

ملاحظات اخلاقی در حوزه مهندسی؛ یک رویکرد تصمیم‌گیری

منصوره عبدی*

دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

رابطه اخلاقی مهندسان با جامعه به واسطه محصولات و خدماتی که به جوامع انسانی ارائه می‌دهند، دارای اهمیت بسیاری است. امروزه درک ارتباط بین فناوری و جامعه در مسائل مهندسی برای بررسی هنجارها، موفقیت و اثرات فناوری‌ها به کار می‌رود و بسیاری از تحلیل‌هایی که در حوزه علم و فناوری انجام می‌شوند، دلالت‌های اخلاقی دارند که در فرایند تصمیم‌گیری مؤثر هستند. این امر لزوم توجه به ملاحظات اخلاقی در تصمیمات مهندسی را پررنگ می‌سازد.

در این مطالعه، ابتدا سابقه فعالیت‌های علمی در زمینه اخلاق در مهندسی ارائه شده است. همچنین برای درک بهتر جایگاه اخلاق در مهندسی، فرایند کلاسیک مهندسی بدون در نظر گرفتن اخلاقیات مورد بررسی قرار گرفته و حوزه‌های کاربرد اخلاق در مهندسی و الگوهای مسئولیت مهندسی به‌عنوان مقدمه‌ای بر جایگاه اخلاق در تصمیمات مهندسی ذکر شده است. سپس روش‌های ادغام ملاحظات اخلاقی در تصمیمات مهندسی مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، رویکردهای نوینی برای توجه بیشتر به ملاحظات اخلاقی در مهندسی ذکر شده است.

آینده بشر به تصمیماتی وابسته است که ملاحظات اخلاقی در آن لحاظ شده باشند و مهندسی حوزه‌ای است که برای توسعه و تشویق تحقیقات مرتبط با اخلاق، بسیار باز و مستعد است. صرف‌نظر از ابعاد فنی، اقتصادی و غیره، باید ملاحظات اخلاقی مربوط به کلیه افراد تأثیرپذیر از این تصمیمات را نیز در نظر گرفت. در این راستا بررسی پیامدهای تصمیمات گرفته‌شده و توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری را می‌توان از جمله رویکردهای نوین برای بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری برشمرد.

واژگان کلیدی: ملاحظات اخلاقی، تصمیم‌گیری و مهندسی.

۱- مقدمه

تا پیش از نیمه اول قرن گذشته (بروز جنگ جهانی دوم) محققان در حوزه مطالعات علم و فناوری توجه چندانی به تدوین قواعد اخلاقی الزام‌آور در حوزه مهندسی نداشتند، اما پس از بروز فجایع ناشی از به‌کارگیری محصولات و فناوری‌های نوین، پرسش مطرح شده توسط منتقدان اجتماعی، رسانه‌های عمومی و انجمن‌های حرفه‌ای مهندسی آن بود که نقش مهندسان در این فجایع چیست؟ این پرسش، توجه به مسئولیت حرفه‌ای و اخلاقی مهندسان را در پی داشت؛ چرا که تمرکز گذشته به مهندسی تنها بر جنبه‌های فنی کار بوده است، اما توجه امروز به مهندسی فراتر از آمار، اندازه‌گیری و محاسبات است و یک مهندس باید درک کافی از جهان اجتماعی که مصنوعات متناسب با آن هستند را داشته باشد و دانش فنی را با دیگر اشکال آن تجمیع کند و در قبال مشخصه دنیایی که می‌سازد، مسئول باشد. با بهره‌گیری از مفاهیم و تئوری‌های اخلاقی و تحقیقات اخلاقی می‌توان جنبه‌هایی از مسائل مهندسی را روشن ساخت که در تشخیص اقدامات بالقوه، ارزیابی پیامدهای محتمل این اقدامات و اصلاح آن‌ها سودمند هستند [۱].

امروزه درک ارتباط بین فناوری و جامعه در مسائل مهندسی برای بررسی هنجارها، موفقیت و اثرات فناوری‌ها به کار می‌رود. از این‌رو، نظریه مطرح‌شده توسط بعضی از محققان مطالعات علم و فناوری دربرگیرنده جبر فناوری و تأثیرگذاری یک‌طرفه آن بر ویژگی‌های جامعه است.

بر مبنای تحقیق انجام شده توسط جاسانوف^۱ در سال ۲۰۰۴، فناوری و جامعه در شکل‌دهی بر یکدیگر اثرگذار هستند [۲]، لذا با رد جبرگرایی فناوری، فعالیت مهندسان جدا از علایق، اثرات و ارزش‌ها

نیست و کارکرد آن‌ها در قبال تعهدشان در جامعه جدا از حوزه اخلاقیات نیست و این دو درهم تنیده‌اند و نمی‌توان مسئولیت مهندسان در طراحی محصولات را نادید گرفت. چرا که اخلاقیات در درک شرایط محیط مهندسی سودمند است و به مهندسان در تصمیم‌سازی در رویارویی با موقعیت‌های مختلف کمک می‌کند. بنابراین در این مقاله، تمرکز بر حوزه جوان اخلاقیات در مهندسی و رابطه آن با اتخاذ تصمیمات این حوزه است.

۲- سابقه به‌کارگیری اخلاق در تصمیم‌گیری

در تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد اخلاق در تصمیم‌گیری، مشاهده شده که این مبحث به‌طور عمده تحت عنوان اخلاق در OR^۱ مورد مطالعه قرار گرفته است، چراکه OR در رابطه با تصمیم‌سازی در خصوص بهترین طراحی و کارکرد سیستم‌های انسان - ماشین در شرایط تخصیص منابع محدود تعریف شده است و به‌سختی می‌توان حوزه آن را از ملاحظات اخلاقی جدا دانست^۲ [۳]. تیز^۳ نیز بر ضرورت همکاری برای دستیابی به مدیریت اخلاق در آینده با بهره‌گیری از OR در جامعه مدرن تاکید دارد [۴].

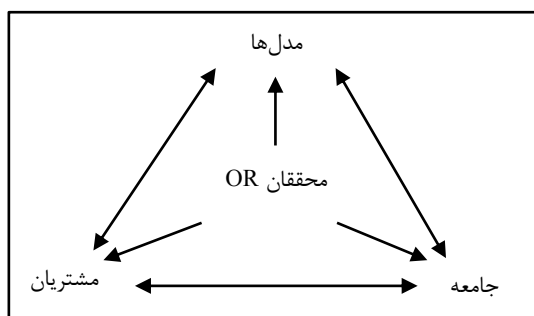
برای نخستین بار ORSA^۲، در سال ۱۹۷۱ سری «راهنمای کارکرد پژوهش عملیات» و در سال ۱۹۹۳ «کد استانداردهای حرفه‌ای» و «راهنمای استانداردهای حرفه‌ای در پژوهش عملیات و علم مدیریت» را منتشر کرد. در سال ۱۹۹۴ نیز کتابی در مورد اخلاق در مهندسی توسط والیس^۴ نوشته شد. توجه به اخلاقیات در OR، در دهه گذشته در اروپا از استقبال بسیار خوبی برخوردار بود، در کنفرانس EURO در سال ۲۰۰۰ نیز سخنرانی‌هایی با موضوع اخلاق ارائه شد و انجمن‌های اروپایی OR در سال ۲۰۰۳، کارگاه‌هایی

۲. مهندسی و علوم کامپیوتر در حوزه پژوهش عملیاتی (OR) قرار می‌گیرند.
(۳)

3. Theys
4. Wallace

1. Jasanoff

از سوی دیگر، برنس و گالو^۳ در تحقیق خود در بررسی اخلاقیات در OR به این نتیجه رسیدند که به طور کلی محققان OR باید اخلاق را در رابطه با سه عنصر مدل‌ها، مشتریان و جامعه مدنظر قرار دهند. چراکه در وهله نخست، رفتار محقق در رابطه با کارکرد وی و نتیجه کار او اهمیت دارد. مدل‌ها، خروجی کار محقق هستند و دقت متدولوژیکی، عینیت، بی‌طرفی، درستی، صداقت و غیره در رابطه با مدل‌ها بسیار مهم هستند. در وهله بعد باید توجه داشت که تعهد محقق تنها در قبال مشتریان نیست، بلکه در قبال همه افرادی است که از کارکرد و تصمیمات مبتنی بر مدل‌های او تأثیر می‌پذیرند (یعنی جامعه) (۳).



شکل ۱: جایگاه محققان OR در رابطه با سه عنصر مدل‌ها، مشتریان و جامعه [۳]

در ادامه به بررسی نقش این عناصر سه‌گانه در توسعه اخلاق در حوزه OR پرداخته شده است.

۱-۲- اخلاق در تصمیم‌گیری: اخلاقیات، مدل‌ها و مشتریان

نخستین تلاش‌های نظام‌مند در تحلیل رابطه مدل‌سازی و اخلاق در کارگاهی در سال ۱۹۸۹ صورت گرفت و مباحث آن توسط والیس در کتابی با نام «اخلاق در مدل‌سازی» در سال ۱۹۹۴ گردآوری شد و روی برخی جنبه‌های راهبردی اخلاقی توافق

در زمینه اخلاق برگزار کردند و موضوع اخلاق، مبحث اصلی مقالات علمی متعددی شد. شاید بتوان علت این امر را جوان بودن مبحث اخلاق و اقبال خوبی که برای توسعه ابزار و تئوری‌ها، در این حوزه برای محققان وجود دارد، دانست [۳]. در حال حاضر نیز کلیه انجمن‌های علمی در رشته‌های مختلف مهندسی اقدام به انتشار استاندارد اخلاقی مهندسان^۱ کرده‌اند [۱].

از نظر برنس^۲، اخلاق در OR ترکیبی از احترام^۳، مدیریت چندمعیاره^۴ و رضایتمندی^۵ است [۵]:

– احترام: حداقل چهار گروه در تصمیم‌گیری درگیر هستند (صنعت، اقتصاد، دولت و مردم). هر گروه باید در تصمیم‌گیری به دیگر گروه‌ها احترام بگذارد و ملاحظات مربوط به دیگر گروه‌ها را در نظر بگیرد.

– مدیریت چندمعیاره: هر گروهی، راه‌حل بهینه خاص خود را دارد که می‌تواند نتایج نامطلوبی بر گروه‌های دیگر داشته باشد؛ برای مثال، حداکثرسازی تولید بر تحلیل منابع طبیعی دلالت دارد. استراتژی‌های مالی بهینه بر کاستن از بودجه امور اجتماعی دلالت دارد و برنامه‌های بهینه زیست‌محیطی می‌تواند تهدیدی برای تحقیق، آزمایش و توسعه فناوری باشد. در نتیجه، برای در نظر گرفتن معیارهای هر چهار گروه نیازمند ابزاری با عنوان مدیریت چندمعیاره هستیم.

– رضایتمندی: اگر هر یک از این چهار گروه از توافق به وجود آمده و تصمیمات گرفته شده، احساس رضایت نداشته باشد، بین گروه‌های فوق درگیری به وجود خواهد آمد و آینده به خطر خواهد افتاد.

3. Brans & Gallo

1. Code of Ethics of Engineers
2. Brans

دهند. مهم‌ترین ملاحظات اخلاقی را می‌توان به‌کارگیری کارکردهای حرفه‌ای مناسب در توسعه کار دانست: منابع داده‌ها باید قابل دسترس باشند، رویه‌های متدولوژیک با جزئیات گزارش شوند و اطلاعات به گونه‌ای ارائه شوند که گروه‌های دیگر هم بتوانند به همان نتایج برسند [۳].

۲-۲- اخلاق در تصمیم‌گیری: اخلاقیات، مشتریان و جامعه

برمبنای نتایج تحقیق کوچک^۲ در حوزه اخلاق، محققان OR نمی‌توانند هنگام تحلیل مسائل تنها به ویژگی‌های موردنظر مشتری بپردازند و باید بستری که مسئله در آن قرار می‌گیرد و اثراتی که بر مردم (جامعه) و محیط‌زیست دارد را نیز درک کرده و در مسئله لحاظ کنند. رُزن هد^۳ نیز یک پرسش اساسی را مطرح می‌کند [۳]:

«محققان OR برای چه کسانی کار می‌کنند؟ برای مدیران سازمان‌هایی که ساختاربندی سلسله مراتبی دارند، البته افراد جامعه نیز مشتری تحقیقات OR هستند.»

این واقعیت، یک رابطه اخلاقی قوی دارد: به‌کارگیری مدل‌ها منبع قدرت است. کاربر با یک مدل مناسب قادر است طراحی اثربخش‌تری انجام دهد و نتایج مطلوب‌تری را تضمین کند، بنابراین این خطر وجود دارد که محقق OR با به‌کارگیری مدلی نامناسب در عدم توازن قدرت در جامعه همکاری کند. یک مثال خوب، تجربه جامعه پژوهش عملیاتی بریتانیا است که بسیاری از محققان OR را به همکاری مشارکتی با انجمن‌ها و اتحادیه‌ها درآورد. همکاری با این گروه‌ها به توسعه روش‌های جدیدی منجر می‌شود که هدف آن‌ها ارائه راه‌حل‌های کارا از مسائل فرموله‌شده نیست، بلکه به ایجاد توافق بین

حاصل شد: صداقت مدل‌سازان، نمایش حقایق درباره مدل‌ها، استفاده از داده‌های درست، معرفی محدودیت‌ها و توانمندی‌های مدل‌ها و غیره.

ایده اصلی این کارگاه توسط لی منسترل و وَن واسنهو^۱ با عنوان «اخلاقیات خارج از مدل‌های OR» ارائه شد:

«مدل‌ها در OR با مدل‌ها در علوم طبیعی فرقی ندارند و نباید دربرگیرنده ارزش‌های ذهنی باشند.»

هدف آن‌ها این بود که تعریف راه‌حل بهینه باید مستقل از ادراک، شهود و احساس انسانی باشد. بدین ترتیب این مدل‌ها راه‌حل‌های بهینه عینی ارائه می‌دهند و ارزش‌های ذهنی در آن‌ها لحاظ نمی‌شوند. بنابراین مدل‌های عینی OR، ملاحظات اخلاقی را در نظر نمی‌گیرند. به این ترتیب تنها تعهد اخلاقی محققان OR آن است که ضمانت کنند هدف فرایند مدل‌سازی آن‌ها با فرضیات روشن، نتایج بازتولیدشونده و بی‌طرفانه عینی شده است. همچنین در رابطه با دلالت‌های مرتبط با مشتریان نیز Masson، روابط بین مدل‌ساز و کاربر را مبتنی بر قراردادهایی می‌داند که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره شده است [۶]:

- ۱- حقیقت را به مشتریان خود عرضه کنند.
 - ۲- ارزش‌های مشتریان را درک کنند و آن‌ها را به روشی کارا در مدل لحاظ کنند.
 - ۳- این اطمینان را در مشتری ایجاد کنند که کارکرد مدل آن‌ها اثر مطلوبی خواهد داشت.
- باید توجه داشت که عینی بودن مدل‌ها تنها در رابطه با علوم طبیعی حاصل می‌شود، اما برای علوم که هدف آن واقعیت طبیعی نیست، بلکه واقعیت دست‌ساز بشر است (در OR)، مشکلاتی ایجاد می‌شود و ممکن است برای یک مسئله، مدل‌های مختلف، پاسخ‌های متفاوت و حتی مغایر با هم ارائه

2. Koch
3. Rosen head

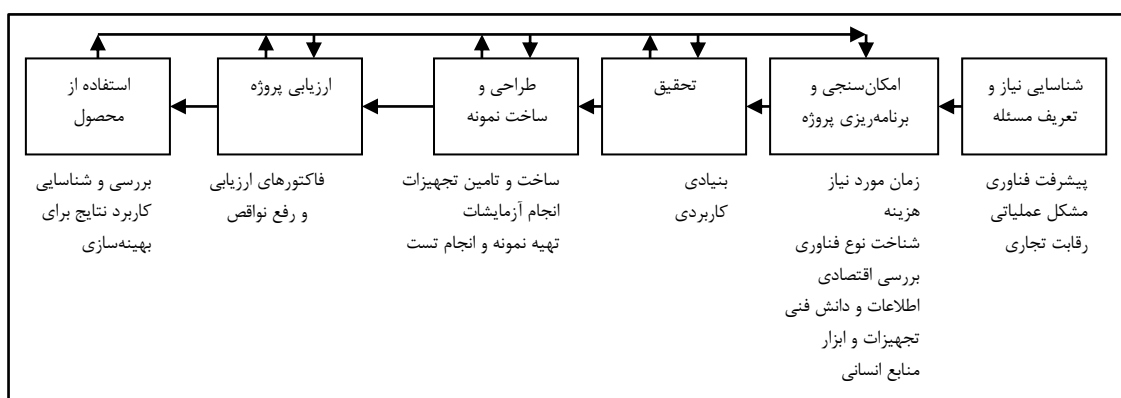
1. Le Menestrel & Van Wassenhove

پاسخ‌گویی به یک مسئله ویژه. برای این منظور باید مراحل مختلفی طی شود. مهندسان هر اندازه اطلاعات بیشتری از نیازها و خواسته‌های بازار داشته باشند، احتمال موفقیت فعالیت مهندسی افزایش می‌یابد. الگوهای مختلفی برای فرایند مهندسی ارائه شده است. الگوی شش مرحله‌ای ارائه شده در این بخش، مجموعه‌ای از چند الگو را در برمی‌گیرد. شکل (۲) مراحل فرایند مهندسی را نشان می‌دهد. در صورتی که نتایج تحقیقات به صنایع منتقل شود و در واقع تحقیقات توسعه‌ای انجام شود، مراحل انتقال فناوری یا دانش فنی به صنعت نیز به این الگو افزوده می‌شود.

ذی‌نفعان درباره ماهیت مسئله با ملاحظات اقتصادی - اجتماعی کمک می‌کند [۳]. باید توجه داشت که در فرایند مدل‌سازی است که ملاحظات اخلاقی جایگاه خود را می‌یابد و نه صرف مدل. به این ترتیب، مدل‌ها در عین حفظ عینیت، ارزش‌های اخلاقی و ذهنی را در فرموله کردن مسائل لحاظ می‌کنند، اما برای ورود به این بحث، باید ابتدا فرایند عمومی مهندسی را مرور کرد.

۳- فرایند مهندسی

برای درک بهتر رابطه اخلاق و مهندسی، در این بخش به بررسی فرایند مهندسی می‌پردازیم. خلق یک محصول یا فناوری جدید، راه‌حلی است برای



شکل ۲: فرایند مهندسی [۷]

پاسخ داد که چه جنبه‌ای از موضوع را مهم‌تر تلقی کنیم؛ برای مثال، حفظ سلامت جامعه مهم‌تر است یا فروش محصول؟ - امور مربوط به معنی الفاظ (تعاریف): ممکن است ریشه بحث‌های اخلاقی در عدم توافق بر سر معنای الفاظ باشد. مفاهیمی همچون «اطلاعات محرمانه»، «اطلاعات اختصاصی»، «ایمن»، «پاک» و غیره را می‌توان به روش‌های متفاوتی تعبیر کرد. باید توجه داشت که امور مربوط به معانی را نمی‌توان تنها با ملاحظه واقعیات روشن ساخت.

۴- حوزه‌های کاربرد اخلاق در مهندسی

مسائل اخلاقی در مباحث مهندسی را می‌توان به سه جزء تقسیم کرد [۸]:

- امور واقع: گاهی آنچه مسئله اخلاقی می‌نماید نوعی عدم توافق درباره امور واقع است. امر واقع به مسئله اخلاقی موجود مربوط می‌شود که حل و فصل نشده است و بسیاری از عدم توافقات اخلاقی در حقیقت عدم توافق بر سر امور واقع هستند که حل و فصل آن‌ها مشکل و حتی غیرممکن است. در این شرایط باید به این پرسش

۴-۲- امور اخلاقی: مسائل مرزبندی

برخی مسائل اخلاقی مستلزم مرزبندی بین شیوه‌های قابل قبول و شیوه‌های غیرقابل قبول هستند. البته بعضی شیوه‌های عمل ممکن است بین حالت‌های واضح قرار گیرند و مطمئن نباشیم که درست هستند یا نادرست. یک راهنما در حل و فصل چنین مسائلی عبارت است از مقایسه حالت مشکوک با حالت‌هایی که در آن‌ها شک نداریم؛ خواه مثبت و خواه منفی باشند. حالت منفی حالتی است که در آن عمل، آشکارا غلط است و حالت مثبت حالتی است که در آن عمل آشکارا از لحاظ اخلاقی مجاز است.

۴-۳- امور اخلاقی: مهندسی و مخاطره

به‌طور معمول، محصولات مهندسی به قلمرو اجتماع راه می‌یابند. این قلمرو، آزمایشگاه نهایی محصولات طراحی مهندسی است و جامعه در معرض هرگونه مخاطره حاصل از محصولات طراحی مهندسی قرار می‌گیرد. حال این پرسش مطرح می‌شود که چگونه مهندس درمی‌یابد که چه میزان از مخاطره از نظر اخلاقی قابل قبول است. کارشناسان تحلیل مخاطره به‌طور معمول آن را به‌صورت حاصل ضرب احتمال یک رویداد در زیان عددی ناشی از آن رویداد تعریف می‌کنند. مهندسان برای آنکه جامعه را از مخاطرات بیهوده حفظ کنند باید مخاطرات مربوط به طراحی‌های خود را بدانند. البته مخاطره قابل قبول از دیدگاه کارشناسان متفاوت از دیدگاه عموم است. از دید کارشناسان، باید میان مخاطره محصول و هزینه محصول تعادل بهینه برقرار شود. در حالی که دیدگاه عموم در مورد مخاطرات محصول بسیار بدبینانه‌تر از کارشناسان مخاطره است. علت این امر می‌تواند بی‌خبری مردم یا سوابق غیرقابل اعتماد و برآوردهای نادرست کارشناسان در گذشته باشد. همچنین رعایت عدالت و رضایت آگاهانه مردم در به‌کارگیری محصولات بسیار مهم است و اگر مخاطره‌ای را از نظر

- امور اخلاقی: گاهی حتی پس از توافق بر سر امور واقع و معنای مفاهیم، باز هم در مورد چگونگی ارزیابی اعمال، توافق نظر وجود ندارد. در این حالت در مورد ارزش یا آنچه در معنای دقیق‌تر کلمه امر اخلاقی می‌خوانیم، عدم توافق وجود دارد؛ برای مثال، در مورد مطرح کردن اموری که ضرورتی برای سلامت یا ایمنی کارکنان یک شرکت یا جامعه ندارد، توافق وجود نداشته باشد.

امور اخلاقی موضوع بحث این مقاله در حوزه مهندسی است، لذا در ادامه سه مقوله تعارض، مرزبندی و مخاطره مربوط به این امور را بررسی می‌کنیم.

۴-۱- امور اخلاقی: تعارض

در نظر گرفتن کلیه ملاحظات اخلاقی، به دلیل تقابل برخی تعهدات اخلاقی با یکدیگر، ممکن است گاهی به تعارض منجر شود. در این حالت، سه راه برای رویارویی با حوزه‌های اخلاقی وجود دارد:

- **گزینش آسان:** باید تعهد مهم‌تر را در اولویت قرار دهیم؛ برای مثال، تعهد در قبال ایمنی محصول نسبت به تولید ارزان‌تر ارجح است.

- **راه‌های خلاقانه بینابینی:** زمانی که اهمیت تعهدات کمابیش مساوی و ملاحظات اخلاقی متضاد باشد، تصمیم‌گیری دشوار است؛ برای مثال، تعهد کارمند به ایجاد سود برای کارفرما، تعهد خیرخواهانه نسبت به مشتری و تعهد در قبال ایمنی جامعه.

- **گزینش دشوار:** گاهی با چند تعهد اخلاقی روبه‌رو می‌شویم که همگی اهمیت برابری دارند و نمی‌توان راه‌حل بینابین و خلاقانه‌ای بیابیم و هر تصمیمی که گرفته شود برخلاف برخی ملاحظات اخلاقی مهم خواهد بود؛ برای مثال، تقابل برخی ارزش‌ها (نظیر ایمنی جامعه) با برخی دیگر (نظیر امنیت شغلی).

آنان پنهان کنند، رضایت آگاهانه و برقراری عدالت نقض شده است.

۵- تصمیم‌گیری در مهندسی

هر حرفه تأمین‌کننده خدمات خاصی برای جامعه است و جامعه برای دریافت مطمئن خدمات، به کاربرد مسئولانه این تجارب و معلومات نیازمند است. برخورداری از دانش خاصی که برای رفاه و آسایش دیگران اهمیت دارد، قدرت و اختیار بسیار زیادی به صاحب حرفه می‌بخشد. اگر این دانش بدون شایستگی یا عدم رعایت جنبه‌های اخلاقی به کار برده شود، می‌تواند برای جامعه خطرناک شود. البته مهندسان مختلف بر مبنای یکی از سه الگوی زیر، تلقی متفاوتی از مسئولیت‌های خود دارند [۸]:

- **الگوی آسان‌گیری** که بر تفکر حداقل‌گرا متکی است و به انجام تکلیف اکتفا می‌کند. هدف از این الگو، درگیر نشدن با مشکلات و دوری کردن از اتهام به سهل‌انگاری است. در این الگو، ادای مسئولیت معادل با رعایت استانداردها است. تکیه صرف بر این الگو می‌تواند پیامدهای ناگواری به همراه داشته باشد. چرا که احتمال بروز خطر به واسطه رعایت استانداردهای جاری محاسبه نمی‌شود.

- **الگوی دقت معقول** که هدف اصلی آن پیشگیری از صدمات است و نه تنها رفع تکلیف. باید توجه داشت که به طور معمول استانداردها و قواعد ایمنی حداقل‌گرا هستند و لزوماً ریسک به‌کارگیری محصولات جدید را حداقل نمی‌کنند. بنابراین باید نظر مصرف‌کنندگان را در مورد ریسک قابل قبول آن‌ها در طراحی محصول لحاظ کرد.

- **الگوی خیرخواهی** از الگوی دقت معقول هم فراتر می‌رود. مهندسان در این الگو مواردی که حتی مورد توجه مشتریان هم نبوده را برای رفاه و

آسایش بیشتر در طراحی محصول مدنظر قرار می‌دهند.

طبیعی است که انتخاب یکی از الگوهای مزبور، موجب می‌شود که تصمیمات مهندسان دچار تغییراتی شود. اما در هر حال، مهندسان پایبندی‌هایی فراتر از سازمان دارند و به جامعه، حرفه خود و ارزش‌های آن متعهدند. به طور کلی می‌توان گفت که مهندسان باید تصمیماتی بگیرند که از یک سو متضمن سلامت و ایمنی جامعه یا کیفیت فنی باشد و از سوی دیگر معیارهای اخلاقی این حرفه را تضمین کند. مسائل اخلاقی در مهندسی فقط انتخاب‌های ساده، درست و نادرست نیست، بلکه رقابت‌های پیچیده‌ای است که برای برقراری توازن بین منافع اقتصادی و تعهدات اجتماعی صورت می‌گیرد. به سبب وجود راه‌حل‌های گوناگون، پیامدهای گسترده، احتمالات غیرقابل کنترل و استدلال‌های شغلی که جزیی جدانشدنی از این تصمیمات هستند، این انتخاب‌ها پیچیده‌تر می‌شود [۹].

همچنین باید توجه داشت که بشر در سال‌های آینده با مسائل جدی و مهم بسیاری نظیر تجدید مواد خام، افزایش دمای اتمسفر، کنترل انتشار CO₂، تولید انرژی، آلودگی و تعادل اجتماعی روبه‌رو می‌شود [۵]. به این ترتیب از یک سو مسائل اقتصادی مانند کاهش هزینه و افزایش سود و از سوی دیگر مسائل اخلاقی مانند موارد فوق باید در یک تصمیم در نظر گرفته شوند. این امر تمامی تصمیم‌گیران (افراد، مؤسسات، سازمان‌ها، دولت‌ها و غیره) در دنیای امروز را در برمی‌گیرد. با توجه به موارد فوق تلاش برای ادامه کمک به تصمیم‌گیران و همچنین در نظر داشتن ملاحظات اخلاقی در تصمیم‌گیری اجتناب‌ناپذیر است [۶].

هر تصمیمی در یک جامعه یا قالب انسانی باید به سه قطب تأثیر تن در دهد [۱۰]: عقلانیت، ذهنیت و اخلاق.

۵-۱- تصمیم‌گیری: قطب عقلانی

در سال‌های ابتدایی به وجود آمدن OR همه مدل‌ها یک‌متغیره بودند؛ مانند برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، برنامه‌ریزی پویا، تئوری صف و غیره. همه ترجیحات و علایق تصمیم‌گیرنده در یک تابع تک‌هدفه جمع شده بود. تنها در یک چنین مواردی پاسخ بهینه معنا پیدا می‌کرد و یک منطق آشکار نتیجه‌گیری می‌شد: عقلانیت پاسخ بهینه.

وقتی در دنیای واقعی انسانی، یک مدل برای تصمیم‌گیری ساخته می‌شود، سه ترکیب باید در نظر گرفته شود.

۱- یک مجموعه A از تصمیمات ممکن

۲- یک قاعده $F(X) | \forall x \in A$ ، برای

جداسازی تصمیمات ممکن

۳- یک رویه ریاضی برای کمک به تصمیم‌گیری

تمامی رویه‌های OR این سه ترکیب را در مدل زیر جمع می‌کند:

$$\text{opt}\{f(x) | \forall x \in A\}$$

و یک پاسخ بهینه \bar{X} به صورت زیر می‌تواند تعریف شود:

$$f[\bar{x}] \geq f(x) \forall x \in A$$

هدف رویه ریاضی، به دست آوردن چنین پاسخ‌های بهینه‌ای است. سپس، پاسخ‌های بهینه در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرند تا در موقعیت‌های دنیای واقعی به کار گرفته شوند. اگر تصمیم‌گیرنده با مدل موافق باشد باید به طور مطلوب پاسخ را بپذیرد و یا اگر نتیجه را انجام ندهد حداقل پاسخ را می‌داند. این منطق پاسخ بهینه است.

در چنین مواردی هیچ جایی برای ذهنیت، عواطف و احساسات تصمیم‌گیرنده یا اخلاق باقی نمی‌ماند و

فرایند تصمیم‌گیری به طور کامل با مسئله عقلانیت منطبق می‌شود.

۵-۲- تصمیم‌گیری: قطب ذهنی

در سال ۱۹۷۰ یک بحران اساسی در OR به وجود آمد. از یک طرف مدل‌های تک‌هدفه به طور کامل با موقعیت‌های دنیای انسانی متناسب نمی‌شدند و از طرف دیگر تصمیم‌گیرنده نیاز داشت تا ذهنیت، احساسات و آزادی‌های او نیز در مدل لحاظ شود. به عبارت دیگر عقلانیت پاسخ بهینه به اندازه کافی برای حل مسائل اقتصادی-اجتماعی کافی نبود.

در مدل‌های قبلی، تصمیم‌گیرنده تنها در رد یا قبول کردن مدل آزاد بود. این وضعیت بسیار دشواری بود که به انعطاف، آزادی و گفت‌وگوی بیشتر میان تصمیم‌گیرنده و آنالیزکننده نیاز داشت. برای حل این مشکل و در نظر گرفتن عقلانیت‌های دیگر، مدل‌های چندمعیاره به شکل زیر در نظر گرفته شدند:

$$\text{OPT}\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_j(x), \dots, f_k(x) | x \in A\}$$

که $f_1(x), \dots, f_k(x)$ همان k معیار معادله هستند. حال مرحله دوم فرایند مدل‌سازی، توسعه آن به k معیار برای جداسازی تصمیمات ممکن است. در نظر گرفتن خواست تصمیم‌گیرنده برای بهینه‌سازی در اغلب موارد چندجزیی است. به این معنا که در یک ساختار جامعه انسانی-اقتصادی، نه تنها سود (به طوری که در اغلب موارد در مدل‌های تک‌متغیره در نظر گرفته می‌شود)، بلکه رفاه اجتماعی، فناوری تولید، مدیریت ضایعات، هزینه، آلودگی و غیره نیز باید بهینه شوند.

در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری که حوزه‌های اجتماعی-اقتصادی را در بر می‌گیرند باید همیشه دست‌کم چهار کلاس متغیر ارزیابی در نظر گرفته شود: متغیرهای اجتماعی، فنی، اجتماعی و رفتاری. MCDM^۶ بر نقش قطب ذهنیت در فرایند تصمیم‌گیری تأکید می‌کند. در این فرایند

در یک مسئله چندمعیاری، دسترسی به اطلاعاتی درباره اهمیت معیارها (وزن‌ها و سلسله مراتب) و در مورد درجه برتری یک پاسخ در داخل هر معیاری ضروری است. به‌طور کلی می‌توان گفت متدولوژی MCDM تصمیمات را بر لبه عقلانیت و ذهنیت پیشنهاد می‌کند. در هر صورت در این لبه، اخلاق به حساب آورده نمی‌شود.

۵-۳- تصمیم‌گیری: قطب اخلاق

به‌دلیل ضرورت توجه به محیط اجتماعی و طبیعی، اخلاق باید روی هر تصمیمی تأثیر بگذارد، چرا که تکامل نسل بشر، اخلاق را بیشتر مطالبه می‌کند. در هر تصمیم‌گیری باید دست‌کم سه مؤلفه اخلاقی در نظر گرفته شود (۱۱):

- احترام به محیط زیست

در خلال توسعه فعالیت‌های انسانی، زندگی روی کرده زمین در معرض خطر جدی قرار گرفته است. آلودگی و زباله در بسیاری از مناطق به‌طرز وحشتناکی افزایش یافته و انتشار CO₂ و به‌صورت کلی تر گازهای گلخانه‌ای نگران‌کننده شده است. در کشورهای توسعه‌یافته هر سال ۱۲ تن CO₂ وارد اتمسفر می‌شود که تنها ۸ درصد از این گازها توسط طبیعت جذب و ۹۲ درصد باقی‌مانده وارد اتمسفر می‌شود.

میانگین دمای زمین به‌سرعت و به‌صورت نمایی در حال افزایش است. به همین دلیل با ذوب یخ‌های قطب، سطح آب دریا می‌تواند تا ۱۰۰ متر افزایش یابد! تصور این فاجعه نیز غیرممکن است، چراکه بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در کنار دریا زندگی می‌کنند. دیدار از شهرهای دوست‌داشتنی مانند آمستردام به‌زودی به یک دیدار زیرآبی تبدیل خواهد شد و هیچ تضمینی وجود ندارد که بدون یک تغییر جدی در رفتار بشر، تمدن صنعتی بتواند بیش از ۳۰۰ سال به‌روی سیاره‌ای مانند زمین باقی بماند.

تصمیم‌گیرنده تنها تحت تأثیر عقلانیت پاسخ بهینه قرار ندارد، بلکه اکنون آزادی در نظر گرفتن نقطه بهینه چندگانه را نیز دارد.

به‌طور معمول مشکل چنین پاسخ‌هایی عدم وجود یا موهوم بودن نقاط است. در بیشتر موارد امکان بهینه‌سازی هم‌زمان همه متغیرها وجود ندارد و در چنین حالتی دیگر عقلانیت پاسخ بهینه وجود ندارد، بنابراین عقلانیت‌های دیگر باید توسعه پیدا کند. البته در بسیاری از موارد افراد با جمع کردن همه متغیرها در یک تابع مطلوبیت نظیر آنچه در زیر آمده است، این کار را انجام می‌دهند:

$$U(x) = U\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_j(x), \dots, f_u(x)\}$$

بهینه‌سازی این تابع مطلوبیت مناسب به‌نظر می‌رسد، اما این روش دست‌کم به دو دلیل، به‌شدت زیرسؤال می‌رود:

- تأثیر جبرانی که میان متغیر ضعیف و قوی در تابع مطلوبیت اتفاق می‌افتد.
- پاسخ بهینه‌ای که به تصمیم‌گیرنده نسبت داده می‌شود که همراه با از دست دادن بخشی از آزادی‌هایش است. به‌عبارت دیگر جایی برای به حساب آوردن ذهنیت، احساسات و تجارب تصمیم‌گیرنده وجود ندارد.

محققان بسیاری از جمله ری^۱، برای پیشبرد عقلانیت‌های دیگری در فرایندهای تصمیم‌گیری چندمعیاری تلاش کرده‌اند، اما یافتن پاسخ بهینه‌ای که همه متغیرها را به‌طور هم‌زمان بهینه کند در بسیاری از موارد امکان‌پذیر نیست. بنابراین تنها پاسخ‌های بهینه متوسط می‌توانند در نظر گرفته شوند. پس مسئله، شناسایی مناسب‌ترین متوسط است و بهترین میانه بستگی زیادی به شخص تصمیم‌گیرنده دارد. بنابراین «تفکر» تصمیم‌گیرنده باید ضرورتاً در مدل قرار گیرد.

1. Roy

– احترام به نسل‌های آینده

نسل‌های آینده نیز شایسته احترام هستند. ضرب‌المثل آفریقایی است که می‌گوید: «ما زمین را از والدینمان به ارث نبرده‌ایم، بلکه آن را از فرزندانمان قرض گرفته‌ایم». ما باید توسعه پایداری را برای نسل‌های آینده عرضه کنیم. کمبود مواد خام، منابع آب و انرژی، مسائل و خیمی هستند که در سال‌های آینده به شدت نسل بشر را تهدید خواهند کرد. بدون رفتارهای اخلاقی، افق نهایی زندگی بشر روی زمین نمی‌تواند دوام چندانی داشته باشد.

از این دیدگاه، اخلاق یک قطب از روش‌ها و تئوری‌ها نیست، بلکه یک قطب از آرا است. نظریات اخلاقی باید قطب عقلانیت و ذهنیت را نیز ارضا کنند. رفتارهای اخلاقی با توجه به اجتماع و محیط‌زیست بسیار موردنیاز است. ترکیبات اخلاقی باید همه مدل‌های تصمیم‌گیری را شامل شوند و همه تصمیمات باید در تعادل میان عقلانیت، ذهنیت و اخلاق اتخاذ شوند.

– احترام به محیط اجتماعی

نه تنها موضوعات مربوط به تصمیم‌گیرنده‌ها، بلکه همه مواردی که مردم نیز از آن‌ها متأثر می‌شوند باید مورد توجه قرار گیرند؛ آن‌هایی که از تصمیمات گرفته شده منتفع یا دچار محنت می‌شوند. به‌طور معمول این‌ها موارد موردنظر در OR نیستند. هدف نهایی OR همان‌گونه که بحث شد، نه ثروتمند کردن مؤسسات مالی، بلکه مطمئن شدن از رفاه بشر است. هر شخصی می‌تواند به آسانی موارد بیشماری از نمونه‌های رفتار غیراخلاقی را با در نظر گرفتن محیط اجتماعی خود بیان کند؛ به‌عنوان مثال، در صنعت تنباکو، آمونیاک برای افزایش اعتیاد به سیگار به تنباکو افزوده می‌شود. از لحاظ اخلاقی هر شخصی آزاد است سیگار بکشد یا نکشد، اما سیگار کشیدن باید به‌عنوان یک آزادی باقی بماند. افزودن آمونیاک یک رفتار غیراخلاقی مضر است، به‌ویژه برای افراد

جوان بین ۱۴ تا ۱۸ سال که اغلب برای سال‌های کوتاهی به‌عنوان چالشی برای رسیدن به بزرگسالی یا ثبات فکری سیگار می‌کشند، زیرا آن‌ها به‌دلیل وابستگی قادر به ترک آن نخواهند بود.

۶- چگونگی ادغام ملاحظات اخلاقی در تصمیمات مهندسی**۶-۱- نظام‌های اخلاقی^۷**

یکی از راه‌های به‌کارگیری اخلاق در تصمیمات مهندسی، تعریف و اقتباس راهنماهای اخلاقی یا قوانین اخلاق در مهندسی است. نظام‌های اخلاقی جوامع علمی/حرفه‌ای، یک‌سری قوانین هستند؛ برای مثال، نظام اخلاق مؤسسه مهندسان الکترونیک و الکترونیک شامل ده بخش است که برخی از آن‌ها بسیار دقیق هستند؛ مانند بخش سوم (در میان ادعاها یا تخمین داده‌های موجود، صادق و واقع‌بین باشید) و برخی دیگر کلی هستند، مانند بخش اول (در تصمیمات مهندسی در خصوص امنیت، بهداشت، رفاه عمومی و عدم تهدید محیط‌زیست متعهد باشید) [۳].

مثال دیگر، نظام اخلاقیاتی است که با عنوان «سوگند پرومتوس» توسط برنس در سال ۲۰۰۲ در فصل اختتامیه کنفرانس EURO XVII پیشنهاد شد [۱۱]. بدین ترتیب محققان OR باید یک تعهد حرفه‌ای را بپذیرند. این سوگند در حقیقت یک تضمین ضمنی برای در نظر گرفتن مسائل اخلاقی در تصمیم‌گیری را فراهم می‌سازد.

۶-۲- مدل‌های تصمیم‌گیری

مدل‌ها بازتابی از ارزش‌های طراح و چشم‌انداز جامعه هستند؛ نظیر مدل‌های بهینه‌سازی. به‌نظر گالو، در ورای توسعه بهینگی، به‌عنوان یک اصل بنیادی در تحلیل فعالیت‌های اقتصادی و تصمیمات مرتبط با این فعالیت‌ها، دو نظریه در رابطه با دلالت‌های اخلاقی وجود دارد؛ ذی‌نفع بودن به‌عنوان تنها محرک

$$A: \{a_i, i = 1, 2, \dots, n\}$$

اگر امکان تحلیل همه n گزینه به صورت یکی یکی باشد، می توان گزینه هایی را که به اندازه کافی اخلاقی یا ذهنی نیستند، حذف کرد. پس یک رویه تصمیم گیری که ترجیحاً MCDA^۱ است برای گزینه های باقی مانده استفاده می شود. این روش یک رویکرد کلاسیک است که توسط همه مهندسان قابل پیاده سازی است.

- محدودیت های مضاعف

اگر یک تصمیم با یک برنامه تک معیاره خطی به صورت زیر مدل شود:

$$x: (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$$

$$\text{Min}\{cx \mid Ax \geq b, x \geq 0\}$$

به طوریکه هر x_j نماینده سطح فعالیت خاص j باشد، حال اگر بنا به دلایل اخلاقی لازم باشد که به طور مثال، آلودگی کلی n فعالیت به مقدار کلی k محدود شود، می توان محدودیت زیر را به مجموعه محدودیت ها افزود:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_jx_j + \dots + a_nx_n \leq k$$

به طوریکه هر a_j میزان آلودگی است که هر واحد فعالیت j موجب می شود. به ازای هر نوع آلودگی نیز یک محدودیت اضافه می شود، سپس مسئله با یک رویه MCDA مناسب حل می شود. تصمیم گیرنده نیز آزادی به جز رد مدل ندارد. به این ترتیب ملاحظات اخلاقی و ذهنیت تصمیم گیرنده در مدل لحاظ شده است.

- رویه PROMETHEE – GAIA

فرض کنید مسئله تصمیم گیری دارای K معیار باشد و کلیه گزینه های ممکن در سری A موجود باشند:

$$A: \{a_i, i = 1, 2, \dots, n\}$$

انتخاب های اقتصادی افراد و تابع بهینگی که در مدل سازی رفتار افراد باید ماکزیمم شود [۱۲]. یک تحلیل اقتصادی از تناقص بین پارادایم حداکثرسازی بهینگی و جنبه اخلاقی در تحلیل اقتصادی توسط سن^۱ در سال ۱۹۸۷ توسعه یافت. وی بیان داشت که در محدوده پارادایم حداکثرسازی بهینگی، فضایی برای قضاوت ارزشی در بهینگی Pareto (که در آن تساوی به عنوان مقیاس رفاه است) وجود ندارد و هر چیزی را می توان از حیث مادی اندازه گیری کرد و بر مبنای ارزش مادی آن قابل دادوستد دانست. در حالی که این امر در زندگی خصوصی قابل پذیرش نیست. نارضایتی از ایدئولوژی فقط سودمندگرایی که ریشه پارادایم بهینه سازی است، باعث جانبداری برخی محققان از رویکردهای چندمعیاره که شامل ملاحظات اخلاقی و ذهنی در مدل ها است، شد [۱۰] و این همان چیزی است که لی منسترل و ون واسنهو آن را اخلاق در OR نامیدند [۶]. در این مدل ها چندین تابع هدف داریم و راه حل به وزن های ذهنی بستگی دارد و نه بهینگی عینی. سری های متفاوتی از وزن ها، راه حل های مختلفی را ارائه می دهند و در عمل به تصمیم سازی کمک می کنند و ابزاری برای بهترین و عقلانی ترین راه حل نیستند. بر مبنای دیدگاه Brans، اخلاقیات را می توان به عنوان یک سری وزن ویژه در نظر گرفت، در حالی که وزن های ذهنی بازتابی از ارزش های ذهنی افراد هستند و وزن های اخلاقی باید بازتابی از ارزش های جامعه، انسانیت و محیط زیست باشند. در ادامه، مدل های توسعه یافته که هر سه قطب اخلاقیات، عقلانیت و ذهنیت را در تصمیمات لحاظ می کنند، بررسی شده است [۱۰]:

- حذف

فرض کنید که در سری A کلیه تصمیمات ممکن باشد:

1. Sen

اخلاقی قابل قبول ایجاد می‌شود که همان وجدان اخلاقی است. حال اگر فضای تصمیم‌گیری حاصل از وجدان اخلاقی با فضای حاصل از ذهن تصمیم‌گیرنده، حوزه مشترکی داشته باشند، می‌توان تصمیمی عقلانی، ذهنی و اخلاقی اتخاذ کرد.

۷- نتیجه‌گیری

پیش از انقلاب صنعتی، دنیای طبیعت پایدار و شرایط زندگی بر روی زمین برای میلیاردها سال مطلوب بود و بشر کوچک‌ترین تأثیری بر محیط‌زیست نداشت. اما طی قرن بیستم، پیشرفت غیرقابل باوری در علوم و فناوری رخ داد. به دنبال هر کشفی، جهان طبیعت هر روز ناپایدارتر می‌شود، چرا که دست‌ساخته‌های بشر تأثیر عمیقی بر محیط‌زیست دارند. بنابراین نقش مهندسان به‌عنوان سازندگان مصنوعات بشری در مطالعات علم و فناوری بسیار حساس و دارای اهمیت است.

مدل‌های کلاسیک تصمیم‌گیری در مهندسی با در نظر گرفتن محدودیت‌های توابع عینی، از نقطه‌نظر ریاضی، سودمند هستند، اما برای رویارویی با مسائل آینده بشر مناسب نیستند. جدا از در نظر گرفتن ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌بومی و فرهنگی برای همه ذی‌نفعان تصمیمات مهندسی، باید ملاحظات اخلاقی مربوط به تمامی افرادی که از این تصمیمات (به‌طور مستقیم و غیرمستقیم) تأثیر می‌پذیرند را نیز در نظر گرفت. آینده بشر وابسته به تصمیماتی است که ملاحظات اخلاقی در آن لحاظ شده باشند و مهندسی، حوزه‌ای است که برای توسعه و تشویق تحقیقات مرتبط با اخلاق، بسیار باز و مستعد است. بدیهی است که مبحث اخلاق، در آینده به موضوعی مهم در مهندسی تبدیل خواهد شد، هر چند که تاکنون تحقیقات در این حوزه بسیار اندک بوده است. رویکردهای نوینی که می‌توان برای بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری در نظر گرفت، عبارتند از:

جدول ارزیابی زیر را در نظر بگیرید (شکل ۳).

$$\{f_j(a_i), i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,k\}$$

جدول ۱: جدول ارزیابی چندمعیاره [۱۰]

	$f_1(\cdot)$	$f_2(\cdot)$	...	$f_j(\cdot)$	...	$f_k(\cdot)$
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	...	$f_j(a_1)$	...	$f_k(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	...	$f_j(a_2)$	...	$f_k(a_2)$
...
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	...	$f_j(a_i)$	...	$f_k(a_i)$
...
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

بدون اطلاعات اضافی، حل کردن این مسئله چندمعیاره غیرممکن است. اطلاعات اضافی توسط رویه PROMETHEE-GAIA شامل موارد زیر تأمین می‌شود:

- وزن‌های اهمیت هر معیار باید به‌گونه‌ای باشد که:

$$(w_j \geq 0 \forall j; \sum_{j=1}^k w_j = 1)$$

و

$$(w_j > 0, j = 1, 2, \dots, k)$$

- برای هر معیار، یک تابع ارجحیت $P_j(a,b)$ در نظر گرفته می‌شود، به‌طوری‌که ارجحیت تصمیم a را نسبت به b نشان دهد. این تابع را می‌توان به‌صورت اختلاف معیارهای a و b در نظر گرفت.

در ادامه به‌ازای هر یک از معیارهای اخلاقی، بردار وزنی به‌صورت فاصله‌ای در نظر گرفته می‌شود:

$$w_j^- \leq w_j \leq w_j^+$$

باید توجه داشت که هیچ رفتار اخلاقی منحصر به‌فردی وجود ندارد، بنابراین از یک فاصله، به‌جای وزن منحصر به فرد استفاده می‌شود. در حقیقت در فضای برداری این وزن‌ها، مخروطی از وزن‌های

- [5] Brans, J-P (2004). The management of the future Ethics in OR: Respect, multicriteria management, happiness, European Journal of Operational Research 153: 466-467.
- [6] Le Menestrel, M. and Van Wassenhove, L. (2004). Ethics outside, within, or beyond OR models?, European Journal of Operational Research 153: 477-484.
- [۷] فتوره‌چیان، سعید و احمدی، وحید. (۱۳۸۱) *الگوها و مراحل اجرایی فعالیت‌های تحقیقاتی در سازمان‌های پژوهشی*. دومین همایش روش‌های تحقیق در علوم و فنون مهندسی، دانشگاه امام حسین، تهران.
- [۸] هریس، چارلز و پریچرد، مایکل. (۱۳۷۹). *اخلاق در مهندسی*. ترجمه رضا رضائی، چاپ اول، تهران: انتشارات فنی ایران.
- [۹] فرانکنا، ویلیام کی. (۱۳۸۳). *فلسفه اخلاق*، ترجمه هادی صادقی، قم: نشر کتاب طه.
- [10] Brans, J-P (2002). *Ethics and Decision*, European Journal of Operational Research 136: 340-352.
- [11] Brans, J-P (2002). *OR, Ethics and Decisions: the OATH of PROMETHEUS*, European Journal of Operational Research 140: 191-196.
- [12] Gallo, G. (2004). *Operations research and ethics: responsibility, sharing and cooperation*, European Journal of Operational Research 153: 468-476.

- توجه بیشتر به درگیر کردن ذی‌نفعان و تمامی افراد تأثیرپذیر از تصمیمات در ادغام ملاحظات اخلاقی در تصمیم‌گیری‌ها
- بررسی پیامدهای تصمیمات اتخاذ شده هم از دیدگاه مالی (کوتاه‌مدت) و هم از منظر حوزه‌های اجتماعی و زیست بومی (بلندمدت)
- تشویق همکاری و مبادله دانش و اطلاعات بین دانشمندان این حوزه
- توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری با توجه به ارزش‌هایی همچون پایداری محیط‌زیست، پیشرفت انسانی و تعهد و نیز با توجه به ویژگی‌هایی همچون انعطاف‌پذیری و برگشت‌پذیری

منابع

- [1] Charles B. Fleddermann, (2011), *Engineering ethics*, Prentice Hall, 4th ed.
- [2] Johnson, D.G. and Wetmore, J.M. (2008). *STS and Ethics: Implications for Engineering Ethics*, The Handbook of Science and Technology Studies, Third Edition, The MIT Press, 567-581.
- [3] Brans, J-P and Gallo, G. (2007). Ethics in OR/MS: past, present and future, *Ann Oper Res* 153: 165-178.
- [4] Theys, M. (2004). The importance of co-operation for ethical decision-making with OR, *European Journal of Operational Research* 153: 485-488.

Ethics in Engineering; The Decision Making Approach

M. Abdi¹

Abstract

Ethical relationship between engineers and society is very important. Today, understanding the relationship between technology and society is used to investigate the norms, success and effects of technology. And analyses of science and technology fields have ethical implications that influence decision making processes. Therefore, it highlights the necessity of noticing the ethical regards in engineering decisions.

In this review article, first the literature of ethics in engineering is presented. Also, to better understand the place of ethics in engineering, classical process of engineering is studied regardless of ethics and the scopes of applying ethics and responsibility models in engineering are mentioned as an introduction to the place of ethics in engineering. Furthermore, the methods of integrating ethical regards in engineering decisions are studied. Finally some new approaches are presented to pay more attention to ethical considerations in engineering.

The future of mankind depends on decisions with ethical regards and engineering is an area that is open and fit to develop and encourage the ethical research. Regardless of technical, economical and ...dimensions, the ethical regards related to people whom are influenced by the decisions should be considered. So, studying the outcomes of decisions and developing the decision making models are new approaches to improve the decision making processes.

Keywords: Ethical regards, Engineering, Decision making

1. E-mail address: msabdi@yahoo.com