برای متقاضیان انگلیسی در نظر می گیرد. ارزش این جایزه به طور چشمگیری از حد یک دانشجوی معمولی فراتر است. به علاوه شرکت های شریک حداقل سه هزار پوند پاداش می دهند. سرمایه اصلی بر اساس شرایط هر فرد محاسبه می شود ولی پاداش برای دانشجویان شاغل در بخش صنعت و خصوصاً فارغ التحصیلان جدید جالب است

۵۰

شرایط ورود در این برنامه داشتن مدرک معتبر **مطالعه موردی**
(فوق لیسانس) در رشته مربوط به مهندسی **طراحی یک فر جدید پخت نان**
به دنبال اجرای پروژه فن آوری جامع در شرکت است.

جدول ۲ - برنامه زمانی ۴ ساله مهندسان محقق

تحقیق در مقطع دکتری به کمک صنعت	برنامه آموزشی	
سال اول	دروس مدیریت	تعداد ساعات
ورود به شرکت	پایان هفته مقدماتی	
مطالعه زمینه‌ای و توسعه راهبرد	(ساختار گروهی)	
تحقیق برای پروژه	(آزمون روان سنجی، خودآگاهی/یازی‌های تجاری برای ارتقای کار گروهی)	۲۰
ارایه مطالب سال اول	۴ بخش اصلی (امتحان دروس مدیریت)	۱۲۰
گزارش سال اول	توسعه مدیریت خارجی	۳۶
	درس - ۳ روز	۱۷۶
سال دوم	مدیریت ویژه	۳۵
	مطالعات پشتیبانی	۶۵
ارایه پروژه	الف) گزارش نویسی موثر (۱۲ ساعت) ب) مهارت‌های ارایه شده (۶ ساعت) ج) تولید کامپیوترهای کوچک (۱۲ ساعت) د) ارتباطات موثر (۳۵ ساعت)	
گزارش سال دوم	۴ بخش اصلی دیگر (دروس مدیریت)	۱۲۰
		۲۱۰
سال سوم	مطالعات پشتیبانی اصول طراحی مهندسی	۴۰
	(۱۲ ساعت)	
ارایه پروژه	سخنرانان مدعو (۱۲ ساعت)	
گزارش سال دوم	۴ بازدید از شرکت مهندسين پژوهشی عضو (۱۶ ساعت)	
سال چهارم	مطالعات پشتیبانی	۲۸
تهیه و ارایه پایان نامه	۶ سخنران مدعو (۱۲ ساعت)	
ارایه پروژه	۴ بازدید از شرکت مهندسين پژوهشی عضو (۱۶ ساعت)	



سیمون ویکارز که قبلاً توضیح داده شد، اولین پروژه دکتری مهندسی آغاز شد که مربوط به طرح، ساخت و نصب یک فر نان جدید می‌شود. هدف طرح، کاهش ۲۰ درصد سوخت گاز مصرفی، کاهش ۲۰ درصد هزینه ساخت، بهبود مصرف آرد و مزه نان بوده است. در طرح جدید به تمام این اهداف دست یافته شد و بدون اغراق می‌توان آن را «بی‌رقیب» دانست. بعد از تکمیل این پروژه، برنامه مشترک فن‌آوری جامع دیگری در ارتباط با طرح «بیسکویت ویفر» در دست اقدام است.

۳. برنامه پشتیبانی فارغ‌التحصیل (GRASP)^{۱۲} - دانشجویان محقق سال اول

برنامه پشتیبانی فارغ‌التحصیل توسط دفتر تحصیلات تکمیلی به منظور کمک به دانشجویان در کسب مهارت‌های مدیریت و پژوهش که در طول دوره دکتری مورد نیاز خواهد بود ارائه شده است. این برنامه همچنین بازدیدهایی را از بخش صنعت برای دانشجویانی که پروژه آنها متضمن همکاری صنعتی است فراهم می‌آورد و شامل موضوع‌های مشخص پروژه مانند امنیت سازمانی و کاربرد لوازم آزمایشگاه نمی‌شود.

ماهیت تحقیق دوره دکتری به گونه‌ای است که هر پروژه مستلزم یک رشته مهارت‌ها و دانش منحصر به فرد است. دانشجویان باید در گزارش پایان سال اول خود نشان دهند که

مهارت‌های مورد نیاز دریافت مدرک دکتری را کسب کرده‌اند. لازم است که دانشجویان در آغاز تحقیق در مورد شرایط خود با استاد راهنما صحبت و با برنامه آموزشی مناسب موافقت کنند. این برنامه براساس نیازهای پروژه و تجربه و آموزش قبلی دانشجو خواهد بود.

برنامه پشتیبانی فارغ‌التحصیلی برای کلیه دانشجویان تحصیلات تکمیلی در یومیس قابل دسترسی است و هیچ هزینه‌ای برای دانشجویان یا دپارتمان‌ها در بر ندارد. این برنامه برای دانشجویان سال اول طراحی شده ولی دانشجویان سال‌های بالاتر نیز چنانچه قبلاً موفق به شرکت در این جلسات نشده باشند، می‌توانند در آن شرکت کنند. برای دانشجویان سال آخر برنامه دیگری وجود دارد که به آنها کمک می‌کند تا پروژه خود را تکمیل کنند. پایان نامه خود را بنویسند و روش‌های کسب شغل را بیاموزند.

مهارت‌های تحقیق

۱. چگونه می‌توان مدرک دکتری کسب نمود.
۲. موقعیت یک دانشجوی محقق در رویارویی با مشکلات زندگی
۳. برنامه‌ریزی برای آینده
۴. استفاده از تسهیلات کامپیوتری
۵. جستجو برای دستیابی به منابع و مراجع
۶. خواندن به طور مؤثر
۷. برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
۸. اصول اخلاقی در تحقیق

۹. شما و استاد راهنمایان
۱۰. مالکیت معنوی اهل قلم
۱۱. نوشتار علمی
۱۲. انگلیسی علمی
۱۳. استفاده از اینترنت در تحقیق
۱۴. استفاده از کامپیوتر برای مسایل آماری
۱۵. استفاده از کامپیوتر برای رسم نمودارها
۱۶. طراحی آزمایش‌ها
۱۷. مهارت‌های آرایه مطلب
- مهارت‌های مدیریت**
۱۸. مدیریت زمان و منابع
۱۹. مدیریت جلسات
۲۰. رهبری و کار گروهی
۲۱. اعتماد به نفس
۲۲. روش مقابله با تنش
۲۳. مهارت‌های ارتباط عمومی
- نظر اجمالی صنعت**
۲۴. ساختار یک شرکت
۲۵. تولید
۲۶. مدیری کیفیت
۲۷. مدیریت منابع انسانی
۲۸. بازاریابی
۲۹. پول به عنوان یک منبع محدود

۴. درس‌هایی برای ایران در رابطه با برنامه‌های دکتری صنعتی در برقراری ارتباط مؤثر صنعت و دانشگاه

همکاری صنعت و دانشگاه منافع فراوانی برای هر یک از طرفین در بر خواهد داشت م

دانشجویان دوره دکتری تجارب علمی در تمام سطوح پایین تا سطح عالی به دست خواهند آورد و این امر با توجه به سمت‌های بالا در بخش صنعت تا حد زیادی فرصت‌های شغلی را در صنعت افزایش خواهد داد. دانشجوی کمک‌های مالی همچون بورس دولتی از شرکت دریافت خواهد کرد و از مزیت دسترسی به اعضای هیئت علمی متخصص و باتجربه دانشگاه، و تجهیزات و منابع رشته مربوطه در سطح جهان برخوردار خواهد شد. دانشگاه اطمینان می‌یابد که پروژه از نظر صنعتی بجا و به موقع است و می‌تواند با استفاده از منابع شرکت‌های همکاری‌کننده، از هزینه خرید تجهیزات برای آزمایشگاه‌های خود معاف شود. کشور نیز این اطمینان را به دست می‌آورد که پروژه دوره دکتری به نیازهای حقیقی بخش صنعت عالی در کشور را اشغال کنند.

در کشوری مانند انگلستان تنوع وسیع صنعت ضرورتاً به معنای پراکندگی فن‌آوری جامع و برنامه‌های دکتری مهندسی است. ولی در کشوری مانند ایران، تمرکز چنین برنامه‌هایی بر بخش‌های کلیدی صنعتی باصرفه خواهد بود به طوری که مراکز کاملاً ممتاز صنعتی در درون دانشگاه‌های مهم ایجاد شود. این زمینه‌ها شامل پتروشیمی، کنترل زیست محیطی و فعالیت‌های عمده‌ای نظیر اینهاست. بنابراین می‌توان گفت که دولت ایران بودجه قابل ملاحظه‌ای با توجه به پنج زمینه اصلی فعالیت مشخص باشند. بودجه دولتی شامل هزینه‌ها



عملیاتی هر مرکز و هزینه تحصیل حدود ۳۰ دانشجوی دوره دکتری در هر یک از این مراکز خواهد شد. انتظار می‌رود که صنعت هم از نظر مالی و هم از نظر اجرایی در ارتباطی تنگاتنگ با این مراکز باشد. در این جایگاه برنامه‌ها با توجه به نیازهای عمومی مقطع دکتری به طوری تهیه می‌شود که هر تحقیقی که انجام پذیرد تا حد زیادی مرتبط با نیازهای بخش صنعتی مورد نظر باشد، و در عین حال از سطحی برابر درجه دکتری اعطایی برخوردار باشد. اگر "مراکز خبرگان ایران" با مراکز صنعتی جهان با روش‌های متناسب ارتباط نزدیک داشته باشد، در نتیجه مدیران صنعتی سطح بالا در ایران می‌توانند به

فرجام

در دنیای جدید سرعت پیشرفت فن آوری بسیار سریع خواهد بود. بنابراین، به منظور دستیابی به آموزش و تحقیق مناسب، دانشگاه‌ها نیاز دارند تا در تمام سطوح با صنعت همکاری کنند. در این مقاله نشان داده شد که همکاری در مقطع دکتری برای طرفین مربوطه بسیار پرمنفعت بوده و فن آوری جامع و همچنین دکتری مهندسی راه‌های مناسب و مقرون به صرفه‌ای عرضه می‌کنند.

منابع

1. Science Research Council, **The Teaching Company**, SRC Publication, December, 1975.
2. Science Research Council, **Academic Collaboration in Engineering Industrial Research**, SRC Publication, September, 1975.
3. Science and Engineering Research Council (SERC), **The Engineering Doctorate**, SERC Publication, June, 1990.
۴. منابع به دست آمده از بحث و گفتگو طی جلسات متعددی با پروفسور ری لئونارد استاد دانشکده TT دانشگاه یومیسست.

طور مشترک توسط طرف‌های مربوطه آموزش داده شوند. می‌توان به طور قطع تأکید کرد که برای پیشبرد کار مشترک با بخش صنعت، باید یک اتحاد سه جانبه بین دولت، صنعت و دانشگاه ایجاد شود. دولت منابع مالی را تهیه می‌کند و به عنوان یک کاتالیزور بین صنعت و دانشگاه عمل می‌کند. دانشگاه دوس مرتبط با بخش صنعت را رایزیه داده و به طور فعال در جستجوی همکاری مؤثر با صنعت جهت حل مشکلات واقعی است. صنعت در می‌یابد که برای ایجاد یک همکاری موفق نه تنها باید به مشکلات کوتاه مدت بپردازد بلکه باید مطالعات پژوهشی بلند مدت را نیز که مستلزم تلاش ذهنی بیشتری است، در نظر بگیرد. زمانی که هر سه طرف، واقعیت مسئولیت خود را دریابند، نتیجه کاملاً به سود هر یک از طرفین، به