

بررسی اولویتهای رشته‌های مهندسی در ایران برای رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از روش AHP

بهروز مینایی بیدگلی^۱، سمیه فرهنگ ادیب^۲ و فاطمه محمدی^۳

چکیده: امروزه، جامعه ما با توجه به پیشرفتهای سریع در زمینه علوم و فناوری، نیازمند تربیت نیروی متخصص است و این امر در حیات یک جامعه اگر از نیازهای طبیعی مهم‌تر نباشد، کمتر هم نخواهد بود، ضمن اینکه داشتن نیروهای متخصص موجب بی‌نیازی و اقتدار جامعه می‌شود. در این خصوص، دولت‌ها می‌توانند از طریق برنامه‌ریزی صحیح و همه‌جانبه و پرورش استعدادهای جوان و نیز استفاده بهینه از ابزار و امکانات موجود گامی بلند در جهت ترقی و تعالی جامعه بردارند. با توجه به اهمیت تخصص در رشته‌های مهندسی برای صنعتی شدن یک جامعه، در این پژوهش سعی شده است تا با بررسی اهمیت و اولویت رشته‌های مهندسی رایج در کشور ایران، به دولت و جامعه در شناسایی نیازهای جامعه و برطرف کردن چالشهای نظام آموزشی و نیز استفاده بهینه از منابع موجود کمک شود. برای رسیدن به این هدف، چندین معیار به طور هم‌زمان باید در نظر گرفته شود، از جمله نیازمندی جامعه، جبران کمبود نیروی انسانی در قسمتهای مختلف، توجه به دیدگاههای کارشناسان، در نظر گرفتن پتانسیلها و امکانات موجود و غیره. برای در نظر گرفتن کلیه این معیارها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است و با توجه به نظریات جمع‌آوری شده از سوی استادان و کارشناسان این معیارها بررسی و با دقت بالایی در خصوص اولویت هر یک از رشته‌های مهندسی در ایران مقایسه صورت گرفته و در نهایت، مشخص شده است که اولویت در این شاخه از فنون به چه ترتیبی است.

واژه‌های کلیدی: رشته‌های مهندسی، رتبه بندی، فرایند سلسله مراتبی AHP.

۱. استادیار گروه مهندسی نرم افزار دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. b_minai@iust.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات دانشگاه قم، قم، ایران. s.adib@stu.qom.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات دانشگاه قم، قم، ایران. t89.mohammadi@gmail.com

(دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۸/۱۰)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۴/۱۴)

۱. مقدمه

امروزه، دیگر مرزهای سنتی میان دانشگاه، صنعت و دولت کمرنگ شده است و در خیلی از زمینه‌ها به آسانی نمی‌توان حد و مرز نهادهای مذکور را از یکدیگر تمیز داد که از آن به‌عنوان مارپیچ سه‌گانه دانشگاه - صنعت - دولت نام برده می‌شود [۱]. بخشی از قلمرو دانشگاه صنعت محسوب می‌شود و قسمتی از قلمرو صنعت را دانشگاه می‌توان به حساب آورد [۲]. دانش تولید شده در دانشگاه‌ها می‌تواند یک مزیت رقابتی برای صنعت محسوب شود [۳] و موفقیت‌های اقتصادی هر کشور تا حد زیادی وابسته به تحقیقات علمی و دانشگاهی است [۴]. آموزش عالی کم و بیش در جوامع مختلف اهداف کلی و اساسی مشخص شده‌ای را به شرح زیر دنبال می‌کند [۵]:

الف. انجام دادن پژوهش‌های بنیادی، علمی و کاربردی به منظور پیشرفت و گسترش علم و دانش در جامعه؛

ب. تربیت و تأمین نیروی انسانی ماهر، متخصص و کارآمد مورد نیاز بخش‌های مختلف جامعه؛

پ. تسهیل تحقق اهداف اجتماعی و فرهنگی و اعتلای سطح فرهنگی جامعه.

بیشتر دانشگاه‌ها چشم‌انداز روشنی در زمینه راهبردهای مورد نیاز برای آگاه ساختن دانشجویان خود در خصوص نیازهای حال و آینده صنعت ندارند [۶]. از آنجا که تربیت و تأمین نیروی انسانی ماهر و متخصص بر کاهش فقر و بیکاری، رفع نیازهای جامعه، کاهش وابستگی، جلوگیری از استعمار و سلطه‌جویی و بسیاری از عوامل دیگر تأثیرگذار است، بررسی این موضوع اهمیت خاصی دارد و لذا، در این پژوهش در خصوص اولویت بندی تخصص‌های شاخه مهندسی بررسی شده است تا مشخص شود نیاز جامعه به این تخصص‌ها در چه حدی است.

داشتن شغلی مطلوب و مورد نیاز جامعه از یک طرف به مطالعات گسترده و دقیقی از سوی دولت‌ها به عنوان معرفی کنندگان نیاز جامعه وابسته است و از طرف دیگر، فرد تصمیم‌گیرنده نیز باید آگاهی لازم را در این زمینه داشته باشد؛ بدین معنا که دولت‌ها با توجه به تحقیقات خود نیازمندی جامعه را به مشاغل مورد نظر اعلام می‌کنند و فرد تصمیم‌گیرنده با توجه به علاقه و استعداد و توانایی‌هایش از بین مشاغل مورد نیاز جامعه گزینه مطلوب را انتخاب می‌کند. بدین منظور، دولت‌ها به‌عنوان اعلام کننده این نیاز به دنبال روشی برای شناسایی مشاغل حرفه‌ای مورد نظر به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر آینده کشورشان هستند. از طرفی، برای پیدا کردن و رفع این نیازها دولت‌ها باید بدانند هر تخصص بر چه حوزه‌ای تأثیر می‌گذارد و مقدار این تأثیر چقدر و تا چه اندازه برای هر رشته است [۷]. البته، نیازمندی به تخصص‌های گوناگون برای هر جامعه متفاوت است و با گذر زمان نیز تغییر می‌کند. از طرفی، دولت از طریق ایجاد ساختارهای انگیزشی می‌تواند به برقراری ارتباط بین دانشگاه و نیاز جامعه کمک کند [۸]. دولت با آگاهی از نیازهای خود می‌تواند از رشته‌های مربوط حمایت و با ترغیب

افراد به تحصیل در این رشته‌ها به حل مشکلات جامعه کمک کند. بدین منظور، در پژوهش حاضر سعی شده است با ارائه روشی مناسب برای تشخیص این نیاز هم به دولت و هم به افراد تصمیم‌گیرنده برای ادامه تحصیل کمک شود.

برای پیشرفت یک جامعه تمام علوم و فنون در جای خود اهمیت ویژه‌ای دارند، اما با توجه به رشد نمایی علم و پیشرفت جوامع در زمینه‌های صنعتی و نیاز بشر به فناوریهای جدید، رشته‌های فنی و مهندسی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. همچنین، با در نظر گرفتن نیازمندی جامعه ما به گرایشهای فنی و مهندسی، در این پژوهش بر این شاخه از علم تمرکز و اولویتهای رشته‌های فنی و مهندسی رایج، برای دستیابی به یک جامعه صنعتی با در نظر گرفتن وضعیت کنونی ایران، بررسی شده است.

در یک تصمیم‌گیری ممکن است که تصمیم‌گیرنده با معیارهای مختلفی مواجه و ناچار شود از بین چندین گزینه بهترین آنها را انتخاب کند و در چنین شرایطی باید از روشهای مطرح شده در این زمینه بهره جست. یکی از این روشها فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP^۱ است. روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که در سال ۱۹۸۰ توماس ال ساعتی آن را ابداع کرد. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری رو به روست، می‌تواند استفاده شود [۹]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور همزمان امکان‌پذیر می‌سازد. در اینجا معیارهای کیفی همان رشته‌های فنی و مهندسی مورد نیاز است و معیارهای کمی در نظر داشتن تعداد و شرایط نیروی انسانی است. اساس روش تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسه زوجی یا دودویی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری است و برای چنین مقایسه‌ای به جمع‌آوری اطلاعات از تصمیم‌گیرندگان نیاز است و این امر به تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهد تا فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی فقط بر روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کنند. در این پژوهش پاسخ دهندگان مقایسات را بین دو رشته فنی و مهندسی انجام داده‌اند که البته، با در نظر داشتن کمبودهای جامعه و پتانسیلهای موجود در جامعه و نه بر مبنای علایق شخصیشان بوده است. برای این منظور، پاسخ دهندگان از میان اعضای هیئت علمی دانشگاه با سابقه آموزشی بیش از ۱۰ سال و مدیران اجرایی در امور آموزشی یا افرادی که در صنایع مختلف صاحب‌نظر بودند، انتخاب شده‌اند. علاوه بر مقایسه دودویی، در فرایند تحلیل سلسله مراتبی به دلیل اینکه پاسخ‌دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم می‌سنجد و به عوامل دیگر توجه

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

۲۴ بررسی اولویت‌های رشته‌های مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP

ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم می‌آورد و فرایند تصمیم‌گیری را منطقی می‌سازد و عمل تصمیم‌گیری با تجزیه و تحلیل نظرهای مختلف با کیفیت بالایی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰].

با این مقدمه بقیه مقاله بدین شرح سازمان یافته است: در بخش دوم مرور ادبیات موضوع مطرح شده است و بخش سوم شامل دو قسمت روش تحقیق و تحلیل داده‌هاست که با جزئیات کامل ذکر شده است و در بخش چهارم این فرایند روی یک نمونه واقعی اجرا و در بخش پنجم نیز نتایج حاصل بررسی و پیشنهادهایی برای آینده ارائه شده است.

۲. مرور ادبیات

مرور ادبیات به دو صورت انجام شده است: ۱. مطالعاتی که در آنها نظام آموزش عالی، دانشکده‌ها، گروه‌های آموزشی و گرایش‌های آموزشی رتبه‌بندی و معرفی شده‌اند، ۲. مطالعاتی که در آنها در باره انتخاب رشته و به خصوص شاخه مهندسی بررسی شده است. در دسته اول مطالعاتی در زمینه رتبه‌بندی و جایگاه آموزشی کشور ایران انجام شده است، از آن جمله بررسی و تبیین جایگاه آموزش عالی ایران در جهان که مدهوشی و نیازی آن را انجام داده‌اند و در مقاله خود به لزوم توجه به وضعیت آموزشی و جایگاه آن در جهان تأکید و در کنار وضعیت آموزشی ایران، وضعیت آموزشی ۳۱ کشور دیگر را تحلیل و بررسی کرده‌اند [۵].

در خصوص رتبه بندی دانشگاهها و چگونگی اجرای آن، نظریات متفاوتی وجود دارد. برخی از آنها از جمله کی برهنی (۲۰۰۱) معتقد است که رتبه‌بندی موجب رقابت ناسالم بین دانشگاهها می‌شود و دانشگاهها تلاش می‌کنند فعالیت‌های خود را بر اساس معیارهای رتبه‌بندی تنظیم کنند. در مقابل، افرادی چون دادرس (۱۳۸۱) رتبه‌بندی را موجب بهبود کیفیت مؤسسات آموزش عالی و دانشگاهها می‌دانند و معتقدند که رتبه‌بندی کیفی باید با توجه به اهداف دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی انجام شود.

گروهی دیگر رتبه‌بندی را عامل شتاب و حرکت دانشگاهها به سمت یک بافت رقابتی و در نهایت، افزایش کارایی آنها می‌دانند [۱۱].

بعد از رتبه‌بندی دانشگاهها به رتبه‌بندی دانشکده‌ها می‌رسیم و باید گفت که در کشور ایران تحقیقات منسجمی در باره رتبه‌بندی دانشکده‌های پزشکی در سال ۱۳۷۷ بر اساس ۱۴۹ معیار، برای ۳۸ دانشگاه انجام شده است. از دیگر مطالعات انجام شده در این خصوص رتبه‌بندی گروه‌های آموزشی است و رتبه‌بندی گروه آموزشی ریاضی (۳۴ گروه) از بعد آموزشی و در سطح کارشناسی با استفاده از مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین کارایی آنها بوده است [۱۲]. در پژوهش دیگری

طبقه‌بندی و رتبه‌بندی توانمندیهای تخصصی دانش‌آموختگان مهندسی صنایع کشور با استفاده از روش AHP بررسی شده است. در این پژوهش که تسحیری و رهبری آن را انجام داده‌اند، بر اساس محتوای آموزشی رشته مهندسی صنایع، رتبه‌بندی تخصصهای این رشته صورت گرفته است [۱۳].

رتبه‌بندی به روش AHP در دانشگاههای چین در سال ۲۰۰۱ انجام گرفت. از نقاط قوت این رتبه‌بندی استفاده از دو بار نظرخواهی در خصوص شاخصها و وزن آنهاست [۵]. همچنین، گورمن طبق تحقیقاتی در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲، در باره تعیین مؤسسات آموزشی برتر بر اساس رشته اقدام کرده است. دیگر مقاله موجود در این زمینه از راد، نادری و سلطانی در سال ۲۰۱۰ است که در آن کلیه رشته‌های دانشگاهی به وسیله یکی از روشهای داده کاوی دسته‌بندی و سپس، با استفاده از الگوریتم سلسله مراتبی AHP رتبه‌بندی شده‌اند [۷].

دسته دوم تحقیقات شامل تأثیر رشته‌های شاخه مهندسی است. ابتدا باید گفت که روند اصلی آموزش مهندسی به سه صورت [۱۴]: قرن نوزدهم و نیمه اول قرن بیستم به "مهندسی حرفه‌ای"، نیمه دوم قرن بیستم به "مهندسی علمی" و قرن بیست و یکم به "مهندسی کارآفرین و مولد" دسته بندی می‌شود.

در کشور فنلاند از دهه ۱۹۹۰ بر ساماندهی مجدد آموزش مهندسی برای برآوردن الزامات صنعت اروپا در دهه ۲۰۱۰ تأکید شده است [۱۵]. در کشور سوئد این کار را نمایندگان صنعت، جامعه و سازمانهای حرفه‌ای در سطوح مختلف برنامه‌ریزی و مدیریت آموزش مهندسی و نیز از طریق ارائه مستقیم در دروس دانشگاهی انجام دادند [۱۶].

تجربه‌های دانشگاه واشنگتن شرقی و دانشگاه پلی تکنیک هلستینکی نشان داد که تنها راه تحقق الزامات جدید در یادگیری رشته‌های مهندسی همکاری سیستماتیک و بلند مدت بین صنعت و دانشگاه است [۱۵ و ۱۷].

تحقیق ارزشمند دیگری را درخصوص الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران مطهری نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۰ انجام دادند. در این مطالعه مشکلات موجود بین صنعت و دانشگاه، ویژگیها و شایستگیهای دانش‌آموختگان مهندسی و بهبود روابط صنعت و دانشگاه بررسی شده است [۱۸].

ضمن ارج نهادن به پژوهشهای ارزشمند قبلی، در این پژوهش تمرکز بیشتر بر رشته‌های گروه فنی و مهندسی بوده و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر در شرایط فعلی سنجیده شده است؛ به عبارتی، با در نظر داشتن نیاز جامعه و کمبود نیروی متخصص در هر یک از رشته‌های مهندسی و اهمیت آن در شرایط فعلی ایران، اولویتهای این رشته در پذیرش دانشجو و هدایت آنها به سمت نیاز جامعه اعلام شده است. دلیل این تأکید جلوگیری از هدر رفتن وقت و هزینه برای تحصیل در رشته‌هایی است که

جامعه نیاز مبرمی به آن ندارد یا به عبارتی، در شرایط فعلی اشباع شده است و هدایت نیروی انسانی به سمت رشته‌های مورد نیاز است که با بیان این ایده آمار بیکاری در قشر تحصیل کرده نیز کاهش یابد. ضمن اینکه مناسب‌ترین حالت برای رتبه‌بندی در نظام آموزش عالی، رتبه‌بندی گروه‌های آموزشی است [۱۱]. نتایج مطالعات در این زمینه حاکی از این امر است که اگر رتبه‌بندی بر اساس گروه‌های (رشته‌های) آموزشی دانشگاهها صورت پذیرد، می‌توان از نتایج آن حداکثر استفاده را برد [۵].

۳. روش پژوهش

این تحقیق یک نمونه پیاده‌سازی شده در شاخه فنی و مهندسی و روش پژوهش به صورت تشریحی - میدانی بوده است. نمونه مطالعاتی این تحقیق شامل هشت گروه اصلی است که بر مبنای تحقیقات پیشین در این زمینه تعیین شده است و از طریق بررسی گزارشهای چاپ شده از سوی دولت استخراج و اعتبار این معیارها به وسیله یک سری از گزارشهای ساختاریافته تأیید شده است. این گروهها همان گروه‌بندی رشته‌های دانشگاهی است که گرایشهای مختلف زیر مجموعه آن است. برای مثال، داروسازی زیر مجموعه گروه پزشکی یا مهندسی مکانیک زیر مجموعه گروه صنعتی است و این هشت گروه شامل گروه مالی و اقتصادی، اجتماعی و مذهبی، صنعتی، سیاسی، خدماتی، کشاورزی، محیط و منابع طبیعی و بهداشت/درمان است. این گروهها طی پرسشنامه‌ای که در اختیار پاسخگویان قرار داده شده، وزن دهی و وزن نهایی آنها محاسبه شده است. با استفاده از این اوزان جایگاه هر گروه مشخص می‌شود و رتبه‌ای به هر یک اختصاص می‌یابد. پانزده شاخه فنی و مهندسی رایج در ایران نیز به وسیله پرسشنامه دیگری با هم مقایسه و هر کدام از آنها نیز با گروههای اصلی مقایسه شده است تا جایگاه واقعی هر رشته فنی و مهندسی و تأثیر آن بر گروهها مشخص شود و به عبارتی، تعیین شود که جایگاه آنها نسبت به هم کدام است. برای مثال، تأثیر رشته مهندسی برق بر گروه پزشکی چقدر است، همین طور بر گروه صنعتی و غیره و بعد از آن، مقایسه دو به دو رشته‌ها با یکدیگر انجام شد، برای مثال، در شرایط کنونی به تربیت متخصص در رشته مهندسی کامپیوتر نیاز داریم یا رشته مهندسی کشاورزی. رشته‌های فنی و مهندسی رایجی که در این مقاله بررسی شده‌اند، در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: رشته های فنی و مهندسی مورد نظر

ردیف	رشته
۱	مهندسی برق
۲	مهندسی صنایع
۳	مهندسی شیمی
۴	مهندسی کامپیوتر
۵	مهندسی فناوری اطلاعات
۶	مهندسی مکانیک
۷	مهندسی مواد
۸	مهندسی پزشکی
۹	مهندسی رباتیک
۱۰	مهندسی معدن
۱۱	مهندسی عمران
۱۲	مهندسی نفت
۱۳	مهندسی معماری
۱۴	مهندسی هوا و فضا
۱۵	مهندسی کشاورزی

سرانجام، بعد از سازگاری عوامل عمومی با اهداف مورد نظر، یک سلسله مراتب مبتنی بر هشت معیار و پانزده رشته آماده‌سازی شده است. این تحقیق کمی در تحلیل سلسله مراتبی، روش پردازش مقاله است که تحلیل داده‌ها در آن انجام شده و نرم افزار مورد استفاده Expert Choice بوده است [۱۹].

پرسشنامه و مصاحبه دو روش جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش بوده‌اند. برای جمع‌آوری داده‌ها و مقایسه آنها به نظرخواهی از افراد آگاهی چون مدیران سازمانهای بزرگ، اعضای هیئت علمی دانشگاهها و مدیران گروه، مهندسان با مدرک حداقل کارشناسی ارشد و ۱۰ سال سابقه کاری در

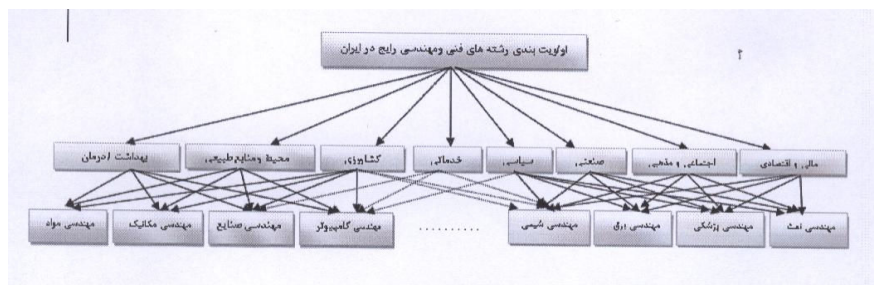
۲۸ بررسی اولویت‌های رشته‌های مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP

زمینه تخصصشان نیاز بود. ضمن اینکه افراد انتخاب شده در زمینه موضوع تحقیق صاحب‌نظر بوده و به شرایط کنونی و نیاز جامعه اشراف داشته‌اند.

۱.۳. تحلیل داده‌ها

همان‌طور که گفته شد، از یک مدل سلسله مراتبی، که در شکل ۱ نشان داده شده است، استفاده شد. وزن معیارها و رشته‌ها بعد از جمع‌آوری داده‌ها و انتقال آنها به نرم افزار Expert Choice محاسبه و بیان شده است. یکی از نقاط قوت روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار EC استفاده از مقایسه دو به دو عناصر برای به دست آوردن نرخ دقیق میزان برتری عناصر نسبت به هم به جای استفاده از روشهای سنتی تخصیص وزن است [۲۰].

پس از آنکه مدل ساخته شد، گام بعدی ارزیابی عناصر موجود با استفاده از مقایسه دو به دو عناصر است. مقایسه دو به دو عناصر فرایند مقایسه، اهمیت نسبی یا احتمال نسبی دو عنصر نسبت به یک عنصر دیگر در سطح بالاتر است. سه حالت ارزیابی برای مقایسه دو به دو وجود دارد که عبارت است از: قضاوت شفاهی^۱، قضاوت گرافیکی^۲ و قضاوت عددی^۳.



شکل ۱: فرایند سلسله مراتبی AHP

در این پژوهش روش قضاوت عددی برای مقایسه عناصر با استفاده از ۹ مقیاس امتیازدهی استفاده شده است که میزان برتری هر عنصر را بر عنصر دیگر تعیین می‌کند، با توجه به آنکه درخت تصمیم‌گیری ما دارای ۸ معیار است که باید با یکدیگر دو به دو مقایسه شوند. تعداد مقایسه‌ها طبق فرمول زیر برابر ۲۴ خواهد بود که Π برابر با تعداد مقایسه‌ها و Γ برابر با تعداد گره‌ها (همان عناصر مقایسه) است.

1. Verbal Judgment
2. Graphical Judgment
3. Numerical Judgment

$$n = \frac{r(r-1)}{2} \quad \text{فرمول ۱}$$

در سطح دوم تعداد گزینه‌های ما برابر با ۱۵ عدد است که طبق فرمول یادشده تعداد مقایسه‌ها بیش از ۱۰۰ مقایسه خواهد شد و بنابراین، تعداد مقایسه‌های گزینه‌ها بر اساس معیارها بسیار زیاد و وقت‌گیر خواهد بود، زیرا باید تعداد زیادی مقایسه دو به دو را برای گزینه‌ها نسبت به هر معیار انجام داد. پس به جای اعمال مقایسه دو به دو برای گزینه‌ها از شبکه داده‌ها استفاده شد. شبکه داده‌ها توانایی سلسله مراتب و مقایسه دو به دو و قابلیت ارزیابی صدها یا هزاران معیار را با هم ادغام کرده است در واقع، در شبکه داده‌ها گزینه‌ها را نسبت به هر معیار اولویت‌بندی می‌کنیم و به هر گزینه اولیتهای را نسبت می‌دهیم [منظور همان مقایسه رشته و تأثیر آن بر گروه‌های مختلف است].

فرمولی که در شبکه داده‌ها استفاده می‌شود، منحنی سودمندی فزاینده^۱ است. برای این منحنی مقدار ماکزیمم را برابر با ۹ و مقدار مینیمم را برابر ۱ می‌دهیم؛ در واقع، این منحنی گویای این مطلب است که اعداد بزرگ‌تر دارای اولویت بیشتری است. نوع منحنی را نیز از نوع خطی مشخص کرده‌ایم. در نهایت، اولویتها برای هر یک از گروهها تحلیل شدند و همچنین، مشخص شده است که هر گروه به عنوان یک معیار چه تأثیری بر رشته‌های مهندسی دارد. نتیجه دیگر هم شامل رتبه‌بندی رشته‌های فنی و مهندسی در کشور ایران با توجه به شرایط کنونی است.

مزیت دیگر این روش پردازش تحلیلی سلسله مراتبی کنترل سازگاری «تصمیم» است؛ به بیان دیگر، همیشه ممکن است تعدادی تصمیم ناسازگار در فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شود و در نهایت، نتیجه با در نظر گرفتن این موضوع تخمین زده شود [۲۱]. برای مثال، اگر A دو برابر B و B سه برابر C باشد، آن‌گاه A شش برابر C باشد، می‌گوییم این یک تخمین سازگار است. اما در عمل تخمینهای انسانها همیشه سازگار نیست. بنابراین، نرخ ناسازگاری برای هر ماتریس محاسبه شده است که بعد از قرار دادن داده‌ها در نرم افزار EC ماتریسهای با نرخ ناسازگاری بالاتر از ۰/۱ را باید برای به‌دست آوردن سازگاری تحت نظر قرار داد.

۴. نتایج رتبه بندی و آنالیز حساسیت

اولین مرحله استفاده از AHP ساختن ساختار سلسله مراتبی مسئله است که در شکل ۱ آمده است. این ساختار سه سطح دارد که در سطح اول مسئله اصلی یا هدف قرار دارد و در سطح دوم معیارها

قرار دارند که در اینجا هشت معیار وجود دارد و در سطح آخر گزینه‌های مورد نظر قرار می‌گیرد که در اینجا ۱۵ رشته فنی و مهندسی است. نتایج نهایی برای اوزان هشت معیار سطح دوم در جدول ۲ آمده است. مقادیر به دست آمده اهمیت هر گروه را نمایان می‌کند که در این جدول به صورت نزولی مرتب شده است و در رأس آن گروه مالی و اقتصادی قرار دارد و به ترتیب گروه صنعتی، بهداشت و درمان و خدمات اولویتهای بعدی هستند. این نتایج نشان می‌دهد که گروه مالی و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نیاز به آن در شرایط کنونی بیشتر احساس می‌شود و با کمی تنزل گروه صنعتی قرار دارد که همان گروه فنی و مهندسی مورد نظر پژوهش است که نیاز به این گروه در رتبه دوم قرار گرفته است و این نشان می‌دهد که در این دو گروه نیاز بیشتری به تربیت افراد متخصص است تا جامعه به سمت جامعه اقتصادی و صنعتی هدایت شود. نگاهی به کشورهای توسعه یافته و پیشرفته این نتیجه را تأیید خواهد کرد. جوامعی که اقتصادی قوی و افراد مستعد و متخصص در این زمینه دارند مشکلات بسیار کمتری در زمینه بیکاری، فقر و... دارند و کشورهای صنعتی مانند آلمان که دارای صنایع مادر مانند خودروسازی هستند، جزو کشورهای مقتدر و ثروتمند به حساب می‌آیند. رتبه سوم به گروه پزشکی تعلق دارد که اختلاف بیشتری با گروه صنعتی دارد. در سالهای اخیر کشور ایران در زمینه پزشکی پیشرفتهای زیادی داشته است و با توجه به قدمت پزشکی ایران این رتبه جایگاه معقولی برای این گروه نیست، چرا که همچنان در زمینه‌های داروسازی و فناوریهای نوین کمبودهایی وجود دارد. گروه خدماتی رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است که در زمینه خدماتی نیز نیازمند تربیت افراد متخصص هستیم. البته، تربیت دانش‌آموزان در شاخه فنی و حرفه‌ای و کار و دانش از سنین پایین از سیاستهای موفق در زمینه تربیت افراد متخصص در زمینه خدمات است که برای به بار نشستن آن نیاز به زمان است. در کنار آن تجهیز مدارس به ابزارهای کاربردی و عملی برای نیل به این خواسته به شدت مورد تأکید است. رتبه پنجم و ششم و هفتم متعلق به گروه کشاورزی، اجتماعی و مذهبی و سیاسی است که فاصله کمی با هم دارند. از آنجا که ایران عزیزمان کشوری با فرهنگ اسلامی و سابقه‌ای تاریخی در گرایشهای اسلامی و اعتقادی است و ناب‌ترین و کامل‌ترین دین؛ یعنی اسلام در آن حاکم است، در این زمینه فعالیتهای مؤثری انجام شده است. این موضوع در خصوص گروه سیاسی نیز صدق می‌کند، اما در گروه کشاورزی نیاز بیشتری به تربیت افراد متخصص احساس می‌شود، چرا که با توجه به شرایط اقلیمی و تنوع آب و هوایی کشور ایران، این گروه باید مؤثرتر عمل کند. اما چرا به این گروه در رتبه پنجم قرار دارد. دلیل این امر کمبود و احساس نیاز شدیدتر در چهار گروه اول است. در نهایت نیز گروه محیط و منابع طبیعی قرار دارد. البته، اهمیت این گروه و تأثیر آن بر گروههای دیگر به نظر ناشناخته مانده است و احساس می‌شود نیاز به معرفی و تأثیر این گروه بر تمام گروهها وجود دارد، چرا که منابع یک کشور از جمله گنجینه‌های

نهفته در آن آب و خاک است که باعث رونق صنعت و استفاده در پزشکی و بالابردن سطح اقتصادی و بهره‌مندی بیشتر در گروه کشاورزی و غیره می‌شود. بعد از به‌دست آوردن اوزان سطح دوم رتبه‌بندی رشته‌های فنی و مهندسی و محاسبه نرخ ناسازگاری آن در سطح سوم صورت گرفت که نتایج به دست آمده از آن در شکل ۲ نشان داده شده است.

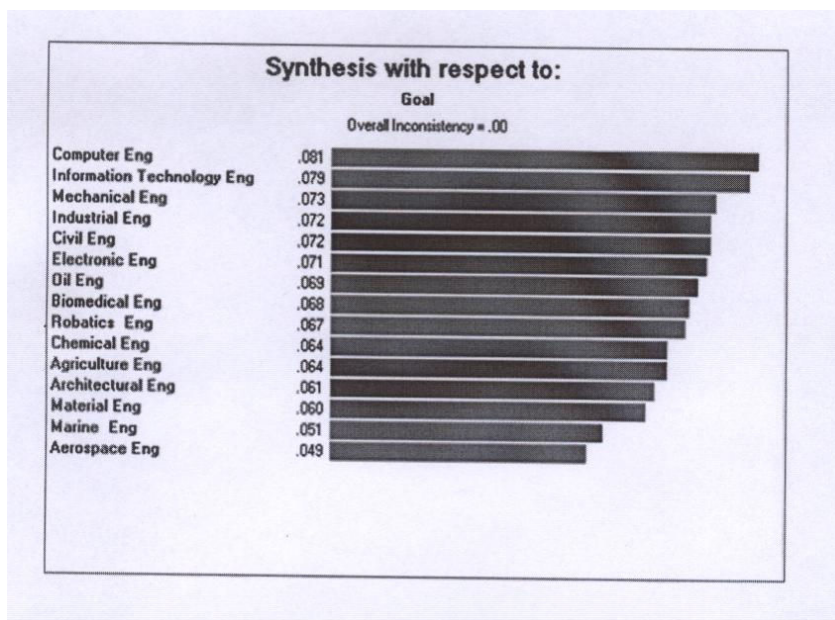
جدول ۲: اوزان هشت معیار سطح دوم

وزن	معیار
۰/۲۵۹	مالی و اقتصادی
۰/۲۰۷	صنعتی
۰/۱۴۴	یهداشت و درمان
۰/۱۳۴	خدماتی
۰/۰۷۴	کشاورزی
۰/۰۶۷	اجتماعی و مذهبی
۰/۰۶۱	سیاسی
۰/۰۵۴	محیط و منابع طبیعی

این رتبه‌بندی نشان می‌دهد که رشته مهندسی کامپیوتر اولین اولویت را به خود اختصاص داده و بعد از آن مهندسی فناوری اطلاعات قرار گرفته است. کمک به ترویج و گسترش این رشته‌ها گامی به سوی دستیابی به جامعه مدرن و پیشرفته است و دولت الکترونیک و جامعه الکترونیک از اهداف این گسترش است. مهندسی مکانیک و مهندسی صنایع اولویت‌های بعدی هستند و به همین ترتیب، تمام رشته‌های فنی و مهندسی رایج در ایران رتبه‌بندی شده است. این رتبه بندی اولویت نیازهای جامعه به این گرایش را نشان می‌دهد و دولت می‌تواند با استفاده از اولویتها نیاز جامعه به این تخصصها را شناسایی و برای جذب نیروی انسانی در این زمینه‌ها برنامه‌ریزی کند. این امر باعث کاهش بیکاری در قشر تحصیل کرده و جلوگیری از هدر شدن هزینه‌های تحصیل در رشته‌ای که نیازمندی به آن کم است نیز می‌شود. نرخ ناسازگاری در این پژوهش کمتر از ۱/۱ است و همان طور

۳۲ بررسی اولویت‌های رشته‌های مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP

که در شکل ۲ آمده است، تا دو رقم اعشار صفر را نشان می‌دهد که مقدار دقیق آن ۰.۰۰۹۷ است و این نشان دهنده سازگاری پاسخهای پاسخ دهندگان و دقت نظر در این موضوع است.



شکل ۲: رتبه بندی رشته های فنی و مهندسی

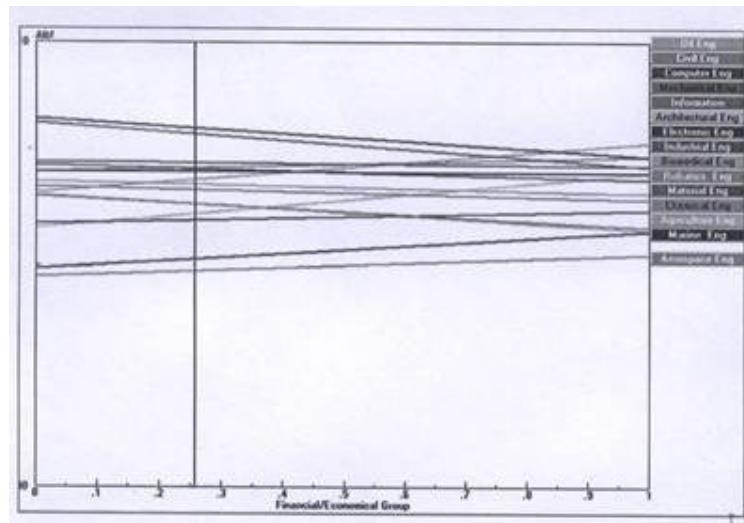
در ادامه نتایج تحلیل حساسیت را بررسی می‌کنیم که نتایج این بررسی اهمیت فراوانی دارد. تحلیل حساسیت به ما امکان بررسی نتایج تصمیم‌گیری را می‌دهد؛ به عبارتی، نشان می‌دهد که چطور حساسیت گزینه‌ها (رشته‌ها) با اهمیت معیارها (گروهها) تغییر می‌کند.

پنج نوع تحلیل حساسیت وجود دارد که عبارت‌اند از: دینامیکی^۱، کارایی^۲، گرادینتی^۳، سر به سر^۴ و دو بعدی. در این پژوهش تحلیل حساسیت گرادینتی انتخاب شده است که نتایج آن در شکل‌های ۳ تا ۱۰ نشان داده شده است. این نمودارها تأثیر هر یک از گروهها را بر رشته‌ها نشان می‌دهد. بدین ترتیب، هر زمان بخواهیم اهمیت گروهها را با توجه نیاز به آن گروه بالا یا پایین ببریم، مقدار

1. Dynamic
2. Performance
3. Gradient
4. Head To Head

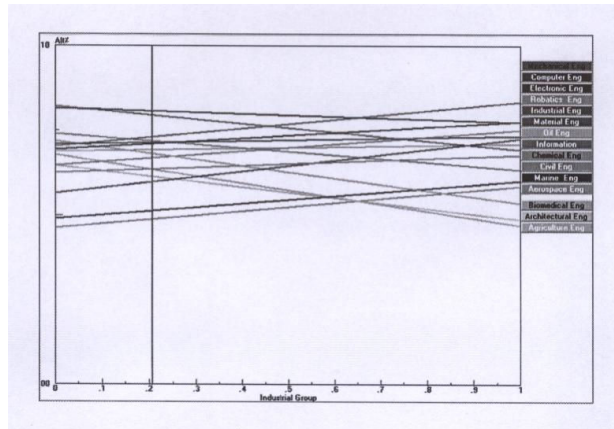
بهروز مینایی بیدگلی، سمیه فرهنگ ادیب و فاطمه محمدی ۳۳

تأثیر آنها رشته‌ها تغییر خواهد کرد و رتبه‌بندی رشته‌ها عوض خواهد شد. اهمیت گروه‌ها با خط عمودی قرمز رنگ نشان داده شده است که برای گروه مالی و اقتصادی ۰.۲۵۹/۱۰ است. برای مثال، اگر گروه مالی و اقتصادی مورد نیاز جامعه باشد و تأثیر آن را افزایش دهیم، مهندسی نفت اولین اولویت را پیدا می‌کند و مهندسی عمران و کامپیوتر در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند و اگر ارزش گروه صنعتی را بالا ببریم، مهندسی مکانیک اولویت اول و کامپیوتر و برق اولویت‌های بعدی را به‌دست می‌آورند. بدین ترتیب، با افزایش یا کاهش اهمیت هر گروه اولویت رشته‌ها تغییر خواهد کرد و بر مبنای نیاز به آن گروه چیده خواهد شد.

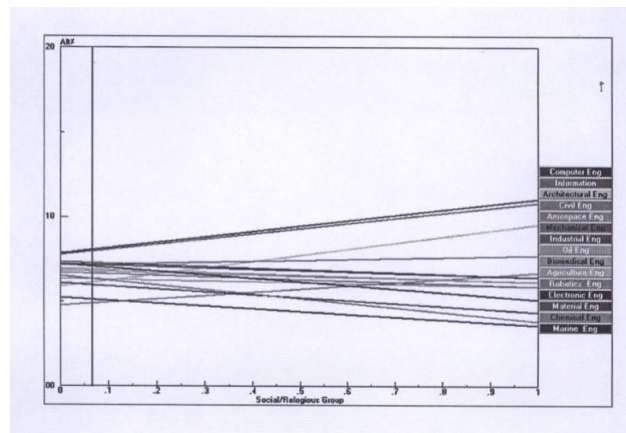


شکل ۳: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه مالی و اقتصادی

۳۴ بررسی اولویتهای رشته‌های مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP

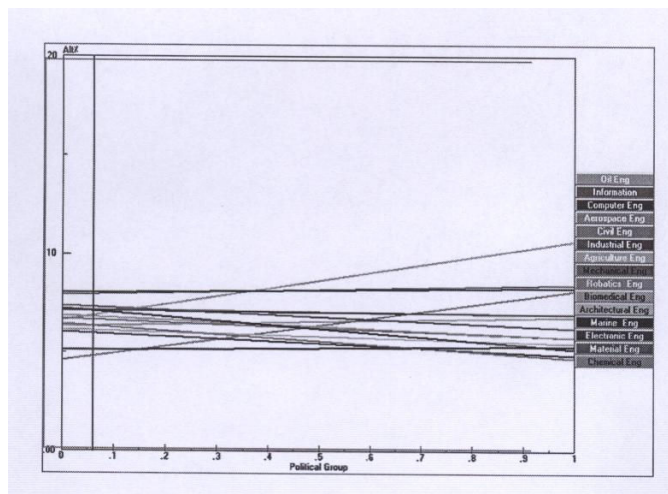


شکل ۴: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه صنعتی

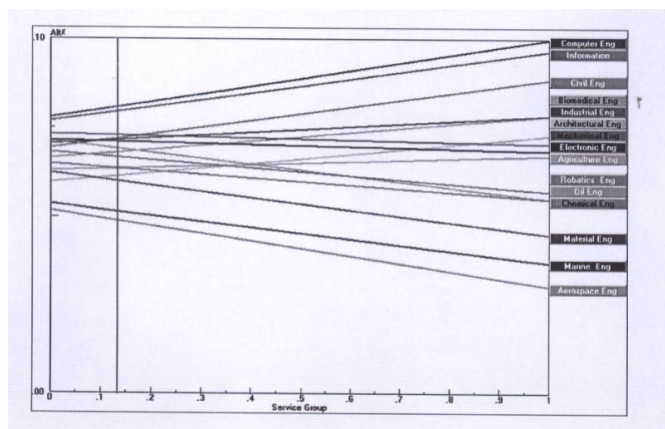


شکل ۵: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه اجتماعی و مذهبی

بهروز مینایی بیدگلی، سمیه فرهنگ ادیب و فاطمه محمدی ۳۵

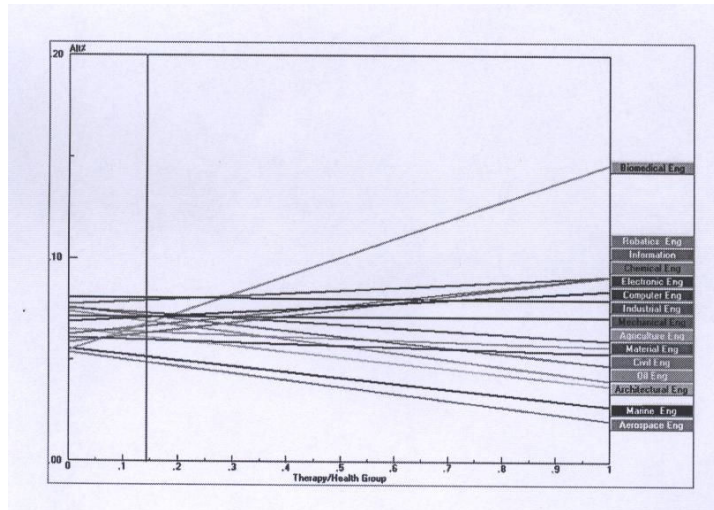


شکل ۶: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه سیاسی

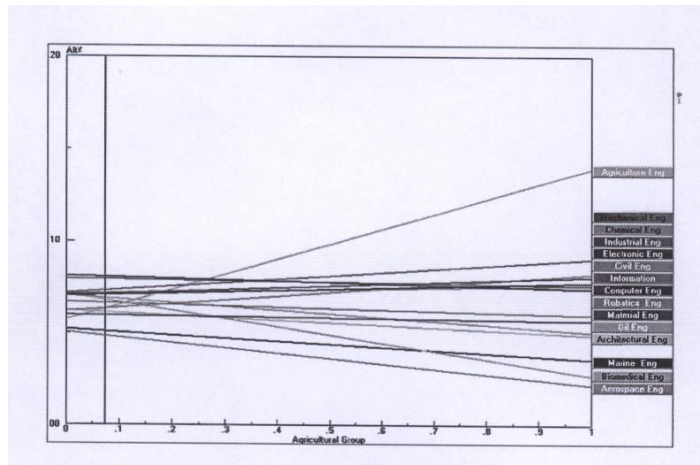


شکل ۷: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه خدمات

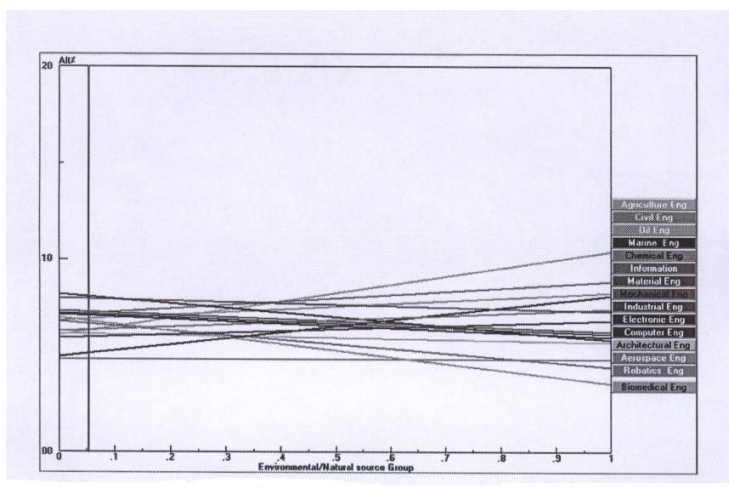
۳۶ بررسی اولویتهای رشتههای مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP



شکل ۸: اولویت رشتهها با توجه به گروه بهداشت و درمان



شکل ۹: اولویت رشتهها با توجه به گروه کشاورزی



شکل ۱۰: اولویت رشته‌ها با توجه به گروه محیط و منابع طبیعی

۵. نتایج و پیشنهادها

نتایج به دست آمده از این پژوهش به دولت کمک می‌کند تا در گروه فنی و مهندسی اولویتهای هر رشته را شناسایی کند و در هر زمان، هر گروهی که دارای اهمیت بیشتری است یا به عبارتی، نیاز به آن گروه در جامعه بیشتر احساس می‌شود، با به‌کارگیری این روش ترتیب و اولویت هر رشته مشخص می‌شود. بدین ترتیب، دولت هم می‌تواند نیاز جامعه را برطرف سازد و هم در بخش مورد نیاز سرمایه‌گذاری کند و نیز از منابع خود به درستی استفاده و از هدر رفتن هزینه‌ها جلوگیری کند و افرادی را که به عنوان نیروی انسانی متخصص تربیت می‌کند، صاحب شغل مورد نیاز جامعه شوند و نرخ بیکاری در افراد متخصص را کاهش دهد. پیشنهاد می‌شود در ادامه این پژوهش در باره گروههای دیگر یا رشته‌ها و گرایشهای جدید و مورد نیازی که در فهرست رشته‌های دانشگاهی وجود ندارد، پژوهش صورت گیرد و وضعیت و جایگاه و اهمیت آنها مشخص شود. همچنین، می‌توان در باره عوامل مؤثر در جذب دانشجو در رشته‌های مورد نیاز با توجه به ویژگیهای هر منطقه مطالعه کرد که موضوع بسیار جالبی است و از مهاجرت به شهرهای بزرگ نیز جلوگیری می‌شود و باعث رونق هر ناحیه با توجه به ویژگیهای آن ناحیه می‌شود. برای مثال، در مناطق کویری مشاغلی مورد نیاز است که در مناطق کوهستانی مورد نیاز نیست یا در شهرهایی که در مجاورت دریا و آبهای آزاد قرار دارند، مشاغل متنوعی به وجود می‌آید که با هدایت نیروهای جوان آن منطقه به رشته‌های مرتبط با شرایط

۳۸ بررسی اولویت‌های رشته‌های مهندسی در ایران جهت رفع نیازهای فنی جامعه با استفاده از تکنیک AHP

اقلیمی شان بسیاری از مشکلات آنها حل خواهد شد. با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان با تفکیک شرایط اقلیمی ایران به چند دسته شرایط هر منطقه را سنجید و رشته‌های مورد نیاز در آن منطقه را ایجاد و نیروهای انسانی آن بخش را تشویق به تحصیل در آن رشته‌ها کرد. برای پیاده‌سازی نیز می‌توان از الگوریتم سلسله مراتبی فازی استفاده کرد که نتایج دقیق‌تری حاصل می‌شود.

مراجع

1. Viale, R. and Etzkowitz, H. (2010), *The capitalization of knowledge: a triple helix of university-industry-government*, UK: Edward Elgar, Cheltenham.
2. باقری نژاد، جعفر (۱۳۸۷)، "سیاست علم و فناوری سیستم ارتباط دانشگاه و صنعت برای توسعه فناوری در ایران، سازوکارها و پیشنهادها"، *فصلنامه علمی-پژوهشی سیاست علم و فناوری*، سال اول، شماره ۱.
3. Salter, A. and Bruneel, J. (2009), "Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration", Paper to be presented at the summer conference on CBS - Copenhagen Business School.
4. Brown, G. (2006), *Meeting the productivity challenge. A strong and strengthening economy: investing in Britain's future*, HC968, UK Treasury, London, Available at: www.official-documents.co.uk.
5. مدهوشی، م. و نیازی، ع. (۱۳۸۹)، "بررسی و تبیین جایگاه آموزش عالی ایران در جهان"، *فصلنامه انجمن آموزش عالی ایران*، شماره ۴، سال دوم، صص. ۱۴۹-۱۱۴.
6. Moubayed, N., Bernard, M. and Jammal, A. (2009), "A survey of engineering education in developing countries: The Lebanese case", *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, Vol. 6, pp. 430-441.
7. Rad, A., Naderi, B. and Soltani, M. (2010), "Clustering and ranking university majors using data mining and AHP algorithms: A case study in Iran", *Expert Systems With Applications*, Vol. 38, pp.755-763.
8. Cao, Y., Zhao, L. and Chen, R. (2009), "Institutional structure and incentives of technology transfer: some new evidence from Chinese universities", *Journal of Technology Management*, Vol. 4. No. 1, pp. 67-84, available at: www.emeraldinsight.com/1746-8779.htm.
9. Saaty, T. L. (1980), *The analytic hierarchy process*. Mc-Graw Hill.
10. Saaty, T. L. (1989), *group decision making and the AHP*, New York, Springer.
۱۱. محمدی، ر. و یادگارزاده، غ. (۱۳۸۱)، "رتبه‌بندی دانشگاهی: ضرورتها، پژوهشها و تجربیات"، مجموعه مقالات چهل و هفتمین نشست رؤسای دانشگاهها، سازمان سنجش آموزش کشور، تهران، ایران.
۱۲. پرنده، کوروش (۱۳۸۱)، "ارزیابی درونی: رویکرد چالش‌برانگیز در نظام آموزش عالی ایران"، مجموعه مقالات چهل و هفتمین نشست رؤسای دانشگاهها، سازمان سنجش آموزش کشور، تهران، ایران.
۱۳. تسخیری، الف. و رهبری، ع. (۱۳۸۸)، "طبقه‌بندی و رتبه‌بندی توانمندیهای تخصصی دانش‌آموختگان مهندسی صنایع با استفاده از تکنیک AHP"، *نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*، شماره ۳، جلد ۲۰، صص. ۵۴-۳۹.

14. Apelian, D. (2007), "The engineering profession in the 21st Century: Educational needs and societal challenges facing the profession", *International Journal of Metal Casting*, pp. 21-30.
15. Lehto, S. (2006), "Transforming engineering education for meeting the requirements of the global industry: pioneering the use of the systems approach in europe", *American Society for Engineering Education*, Available at: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=1037> (accessed 6.26.2010).
16. Nilson, L. (1985), "The university- industry interface in Swedish engineering education", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 10, No. 2, PP. 155-158.
17. Loendorf, W. and Richter, D. (2006), "Utilizing collaboration for a real world engineering education, American Society for Engineering Education", available at: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=2621> (accessed 6.26.2010).
۱۸. مطهری نژاد، حسین، یعقوبی، محمود و دوامی، پرویز (۱۳۹۰)، "الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۲، صص. ۳۹-۳۳.
۱۹. نیکمردان، ع. (۱۳۸۶)، معرفی نرم افزار *Expert choice11*، تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.
20. Steuer, R. E. (2003), "Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study", *European Journal of Operational Research*, Vol.150,496-515.
21. Moshref Javadi, M. H. and Azmoon, Z. (2010), "Ranking branches of system group company in terms of acceptance preparation of electronic customer relationship management using AHP method", *Procedia Computer Science*, 3, pp. 1243-1248.