نظریه رهیافت میان رشته ای در پزشکی

دکتر ایرج نبی پور

نظریه‌ی رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی

دکتر ایرج نبی پور

بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر

شورای عالی انقلاب فرهنگی
کرسی نظریه پردازی
فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیسم
دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست پزشکی خلیج فارس

به نام خداوند جان و خرد

سرشناسه	:	نبی‌پور، ایرج، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	نظریه‌ی رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی/ایرج نبی‌پور ؛ با همکاری بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر، شورای عالی فرهنگی کرسی نظریه‌بردازی فلسفه،فقه و اخلاق پزشکی، مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران ....[و دیگران].
مشخصات نشر	:	بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	:	۱۵۵ ص.: مصور، نمودار.
شابک	:	۹۷۸۶۰۰۵۰۳۲۳۳۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	با همکاری بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر، شورای عالی فرهنگی کرسی نظریه‌بردازی فلسفه،فقه و اخلاق پزشکی، مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر مرکز تحقیقات زیست‌پزشکی خلیج‌فارس.
موضوع	:	تحقیق میان‌رشته‌ای
موضوع	:	پزشکی
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر
شناسه افزوده	:	بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر
شناسه افزوده	:	شورای عالی انقلاب فرهنگی. کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. پژوهشکده علوم غدد و متابولیسم
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۱ ۲ن۳ت/Q۱۸۰/۵۵
رده بندی دیویی	:	۰۰۱/۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۷۵۷۹۶۰

نظریه‌ی رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی

دکتر ایرج نبی پور

چاپ اول : بهار ۱۳۹۱

حروفچینی : فاطمه مرزوقی

ویراستاری، گرافیک و صفحه آرایی : دارا جوکار

ناشر : انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

چاپ : نزهت

شمارگان : ۲۰۰۰ جلد

بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر

شورای عالی انقلاب فرهنگی کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست پزشکی خلیج فارس

بوشهر، خیابان معلم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

تقدیم به

جناب آقای دکتر آریا الستی

به پاس تلاش های غیرقابل وصف ایشان

در عرصه ی سیاست علم و فناوری ایران

فهرست مطالب

پیشگفتار ۹

چیستی میان رشته‌ای ۱۳

چند رشته‌ای (MULTIDISCIPLINARY) ۱۷

میان رشته‌ای (INTERDISCIPLINARY) ۱۸

فرارشته‌ای (TRANSDISCIPLINARY) ۲۲

پیش‌ران‌های رهیافت میان رشته‌ای ۲۵

الف/ پیچیدگی درونی طبیعت و جامعه ۲۷

ب/ تمایل به کاوش مسائل پژوهش پایه‌ای در سطح مشترک رشته‌ها ۲۹

ج/ نیاز به حل مسائل اجتماعی ۳۲

د/ نیاز به خلق بینش‌های انقلابی و فناوری‌های زاینده ۳۴

تئوری مطالعات میان‌رشته‌ای ۴۱

سیستم‌های پیچیده ۴۷

الف/ غیرخطی بودن (Nonlinearity) ۴۸

ب/ پویایی آشوب‌گرانه (Chaotic Dynamics) و اثر پروانه‌ای ۴۹

ج/ خودسازماندهی (Self-Organization) ۵۰

د/ رفتار پدیداری (Emerging behavior) ۵۳

فرآیند میان رشته‌ای و سیستم‌های پیچیده ۵۴

الف/ ترسیم چشم‌اندازهای رشته‌ای ۵۴
۱/ تعریف کردن (Defining) ۵۵
۲/ تعیین کردن (Determining) ۵۶
۳/ توسعه دادن و گردآوری کردن (Developing and Gathering) ۵۷
۴/ پژوهش کردن (Searching) ۵۸
۵/ آفریدن (Generating) ۵۹
ب/ در هم تنیدن (Integrating) بینش‌های رشته‌ای ۵۹

میان رشته‌ای پراگماتیک ۶۷

الف/ پردازش یک تیم پژوهشی ۷۰
ب/ پرورش اعتماد ۷۵
پ/ پردازش یک چشم‌انداز مشترک ۷۶
ت/ توسعه‌ی راهبردهای ارتباطات رسمی و غیررسمی تیمی ۷۸
ث/ مدیریت تضاد اندیشه‌ها ۷۹
ج/ ایجاد انگیزه ۸۱
چ/ مقیاس زمان ۸۱
ح/ حمایت‌های سازمانی ۸۲
خ/ رهبری ۸۲
د/ جستجو و کارآمدسازی شبکه‌ها و سیستم‌ها ۸۵
ذ/ تقویت پویایی تیم ۹۰

بازدارنده‌های کار میان رشته‌ای ۹۱

بازدارنده‌های ساختاری ۹۳
بازدارنده‌های دانشی ۹۴
بازدارنده‌های فرهنگی ۹۶
بازدارنده‌های معرفت‌شناسی ۹۶
بازدارنده‌های روش‌شناسی ۹۸
بازدارنده‌های روانی ۹۹
بازدارنده‌های‌پذیرشی ۱۰۰

ارزیابی رهیافت میان رشته‌ای ۱۰۳

رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی ۱۱۵

الف/ تفکر سیستمی ۱۱۹
ب/ درهم‌تنیدگی علوم رفتاری و اجتماعی در پژوهش‌های سلامت ۱۲۴
سیاست‌های راهبردی برای رهیافت میان رشته‌ای در بنیاد ملّی سلامت آمریکا ۱۲۷
الف/ کنسرسیوم‌های پژوهش میان رشته‌ای ۱۳۰
۱/ کنسرسیوم بر پایه‌ی سیستمی جهت طراحی و مهندسی عضو (sysCODE) ۱۳۰
۲/ کشف دارو بر پایه‌ی ژنومیک انستیتو براد (Broad) ۱۳۲
۳/ دانش سالمندی (Geroscience) ۱۳۳
۴/ کنسرسیوم مهندسی ژنوم شمال غربی ۱۳۴
۵/ کنسرسیوم سرطان - باروری (Oncofertility) نگهداشت باروری زنان ۱۳۵
۶/ کنسرسیوم فنومیکس (Phenomics) عصب - روانپزشکی ۱۳۵
۷/ انستیتو پژوهشی عصب - درمان‌شناسی ۱۳۶
۸/ کارگروه پژوهش‌های چاقی در جنوب‌غربی ۱۳۸
۹/ کنسرسیوم پژوهشی میان رشته‌ای پیرامون استرس، خود کنترلی و اعتیاد ۱۳۸
ب/ پروژه‌های پیش‌آهنگ تربیتی پژوهش میان رشته‌ای ۱۳۹
ج/ نوآوری در فناوری و روش‌های میان رشته‌ای ۱۴۱
د/ پژوهشگر اصلی چندتایی ۱۴۱

منابع ۱۴۳

نمایه ۱۵۱

پیشگفتار

نظریه پردازان معاصر همانند کلین و نیوول، رهیافت میان رشته‌ای را چنین توصیف کرده‌اند؛ " مطالعات میان رشته‌ای به صورت یک فرآیند پاسخ به یک پرسش، حل مسئله و پرداختن به موضوعی است که در ماهیت چنان گسترده و یا پیچیده می‌باشد که نمی‌توان به اندازه‌ی کافی با یک رشته یا تخصص به آن پرداخت."

رهیافت میان رشته‌ای با مسائلی دست به گریبان است که در ریشه‌ی خود پیچیدگی را نهان دارند. امروزه با بی‌شماری از رویدادها، فرآیندها و مسائل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیستی رو در رو هستیم که در سیمای خود پیچیدگی و عدم قطعیت را نمایانده‌اند. از این رو، در قلب رهیافت میان رشته‌ای، تفکر سیستمی جای دارد. تفکر سیستمی، رهیافتی بسیار فرادقیق برای دریافت روابط غیرخطی است که روش‌های استقراییِ در علم، توان دریافت آن‌ها را ندارند.

بنابراین تفکر سیستمی، بینش درک ماهیت کل سیسیتم را امکان پذیر می‌سازد؛ درکی که نمی‌توان بر پایه‌ی مطالعه‌ی مجزای اجزای سیستم به دست آورد. بدین سان، تفکر سیستمی یک پارادایم است که پیوستگی‌های میان اجزای گوناگون و بر هم کنش آن‌ها را تحت رصد قرار می‌دهد و از این رو، خود به صورت یک پیوند دهنده میانِ رشته‌های گوناگون عمل نموده و از این طریق می‌تواند به حل و یا درک مسئله کمک نماید. چنین است که تفکر سیستمی نیازمند رهیافت میان رشته‌ای است.

دانش و فناوری امروز به چند دلیل به رهیافت میان رشته‌ای نیازمند است. به این دلایل به عنوان پیش‌ران‌های مطالعات میان رشته‌ای نگریسته می‌شوند:

الف/ پیچیدگی درونی طبیعت و جامعه

ب/ تمایل به کاوش مسائل پژوهش پایه‌ای در سطح مشترک رشته‌ها

ج/ نیاز به حل مسائل پیچیده‌ی اجتماعی

د/ نیاز به خلق بینش‌های انقلابی و فناوری‌های زاینده

در رهیافت میان رشته‌ای، نه تنها بر روی یک پروژه‌ی مشترک کار می‌شود (مانند رهیافت چند رشته‌ای)، بلکه یک در هم تنیدگی (Integration) یا ائتلافی نیز در روش‌ها، تئوری‌ها و مفاهیم رشته‌های گوناگون نیاز است تا درک ژرفی را از الگوهای سیستم‌های پیچیده و نیز فرآیند در هم تنیدگی به دست آید.

هر چند که تئوری میان رشته‌ای نیوول توسط بسیاری از نظریه پردازان به نقد کشیده شده است اما دارای ساختاری است که بسیار برای فهم رهیافت میان رشته‌ای کمک می‌کند. بنابراین، هسته‌ی مرکزی نوشتار کنونی بر بنیان تئوری میان رشته‌ای نیوول بنیاد شده است.

انجام فرآیند میان رشته‌ای در عرصه‌ی عمل، نیاز به مهارت و پویایی ویژه‌ای دارد که بسیاری از نظریه پردازان به شناسایی و ترسیم زوایای پنهان آن پرداخته‌اند. شاید بتوان از اصول و چگونگی تشکیل و هدایت تیم‌های علمی (Science teams) جهت ترسیم چارچوب فرآیند میان رشته‌ای در عرصه‌ی عمل استفاده نمود. بنابراین، بخشی از این نوشتار به اصول و ادبیات تیم‌های علمی اختصاصی یافته است که هدف آن درک ویژگی‌ها، فرآیندها، پویایی و عوامل شتاب دهنده‌ی یک تیم علمی موفق است.

هر چند از دهه‌های پیش، رهیافت چند رشته‌ای در درمان بیماران مورد توجه فلسفه‌ی درمانی پزشکی قرار گرفته بود ولی از چندی پیش، آوای تغییر راهبرد پزشکی به رهیافت میان رشته‌ای به گوش می‌رسد. در این نوشتار در پی آنیم که چرایی حرکت به سوی این رهیافت را در راهبردهای نوین پزشکی از دید تئوریک بررسی نماییم.

بنیاد ملی سلامت آمریکا (NIH)، به عنوان بزرگترین نهاد پزشکی جهان، بهترین پروژه‌های پیش آهنگ را برای آغاز برنامه‌های میان رشته‌ای در انستیتوهای تحت نظارت خود به اجرا در آورده است و بسیاری پروژه‌های پژوهشی میان رشته‌ای را در قالب کنسرسیوم‌های میان رشته‌ای، جهت حل مسائل پیچیده و غامض سلامت و بیماری، سامان

داده است. از این رو تلاش می‌کنیم کـه بـه توصـیف این پروژه‌ها بپردازیم.

هدف بنیاد ملی سلامت آمریکا آن است که مرزبنـدی بخشـی را در فضـای آکادمیـک از میـان برداشـته و همکـاری را میـان انیسـتیتوهای تحـت حمایت خود افزایش داده و پل‌هـایی را میـان علـوم زیستی و علوم فناوری و اجتماعی برقرار سازد.

در این بنیاد، کنسرسیوم‌هایی بـرای فـراهم آوردن فضایی جهت انجام پروژه‌های میـان رشـته‌ای در عرصه‌ی سلامت طراحی شده است. مـا در اینجـا به معرفی ۹ کنسرسیوم پژوهش‌های میـان رشـته‌ای این بنیاد می‌پردازیم.

سیسـتم مـدیریت پیچیـده‌ی چنـد وجهـی هدایت مشارکت و همکاری پژوهشگران گونـاگون در پروژه‌های پیچیده‌ی این کنسرسیوم‌ها، خود جنبشی بسیار نوآورانه بوده که می‌تواند بسیار آموزنده باشد.

در اینجا سزاوار است از جناب آقای دکتـر باقر لاریجانی، رئیس محترم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و رئیس کرسـی نظریه پردازی فلسفه، فقـه و اخـلاق پزشـکی کـه بزرگوارانه پیشنهاد این نوشتار را فرموده و مشـوق ایـن حقیـر در راه پـژوهش و مطالعـه پیرامـون مطالعـات میـان رشـته‌ای بـوده‌انـد، صـمیمانه سپاسگزاری نمایم.

همچنین از جناب آقای دارا جوکـار کـه در یافت منابع پژوهش، بازآفرینی تصاویر و ویرایش متن از هیچ کوششی فروگذاری ننمودند و نیـز از سـرکار خانم فاطمه مرزوقی کـه شـکیبانه حروفچینـی‌هـای متوالی متن را پذیرفتند؛ سپاسگزاری می‌نمایم.

بی‌شـک نوشـتار کنـونی کـه در جسـتجوی معرفی پایه‌های تئوریک رهیافت میان رشته‌ای و نیز چگـونگی شـکل‌گیـری تـیم‌هـای علمـی و کـاربرد مطالعات میان رشته‌ای درعلوم پزشکی است، بسـیار پرنقص و عیـب اسـت. امیـد اسـت اندیشـه ورزان و جستجوگران عرصه‌ی دانش، نه تنها این حقیـر را از لغـزش‌هـای روی داده آگـاه نماینـد، بلکـه خـود بـا آفرینش کتب و مقالات عالمانه، جامعه‌ی پزشکی رو به رشد پرشتاب ایران را غنا بخشند.

دکتر ایرج نبی پور

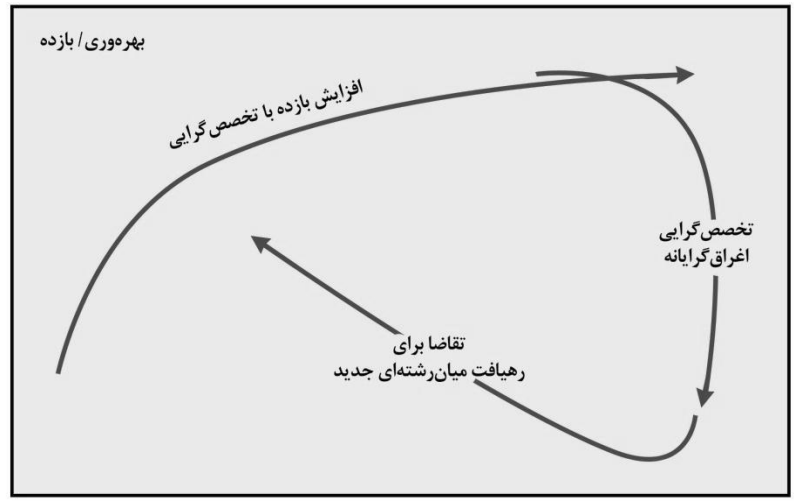
عضو کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

چیستی میان رشته‌ای

ما اکنون در جهانی پیچیده زندگی می‌کنیم و پیوسته اطلاعات گوناگون را از آموزش و تجربه‌های خود برداشت و در هم ادغام می‌نماییم تا بتوانیم همگام با روند تصمیم‌گیری، پدیده‌ها را تفسیر نموده تا به یک درک عمومی از جهان پیرامون خود دست یابیم. این فرآیند، رخنمودی از نگرش میان رشته‌ای را نمایان می‌سازد.

در طول یکصد سال گذشته، پایه‌های آموزش عالی بر روی رشته‌های آکادمیک استوار بوده است تا با تولید دانش نوین، یک فرآیند مورد قبول را ارائه دهد. این مدل رشته محوری، در اکثر دانشگاه‌ها حاکم بوده و بر جریان منابع به سوی آموزش، پژوهش و دیگر فعالیت‌های دانشگاهی، سیطره داشته است. این مدل رشته محوری، بر گرده‌ی خود، تخصص‌گرایی را رواج داده است. در تخصص‌گرایی، متخصصین یک رشته به پالایش تئوری‌ها، روش و فناوری‌های خود پرداخته و به گسترش مرزهای دانش در گستره‌ی رشته خود می‌پردازند. رهیافت میان رشته‌ای، نه تنها هرگز این سودمندی نهفته در رهیافت رشته محوری را ریشه‌کن نمی‌کند، بلکه بیشتر بنیان خود را بر نهاد توانمندی‌های مدل رشته محوری، می‌نهد.(۱)

به زبان دیگر، همان‌گونه که کلین (Klein) و نیوول (Newell) بیان کرده‌اند: "مطالعات میان رشته‌ای به صورت یک فرآیند پاسخ به یک پرسش، حل مسئله و پرداختن به موضوعی است که



تصویر ۱ - فزونی در تخصص‌گرایی می‌تواند موجب افت بهره‌وری/ بازده شود.

در ماهیت چنان گسترده و یا پیچیده می‌باشد که نمی‌توان به اندازه‌ی کافی با یک رشته یا تخصص به آن پرداخت.“(۲)

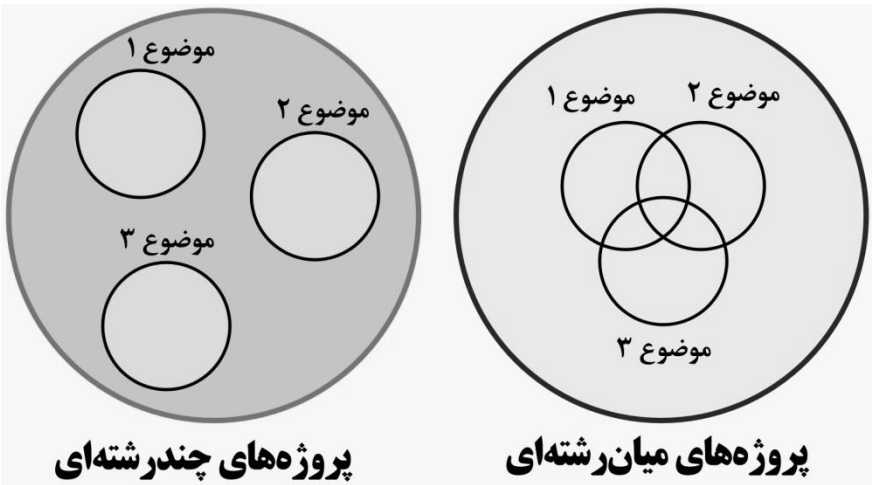
از آن‌جا که تخصص‌گرایی موجب جدا یافتگی دانشمندان به صورت جزیره‌هایی به دور از هم می‌شود و یا در گفتار ترمینولوژی فلسفه‌ی علم، دانشمندان را در سیلو یا کلبه‌های دانش که به صورت تک به تک افتاده‌اند، گرفتار می‌کند، توسعه‌ی علم در چنین شرایطی به دشواری و یا به صورت ناممکن جلوه می‌نماید.(۳) این موضوع به ویژه در علوم سلامت که با گستره‌های پیچیده‌ای سر و کار دارد، بسیار نمایان است. چنین است که بنیاد سلامت آمریکا (NIH)، مطالعات میان رشته‌ای را به عنوان دانشی مورد نیاز قلمداد نموده است و به آن در طراحی نقشه‌ی علمی آمریکا در گستره‌ی سلامت، اولویتی آشکار داده است.(۴)

نقشه‌ی علمی آمریکا در گستره‌ی سلامت که یک الگوی راهبردی جدید برای سرمایه‌گذاری بنیاد علمی آمریکا است، پژوهش میان رشته‌ای را این گونه توصیف نموده است: ” هم آغوشی توانمندی‌های تجزیه و تحلیلی دو یا چند رشته‌ی جدای علم، برای حل یک مسئله‌ی زیستی. برای مثال، دانشمندان علوم رفتاری، زیست‌شناسان مولکولی و ریاضی‌دانان می‌بایست ابزارهای پژوهشی، رهیافت‌ها و فناوری‌های خود را ترکیب نموده تا مسائل پیچیده‌ی سلامت مانند درد و چاقی را با توان بیشتر حل کنند. با درهم‌تنیدگی رشته‌های به ظاهر بدون وابسته به هم، شکاف‌های سنتی در ترمینولوژی، رهیافت و روش‌شناسی به آهستگی محو می‌شوند. با برداشت موانع سد راه مشارکت، گردهمایی واقعی اندیشه‌ها نمود یافته و افق چشم‌انداز پژوهشگران مسائل زیست پزشکی گسترده

گشته و بینش‌های غیرقابل انتظار و تازه‌ای فراهم آمده و حتی به زایش رشته‌های هیبرید جدید منتهی می‌گردد که از دیدگاه تجزیه و تحلیلی، بسیار عالمانه خواهند بود."(۵)

هر چند تعاریف متنوعی برای میان رشته ای درگستره‌های گوناگون بیان شده است ولی در این ادبیات هنوز نمی‌توان به یک تعریف قابل قبول برای پژوهش میان رشته‌ای که دارای ویژگی کافی باشد دست یافت؛ تا این تعریف موجب تسهیل فعالیت‌هایی همچون شناسایی شایستگی‌ها، ساختار و منابع مورد نیاز برای مراقبت‌های سلامت و سیاست‌گذاری در گستره‌ی سلامت شود.(۴)

با این وجود، در این نوشتار تلاش می‌شود که در لابه‌لای تعاریف میان رشته‌ای که در ادبیات رایج علمی موجود است، به چیستی میان رشته‌ای بپردازیم. امّا در نخست پسندیده است که چند رشته‌ای (Multidisciplinary) را تعریف کرده و به تفاوت‌های آن با میان رشته‌ای، نیم نگاهی افکنیم.

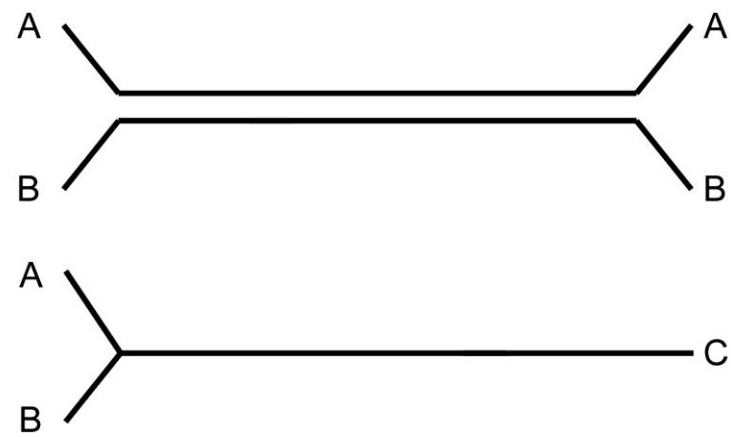


تصویر ۲ - مقایسه‌ی پروژه‌های چندرشته‌ای با پروژه‌های میان‌رشته‌ای

چند رشته‌ای (Multidisciplinary)

در فرآیند چند رشته‌ای، مشارکت میان شرکت کنندگانی که پیش زمینه‌های گوناگونی دارند صورت می‌گیرد. هر شرکت کننده در پژوهش و آموزش چند رشته‌ای، با توانمندی‌های تخصصی رشته‌ی خود، مشارکت می‌کند. در این مشارکت، افراد با تخصص‌های رشته‌ای خود، وظایف متفاوتی را برای حل مسئله‌ی پیش رو که در پروژه‌ی مشترک وجود دارد از خود نشان می‌دهند، امّا در هنگام کار بر روی این مسئله، از مرزهای دانش رشته‌ای خود فراتر نمی‌روند.(۶)

بر اساس تعریف روزنفیلد (Rosenfield)،



تصویر ۳ - تفاوت میان رهیافت‌های چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای

پروژه‌های چند رشته‌ای، پروژه‌هایی هستند که پژوهشگران حوزه‌های گوناگون، روش‌ها و ایده‌های رشته‌های خود را برای تجزیه و تحلیل پرسش پژوهشی ویژه‌ای، عرضه می‌دارند.(۷)

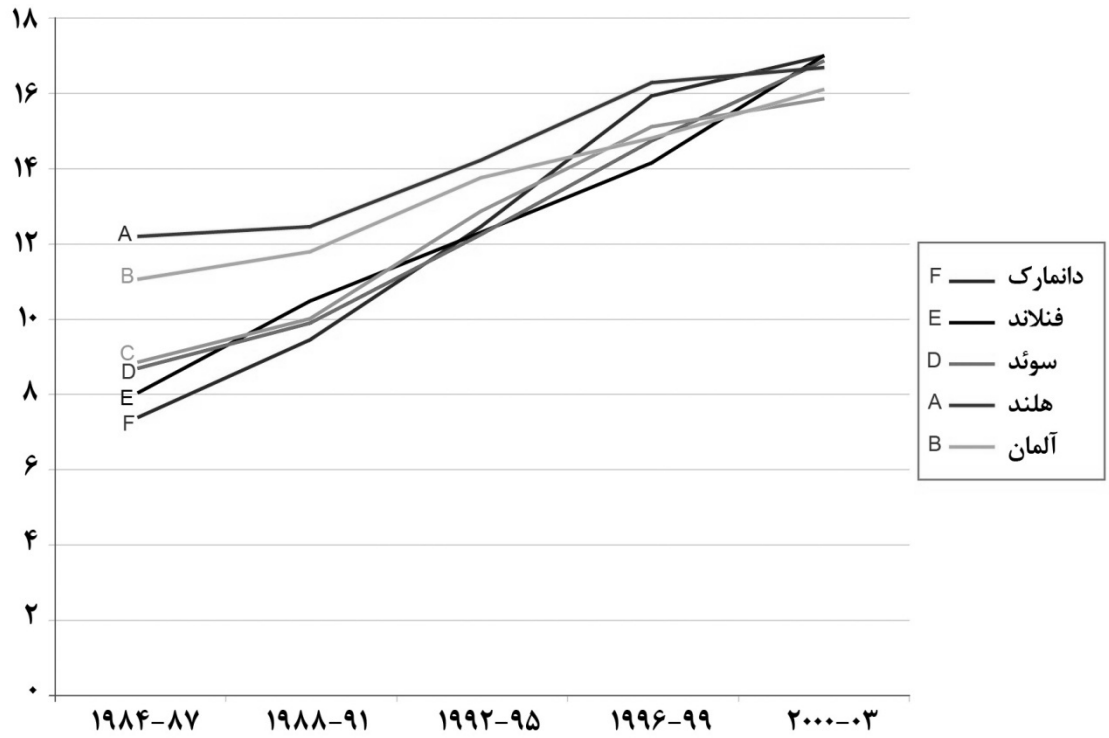
در پژوهش چند رشته‌ای، مشارکت متنوعی از رشته‌ها بر روی یک برنامه‌ی پژوهشی وجود دارد؛ بدون آن‌که یک درهم‌تنیدگی (Integration) در مفاهیم، معرفت‌شناسی و روش‌شناسی روی دهد. درجه‌ی درهم‌تنیدگی بین رشته‌ها فقط تا مرز پیوستگی در نتایج پژوهش، پیش می‌رود.(۸)

در یک گروه چند رشته‌ای در حوزه‌ی سلامت، ارائه دهندگان خدمات سلامت در صدد درمان بیماران به صورت مستقل هستند ولی اطلاعات خود را با یکدیگر به مشارکت می‌گذارند. امّا این در نهایت بیمار است که دریافت کننده‌ی نهایی مراقبت است.(۹)

میان رشته‌ای (Interdisciplinary)

در رهیافت میان رشته‌ای، نه تنها بر روی یک پروژه‌ی مشترک کار می‌شود، بلکه یک درهم‌تنیدگی یا ائتلافی نیز در روش‌ها، تئوری‌ها و مفاهیم رشته‌های گوناگون روی می‌دهد.(۶)

بر اساس دیدگاه روزنفیلد، پروژه‌های میان رشته‌ای شامل داد و ستدِ بسیار نزدیک‌تر و مشارکتی‌تر در میان پژوهشگران حوزه‌های گوناگون است که بر روی یک مسئله‌ی مشترک کار



تصویر ۴ - مقالات چاپ شده‌ی میان‌رشته‌ای به نسبت کل مقالات چاپ شده (به درصد) در چند کشور

می‌کنند.(۷)

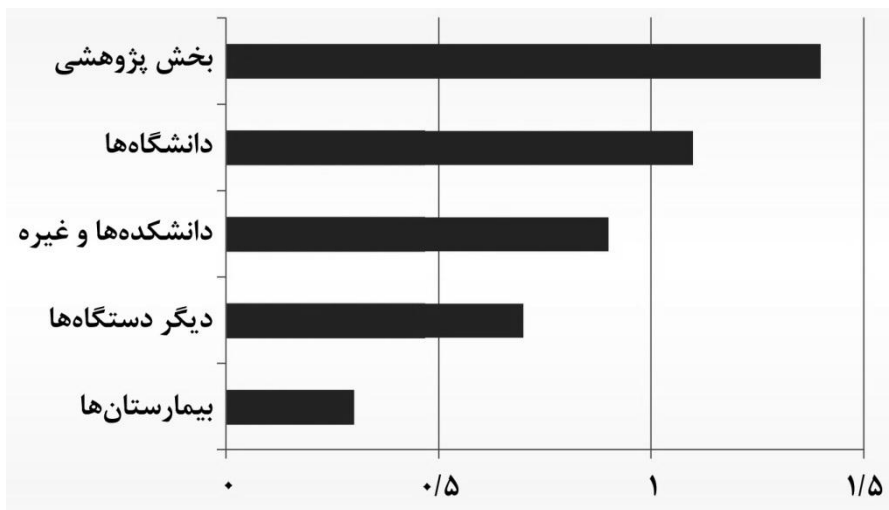
به زبان دیگر، پژوهش میان رشته‌ای، یک مشارکت در میان چند رشته می‌باشد که مفاهیم، روش‌شناسی و معرفت‌شناسی میان آن‌ها، داد و ستد و در هم تنیده گردیده و به غنای متقابل مشارکت کنندگان می‌انجامد.(۸) یک گروه میان رشته‌ای در گستره‌ی سلامت، سطح ژرفی از مشارکت را می‌جوید (در مقایسه با گروه چند رشته‌ای)؛ آن گونه که افراد با زمینه‌های گوناگون، دانش خود را متقابلانه ترکیب نموده و بدین سان سطوح گوناگونی از مراقبت‌های طرح ریزی شده‌ی سلامت را کامل می‌نمایند.(۹)

برای تمایز رهیافت چند رشته‌ای و میان رشته‌ای، باید افزود که رهیافت چند رشته‌ای، چشم‌اندازهای رشته‌ای و تخصصی را کنار هم گذاشته و به دانش، اطلاعات و روش‌های موجود وسعت می‌دهد. اما هنوز در این رهیافت، رشته‌های تخصصی، ندای مجزای خود را در یک آرایش دانشنامه‌ای حفظ می‌کنند. اعضای یک گروه

پژوهشی یا آموزشی، کار خود را به صورت جدا انجام داده و یا گزارش‌های جداگانه‌ای فراهم می‌آورند. برعکس، رهیافت میان رشته‌ای، داده‌ها، روش‌ها، ابزارها، مفاهیم و تئوری‌های رشته‌های جدا از هم را در هم تنیده و به یک دیدگاه جامع یا درک مشترک از یک مسئله‌ی پیچیده نائل می‌آید.

در رهیافت میان رشته‌ای، آن‌چه مشارکت کنندگان از خود به نمایش می‌گذارند، فراتر از یک جمع ساده‌ی اجزاء با هم است. افراد شرکت کننده در گروه پژوهشی میان رشته‌ای، همبستگی خود را در قالب یک جامعه‌ی جدید از دانندگانِ که با یک زبان میانی جدیدِ هیبریدی گفتمان می‌کنند، نشان می‌دهند. آن‌ها در یک فرآیند یادگیری متقابل، با توان به اشتراک‌گذاری همگن درگیر می‌شوند و در ساخت چارچوب‌های در هم تنیده‌ای که اساس بر پایه‌ی اشتراک‌گذاری پیش‌رونده‌ای از کار تئوری و تجربی است، تلاش می‌کنند. پس دیگر این فرآیند یک به اشتراک گذاری داده‌ها و هم‌ترازی ساده نخواهد بود. افراد شرکت کننده در یک فرآیند میان رشته‌ای، بینش‌ها و ارتباطات رشته‌ای جدید و نیز ساختارهای ائتلافی نوینی را پدید می‌آورند.(۱۰)

در هر صورت، تجزیه و تحلیل میان رشته‌ای، به در هم تنیدن دانش‌های گوناگون که به موضوع مورد پژوهش می‌پردازند، نیاز دارد. دانسته‌ها، مفاهیم، ابزارها و قوانین هر رشته، در رهیافت میان رشته‌ای مورد هم‌سنجی قرار گرفته و به شیوه‌ای ترکیب می‌گردند که درک حاصله از این رهیافت، ژرف‌تر از حاصل جمع ساده‌ی تک تک رشته‌ها خواهد بود. با این وجود، این درهم‌تنیدگی رشته‌ای به معنای آن نخواهد بود که همیشه پیامد تجزیه و تحلیل میان رشته‌ای یک راه‌حل آماده، ساده و آراسته خواهد بود که در آن تمام

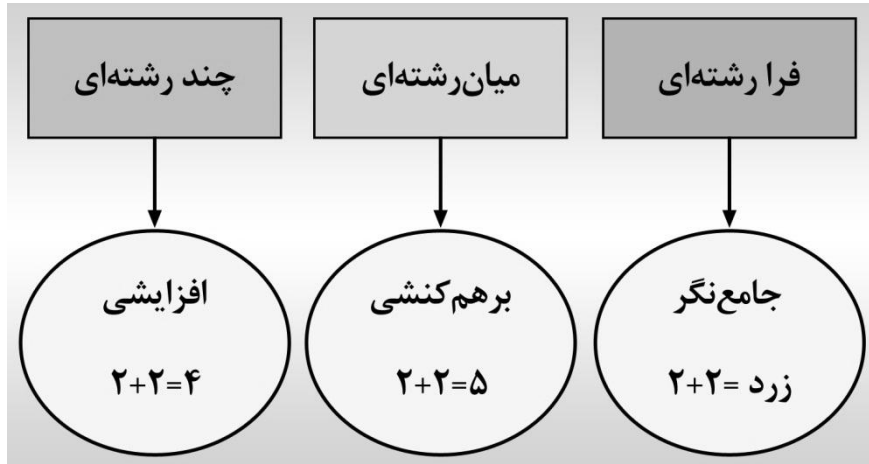


تصویر ۵ - مقایسه‌ی میزان فعالیت میان‌رشته‌ای در دستگاه‌ها و بخش‌های گوناگون

تصویر ۶ - برای تولید دانش، به هر دو نوع رهیافت رشته‌ای و میان‌رشته‌ای نیاز است و توسعه‌ی رهیافت میان‌رشته‌ای هرگز نباید به این صورت قلمداد شود که دیگر به علوم رشته‌ای نیازی نیست.

تناقض‌های میانِ رشته‌ها برطرف شده باشد. در حقیقت، در مطالعات میان رشته‌ای به یک آشفتگی برخورد می‌کنیم که نتیجه‌گیری‌های ضد و نقیض و کشمکش‌های توأمان آن ممکن است نه تنها درک ژرف‌تری را ایجاد کنند بلکه همین تناقض‌ها و تنش‌ها است که بر سلامت رهیافت میان رشته‌ای گواهی می‌دهند. به زبان دیگر، تجزیه و تحلیل میان رشته‌ای که در فضای کشمکش‌ها و تناقض‌های سامانه‌های رشته‌های گوناگون دانش که با هدف خلق دانش جدید انجام می‌شود، اغلب به عنوان ویژگی عملکرد یک رهیافت میان رشته‌ای غنی قلمداد می‌گردد.(۱)

باید در نظر داشت که همه‌ی رهیافت‌های میان رشته‌ای، همانند یکدیگر نیستند. میدان دید و قلمرو، یک عامل عمده می‌باشد. رهیافت میان رشته‌ای کم دامنه، رشته‌هایی را با پارادایم‌ها و روش‌ها، تئوری‌ها یا مفاهیم کم و بیش همانند را شامل می‌شود. آن‌ها همچنین از لحاظ مفهومی و یا تاریخی نیز به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. بدین سان، در هم تنیدگی کمتر مسئله‌زا است؛ زیرا رشته‌های همسایه در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. برای مثال شیمی و داروشناسی، ریاضیات و فناوری اطلاعات، انسان‌شناسی و تاریخ در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در رهیافت میان رشته‌ای گسترده، رشته‌ها از ماهیت، با یکدیگر بسیار متفاوت هستند. دامنه‌های دانش و یا رشته‌ها از لحاظ مفهومی از یکدیگر دور بوده و از این رو درهم‌تنیدگی آن‌ها پیچیده می‌باشد. زیرا مفاهیم، تئوری‌ها و شیوه‌های آن‌ها بسیار با یکدیگر تفاوت دارند؛ مانند قانون و پزشکی، سلامت عمومی و مهندسی محیط زیست، زبان‌شناسی و پاتولوژی بالینی.



تصویر ۷ - تجسم ریاضی مفاهیم چندرشته‌ای، میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای

فرارشته‌ای (Transdisciplinary)

از دیدگاه روزنفیلد پروژه‌های فرارشته‌ای پروژه‌هایی هستند که پژوهشگران از طیف‌های گوناگون، نه تنها با یکدیگر به صورت نزدیک بر روی یک مسئله‌ی مشترک در یک گستره‌ی زمانی کار می‌کنند بلکه یک چارچوب مفهومی مشترک از مسئله را می‌آفرینند که این مدل مفهومی چشم‌اندازهای رشته‌های جدا از هم را درهم‌تنیده و بر جدایی آن‌ها چیرگی می‌یابد.(۷)

از این رو، می‌توان فرارشته‌ای را نوع ویژه‌ای از میان رشته‌ای دانست که در آن مرزهای میان و فراتر از رشته نیز در نوردیده می‌شوند و از این گذر، دانش و چشم‌اندازهای رشته‌های علمی گوناگون و نیز منابع غیرعلمی با یکدیگر ائتلاف می‌یابند.(۸)

در گستره‌ی علوم سلامت، رهیافت فرارشته‌ای به رهیافت‌هایی اطلاق می‌شود که علوم طبیعی، اجتماعی و سلامت را در یک زمینه‌ی علوم انسانی در هم تنیده و با این کنش مرزهای سنتی این علوم درنوردیده می‌شوند.(۱۱)

به زبان دیگر، رهیافت‌های فرارشته‌ای، چارچوب‌های جامعی هستند که میدان کم دامنه‌ی چشم‌اندازهای رشته‌ای را در نوردیده و همچون ساختاری یکتا، بر فراز چشم‌اندازهای رشته‌ای، گنبد خود را می‌گسترانند. مثال‌های برجسته‌ی رهیافت فرارشته‌ای را می‌توان در تئوری عام سیستم‌ها، ساختارگرایی، مارکسیسم، علوم سیاسی، فمینیسم، بیولوژی اجتماعی، نظریه‌ی پایداری (Sustainability) و نظریه‌ی علوم فرارشته‌ای در پژوهش‌های سرطان جستجو کرد. در نظریه علوم فرارشته‌ای در پژوهش‌های سرطان، چارچوب‌های تئوریک سیستمی برای تعریف و تجزیه و تحلیل عوامل ریشه‌ای و نهادی، زیست محیطی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی سلامت و تندرستی انسان تعریف شده‌اند.

از چندی پیش نیز واژه‌ی فرارشته‌ای به مدل جدیدی از تولید دانش اشاره دارد که در نظریه‌ی پایداری به آن تأکید شده است. در این مدل، دانش رشته‌های گوناگون در پس زمینه‌ی مهارت، دانش سازمان‌ها، شرکاء و نیز دانش تمام ذی‌نفع‌های جامعه در هم تنیده می‌شود. بدین سان، محصول فرارشته‌ای از جمع اجزای آن بزرگ‌تر جلوه می‌نماید؛ زیرا میدان فرادید این تلاش دسته جمعی بسیار جامع‌تر خواهد بود. این درحالی است که خود اجزاء نیز بسیار متنوع‌تر هستند.(۱۲)

چند رشته‌ای	میان‌رشته‌ای	فرا رشته‌ای
کار با چندین رشته	کار میان چندین رشته	کار به صورت تقاطعی و فراتر از چندین رشته
شامل بیش از دو رشته	شامل بیش از دو رشته (معمولاً به عملکرد دو جانبه‌ی دو رشته می‌پردازد)	شامل داشمندان رشته‌های مربوط و نیز ذی‌نفع‌ها، غیردانشمندان و شرکت‌کنندگان غیر آکادمیک می‌شود.
اعضای رشته‌های گوناگون به صورت مستقل بر روی جنبه‌های مختلف یک پروژه به صورت موازی یا متوالی کار می‌کنند.	اعضای رشته‌های گوناگون با یکدیگر بر روی یک پروژه به صورت پیوند یافته و مشترک کار می‌کنند.	اعضای رشته‌های گوناگون بر روی یک چارچوب مفهومی مشترک کار می‌کنند.
اهداف فردی در حرفه‌های گوناگون	اهداف سهم یافته و مشترک	اهداف و مهارت‌های سهم یافته و مشترک
شرکت کنندگان نقش‌های جداگانه ولی به هم پیوسته دارند و این نقش‌ها برخاسته از رشته‌ی تخصصی شرکت کنندگان است.	شرکت کنندگان نقش‌های مشترک دارند و هر چند هنوز این نقش‌ها برخاسته از رشته‌ی آن‌ها است ولی افراد، پاره‌ای از منظرهای نقش‌های رشته‌ای خود را فرونهاده‌اند.	شرکت کنندگان از نقش‌های رشته‌ای خود رها شده‌اند و یک نقش برخاسته از چارچوب مفهومی مشترک از خود ارایه می‌دهند.
مرزهای رشته‌ای را به چالش نمی‌کشد.	مرزهای رشته‌ای تیره و نامشخص می‌شوند.	از مرزهای رشته‌ای فراتر می‌رود.
جمع جبری و پیش هم گذاری رشته‌ها	درهم‌تنیدگی و سنتز رشته‌ها	درهم‌تنیدگی، آمیختگی، یکسان‌سازی، درهم‌آمیزش، یک‌پارچه‌سازی و هم‌سازی رشته‌ها، دیدگاه‌ها و رهیافت‌ها
افزایشی، درهم‌آغوشی، همکارانه‌ای	تعاملی، درهم‌آغوشی، همکارانه‌ای	جامع‌نگرانه، درهم‌آغوشی، همکارانه‌ای و تعالی‌گرایانه
از دیدگاه گرافیکی مانند دو حلقه‌ی کاملاً جدا از هم	از دیدگاه گرافیکی مانند دو حلقه که مقداری هم‌پوشانی دارند.	از دیدگاه گرافیکی مانند حلقه‌ی سومی که دو حلقه، که مقداری هم دیگر را پوشانده‌اند را بپوشاند که این حلقه‌ی سوم اشاره به ذی‌نفع‌ها و شرکت‌کنندگان غیرآکادمیک دارد.

تصویر ۸ - مقایسه‌ی رهیافت‌های چند رشته‌ای، میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای

پیش‌ران‌های رهیافت میان رشته‌ای

برای درک جهان، دانشمندان ناچارند که به سوی مرز ناشناخته‌ها، به ویژه به سوی چالش‌های سترگ، پیش روند. چالش‌هایی که با پرسش‌های بس سترگ و پیچیده همراه هستند؛ مانند چگونه گیتی آفریده شده است؟ فرآیندهای فیزیکی که آب و هوا را کنترل می‌کنند کدامند؟ ظرفیت زیست کره چیست؟ این چالش‌ها، سفر در فراتر از مرزهای علوم رشته‌ای را طلب می‌کنند.

یک دانشمند ممکن است با کاربرد پروژه‌های میان رشته‌ای به بسیاری از پیش‌ران‌ها (Drivers) واکنش نشان دهد. چهار پیش‌ران که در زیر به آن‌ها اشاره خواهد شد، نمونه‌هایی را فراهم می‌آورند که نشان می‌دهند چرا دانش و علم مهندسی امروز به کار میان رشته‌ای نیازمند است.

الف/ پیچیدگی درونی طبیعت و جامعه

جامعه‌ی انسانی در شرایط طبیعی خود با سیستم‌هایی بس پیچیده در چالش است که از نیروهای بی‌شماری اثر می‌پذیرند. برای مثال، امکان‌پذیر نیست که آب و هوای زمین را بدون در نظر گرفتن اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها، یخ دریاها، اجزای جوی، تابش خورشیدی، فرآیندهای حمل و نقل، کاربرد زمین، پوشش زمین و دیگر فعالیت‌های انسان شناسانه و مکانیسم‌های بازخوردی که این "سیستم و زیرسیستم‌ها" را پیوسته می‌دارند در مقیاس زمان و مکان، مطالعه کرد.

تصویر ۹ - پیش‌ران‌های میان‌رشته‌ای

درک کامل پیش بینی کننده و یا توصیفی این موضوع، به کاربرد بسیاری از رشته‌های علوم نیاز دارد. غالب اوقات، پیچیدگی طبیعت، شگفتی‌ساز است و برای آشکارسازی رازهای آن می‌بایست، تفکر و تجربه را طلب نمود.

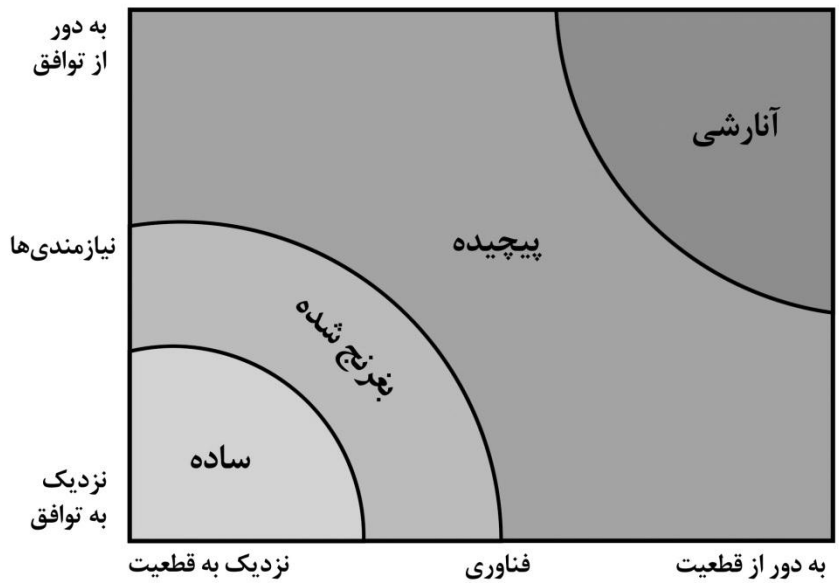
پروژه‌ی نقشه‌ی ژنوم انسانی یک پروژه‌ی پیچیده بوده که آشکارسازی آن، بسیاری از گستره‌های علوم را مانند علوم محاسبه‌گرایانه و بیولوژیک را به مشارکت فرا خواند.(۱۳)

همچنین امروز انسان با مباحث بسیار پیچیده‌ای در گستره‌ی جامعه‌ی انسانی و علوم انسانی رو در رو است که از فرهنگ صناعی، ادبیات، هنر دیداری (فیلم، نقاشی و مجسمه سازی) تا هنر نمایشی (تئاتر، رقص و سرایش‌های موسیقیایی) را شامل می‌شود. چنین است که برای رویارویی با این چالش‌ها، می‌بایست از رهیافت میان رشته‌ای سود جست.

از سوی دیگر، یکی از منظرهای پیچیدگی جهان واقعی، وجود پیچیدگی در ماهیت شغل است. امروزه، آن‌چه ما انجام می‌دهیم بیش از پیش، آغشته به دانایی شده است و به زبان " اقتصاد دانایی محور"، فعالیت‌های انسان به صورت فزاینده‌ای با دانایی در هم آمیخته است و چنین است که در اقتصاد دانایی محور، به دانایی همچون کالایی لمس ناپذیر نگریسته می‌شود که در موفقیت فرآیند تولید کالای لمس‌پذیر نقش حیاتی ایفاء می‌نماید.(۱۴)

از این رو، با شکل‌های جدیدی از کار روبرو می‌شویم که کارگران این نوع کار را " تحلیل‌گر سمبولیک (Symbolic Analyst)" می‌نامند. کار این نوع از کارگران دانایی، شبیه‌سازی لمس ناپذیر برای

تولید نتایج لمس‌پذیر است. بر اساس تعریف رابرت ریش (Robert Reich)، تحلیل‌گران سمبولیک شامل مهندسین، وکلای دادگستری، دانشمندان، مجریان، روزنامه نگاران، مشاورین و دیگر کسانی هستند که با پردازش اطلاعات و سمبل‌ها، با مغز خود کار می‌کنند و به آن‌ها کارگران ذهنی نیز می‌گویند.(۱۴)



تصویر ۱۰ - طیف فرآیند پیچیدگی

دانشمندان با روش‌های شبیه‌سازی، مدل‌های تئوریکی می‌آفرینند که این مدل‌ها ویژگی‌هایی دارند که در صنعت داروسازی به کار برده می‌شوند. همچنین یک تحلیل‌گر مالی با شبیه‌سازی می‌تواند نشان دهد که چگونه بعضی از ترکیب‌های سرمایه‌گذاری در گستره‌ای از شرایط بازار، به بازده می‌انجامد. به همین دلیل، علم تجارت به صورت فزاینده‌ای سیمای میان رشته‌ای به خود گرفته است زیرا تجارت در شرایط محیطی بس پیچیده انجام می‌شود که برای رویارویی با این پیچیدگی‌ها به مهارت‌های میان رشته‌ای نیاز است.(۱۵)

از سوی دیگر، شناخت و تحلیل خوشه‌های کسب و کار و شبکه‌سازی و ساخت شبکه‌های دانایی که در رشد و بالندگی اقتصاد دانایی محور و تجارت دانایی نقش اساسی دارند، توسط علوم میان رشته‌ای امکان‌پذیر می‌باشد.(۱۴)

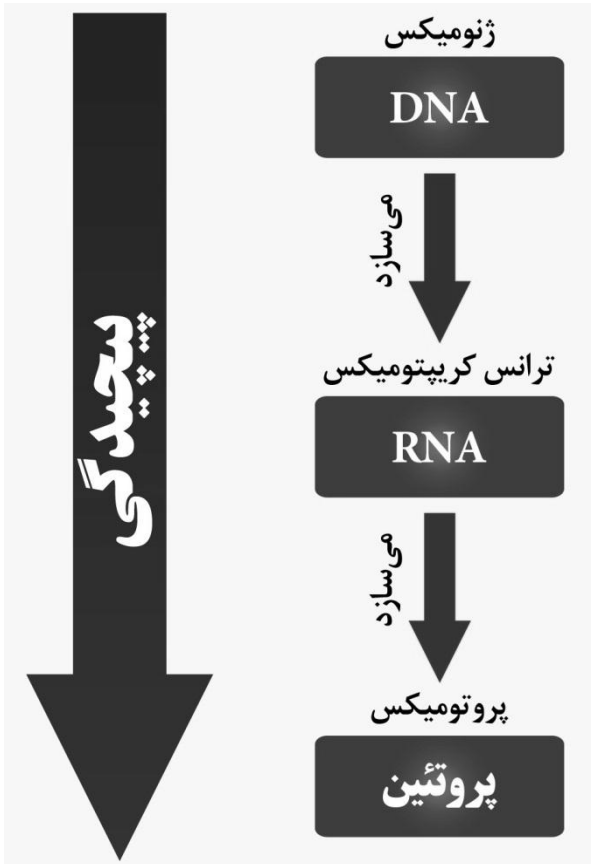
ب/ تمایل به کاوش مسائل پژوهش پایه‌ای در سطح مشترک رشته‌ها

بسیاری از پرسش‌های علمی جالب در سطح مشترکِ میانِ رشته‌ها و یا در فضای سفید، بر روی نگاره‌ی سازمانی سازمان‌ها و شرکت‌ها دیده می‌شوند. کاوش در سطح مشترک و نقطه‌ی تماس علوم رشته‌ای، جستجوگران را به فراتر از مرزهای

دانش رشته‌ای خود سوق داده و زمینه‌ی دعوت از پژوهشگران گستره‌های تکمیلی را فراهم می‌آورد. گام زدن در نقطه‌ی تماس دو رشته، حتی می‌تواند همچون تکانه‌ای جهت ایجاد یک رشته‌ی میان رشته‌ای نقش ایفاء کند.

هنگامی که علم زیست‌شناسی، سیمای کمّی به خود می‌گیرد، هم‌پوشانی آن با علوم ریاضی و فیزیک افزایش می‌یابد. امروزه، توان محاسبه‌ای و آماری ریاضیات و نیز تسهیلات تحقیقاتی علوم فیزیکی، برای ترسیم یافته‌های علوم اپیدمیولوژی، ژنومیک، پرتومیک، زیست‌شناسی ساختاری و اکولوژی مورد نیاز می‌باشند. در بحث مسائل میان رشته‌ای توسعه‌ی پایدار، علوم اکولوژی و اقتصاد، وارد گستره‌ای مشترک می‌شوند که به زایش علم میان رشته‌ای اقتصاد اکولوژیک می‌انجامد. علم اقتصاد اکولوژیک در درک مشترک میان اقتصاددانان و اکولوژیست‌ها و درهم‌تنیدگی اندیشه‌های آن‌ها تلاش می‌کند.(۱۳)

گستره‌ی علوم شناختی نیز در جستجوی پاسخ به پرسش‌هایی است که یک رشته‌ی ویژه نمی‌تواند آن‌ها را پاسخ دهد. امروزه، گستره‌ی علومِ شناختی، علوم دیگر را مانند علوم انسان‌شناسی، هوش مصنوعی، علوم اعصاب، آموزش، زبان‌شناسی، روان‌شناسی و فلسفه را در خودپذیرفته است. شاید



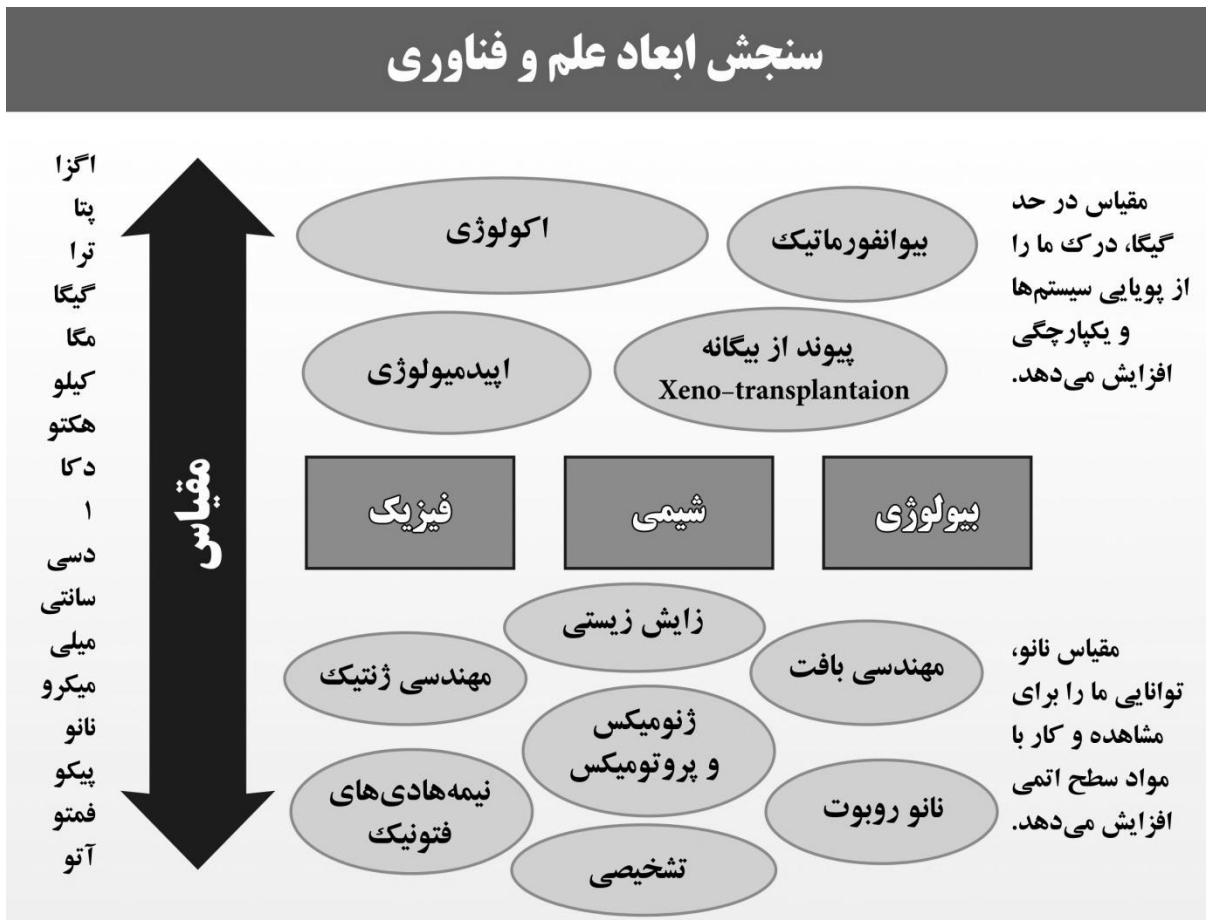
تصویر ۱۱ - پیچیدگی فرآوری داده‌های ژنومیک از سطح ژنوم تا پروتئوم

بهترین زمین بارور برای توسعه‌ی گستره‌های میان رشته‌ای در دهه‌های اخیر را در سطح تماس مشترک علوم رفتاری، زیست‌شناسی، اجتماعی و سلامت بتوان مشاهده کرد.

تمایل به گذر از مرز رشته‌ها و کاوش در مسائل پژوهشی پایه را می‌توان در نقشه‌ی علمی بنیاد

ملّی سلامت آمریکا (NIH) به رهبری دکتر زرحونی (Zerhouni) یافت که اساس آن برپایه‌ی این تفکر شکل گرفت که درک ترکیبی از رویدادهای مولکولی که به بیماری می‌انجامد، تلاش مشترک تیم‌های پژوهشی شامل ترکیبی از علوم رشته‌ای، مهارت‌ها، روش‌ها و فناوری‌های نوین را می‌طلبد.(۱۵)

در پژوهش‌های میان رشته‌ای گستره‌ی سلامت در نقشه‌ی بنیاد ملّی آمریکا، با گردهمایی واقعی مغزها و اندیشه‌های علوم رشته‌ایِ گوناگون، بینش‌های غیرقابل انتظار و تازه‌ای بوجود خواهد آمد که منتهی به علوم میان رشته‌ای جدیدی می‌شوند که از لحاظ دیدگاه تجزیه و تحلیلی، بسیار نبوغ آمیز



تصویر ۱۲ - گستره‌ی ابعاد علم و فناوری از مقیاس میکرو تا ماکرو

به نظر می‌رسند. از این رو، با اختصاص جوایز جدید جهت تأسیس تیم‌های تحقیقاتی میان رشته‌ای، بنیاد ملّی سلامت امید دارد بتواند تحقیق در زمینه‌ی بیماری‌های مورد علاقه‌ی تمام واحدها را شتاب داده و چشم‌انداز رو به گسترشی را برای سلامت توده‌ی مردم در سطح ملّی فراهم آورد.(۵)

در هر صورت، در همین گستره‌های تماس علوم است که مفهوم "هم‌رخدادی (Consilience)" به معنای " گذر با یکدیگر " از مرز رشته‌ها " جهت خلق زمینه‌ی کاری مشترک برای توصیف " نمود یافته و نویددهنده‌ی پیشرفت‌های علمی و انسانی می‌گردد. بر اساس همین "هم‌رخدادی" است که در فراتر از مقیاس رشته‌ای، روش‌های محاسبه گرایانه‌ی نیرومند، کان‌کنی داده‌ها (Data Mining)، شبیه‌سازی و هوش مصنوعی می‌توانند ما را در ساخت مدل‌های " پایین به بالا " سیستم‌های بسیار پیچیده یاری کنند.(۱۶)

از نمونه‌های قابل توجه که نشان می‌دهد چگونه در سطح مشترکِ تماسِ رشته‌های گوناگون علوم، شاهد پژوهش‌های زاینده باشیم، برنامه‌ی بین‌المللی زمین - زیست‌کره است که به عنوان یکی از بزرگترین تلاش‌های پژوهشی بین‌المللی میان رشته‌ای قلمداد می‌شود. این برنامه از آغاز، تمام پیش‌ران‌های عمده‌ی پژوهش میان رشته‌ای را از خود بازتاب داد. برنامه با پیچیدگی طبیعت، برهم‌کنش میان توده‌ی زمین، اقیانوس‌های هوا و آب و اشکال زندگی در روی زمین آغاز شد.

در یک فراگرد کلی، اکتشافات بزرگ و جابه‌جایی در تفکر سنتی و رایج، از تلاش پژوهشگرانی برآمده است که از مرزهای رشته‌ای گذر کرده‌اند.(۱۵)

ج/ نیاز به حل مسائل اجتماعی

تار و پود زندگی مدرن شامل غذا، آب، امنیت، اشتغال، انرژی و حمل و نقل، با به کارگیری فناوری‌ها و ابزارهای علمی و فناورانه، تنیده شده است. امّا کاربرد فناوری‌ها برای افزایش کیفیت زندگی، خود تولید مسائلی نموده است که برای حل آن نیاز به فناوری‌های دیگر دارد. برای مثال می‌توان گازهای گلخانه‌ای (گرم شدن زمین)، کاربرد کودهای مصنوعی (آلودگی آب و اوتروفیکاسیون)، تولید انرژی هسته‌ای (پس‌ماندهای رادیواکتیو) و حمل و نقل خودکار (مرگ و میر بزرگراهی، آلودگی هوا و پراکنش شهری) را نام برد.(۱۳)

به نظر می‌رسد که پاره‌ای از مسائل عمومی مردم را نمی‌توان فقط از منظر رشته‌ای خاص پاسخ داد. مسائل پر اولویت مانند ایمنی غذا، جانوران و گیاهان تغییر یافته‌ی ژنتیکی، دسترسی به آموزش

تصویر ۱۳ - در آن سوی مقیاس، روش‌های محاسبه‌گرایانه‌ی نیرومند، کان‌کنی اطلاعات data mining، شبیه‌سازی و هوش مصنوعی می توانند ما را در ساخت مدل‌های پایین به بالای سیستم‌های پیچیده یاری کنند.

رایگان، تروریسم، اشتغال‌زایی، فقر، توسعه‌ی جمعیتی و مهاجرت در این قالب جای می‌گیرند.

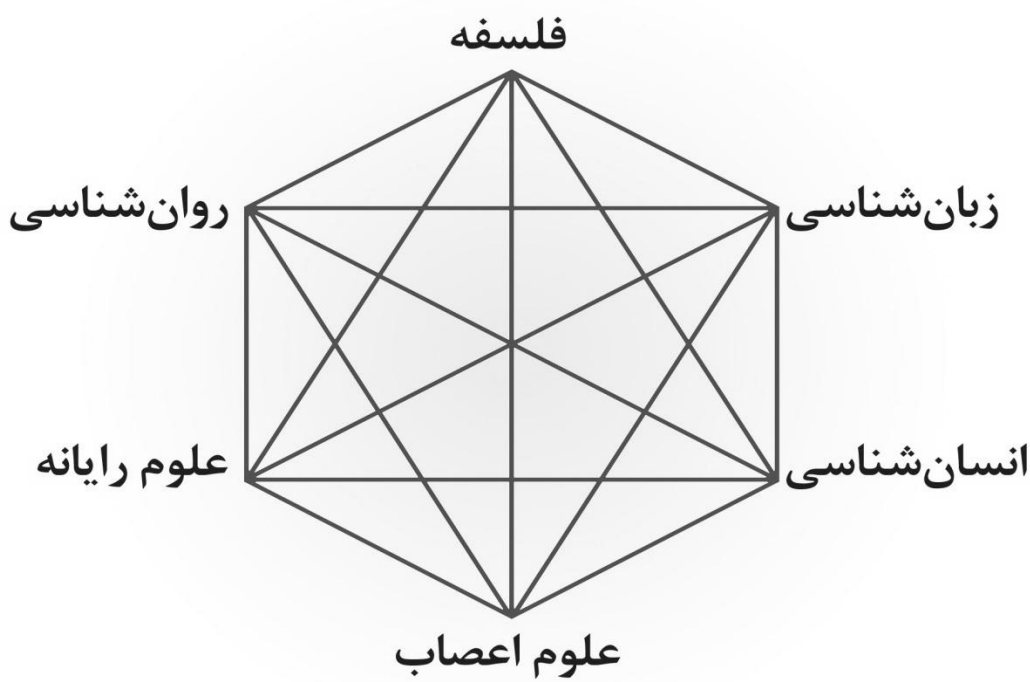
در رهیافت میان رشته‌ای، کانون توجه نه تنها گردآوردن متخصصین هر رشته برای درهم‌تنیدگی اندیشه‌ها است بلکه این رهیافت در جستجوی آن است که خبرگانی نیز از حوزه‌ی بیرونی مجامع دانشگاهی دعوت کرده تا برای یافتن راه حل‌های مسائل پیچیده‌ی اجتماعی مدد کنند. چنین است که روند فزاینده‌ای را برای گرد آمدن پژوهشگران آکادمیک در کنار خبرگان و اندیشمندان جامعه در پروژه‌های شهری و روستایی برای چاره‌جویی چالش‌های پیچیده‌ای همچون فقر،

مسکن، صلح، محیط زیست و سلامت مشاهده می‌کنیم.

همچنین امروزه می‌بینیم که بسیاری از مسائل و مشکلات عرصه‌ی سلامت، ریشه در مسائل اجتماعی دارد و ترکیب سلامت و جامعه خود تشکیل یک پیوسته‌ی سیستم پیچیده را می‌دهند که برای پاسخ‌گویی به چالش‌های این سیستم پیچیده، راهی به جز ابزار رهیافت میان رشته‌ای وجود ندارد. برای مثال، برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی در سطح جامعه، رهیافت میان رشته‌ای با حضور پژوهشگران دانشگاهی، سیاست‌مداران عرصه‌ی سلامت، ارایه‌دهندگان خدمات سلامت و خود نمایندگان جامعه و مردم بهترین شیوه مشارکتی را برای کنترل بیماری‌های قلبی - عروقی ارائه می‌دهد.(۵)

د/ نیاز به خلق بینش‌های انقلابی و فناوری‌های زاینده

چهارمین پیش‌ران پژوهش‌های میان رشته‌ای، نیاز به "بینش‌های انقلابی نوین" و

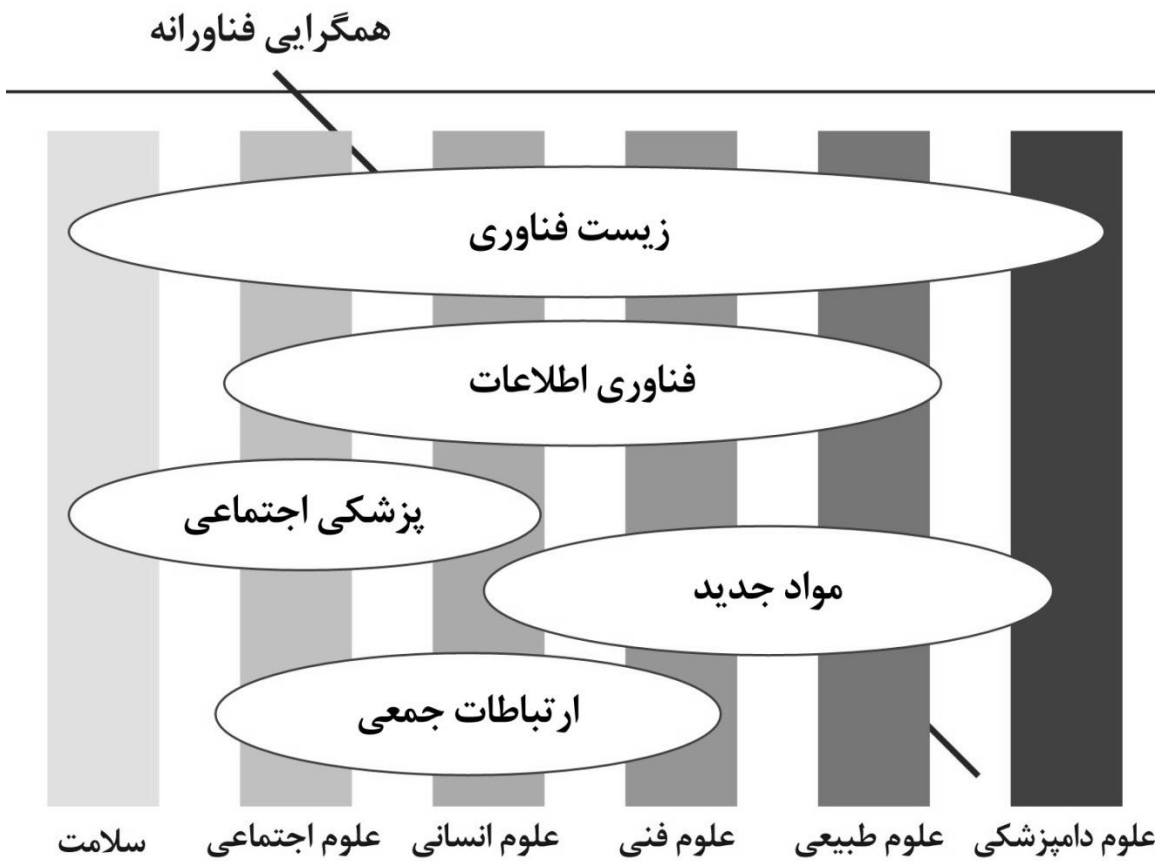


تصویر ۱۴ - علوم شناختی، یک علم میان‌رشته‌ای است.

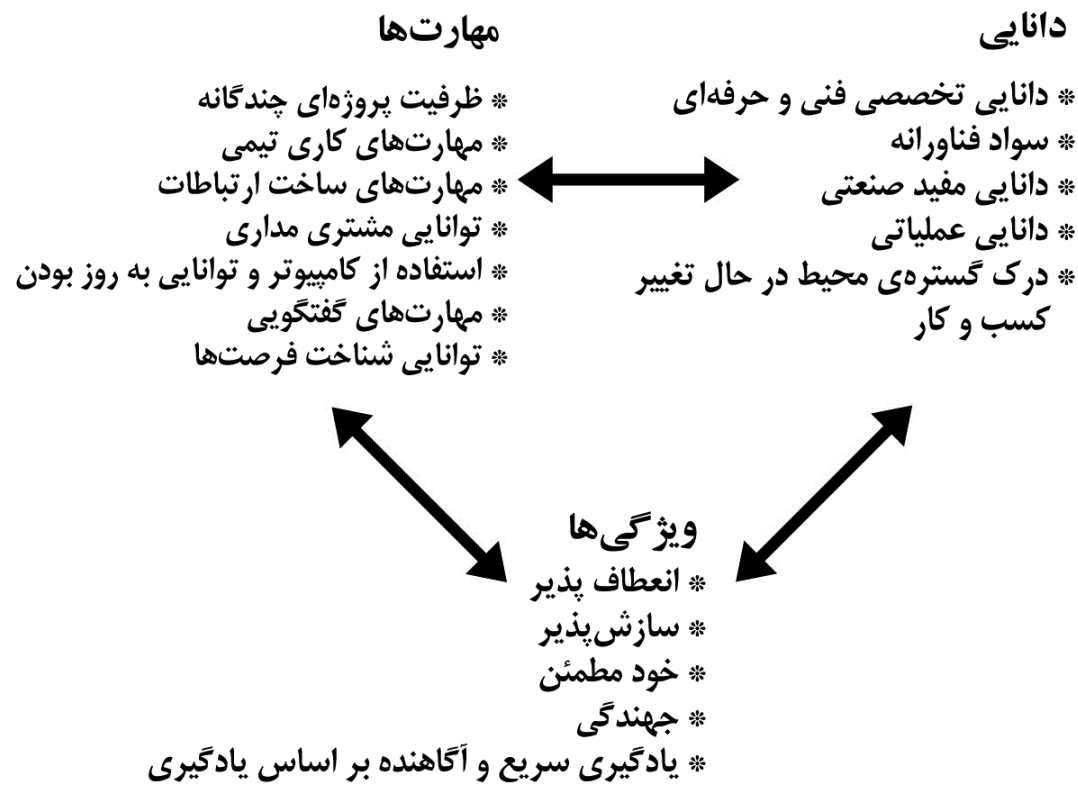
نیز "فناوری‌های زاینده" است. بینش‌های انقلابی ایده‌هایی هستند که توانایی تغییر در چگونگی تفکر، یادگیری و تولید دانش ما را فراهم می‌کنند.

فناوری‌های زاینده آن‌هایی هستند که به دلیل توانایی و جدید بودن کاربردشان می‌توانند، نه تنها ارزش افزوده‌ی سترگی ایجاد کنند بلکه ظرفیت تغییر شکل رشته‌های موجود و خلق رشته‌های نوین را از خود نمایان می‌سازند. اینترنت، MRI، نقشه یابی با GPS، کامپیوتر، لپ‌تاپ و آی‌فون از این گونه فناوری‌ها هستند.

برای تولید بینش‌ها و فناوری‌های بنیان برافکن و تبدیل کننده، ما به "هوش موفق



تصویر ۱۵ - رهیافت میان‌رشته‌ای، چالش‌های جامعه را حل می‌نماید.



تصویر ۱۶ - صفات کارگران دانایی محور در عصر اطلاعات

(Successful Intelligence)" نیاز داریم. انسان‌های با توانمندی هوش موفق به سه شیوه تفکر می‌کنند: خلاقانه، تحلیل‌گرانه و عمل‌گرایانه.

هوش تحلیل‌گرایانه برای حل مسائل و ارزیابی کیفیت ایده‌ها مورد نیاز است. هوش خلاقانه برای ساماندهی ایده‌ها و راه حل‌های مسائل لازم می‌باشد. هوش عمل‌گرایانه برای به کارگیری ایده‌ها به شیوه‌ای کارآمد چه در تجارت و چه در زندگی روزانه مورد نیاز است.

آنچه که یک " هوش موفق " را سامان می‌دهد، وجود یک هماهنگی میان این سه شیوه‌ی تفکر است. به زبان دیگر، داشتن این توانمندی‌ها به تنهایی مهم نیست بلکه بیشتر چگونگی و هنگامه‌ای که می‌بایست این منظره‌های گوناگون هوش موفق را

به کار برد مهم است.(۱۵)

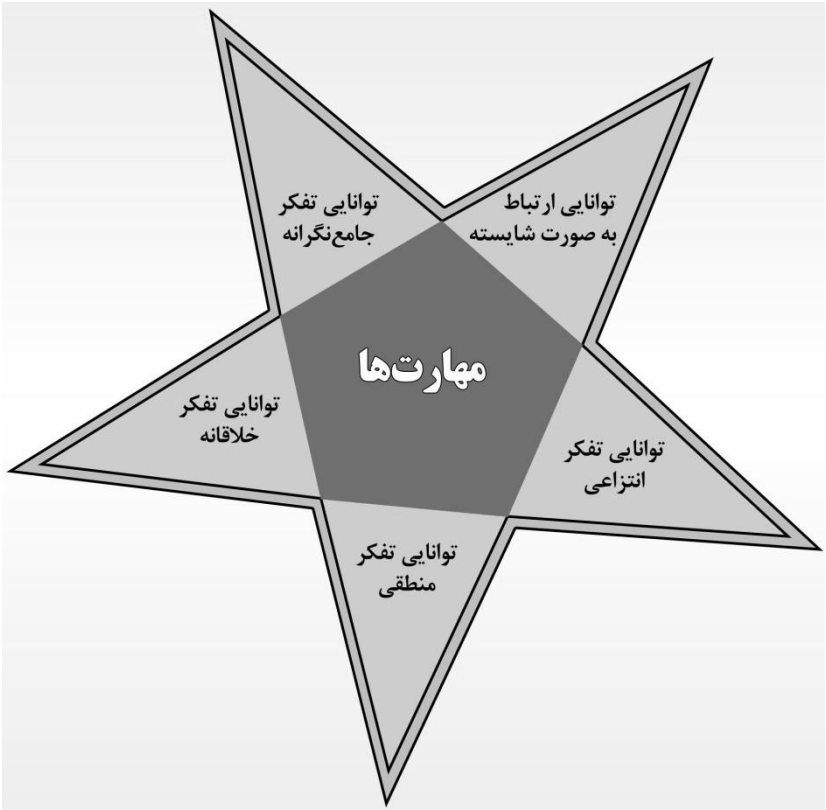
شرکت‌های نوآور مانند اپل، گوگل، مایکروسافت و اینتل، ارزش آدم‌های باهوش موفق را به خوبی درک می‌کنند. زیرا در هنگامی که یک محصول تغییر یافته به بازار راه پیدا می‌کند، در همان زمان، محصولی دیگر گذر تکاملی خود را سیر می‌کند. هوش تحلیل‌گرایانه برای شناخت بازار یک محصول، نیاز است.

تصویر ۱۷ - در نسل سوم آینده‌نگاری، ذی‌نفع‌های جامعه نیز در کنار دانشگاهیان و کارگزاران صنایع حضور دارند.

امّا در هنگامه‌ی نخست، این هوش خلاقانه است که برای تولید محصولات به کار می‌رود. در نتیجه، برای خلق فناوری‌ها و بینش‌های بنیان برافکن و تبدیل کننده، به درهم‌تنیدگی زمینه‌های گوناگون تفکر نیاز است. زیرا این درهم‌تنیدگی اندیشه‌ها در رهیافت میان رشته‌ای است که می‌تواند در فرآیند خلق " هوش موفق " به کار آید. در نمایی دیگر، برای خلق فناوری‌های زاینده و انقلابی، به محیط کاری مملو از انسان‌های هوشمند از رشته‌های گوناگون علوم که می‌دانند چگونه دانش‌های گوناگون را در هم تنیده و از فراسوی این دانش‌های تخصصی در جستجوی راه حل مسائل پیچیده برآیند نیاز است.

بنابراین، کارگران دانایی چنین محیط‌های کاری که برای کار در عرصه‌ی میان رشته‌ای آماده می‌شوند، از توانمندی‌های ویژه‌ای همچون انعطاف‌پذیری، پویایی و آمادگی برای‌پذیرش تغییر، به اشتراک گذاشتن دانایی، خودسازماندهی و یادگیری فعال بهره‌مند هستند.(۱۴) آن‌گاه چنین است که این کارگران دانایی می‌توانند شیوه‌های جدیدی خلق کرده و با توسعه و بهبود فرآیندها و محصولات، در خلق و زایش فناوری‌های زاینده مشارکت نمایند. باز در همچنین فضایی است که یادگیری میان رشته‌ای نمود می‌یابد. بر اساس

روش یادگیری میان رشته‌ای است که دانشجویان می‌توانند شایستگی‌های درونی خود را برای در هم تنیدن اطلاعات و پردازش راه حل‌های نوین نشان داده و از پاسخ‌دهی سامان یافته بر اساس مجرای تنگ و بسته‌ی تفکر رشته‌ای، فراتر روند. در تمام برنامه‌های آینده نگاری علم و فناوری، برخلاف، نگاه سنتی و کلاسیک تخصص‌گرا، سعی می‌شود که در یک تلاش هم‌گرایانه جمعی با شرکت تمام ذی‌نفع ها در قالب یک رهیافت میان رشته‌ای، آینده و گلوگاه‌های فناوری ترسیم شود. این تلاش‌ها در زیر چتر فضای اعتقاد به آینده، با ویژگی عدم قطعیت شکل می‌گیرند.(۱۶)



تصویر ۱۸ - مهارت‌های مورد لزوم برای کار میان‌رشته‌ای

به زبان دیگر، رهیافت میان رشته‌ای، بهترین شیوه برای آینده‌نگاری فناوری به ویژه پیش‌بینی فناوری‌های کلیدی و بنیان برافکن می‌باشد. هدف از پیش بینی فناوری‌های کلیدی، شناخت فناوری‌هایی است که آینده‌ی نوید دهنده‌ای دارند و اساس آن رصد گستره و دائم فناوری می‌باشد که در آینده نگاری فناوری به صورت یک کار گروه‌ی و میان رشته‌ای انجام می‌گیرد. امروزه از نسل سوم آینده نگاری برای شناخت این فناوری‌های زاینده استفاده می‌شود و در همین نسل سوم آینده‌نگاری است که ما می‌توانیم عناصر رهیافت میان رشته‌ای را به خوبی یافت کنیم.

در حقیقت، در نسل سوم برنامه‌های آینده نگاری فناوری، طیف گسترده‌ای شامل

پژوهشگران، فعالان کسب و کار و تجارت، مقام‌های رسمی دولتی و ذی‌نفع‌های اجتماعی شکل می‌گیرد. به ویژه در این نسل از آینده نگاری، تأکید فراوان بر روی گستره‌های اقتصادی - اجتماعی بوده و تلاش میان رشته‌ای به فراتر از گستره‌های علمی و اقتصادی سوق می‌یابد.

در یک فراگرد کلی، در صحنه رقابت‌های شدید و فزاینده‌ی اقتصاد جهانی و جستجو برای یافت فناوری‌های کلیدی و گلوگاه‌های فناوری، و نیز بنیان و رشد فناوری‌های زاینده و بینش‌های بنیان برافکن، به جز رهیافت میان رشته‌ای، راهی دیگر در عرصه‌ی تفکر و عمل وجود ندارد.

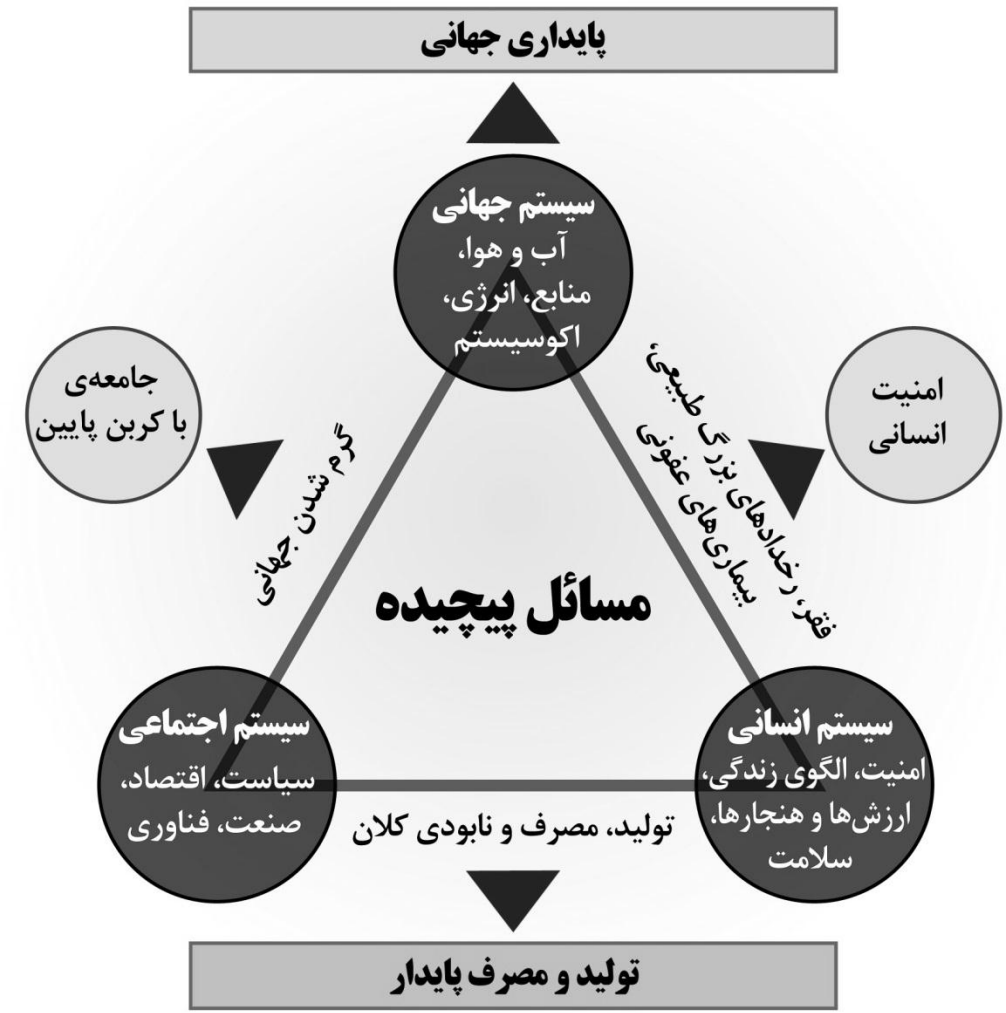
تئوری مطالعات میان‌رشته‌ای

هر چند کـه پژوهشـگران و نظریـه‌پـردازان مطالعات میان رشته‌ای، تئوری‌های گوناگونی را برای تحلیل رهیافت میان رشته‌ای ارائه داده‌اند (۲۰-۱۷)، امّا "تئوری مطالعات میان رشته‌ای" آقـای ویلیـام اچ نیوول (۲۰۰۱) در این میان بسیار گیرا و قابل تعمق است. بر اساس نظریه‌ی نیـوول، درک اصـول پایـه‌ی سیسـتم‌هـای پیچیـده (Complex System) جهـت تحلیـل مطالعـات میـان رشـته‌ای شـرطی لازم است.(۱۸) زیرا چنان‌چه رفتار یک سیستم به صورت پیچیـده تظـاهر ننمایـد، نیـازی نیـز بـه رهیافـت میان رشته‌ای نیست.

بـرای مـدل‌سـازی هـر رفتـار پیچیـده، مـا می‌بایست از اجزاء تشکیل‌دهنـده‌ی جـدا از هـم آن (زیرسیسـتم‌هـا) و نیـز الگـوی پیچیـده‌ی "خود سازماندهی" که از برهم‌کنش این اجزاء حاصل می‌ایند، آگاهی داشته باشیم. از آن‌جا که هر رشته‌ای به صورت اختصاصی به مطالعه‌ی هر جزء جدا از هم (زیرسیسـتم) پدیـده مـی‌پـردازد، مطالعـه‌ی میان رشته‌ای، یک جایگزین منطقی برای مطالعـه‌ی پدیده می‌باشد.

بـر اسـاس ایـن تعریـف، مطالعـه‌ی میان رشته‌ای، بینش‌هـای رشـته‌هـای وابسـته را در برگرفته و با در هم تنیدن آن‌ها یک درک جامع‌تر را ارائـه مـی‌دهـد. از ایـن رو، موضـوع مطالعـه‌ی میـان رشـته‌ای مـی‌بایسـت چنـد منظـری (Multifaceted) بوده و این منظرها نیز مـی‌بایسـت انسجام داشته باشند. چنان‌چه چند منظری نباشـند، آن‌گاه رهیافت تک رشـته‌ای بـرای مطالعـه‌ی آن‌هـا کافی اسـت. چنـان‌چـه چنـد منظـری باشـند ولـی منسـجم نباشـند، رهیافـت چنـد رشـته‌ای بسـنده مـی‌کنـد، زیـرا نیـازی بـه فرآینـد درهـم‌تنیـدگی (Integration) نیست.

از آن‌جـــا کـــه شـــرط یـــک مطالعـــه‌ی میان رشته‌ای دریافت و برداشت بیـنش رشـته‌هـای گوناگون و نیز در هم تنیدن این بینش‌ها مـی‌باشـد، پس لازم است که موضوع مورد مطالعه‌ی آن نیز یک سیستم باشد. همچنین از آن‌جا که به هم پیوستگی در میان منظرهای ایـن سیسـتم بـه صـورت غالـب، ماهیت غیرخطی دارد، این سیستم نیـز مـی‌بایسـت پیچیده باشد.



تصویر ۱۹ - مسائل پیچیده در توسعه‌ی پایدار (پایداری)

بدین سان، اساس نظریه‌ی میان رشته‌ای نیوول، مطالعه‌ی میان رشته‌ای بر روی سیستم‌های پیچیده‌ی ویژه و رفتارهای برآمده از این سیستم‌ها تمرکز دارد. از این رو، هدف نهایی یک رهیافت میان رشته‌ای، درک بخشی از جهان است که توسط آن سیستم پیچیده‌ی خاص، سامان می‌یابد. به زبان دیگر، کنش یک اندیشه‌گر میان رشته‌ای آن است که سیستم پیچیده‌ی ویژه‌ای را از جهان پیرامون خود ترسیم کرده و به مطالعه‌ی رفتار آن بپردازد. به زبانی اختصاصی‌تر که در زیر به توصیف آن خواهیم پرداخت، متفکران میان رشته‌ای در پی آن هستند که به شناخت الگوی "خود سازماندهی" پدیده‌ای که در قالب یک سیستم پیچیده‌ی ویژه‌ای خود را نشان می‌دهد بپردازند.

عموماً، این الگو، قابل شناخت، تکاملی و هوشمند بوده و از رفتاری خود سازماندهی شده پیروی می‌کند و یا به زبان تخصصی این متفکران، این الگو دارای ویژگی خوددرهم‌تنیدگی (Self-Integrating) یا خودسنتزی (Self-Synthesizing) است.

بر همین اساس، خودسنتزی و خوددرهم‌تنیدگی که از ویژگی‌های نا آشکار ولی ذاتی یک مطالعه‌ی میان رشته‌ای است، حداقل با واژه‌ی منحصر به فرد الگوی "خود سازماندهی" که در ادبیات سیستم‌های پیچیده مطرح است، قابل توصیف می‌باشد.

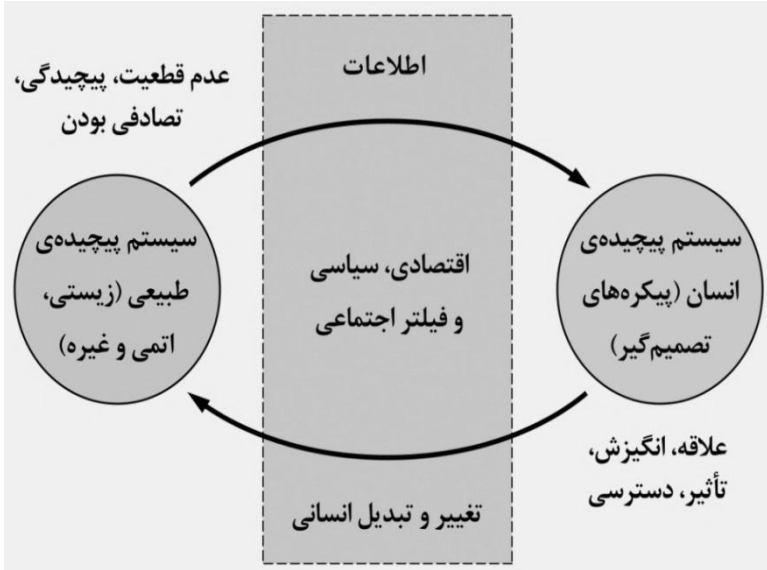
همچنین کاربرد تئوری سیستم‌های پیچیده قادر است که رهیافت‌های به ظاهر واگرا در مطالعات میان رشته‌ای علوم انسانی و علوم طبیعی را یک‌پارچه سازد.

از کاربردهای تئوری سیستم‌های پیچیده در تحلیل رهیافت میان رشته‌ای، همان‌گونه که آقای نیوول ترسیم می‌کند، آن است که اصول حاکم بر سیستم‌های پیچیده می‌تواند اصول گام به گام رهیافت میان رشته‌ای را که متفکران میان رشته‌ای به کار می‌برند تفسیر و تأیید نماید.

در ادامه، بعد از گذری تند به تئوری سیستم‌های پیچیده و ترسیم سیما و ویژگی یک سیستم پیچیده، به تحلیل فرآیند میان رشته‌ای از دیدگاه نظریه‌ی آقای نیوول که برگرفته از تفکر بر پایه‌ی سیستم‌های پیچیده است، می‌پردازیم.

نظریه‌ی نیوول توسط دیگر نظریه پردازان میان رشته‌ای به نقد کشیده شده است (۲۱- ۱۹) و چنین بیان شده است که نگرش به رهیافت میان رشته‌ای بر اساس تئوری سیستم‌های پیچیده می‌تواند قدرت‌های نهان و محدودیت‌های فرآیند میان رشته‌ای را به ویژه در زمانی که سیستم‌های اجتماعی پیچیده را تحلیل می‌کنیم، نمایان

سازد.(۱۸) خانم جولی تامپسون کلین که خود از بنیان‌گذاران مطالعات میان رشته‌ای می‌باشد نیز نظریه‌ی آقای نیوول را نقد کرده است. او بر اساس اصول نقد تئوری که هر تئوری می‌بایست ویژگی‌های عام‌پذیری، تقلیل‌دهندگی (Reductive) و عمل‌گرایی را دارا بوده و بتواند با پیکره‌ی تئوری‌های پیش از خود پیوستگی برقرار کرده و زاینده باشد، این گونه عنوان نموده است که تئوری سیستم‌های پیچیده که نیوول در تحلیل رهیافت میان رشته‌ای از آن سود جسته است دارای ارزش اکتشافی برای مفهوم‌سازی عملکردهای میان رشته‌ای است و این تئوری می‌تواند عناصر بحرانی مورد استفاده در فرآیند درهم‌تنیدگی رهیافت میان رشته‌ای را مورد تأیید قرار دهد.(۱۹) اهمیت نظریه‌ی نیوول در آن است که کاربرد تئوری سیستم‌های پیچیده را به عنوان راهی جهت مفهوم‌سازی فرآیند میان رشته‌ای به صورت عام و توصیف چگونگی عمل ائتلاف و درهم‌تنیدگی طیّ فرآیند میان رشته‌ای را به صورت خاص مطرح می‌سازد. در حقیقت، تئوری سیستم‌های پیچیده، دستورالعملی را برای تدوین شاخص‌هایی جهت انجام و ارزیابی هر گام فرآیند درهم‌تنیدگی ارائه می‌دهد. به زبان دیگر تدوین فلسفه‌ی میان رشته‌ای از منظر سیستم‌های پیچیده این امکان را فراهم می‌کند که هر گام فرآیند درهم‌تنیدگی را مشاهده و میزان موفقیت آن را تعیین نمود. بدین سان، تحلیل میان رشته‌ای، از منظر سیستم‌های پیچیده، می‌تواند به عنوان ابزاری بسیار سودمند برای اندیشه‌ورزان میان رشته‌ای به کار آید. از این رو، بیش از آن‌که به شرح و توصیف تئوری مطالعات میان رشته‌ای از



تصویر ۲۰ - دیاگرام مفهومی مدل سیستمی پیچیده‌ی طبیعت- انسان

دیدگاه نظریه‌ی نیوول بپردازیم، نگرشی بر ماهیت و مکانیسم سیستم‌های پیچیده خواهیم داشت. زیرا همان‌گونه که بیان شد، مفاهیم سیستم‌های پیچیده، در درک پایه‌های تئوری مطالعات میان رشته‌ای، بسیار ضروری است.

سیستم‌های پیچیده

یک سیستم پیچیده، دارای تعداد زیادی اجزای برهم‌کنش (Interaction) است که فعالیت انباشتی آن‌ها نمایی غیرخطی داشته و به شکل آشکار تحت فشارهای خاصی نیز رفتار خودسازماندهی (Selt-Organization) از خود نشان می‌دهد.(۲۲)

توصیف سیستم‌های پیچیده از منظر دانشمندان گوناگون، بسیار متنوع بوده و این توصیف‌ها تا حدی می‌توانند بینش ما را در مورد خصوصیات این سیستم‌ها گسترش دهند. برخی از این توصیف‌ها عبارتند از:

۱/ پیچیدگی به معنای آن است که ما ساختاری با گستره‌ای از تنوع داریم.

۲/ تکامل در یک سیستم پیچیده، به شرایط اولیه یا به آشفتگی‌های ناچیز موجود در آن بسیار حساس است و در یک سیستم پیچیده، تعداد اجزای برهم‌کنش مستقل از هم بسیار زیاد بوده و یا سیستمی است که در آن‌ها مسیرهای چندگانه‌ای وجود دارد که توسط آن سیستم می‌تواند تکامل یابد. توصیف تحلیلی چنین سیستمی نیاز به معادلات دیفرانسیل غیرخطی دارد.

۳/ از دیدگاه طرح و عملکرد و یا هر دو، درک و بازبینی در سیستم پیچیده به دشواری انجام می‌پذیرد.

۴/ در یک سیستم پیچیده، برهم‌کنش‌های چندگانه میان اجزای گوناگون وجود دارد.

۵/ سیستم‌های پیچیده، سیستم‌هایی در فرآیند هستند که به صورت مداوم در حال تکامل بوده و در طول زمان، خود را آشکار می‌کنند.(۲۳)

۶/ بر اساس تئوری پیچیدگی، انبوه واحدهای تشکیل‌دهنده می‌توانند به صورت "خود سازماندهی" الگوهایی خلق، اطلاعات را ذخیره و در تصمیم‌گیری اشتراکی درگیر شوند.

۷/ سیستم‌های پیچیده به صورت ذاتی، بغرنج و به ندرت به طور کامل قطعی و غیراحتمالی هستند. از این رو، مدل‌های ریاضی این سیستم‌ها معمولاً خود پیچیده، غیرخطی و یا با رفتاری آشوبگرانه (Chaotic) هستند.(۲۴)

بحث پیچیدگی هنگامی آغاز می‌گردد که علیت فرو می‌نشیند. همگی ما با ایده‌ی علت و معلولی خو گرفته‌ایم. این بدان معنی خواهد بود

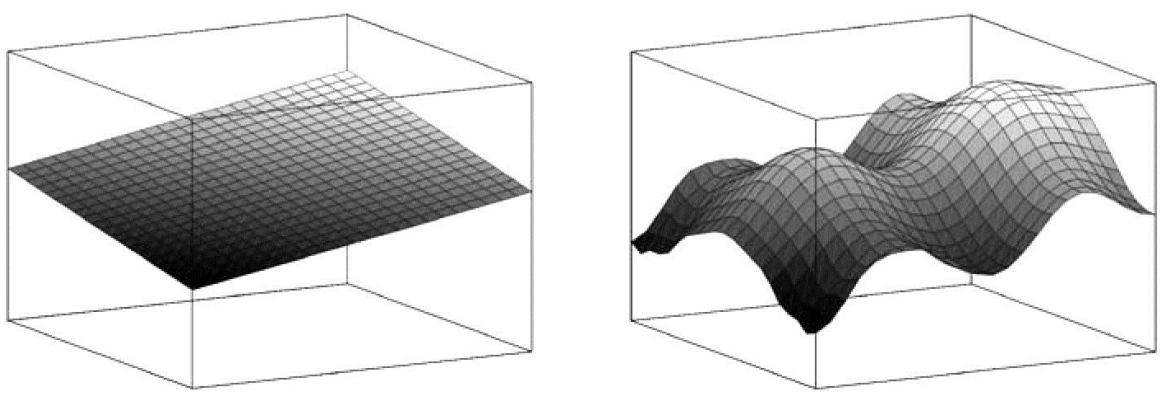
که علت‌های کوچک نیز اثرات کوچک و علت‌های بزرگ، اثرات سترگی از خود برجای می‌گذارند. این واقعیت برای یک سیستم خطی درست می‌باشد؛ یعنی سیستمی که علت و معلول با یکدیگر تناسب دارند. چنین رفتاری اغلب در حالت تعادل یک سیستم دیده می‌شود. امّا هنگامی که سیستم‌های پیچیده فراتر از تعادل رانده می‌شوند، بر سیمای غیرخطی بودن چیرگی می‌یابند و می‌توان در این سیستم‌ها رفتارهای عجیب و غریب و فراتر از ادراک حسی را دریافت و از این رو، از این رفتارها، به ما به عنوان یک ناظر بیرونی، احساس شگفتی دست خواهد داد.

هم‌اکنون تلاش می‌کنیم که ویژگی‌های مهم سیمای سیستم‌های پیچیده را ترسیم کنیم.

الف/ غیرخطی بودن (Nonlinearity)

اغلب غیرخطی بودن به عنوان بخش ضروری محسوب می‌شود. در سیستم خطی، بیشتر از یک حالت ثابت و یک راه حل بهینه وجود ندارد؛ در حالی که در سیستم‌های غیرخطی این وضعیت متفاوت بوده و این سیستم‌ها راه حل‌ها و حالات بهینه‌ی چندگانه‌ای دارند.(۲۴)

از خصوصیات دیگر سیستم‌های خطی آن است که توالی رویدادها در آن به گونه‌ای سامان یافته است که رویدادها یکی پس از دیگری پدید می‌آیند. بر خلاف آن، در سیستم‌های غیرخطی، می‌توان مشاهده کرد که عناصری که توسط عناصر پیشین تغییر داده شده‌اند، خود می‌توانند بر عناصری که پیش از خود در توالی بوده‌اند، اثرگذارند.



تصویر ۲۱ - ترسیم توابع خطی و غیرخطی. در حالی که توابع خطی یک ماکزیمم در گستره‌ای محدود دارند (سمت چپ)، توابع غیرخطی دارای تعداد فراوانی (موضعی) بیشینه هستند.

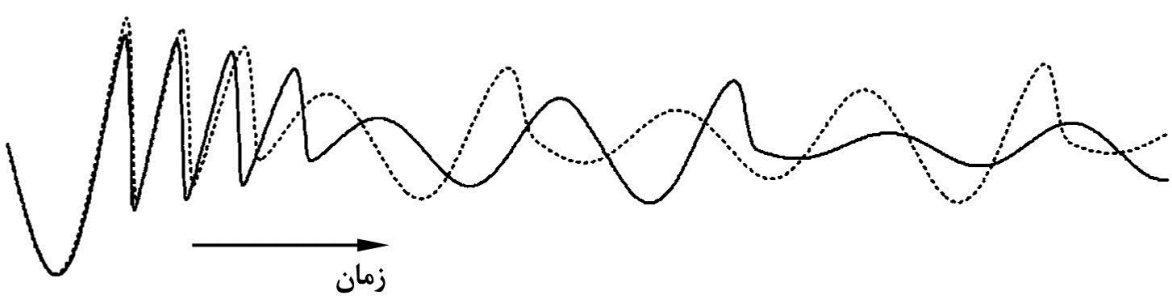
از این رو، در تحلیل غیرخطی، پژوهشگران می‌بینند که چگونه هر چیزی در توالی، دارای این امکان است که بر چیز دیگری در توالی پس و پیش خود، اثر بگذارد. بدین سان، اغلب نتیجه‌ی حاصل شده به نسبت ورودی اولیه، بی‌تناسب است. چنین پویایی در سیستم‌های پیچیده، همانند همان چیزی است که در طبیعت مشاهده می‌کنیم. تقریباً هرگز در طبیعت یک توالی خطی رویدادها و تغییرات به صورت خالص نداریم.(۲۵)

ب/ پویایی آشوب‌گرانه (Chaotic Dynamics) و اثر پروانه‌ای

چنان‌چه کسی دانایی گسترده از هنگامه‌ی پیشین یک سیستم داشته باشد، می‌تواند روند تکاملی آن را به آسانی پیش بینی کند و این دانایی معمولاً شامل طیفی از احتمالاتی است که می‌تواند در آینده روی دهد. امّا چنان‌چه این زنجیره‌ی تکاملی هر هنگامه به هنگامه‌ی پسین ادامه یابد، پیش بینی رخداد بر پایه‌ی دانش هنگامه‌ی نخست، حتی با داشتن دانش گسترده، بیشتر و بیشتر دشوار می‌شود.

از این رو، حتی با سیر منطقی یک هنگامه به هنگامه‌ی بعدی، شانس پیش بینی آن‌چه در هنگامه‌ی پسین روی می‌دهد، کم رنگ‌تر می‌شود. این عدم قطعیت پیش بینی کنندگی را آشوب (Chaos) می‌نامند.

بدین سان، حتی یک تغییرِ ناچیز می‌تواند خود را با تعداد سترگی از نتایج احتمالی متفاوت نشان دهد. امّا با این وجود باید در نظر گرفت که هنوز این تغییرات، نتایج آن تغییرِ ناچیز است و بنابراین به صورت فزاینده‌ای بسیار دشوار است که



تصویر ۲۲ - ترسیم "اثر پروانه‌ای"، جدایی مسیرهای همسایه در طول زمان.
تغییر ناچیز در مسیر یک سیستم پرآشوب (Chaotic System) (بال زدن پروانه) به یک پویایی کاملاً متفاوت منتهی می‌شود و از این رو رفتار سیستم‌های پرآشوب، غیرقابل پیش‌بینی (در ورای افق زمانی) هستند.

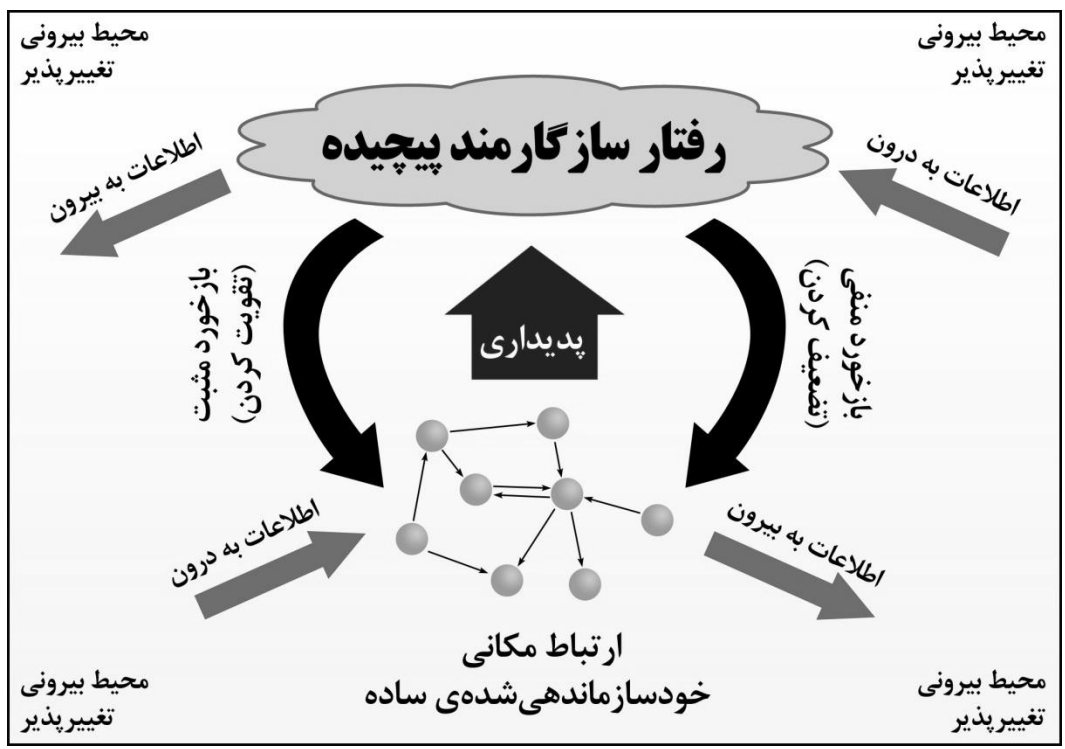
بتوان به طور دقیق پیشگویی کرد که چـه نتیجـه‌ای در حقیقت روی می‌دهد.

اما از آن‌جا که احتمال روی دادن بعضـی از این رخدادها را می‌توان یافت، باید گفت کـه تحلیـل آماری، هنوز جهت کمک به توصیف وضـعیت کلـی، بسیار مهم می‌باشد.

مثال کلاسیک این ایده آن است که چگونـه بال زدن یک پروانه در یک گوشه از جهان مـی‌توانـد در ایجاد طوفان در گوشه‌ای دیگر از دنیـا اثـر گـذار باشد.(۳۷) این عنوان تشابه‌ای از آن‌جا آمده است که تغییر ناچیزی در مسیر حرکتی یک سیستم آشـوبی (بال زدن پروانه) در نهایت به وضعیت پویایی کـاملاً متفاوتی منتهی می‌شود. این پدیده را اثـر پروانـه‌ای نامیـده‌انـد و حـاکی از رفتـار غیرقابـل پـیش بینـی کننده‌ی سیستم‌های آشوبگر است.(۲۴)

ج/ خودسازماندهی (Self-Organization)

در فرآیندی کـه یـک سیسـتم پیچیـده بـه حداکثر سازگاری خود می‌رسد، به خود سـازماندهی سیستم منتهی می‌شـود. در ایـن حالـت، عوامـل بـه

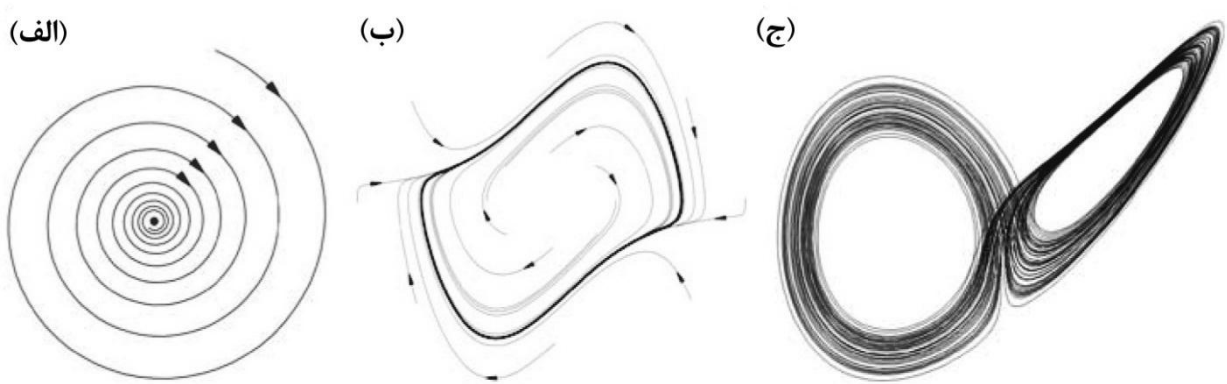


تصویر ۲۲ - شیوه‌ای برای مدل‌سازی سیستم سازگارمند پیچیده

صورت مکانی کنش کرده و از گستره‌ی سیستم بزرگتر که آن‌ها جزیی از آن هستند، آگاه نمی‌باشند و با این کنش‌های موضعی، الگوهای بزرگتری را می‌آفرینند که به سازماندهی سیستم به صورت کل می‌انجامد. این مفهوم را می‌توان در عمل در کلنی‌های مورچه‌ها و موریانه‌ها، کندوی عسل، اقتصاد بازار و حتی می‌توان در یک کامپیوتر خانگی با برنامه‌ی آزادی همچون استارلگو (StarLogo) یا نت لگو (Netlogo) مشاهده کرد.

این ایده که یک کلنی مورچه، یک سیستم است و خود را بدون هیچ رهبری سازماندهی می‌کند، به نظر فریبنده می‌آید. در حقیقت هر مورچه، با اطلاعات محدود خود عمل کرده و در پدید آمدن یک کل سازماندهی شده، مشارکت می‌کند. این‌گونه نگریستن به سازمان، به عنوان یک ویژگی پدیدار یافته از سیستم‌های پیچیده، پاره‌ای از انگاشت‌های پایه را پیرامون سازمان به صورت عام و پیرامون یادگیری به صورت خاص، به چالش می‌کشد.

پاره‌ای از شرایط لازم است تا این‌که یک سیستم حالت خود سازمانی داشته باشد. نخست، سیستم می‌بایست دارای تعداد زیادی اجزاء باشد. افزون بر این، اجزاء می‌بایست به صورت غیرخطی با هم برهم‌کنش داشته باشند. چنان‌چه اجزای کافی موجود نباشد و یا از هم برکنش آن‌ها پیشگیری شود، الگوها پدیدار و یا تکامل نمی‌یابند. ماهیت



تصویر ۲۳ - ترسیم مسیرهایی که به یک نقطه‌ی ایستگاهی پایدار همگرایی می‌یابند (الف)، یا به یک چرخه‌ی محدود (ب) و یا به منطقه‌ای از یک فاز با زمان معین غیرمتجانس(ج).
سیستم‌های با رفتار پرآشوب با این مناطق غیرمتجانس (strange attractor) که غیرتناوبی هستند، مشخص می‌شوند.

تصویر ۲۴ - انتولوژی‌های چهارگانه اسنودن (Snowden)

برهم‌کنش نیز می‌بایست غیرخطی باشد.(۲۶)

دانشمندان پی برده‌اند که تغییر در سیستم‌های پیچیده به صورت طبیعی و خودبه‌خودی جهت افزایش بهره‌وری و کارآیی روی می‌دهد. این تغییر توسط اجزایی که سیستم را می‌سازند با پاسخ به بازخورد محیطی که سیستم در آن جای دارد، روی می‌دهد. این بازخورد محیطی، اطلاعات را در مورد بهره‌وری و کارآیی سیستم فراهم می‌آورد. اجزایی که از بازخورد منفی محیط، پیروزی می‌یابند، به صورت خودبه‌خودی،

خـــود را بـــاز آرایـــش داده و یـــا خـــود و یـــا برهم‌کنش‌هایشان را بـاز سـازماندهی مـی‌کننـد تـا بتوانند بهتر به اهداف سیستم نائل شوند.

موفقیـت در ایـن هنگـام، زیسـتِ دامنـه‌دار آن‌ها را با حفاظت و یا تقویت ساختارهایی کـه ایـن اجزاء جزیی از آن‌ها هستند تضمین می‌کنـد. بسـیار جالب است که این پاسخ‌گویی حتـی در زمـانی کـه اجزاء و سیستم به صورت غیرارگانیک، غیرهوشـمند و غیرآگاه هسـتند، - البتـه تـا زمـانی کـه سیسـتم پیچیده است - رخ می‌دهد.(۲۵)

مثال کلاسیک خود سازماندهی را مـی‌تـوان در بسیاری از سیستم‌ها که اجزاء فراوانی دارند مانند ترافیـک، جمعیـت‌هـا، سـازمان‌هـا، شـرکت‌هـا و یـا پروژه‌های تولیدی مشاهده کرد. این سیستم‌ها خـود را به صورت موفقیت آمیزی، در قالب سیستم‌های با ذرات فراوان و یا اجزاء چندین‌گانه نشان مـی‌دهنـد. بر اساس نوع سیستم، این اجزاء می‌توانند ماشین‌هـا، اشخاص، کارگران و یا محصولات (یا بخـش‌هـایی از محصولات) باشند.

در این سیستم‌ها، درون داد انرژی با اثـرات سایشی، جذب سیستم می‌شود. البته اثر سایشـی آن در سیستم به صورت همگن نمی‌باشد. به زبان دیگر، این اثر در همه جا یکسان نیسـت. در حقیقـت ایـن بستگی دارد به برهم‌کنش‌های موضعی میـان اجـزاء گوناگون سیستم که خود را به صورت ساخت الگویی فضا - زمانی (Spatio-temporal) نمایان مـی‌سـازد؛ مانند اجتماعات حشراتی چون مورچه، موریانـه و یـا زنبورهـا کـه بـا بـرهم‌کـنش‌هـای سـاده مـی‌تواننـد ســـاختارهایی پیچیـــده و عملکردهـــای گیـــرا را بیافرینند.(۲۴)

د/ رفتار پدیداری (Emerging behavior)

در ذات تکامل طبیعی سیستم‌های پیچیده، ماهیت غیرقابل پیش بینی بودن، نهفته است و ایـن ویژگی می‌تواند نتایجی در سیستم بیافرینـد کـه بـر اساس تحلیل شرایط اولیه‌ی سیستم کـاملاً غیرقابـل پیش‌گویی کننـده باشـد. چنـین نتـایج برخاسـته‌ی غیرقابـل پـیش بینـی را ویژگـی‌هـای پدیـداری (Emergent) سیستم‌های پیچیده می‌نامند.

به ویژگی‌های پدیـداری بـه صـورت "نتـایج منطقی" و نه "قابل پیش بینی" نگریسته می‌شود. به زبان دیگر، این رفتار پدیدار شـده خـود شـامل یـک پدیده با سطح بالاتر است که نمی‌توان آن را به اجزاء ساده‌تر و اولیه‌ی آن فروکاست.(۲۵) رفتـار پدیـداری را هنگامی می‌توان مشاهده کرد که نقطـه‌ی تمرکـز توجه از یک مقیاس به مقیاس بزرگ‌تر تغییر مکـان یابد. در این صورت، این رفتـار را نمـی‌تـوان در ایـن مقیاس با مطالعـه‌ی تـک تـک و جداگانـه‌ی اجـزای تشکیل‌دهنده‌ی سطح اولیه، ادراک نمود و از ایـن رو

گفته می‌شود که این رفتار پدیدار شده یک پدیده‌ی نوین است که ویژه‌ی آن سطح و مقیاسی است که هم اکنون به آن نگریسته می‌شود و نتیجه‌ی برهم‌کنش کلی بین اجزای تشکیل‌دهنده‌ی مقیاس پیشین است. مثال پیش و پا افتاده‌ی آن، حرکت بدن انسان است که نمی‌توان حرکت را به عنوان یک رفتار پدیداری از مطالعه‌ی سر، تنه و یا پا به صورت تنهایی درک نمود. دریافت پدیده‌ی حرکت بدن انسان، به نگرش به آن در سطح و مقیاسی بالاتر نیاز دارد.(۲۷)

از این رو، در سیستم‌های پیچیده، هر چند که نتایج می‌توانند قطعی و حتمی باشند ولی آن‌ها را تنها می‌توان در سطح و مقیاسی بالاتر از سطح اجزاء مطالعه کرد. به عنوان مثال، موریانه‌ها دارای فیزیولوژی، بیوشیمی و تکامل بیولوژیک مربوط به خود هستند که در یک سطح مورد تحلیل قرار می‌گیرند ولی رفتار اجتماعی و ساخت پشته توسط آن‌ها یک رفتار پدیدار است که از برهم‌کنش انباشتی موریانه‌ها نمود می‌یابد و تحلیل آن سطح و مقیاسی متفاوت را می‌طلبد.(۲۲)

هر چند وجود رفتار پدیداری، شرط کافی برای سیستم‌های پیچیده نیست ولی در تمام سطوح معرفتی، رفتار پدیداری شرطی لازم برای سیستم‌های پیچیده محسوب می‌شود.(۲۸)

فرآیند میان رشته‌ای و سیستم‌های پیچیده

الف/ ترسیم چشم‌اندازهای رشته‌ای

برای درک یک مسئله‌ی میان رشته‌ای در سیستم‌های پیچیده، شاید این گونه پسندیده آید که از یک مثال آغاز کنیم. باران اسیدی توسط فعالیت اقتصادی انسان با پیش‌ران سیستم مالی و اقتصاد جهانی تولید می‌شود که توسط سیستم سیاسی مورد رصد قرار گرفته و در فرهنگ و تاریخ نیز برای خود جایی یافته است. فعالیت باران اسیدی با محیط زیست فیزیکی از طریق مجموعه‌ای از رشته رویدادهای شیمیایی هواشناسی، زیست‌شناسی و فیزیکی در کنش می‌باشد که این واکنش‌ها خود با مجموعه‌ای از چرخه‌های زمین‌شناسی، شیمیایی و هیدرولوژیک درهم کنش دارند. بدین سان، اثرات زیان بار آن بر گستره‌ای از اشیاء و فعالیت‌های انسان و اکوسیستم دیده می‌شود که این اثرات را می‌توان از خوردگی باغچه تا مجسمه‌ی میدان شهر، از نزدیک لمس نمود.

سیستم‌های رشته‌ای (Disciplinary)، محیط زیست، رویداها، چرخه‌ها، اشیاء، فعالیت‌ها و اکوسیستم‌ها را می‌توان به خوبی به عنوان اجزاء یا زیرسیستم‌های یک سیستم پیچیده‌ی بزرگ‌تر

قلمداد کرد. باران اسیدی به عنوان یک الگوی کاملِ یک رفتار است که در قالب یک سیستم پیچیده می‌گنجد. چالش یک متفکر میان رشته‌ای آن است که مسئله‌ی باران اسیدی را در زمینه‌ای از یک الگوی رفتاری درک کرده و از طریق این الگو به ارائه‌ی حل مسئله بپردازد.

۱/ تعریف کردن (Defining)

از آن‌جا که هر رشته به رفتار زیرسیستمی ویژه‌ای که یک منظر از حقیقت را ترسیم می‌کند می‌نگرد، تعریف آن رشته از وجود و بیان یک مسئله، بسیار بستگی به زمینه و مقیاس زیر سیستمی آن دارد. اقتصاددانان، باران اسیدی را به عنوان مسئله‌ای بیرونی می‌انگارند. دانش‌گران سیاست به آن به عنوان مسئله‌ای قانونی نگاه می‌کنند و مهندسان نیز به صورت یک مسئله‌ی طراحی به آن می‌پردازند. از آن‌جا که سیستم بزرگ‌تر ماهیت یک سیستم پیچیده را دارد، آن بخشی از الگوی رفتار کلی که یک رشته از دیدگاه تنگ خود به آن می‌نگرد، ممکن است از آن‌چه دیگر رشته‌ها می‌نگرند، متفاوت به نظر آید.

الف/ ترسیم منظرهای رشته‌ای

تعریف کردن
تعریف کردن مسئله (پرسش، عنوان، مورد)

تعیین کردن
معین کردن رشته‌های وابسته (میان‌رشته‌ای، مکاتب فکری)

توسعه دادن
توسعه دادن فرمان کاری مفاهیم، تئوری‌ها و رشته‌های هر رشته‌ی وابسته

گردآوری
گردآوری تمام دانش رشته‌ای رایج و جستجوی اطلاعات جدید

مطالعه کردن
مطالعه‌ی مسئله از منظرهای هر رشته

آفریدن
خلق بینش‌های رشته‌ای از مسئله

ب/ درهم‌تنیدن بینش‌ها از طریق ساخت منظرهای جامع‌تر

شناسایی کردن
شناخت تضاد در بینش‌ها با به کارگیری خود رشته‌ها جهت روشن نمودن پنداشت‌های یکدیگر، یا با جستجو در اصطلاحات گوناگون که معانی مشترکی دارند یا اصطلاحاتی که معانی گوناگونی دارند.

ارزیابی
ارزیابی کردن پنداشت‌ها و ترمینولوژی در زمینه‌ی مسئله‌ای خاص

حل کردن
حل تضادها با گفتمان و یافت پنداشت‌های مشترک

خلق کردن
خلق گستره‌ی مشترک

فرآوری
فرآوری یک مدل (استعاره یا موضوع) که درک جدید را محصور نماید.

آزمودن
آزمودن درک حاصله با اقدام به حل مسئله

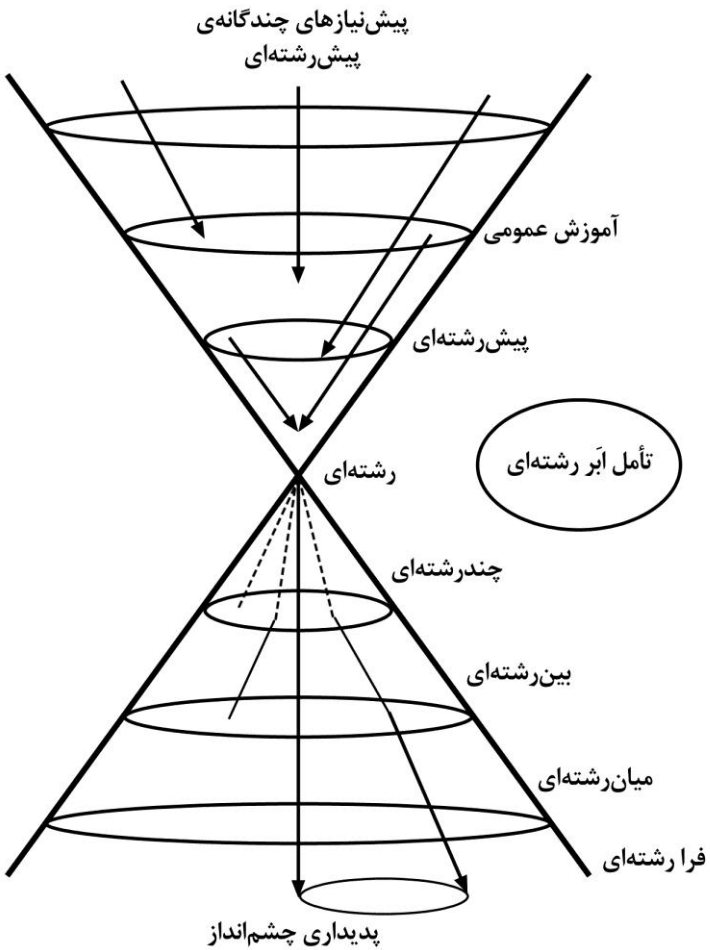
تصویر ۲۵ - تعاریف نیوول (۱۹۹۷) از هنگامه‌های گوناگون فرآیند میان‌رشته‌ای

مهندس طراح یک نیروگاه ممکن است بیان کند که هیچ مشکلی با طراحی این نیروگاه از منظر طراحی وجود ندارد ولی دیدگاه اقتصاددانان را در مورد سوخت زغال‌سنگ با گوگرد بالا به جای گوگرد پایین مورد انتقاد قرار دهد. امّا این وظیفه‌ی یک متفکر میان رشته‌ای است که به صورت گسترده به الگوی باران اسیدی در قالب یک سیستم پیچیده‌ی جامع نگریسته و مسئله را از این منظر تعریف می‌کند. تعریفی که بسیار گسترده‌تر و فراتر از دیدگاه‌های تنگ و محدودی است که هر کس به فراخور دانش خود ارائه می‌دهد.

۲/ تعیین کردن (Determining)

در گذر زمان، هر رشته، ابزارهای ویژه‌ای را برای مطالعه‌ی پدیده‌هایی که در قالب زیرسیستم خاصی جای گرفته است، توسعه داده است.

همیشه متفکر میان رشته‌ای در انتخاب رشته‌ها یا چشم‌اندازهایی که توسط آن‌ها بتواند با مسئله رویارویی نماید در چالش است و برای برآمدن بر این چالش، او نقش زیرسیستم‌هایی را که به شکل



تصویر ۲۶ - قیف خبرگی براساس میل از سوی خبرگی رشته‌ای به سوی فرارشته‌ای و پدیدار شدن یک چشم انداز

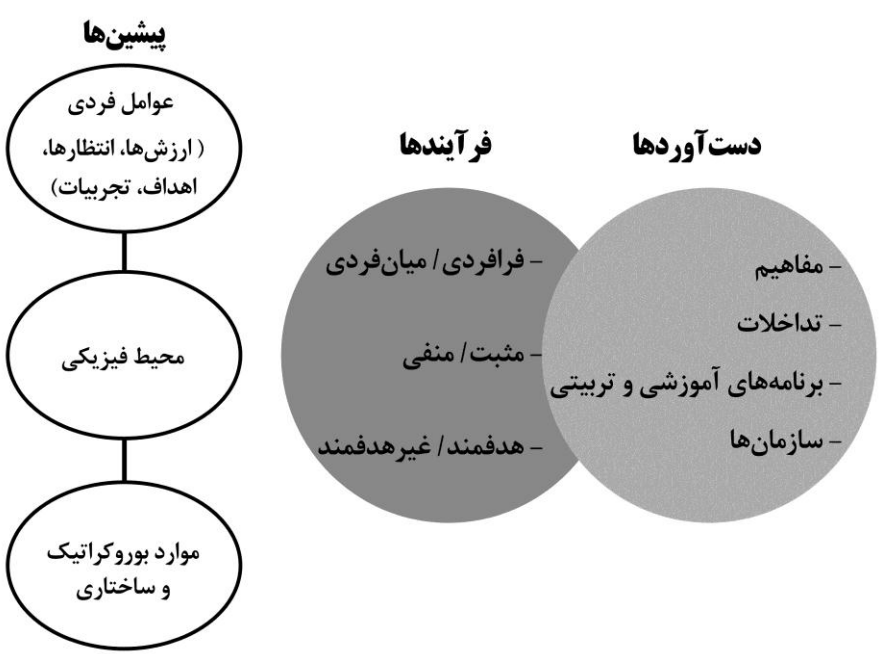
چیدمان پیش رشته‌های گوناگون، آموزش عمومی تعریف شده‌ای را سامان می‌دهند و آن گاه "خبرگی رشته‌ای" کسب می‌شود. این خبرگی با دانش دیگر رشته‌ها رشد می‌یابد. در نهایت خبرگی فرارشته‌ای به وجود آمده که می‌تواند دورنماهای جدیدی را پدیدار سازد. تأملات ابررشته‌ای پیرامون ارتباطات معرفت‌شناسی میانِ رشته‌ها و غیره می‌بایست همجوار با رشد دانایی وجود داشته باشد.

چشمگیری در الگوی کلی رفتاری که به عنوان یک سیستم پیچیده تحت مطالعه قرا داده است را می‌بایست ترسیم کند. او تا حدی برای پرداختن به این چالش می‌تواند بررسی کند که هر رشته آیا ادبیات خاصی را برای آن مسئله دارد و یا می‌تواند از همکاران دانشگاهی خود در هر بخش پرسمان کند که آیا در رشته‌ی آن‌ها راه‌ی برای پرداختن به این مسئله وجود دارد.

ممکن است در لحظه‌ی نخست، کسی به این فکر نیفتد که به عنوان مثال، علم انسان‌شناسی، خیلی به مسئله‌ی باران اسیدی پرداخته باشد. امّا یک همکار دانشگاهی در بخش انسان‌شناسی می‌داند که ماتریالیسم فرهنگی یک چارچوب عمومی فکری برای سطح برخورد انسان - زیست محیط، به ویژه راه‌هایی که عملکرد اقتصادی و فناورانه در اکوسیستم تغییرات ایجاد می‌کند، فراهم آورده است. در هر صورت باید در نظر داشت که از آن جا که سیستم کلی مورد مطالعه، در ماهیت پیچیده است، مشارکت هر زیرسیستم در الگوی رفتار سیستم کلی ممکن است حتی برای متفکر میان رشته‌ای نیز که آن‌ها را مطالعه می‌کند، چندان آشکار نباشد. بنابراین، به اندیشه‌گر میان رشته‌ای اندرز داده می‌شود که حداقل در نخستین جستارهایش، گرفتار جامعیت نگردیده و به وجود ارتباطات غیرخطی که ممکن است از منظر دید پنهان شوند، آگاه باشد.

۳/ توسعه دادن و گردآوری کردن (Developing and Gathering)

لزومی ندارد که متفکران میان رشته‌ای، در



تصویر ۲۷ - مدل همکاری علمی میان‌رشته‌ای

رشته‌هایی که مورد کاربرد قرار می‌دهند، خبرگی داشته باشند. فراتر از یک برداشت عمومی از چشم‌انداز رشته‌ای که مورد بررسی قرار می‌دهند، آنان فقط نیاز به آگاهی از بخش‌هایی وابسته از آن رشته‌ها را دارند که سیماهای ویژه‌ای از یک سیستم پیچیده‌ی خاص را ترسیم می‌کنند. برای مثال، جهت مطالعه‌ی فیزیک باران اسیدی، آن‌ها به درک پایه‌ی اصول ترومودینامیک که در پس عملکرد یک پروژه‌ی قدرت که در تولید کننده‌ی الکتریسته نقشی دارند، نیاز دارند. امّا این‌که آن‌ها نیاز به آشنایی با فیزیک زیر اتمی داشته باشند دور از ذهن است.

از آن‌جا که هیچ دو سیستم پیچیده، همانند یکدیگر نیستند، متفکر میان رشته‌ای لازم است که هر بار یک چیز جدید از یک رشته‌ی خاص را در هنگامی که آن رشته را به کار می‌برد، بیاموزد. دوباره یادآوری این نکته لازم است که پیچیدگی یک سیستم تحت مطالعه به معنای آن است که ممکن است بخش‌های غیرقابل انتظاری از یک رشته ثابت شود که برای بررسی آن سیستم پیچیده مفید باشند. به همین دلیل، ضروری است که اندیشه‌ورز میان رشته‌ای می‌بایست حداقل یک دید کلی از چشم‌انداز آن رشته را داشته باشد که در صورت لزوم بتواند از پتانسیل نهفته در آن رشته برای مطالعه‌ی سیستم پیچیده‌ی تحت بررسی خود بهره گیرد.

۴/ پژوهش کردن (Searching)

هر رشته میل دارد با دیدی تنگ به مواردی

تصویر ۲۸ - گذار فلسفه به پارادایم جدید فرارشته‌ای

که در گستره‌ی مورد علاقه‌ی زمینه‌ی آن زیرسیستم است بنگرد. هنگامی که اندیشه‌گر میان رشته‌ای در جستجوی آن است تا یک رشته را برای مطالعه‌ی یک مورد ویژه در زمینه‌ی سیستم پیچیده به کار ببرد، ممکن است پی ببرد که پژوهش‌های بیشتری می‌بایست انجام شود تا بتوان چشم‌انداز عمومی، مفاهیم ویژه‌ی وابسته، تئوری‌ها و شیوه‌های آن رشته را به کار برد. برای مثال، هنگامی که باران اسیدی در دهه‌ی ۱۹۷۰ به عنوان یک مسئله‌ی سیستمی در ایالات متحده‌ی آمریکا تعریف شد، اکولوژیست‌ها، پژوهش‌های ناچیزی در زمینه‌ی اثرات ابرهای با Ph بالا بر روی جنگل‌های کوهستانی انجام داده بودند و هنوز مانده بود که زیر گستره‌ی " اقتصاد زیست محیطی" توسعه یابد. بنابراین، بسیار به دور از ذهن است که بتوان این‌گونه عنوان نمود که همه‌ی دانش مورد نیاز کار اندیشه‌ورز میان رشته‌ای توسط دانشمندان آن رشته‌ی خاص تولید شده باشد. به صورت آشکار، چالش پژوهش میان رشته‌ای، شناخت و مطالعه‌ی پیوندها و به هم پیوستگی‌های غیرخطی، میان زیرسیستم‌های رشته‌ای است. برای مثال، چه پیوستگی‌هایی میان زیرسیستم‌های اقتصادی و سیاسی که مورد مطالعه‌ی دانشمندان علوم اجتماعی است و نیز چه پیوستگی‌های میان زیرسیستم‌های اتمسفری و بیولوژیک که مورد مطالعه‌ی دانشمندان علوم طبیعی است وجود دارد که این زیرسیستم‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا باران اسیدی را ایجاد کنند؟ چون که این پیوندها و پیوستگی‌ها از میدان دید هر رشته‌ای بیرون است، جستجوی آن‌ها در قلمروی اندیشه‌ورزان میان رشته‌ای جای می‌گیرد.

۵/ آفریدن (Generating)

هدف از نگرش در هر رشته در رهیافت میان رشته‌ای آن است تا بتوان به گسترش درک این موضوع نایل شد که چگونه الگوی رفتاری تولید شده از یک بخش زیرسیستمی با اجزای آن و یا با پیوندهای آن با دیگر بخش‌های زیرسیستمی ارتباط دارند. برای مثال، بررسی اقتصادی جهت مطالعه‌ی پدیده‌ی باران اسیدی از الگوی رفتاری آن بخش از سیستم اقتصاد که موجب می‌شود سیاست به کار بردن زغال سنگ در نیروگاه برق جهت ایجاد انرژی ادامه یابد را آشکار می‌سازد. همچنین کاربرد میان رشته‌ای اقتصاد سیاسی، پیوندهایی را که سیستم‌های اقتصادی و سیاسی را به یکدیگر ارتباط می‌دهند، آشکار می‌سازد.

ب/ در هم تنیدن (Integrating) بینش‌های رشته‌ای

تاکنون، کاربرد تئوری سیستم‌های پیچیده

در تفسیر فرآیند گام به گام میان رشته‌ای، سربلندی خود را نشان داده است. طراحی فرآیند میان رشته‌ای بر اساس تئوری سیستم‌های پیچیده، می‌تواند به شکل منطقی به گفتار منتقدین که معتقدند تنظیم آبشار فرآیند میان رشته‌ای به شکل دلخواه توسط تئوریسین‌های میان رشته‌ای ترسیم شده است را به شکل منطقی پاسخ دهد.

در گام‌های باقی‌مانده‌ی فرآیند میان رشته‌ای، ما به بخشی از این فرآیند وارد می‌شویم که رمز آلود جلوه می‌کند. این بخش همان چگونگی "در هم تنیدگی" است. هر چند می‌توان از درهم‌تنیدگی میان رشته‌ای، مثال‌هایی آورد و تجربیات خود را به بحث گذاشت، امّا بسیار دشوار است تا بتوان به شکل آشکار از چگونگی در هم تنیدن بینش‌های میان رشته‌ای به منظور شکل‌دهی یک ادراک جامع، پرده برداشت. از این رو، نیوول در پی آن است تا بر اساس تئوری سیستم‌های پیچیده، نه تنها گام‌های باقی‌مانده در فرآیند میان رشته‌ای را اعتبار ببخشد بلکه می‌خواهد از توان این تئوری در مفهوم‌سازی و ارزیابی "در هم تنیدگی" که در رهیافت میان رشته‌ای روی می‌دهد نیز پرده بردارد. بر پایه‌ی دیدگاه نیوول، این تئوری می‌تواند در تبدیل کردن ما به یک اندیشه‌ورز میان رشته‌ای کمک کننده باشد.

۱/ شناسایی و ارزیابی کردن

(Identifying and Evaluating)

از آن‌جا که هر رشته در تلاش است تا از بخشی ویژه و متفاوت از واقعیت پرده بردارد، پیش فرض‌های آن می‌بایست (هر چند به صورت ناکامل) اصولی باشند تا بر این بخش از حقیقت که فرمان

تصویر ۲۹ - در مطالعات میان‌رشته‌ای فرآیند در هم تنیدگی integration نقش هسته‌ای دارد.

می‌رانند را بازتاب دهد. در غیر این صورت، آن رشته غیرکارآمد بوده و می‌بایست فرونهاده شود. این پیش فرض‌ها از یک رشته به رشته‌ی دیگر متفاوت می‌باشد؛ زیرا رفتار یک سیستم پیچیده از مکانی به مکان دیگر در تغییر است. بنابراین، اصول حاکم برآن رفتار نیز در حال تغییر خواهد بود.

برای شناسایی اصولی که بر بخش ویژه‌ای از واقعیت حاکم است، متفکر میان رشته‌ای، پیش فرض‌های آن رشته‌ای که در درک آن بخش ویژه‌ی واقعیت به نظر می‌آید به کار آید را مورد کاوش قرار می‌دهد. امّا از آن‌جا که پیش فرض‌ها تمایل دارند در زمانی که افراد آن‌ها را به مشارکت می‌گذارند، نامحسوس شوند، بهترین شیوه برای کاوش پیش فرض‌های یک رشته آن است که این پیش فرض‌ها از سوی رشته‌ای دیگر مورد موشکافی قرار گیرند. برای مثال، در مطالعه‌ی باران اسیدی، هنگامی که مفهوم "ظرفیت انتقال" از منظر اقتصاد مورد موشکافی قرار گیرد، پیش فرض بیان نشده‌ی "فناوری ثابت" مربوط به آن آشکار می‌شود. هنگامی که به تئوری‌های کلاسیک رشد اقتصادی از چشم‌انداز بیولوژی نظر انداخته می‌شود، پیش فرض‌های "منابع طبیعی غیرمحدود" هویدا می‌گردد.

تئوری سیستم‌های پیچیده، این نیاز را به متفکران میان رشته‌ای گوشزد می‌نماید که آن‌ها می‌بایست موشکافی و نیز اغلب، تغییر در ترمینولوژی کاربردی رشته‌های مورد استفاده را مدّ نظر قرار دهند. واژه‌های فنی یک رشته، ویژگی‌های یک جزء و یا وابستگی‌های مربوط به زیرسیستم آن را تعریف می‌کنند. هنگامی که به زمینه‌ی بزرگتر یک سیستم پیچیده‌ی تمام عیار نگریسته می‌شود، ویژگی‌های افزون‌تری (شاید حتی متفاوت‌تر) ممکن است خود را نمایان سازند. این ویژگی‌ها که با نگاه در سیستم آشکار می‌شوند، می‌توانند الگوی رفتاری متفاوتی از سیستم را توصیف کنند.

تعاریف، به خصوص هنگامی که بینش‌های گوناگون رشته‌ای، مورد مقایسه قرار می‌گیرند، اهمیت می‌یابند. در زمانی که یک واژه توسط دو رشته‌ی گوناگون به کار برده می‌شود، متفکر میان رشته‌ای نیاز دارد که ژرف‌تر به وجود تفاوت‌های معانی پنهان این واژه بنگرد. برای مثال، در فرآیند مطالعه‌ی باران اسیدی، یک متفکر میان رشته‌ای زیرک پی می‌برد که معانی متفاوتی برای واژه‌ی " کارآیی" از منظر زیست‌شناس و فیزیکدان (درون رفت انرژی/ برون رفت انرژی)، اقتصاددان (ورود پول/ خروج پول)، دانشمند علوم سیاسی (اثرگذاری/ هزینه‌کرد سرمایه‌ی سیاسی) بیان می‌شود. آن‌ها همچنین می‌بایست از ویژگی‌های

مشترک که در واژه‌های گوناگون نهان بوده و به آسانی قابل یافت نیستند، آگاهی یابند.

۲/ رفع کردن و ساختن

(Resolving and Constructing)

عمل درهم‌تنیدگی میان رشته‌ای شامل دو چالش وابسته به هم است: شناخت الگوی رفتاری کلی پدیده‌ی تحت مطالعه و ساخت یک سیستم پیچیده که الگوی رفتاری آن با آن پدیده سازگار باشد. امّا باید در نظر داشت که این الگوی رفتاری، از اجزاء تشکیل‌دهنده، ارتباطات و زیرسیستم‌های آن برخاسته است. برای انجام فرآیند درهم‌تنیدگی در رهیافت میان رشته‌ای، می‌بایست از سوی پدیده برگشت نموده و از سوی زیرسیستم‌هایی که توسط رشته‌های دیگر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند به پیش حرکت کرد. نخست یک الگوی پیشنهادی، با یک معیار سنجیده می‌شود و سپس با معیاری دیگر؛ آن‌گاه مورد بازبینی قرار گرفته و دوباره آزمون می‌شود. از این رو، درهم‌تنیدگی میان رشته‌ای، با تنش میان بینش‌های رشته‌ای و الگوی پدیدار شناسانه به پیش‌رانده می‌شود.

فرآیند ارتباط دادن الگوی کلی رفتار به رفتار زیرسیستم‌ها و اجزاء آن‌ها، برای هر سیستمی می‌تواند چالش برانگیز باشد، زیرا ماهیت کل از جمع اجزاء آن متفاوت است. حتی چالش برانگیزتر، پردازش الگوی کلی رفتار سیستمی است که در ماهیت پیچیده است. اگر الگوی قابل مشاهده‌ی رفتاری یک پدیده که در قالب یک سیستم پیچیده تعریف می‌شود نبود، انجام این کار برای اندیشه‌گران میان رشته‌ای دشوار جلوه می‌نمود. با نگرش در الگوی قابل مشاهده‌ی رفتاری پدیده است که متفکران میان رشته‌ای در می‌یابند که الگوی سیستم چگونه جلوه می‌کند. وظیفه‌ی متفکران میان رشته‌ای، درک آن است که چرا رفتار سیستم این الگو را از خود نمایان می‌سازد و این کار را با در نظر گرفتن ساختار سیستم و الگوهای رفتاری زیرسیستم‌های آن انجام می‌دهند.

در فرآیند نوسان بین زیرسیستم‌ها و الگوی کلی، ترمینولوژی و پیش فرض‌های رشته‌های مربوطه جهت درک ژرف‌تر و گسترده‌تر (که با درون‌داد واژه‌ها و پیش‌فرض‌ها توسعه می‌یابد) تعدیل می‌گردند. به شکل عملی، این بدان معناست که واژه‌ها و الفاظ و پیش فرض‌های رشته‌ای می‌بایست طوری تغییر یابند تا بتوانند الگوی رفتاری یک زیرسیستم خاص را از چشم‌انداز رشته‌ای توصیف کنند و همچنین درک میان رشته‌ای سیستم پیچیده را در کل فراهم نمایند. بدین سان، می‌توانند الگوی رفتاری

پدیده‌ای را که آن سیستم پیچیده مدل‌سازی کرده است را تفسیر نمایند.

امّا هنر آن است که بتوان واژه‌ها و پیش فرض‌ها را تا حد امکان به میزان اندکی تغییر داد؛ در حالی که همچنان این واژه‌ها و پیش فرض‌ها بتوانند یک زمینه‌ی مشترک کافی را خلق کنند که بر پایه‌ی آن امکان نیل به یک درک منسجم فراهم آید.

۳/ خلق کردن (Creating)

خلق زمینه‌ی مشترک، به معنای دستکاری و تغییر یا باز تفسیری اجزاء یا ارتباطات رشته‌های گوناگون با یکدیگر به گونه‌ای است که بتوان سطوح مشترک آن‌ها را آن‌گونه نمایان کرد که شناسایی پیوندهای میان زیرسیستم‌ها امکان‌پذیر گردد.

هر چند فرآیند خلق زمینه‌ی مشترک نیازمند خلاقیت است ولی نبایستی آن را همچون چیزی رمز آلود یا گنگ و محو قلمداد کرد.

نیوول تعدادی روش جهت فرآیند درهم‌تنیدگی میان رشته‌ای معرفی کرده است که در گستره‌ی وسیعی از سیستم‌های پیچیده کاربرد گسترده دارند. این روش‌ها شامل بازتعریف واژه‌های رشته‌های گوناگون جهت یافت یک وجه مشترک؛ گسترش معنا و یا محدوده‌ی کاربست یک مفهوم؛ خلق یک زنجیره‌ی معنی که در امتداد آن مفاهیم رشته‌های گوناگون را می‌توان آراست؛ تبدیل قضایای حقیقی رشته‌ای مخالف با هم به یک متغیر پیوسته؛ نوآرایی زیرسیستم‌ها برای آشکارسازی روابطی همچون تسهیل‌سازی، تلفیق‌سازی داده‌ها با داده‌های دیگر، یا جذب کردن و شناخت متغیرهای وابسته‌ی پیوندی می‌باشند.

یکی از کاربردهای مهم تئوری سیستم‌ها در درک فرآیند درهم‌تنیدگی آن است که پاره‌ای از راه حل‌های بنیادی مشترک را که بهتر می‌باشند، هویدا می‌نماید. بهترین راه حل آن است که کمترین تغییر در پیش فرض‌های رشته‌ای را ایجاد کرده و در همین حال به عنوان پایه‌ای بسنده جهت ساخت یک درک جامع الگوی رفتاری سیستم، نقش ایفا کند. تغییر نمی‌تواند دلخواه و اختیاری باشد ولی می‌بایست به تفاوت موجود در مفهوم و زمینه، پاسخ‌دهنده باشد.

همانند همین روند، بهترین راه حل الگوی سیستمی آن است که تا آن‌جا که ممکن است به چشم‌انداز رشته‌ای پاسخ‌دهنده باشد و در عین حال هنوز بتواند انسجام کافی از خود نشان داده تا سیستم را یک‌پارچه نگهداشته و نسبت به ترسیم الگوی رفتاری پیچیده‌ای که تحت مطالعه است نیز وفاداری خود را نمایان سازد.

۴/ تولید کردن (Producing)

درک جامع‌ترِ تولید شده توسط رهیافت میان رشته‌ای درک این موضوع است که چگونه الگوی رفتاری سیستم، از اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی آن برمی‌خیزد. الگوی رفتاری یک سیستم دارای یک نوع یکپارچگی و همبستگی است، هر چند که شبه پایدار، پویا و تکاملی نیز می‌باشد. گاهی ذات یک‌پارچه و منسجم الگو می‌تواند در یک فرهشت (Theme) یا استعاره اسیر شود. بهترین فرهشت و یا استعاره، ویژگی‌های تعریف شده‌ی درک جدید را بدون انکار تضاد زمینه‌ای، در خود فرو می‌گیرد. درهم‌تنیدگی موفق، تولید یک الگو می‌کند که به ظرافت و دقت، رفتار شناخته شده‌ی زیرسیستم‌ها (اجزاء و پیوستگی‌های آن‌ها) و نیز رفتار پدیده‌ی تحت کاوش را بازتاب می‌دهد. برای مثال، درک سیستم‌های پیچیده‌ی برآمده از فرآیند میان رشته‌ای، باران اسیدی را به صورت یک پدیده‌ی همبسته و منسجم، امّا تکاملی می‌بیند که در عین حال نیز ماهیت فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و سیاسی نیز دارد. هر چند که این درک می‌بایست به بینش‌های برخاسته از زیرسیستم‌های آن پیوستگی محکمی داشته باشد، امّا از لحاظ کیفی بسیار متفاوت خواهد بود. برای مثال، مفهوم " کارآیی" که در زمینه‌ی زیرسیستم‌هایی گوناگون یک سیستم ممکن است مفهومی باشد امّا در ترسیم الگوی رفتاری کلی یک سیستم پیچیده که در آن حلقه‌های بازخوردی (Feedback loops) مثبت و پیوندهای غیرخطی گویای آن است که تغییرات کوچک، اثرات بزرگی را از خود نشان می‌دهند، کاربرد چندانی ندارد.

۵/ آزمودن (Testing)

عمل‌گرا بودن، به عنوان مهمترین شاهد موفقیت فرآیند درهم‌تنیدگی محسوب می‌شود. در مورد باران اسیدی، آزمون فرآیند آن است که آیا بر اساس درک فراهم آمده که کمک به حل مسئله می‌نماید، می‌توان بنیان سیاست خاصی را گذاشت؟ عموماً، آیا می‌توان بر اساس درک جامع‌تر از سیستم پیچیده، کارآمدتر عمل کرد؟ زیرا درهم‌تنیدگی بهتر، درک کامل و دقیق‌تری را فراهم آورده و کنش کارآمدتری را امکان‌پذیر می‌سازد.

متأسفانه مسئله‌ی عملی جهت آزمون ادراک میان رشته‌ای این است که روش تجربی اعتبارسنجی و تصدیق فرآیند میان رشته‌ای، خود خطی بوده و به جهان سیستم‌های پیش‌پیچیده که معلول‌ها متناسب علت‌ها هستند، وابستگی دارد.

به یاد داشته باشید که گذر تکاملی یک سیستم پیچیده نیز دارای ویژگی غیرخطی است.

بدین سان، توسعه‌ی یک سیاست برای مقابله با باران اسیدی که از فرآیند میان رشته‌ای حاصل شده باشد می‌تواند یک مداخله‌ی متوسط را برای کنترل این پدیده ارائه دهد ولی حاصل این سیاست می‌تواند نتایج غیرقابل انتظار و سترگی را به همراه داشته باشد.

در هر صورت، ما در جهانی با ویژگی "پیچیدگی" زندگی می‌کنیم و ما نیاز داریم که کنشی انجام دهیم. درک میان رشته‌ای ما به نسبت درک بخشی و جدا از هم رشته‌ای، پایه‌ای کارآمدتر را فراهم می‌آورد.

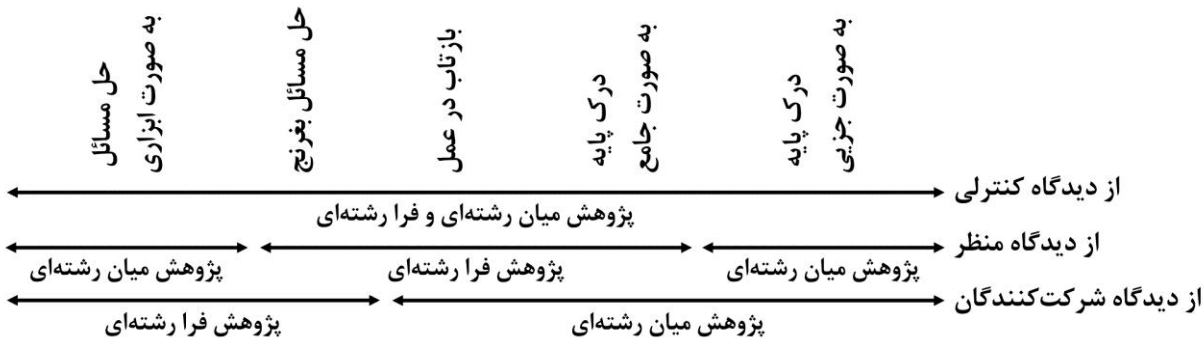
شناخت پیچیدگی نمی‌بایست ما را وادار به کناره گیری نماید بلکه می‌بایست فروتنی و نیز خوی میان رشته‌ای را در ما توسعه دهد.

میان رشته‌ای پراگماتیک

از آن‌جا که روش‌های پژوهشی کنونی بیش از پیش تخصصی‌تر شده‌اند و نیز یک پیچیدگی واقعی در مسائل سلامت و بیماری مشاهده می‌شود، همکاری میان دانشمندان رشته‌های گوناگون برای شناخت و برآمدن بر این‌گونه مسائل ضروری می‌نماید. بنابراین تشکیل تیم علمی (Team Science) برای پرداختن به این مسائل پیچیده، بهترین راهبرد می‌باشد.

کنش تیم علمی می‌تواند یک گستره‌ی وسیع را به خود اختصاص دهد. همان‌گونه که تصویر ۳۰ نشان می‌دهد این کنش می‌تواند گستره‌ای از برهم‌کنش‌ها (Interactions) و درهم‌تنیدگی‌ها (Integrations) را شامل شود. در یک سرطیف، فرآیند پژوهش به طور کامل پژوهشگر محور بوده و یک دانشمند به صورت تنهایی و مستقل، به کار می‌پردازد.

"همکاری" (Collaboration) به صورت سناریویی است که پژوهشگران به صورت نسبی، مستقل از یکدیگر بر روی جنبه‌های گوناگون یک مسئله‌ی علمی مشترک، کار کرده و میزان کمی از برهم‌کنش را از خود نشان می‌دهند. در سر دیگر طیف، "تیم‌های پژوهشیِ در هم تنیده" جای دارند که گروه‌های میان رشته‌ای به صورت منظم یکدیگر را ملاقات کرده (بالاترین میزان برهم‌کنش) و داده‌ها، تصمیم گیری، اعتبار (Credit) و مسئولیت رهبری خود را به مشارکت می‌گذارند (بالاترین حد درهم تیندگی).(۲۹) اصول حاکم بر فضای " تیم علمی



تصویر ۳۰ - گستره‌های پژوهشی میان رشته‌ای و فرارشته‌ای

موفق" تا حدودی شناخته شده است. امّا هنوز بسیاری از پدیده‌های اثرگذار بر عملکرد یک تیم علمی ناشناخته مانده‌اند.

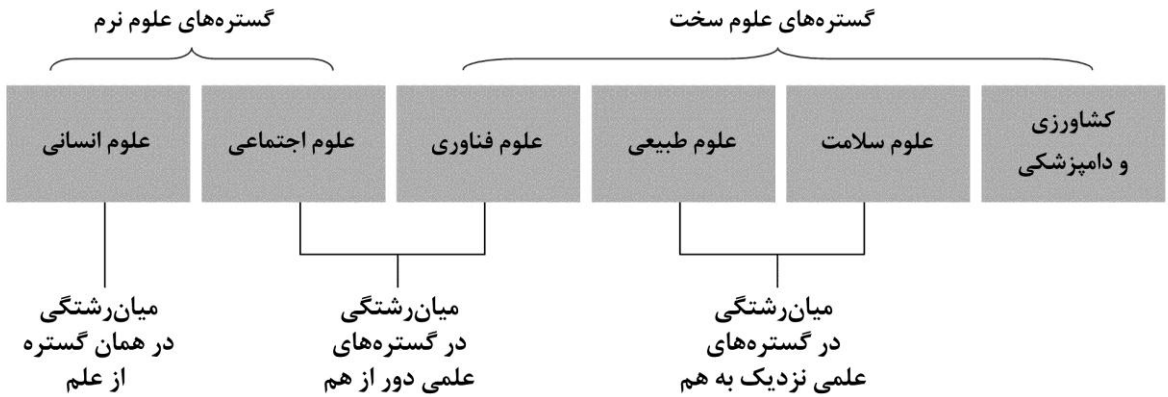
ادبیات جاری تشکیل و هدایت تیم‌های علمی هنوز نوجوان است و بسیاری در تلاش هستند تا مکانیسم‌های عملکردی این تیم‌ها را برای رهیافت فرارشته‌ای (Transdisciplinary) تعریف نمایند. از این رو، شاید بتوان رگه‌هایی از این ادبیات را نیز برای توصیف پراگماتیسم میان رشته‌ای به کار برد. این ادبیات و اصول می‌توانند در طراحی و شکل‌گیری تیم‌های علمی موفق بسیار کارآمد باشند.

هر چند که عوامل فراوانی درتعیین موفقیت و عملگرا بودن یک تیم علمی، برای رویارویی با چالش‌های فرارو، مؤثرند ولی شناخت عوامل دینامیک که بر موفقیت تیم‌های علمی اثرگذار هستند می‌تواند در طرح ریزی، به کارگیری و تدوین اصول عملی، برای افزایش بهره‌وری تیم‌های علمی و پیشگیری از در دام افتادن این تیم‌ها در چالش‌ها و تناقض‌های فرارو، سودمند باشند.

هدف این بخش از نوشتار، درک ویژگی‌ها، فرآیندها، پویایی و عوامل شتاب‌دهنده‌ی یک تیم علمی موفق است. در همین زمان، تلاش می‌شود که راهبردهای پیشگیری، کاهش و یا رویارویی با تضادهای موجود میان پژوهشگرانی که در تیم های علمی شرکت می‌کنند را از میان مکانیسم‌های تشکیل تیم‌های علمی نمایان کنیم. از این رو، نخست به چگونگی آغاز شکل‌گیری تیم علمی اشاره خواهیم کرد.

الف/ پردازش یک تیم پژوهشی

گرد آوردن افراد رشته‌های گوناگون علمی یا تخصصی با سطوح گوناگون شغلی، یک کار بسیار



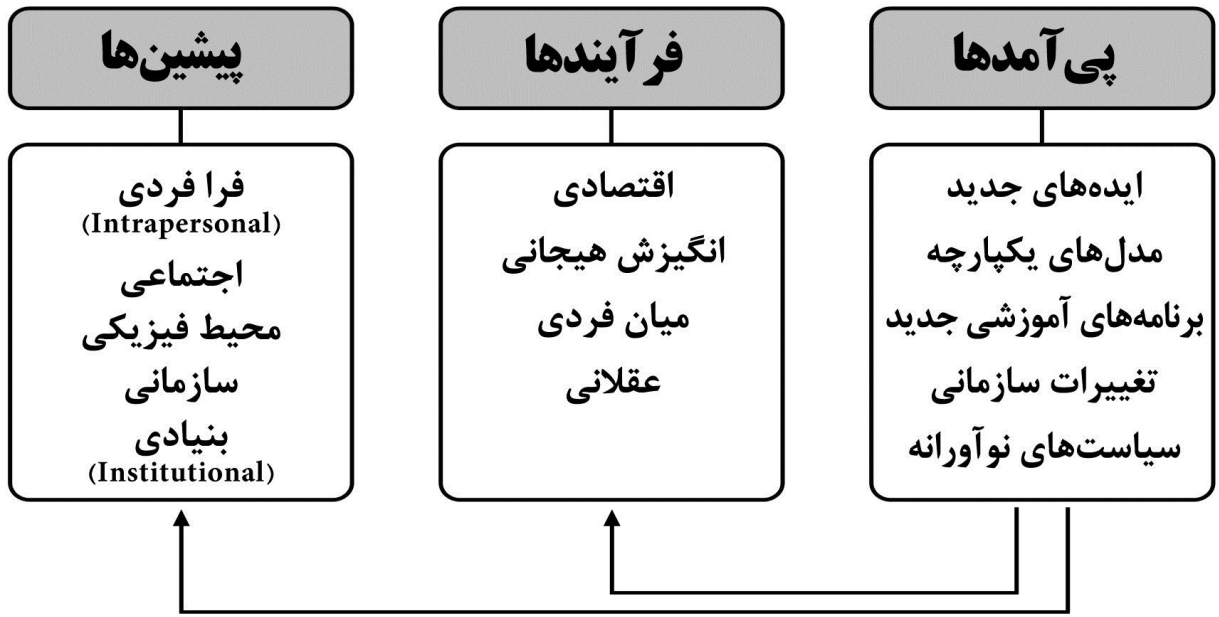
تصویر ۳۰ - نمونه‌هایی از سه سطح مطالعات میان رشته‌ای

ظریف و تفکر برانگیز است. زیرا این افراد، انتظارات، هنجارها و شیوه‌های فکری که اختصاص به گستره‌ی کاری‌شان دارند را با خود به ارمغان می‌آورند و چنان‌چه بتوان برخوردها و تناقض‌ها را به خوبی مدیریت کرد، فرآیند در هم تنیدن دانشمندان با زمینه‌های متنوع کاری به پردازش یک گروه بسیار عمل‌گرای میان رشته‌ای منجر خواهد شد. امّا چنان‌چه این کار به صورت عالمانه پردازش نشود، نمی‌توان امید به نیل به اهداف تیم علمی را در سر پروراند.(۲۹)

یک تیم پژوهشی میان رشته‌ای را می‌توان از بالا به پایین ساخت (توسط رهبر تیم) و یا از پایین به بالا (توسط دانشمندان رشته‌های مشارکت کننده یا دانشمندان ارشد). هر دو شیوه می‌توانند در پردازش تیم‌های بسیار کارآمد، مؤثر باشند.

یکی از موارد شناخته شده‌ی تیم‌های موفق علمی، تیم علمی سارس (SARS) بود که توسط سازمان جهانی بهداشت جهت جستجوی راه حل پاندمی سندرم حاد تنفسی با حضور ۱۱ پژوهشگر از ۹ کشور تشکیل شد. در سایه‌ی پذیرش اصول حاکم بر تیم علمی موفق، مانند ارتباط دائم در مورد داده‌ها، نتایج و طراحی گام‌های بعدی، فرآیندهای به اشترک‌گذاری داده‌ها و نمونه‌های بالینی، و تعهد مشترک جهت نیل به هدف حقیقی، تیم موفق شد فقط طیّ یک ماه، ویروسی از خانواده‌ی کورانا ویروس را که پیش از این شناخته نشده بود، به عنوان عامل سارس، معرفی کند.

اعضای تیم می‌بایست در ایجاد تعادل، همخوانی و در هم تنیدن بینش‌های برخاسته از رشته‌های متنوع خبره باشند.(۳۰) همچنین این اعضاء می‌بایست سطح بالایی از روحیه‌ی همکاری، رهبری



تصویر ۳۱ - مدل مفهومی همکاری علمی میان‌رشته‌ای

مشارکتی و مسئولیت‌پذیری را دارا باشند.(۳۱)

برای یافت چنین اعضایی، افزون بر بررسی سوابق شخصی افراد، معرفی نامه و انجام مصاحبه ضروری می‌باشد. در این مصاحبه‌ها، می‌بایست پی برد که آیا ارزش‌های مورد اعتقاد این فرد با ارزش‌های حاکم بر جریان تیم علمی، همخوانی دارد. جهت بررسی عملکرد و رفتار شرکت کنندگان در تیم نیز می‌توان از پرسش‌نامه‌هایی که عملکرد و رفتار را بررسی می‌کنند، استفاده کرد. همچنین می‌توان برای پیدا کردن افرادی که دارای پتانسیل‌های نهفته بوده ولی در بخش‌هایی از دانشکده‌ها و یا حتی بیرون از محافل آکادمیک از دید به دور هستند، از شیوه‌ی شبکه‌سازی (Networking) استفاده نمود. با ایجاد شبکه‌های گسترده‌ای از تماس با افراد، می‌توان این اعضا را یافته و دعوت به تیم کرد.

تعهد اعضای تیم علمی، برای موفقیت تیم بسیار حائز اهمیت است. این تعهد فراتر از آن چیزی است که در اخلاقِ کار، با آن روبرو هستیم. این احساس در اعضای تیم می‌بایست ایجاد شود که موفقیت شغلی و حرفه‌ای آن‌ها در گرو موفقیت اهداف تیم است.(۳۲)

ترسیم نقشه‌ی دانایی (Knowledge Map) اعضاء و سنجش توانمندی آن‌ها شاید بتواند در تعیین

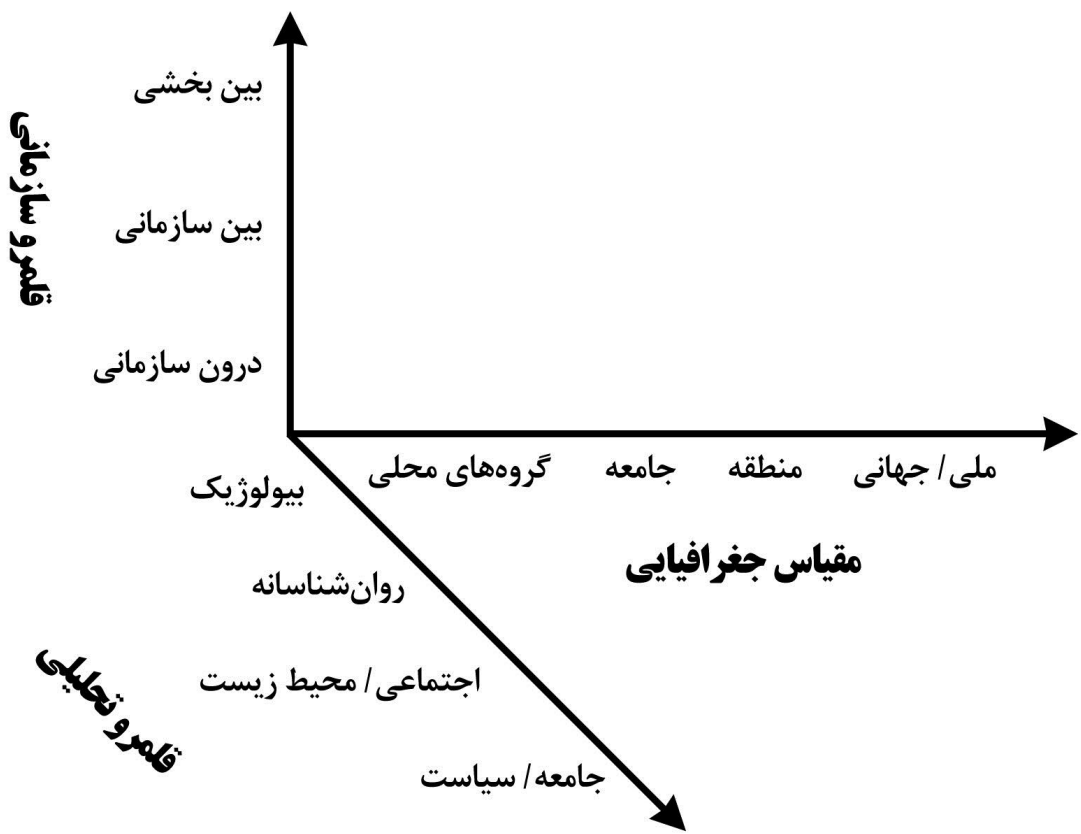
نقش و مسئولیت هر عضو مؤثر باشد. از ایـن رو، بسـیار شایسته است که هر عضو، بر اساس این نقشـه، بتوانـد مسئولیت خود را در نیل بـه اهـداف تـیم علمـی درک نماید. بنابراین، بحث در مورد اهداف تیم به شکل بـاز و صادقانه، می‌تواند به صورت یک فرآیند پویا که در گـذر زمان تکامل می‌یابد، توسط رهبر تیم هدایت شود.

همچنین در هنگام پردازش تیم می‌بایسـت شیوه‌های رویارویی با تنـاقض‌هـا، سـتیزه‌جـویی‌هـا، تضادها و عدم توافق‌ها که در شکل‌گیری اولیه‌ی تیم نمود می‌یابند، ترسیم شوند.

تصویر ۳۲ - صفات فردی مورد لزوم برای کار میان رشته‌ای

حتی ممکن است چشم‌اندازها و ایده‌های تیم در گذر زمان تغییر یابد و از این رو اعضای تیم باید آمادگی‌پذیرش این روند را با روحیه‌ای انعطاف‌پذیر داشته باشند. همچنین اعضای تیم ضمن احترام به دیدگاه‌ها و چشم‌اندازهای همکاران خود و نیز درک مسئولیت اعضای دیگر در نیل به اهداف تیم، می‌بایست آمادگی با دوران‌های پرآشوب رویارویی اندیشه‌ها و تضادها را به دست بیاورند. از نکات دیگر پراگماتیک یک تیم میان رشته‌ای، پردازش مکانیسمی برای ارتباط افراد تیم با یکدیگر جهت اشتراک داده‌ها و ارزیابی نتایج و موفقیت‌ها و نیز بررسی روند کار است.

از آن‌جا که داده‌ها به عنوان کالایی بسیار ارزشمند در اقتصاد دانایی محور نقش ایفاء می‌کنند، اشتراک گذاری داده‌ها نه تنها به تعهد و حس بالایی از اخلاق حرفه‌ای بلکه به زیر ساخت‌های فناورانه و



تصویر ۳۳ - قلمرو (Scope) تحلیلی، جغرافیایی و سازمانی تیم علمی

فیزیکی بالایی نیز نیاز دارد.

بنابراین، برخوردهای فیزیکی (در کارگروه‌های کارگاهی) و یا مجازی (کارگروه‌های الکترونیکی) از مکانیسم‌های شناخته شده هستند. کارگروه‌های الکترونیکی زمانی کارآیی خود را به خوبی نشان می‌دهند که اعضا، یکدیگر را شناخته و حس درک و اعتماد به همدیگر را یافته باشند.(۳۲)

هر چند که فناوری اطلاعات، با ارائه‌ی پهنای باند مناسب، امکان ارتباط افراد را در فضاهای گوناگون و دور از هم فراهم آورده است ولی باید گفت که این فناوری‌ها هنوز نمی‌توانند اثر چهره به چهره‌ی افراد و نیز اثر ضمنی و نا آشکار حسی، عاطفی و هیجانی برخورد اعضای تیم علمی در کارگروه‌های فیزیکی که آکنده از حس و اتحادهای اجتماعی- فضایی (Socio-Spatial) است را جایگزین نمایند.

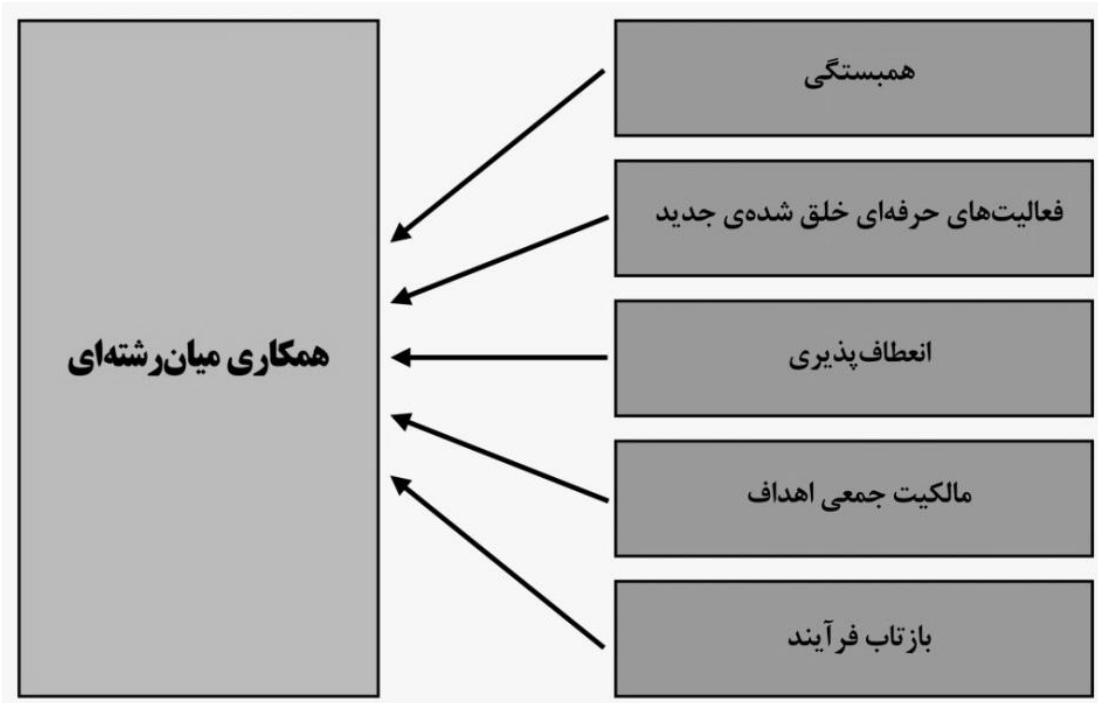
بنابراین، در کار میان رشته‌ای، شاید بهتر باشد که در هنگامه‌های نخست که اعضا یکدیگر را به خوبی نشناخته و حس اعتماد را در خود نپرورانده‌اند، از فناوری اطلاعات و تشکیل کارگروه‌های الکترونیکی، جهت گردآوری داده‌ها و اشتراک آن‌ها، استفاده کرد. از عملکرد کارگروه‌های فیزیکی و کارگاه‌های چهره به چهره، جهت زایش ایده‌ها و طراحی، نیز نمی‌بایست غافل بود.(۳۳)

ب/ پرورش اعتماد

کار گروهی در رهیافت میان رشته‌ای، نیازمند شکل‌گیری حس اعتماد میان اعضای تیم علمی است. زیرا یک تیم علمی، بدون سامان یافتن حس اعتماد کافی میان اعضا، نمی‌تواند به اهداف خود نائل شده و عدم اعتماد موجب چروکیدگی حس همکاری می‌گردد. از این رو، نمی‌بایست به اعتماد به صورت یک متغیر تک بعدی ساده نگریست. برای تجربه‌ی اعتماد، اعضای تیم بایستی بر این باور دست یابند که همکاران‌شان در تیم، توانمندی انجام کار بر اساس الگوی فراهم شده را دارند و نتایج قابل اعتباری را تولید نموده و با روحیه‌ای باز، داده‌ها را به اشتراک گذاشته و پیرامون داده‌ها به تفسیر می‌پردازند.

آن‌ها همچنین می‌بایست، به این سطح از اعتماد دست یابند که همکاران تیمی‌شان، نسبت به کارگروهی، تعهد داشته و به علایق و نیازمندی‌های طرف دیگر نیز ارزش قائل بوده و برای موفقیت کاری تیم به طور کلی، حاضر به هزینه کرد هستند. پرورش حس اعتماد به گذر زمان و رویارویی اعضای تیم در یک فضای پرانگیزه و آکنده از تبادل تجربیات مثبت نیاز دارد.(۲۹)

برخوردهای چهره به چهره در نخستین هنگامه‌های شکل‌گیری تیم علمی و نیز



تصویر ۳۴ - مدل همکاری میان‌رشته‌ای

گردهم‌آیی‌های اجتماعی و تشویق به تبادل نظر و بحث علمی و ارائه‌ی ایده‌های چالش برانگیز با هدف نیل به تصمیم یا نتیجه‌ی بر پایه‌ی اطلاعات علمی در کارگروه‌ها، می‌توانند در ایجاد افزایش حس اعتماد و ساخت هویت و هنجاری تیم، مؤثر باشند.(۳۳)

فراهم آوردن زیر ساخت و آموزش مدلی که اعضا بتوانند هر از چندگاهی بازخوردهای انتقادآمیز و سازنده‌ی خود را ارائه دهند، می‌تواند در افزایش حس اعتماد کارساز باشد. در حقیقت نشست‌های هفتگی، در قالب کارگروه و یا کنفرانس، همراه با پانل‌های بحث و گفتگو، از مکانیسم‌هایی هستند که می‌بایست پیش از پرداختن به کار در کارگروه‌های الکترونیکی به کار گرفته شوند.

پ/ پردازش یک چشم‌انداز مشترک

پردازش یک چشم‌انداز مشترک (Shared Vision) در میان اعضا، از عملکردهای زیربنایی رهیافت میان رشته‌ای است. با آن‌که هر کدام از اعضا از دیدگاه رشته‌ی خود به مسئله می‌نگرند، امّا ترسیم یک " تصویر بزرگ " از مسئله

برای پردازش یک چشم‌انداز مشترک می‌تواند جایگاه عملکردی و مسئولیت‌پذیری هر کدام از اعضا را برای حل مسئله معین نماید. برای نیل به یک چشم‌انداز مشترک، گفتمان پیوسته میان اعضای تیم علمی میان رشته‌ای می‌بایست جاری بوده و اعضای رشته‌های گوناگون، در کنار ذی‌نفع‌های موضوع، به بحث و تبادل نظر بپردازند. در ماهیت، ترسیم یک چشم‌انداز مشترک، یک فرآیند مشارکتی است. در چنین رهیافتی است که هر کدام از اعضاء می‌توانند اهداف کلی پروژه را درک کرده و فعالیت‌ها و مسئولیت‌های هر کدام از افراد و کارگروه‌های تیم علمی در یک تلاش جمعی در هم تنیده شوند. بنابراین در رسیدن به یک چشم‌انداز مشترک، لازم است که اعضا بتوانند آزادانه اهداف پژوهشی و همچنین چگونگی پیوستگی این اهداف با " تصویر بزرگ " را بیان دارند. پس هر کدام از اعضا باید بتوانند جایگاه عملکردی خویش و نیز چالش‌های رودررو، برای ترسیم این چشم‌انداز مشترک را به بحث بگذارند. آن‌گاه این افراد می‌توانند مالکیت نقش کلیدی خود را در به ثمر نشاندن اهداف تیم علمی احساس کرده و در مقابل، مسئولیت‌پذیری و پاسخ‌گویی خود را در برابر شکست‌های احتمالی، نشان دهند.(۲۹)

در هر صورت، نتیجه‌ی پردازش یک چشم‌انداز مشترک باید آن باشد که هر عضوی از تیم بتواند چشم‌انداز رشته‌ای خود را در چشم‌انداز کلی جدید در هم تنیده شده یافت نماید و بر اساس آن، مسئولیت عملکردی فراروی خود را مشاهده کند. از این رو، عمل درهم‌تنیدگی نیز برای آفرینش یک چشم‌انداز مشترک روی می‌دهد. البته باید توجه داشت که این چشم‌انداز مشترک یک عمل ایستا نبوده و می‌تواند به صورت منظم در سایه‌ی تقویت عمل میان رشته‌ای، مورد بازبینی قرار گرفته تا تفسیرهای واگرایی که از آن می‌شود را آشکار و فرو نهد.(۳۰)

پیوستگی و یکپارچگی یک گروه میان رشته‌ای هنگامی تحت کنش و فشار قرار می‌گیرد که اعضاء نتوانند درک کاملی را از چشم انداز مشترک به دست آورده و یا نتوانند چگونگی و جایگاه تلاش خود را در رسیدن به اهداف مشترک تیم علمی بیان کنند. چنان‌چه این‌گونه باشد و نتوان به یک چشم‌انداز مشترک مورد توافق اعضاء نائل شد، باید گفت که اعضاء در حقیقت بر روی یک هدف مشترک کار نمی‌کنند و این روند منجر به آن می‌شود که آن‌ها داده‌های خود را به اشتراک نگذاشته و حس اعتماد شکل نگرفته و ارتباطات میان اعضا نیز سست شده و به یک باره تیم علمی از درون متلاشی می‌گردد. از سوی دیگر، ائتلافی که

نتیجه‌ی آن یک چشم‌انداز مشترک با اهداف آشکار و قابل دسترس باشد، با کمترین چالش‌ها روبرو خواهد بود.(۲۹)

امّا باید این را در نظر داشت که پردازش یک چشم‌انداز مشترک کاری توان‌فرسا و زمان‌بر است.(۳۲) باز تأکید می‌شود که در پردازش این چشم‌انداز می‌بایست تمام ذی‌نفع‌های جامعه و محافل آکادمیک، در یک فرآیند مشارکتی، شرکت جویند.(۳۱)

ت/ توسعه‌ی راهبردهای ارتباطات رسمی و غیررسمی تیمی

موفقیت در پژوهش میان رشته‌ای که با در هم تنیدن اندیشه‌ها توأم است به توسعه‌ی راهبردهای ارتباطات رسمی بستگی دارد. بر اساس این راهبردها است که چگونگی، مکان و تیپ پژوهشگرانی را که می‌بایست با یکدیگر در ارتباط بوده و برنامه‌های تحلیلی خود را تکمیل و دست‌آوردهای خود را بنویسند، شکل می‌گیرند. در درجات بالاتری از فرآیند درهم‌تنیدگی، اعضای تیم می‌بایست در برهم‌کنش‌های متوالی، به عنوان بخش ضروری یادگیری مشترک، درگیر شوند.(۳۱)

در همین برهم‌کنش‌های متوالی و درهم آغوشی اندیشه‌ها است که ایده‌های نوین پدید می‌آیند. از این رو، شایسته است که اعضای تیم علمی، اطلاعات و بینش‌های خود را با خوی و منشی مثبت و با سیمایی باز به اشتراک بگذارند.(۳۲)

در پژوهش و آموزش

تصویر ۳۵ - پنج نظام از دیدگاه پیتر سنگه (۱۹۹۰) که در قلب ساختار سازمان یادگیرنده جای دارد.

میان رشته‌ای و هدایت تیم‌های علمی، برنامه ریزی برای نشست‌های منظم که اعضای تیم بتوانند داده‌های خود را عرضه داشته و بازخورد دریافت دارند، اهمیت به سزایی می‌یابد. از این رو، تدوین مقررات برای چگونگی ایجاد ارتباطات میان اعضای تیم در این نشست‌ها می‌تواند در افزایش کارآیی، بسیار اثرگذار باشد. همچنین پیدا کردن راهکارهایی برای ترجمان مفاهیم، روش‌ها و چارچوب‌هایی که برای اعضای درگیر تیم ممکن است قابل ادراک نباشد، می‌تواند گذری دیگر برای فزونی هم اندیشی و افزایش ارتباطات باشد.

در همین شرایط، اعضای تیم علمی می‌بایست به این باور نیز دست یافته باشند که انتقاد از دیدگاه‌ها و نظرات هرگز به معنای رویارویی با فرد نبوده و وجود اندیشه‌ها و نظرات مخالف به معنای زایشِ خلاقیت و ایده‌های نوین مهم قلمداد می‌شود.

در چنین فضایی است که هر عضو تیم به نقش مهم عضو دیگر در حل مسئله پی خواهد برد و به تدریج زبان مشترک نیز میان اعضای تیم شکل گرفته و هر عضو تیم، ظرفیت و پتانسیل در هم تنیدن و درهم آغوشی اندیشه‌های دیگران را در کالبد اندیشه‌ی خود و خلق فرضیه‌ی جدید پیدا می‌کند.(۲۹)

در هر صورت، در قالب همین شیوه‌ی گفتمان‌های رسمی است که مسئله‌ی پژوهشی، طراحی، شیوه‌ها، تحلیل‌ها و نتایج و نیز تفاوت‌های میان رشته‌ها در پارادایم‌ها، مقیاس‌ها و چارچوب‌ها آشکار می‌شود. البته، ارتباطات نمی‌بایست همیشه چهره‌ای رسمی داشته باشد و برهم‌کنش‌های غیررسمی منظم نیز می‌تواند در پیوست ارتباطات ضروری برای یک تیم کارآمد، در سطح فردی و برنامه‌ای اثر گذار باشد.(۳۱)

ث/ مدیریت تضاد اندیشه‌ها

تضاد در اندیشه‌ها، برخاسته از تفاوت‌ها است و از این رو اجتناب‌ناپذیر بوده ولی یک جنبه ضروری برای بر هم کنش میان انسان‌ها است. زیرا پیوستگی اجتماعی از رویارویی اندیشه‌های متضاد و حل آن‌ها پدیدار می‌گردد. با همین انگاره، وجود تضاد در تیم علمی می‌تواند به عنوان یک منبع و همچنین یک چالش باشد. منبع از این لحاظ که عدم توافق می‌تواند تفکر را گسترش و دانش جدید را پیرامون مسئله‌ی پیچیده‌ی علمی افزایش داده و مسیرهای نوینی را برای پژوهش تحریک نماید. چالش است زیرا چنان‌چه ماهرانه مدیریت نشود می‌تواند عملکرد کارآمد تیم را بازدارد و پیشرفت علمی را خاموش سازد.

مدیریت تضادها نیاز به منش و مهارت

ویـژه‌ای دارد. رهبـر یـک تـیم کارآمـد، از تضـاد نمی‌هراسد ولی می‌داند که چگونه در زمانی که پدید می‌آید آن را مدیریت نماید.

در نخسـتین گـام، مـی‌بایسـت فرهنـگ و زمینه‌ی تضـاد را دریافـت و دانسـت کـه معنـای آن چیست و آن را برای دیگر اعضای تیم علمی توصیف نمود. دوم در هنگام دریافـت معنـا و ژرفـای تضـاد، مـی‌بایسـت بـه صـورت فعـال گـوش فـرا داد و پرسش‌هایی نیز برای تأییـد درک معنـی ایـن تضـاد عنـوان نمـود. در سـومین گـام، هیجانـات و شـور و احساسات را باید ارج گذاشت؛ زیرا ایـن خـود گـامی است برای زدودن بازدارنده‌های حل تضاد که در فـرا روی قرار دارند. چهارم آن‌که می‌بایسـت در ژرفـا بـه جستجوی معنـای پنهـان گشـت. تـرس‌هـا، نیازهـا، تاریخ‌ها و یا اهداف پنهان ممکـن اسـت منبـع پـس زمینه‌ای موضوع باشند. پنجم آن‌که بایـد از بحـث و

انعطاف‌پذیری در انتخاب عنوان پژوهش
سنتز خلاقانه برای فراهم آوردن رشته‌ای مجزا به عنوان بخشی از پروژه‌ی یک‌پارچه و درهم‌تنیده شده
نوآوری و آزادی در طراحی پروژه‌هایی که بر برهم‌کنش‌ها و سیستم‌ها تمرکز دارند.
حمایت، تعهد و تجربه‌ی مشاور از پروژه‌های میان‌رشته‌ای یک‌پارچه
مورد حمایت قرار گرفتن بخش‌های درهم‌تنیده و یک‌پارچه شده‌ی پروپوزال توسط مشاوران رشته‌ای
وجود خبرگی و عدم بوروکراسی میان انیستیتوها برای ایجاد مشارکت
دسترسی آسان، پشتیبانی برنامه‌ریزی شده و تسهیلات زبانی برای هدایت پروژه در سطح بین‌الملل
وجود پس زمینه‌ی رشته‌ای نیرومند و وجود تربیت کافی جهت کار با مدل‌ها و چهارچوب‌های میان‌رشته‌ای
سرمایه‌گذاری کافی
پذیرش این نکته که کار میان‌رشته‌ای زمان‌بر است.
آزمون‌ها و برآوردهای اولیه جامع بوده و بر پایه‌ی عنوان میان‌رشته‌ای استوار است.

تصویر ۳۶ - پیش‌برنده‌های برنامه‌ای در پژوهش میان‌رشته‌ای و یک‌پارچه

جدل که چه کسی درست یا غلط می‌گوید دوری جست و بیشتر بر روی برآورد نیازهای دو طرفه متمرکز شد. ششم آن‌که باید از آنانی که تجربه‌ی کافی برای رویارویی با تضادها دارند درس آموخت تا بتوان مهارت خود را برای رویارویی با شرایط دشوار و چگونگی ابراز یک‌دلی و شکیبایی با دیگران افزود. هفتم آن‌که می‌بایست تعهد به عمل را با حل خلاقانه‌ی مسئله و گفتمان مشارکت جویانه نشان داد. هشتم آن‌که می‌بایست درک نمود که چرا دیگران ممکن است برای تغییر، مقاومت از خود نشان دهند؛ زیرا مسئله می‌تواند برآمده از نیازهایی باشد که مورد توجه قرار نگرفته باشند.(۲۹)

ج/ ایجاد انگیزه

ایجاد مشوق‌های نیرومند برای مشارکت و نیز ماندگاری اعضا در تیم علمی بسیار مهم می‌باشد. این مشوق‌ها می‌تواند مالی، آموزشی و کسب مهارت افراد، معروفیت و شناخته شدن توسط توده‌ی مردم، ارتقاء و انگیزه‌های شغلی و حرفه‌ای باشند.(۳۳)

البته گاهی حس و میل یافت پاسخ به پرسشی جالب می‌تواند انگیزه‌ای استوار برای شرکت افراد در تیم علمی باشد. در هر صورت، جستجو برای یافت انگیزه برای نگهداشت اعضا در تیم علمی از نکات برجسته‌ی مدیریت رهیافت میان رشته‌ای می‌باشد.(۳۲)

چ/ مقیاس زمان

شناخت و احترام به مقیاس زمان، از راهبردهای میان رشته‌ای در عمل است. رشته‌های گوناگونی که در رهیافت میان رشته‌ای مشارکت کرده‌اند، هر کدام برای خود مقیاس زمانی ویژه‌ای را برای کامل کردن پژوهش‌های خود دارند؛ برای مثال، در علوم منابع طبیعی و محیط زیست، فصول جمع‌آوری داده‌ها، سیکل‌های تولید مثل، فعالیت‌های اجتماعی و دیگر عوامل زمانی، برای انجام پروژه‌های موفق، بسیار مهم می‌باشند. بنابراین در نخستین هنگامه‌های شکل‌گیری تیم‌های علمی میان رشته‌ای، بسیار پسندیده است که برنامه و چارچوب زمانی به گونه‌ای طراحی گردد که زمان آغاز و پایان هر فعالیت علمی و مسئولیت‌های افراد تیم در آن به خوبی بازگو شود. در طراحی همین چارچوب زمانی به موارد دیگر کار تیمی و میان رشته‌ای که مقیاس زمانی خود را می‌طلبند نیز می‌بایست توجه نشان داد؛ مانند زمان لازم برای نیل به یافت زبان مشترک بین اعضای تیم، زمان لازم برای فعالیت‌هایی که در ساخت روحیه‌ی اعتماد و پیوستگی اعضای تیم و زمان لازم برای فعالیت‌هایی

که در ساخت روحیه‌ی اعتماد و پیوستگی اعضا مؤثرند. برای درک متقابل از مسئله و ساخت مدل چارچوب پنداشتی مسئله نیز باید زمانی در نظر گرفت. باید در همین برنامه‌ی زمانی، زمان تولید داده‌ها، تحلیل و نگاشت نتایج، به شکل منظم با مقیاس زمانی مربوطه، تعیین شود. در هر صورت باید این نکته را در نظر داشت که حرکت از فعالیت علوم رشته‌ای به میان رشته‌ای، فرآیندی زمان‌بر است و به طور کلی، مقیاس زمانی فعالیت‌های میان رشته‌ای بسی فراتر از فعالیت‌های رشته‌ای است.(۳۱)

ح/ حمایت‌های سازمانی

حمایت پابرجای سرمایه‌گذارانِ فعالیت میان رشته‌ای برای نگهداشت ائتلاف پژوهشگران جهت نیل به اهداف اصلی، از پیش برنده‌های بسیار مهم در رهیافت میان رشته‌ای می‌باشد.(۴۵) چنان‌چه این حمایت‌های مالی انجام نگیرد، نمی‌توان انتظار داشت که زیرساخت‌های لازم برای عمل میان رشته‌ای نیز فراهم شود. از آن‌جا که رهیافت میان رشته‌ای، رهیافتی زمان‌بر بوده و ممکن است پرهزینه باشد، سرمایه‌گذاران که شامل سازمان‌ها، شرکت‌ها و یا دانشگاه‌ها هستند را می‌بایست در تمام گذر فرآیند، از هنگامه‌ی شکل‌گیری تیم علمی تا هنگامه‌ی تحلیل نتایج و دست آوردهای تیم، در فرآیند سهیم نمود و بر اساس چارچوب زمانی تعیین شده، بازخوردها را برای آنان فرستاد. همچنین نمایندگانی از سازمان‌های حمایت کننده می‌توانند به صورتی فعال در فرآیند شرکت نمایند تا اطمینان حاصل کنند که رهیافت میان رشته‌ای به خوبی پیش رفته و به رهیافت رشته‌ای فرونشسته است.(۱۲)

اقدامات دیگر که در فراتر از چارچوب سامانه‌ی حمایتی مالی قرار می‌گیرند شامل تغییر محیط کار از لحاظ فیزیکی و فرهنگی است تا بتوان مکانی را فراهم آورد که افراد با رشته‌های گوناگون تخصصی بتوانند با یکدیگر کار کنند. همچنین تغییر در سیستم ارزشیابی، مشوق‌ها و پاداش‌ها نیز از نکات نرم افزاری حمایتی می‌باشند که بایستی از سوی سازمان‌های حمایت کننده مدّ نظر قرار گیرند.(۳۲)

خ/ رهبری

وجود یک رهبر حمایت کننده و آزاد اندیش که بتواند افراد تیم علمی را گرد هم آورده و در توانمندسازی آن‌ها و در ایجاد جریان فرآیند تفکر آزاد و خلاقانه در فضای تیم علمی تلاش کند، از عناصر ساختاری تیم‌های علمی محسوب می‌گردد.(۳۳) رهبر همچنین می‌بایست از توانمندی زدایش تضادهای حاکم بر فضای تیم برخوردار باشد. همچنین یک رهبر خوب می‌بایست دارای ایده‌ها و چشم‌انداز

برجسته‌ای بوده و به این سطح از ادراک رسیده باشد که بداند برای انجام پروژه‌ی میان رشته‌ای می‌بایست چه تنوعی از رشته‌های گوناگون گرد هم آیند. در ضمن می‌بایست از مهارت‌های ایجاد ارتباطات بین فردی بالایی برخوردار بوده و در کار با افراد خوب از خود فروتنی نشان دهد. پسندیده است که از رشته‌ها و تخصص‌هایی که در تیم حضور دارند، اطلاعات کافی داشته باشد. بدین سان بتواند با آن‌ها در سطح بالایی ارتباط برقرار کند. او همچنین باید بتواند تمام اعضای تیم را در یک یکپارچگی در کنار هم نگه دارد. هر چند که بسیار از این صفات قابل آموزش یا تشویق هستند ولی پاره‌ای از آنها ذاتی و درونی می‌باشند.(۳۲)

از آن‌جا که رهبر می‌بایست اهداف پروژه‌ی میان رشته‌ای را ترسیم کرده و نقش فعالی را در هدایت تیم از لابه‌لای تضادها به عهده داشته باشد و تلاش کند که مسائل فنی از راه برداشته شوند، نقشی حیاتی در کل فرآیند میان رشته‌ای بر عهده دارد.(۵۲) این صفات برجسته می‌تواند در یک رهبر آکادمیک یا غیردانشگاهی وجود داشته باشد. از این رو می‌توان یک رهبر را در ورای محافل دانشگاهی نیز جستجو و انتخاب نمود.(۳۱)

یک رهبر در "ماتریکس نقش‌ها و مسئولیت" کنش مهمی داشته و می‌بایست بتواند با گفتگو با افراد، نقش‌های آن‌ها را در تیم بازگو کرده و انگیزش اعضای تیم علمی را از نقش‌ها و مسئولیت‌های پویا و چرخشی که به آن‌ها می‌دهد حفظ کند.

همچنین او باید قادر باشد که با ایجاد ساز و کاری پویا، بازخوردهای عملکردی تک تک اعضای تیم علمی را فراهم آورده و با تشویق‌های رسمی و غیررسمی، این امکان را برای اعضاء علمی ایجاد کرده که بدانند چگونه کار کرده‌اند و آیا آن‌چه از آن‌ها انتظار می‌رفته است را برآورده کرده‌اند یا خیر؟(۳۲)

در یک فراگرد کلی، وجود یک رهبر اثرگذار، نیرومند و متعهد، برای موفقیت برنامه‌های میان رشته‌ای بسیار حیاتی می‌باشد(۱۲) و می‌توان وظایف این گونه رهبران را در سه قالب گنجاند:

۱/ نقش شناختی: یک رهبرکارآمد در قالب و نقش شناختی، چشم‌اندازی را می‌آفرینند که این چشم‌انداز در انگیزش و پیوستگی پژوهشگران جهت گام نهادن در فراتر از دورنمای رشته‌ی تخصصی و فرو نهادن پیش فرض‌های قدیمی آن‌ها و نیز جستجو برای راه حل‌های خلاقانه‌ی مرزشکن اثر می‌گذارد.

۲/ نقش ساختاری: یک رهبر کارآمد در قالب و نقش ساختاری، با خلق پل‌های مورد نیاز

برای پیوستن بخش‌های جدا از هم و غیرپیوسته، ارزش افزوده می‌آفرینند.

۳/ نقش فرآیندی: یک رهبر کارآمد در نقش و قالب فرآیندی، موجب تشویق و ایجاد اعتماد شده و تضادهای با پتانسیل تخریبی را به برهم‌کنش‌های سازنده تبدیل می‌کند.(۳۴)

این نکته را نیز باید یادآور شد که با فزونی پروژه‌ها و برنامه‌های میان رشته‌ای، نقش رهبری نیز بسیار پیچیده و دشوار شده و به رهبری چندگانه با مهارت‌ها و ارتباطات شبکه‌ای گوناگون نیاز می‌باشند؛ زیرا ممکن است یک رهبری تمرکزگرا برای هدایت تیم‌های کوچک علمی کارساز باشد ولی در زمانی که پروژه بزرگ بوده و اعضای تیم نیز در یک شرایط جدا ازهم و شکسته جای دارند، راهبرد چند رهبری می‌تواند در پیوستگی این در هم ناپیوستگی گسترده‌ی اعضای تیم علمی کارآمدی بالای خود را

خطرپذیری و میل به آزمودن مسئله‌ی جدید و فشار بر مرزهای رشته‌ای
انعطاف‌پذیری و تمایل به کار در قالب تیم علمی
دریافت چشم‌انداز مشترک و تمرکز به حل مسئله در یک منظر جامع
خلاقیت طراحی پروژه به صورت یک‌پارچه به صورتی که به ژرفا و گستردگی پروژه توجه شود.
توانمندی تفکر جامع‌نگر و دریافت پیوستگی‌ها
تعهد به یک‌پارچه سازی و درهم‌تنیدن پروژه، با اولویت مساوی یا اولویت بیشتر نسبت به کار تخصصی
رعایت زمان‌بندی پروژه توأم با اخلاق حرفه‌ای و پاسخ‌گویی
شکیبایی و سازگارمندی، به ویژه نسبت به چارچوب زمان‌بندی پروژه
ارتباط فعال برای حل مسئله و رفع تضادها و برآمدن بر بازدارنده‌ها
داشتن راهبرد ارتباطی مرتب، فردی، پاسخ دهنده و عمیق حرفه‌ای
داشتن تجربه کار در تیم علمی و به صورت میان‌رشته‌ای

تصویر ۳۷ - پیش‌برنده‌های فردی در پژوهش میان‌رشته‌ای و یک‌پارچه

نمایان سازد.(۳۴)

د/ جستجو و کارآمدسازی شبکه‌ها و سیستم‌ها

یک تیم علمی میان رشته‌ای در زمینه‌ای از چندین سیستم و گاهی نیز سیستم‌های به هم پیوسته‌ای، جهت یافت راه حل مسئله‌ای پیچیده به صورت مشارکتی عمل می‌کند که این سیستم‌ها تمایل دارند شبکه‌هایی نیرومند از پژوهشگرانی که در پیدا نمودن این راه حل تلاش می‌کنند را

زبان مشترک و یا به آسانی قابل درک و کمتر نیاز به پس زمینه‌ی فنی برای درک آن
درک پارادایم‌های مختلف یا پذیرش پارادایم‌های چندگانه
در مقیاس فضا و مکان، تطابق میان گستره‌ی متغیرها و فرآیندها
در مقیاس زمان، تطابق میان سرعت متغیرها و فرآیندها
در مقیاس متریک، وجود استانداردها، واحدها و اندازه‌گیری‌های مشترک
در مقیاس زمان‌بندی، فصول هماهنگ شده‌ی گردآوری داده‌ها
وجود مدل‌های کار میان‌رشته‌ای که شامل رشته‌های مربوطه و داده‌ها می‌باشند که این مدل‌ها می‌توانند توصیفی یا پیش‌گویی کننده باشند.
مناسبت رشته‌های لحاظ شده با مسئله‌ی مورد بررسی
ترکیب مناسب رشته‌های تیم علمی برای پاسخ‌دهی به پرسش‌های مدیریتی و حفظ منابع
وجود سیستم، سیاست، برنامه، فرآیند و ترکیب همکاری واحد و وجود تمرکز سیستمی و یک‌پارچگی در سیاست
وجود موضوع یکتا کننده که می‌تواند فضایی (بر اساس GIS) و یا اجتماعی (مدیریتی/ حفظ منابع) باشد که پیوند پژوهشی را حاصل می‌کنند.
شنوندگان مشترک

تصویر ۳۸ - پیش‌برنده‌های رشته‌ای در پژوهش میان‌رشته‌ای و یک‌پارچه

سامان‌دهی کنند. بی‌شک جاگیری هر عضو تیم در این شبکه‌ها، موجب هم‌افزایی توان کاری و نیز هم‌افزایی سیستم می‌گردد و برون‌دهی کاری بسیار برتری را نسبت به کار به شکل انفرادی، ارائه خواهد داد.

هر چند تیم علمی از توانایی‌های هر جزء تشکیل‌دهنده‌ی سیستم‌های خود بهره می‌جوید ولی مجموع اجزای یک سیستم، یک شبکه‌ی کلان را می‌سازد که تیم در آن فعالیت و عمل می‌نماید.

به رهیافت میان رشته‌ای می‌توان به صورت شبکه‌های نوآور نگریست. با این نگرش، تحلیل شبکه‌ی اجتماعی ممکن است به عنوان ابزاری سودمند جهت مطالعه‌ی چگونگی شکل‌گیری فعالیت‌های مشارکت‌جویانه و همکارانه در رهیافت میان رشته‌ای نقش ایفا کرده و بدین سان می‌توان نقش‌های رهبری را در این شبکه‌ها مورد مطالعه قرار داد.(۳۴)

به طور کلی، ساختار اجتماعی یک تیم علمی بر فعالیت‌های گروه و کارآمدی آن اثر می‌گذارد. پس از آن‌که قالب تیم علمی شکل گرفت و به سوی اهداف خود حرکت را آغاز نمود، اعضای تیم علمی می‌توانند شبکه‌ی اجتماعی خود را با " تحلیل شبکه‌ی اجتماعی" (Social Network Analysis) ترسیم نمایند.

با کمک همین تحلیل شبکه‌ی اجتماعی است که می‌توان به برهم‌کنش‌های (Interactions) تک تک اعضای تیم علمی که به صورت پیوسته در درون و برون تیم در انجام بوده یا نبوده را درک نمود. با ترسیم چنین زمینه‌ای، اعضای تیم می‌توانند

تصویر ۳۹ - تعریف شبکه‌های دانایی از دیدگاه دیویدوف و مالون و کاربردهای شبکه‌های دانایی

گستره‌های قوت و ضعف را شناسایی کرده و چگونگی کاربرد منابع ارزشمند را در این گستره‌ها مورد ارزیابی قرار دهند. در یک کلام، نگریستن به تیم به صورت یک سیستم و تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، در پی آن است که با نگاه به چگونگی بر هم کنش اعضای تیم علمی میان رشته‌ای، راهبردهایی که در افزایش توانایی تیم در خلق و اشتراک دانایی مؤثرند را تدوین و اجرا کند.(۲۹)

تصویر ۴۰ - اقتصاد دانایی محور چیست؟

از این رو، با تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، پاسخ پرسش‌های زیر برای تیم فراهم می‌شوند:

* چه سیستم‌هایی در تیم در کنش هستند؟
* آیا می‌توان از سیستم‌های درونی و بیرونی برای خلق بهره‌وری استفاده نمود؟
* چگونه می‌توان چنین سیستم‌هایی را تغییر و یا پر رنگ‌تر نمود تا در انجام مأموریت تیم بهتر به کار آیند؟

پیش از آن‌که به تحلیل شبکه‌ی اجتماعی بازگردیم، یادآوری این نکته ضروری است که تمام تیم‌های علمی در درون سیستم‌های بزرگتری عمل می‌نمایند که این سیستم‌های بزرگتر بر چگونگی عملکرد تیم، اثر ژرفی از خود نمایان می‌سازند. چنین است که رهبری تیم با نگاه جامع نگر خود می‌بایست این سیستم‌ها و شبکه‌ها را یافت نماید.

همچنین بتواند جایگاه افراد کلیدی تیم را در این برهم‌کنش‌های پیچیده درون سیستمی در شبکه‌های پیچیده‌ی ارتباطی ترسیم کند. افراد کلیدی که نقش واسطه‌ای را در تسهیل تراکنش‌های میان دیگر اعضا که به یکدیگر دسترسی مستقیم ندارند را بازی می‌کنند را کارگزار (Broker) می‌نامند.

از کاربردهای روش‌های تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، یافت جایگاه این گونه افراد کلیدی است که دسترسی گسترده‌تری به اطلاعات داشته و نخستین افرادی هستند که اطلاعات را به دست آورده و می‌توانند بر فرآیند کلی پخش و انتشار اطلاعات، کنترل داشته باشند.(۳۴) از آن‌جا که این افراد کلیدی، اطلاعات تخصصی را از گروه‌های متنوعی دریافت می‌دارند، می‌توانند به عنوان مترجمان اطلاعات، برای دیگران نقش ایفاء نمایند. به همین دلیل، با بینش بالایی که این افراد دارند، می‌توانند از درون تضادها و تناقض‌های برآمده در فعالیت میان رشته‌ای، تلاش نموده و حتی این تضادها را به فرصت تغییر دهند.

پس می‌بینیم که با طراحی نقشه‌ی شبکه‌ی اجتماعی، بر اساس تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، می‌توان نه تنها گستره‌های قوت و ضعف سیستمی تیم علمی میان رشته‌ای را یافت بلکه با جستجو در شبکه و سیستم‌های پیچیده‌ی تیم علمی، می‌توان افراد کلیدی را در نقشه‌ی شبکه‌ی اجتماعی جستجو نمود. رهبر با یافت چنین نقاط داغ و حیاتی شبکه، در افزایش کارآمدی شبکه‌ها و سیستم‌های رهیافت میان رشته‌ای استفاده می‌کند.(۳۴)

برای انجام تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، چهار شبکه را بایستی مدنظر قرار داد: شبکه‌ی دانایی، شبکه‌ی دست‌یابی، شبکه‌ی پذیرنده‌ی منبع و شبکه‌ی انرژی.

شبکه‌ی دانایی (Knowledge Network)

شبکه‌ی دانایی جهت شناسایی افرادی است که می‌توانند پاسخ پرسش‌ها و یا اطلاعات بیشتری را جهت عملکرد کارآمدتر داده و تیم را در جهت درست برای به دست آوردن اطلاعات مورد لزوم هدایت کنند. بر پایه‌ی این شبکه‌ها باید بتوانیم که بدانیم چه کسی اطلاعات خاصی را دارد و یا ندارد.

شبکه‌ی دست‌یابی

(Access Network)

بر پایه‌ی این شبکه باید کسی که اطلاعات دارد را شناسایی نمود امّا باید دانست که آیا او این اطلاعات را هم اکنون و یا در آینده به اشتراک خواهد گذاشت؟ به زبان دیگر ممکن است که بدانیم که برای به دست آوردن اطلاعات باید کجا رفت ولی پرسش حیاتی آن است که آیا این شخص خاص، اطلاعات خود را به اشتراک می‌گذارد؟ و می‌تواند به عنوان منبع اطلاعات بیشتر بر روی وی دست گذاشت؟

شبکه‌ی‌پذیرنده‌ی منبع

(Source Receptive Network)

در جهانِ با اقتصادِ دانایی که دانایی به

منزله‌ی قدرت قلمداد می‌شود، ممکن است با حقیقتی زشت روبرو شویم به این صورت که افراد همیشه رفتاری با خوی همکارانه از خود بروز ندهند و این در زمانی که سطح اعتماد میان دو عضو تیم در حد پایین‌تری باشد بیشتر رخنمود می‌کند. از این رو، در این شبکه، پرسش پایه آن است که آیا می‌توان فرد خاصی را به عنوان همکارپذیرفت؟ و آیا فرد مورد نظر تیم علمی، داده‌ها و منابعی که در جستجوی آن هستیم را به اشتراک می‌گذارد؟

شبکه‌ی انرژی (Energy Network)

برآمد برهم‌کنش‌های گفته شده، ممکن است بر روی انرژی اعضای تیم و کل گروه اثر گذارد. بنابراین، افراد کلیدی و برهم‌کنش‌هایی

تصویر ۴۱ - از طریق شبکه‌های دانایی چه چیزهایی جریان می‌یابد؟

که انرژی را به درون تیم تزریق می‌کنند و یا از تیم می‌ربایند، می‌بایست با شتاب شناسایی شوند. هر عضوی از تیم، از رهبر تیم تا پژوهشگران، نقش مهمی را در انرژی تیم و عملکرد آن بازی می‌کنند. از این رو، جای شگفتی نیست که در تیم‌های پر انرژی، با تمرکز بر روی هدف مثبت و نیز با درگیر کردن کامل اعضای تیم و ایجاد حس ارزش در آن‌ها و این‌که هر عضو نیز به عنوان نیروی شرکت کننده در پیشرفت کلی به سوی اهداف طراحی شده‌ی تیم نقش دارد، می‌تواند در عملکرد بهتر تیم علمی، اثر گذارد. چنین است که ارزیابی هر عملکرد و برهم‌کنش عضو تیم، در میزان تزریق انرژی و یا ربایش انرژی از تیم بسیار مهم است.(۲۹)

ذ/ تقویت پویایی تیم

پویایی تیم (Team Dynamics) شامل بسیاری از ویژگی‌ها و برهم‌کنش‌های اعضای تیم و نیز چگونگی اثر آن‌ها بر منش، خوی و رفتار و در نتیجه عملکرد گروه می‌باشد. هنگامی که به عوامل مثبت اثرگذار بر پویایی تیم می‌پردازیم، به بسیاری از ویژگی‌های وابسته به یکدیگرِ تیم‌های موفق علمی میان رشته‌ای خواهیم رسیدکه می‌توان " ارتباطات خوب"، "مدیریت تضادها به صورت کارآمد"، "رهبری نیرومند"، "اهداف مشترک"، " شناخت مشترک" و "توسعه‌ی اعتماد میان فردی" را نام برد.

پرداختن به پویایی تیم بسیار مهم است؛ امّا متأسفانه، دانشمندان اغلب با ناشکیبایی به آن می‌نگرند و به این نمی‌پردازند که چگونه آن‌ها گردهم آمده و با یکدیگر کار می‌کنند و این در صورتی است که هر تیم مقداری زمان را می‌بایست بر روی " پویایی تیم " جهت نیل به موفقیت هزینه کند. برای تقویت پویایی تیم، در نظر گرفتن نکات زیر بسیار کارساز می‌باشند:

۱/ ترتیب دادن نشست‌های منظم برای ارزیابی عملکرد تیم

۲/ پرورش محیطی علمی و سرشار از دانش و غیرتهدید کننده

۳/ شناخت نقاط قوتی که هر عضو تیم به گروه ارمغان می‌آورد.

۴/ تشویق ارتباطات باز و راستکارانه

۵/ شناسایی زود هنگام موردهای فردی و پرداختن سریع به آن‌ها

۶/ شناخت و درک این نکته که موفقیت هر فرد نمایانگر موفقیت تیم است.

۷/ یافت شیوه‌هایی جهت پیوند نیازهای حرفه‌ای فرد با اهداف تیم

۸/ هماهنگ ماندن با نیازهای یکدیگر.(۲۹)

بازدارنده‌های کار میان رشته‌ای

بازدارنده‌های ساختاری

امروزه، به صورت عملی، همه‌ی پژوهش‌ها در زمینه‌ی سازمان انجام می‌پذیرند که سازمان‌ها ممکن است دانشگاهی، بنیادهای پژوهشی دولتی و یا آزمایشگاه تحقیقاتی صنعتی و غیره باشند. ساختار تصمیم‌گیری سازمانی و هنجارهای سازمانی، بر روی ویژگی و ماهیت پژوهش، اثر شگرفی بر جای می‌گذارند. از آن‌جا که مرکزیت و محور پژوهش در این سازمان‌ها به صورت رسمی، بر پایه‌ی تفکر رشته‌ای رایج است، انجام کار میان رشته‌ای در چنین قالب‌هایی با دشواری روبرو خواهد شد و ساختارهای بر پایه‌ی تک رشته‌ای، به عنوان بازدارنده‌ی عمل میان رشته‌ای، نمود پیدا می‌کنند.(۱۰)

سیستم مدیریت سازمانی که در مورد چگونگی پرداخت‌های مالی، اجرای برنامه‌های راهبردی سازمان، توصیف و تعریف قالبی برای کیفیت کاری، سیستم ارزشیابی و شیوه‌های استخدام و ماندگاری افراد، فرصت‌های مطالعاتی و نیز سامانه‌ی تشویق و ارتقا تصمیم می‌گیرد، عموماً بر پایه‌ی ساختار حمایت از مطالعات و پژوهش‌های تخصصی و تک رشته‌ای سامان یافته است و این سیستم مدیریتی ممکن است فاقد توان و مؤلفه‌های مورد نیاز جهت حمایت از کار میان رشته‌ای و انجام ساماندهی تیم علمی باشد.(۳۲)

برای مثال، عموماً در این سازمان‌ها، سیستم به گونه‌ای طراحی شده است که حامی اختصاص منابع به تحقیقات تخصصی و تک رشته‌ای بوده و

موجب تقویت یک بخش تک رشته‌ای می‌شود و در ماهیت ممکن است مسیر و مجرایی برای اختصاص منابع، جهت حمایت از کار میان رشته‌ای و تشکیل تیم علمی میان رشته‌ای وجود نداشته باشد.

هر چند امروزه به دلیل وجود سرمایه‌گذاری برون دانشگاهی (چه از سوی نهادهای مردمی و چه از سوی صنایع) فشار بر روی پژوهش رشته‌ای کاسته شده است و جهت حل مسائل پیچیده‌ی جامعه و محیط زیست، تمایلی نیز به سوی پژوهش‌های میان رشته‌ای مشاهده می‌شود، امّا این نکته را نیز در نظر داشت که عموماً این منابع سرمایه‌گذاری بیرونی، تحمل مطالعات پردامنه و زمان‌بر میان رشته‌ای را نداشته و اصولاً از پژوهش‌های کوتاه مدت یک تا چهار ساله حمایت می‌کنند.

بنابراین، با این ساختار حمایت‌های برون دانشگاهی، نمی‌توان چندان در انتظار پدیدار شدن گستره‌های جدید بنیان برافکن برخاسته از مطالعات و پژوهش‌های میان رشته‌ای بود. از سوی دیگر، هر چند از لحاظ فکری، امروزه مشاهده می‌شود که دانشگاه‌ها نیز تمایلی به پژوهش‌های میان رشته‌ای از خود نشان می‌دهند؛ امّا هنوز ساختار مدیریتی این دانشگاه‌ها به صورت سنتی بوده و نمی‌توان از چنین ساختارهایی نیز انتظار حمایت پردامنه و توأمان با اختصاص منابع را برای کارهای میان رشته‌ای داشت. به زبان دیگر، هر چند این میل به مطالعات میان رشته‌ای در دانشگاه‌ها مشاهده می‌شود ولی هنوز ساختار مدیریتی این دانشگاه‌ها توان ایجاد تعهد پردامنه را برای کار میان رشته‌ای از خود نشان نمی‌دهند.(۱۰)

بازدارنده‌های دانشی

وجود دانش محدود دانش‌پژوهان و دانشمندان از دیگر گستره‌های دانش و رشته‌های دیگر، بازدارنده‌های دانشی را تعریف می‌کنند. وجود دانش ناقص نسبت به رشته‌های دیگر تخصصی، خود را به چهره‌های گوناگونی نمایان می‌سازد. نخست، پژوهشگران ادراک ناقصی از دیگر رشته‌های نا آشنا به دست می‌آورند. دوم آن‌که دانش‌پژوهان نا آشنا به رشته‌ای خاص، از متخصصین آن رشته، انتظارات نا به جا و گمراه کننده‌ای را درخواست می‌کنند. چنین است که دانش ناقص از آن رشته‌ی تخصصی، موجب ایجاد انتظارات دور از واقع و فراتر از حد توان پژوهشگران آن رشته برای حل مسائل می‌شود. وجود این انتظارات به دور از توان، می‌تواند فشار مضاعفی را بر تیم وارد آورده و به عنوان بازدارنده‌ی مهمّی، در نهان نقش ایفا کند.

عدم آشنایی پژوهشگران با دیگر گستره‌های

دانش، می‌تواند توانایی دانش‌پژوهان را برای دریافت نقاط پیوستگی در میان گستره‌های گوناگون دانش و نیز فرصت‌های مشارکت را محدود سازد. شناخت کافی از قلمرو عمل پژوهشگر همکار در رشته‌ای دیگر، در پیدایی نقاط مشترک که می‌تواند در قلمرو پژوهشگر دیگر به کار آید، بسیار مؤثر است. دریافت چنین شناختی از نقاط مشترک و پیدایی آن‌ها، خود به گذشت زمان و سرمایه‌گذاری عظیمی از سوی شخص نیاز دارد. افزون بر این، وجود دانش ناقص از رشته‌ی دیگر می‌تواند شکل‌گیری تصویری کلیشه‌ای از آن رشته و پژوهشگرانی که در آن کار می‌کنند را موجب شود. این تصویر کلیشه‌ای به نظر پژوهشگر نا آشنا، چنان می‌نمایاند که آن رشته یک انسجام و پیوستگی یک پارچه‌ای دارا بوده و از تناقضات و

زبان تخصصی و لزوم وجود پس زمینه‌ی فنی برای درک آن

عدم درک پارادایم‌های مختلف و گوناگون

در مقیاس فضا و مکان؛ عدم تطابق میان گستره‌ی متغیرها و فرآیندها

در مقیاس زمانی؛ عدم تطابق میان سرعت متغیرها و فرآیندها

در مقیاس متریک؛ وجود تعداد کم استانداردها، واحدها و اندازه‌گیری‌های مشترک

در مقیاس زمان‌بندی؛ عدم تطابق فصول جمع‌آوری داده‌ها

عدم وجود مدل‌های رایج برای کار میان‌رشته‌ای

نبود رشته‌های مورد لزوم برای ساماندهی تیم علمی

وجود عدم تقارن رشته‌های تیم علمی که پاسخ‌دهی به پرسش‌های مدیریتی و حفظ منابع را دشوار می‌سازد.

وجود سیستم سیاست، برنامه و فرآیند چندگانه و گوناگون و نبود یک‌پارچگی میان آن‌ها و عدم تمرکز سیستمی

عدم وجود موضوع یکتا کننده

شنوندگان گوناگون

تصویر ۴۲ - بازدارنده‌های رشته‌ای در پژوهش میان رشته‌ای و یک‌پارچه

تضادهای درونی آن را آشکار سازد. همچنین شکل گیری این تصویر و قالب کلیشه‌ای بر پایه‌ی دانش ناقص از رشته‌ی دیگر، موجب می‌شود که نتوان اقدامی سازنده را برای یافت و زدودن نقاط تناقض و تضاد در آن رشته انجام داد. شکل‌گیری این قالب‌های غیرپویا، ایستا و بسیار ساده، موجب می‌شوند که نتوان عمل در هم تنیدن دو یا چند رشته را که اساس کار میان رشته‌ای است، به خوبی انجام داد.(۱۰)

بازدارنده‌های فرهنگی

زبان، پیوستگی بسیاری به فرهنگ دارد. یکی از شکایات شایع در کار میان رشته‌ای آن است که دانش‌پژوهان در درک زبان یکدیگر دشواری دارند. آن‌ها هر کدام از ترمینولوژی اختصاصی خود استفاده می‌کنند که درک آن برای دیگر دانش‌پژوه در رشته‌ای دیگر ممکن است بسیار دشوار باشد. گاهی اوقات، این دانش‌پژوهان به یک چیز با مفاهیم متفاوت اشاره می‌کنند و گاهی نیز مفهومی یکسان را به شیوه‌های گوناگون به کار می‌برند.

این گوناگونی زبانی، برخاسته از وجود تفاوت‌های فرهنگی در میان رشته‌های گوناگون علم است. در هر صورت، وجود بازدارنده‌ی زبانی می‌تواند جریان اطلاعات را از یک رشته به رشته دیگر پیچیده نماید.(۱۰)

یادگیری ترمینولوژی و زبان رشته‌ی دیگر نیاز به زمان دارد و گاهی می‌طلبد که دیگر دانشمندانی که نقش ترجمانی را بازی می‌کنند، این عمل را انجام دهند. این گونه از دانشمندان را " دانشمندان ترجمانی" (Translational Scientists) می‌نامند. در یک رهیافت میان رشته‌ای، یافت یک زبان مشترک، برای برآمدن بر دشواری‌های فهم معانی، بسیار حیاتی است.(۳۲)

از سوی دیگر، یادگیری زبان‌های رشته‌های گوناگون، یک کار بسیار زمان‌بر، پیچیده، توان‌فرسا و گیج‌کننده می‌باشد. امّا باید در نظر داشت که موفقیت یک کار میان رشته‌ای در گرو تکلم به زبانی هیبرید، برآمده از هسته‌ی رشته‌های گوناگون است. پیدایی این زبان هیبرید، خود بخشی از فرآیند نوآوری است که در پژوهش میان رشته‌ای روی می‌دهد.(۱۲)

بازدارنده‌های معرفت‌شناسی

مسائل معرفت‌شناختی از وجود تفاوت میان گستره‌ها در چگونگی نگریستن به جهان و نیز دامنه‌های مورد علاقه‌ی آن‌ها حادث می‌شوند. بازدارنده‌های معرفت‌شناسی نیز زیرمجموعه‌ای از بازدارنده‌های فرهنگی هستند، زیرا خود منظری از

عدم عنوان‌های پژوهشی گسترده و انعطاف‌پذیر و عدم تمرکز بر هدایت تیم علمی
تمرکز اولیه بر پروژه‌ی رشته‌ای که همبستگی با پروژه‌ی تیم علمی ندارد و توجه به پروژه‌های میان‌رشته‌ای به صورت ثانویه
رهیافت‌های سنتی برای شکل‌دهی پژوهش
حمایت و یا تجربه‌ی کمتر با فرآیند درهم‌تنیدگی و یک‌پارچه‌سازی
بخش‌های درهم‌تنیده و یک‌پارچه شده‌ی پروپوزال توسط مشاوران رشته‌ای، مورد حمایت قرار نمی‌گیرند.
وجود سخت‌گیری‌های بوروکراتیک و برنامه‌ای در سطح انیستیتوها
وجود دشواری‌های زبانی، لجستیک و دسترسی در سطح اجرای بین‌المللی پروژه‌ی میان‌رشته‌ای
عدم وجود دانش و تربیت کافی در تمام منظرهای رشته‌ای خود و یا با مدل‌ها و چهارچوب‌های میان‌رشته‌ای
عدم سرمایه‌گذاری کافی
انجام کار رشته‌ای ممکن است کمتر زمان‌بر باشد.
آزمون‌های اولیه بر روی رشته‌ها متمرکز شده‌اند.

تصویر ۴۳ - بازدارنده‌های برنامه‌ای در پژوهش میان رشته‌ای و یک‌پارچه

فرهنگ می‌باشند که به محتوای تولید دانش ارتباط می‌یابند. از آن‌جا که کار میان رشته‌ای با درهم‌تنیدگی (Integration) هم‌آغوش است، بازدارنده‌های معرفت شناختی نیز در زمانی رخنمود می‌یابند که کنش درهم‌تنیدگی نمود می‌یابد.

به طور عمومی، این بازدارنده‌ها از وجود تفاوت‌های ساختاری دامنه‌های دانش خلق می‌شوند. در هنگامی که کار میان رشته‌ای در تلاش آن است که پیوستگی (Linkage) پایداری را میان گستره‌های متمایز از هم ایجاد کند، با چالش معرفت‌شناختی روبرو می‌شود؛ زیرا پژوهشگران نیاز دارند تا نقطه‌ی تمرکز معرفت شناختی سنتی خود را در گستره‌ی موجود، گسترش دهند. این گسترش، خود نیاز به صرف انرژی و سرمایه‌گذاری داشته و به خرج انجام پژوهش‌های افزون‌تری در دامنه‌ی اولیه‌ی اصیل منجر می‌گردد. از این رو، تمایلی طبیعی در

میان بسیاری از دانش‌پژوهان وجود دارد تا در برابر این تلاش مضاعف برای گسترش دامنه جهت عمل درهم‌تنیدگی، مقاومت از خود نشان دهند.

بازدارنده‌های روش‌شناسی

روش‌شناسی، مجموعه‌ای از راهبردها، شیوه‌ها، تکنیک‌ها و ابزارهایی است که در پژوهش به کار برده می‌شود. بازدارنده‌های روش‌شناسانه بسیار به ساختار معرفت‌شناسی دامنه‌های دانش وابستگی دارند. اغلب، تضاد در روش‌شناسی، ابعاد معرفت‌شناسانه دارد و عکس موضوع نیز صادق است.

روش‌های پژوهشی تمایل دارند که به گستره‌های دیگر نیز نفوذ کرده و اثرات چشمگیری را بر دامنه‌ی این گستره‌های دانش ایجاد کنند. برای مثال، DNA نوترکیب و دیگر تکنیک‌های بیولوژی مولکولی موجب ایجاد تحول در پژوهش‌های سرطان شدند. شبیه‌سازی کامپیوتر نیز به شکل فزاینده‌ای بر علوم اجتماعی اثر گذاشته و ریاضیات نیز به شکل شگرف و چشم‌گیری بر روی گستره دیگر گستره‌ها، نفوذ یافته است.

از آن‌جا که روش‌شناسی، قلمرو گستره‌ای را از طراحی پژوهش، پیاده‌سازی و گزارش‌نویسی شامل می‌شود، مجموعه‌ای پیچیده از راهبردهای وابسته را در خود نهان دارد و از این رو می‌تواند درکار میان رشته‌ای که رشته‌های گوناگون در تلاش به در هم تنیدن هستند، به عنوان منبع زایش تضادها عمل نماید. بنابراین، بازدارنده‌های روش‌شناسی می‌توانند به صورت آشکار و همچنین نهان باشند. اثر آن‌ها می‌تواند فراتر از آن چیزی باشد که در چالش درهم‌تنیدگی دو رشته که از دید روش‌شناسی متمایز از یکدیگر هستند، نمایان شود.

چنین است که برآمدن بر بازدارنده‌های روش‌شناسانه، بسیار دشوار است؛ زیرا اغلب، ماهیت رشته‌ای، به روش مورد استفاده‌ی آن رشته، گره خورده است. البته باید این نکته‌ی مهم را مدنظر قرار داد که بسیاری از ابزارهای پژوهشی و شیوه‌های تحقیقاتی این توان را دارند که از مرزهای محدود رشته‌ای خود فراتر روند و از این رو می‌توانند به عنوان پیش‌ران مهمی برای کار میان رشته‌ای قلمداد شوند.(۱۰) در هر صورت، در اغلب موارد، نیل به یک روش‌شناسی مشترک، امکان‌پذیر نیست. زیرا هر رشته‌ای مفاهیم و شیوه‌ی طرح سؤال و شیوه‌ی پاسخ‌گویی متفاوتی را دنبال می‌کند. این وضعیت هنگامی پیچیده‌تر می‌شود که هر رشته نیز شیوه‌ی خاص خود را برای طراحی فرضیه و پاسخ‌دهی به مسائل، پیگیری می‌کند. بعضی از رشته‌ها از شیوه‌های کمّی و دیگر رشته‌ها از شیوه‌های کیفی در پژوهش استفاده می‌کنند. بنابراین اعضای تیم علمی

میان رشته‌ای ممکن است بر پایه‌ی روش‌شناسی متفاوت و متمایزی که دارند ادراک متفاوتی را از مسئله پیدا کرده و شیوه‌ی پاسخ دهی آن‌ها به مسئله نیز متفاوت جلوه کند.

بدین سان، برای تبدیل بازدارنده‌های روش‌شناسانه در کار میان رشته‌ای، می‌بایست در هنگام درهم‌تنیدگی رشته‌ها از توان روش‌شناسانه‌ی نهفته در هر رشته برای یافت و دریافت درک مشترک و پاسخ‌گویی به حل مسئله استفاده نمود.(۳۲)

بازدارنده‌های روانی

کار میان رشته‌ای آکنده از ابعاد روانی است. نخست گذار از ورای مرز رشته‌نگری و محدودیت‌های سازمانی و معرفت‌شناسانه‌ی سنتی، یک تصمیم سترگ است که از نظر بعضی از دانش‌پژوهان میان رشته‌ای به عنوان مسئله و از دیدگاه بعضی دیگر به عنوان فرصت نگریسته می‌شود که این برخاسته از ساختار روانی دانش‌پژوهان کار میان رشته‌ای است. در هر صورت، پسندیده آن است که پژوهشگر هوشمند میان رشته‌ای، در جستجوی فرصت‌هایی باشد که بتوانند پیوستگی را میان گستره‌های گوناگون ایجاد کنند.

دومین بُعد روحی - روانی کار میان رشته‌ای آن است که دانش‌پژوه میان رشته‌ای، درگیر پروژه‌هایی می‌شود که ممکن است با رشته‌ی تخصصی او بیگانه جلوه نمایند. برای پرداختن به راه حل مسائل این پروژه‌ها، نیاز است که دانش پژوه از رشته‌ی تخصصی و نیز بخش دانشگاهی خود تا حدی دوری جوید. این دوری جستن ممکن است موجب کاهش چاپ مقالات و کاهش مشارکت او در نشست‌های علمی و آکادمیک رشته‌ی تخصصی‌اش گردیده و فشار روانی بر فرد ایجاد کند. از این رو، حس به حاشیه رانده شدن، به عنوان بازدارنده درکار میان رشته‌ای، خود را نشان می‌دهد.

نکته‌ی دیگر آن است که برهم‌کنش افراد در تیم علمی میان رشته‌ای که در آن افراد با فرهنگ‌ها و زمینه‌های کاری گوناگون گرد هم آمده‌اند، خود می‌تواند موجب زایش گستره‌ی وسیعی از هیجانات که گاهی منفی هستند، شود.

تا زمانی که فرد در بخش تخصصی دانشگاهی خود محصور است، حرفه و تخصص فرد مورد پرسش قرار نمی‌گیرد؛ امّا در یک محیط میان رشته‌ای، او ایمنی اینچنینی را از دست داده و با طوفانی از پرسش‌ها و نقدها در مورد حرفه و رشته‌ی خود روبرو می‌شود و در معرض قضاوت ناخوشایند دیگران قرار می‌گیرد و در این آشوب، گاهی انتقادهای شخصی نیز با انتقادهای رشته‌ای درهم می‌آمیزند. بنابراین، مشارکت میان رشته‌ای

خود زاینده‌ی تنش و آفریننده‌ی هیجاناتی است که کار میان رشته‌ای را از دیگر شکل‌های پژوهش، متفاوت می‌نمایاند.(۱۰)

در حقیقت، عمل نمودن در یک فضای بینابینی رشته‌ای که آکنده از ابهام، با زیرساخت‌هایی که ناتوانانه توصیف شده‌اند و روش‌هایی که هنوز تدوین نگردیده‌اند و اهدافی که به روشنی آشکار نشده‌اند، خود تنش‌زا است.(۱۲)

بازدارنده‌های پذیرشی

بسیاری از بازدارنده‌هایی که تاکنون به آن‌ها اشاره شد، به روابط درونی دانش‌پژوهانی بر می‌گردد که درکار میان رشته‌ای گرد هم آمده‌اند. برعکس، بازدارنده‌های‌پذیرشی، به روابط بیرونی میان

میل سنتی به کار رشته‌ای و عدم ریسک‌پذیری
پیوستگی محکم به رشته‌ی تخصصی و عدم انعطاف‌پذیری
تمرکز بر سازوکار رشته‌ای و عدم پرداختن به چشم‌انداز مشترک
فقدان خلاقیت و پرداختن به ژرفای رشته‌ی تخصصی فقط به عنوان شاخصی از دقت
عدم تمایل یا عدم توانایی فکری در چارچوب رشته‌های دیگر
عدم تعهد به پروژه‌های تیمی و پیوستگی به پروژه‌های منفرد
عدم رعایت چارچوب زمان‌بندی مشخص شده جهت انجام پروژه‌ها
عدم شکیبایی و تمرکز بر روی چارچوب زمانی فردی و سازش‌ناپذیری به چارچوب زمانی دیگران
پرهیز و اجتناب از حل تضادها و منش "هر چه پیش آید خوش آید"
عدم راهبرد ارتباطی که منجر به روش به روز رسانی ساده، سازمان نیافته و غیر ممتد با فواصل زمانی طولانی می‌شود.
تجربه‌ی کم‌کاری در قالب تیم علمی به صورت میان‌رشته‌ای

تصویر ۴۴ - بازدارنده‌های فردی در پژوهش میان رشته‌ای و یک‌پارچه

دانش‌پژوهان و شنوندگان و کاربران نتایج پژوهشی آن‌ها اشاره دارند.

به طور کلی، کار میان رشته‌ای چون در شکاف بین رشته‌ای جای می‌گیرد، به نظر پذیرندگان، خارج از خط نمایان می‌شود و از این رو بسیار دشوار است که شنودگان خود را در میان ادبیات علمی یافت کند؛ زیرا از مباحثی گفتگو می‌کند که ممکن است مورد گفتمان نبوده و یا نوعی روش‌شناسی به کار ببرد که برای مخاطبین‌اش نا آشنا جلوه کند.(۱۰)

ممکن است شانس پذیرش چاپ مقالات میان رشته‌ای نیز نسبت به چاپ مقالات تخصصی، پایین‌تر باشد و این خود بازدارنده‌ای است که پژوهشگران میان رشته‌ای را از پرداختن به کار میان رشته‌ای فرو می‌نهد.(۳۲)

مسئله‌ی بازدارنده‌های‌پذیرشی، با چگونگی ارزیابی یک کار میان رشته‌ای، پیوستگی نزدیکی را از خود نشان می‌دهد. زیرا هنوز به روشنی آشکار نیست که چه کسی یا کسانی و چه سیستمی می‌بایست کار میان رشته‌ای را مورد بررسی قرار دهند. در سیستم ارزیابی توسط همتایان، بررسی توسط یک فرد که در رشته‌ای ویژه تخصص دارد صورت می‌پذیرد. این فرد ابعاد کار میان رشته‌ای را از زاویه‌ی بسته‌ی رشته‌ای خود می‌نگرد و از این رو این فرآیند در ماهیت، با کار میان رشته‌ای که با فرآیند درهم‌تنیدگی رشته‌ها صورت گرفته است، در تضاد می‌باشد.

افزون بر تفکر قطعه‌ای که در کار بازنگری توسط همتایان وجود دارد، به طور معمول همتایان از شاخص‌های کیفی غیرمستقیم یا اندازه‌گیری‌های وابسته به میدان (مانند تعداد ثبت اختراعات و یا چاپ مقالات، یا نوع و درجه‌ی علمی ژورنال‌هایی که مقالات در آن به چاپ رسیده‌اند و یا تعداد سازمان‌هایی که بودجه‌ی لازم را برای پژوهش فراهم کرده‌اند) استفاده می‌کنند و مقیاس‌هایی که به صورت مستقیم به ابعاد معرفت‌شناسانه‌ی کار میان رشته‌ای نظر دارند (مانند قدرت روشنگری، جاذبه‌ی زیبایی‌شناسانه، جامع‌نگری) به صورت نادر به کار برده می‌شوند. البته باید در نظر داشت که اندازه‌گیری این شاخص‌ها، بسیار با دشواری صورت می‌پذیرد.(۳۲)

یکی از راه‌های برآمدن بر بازدارنده‌های پذیرشی در هنگام ارزیابی، انجام عمل بررسی کار میان رشته‌ای توسط پانلی از تخصص‌های گوناگون است. شاید این راهبرد بتواند از قطعه نمودن کلیّت کار میان رشته‌ای جلوگیری کند. یکی دیگر از راهبردها، فراهم نمودن سیستم باز برای گفتمان آزاد میان پژوهشگران کار میان رشته‌ای و همتایان در هنگام فرآیند ارزیابی است که بدین سان می‌توان از سوء تفاهم‌ها و ارزیابی‌های گمراه کننده پیشگیری نمود.

ارزیابی رهیافت میان رشته‌ای

ارزیابی رهیافت میان رشته‌ای، بسان خود فرآیند میان رشته‌ای، ماهیت پیچیده‌ای دارد. امّا بر خلاف آن که فرآیند میان رشته‌ای مباحث ژرفی را در تولید دانش و سرمایه‌گذاری بر پژوهش به خود اختصاص داده، به ابعاد و منظرهای گوناگون چگونگی ارزیابی فرآیند میان رشته‌ای بسیار کم پرداخته شده است. ارزیابی، فرآیندی است که پیامد آن نه تنها می‌تواند اطلاعات سودمندی را در اختیار سازمان‌ها و محافل آکادمیک حمایت کننده‌ی پژوهش میان رشته‌ای قرار دهد بلکه می‌تواند داده‌های ارزشمندی نیز برای دانش‌پژوهان و ذی‌نفع‌های شرکت کننده در فرآیند میان رشته‌ای فراهم نماید.

امّا متأسفانه، ارزیابی رهیافت میان رشته‌ای خود دچار چالش بزرگی است. زیرا هنوز شاخص‌های قابل کاربرد و قابل اعتمادی که بر پایه‌ی استانداردهای معرفت‌شناسانه‌ی میان رشته‌ای باشد در دسترس نیست.(۳۵) هر چند پژوهش‌هایی در این زمینه برای تدوین دستورالعمل‌های عمومی در دست انجام است ولی حجم و زمینه‌ی عام این پژوهش‌ها کافی نبوده و می‌بایست در انتظار سامانه‌ای علمی برای برآمدن بر این چالش بود.(۴۰-۳۶) مسئله‌ی غامض در ارزیابی پژوهش میان رشته‌ای آن است که ارزیابی کیفیت تولید دانش هنوز بر پایه‌ی استانداردهای رشته‌ای صورت گرفته و منظرهای معرفت‌شناسی رهیافت میان رشته‌ای در این سیستم

مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد.

بی شک سیستم‌های سنتی ارزیابی پژوهش که بر پایه‌ی چاپ مقالات و ارزیابی نمایه‌های بین‌المللی که در جهت نشر دانش صورت می‌گیرند و نیز روش‌های معمول و رایج علم سنجی که امروزه به کار برده می‌شوند، نمی‌توانند پاسخگوی ارزیابی میان رشته‌ای باشند. زیرا در یک سیستم پویای دانشی، این گونه علم سنجی تنها به ساختار پرداخته و از پرداختن به ویژگی‌های کار میان رشته‌ای که فرآیندی بسیار پیچیده از تفکر را با خود یدک می‌کشد، بسیار ناتوان است.

ارزیابی کار میان رشته‌ای بر پایه‌ی شیوه‌ی ایستای علم سنجی، نمی‌تواند به ژرفایی فراتر از ارزیابی پژوهشگران، گروه‌های دانش‌پژوهان، مقالات منتشر شده در ژورنال‌های علمی، میزان ارجاع به مقالات، تخصص‌های نهفته در زیررشته‌ها (مانند بیوانفورماتیک کاربردی)، زیررشته‌ها (مانند بیوانفورماتیک) و یا ارزیابی رشته‌ها (مانند بیولوژی) بپردازد.(۴۰)

ارزیابی کار میان رشته‌ای در زمان و مکان‌های متنوعی صورت می‌پذیرد که می‌تواند از هنگام بررسی پروپوزال‌های تحقیقاتی جهت تصویب، بررسی مقاله جهت چاپ تا ارزیابی میزان اثر آن پس از انجام پژوهش (Impact Evaluation) را به خود اختصاص دهد.

مسئله ارزیابی از همین جا آغاز می‌شود که به طور معمول، بررسی توسط همتایان پژوهش میان رشته‌ای، اغلب توسط داور همتایی انجام

تصویر ۴۵ - هدف ارزیابی راهبردی کار میان‌رشته‌ای، کاربرد کارآمد منابع ارزیابی جهت یافت اطلاعاتی حاکی از کاربردی بودن نتایج پروژه در حوزه‌ای از علم یا حل مسئله‌ای ویژه با در نظر گرفتن محدودیت‌های آن است. این اطلاعات می‌بایست پاسخگوی نیازهای ذی‌نفع‌های کار میان‌رشته‌ای باشد.

می‌گیرد که در یک رشته‌ی خاص تخصص داشته و به طیف ویژه‌ای از کار می‌نگرد و دیگر زوایا معمولاً پنهان می‌مانند. از این رو، شایسته است که ارزیابی کار میان رشته‌ای توسط یک گروه از داورانی که در رشته‌های به کار برده شده در آن پروژه‌ی میان رشته‌ای مورد بررسی خبرگی دارند، انجام گیرد. بنابراین، افراد می‌بایست با دقت فراوان انتخاب شده و در گروه داوران قرار داده شوند. چالش دوم آن است که در دست افراد می‌بایست یک دستورالعمل یکسان برای انجام کار ارزیابی وجود داشته باشد تا بتوانند به یک تفاهم یک‌پارچه دست یابند.

بنابراین، مدیریت فرآیند ارزیابی کار میان رشته‌ای خود بسیار ظریف و حساس بوده و ارائه‌ی راهنمایی‌های لازم برای داوران جهت گذر از چالش‌های ارزیابی، بسیار حیاتی است. این دستورالعمل‌ها، افزون بر گفتمان از چگونگی فرآیند ارزیابی، می‌بایست شیوه‌های برآمدن بر تضادها و تناقض‌ها را در زمانی که داورانی با رشته‌ها و تخصص‌های گوناگون حضور دارند و دیدگاه‌های متفاوتی را عرضه می‌دارند بیان نمایند. همچنین سیستم وزن‌دهی به گونه‌ای می‌بایست باشد که توازن میان موارد تخصصی و میان رشته‌ای مشاهده شود.(۴۱)

امّا همان‌گونه که اشاره شد، متأسفانه هنوز یک سیستم سنجش یک‌پارچه و جامع برای ارزیابی کار میان رشته‌ای وجود ندارد. خانم جولی تی کلاین که نامی بسیار آشنا در فلسفه‌ی میان رشته‌ای در سطح بین‌المللی است، به تازگی اصولی عمومی را برای یک چارچوب منسجم جهت تفکر در سیستم ارزیابی کار میان رشته‌ای ارائه داده است که این اصول نکاتی که می‌بایست در هنگام فرآیند ارزیابی میان رشته‌ای در نظر داشت را بیان می‌دارند.(۳۸) همان‌گونه که خود کلاین عنوان کرده است، به دلیل ماهیت پیچیده و ناهمگون رهیافت میان رشته‌ای، یافت یک سیستم جامع برای ارزیابی، تقریباً ناممکن است ولی کلاین با بررسی ادبیات میان رشته‌ای و جستجو در لابه‌لای پروژه‌های بزرگ میان رشته‌ای، این اصول را استخراج کرده است.

به تازگی شبکه‌ی تحقیقاتی فرارشته‌ای، پرسشنامه‌ای را برای ارزیابی پروپوزال‌های تحقیقاتی میان و فرارشته‌ای تدوین کرده است که به نظر می‌رسد عمده‌ی نکاتی که در این پرسشنامه لحاظ شده است از اصولی که کلاین پیشنهاد کرده است منشاء گرفته باشند.(۴۲) اصول پیشنهادی کلاین هر چند که برخاسته از ادبیات رایج میان رشته‌ای است امّا بسیار گنگ بوده و بیشتر ساختار فلسفی و مروفولوژیک کار میان رشته‌ای را هدف قرار داده است. امّا پرسشنامه‌ی شبکه‌ی تحقیقات فرارشته‌ای

بسیار کاربردی‌تر به نظر می‌آید. از این رو برای ارزیابی کار میان رشته‌ای، ما به این پرسشنامه نظر می‌افکنیم. امّا هر جا لازم باشد به اصول کلاین در ارزیابی کار میان رشته‌ای نیز نیم نگاه‌ی خواهیم داشت. پیش از پرداختن به این پرسشنامه که اساس آن ارزیابی بر اساس کیفیت سنتز و درهم‌تنیدگی کار میان رشته‌ای است، به این نکته باید توجه شود که اصولاً می‌توان سه هدف کلان را در کار میان رشته‌ای در نظر گرفت: الف/ توسعه‌ی درک پایه‌ای؛ ب/ حل مسئله؛ ج/ بازتاب در عمل (دیدگاه انتقادی).

توسعه‌ی درک پایه‌ای، شایع‌ترین کاربرد مطالعات میان رشته‌ای است. گرد هم آوردن اطلاعات، داده‌ها، روش‌ها، ابزارها، چشم‌اندازها، مفاهیم و یا تئوری‌های چندین رشته، توسعه‌ی درک پایه و اساسی از یک موضوع، با مشارکت رشته‌های متنوع، هدف قرار داده می‌شود. ترکیب روش‌ها و نیز مشارکت متخصصین زیست پزشکی و روان‌شناسی جهت پژوهش بر روی هیجانات (Emotions) ، یک مثال از این گونه است. یا ترکیب زیست‌شناسان با شیمی‌دانان برای پژوهش در مورد اثرات ترکیبات سمی بر پراکنش گونه‌های زنده در محیط‌های آبی نیز مثالی دیگر است. محصول عقلی این رهیافت، تولید فرضیه‌های جدید برای پژوهش، چارچوب‌های تئوریک پیوندی جهت تحلیل مسائل خاص و شیوه‌های نوین و تحلیل‌های تجربی این مسائل است که در نهایت منجر به توصیه‌هایی بر پایه‌ی شاهد برای سیاست‌گذاری در عرصه‌ی جامعه می‌شود.

در دومین نوع از هدف کار میان رشته‌ای که حل مسئله است به مسائلی می‌پردازد که نه تنها مورد علاقه‌ی دانش پژوهان بلکه مورد نظر فعالان غیراکادمیک نیز می‌باشند. از مثال‌های کلاسیک این هدف می‌توان طراحی یک هواپیمای جدید خدمات پزشکی برای مردمی که به شکل کوچ نشینی زندگی می‌کنند و یا جستجوی راه‌ی برای مقابله با خطرات طبیعی نام برد. در این کار، توسعه و آزمایش یک راه حل به صورت الگو، ممکن است بخشی از فرآیند پژوهش باشد. مفاهیم، شیوه‌ها و تئوری‌های حل مسئله‌ی کار میان رشته‌ای، عمدتاً در گستره‌های زیست محیطی و یا پژوهش‌های توسعه‌ی پایدار، رشد یافته‌اند.

در سومین هدف کار میان رشته‌ای که کلاین از آن به نام " میان رشته‌ای انتقادی" نام می‌برد، هدف آن بازنگری انتقادی و تغییر در شیوه‌ها و دستورالعمل‌های جاری است. در این نوع کار میان رشته‌ای، یک درهم‌تنیدگی میان علوم عملی، مانند مهندسی و پزشکی و علوم انسانی و هنر، روی می‌دهد که در آن اندیشه ورزان میان رشته‌ای، ضمن بازنگری انتقادی، در صدد تغییر شیوه‌ی عمل جاری و

ارزیابی گستردگی جهت طبقه‌بندی بعدی پروپوزال‌ها	
پرسش ۱	چه تنوعی از رشته‌ها، روش‌ها و مقیاس‌های تحلیلی و نیز احتمالاً فعالان اجتماعی در کار میان‌رشته‌ای لحاظ شده است؟
پرسش ۲	اگر پروژه دارای توان پایینی از تنوع است، هنوز هم در گروه کار میان‌رشته‌ای جای می‌گیرد؟
ارزیابی درهم‌تنیدگی و یک‌پارچه‌سازی	
پرسش ۳	ترکیب رشته‌ها و گستره‌های تخصصی جهت هدف ویژه، چقدر نوآورانه بوده و مناسبت دارد؟
پرسش ۴	چقدر با دقت رهیافت درهم‌تنیدگی شرح داده شده است؟
پرسش ۵	چقدر در درهم‌آمیزی رشته‌ها یا گستره‌های تخصصی، توازن وجود دارد؟
ارزیابی بازتاب و یادگیری	
پرسش ۶	چقدر با دقت رهیافت خودبازتابی (انتقادی) و سازگارپذیری شرح داده شده است؟
پرسش ۷	چقدر احتمال این را دارد که پروژه به شکل چشم‌گیری انتقاد را با عملکرد پیوند دهد؟
ارزیابی توان حل مسئله	
پرسش ۸	چقدر با دقت، مسئله و نقش ویژه‌ی پروژه برای حل آن، توصیف داده شده است؟
پرسش ۹	چقدر احتمال این را دارد که پروژه به شکل چشم‌گیری در حل مسئله گام بردارد؟
ارزیابی مهارت‌های مدیریت اجتماعی و رهبری	
پرسش ۱۰	آیا به خوبی ساختارهای مدیریتی با اهداف پروژه و ترکیب رشته‌ها و گستره‌های تخصصی، سازگاری داشته و آن‌ها را مورد حمایت قرار می‌دهد؟
پرسش ۱۱	چگونه مهارت‌های همکارانه (مانند روشنگری، خودبازتابی، آمادگی به تغییر سلسله مراتب، توانایی تحمل و مدیریت تنش‌ها) مربوط به شرکت کنندگان مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند؟

تصویر ۴۶ - پرسش‌های پیشنهادی جهت ارزیابی پژوهش میان‌رشته‌ای

یا فناوری موجود برمی‌آیند. برای مثال، مطالعات در مورد خطر نانوتکنولوژی که بازخورد آن در توسعه‌ی فرآورده‌های جدید خواهد بود و یا مطالعات اخلاقی بر روی حیوانات و سلول‌های بنیادی که پژوهش‌های سلول‌های بنیادی و یا حیوانی را تحت فشار قرار می‌دهند.

هم اکنون به طراحی پرسش‌هایی می‌پردازیم که این پرسش‌ها با تأکید بر فرآیندهای درهم‌تنیدگی و هم‌افزایی (Synergy) ، کیفیت کار میان رشته‌ای را در این سه هدف توصیف شده، مورد ارزیابی قرار می‌دهند.

پرسش اول: چه تنوعی در رشته‌ها، روش‌ها و مقیاس‌های تحلیلی و نیز احتمالاً فعالان اجتماعی در کار میان رشته‌ای لحاظ شده است؟

در این پرسش، به گستردگی رهیافت میان رشته‌ای می‌پردازد. گستردگی به معنای آن است که چه تعداد و تنوعی از رشته‌ها، شیوه‌های پژوهشی و مقیاس‌های تحلیلی (مولکولی، سلولی، فردی، اجتماعی، جهانی) در یک پروژه‌ی میان رشته‌ای ترکیب شده‌اند. این پرسش به صورت دقیق، اصل اول کلاین که اشاره به " تنوع در اهداف " را دارد، در پروژه‌های میان رشته‌ای دنبال می‌کند.

وجود یک سطح بالا از تنوع در رشته‌ها، نشانگر آن است که پروژه از توان بالایی برای انجام کار میان رشته‌ای برخوردار است. در حالی که پروژه‌ای که رشته‌ها، شیوه‌ها و مقیاس‌های تحلیلی محدودی را در خود نهان دارد، ممکن است نشانگر آن باشد که این پروژه در گستره‌ی پژوهش‌های میان رشته‌ای جای نداشته و از این رو پرسش دوم که به گستردگی می‌پردازد بدین سان تنظیم شده است.

پرسش دوم: اگر پروژه سطح پایینی از تنوع را دارا است، هنوز هم می‌تواند در گروه کار میان رشته‌ای، جای گیرد؟

چالش دوم در ارزیابی کار میان رشته‌ای، پرداختن به موضوع درهم‌تنیدگی و ائتلاف است که به عنوان چالش هسته‌ای پژوهش میان رشته‌ای محسوب می‌گردد. در ارزیابی پروژه‌های میان رشته‌ای می‌بایست آشکار شود که آیا ایده‌ای استوار از جنبه‌ی روش‌شناسی و ابزارهای پژوهشی وجود دارد تا انجام فرآیند درهم‌تنیدگی رشته‌ها را امکان‌پذیر نماید. همچنین روشی نیز جهت ارزیابی بررسی مناسب بودن این درهم‌تنیدگی و ایجاد توازن در پیوند میان چشم‌اندازها جهت ساخت یک کل منسجم تدارک دیده شده است؟ سه پرسش زیرین به این موضوعات می‌پردازند.

پرسش سوم: ترکیب رشته‌ها و گستره‌های تخصصی جهت هدف ویژه، چقدر نوآورانه بوده و مناسبت دارد؟

پرسش چهارم: چقدر با دقت، رهیافت درهم‌تنیدگی شرح داده شده است؟

پرسش پنجم: چقدر در ائتلاف و ادغام رشته‌ها و گستره‌های تخصصی، توازن ایجاد شده است؟

سومین چالش، موضوع بازتاب و یادگیری است. این موضوع از این رو چالش برانگیز است که ترکیب چشم‌اندازهای رشته‌ای (و نیز در بعضی از پروژه‌ها که چشم‌اندازهای فعالان اجتماعی نیز در ترکیب قرار می‌گیرند) خود نیازمند صرف زمان بیشتر جهت ایجاد فرآیند درک متقابل و یادگیری و نیز احتمالاً ایجاد چارچوب بندی جدید یا سازگاری ائتلاف برنامه‌ریزی شده و ایجاد مشارکت می‌باشد. از این رو پرسش ششم از چگونگی آمادگی برای یادگیری و سازگاری، به پرسش می‌پردازد.

پرسش ششم: چقدر با دقت رهیافت خود بازتابی (Self-Reflection) و سازگاری شرح داده شده است؟

چالش یادگیری و بازتاب (انتقاد) به ویژه با هدف بازتاب در عمل (Reflection-in-Action) کار میان رشته‌ای پیوستگی دارد. همان‌گونه که اشاره شد، هدف "بازتاب در عمل"، بازنگری نقادانه‌ی عملکرد موجود با هدف تغییر در آن است. از این رو، توفیق در این پروژه به شکل نیرومندی به پیوستگی میان آنانی که انتقاد می‌کنند و آنانی که عمل می‌کنند بستگی دارد. بررسی کیفیت انتقاد در عمل، نیاز به پاسخ‌دهی به پرسش زیر دارد؟

پرسش هفتم: پروژه چقدر احتمال این را دارد که به شکل چشمگیری انتقاد را با عملکرد پیوند دهد؟

در هر صورت در هنگام ارزیابی پروژه‌ی میان رشته‌ای، بسیار مهم است که در همان هنگام نخست شکل‌گیری آن، سازوکارهایی جهت بازتاب عملکرد آن دیده شده باشد تا بتوان در هنگامه‌های گوناگونِ روند کار، به سازگاری احتمالی، بر پایه‌ی اطلاعات بازتابی بپردازد و این موضوع حتی در هنگام پیاده‌سازی برنامه‌های درهم‌تنیدگی دانش نیز باید لحاظ شود. به زبان دیگر، می‌بایست در فرآیند میان رشته‌ای، جایگاهی نیز برای بررسی عملکرد و خودانتقادی دیده شده باشد و بازبینی و سازگاری مناسب نیز بر پایه‌ی این نکات انجام گیرد.

چالش دیگر، چالش حل مسئله است که آیا مسئله‌ی مورد بررسی نیاز به یک رهیافت میان رشته‌ای دارد؟ آیا مسئله و پروژه‌ی طراحی شده، به اندازه‌ی کافی با دقت شرح داده شده است؟ آیا پروژه و شرکت کنندگان آن می‌توانند تغییری را ایجاد کنند. از آن‌جا که این پرسش در پرسش سوم دیده شده است، پرسش‌های افزون‌تر، جهت ارزیابی شامل پرسش‌های زیر هستند:

پرسش هشتم: چقدر با دقت مسئله و نقش ویژه‌ی پروژه برای حل مسئله، توصیف شده است؟

پرسش نهم: پروژه چقدر احتمال این را دارد که به شکل چشمگیری در حل مسئله گام بردارد؟

در بررسی اصل سودمندی و اثر بخشی که کلاین به آن اشاره کرده است، یادآوری این نکته مهم است که گاهی پروژه‌ی میان رشته‌ای به اثراتی منتهی می‌شود که ممکن است با یک بار اندازه‌گیری قابل مشاهده نبوده و یا برای اثربخشی به گستره‌های زمانی طولانی نیاز باشد؛ که مثلاً در یک پروژه‌ی فرارشته‌ای گاهی نیاز به گذشت دو دهه یا بیشتر است. همان‌گونه که کلاین اشاره کرده است، گاهی دامنه‌ی اثربخشی پروژه، قابل پیش‌بینی نبوده و یا در هنگامه‌های نخست ارزیابی، قابل اندازه‌گیری نیستند. برای مثال، پژوهش بر روی چرخه‌های سولفات و نیترات نشان دادند که نه تنها در تولید کشاورزی نقش دارند بلکه در زمینه‌ی تغییر آب و هوا در سطح جهانی و اثر گلخانه‌ای نیز قابل پیگیری می‌باشند. توسعه‌ی فناوری‌های مهندسی مورد لزوم جهت پرواز منجر به توسعه‌ی کنترل رایانه‌ای فرآیندهای مهندسی شد که این نیز در نهایت موجب تقویت پیشرفت در اعتمادپذیری محصولات و فرآیندهای صنعتی گردید.

- تعیین اساس تئوری برنامه‌ای که با آن کار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
- کاربرد اندازه‌گیری‌های وزن‌دار برای ارزیابی موفقیت برنامه
- کاربرد شیوه‌های چندگانه جهت ارزیابی
- ارزیابی‌های زمانی به صورت متناوب
- در اعتبارسنجی همگرای داده‌های ارزیابی
- ارزیابی می‌بایست پیرامون طراحی پژوهش و محدودیت‌های نمونه‌گیری پاسخگو باشد.

تصویر ۴۷ - رهنمودهایی برای ارزیابی راهبردی کار میان رشته‌ای

پروژه‌های بزرگ نیز موجب تحریک درک جدید در گستره‌های چندگانه می‌شوند. مانند اثری که پروژه‌ی ژنوم انسانی، پروژه‌ی منهتن، تئوری تکنوتیک صفحه‌ای و توسعه‌ی کابل‌های فیبر نوری از خود بر جا گذاشتند. گاهی نیز فناوری‌های زاینده مانند MRI، موجب افزایش توانایی‌های تحقیقاتی در تعدادی از گستره‌ها، ارائه‌ی ابزارها و تحلیل‌های اطلاعاتی می‌شوند.(۳۸)

در نهایت، پرسش‌هایی در مورد مدیریت و

مهارت‌های رهبری پرسیده می‌شوند که آیا ساختار مدیریتی با اهداف پروژه هماهنگی داشته و آیا این ساختارها را مورد حمایت خود قرار می‌دهد؟ باید در این ارزیابی مشخص شود که آیا ساختارهای سازمانی در فزونی ارتباطات و شبکه‌سازی میان افراد تیم میان رشته‌ای، تلاش می‌کنند؟ زیرا این ساختار سازمانی و بخش وظایف می‌بایست به گونه‌ای تنظیم شده باشند که بتوانند زمان کافی را برای برهم‌کنش افراد، فعالیت‌های همبند، ابزارهای مشترک و تصمیم‌سازی مشترک فراهم آورند.(۳۸) همچنین در این ساختار مدیریتی، می‌بایست مشخص شود که آیا پژوهشگران و مشارکت کنندگان کار میان رشته‌ای، صفات و ویژگی‌های فردی مورد نیاز کار میان رشته‌ای مانند روشنگری، آمادگی به تغییر چشم‌انداز خود در صورت نیاز در هنگام بازبینی، توانایی به همکاری در سلسله مراتبِ احتمالاً تغییرپذیر و داشتن توانمندی مدیریت تنش‌ها را دارند. از این رو، برای ارزیابی این نکات دو پرسش طراحی شده است.

پرسش دهم: آیا به خوبی ساختارهای مدیریتی با اهداف پروژه و ترکیب رشته‌ها و گستره‌های تخصصی سازگاری داشته و آن‌ها را مورد حمایت قرار می‌دهند؟

پرسش یازدهم: چگونه مهارت‌های همکارانه‌ی (مانند روشنگری، خود انتقادی، آمادگی به تغییر سلسله مراتب، توانایی تحمل و مدیریت تنش‌ها) شرکت کنندگان مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند؟

طراحی این پرسش‌ها بر اساس چشم‌اندازهای دانش‌پژوهانی است که کار میان رشته‌ای کرده‌اند و یا برآمده از اندیشه‌ی تئوری پردازانی است که در پژوهش‌های میان رشته‌ای خبرگی دارند. با این وجود، تأکید نمی‌شود که این پرسش به همین سان در پرسش نامه‌ها در دوران کار ارزیابی پروژه‌های میان رشته‌ای به کار برده شوند، بلکه می‌توان بر پایه‌ی اهداف ویژه پانل داوران و درک پانل از پژوهش میان رشته‌ای و بر اساس اصول پراگماتیک مورد نظر پانل، تغییر یابند.

همان‌گونه که کلاین اشاره کرده است، یکی از اصول ارزیابی کار میان رشته‌ای، وجود تنوع در شاخص‌ها و نشانگرهای آن است. وجود این تنوع در شاخص‌ها، نشانگرها و نمایه‌ها، برخاسته از وجود گوناگونی در ویژگی‌های کار میان رشته‌ای است که گستره‌ی وسیعی را از همکاری رشته‌های گوناگون و گرد آمدن دانش‌پژوهان متنوع را، از گستره‌های گوناگون در کنار فعالان اجتماعی و غیرآکادمیک تا استانداردهای جدید در پژوهش شامل سنتز، هم‌افزایی و درهم‌تنیدگی را پوشش می‌دهد.

رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی

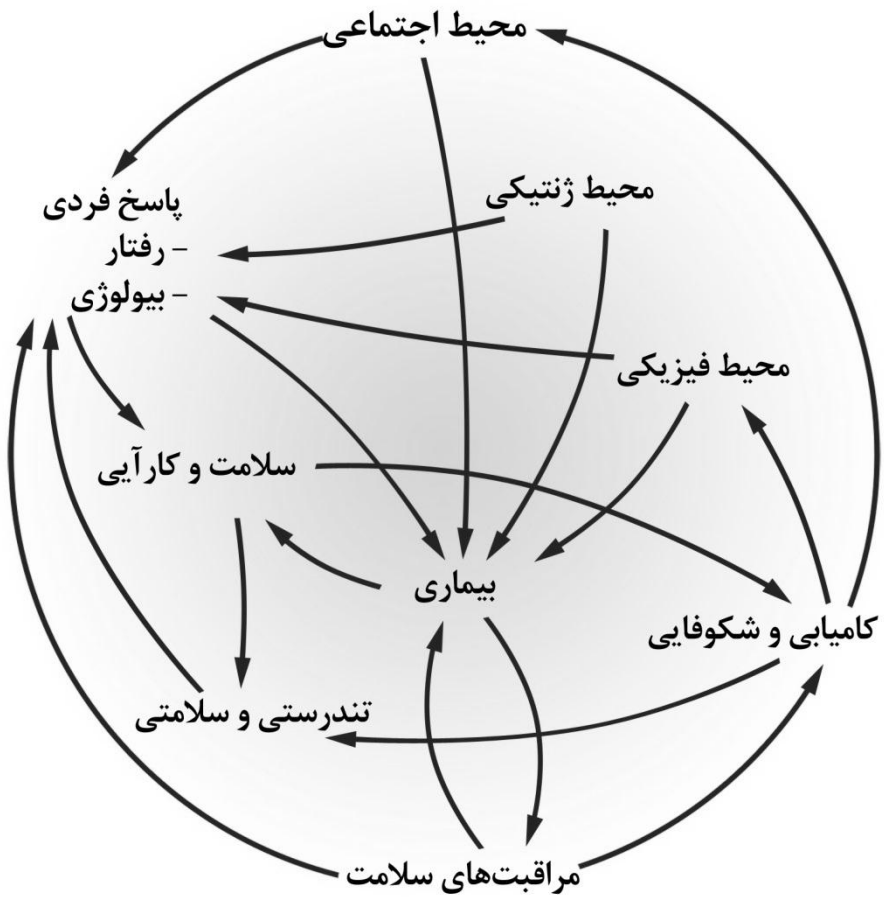
هر چند که از دهه‌های پیش، رهیافت چند رشته‌ای در درمان بیماران، مورد توجه فلسفه‌ی درمانی پزشکی قرار گرفته بود ولی از چندی پیش، پیوستگی رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی با چگونگی کیفیت مراقبت‌های طبّی و برآوردن نیازهای متنوع و پیچیده‌ی بیماران، مورد سنجش و ارزیابی علمی قرار گرفته است.(۴۷-۴۳) در این نوشتار بیش از آن‌که ما در جستجوی بررسی اثر تغییر راهبرد پزشکی به رهیافت میان رشته‌ای بر گستره‌ی دست‌آوردهای پزشکی در سلامت و بیماری باشیم، در پی آنیم که چرایی حرکت به سوی این رهیافت را در راهبردهای نوین پزشکی از دید تئوریک بررسی نماییم. آن‌گاه به عرصه‌ی عملی این چرخش راهبردی در سیاست‌های سلامت و بیماری بنیاد ملّی سلامت آمریکا نظری خواهیم افکند.

انتخاب بنیاد ملّی سلامت آمریکا بر این اساس است که نه تنها این نهاد بین‌المللی، بزرگترین نهاد پزشکی جهان است بلکه از آن رو است که این نهاد بهترین پروژه‌های پیش‌آهنگ را برای آغاز برنامه‌های میان رشته‌ای در انستیتوهای تحت نظارت خود به اجرا در آورده است و بسیاری پروژه‌های پژوهشی میان رشته‌ای، در قالب کنسرسیوم‌های میان رشته‌ای، برای حل مسائل پیچیده و غامض سلامت و بیماری را سامان داده است و برنامه‌های تربیتی و آموزشی برای آشنایی پژوهشگران در تمام مقاطع تا سطوح پسا دکترا را فراهم آورده و توسعه‌ی

فناوری‌ها و روش‌های پیشرفته‌ی تحلیلی میان رشته‌ای را مورد حمایت خود قرار داده است. این در حالی است که هنوز در بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز آکادمیک پزشکی جهان، هر چند که از لحاظ فکری و تئوریک از برنامه‌های میان رشته‌ای حمایت می‌کنند ولی هنوز در چارچوب مرزهای رشته‌ای سنتی دست و پا می‌زنند.(۴۸)

چنین به نظر می‌رسد که میل سیاست‌های راهبردی پزشکی به سوی برنامه‌های میان رشته‌ای، برخاسته از دو بینش " تفکر سیستمی" و درهم‌تنیدگی " فاکتورهای بیولوژیک و اجتماعی" در پژوهش‌های سلامت و بیماری باشد. هر چند که از مدت‌ها پیش، رهیافت میان رشته‌ای در پژوهش‌های اپیدمیولوژی، دکترین ویژه‌ای را به خود اختصاص داده بود.(۴۹- ۴۸) امّا این در حقیقت درهم‌تنیدگی علوم اجتماعی و زیست پزشکی در پژوهش‌های سلامت است که به عنوان یک پارادایم چیره، خود را در فلسفه‌ی پزشکی نمایانده است.(۵۱-۵۰)

بدین سان، دانش اپیدمیولوژی به ارائه‌ی مدل‌هایی جهت ادغام فاکتورهای اجتماعی در مطالعات سلامت و بیماری پرداخته و از پتانسیل‌های رهیافت‌های سیستمی در سلامت جامعه به بحث



تصویر ۴۸ - بینش پویا سیستم مراقبت‌های سلامت

تصویر ۴۹ - چهار گستره‌ی کلیدی در تفکر سیستمی

می‌پردازد.(۵۱)

چنین اندیشه می‌شود که درهم‌تنیدگی رهیافت‌های اجتماعی و بیولوژیک، موجب درک علمی جامع‌تر از عوامل سلامت و بیماری گردیده و راهبردهای بنیان برافکن پیشگیری از بیماری‌ها را توسعه می‌دهد. از آن‌جا که در این اندیشه‌ی جدید، از فرآیند درهم‌تنیدگی عوامل اجتماعی و بیولوژیک یاد می‌شود و نه از میل رهیافت‌های اجتماعی به سوی پزشکی و سلامت عمومی، می‌توان چنین برداشت نمود که بی‌شک فلسفه‌ی تئوریک پزشکی در یک تغییر پارادایم، میل به سوی رهیافت میان رشته‌ای را در سر می‌پروراند. بینش دیگر که همچون تکانه‌ای موجب میل سیاست‌های راهبردی پزشکی به سوی برنامه‌های میان رشته‌ای جهت بهبود سلامت مردم شده است، تفکر سیستمی است.

الف/ تفکر سیستمی

امروزه علوم سلامت در پی علوم سیستمی

است، همان‌گونه که ۴۰ سال پیش، پزشکی همین روند را با جامعه‌شناسی طی نمود. زیرا بینش تفکر سیستمی می‌تواند پیچیدگی‌های نیروهای علیتی را در جوامع گوناگون آشکار نموده و نیز تار و پود لایه‌های مختلف اکولوژیک و همچنین شرایط اجتماعی ارائه خدمات سلامت را نمایان سازد. بدین سان، جهت بهبود سلامت مردم، بسیار ضروری است که درک گسترده‌تری از سیستم‌های سازگارشونده‌ی پیچیده، در بُعد علت‌یابی و همچنین حل مسائل سلامت عمومی، داشته باشیم. برای مثال، پیشگیری و کنترل پاندمی آنفولانزا، به همکاری میان شاخه‌های گسترده‌ای از رشته‌ها و میدان‌های پژوهشی نیاز دارد؛ مانند نظام جهانی مراقبت برای شناسایی رخدادهای آنفولانزا، تحلیل آزمایشگاهی سریع سویه‌های ویروسی جدید جهت توسعه‌ی درمان‌های سودمند و خلق ارتباطات گسترده و زیرساخت‌های انفورماتیک به گونه‌ای که جوامع بتوانند به صورت مؤثر خود را آماده‌ی پذیرش و واکنش نسبت به اپیدمی‌های آنفولانزا کنند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود این ساختار و

تصویر ۵۰ - پروژه‌های پیش‌آهنگ بیولوژی سیستمی و محاسبه‌گرایانه

عملکردها جهت پیشگیری و کنترل پاندمی آنفولانزا نمایانگر یک سیستم سازگارمند پیچیده‌ی تغییرپذیر است. در حقیقت جان میلیون‌ها نفر بستگی به عملکرد این سیستم پیچیده دارد. بنابراین تفکر سیستمی رهیافتی مناسب برای پرداختن به این مسائل پیچیده‌ی سلامت می‌باشد. برای پردازش تفکر سیستمی در یک مسئله می‌بایست، چهار عملکرد روی دهد:

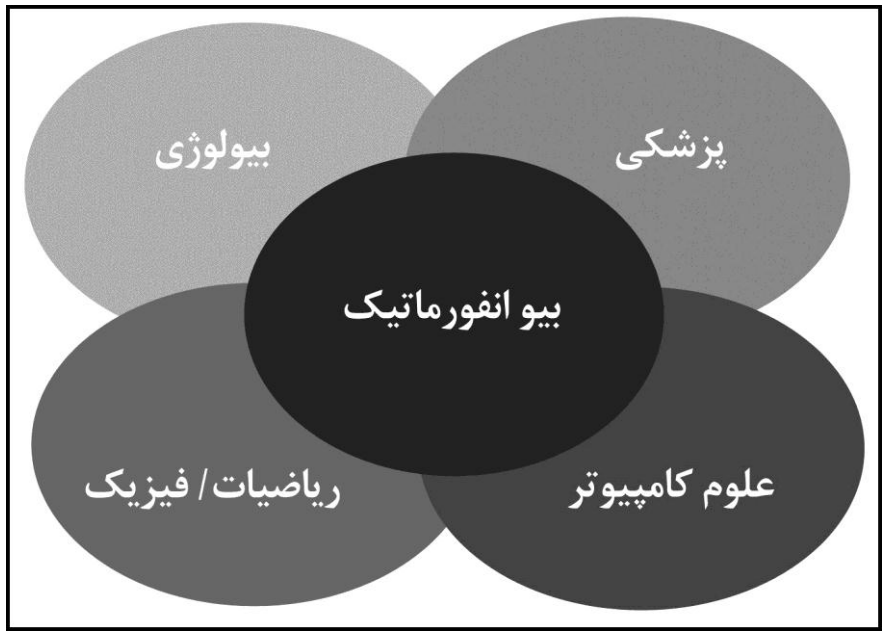
۱/ مدیریت دانش سیستمی: افزایش توجه به چگونگی دریافت، مدیریت، تبادل، تجزیه و تحلیل، یک‌پارچه‌سازی و انتشار دانش جدید.

۲/ توان شبکه‌های سیستمی میان رشته ای: تأکید بر رهیافت شبکه‌ای که تشویق کننده‌ی پردازش ارتباطات میان افراد و سازمان‌ها در فراتر از مرزبندی سنتی و گستره‌ها، به منظور دست‌یابی به اهداف و چشم‌اندازهای مربوطه است.

۳/ روش‌های تحلیل سیستم‌های پیچیده: توسعه‌ی مدل‌ها و فرافکنی‌ها با کاربرد رهیافت‌های تحلیلی متنوع (مانند معادلات دیفرانسیل، مدل‌سازی بر پایه‌ی عامل، مدل‌سازی پویایی - سیستم) به منظور بهبود تصمیم‌گیری‌های راهبردی.

۴/ سازمان‌دهی سیستمی: به منظور تقویت و بهبود ساختار و عملکرد سازمانی بر قالب توصیف شده‌ی تفکر سیستمی. می‌بینیم که چگونه این نوع تفکر می‌تواند دانش‌پژوهان را از رشته‌های گوناگون گرد هم آورده تا در کشف، توسعه و تولید دانش، محصولات و خدمات جهت پیشگیری و درمان بیماری‌ها اقدام نمایند.

به زبان ساده‌تر، برای رویارویی با یک اپیدمی بیماری که جان میلیون‌ها نفر را در خطر



تصویر ۵۱ - برهم‌کنش رشته‌هایی که دانش میان‌رشته‌ای بیوانفورماتیک را می‌سازند.

می‌اندازد می‌توان با یک رهیافت تفکر سیستمی به پیشگیری و کنترل آن پرداخت:

۱/ با گردآوری عمده و سریع داده‌ها از منابع گوناگون (مدیریت دانش سیستمی)

۲/ ارتباط سریع با شاخه‌های گسترده‌ی منابع (شبکه‌های سیستمی میان رشته‌ای)

۳/ علوم فرارشته‌ای به منظور درک و تحلیل داده‌ها از منابع گوناگون (روش‌های تحلیل سیستم‌های پیچیده)

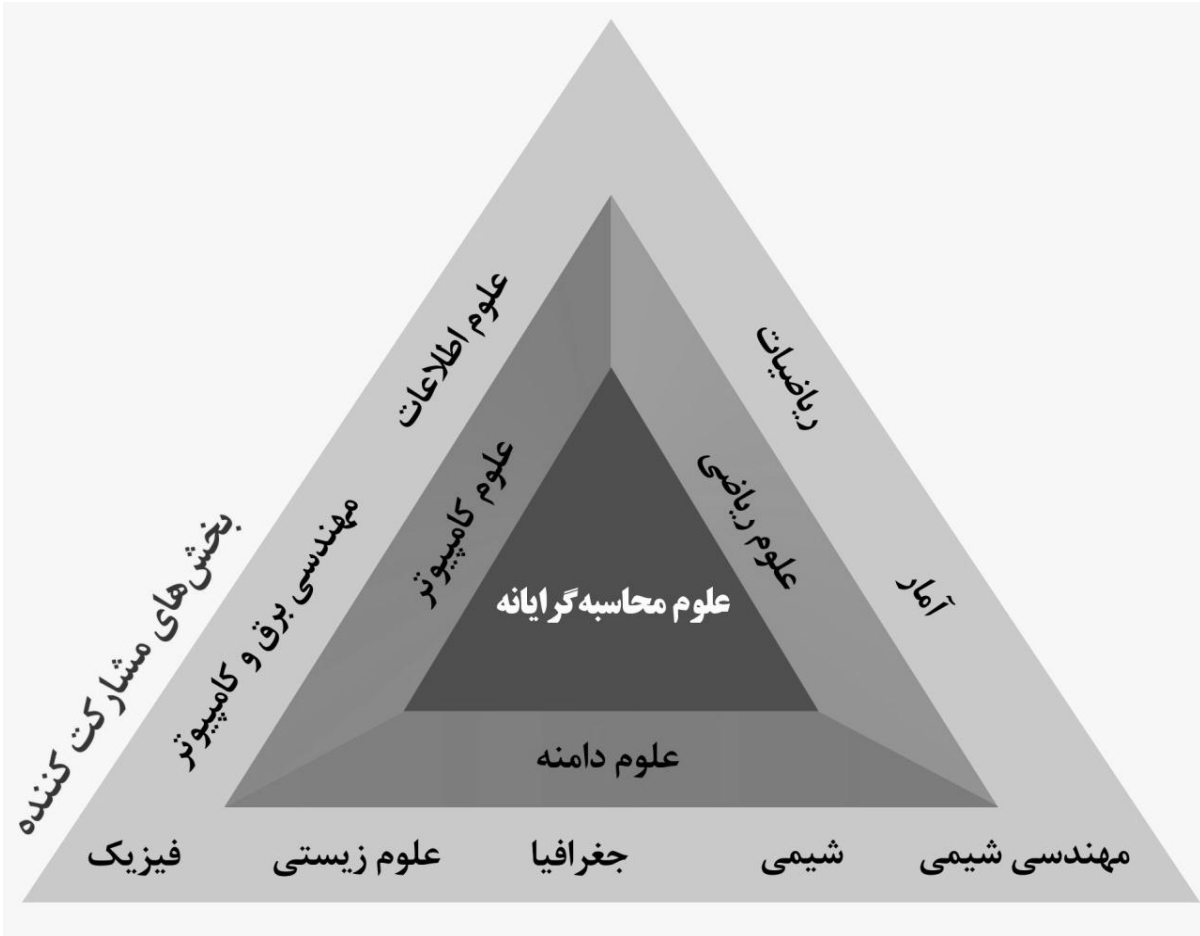
۴/ مدل‌سازی ارتباطات پیچیده میان اجزای سیستم (سازمان‌دهی سیستمی)

این چهار عملکرد برای پیش‌گویی و ارائه‌ی دستورالعمل‌ها برای سیاست‌گذاران جهت حفظ و ارتقای سلامت در عرصه‌ی جامعه، بسیار ضروری هستند.(۴۹- ۴۸) چندین گستره‌ی علمی تاکنون توانسته‌اند رهیافت‌های سیستمی متنوعی را با موفقیت توسعه داده و در رشد خود از آن‌ها استفاده کنند (مانند علم بیولوژی، مهندسی، کسب و کار).

کاربرد رهیافت سیستمی می‌تواند در رهیافت میان رشته‌ای برای پرداختن به مسائل پیچیده‌ی سلامت نویددهنده باشد. برای مثال، گرچه پیشرفت‌های علمی فراوانی در کاربرد روش‌های خطی انجام گردیده است ولی کاربرد روش‌های غیرخطی نیز نویدگر پیشرفت‌های آینده می‌باشد. در مقایسه با روش‌های خطی، روش‌های غیرخطی و سیستمی پویا، می‌توانند برای پرداختن به مسائل سلامت که ویژگی پیچیدگی را از خود نشان داده و فاکتورهای رفتاری و اجتماعی نیز نقش مهمّی را در آن‌ها ایفا می‌کنند، بسیار سودمند باشند.(۴۵)

تفکر سیستمی، رهیافتی بسیار فرادقیق برای یافت روابط غیرخطی است که روش‌های استقرایی در علم توان دریافت آن‌ها را ندارند. بنابراین تفکر سیستمی، بینش درک ماهیت کل سیستم را امکان‌پذیر می‌سازد؛ درکی که نمی‌توان بر پایه‌ی مطالعه‌ی مجزای اجزای سیستم به دست آورد. بدین سان، تفکر سیستمی یک پارادایم است که پیوستگی‌های میان اجزای گوناگون و برهم‌کنش آن‌ها را تحت رصد قرار می‌دهد و از این رو، خود به صورت یک پیونددهنده میان رشته‌های گوناگون عمل نموده و از این طریق می‌تواند به حل و یا درک مسئله کمک نماید. بنابراین تفکر سیستمی نیازمند تفکر میان رشته‌ای است.

با تفکر سیستمی است که ما می‌توانیم مشاهده کنیم که چگونه تغییر در سطح افراد می‌تواند در سطح جمعیت انباشت بیابد و از این رو می‌تواند به عنوان ابزاری بسیار توانمند در علت‌یابی و مکانیسم سلامت و بیماری به کار آید.



تصویر ۵۲ - علوم محاسبه گرایانه (Computational Science) از ژرفا به صورت علم میان‌رشته‌ای خود را نشان می‌دهد.

بعضی از پژوهشگران، واژه‌ی تفکر سیستمی را با علم سیستمی و پیچیدگی (Complexity) مترادف می‌دانند. از آن‌جا که در بحث تئوری میان رشتگی به موضوع پیچیدگی پرداختیم، از این جا می‌توان دریافت که چقدر تفکر سیستمی با رهیافت میان رشته‌ای پیوستگی دارد و چرا فزونی در توجه به تفکر سیستمی توانسته است در رشد رهیافت میان رشته‌ای که خود کاتالیست رهیافت تفکر سیستمی است، مؤثر افتد.

ب/ درهم‌تنیدگی علوم رفتاری و اجتماعی در پژوهش‌های سلامت

همان‌گونه که اشاره شد، نقش عوامل رفتاری و اجتماعی در سلامت و بیماری، مؤلفه‌ی نیرومندی بود که توانست در بسط و گسترش رهیافت میان رشته‌ای در علوم پزشکی خود را نشان دهد. امروزه، رشد فزاینده‌ای در این درک حاصل شده است که ریشه‌ی بسیاری از مسائل سلامت عمومی در عوامل اجتماعی و رفتاری است. از این رو، برای شناسایی عوامل ایجاد کننده‌ی بیماری‌ها و نیز حل مسائل سلامت عمومی، می‌بایست یک همگرایی میان علوم اجتماعی و رفتاری با علوم زیستی حاصل شود.

در حقیقت یکی از روندهای پراگماتیک، در کنار تفکر سیستمی، برای پرداختن به عوامل اجتماعی و رفتاری در پژوهش‌های سلامت، رهیافت میان رشته‌ای است. به زبان دیگر، رهیافت میان رشته‌ای، جهت فرآیند درهم‌تنیدگی پارادایم‌های زیست پزشکی، مکانیسم‌های علیتی مولکولی و فیزیولوژیک با پارادایم‌های اکولوژیک چند لایه (فرد، گروه، جمعیت، جامعه و کلان)، بهترین روند پراگماتیک است.

به زبان دیگر، برای در هم تنیدن گسترده‌تر سه دامنه‌ی رشته‌ای بزرگ شامل علوم زیست پزشکی، علوم رفتار فردی و علوم در سطح گروه یا

تصویر ۵۳ - علم میان رشته‌ای عصب- آموزشی (Neuroeducation)

جمعیت جهان اکولوژیک، رهیافت میان رشته‌ای بهترین روند محسوب می‌شود، زیرا ساخت تصویر بزرگ (تفکر سیستمی) از فاکتورهای گستره‌ی سلامت (بیولوژیک، رفتاری، اجتماعی و محیطی) و پرده‌برداری از پیوستگی‌ها و برهم‌کنش‌های پیچیده‌ی آن‌ها، به رهیافتی میان رشته‌ای چشم دوخته است. از قلب چنین درهم‌تنیدگی‌هایی است که علوم و بینش‌های نوین زایش می‌یابند (مانند روان - عصب - ایمن‌شناسی، علوم اعصاب شناختی و اجتماعی و ژنتیک رفتاری).

پژوهش در زمینه‌ی استرس و سرطان، مثال بسیار عالی پیرامون نقش پیوستگی‌های میان رشته‌ای در علوم زیست پزشکی و رفتاری است که می‌توان پیوستگی‌های میان رفتار، بیولوژی و سرطان را آشکار نمود.

شواهد کافی و فزاینده‌ای بر نقش استرس، افسردگی و عدم حمایت اجتماعی در ایجاد خطر برای سرطان وجود دارد. برای مثال، شکست در ازدواج با دو برابر خطر سرطان سینه همراه بوده است و به نظر می‌رسد که افسردگی مزمن درازمدت خطر عمومی سرطان را افزایش می‌دهد. پژوهش‌های پایه در فیزیولوژی نشان داده‌اند که پاسخ استرس با فعالیت سیستم سمپاتیک - آدرنال همراه بوده که کاتکول آمین‌ها، اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین و گلوکوکورتیکوئیدها را آزاد می‌سازد.

به تازگی مدل‌های جانوری نشان داده‌اند که کاتکول آمین‌ها، گلوکوکورتیکوئیدها و هورمون‌های استرسی دیگر بر روی منظرهای چندگانه "ریزمحیط تومور" اثر می‌گذارند که شامل:

۱/ تغییر در منظرهای بی‌شمار عملکرد سیستم ایمنی

۲/ ارتقای رشد سلول سرطانی

۳/ مهاجرت و توانایی نفوذ سلول‌های سرطانی

۴/ تحریک رگ‌زایی با القای تولید سیتوکین‌های پروآنژیوژنیک

۵/ فعال‌سازی ویروس‌های انکوژن

افزون بر این، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که منع دارویی گیرنده‌های نورآدرنرژیک بتا، از تشدید سرطان در موش پیشگیری می‌کند. بنابراین، پیام دهی سیستم آدرنرژیک بتا برای اثرات استرس بر روی رشد تومور در مدل‌های جانوری بسیار حیاتی است. داده‌های مشابه در انسان نیز در حال پدیدار شدن هستند.

برای مثال، نشان داده شده است که نور اپی‌نفرین موجب افزایش تنظیم فاکتور رشد اندوتلیالی عروقی می‌شود که خود این فاکتور بر روی آنژیوژنز در خطوط سلول‌های سرطانی

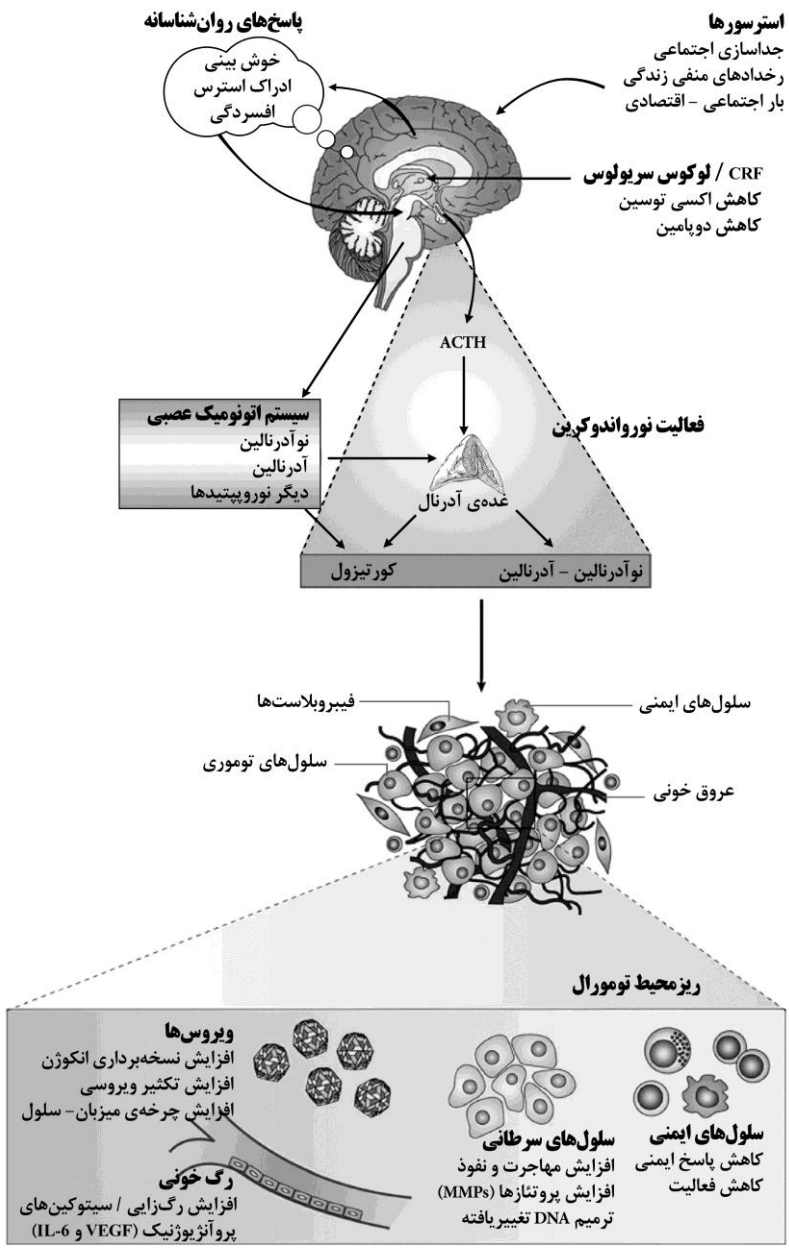
تخمـــدان انســـانی حالـــت تحریـــک کنندگی دارند.

این کاتکول آمین‌ها همچنین موجب افزایش مهـاجرت سـلول‌هـای سرطان روده‌ی بزرگ انسان می‌شـوند و هـــر دو مـــاده‌ی اپـــی‌نفـــرین و نور اپی‌نفرین نیـز موجـب برانگیختـه شدن نفوذ سلول‌های سرطان تخمدان در شرایط آزمایشگاهی می‌گردند.

در یک فراگـرد کلـی، چنـین داده‌هایی نشانگر آن هستند کـه یـک مـاتریکس پیچیـده از عوامـل روانـی، اجتماعی و بیولوژیک در سرطان نقش بازی می‌کند که می‌تواند گسـتره‌ای را از محرومیـت اجتمـاعی تـا عفونـت ویروسـی شـامل شـود کـه خـود ایـن فرآیندها بر پیشرفت سرطان اثر دارند.

پژوهش‌های دامنه‌دار در ایـن گستره می‌توانـد منجـر بـه تـداخلات هدفمنـد جهـت اثرگـذاری بـر رفتـار، بیولـوژی و یـا هـر دوی آن‌هـا بـرای کاهش بار سرطان شوند.(۵۲)

همچنـین نقـش برجسـته‌ی عوامل اجتماعی و رفتاری در گستره‌ی



تصویر ۵۴ - اثرات عوامل وابسته به استرس بر روی "ریزمحیط تومورال"

سلامت و بیماری بوده که بنیاد ملّی سلامت آمریکا را بر آن داشته است که با پی بردن به نقش محوری رهیافت میان رشته‌ای و روش‌های تفکر سیستمی در درک علیت سلامت و بیماری، با هدف بهبودی در تندرستی جامعه، دفتر پژوهش‌های علوم رفتاری و اجتماعی خود را جهت تحریک، یک‌پارچه‌سازی و افزایش حمایت از پژوهش‌های علوم رفتاری و اجتماعی در میان ۲۷ انستیتو و مراکز وابسته به بنیاد ملّی سلامت آمریکا، بنیان گذارد. در حقیقت این دفتر در قلب بنیاد ملّی سلامت آمریکا، به عنوان پیوندگاهی است جهت پژوهش‌های بنیان برافکن پیرامون عوامل رفتاری و اجتماعی که نقش عمده‌ای را در اتیولوژی، درمان و پیشگیری بیماری و ارتقای سلامت و افزایش کیفیت زندگی بازی می‌کند. از این رو، در بنیاد ملّی سلامت آمریکا، بر روی روش‌ها و فناوری‌های نوآورانه و نوینی که از رهیافت میان رشته‌ای جهت در هم تنیدن رشته‌ای علمی پیرامون عوامل اجتماعی و رفتاری با دیگر رشته‌ها تلاش می‌کنند، سرمایه‌گذاری سنگینی شده است.(۵۱)

سیاست‌های راهبردی برای رهیافت میان رشته‌ای در بنیاد ملّی سلامت آمریکا

به صورت سنتی، پژوهش در گستره‌ی سلامت، چنان سازمان بندی شده است که پژوهشگران را از حوزه-های گسترده‌ی علمی گرد هم آورده و سپس آن‌ها را در بخش‌هایی مشخص بر اساس تخصص خود، جای می‌دهد. امّا پیشرفت علمی در دهه‌ی گذشته و با دسترسی بیشتر به رازهای مولکولی حیات، دو واقعیت اساسی را آشکار کرده است؛ مطالعه‌ی بیولوژی و رفتار انسان یک فرآیند دینامیک است و دوم آن‌که تقسیم بندی سنتی در حوزه‌ی تحقیقات سلامت، در بعضی از مواقع مانع از اکتشافات علمی می‌گردد.

بنابراین، بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH)، به عنوان بزرگترین سازمان پزشکی جهان، در نقشه‌ی علمی خود، همچون سازمان‌های کسب و کار قرن بیست و یکمی که به بازنگری و مهندسی مجدد ساختار و فرآیندهای خود جهت حفظ برتری در رقابت جهانی دست زده‌اند، به چرخشی عظیم به سوی مدیریت دانایی، جهت خلق دانایی، اشتراک دانایی و آفرینش"سازمانی یادگیرنده و هوشمند" در پهنه‌ی اقتصاد دانایی محور قرن بیست و یکم روی گردانیده است.

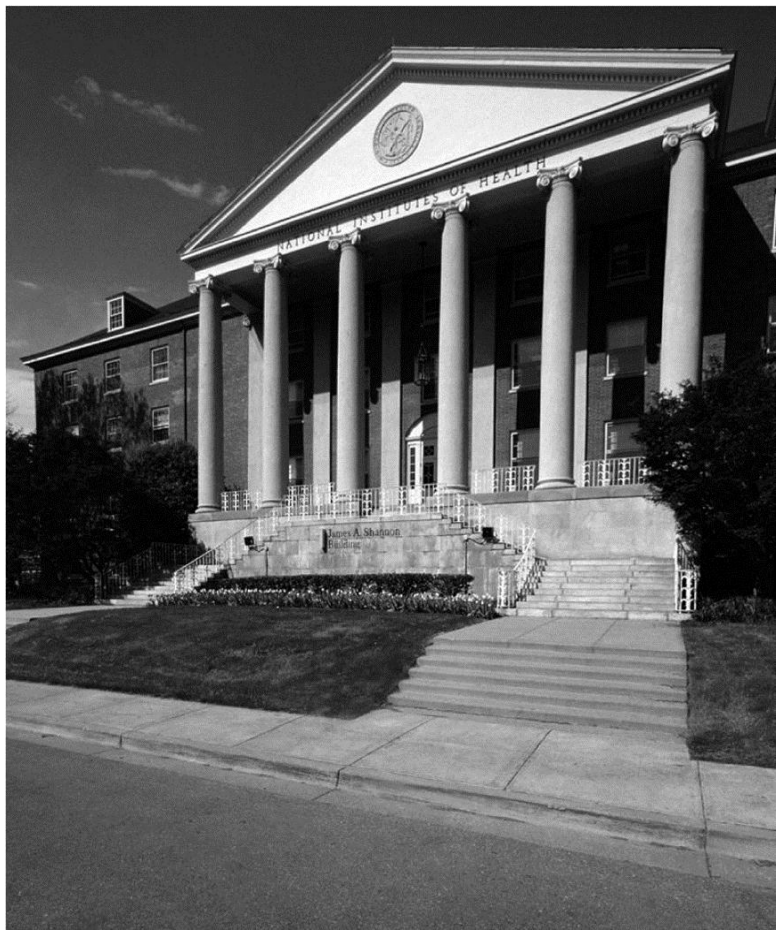
این بنیاد از برون دادهای گردهمایی‌هایی با بیش از ۳۰۰ تن از برجسته‌ترین چهره‌های آکادمیک، صنعت، دولت و مردم، چارچوبی را برای تدوین نقشه‌ی علمی سازمان خود برای

سرمایه‌گذاری در بخش پـژوهش فـراهم آورد تا چشـم‌انـدازی را بـرای سـامانه‌ی زاینـده و مـؤثر پـژوهش‌هـای پزشـکی ترسیم کند.

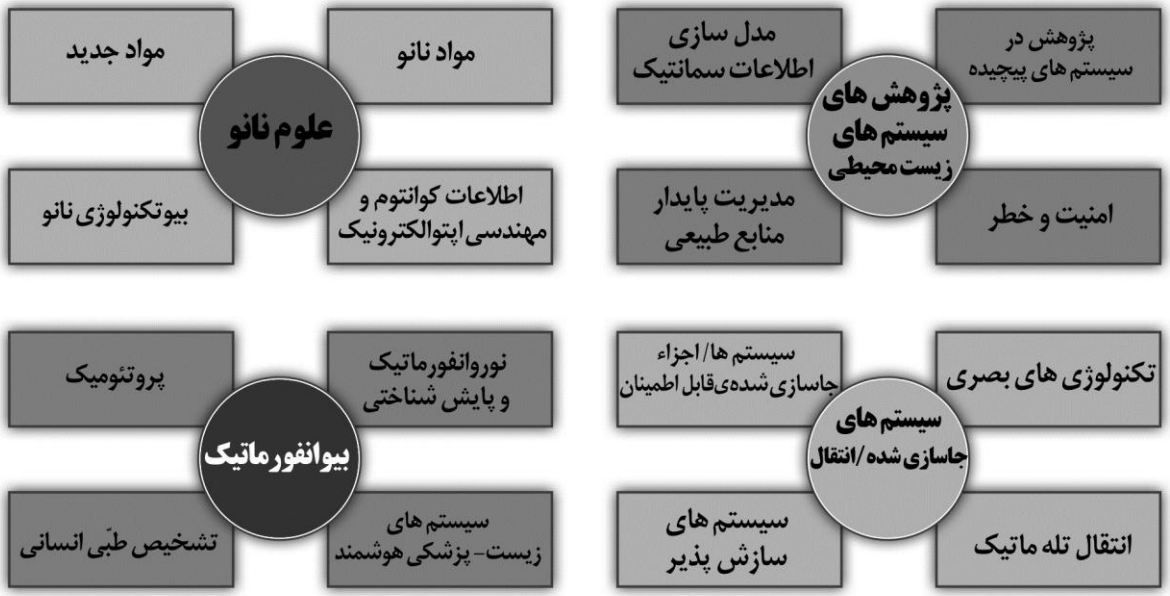
نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکـا در سـه زمینـه‌ی عمـده سـامان یافته است که شامل گذرگاه‌هـای نـوین برای اکتشاف، مهندسی مجـدد سـاختار پژوهش‌های بالینی و تیم‌هـای پژوهشـی آینده می‌باشند.

تیم‌های پژوهشی آینـده شـامل پژوهش‌های پرخطر، مشارکت‌های بخش خصوصـی - مردمـی و پـژوهش‌هـای میان رشته‌ای برای کنکاش و چاره‌سازی مسائل تحقیقاتی زیست - پزشکی قـرن بیست و یکم در قلب نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا، آشکار شده‌اند.(۵۳)

هـدف گسـترده‌ی برنامـه‌ی میان رشته‌ای بنیاد ملّی سـلامت آمریکـا، تغییـر فرهنـگ پـژوهش آکادمیـک در جامعه‌ی برون دانشـگاهی و همچنـین در برنامه‌های بـرون دانشـگاهی خـودِ بنیـاد اسـت، بـه گونـه‌ای کـه رهیافـت‌هـای میان رشته‌ای تسهیل شوند. این برنامـه‌ی



تصویر ۵۵ - هدف بنیاد ملّـی سـلامت آمریکـا، بهبـودی در سـلامت مـردم آمریکا با هدایت و سرمایه‌گذاری بر روی پـژوهش‌هـای پزشـکی اسـت. ایـن بنیاد تربیت دانشمندان را به عهده داشته و به عنـوان رابـط میـان اطلاعـات علمی گستره‌ی سلامت و پزشکی با مردم، خانواده‌ها، ارائه دهندگان خدمات سلامت و بیماران نقش ایفا می‌کند. هدف این بنیاد در پژوهش‌های پزشکی، آشکارسازی دانش جدید در مورد پیشگیری، شناسـایی، تشـخیص و درمـان بیماری‌ها و معلولیت‌ها است.



تصویر ۵۶ - میدان‌هایی نوآورانه جدید در مباحث تحقیقات میان رشته ای در چهار گستره‌ی گوناگون؛ در نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH) بر روی دو مقوله‌ی علوم نانو و بیوانفورماتیک با یک رهیافت میان رشته‌ای توجّه شده است.

پژوهشی شامل برنامه‌های پیش‌آهنگی است که مرز بندی بخشی آکادمیک را در درون انستیتوهای آکادمیک از میان برداشته و همکاری را میان انستیتوها افزایش داده، دانشمندانی را برای ترویج تلاش‌های میان رشته‌ای تربیت نموده و پل‌هایی را میان علوم بیولوژیک و علوم رفتاری و اجتماعی برقرار می‌سازند. در یک فراگرد کلی، چنین تلاش‌هایی به منظور تغییر فرهنگ پژوهش سامان داده شده‌اند. بنابراین، رهیافت‌های میان رشته‌ای و تیم های‌علمی به عنوان رسم طبیعی هدایت پژوهش قلمداد شده و دانشمندانی که چنین مسیری را پیگیری کنند به خوبی شناخته شده و مورد تقدیر قرار می‌گیرند.

بنیاد ملّی سلامت آمریکا برای برنامه‌ی پژوهشی میان رشته‌ای خود، چهار گام را برداشته است:

۱/ کنسرسیوم‌های پژوهشی میان رشته‌ای

۲/ برنامه‌های پیش‌آهنگ آموزشی در پژوهش میان رشته‌ای

۳/ نوآوری در فناوری و روش‌های میان رشته‌ای

۴/ پژوهشگر اصلی چندتایی

الف/ کنسرسیوم‌های پژوهش میان رشته‌ای

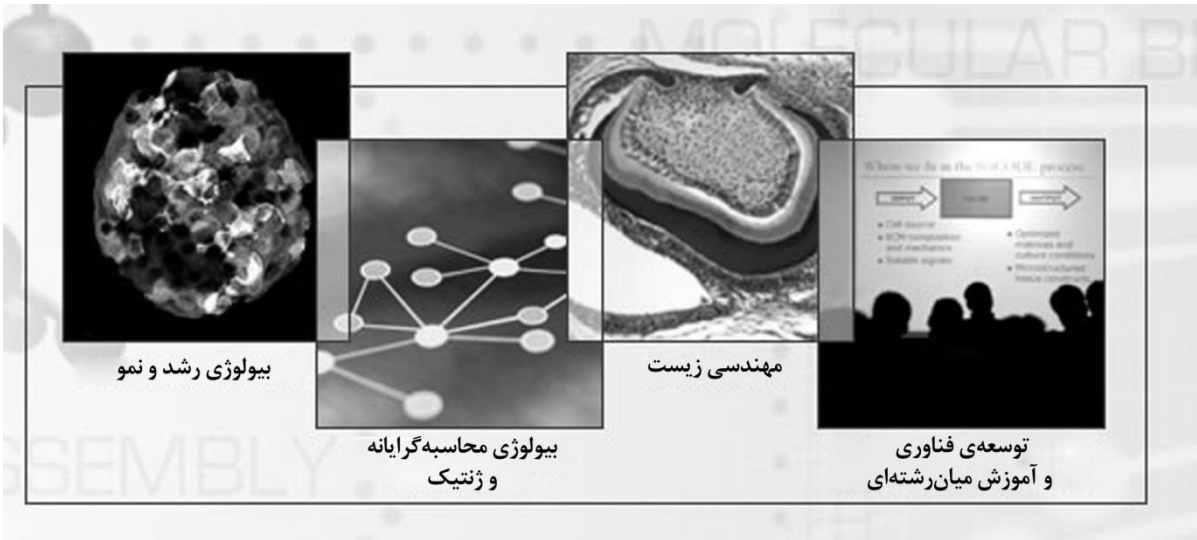
کنسرسیوم‌ها برای فراهم آوردن فضایی جهت خود پیوستگی پژوهشگران در رهیافت میان رشته‌ای مسائل پیچیده‌ی سلامت، طراحی شده‌اند. همچنین این کنسرسیوم‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند تا بتوانند راهی نوین را برای بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH) در صحنه‌ی تجارت فراهم آورند.

در مجموع، بر روی ۹ کنسرسیوم پژوهش میان رشته‌ای، در این برنامه‌ی پیش‌آهنگ، سرمایه‌گذاری شده است. پژوهشگران در هر کنسرسیوم، پروژه‌های پژوهشی ائتلافی، خدمات مرکزی برنامه‌های آموزشی و ساختار مدیریتی‌ای را توسعه داده‌اند که تضمین کننده‌ی کار مشترک اعضاء به صورت آسان و پیگیری یک هدف مشترک می‌باشند. در انستیتوهایی از بنیاد ملی سلامت آمریکا که چنین کنسرسیوم‌هایی لانه گزیده‌اند، حمایت‌های مدیریتی خاصی را جهت اجرای اهداف برنامه فراهم آورده‌اند. همچنین این برنامه‌های مدیریتی، تضمین کننده‌ی آن هستند که به پژوهشگران برنامه‌های پژوهشی میان رشته‌ای ارج گذاشته شوند و مرزهای میان بخشی در بخش‌ها و یا دانشکده‌های دانشگاهی نیز نتوانند در اهداف کنسرسیوم خللی ایجاد کنند. از این رو، کنسرسیوم‌ها رسم نوینی را در برنامه‌ی مدیریتی NIH مورد آزمون قرار می‌دهند. هر چند که هر کنسرسیوم به صورت یک پروژه‌ی یک‌پارچه‌ی تک طراحی شده و بر هر جزء واحد به صورت جداگانه‌ای سرمایه‌گذاری شده است؛ ولی به یکدیگر پیوسته هستند. بنابراین هر کنسرسیوم با یک تیم از اعضای خود، مدیریت می‌شود که هر کدام از آنان یک جزء کنسرسیوم را تحت نظر قرار می‌دهند.

این مدیریت پیچیده‌ی چند وجهی، در هدایت مشارکت و همکاری پژوهشگران گوناگون در پروژه‌های پیچیده، خود حرکتی در NIH بوده و نویدگر ارائه‌ی‌ساز و کارهای نوآورانه برای افزایش مشارکت و همکاری در آینده است. هر کنسرسیوم دارای گرانت‌های چندگانه‌ی همراه خود است که در مجموع برنامه‌ی میان رشته‌ای را سامان می‌دهند.(۵۲) هم‌اکنون به معرفی این ۹ کنسرسیوم می‌پردازیم.

۱/ کنسرسیوم بر پایه‌ی سیستمی جهت طراحی و مهندسی عضو (sysCODE)

آسیب به ارگان‌های بدن، یک عامل عمده‌ی



تصویر ۵۷ - علوم مهندسی زیستی، بیولوژی رشد و نمو، محاسبه‌گرایانه و ژنتیک در کنسرسیومِ بر پایه‌ی سیستمی جهت مهندسی و طراحی عضو، نقش محوری دارند.

بیماری‌زایی در انسان است و توسعه‌ی شیوه‌های سیستمی برای تولید بخش‌هایی از ارگان جدید می‌تواند دانش پزشکی را متحول سازد.

هم اکنون، یک رشته‌ی واحد که بتواند دانش پیرامون ارگانوژنز، بیولوژی سلول‌های بنیادی، شبکه‌های تنظیم‌کننده‌ی ژن و مهندسی بافت را یک‌پارچه ساخته و یک چارچوب سیستمی که بتواند مورد استفاده‌ی ساخت بخش‌هایی از عضو قرار گیرند، هنوز وجود ندارد. کنسرسیوم بر پایه‌ی سیستمی جهت طراحی و مهندسی عضو (sysCODE)، از بیست دانشمند برجسته‌ی دانشگاه‌های هاروارد و بیمارستان‌های وابسته به آن، MIT ، وانـدربیلت (Vanderbilt) و دانشگاه بوستون؛ در یک تیم جهت توسعه‌ی راه‌های جدید باز زایش (Regeneration) بخش‌هایی از عضو از سلول‌های بنیادی، سود می‌برد. ژرم دندانی، سلول‌های جزیره‌ی پانکراس و دریچه‌ی قلب که سطوحی از پیچیدگی و هم ویژگی‌های مکانیکی، فیزیولوژیک و دینامیکی خاصی را از خود نشان می‌دهند به عنوان بخش‌های عضوی انتخاب شده اند. فرضیه‌ی پژوهشگران این کنسرسیوم آن است که شبکه‌های تنظیم‌کننده‌ی پویا و پیچیده‌ای که در پس رشد و نمو درون زاد عضو نهفته‌اند، می‌توانند در سطح مولکولی با در هم تنیده شدن

رشته‌های گوناگون با هم آشکار شوند و این اطلاعات می‌تواند در طراحی و ساخت بخش‌های عضوی کاربرد بیابند.

برنامه‌ی پنج ساله‌ی کنسرسیوم شامل:

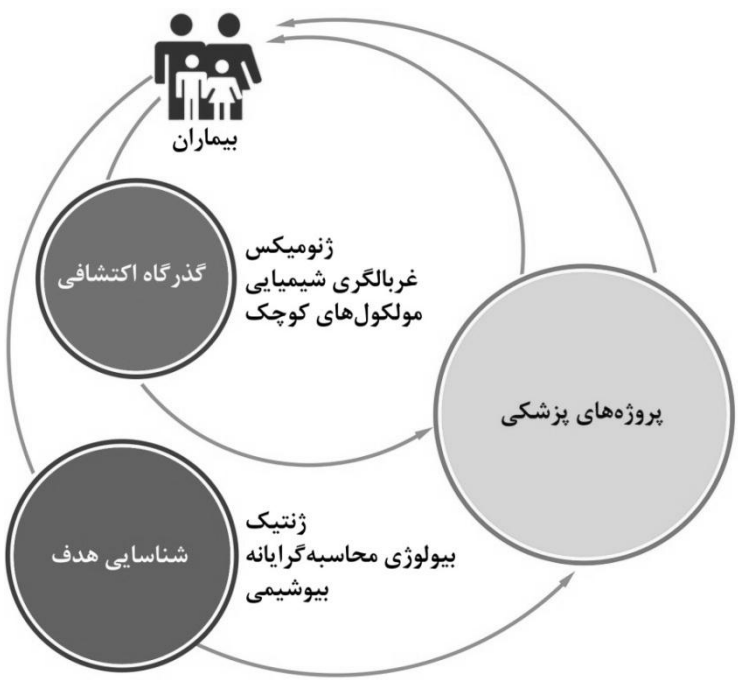
۱/ دریافت داده‌های ژنومیک، پروتئومیک و میکرومکانیک جهت ارگانوژنز هر بخش از عضو

۲/ یک‌پارچه‌سازی این مجموعه‌ی داده‌ها به صورت شبکه‌های تنظیم‌کننده‌ی ژنی و پروتئینی جامع در یک ساختار قابل دسترس

۳/ توسعه‌ی رهیافت‌های مهندسی بافت که می‌توانند از این اطلاعات، جهت ساخت بخش‌های عضوی از سلول‌های بنیادی به کار ببرند.(۵۴)

۲/ کشف دارو بر پایه‌ی ژنومیک انستیتو براد (Broad)

یک کنسرسیوم پژوهشی میان رشته‌ای را سامان داده است که هدف آن توسعه‌ی یک پارادایم جدید جهت کشف و توسعه دارو است که با بیماران آغاز و به انتها می‌رسد. کنسرسیوم از پیشرفت‌های بیولوژی انسانی (به ویژه در ژنتیک و فیزیولوژی) سیراب شده و ترکیبات شیمیایی جدید (مولکول‌های کوچک) را با روش‌های نوآورانه‌ی غربالگری فرا عملکرد (High-Throughput Screening) که بر چگونگی عملکرد این ملکول‌ها بر سلول‌ها و ارگانیسم‌ها متمرکز است، ترکیب می‌کند. این اثرات عملکردی، یا فنوتیپی (سلول‌ها چگونه به نظر می‌رسند و یا چگونه رفتار می‌کنند) می‌باشند یا ژنتیکی (سلول‌ها چه ژن‌هایی را بیان می‌کنند). شیوه‌های دیگری نیز توسعه یافته‌اند که کمک می‌کنند تا پژوهشگران مکانیسم‌های عملکردی این ملکول‌های کوچک را شناسایی کرده و موارد سمیّت



تصویر ۵۸ - کنسرسیوم میان‌رشته‌ای در انستیتو براد

احتمالی آن‌ها را در هنگامه‌های نخست چرخه‌ی توسعه آشکار نمایند. این شیوه‌ها برای شناسایی روش‌های جدید درمانی سرطان، بیماری‌های روانی و دیگر شرایط پزشکی پیچیده به کار می‌روند.(۶۶)

۳/ دانش سالمندی (Geroscience)

بیماری وابسته به سن، به صورت بحث برانگیز، بزرگترین تک چالش زیست پزشکی در سده‌ی ۲۱ است. سالمندی مهمترین عامل خطر برای بیماری در کشورهای توسعه یافته است و در نتیجه اثر اقتصادی و اجتماعی سترگی را از خود بر جای می‌گذارد.

توانایی ما برای رویارویی با بیماری‌های وابسته به سن، با عدم درک ما از اصول و مکانیسم‌های سالمندی، به مخاطره می‌افتد. سالمندی مسئله‌ی زیست پزشکی پیچیده‌ای است که به نظر نمی‌رسد که بتوان با آن با روش‌های پژوهشی سنتی برخورد کرد. در یک رهیافت میان رشته‌ای، انستیتو باک (Buck) برنامه‌های خود را بر روی سطح تماس (Interface) پدیده‌ی سالمندی طبیعی و بیماری‌های برخاسته از سالمندی متمرکز کرده است. از این رو، رهیافت‌های تجربی پیرامون این‌که چگونه مکانیسم‌های اساسی پیری به رخدادهای نخستین بیماری‌های نورولوژیک و سرطان وابسته به سن منتهی می‌شوند، در این انستیتو ترکیب می‌گردند. در این کنسرسیوم که به دانش سالمندی اختصاص دارد، همکاری در موارد زیرین انجام می‌شود:

۱/ درک مکانیسم‌های چگونگی امتداد طول زندگی در ارگانیسم‌های مدل با دیدگاه مبتنی بر توسعه‌ی تداخلات جهت ارتقای سلامت سالمندی

۲/ توسعه‌ی یک برنامه‌ی پژوهشی میان رشته‌ای بر روی پیوستگی سالمندی - بیماری با تأکید بر روی سرطان

۳/ بررسی اثر رویدادهای احتمالی (Stochastic) در سالمندی

۴/ تربیت پژوهشگران پسا دکترا در دانش سالمندی.

میل دموگرافیک به سوی جمعیت کهن سال، به صورت یک چالش بسیار چشمگیر در ارائه‌ی خدمات سلامت نمود پیدا کرده است. هدف این کنسرسیوم، توضیح این است که چرا سالمندی یک عامل مهم در بیماری انسان است. برآورد می‌شود که با مطالعه‌ی مکانیسم‌های ژرف سالمندی، درک بیماری نیز پدیدار گردد. چنین اندیشه می‌شود که این روند به مسیرهای جدیدی جهت پیشگیری یا درمان بیماری‌هایی همچون آلزایمر، پارکینسون و یا سرطان منتهی می‌شود.(۵۶)

۴/ کنسرسیوم مهندسی ژنوم شمال غربی

پیشرفت‌های فناوری این امکان را به دانشمندان سراسر جهان داده‌اند که از اسرار ژن پرده بردارند. از این رو، دانشمندان توانسته‌اند چگونگی کارکرد تمام انواع زیستی را مشخص نمایند. در کنسرسیوم مهندسی شمال غربی بر روی مرز برتر دیگری در بیولوژی کار می‌شود؛ این‌که چگونه این ژن‌ها را به شکل دقیقی تغییر داد. کار این کنسرسیوم، دانشمندان را توانا می‌کند که ژن‌های معیوب و بیماری‌زا را اصلاح و یا ژن‌ها را برای افزایش فرآیندهای زیست فناورانه (مانند تولید غذا یا سوخت زیستی) تغییر دهند.(۵۷)

تصویر ۵۹ - توسعه‌ی نظریه‌های مکانیستی چند لایه : از ژنوم تا سندرم

۵/ کنسرسیوم سرطان - باروری (Oncofertility) نگهداشت باروری زنان

به دلیل پیشرفت‌های درمانی، میزان بقاء در بیماران سرطانی جوان طیّ چهار دهه‌ی گذشته، به صورت یکنواختی افزایش یافته است. امروزه، زنان و نیز مردان، چشم به راه زندگی پس از درمان سرطان هستند؛ امّا ناباروری در نتیجه‌ی خود بیماری و یا درمان‌های وابسته، چالشی در فرارو است.

این کنسرسیوم برای پرداختن به مراقبت‌های پیچیده‌ی سلامت و موارد کیفیت زندگی که مورد نظر بیماران جوانی که ممکن است باروری آن‌ها در نتیجه‌ی سرطان و یا درمان‌های وابسته به مخاطره بیفتد، طراحی شده است.

کنسرسیوم سرطان - باروری یک پروژه‌ی پیش‌آهنگ میان رشته‌ای ملّی برای بررسی آینده‌ی تولید مثل زندگی یافته‌گان سرطان است. این کنسرسیوم نماینده‌ی شبکه‌ی ملّی، میان رشته‌ای و میان تخصصی، دانشگاهیان و متخصصین پزشکی است که پیوستگی میان سلامت، بیماری، بقا و باروری را در بیماران سرطانی جوان مورد پژوهش قرار می‌دهند. پیامد کار آن‌ها ممکن است که به بیماران دیگری که با تشخیص‌های بیماری‌های جدّی دیگری درگیر هستند و می‌بایست تحت درمان‌های تهدید کننده‌ی باروری قرار گیرند نیز قابل گسترش است.(۵۸)

۶/ کنسرسیوم فنومیکس (Phenomics) عصب - روانپزشکی

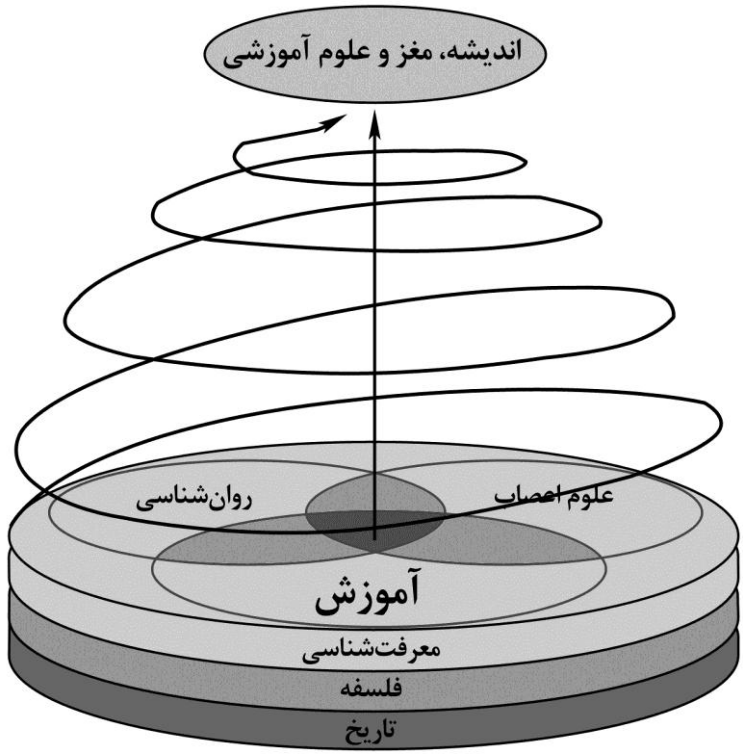
این کنسرسیوم با هدف توانایی ایجاد دست‌آوردهای مرزشکن در درک مغز و رفتار، شکل‌دهی شده است و در جستجوی پیوستگی‌های نوینی میان آن دو است. برای نیل به چشم‌انداز پروژه‌ی ژنوم انسانی، تلاش‌های چشمگیری برای پیوسته کردن ژنوتیپ با فنوتیپ (بیان بی‌شمار ژنوتیپ در سطوح مولکولی، سلولی و سیستم‌های پیچیده) مورد نیاز است.

فنومیکس یک فرارشته‌ی نوپدید است که هدف آن مطالعه‌ی سیستمی فنوتیپ‌ها است. برای پژوهش فنوتیپ‌ها در ورای سطوح، از ژنوم به سندرم، یک تیم با بیش از ۵۰ پژوهشگر که بیشتر آن‌ها در UCLA هستند، سامان‌دهی شده است.

این تیم بر روی فنوتیپ‌های شناختی (به ویژه حافظه و کنترل تکانه) متمرکز شده است؛ زیرا این‌ها با رفتارهای غیرسازش‌کارانه و سلامت انسان پیوستگی دارند و می‌توان آن‌ها را با ابزارهای علمی علوم پایه تحت بررسی قرار داد.

این کنسرسیوم رشته‌های گوناگون را توسط موضوع‌های مشترک، از ورای گونه‌ها و از ورای چندین سندرم عصب - روانپزشکی پیوند می‌دهد. به این

صورت که در این کنسرسیوم، بررسی ژرف فنوتیپی مغز و رفتار انسان برای "همبستگی گستره‌ی ژنومی" (Genome-Wide Association) به دستکاری‌های مولکولی پایه و مطالعات فیزیولوژیک دیگر گونه‌ها پیوند داده می‌شود. همچنین کنسرسیوم، ابزارهای فناوری نوین اطلاعات (انفورماتیک) را برای پیوند دادن مفاهیم و در نتیجه مشخص کردن، تصویرسازی و آزمودن فرضیه‌ها پیرامون پیوستگی‌های ژنوتیپ - فنوتیپ فراهم می‌آورد. اعتقاد بر این است که کنسرسیوم، درک اساس بیولوژیک رفتار را پیشرفت داده و به عنوان مدلی برای علوم فرارشته‌ای در گستره‌ای از مسائل پیچیده زیست پزشکی نقش ایفا خواهد کرد.(۵۹)



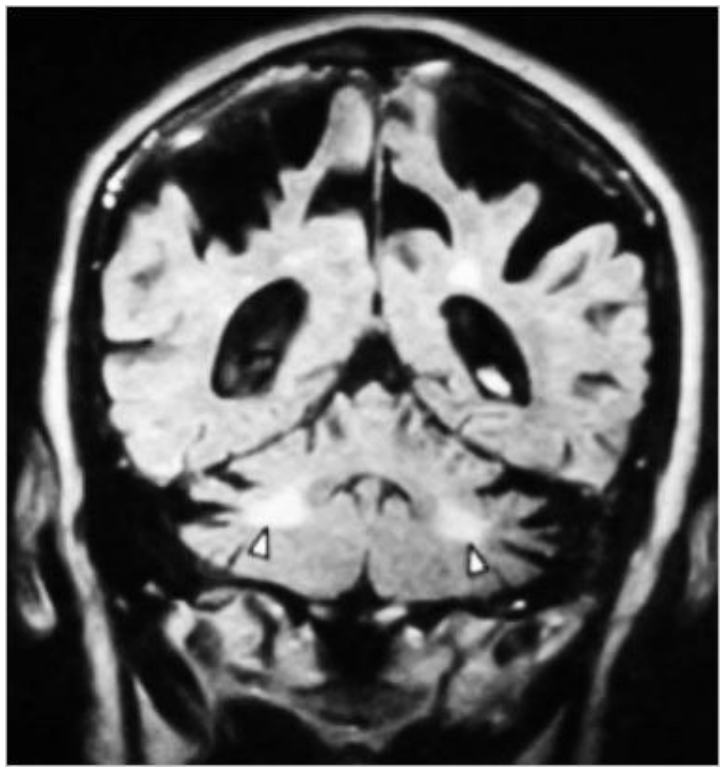
تصویر ۶۰ - زیرساخت‌های علم میان‌رشته‌ای عصب - آموزشی (Neuroeducation)

۷/ انستیتو پژوهشی عصب - درمان‌شناسی

انستیتو پژوهشی عصب درمان شناسی، یک کنسرسیوم پژوهشی میان رشته‌ای است که هدف اصلی آن توسعه‌ی درمان‌های هدفمند برای بیماری‌های نوروژنتیک برپایه‌ی عوامل مولکولی آن‌هاست. پارادایم پژوهشی برای این کنسرسیوم، سندرم X شکننده‌ی توأمان با ترمور/ آتاکسی (FXTAS) می‌باشد که موجب مسائل تعادل، لرزه و حافظه در بعضی از افراد بزرگسال حامل پیش موتاسیون گستره‌های تکرار CGG (تکرارهای ۲۰۰-۵۵) در ژن X شکننده (Fragile X) می‌شود. گستره‌های بزرگتر (موتاسیون کامل) در همین ژن موجب سندرم X شکننده می‌شود که به شکل اختلال شناختی وراثتی و نیز شکل شناخته شده‌ی ژنتیکی اوتیسم (Autism) منتهی می‌شود. با این وجود، FXTAS و سندرم X شکننده از مکانیسم‌های مولکولی جداگانه

برمی‌خیزند: توکسیستی RNA منتهی به FXTAS و خاموش‌سازی ژن، به سندرم X شکننده، می‌انجامد.

توان FXTAS به عنوان مدل برای بیماری‌های دژنراسیون عصبی از آن جاست که ژنی که این بیماری را موجب می‌شود، شناخته شده است. بدین سان، بسیاری از ویژگی‌هایی که FXTAS به صورت مشترک با دیگر بیماری‌های دژنراسیون عصبی با آغازِ تأخیری (مانند آلزایمر و پارکینسون) دارد را می‌توان توسط مدل‌های جانوری و سلولی تعریف شده تحت مطالعه قرار داد. چنین مدل‌هایی موجب ایجاد کشف تحول برانگیزی شده است. به این صورت که رویدادهای مولکولی که موجب FXTAS می‌شوند، در حقیقت در هنگامه‌های اولیه‌ی رشد و نمو روی داده و از این رو، احتمالاً می‌توان مسائل شناختی و رفتاری را در بعضی از کودکان حامل پیش موتاسیون توضیح دهد. چنین مشاهداتی کاربردهای عملی عمده‌ای برای درمان دارند. این کنسرسیوم برای نیل به هدف اصلی خود، یک تیم پژوهشی بسیار یک پارچه را دارد که بیش از سی پژوهشگر رشته‌های گوناگون مانند شیمی، نوروفیزیولوژی سلولی، متخصصین کودکان در زمینه‌ی رشد و نمو، رفتار موش، تصویربرداری عصبی، نورولوژی، روانپزشکی و علوم اعصاب شناختی را شامل می‌شوند.



تصویر ۶۱ - تصویر MRI از مغز یک فرد دچار FXTAS

کنسرسیوم از پارادایم FXTAS برای پرداختن به پنج پرسش اساسی که در درک هر بیماری دژنراتیو عصبی یا بیماری عصبی رشد و نمو، نقش مرکزی را دارند، استفاده می‌برد:

۱/ چگونه یک بیماری مشخص و تعریف می‌شود؟

۲/ چگونه می‌توان مناسبت مدل‌های جانوری یا سلولی را ارزیابی کرد؟

۳/ چگونه می‌توان به صورت کارآمد، مواد درمانی را به مغز هدایت کرد؟

۴/ چگونه می‌توان کارآمدی درمان را سنجید؟

۵/ چگونه تنوع در مکانیسم‌های مولکولی، تغییرات مشخصی را در ساختار و عملکرد مغز خلق می‌کند؟(۶۰)

۸/ کارگروه پژوهش‌های چاقی در جنوب‌غربی

چاقی و بیماری‌های همراه (بیماری‌های قلبی، دیابت، فشارخون بالا و کبد چرب) نقش مهمی را در مرگ و میر و ناتوانی در ایالات متحده‌ی آمریکا دارند. برای یافت درک جامع از عواملی که ایجاد چاقی و عوارض همراه آن می‌کند، یک تیم میان رشته‌ای با حضور خبرگان دانشگاه تگزاس جنوب غربی گرد هم آمده و این کارگروه را بنیان گذاشتند.

در این کارگروه، بیش از سی پژوهشگر خبره از رشته‌های بسیار متنوع، با هدف ترسیم مکانیسم‌های رفتاری، متابولیک، ژنتیک و سلولی که به ایجاد چاقی و بیماری‌های وابسته به آن منتهی می‌شود، حضور دارند.

مطالعات این کارگروه، بینش‌های مورد نیاز را پیرامون مولکول‌ها و مسیرهای بیولوژیک کلیدی که تنظیم کننده‌ی متابولیسم هستند را فراهم کرده و این اطلاعات به توسعه‌ی رهیافت‌های نوین جهت پیشگیری چاقی و درمان عوارض متابولیک این بیماری، کمک می‌کنند.(۶۱)

۹/ کنسرسیوم پژوهشی میان رشته‌ای پیرامون استرس، خود کنترلی و اعتیاد

این کنسرسیوم نشانگر آن است که یک پیوستگی آشکار میان سلامت فیزیکی و روانی وجود دارد و استرس به صورت جانبی بر روی هر دو اثر می‌گذارد. پژوهش‌ها همچنین نشانگر آن هستند که افراد با مسائل جدی سلامت روانی و اعتیاد، تحت بیماری‌های مزمن قرار گرفته و در سنین پایین‌تر از جامعه می‌میرند. استرس همچنین بر عادات اعتیاد با دخانیات، مصرف زیاد الکل و پرخوری با غذاهای پرچرب بالا که با خطر بیماری‌های مزمن و نرخ بالای مرگ و میر همراه هستند، اثر خود را بر جای می‌گذارد.

بنیاد ملّی سلامت آمریکا بر روی یک کنسرسیوم پژوهشی میان رشته‌ای بزرگی، جهت بررسی استرس، خود کنترلی و اعتیاد، سرمایه‌گذاری نموده است تا بتواند با درک و درمان

استرس و عادات بد، به کاهش خطر بیماری‌های مزمن بپردازد.

پنجاه دانشمند برجسته که پژوهش‌هایی را در این گستره در تعدادی از انستیتوهای بنیاد ملّی سلامت آمریکا انجام می‌دهند، از ۲۰ رشته‌ی گوناگون در پنج دانشکده (پزشکی، هنر و علوم، مدیریت، پرستاری و سلامت عمومی) و سه انستیتوی آکادمیک، در یک تیم، به همکاری با یکدیگر می‌پردازند تا:

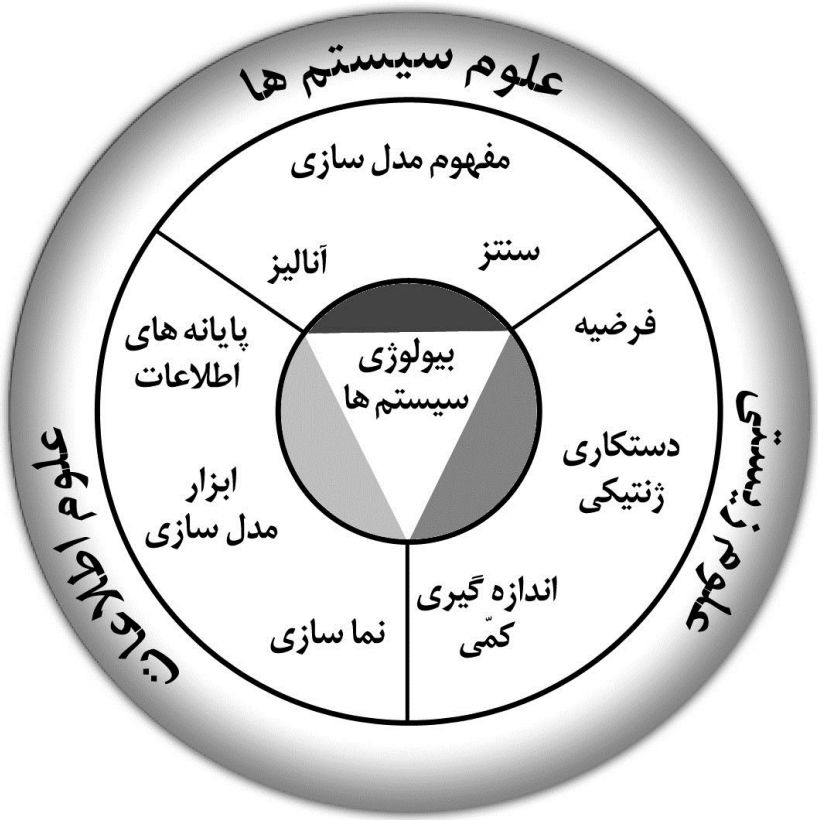
۱/ مکانیسم‌های پشت پرده‌ی ایجاد اثرات وابسته به استرس بر روی خود کنترلی در رفتارهای اعتیادی دخانیات، مصرف الکل و پرخوری را شناسایی کنند.

۲/ مکانیسم‌های خود کنترلی در پاتوفیزیولوژی استرس مزمن و اعتیاد را بررسی کنند.

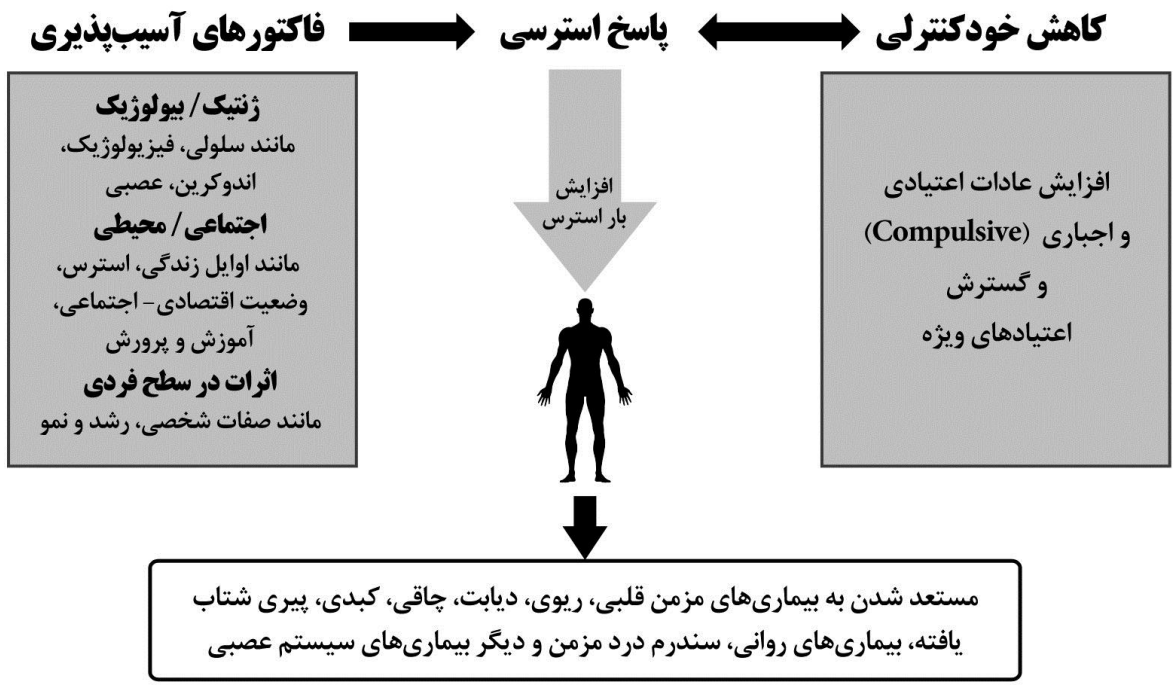
۳/ راهبردهای اجتماعی، رفتاری و دارویی جهت افزایش خود کنترلی و کاهش رفتارهای اعتیادی را توسعه دهند.

ب/ پروژه‌های پیش‌آهنگ تربیتی پژوهش میان رشته‌ای

این پروژه‌ها برای ارائه‌ی نظام آموزشی و تربیتی میان رشته‌ای جهت پژوهندگان در تمام مقاطع طراحی شده‌اند. بنابراین پژوهشگران تربیت



تصویر ۶۲ - بیولوژی سیستم‌ها به مطالعه‌ی ژن‌ها یا پروتئین‌ها به صورت منفرد نمی‌پردازد، یعنی کاری که بیولوژی سنتی طی ۳۰ سال گذشته انجام داده است، بلکه رفتار و ارتباطات تمام عناصری که در یک سیستم بیولوژیک حکمفرما هستند را در حین فعالیت مطالعه می‌کند.



تصویر ۶۳ - مکانیسم‌ها، پیشگری و درمان اثرات استرس بر روی خودکنترلی و اعتیاد

شده در یک رشته، این فرصت را می‌یابند تا رشته‌ی جدیدی را فرا گرفته و آن‌چه می‌آموزند را با آن‌چه آموخته‌اند در هم آمیخته و به رهیافت‌های میان رشته‌ای جدیدی رهنمود شوند.

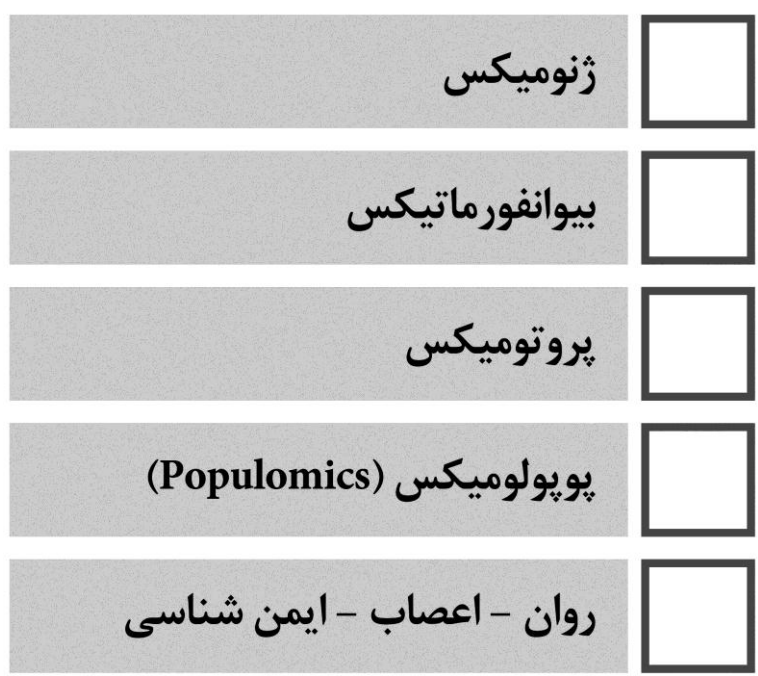
دو کوشش عمده برای آموزش پژوهشگران جهت پژوهش میان رشته‌ای در دست اجرا است. برنامه‌ی پژوهشی سلامت میان رشته‌ای، انستیتوهای تحت نظر بنیاد ملّی سلامت آمریکا را قادر می‌سازد که برنامه‌های تربیتی پسا دکترای خود را توسعه داده تا بتوانند تربیت رسمی خود را در قالب درسنامه و پژوهش، در یک گستره‌ی میان رشته‌ای جدید، برای کسانی که در یک رشته‌ی کاملاً متفاوت درجات بالایی را اخذ کرده‌اند، ارائه دهند. این برنامه‌های تربیتی، علوم رفتاری و یا علوم اجتماعی را با پژوهش‌های علوم زیست پزشکی سنتی‌تر در هم می‌آمیزند. افزون بر این، این برنامه‌ی آموزش پایه در مقاطع اولیه‌تر، علوم اعصاب را تحت حمایت خود قرار می‌دهد. برنامه‌ی دیگر، با عنوان تربیت برای نیروی کار جدید میان رشته‌ای، دانشمندان در تمام سطوح تا پسا دکترا را تحت حمایت قرار می‌دهد.(۶۲)

ج/ نوآوری در فناوری و روش‌های میان رشته‌ای

این پروژه‌ی پیش‌آهنگ، برای پیشرفت در درک سلامت از طریق توسعه‌ی روش‌ها و فناوری‌های جدید و نوآورانه جهت حمایت از یک‌پارچه‌سازی رشته‌های علمی اجتماعی و رفتاری با دیگر رشته‌ها، طرح ریزی شده است.

این پروژه‌ی پیش‌آهنگ، پروپوزال‌هایی که سطوح متنوعی از تحلیل را از سطح زیر فردی تا جمعیتی را در هم می‌آمیزند تا عوامل کلان اقتصادی- اجتماعی، زیست محیطی و ژئوپلیتیکی را آشکار سازند، تحت حمایت خود قرار می‌دهد.

این رهیافت بر این اصل استوار است که افراد به شدت تحت تأثیر عملکرد سطوح متنوعی قرار می‌گیرند که گستره‌ی آن از ژنومیک، مولکولی، سلولی، سیستم‌های عضوی تا خانواده، محیط کار و جامعه را شامل می‌شوند. این پروژه همچنین توسعه‌ی ابزارها یا روش‌ها و فناوری‌های میان رشته‌ای شامل اندازه‌گیری، طراحی پروژه‌های پژوهشی و نیز روش و تکنیک‌های تحلیلی را حمایت می‌کند.(۵۳)



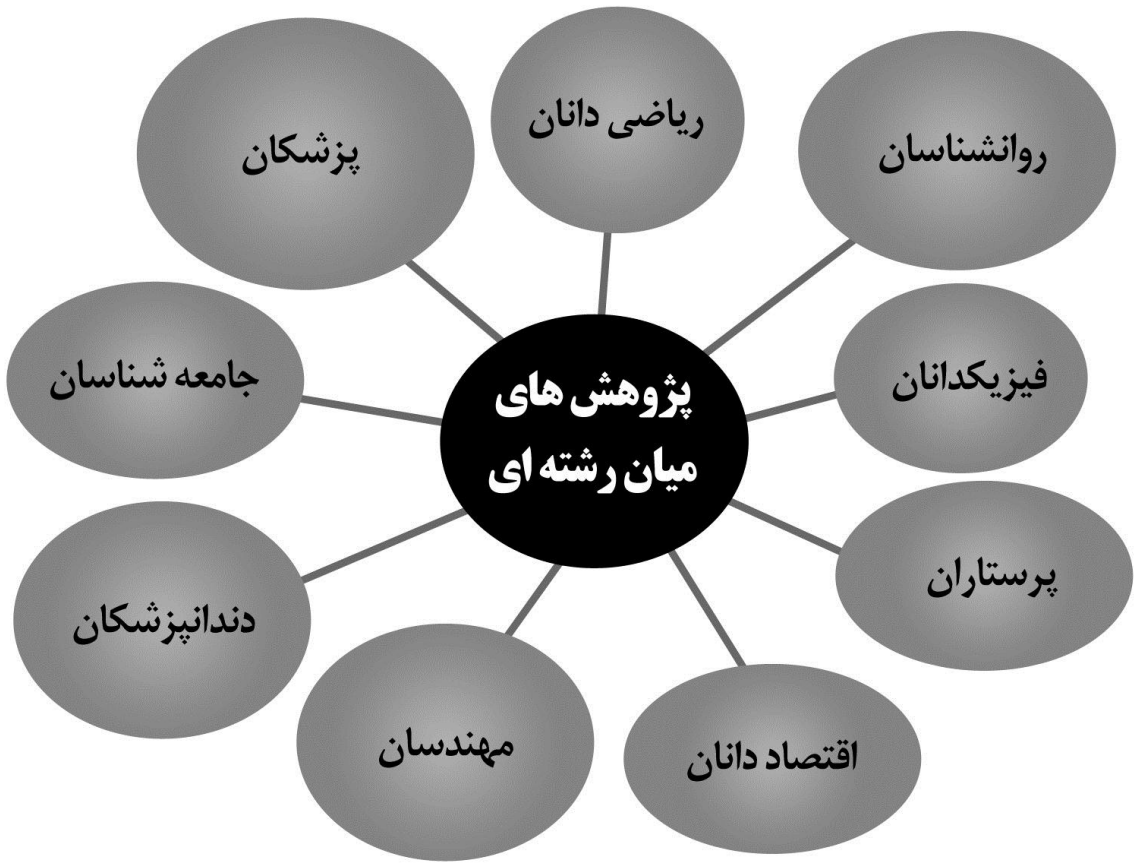
تصویر ۶۴ - مثال‌های از گستره‌های هیبرید: در بنیاد ملی سلامت آمریکا هدف از پژوهش میان‌رشته‌ای در هم تنیدن و یک پارچه‌سازی دو یا چند رشته‌ی علمی جداگانه برای خلق یک رشد جدید هیبرید است.

د/ پژوهشگر اصلی چندتایی

یک تغییر عمده در بنیاد ملّی سلامت آمریکا که بخشی از آن توسط برنامه‌ی میان رشته‌ای برانگیخته گردید، سیاستی بود که در سال ۲۰۰۷ بنیان گذاشته شد. بر اساس آن، امکان پژوهشگر اصلی چندتایی در گرانت‌های بنیاد ملّی سلامت آمریکا امکان‌پذیر شد.

با احترام به عنصر رهبری در سازمان، بنیاد ملّی سلامت آمریکا این امید را دارد که انستیتوها را تشویق کند

که اصل تیم علمی را ارج نهاده و بر این اساس، سیستم مدیریتی خود را سامان دهند. در هر صورت، بنیاد ملّی سلامت آمریکا برای حمایت از پروژه‌های میان رشته‌ای، سیاست پژوهشگر اصلی چندتایی را در گرانت‌های خودپذیرفته است و حتی این امکان فراهم آمده است که چندین پژوهشگر از انستیتوهای گوناگون، به صورت پژوهشگر اصلی در پروژه‌ی پژوهشی شرکت کنند. در این رویکرد، میزان پاسخ‌گویی و نیز هدایت پروژه به یکسان بر دوش هر کدام از این پژوهشگران اصلی خواهد بود. همچنین این رویکرد، نشانگر آن است که بنیاد ملّی سلامت آمریکا " تیم علمی" را برای اجرای پروژه‌های تحقیقاتی خود در اولویت قرار داده است.(۵۳)



تصویر ۶۵ - نمایی از اعضای تشکیل دهنده‌ی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا

منابع

۵. نبی پور، ایرج. نقشه‌ی علمی بنیاد ملی سلامت آمریکا و اقتصاد دانایی محور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۸۷.

6. Thinking Across Disciplines. Interdisciplinarity in Research and Education. FUHU.(Access in March 04, 2012 athttp://fuhu.dk/filer/FBE/Publikationer/thinking_across.pdf).

7. Rosenfield PL. The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences.Soc Sci Med 1992; 35: 1343-57.

8. Flinterman JF, Teclemariam-Mesbah R, Broerse JEW, et al. Transdisciplinary: the new challenge for biomedical research. Bull Sci 2001; 21: 253-66.

1. Seipel M. Interdisciplinarity: An Introduction. The University of Texas at Arlington.(Accessin March 04, 2012 at http://www.uta.edu/faculty/repko/INTS_2301/SEIPEL.pdf.)

2. Klein JT, Newell WH. Advancing Interdisciplinary Studies. In: Newell WH, editor, Interdisciplinarity: Essays from the Literature. New York: College Entrance Examination Board; 1998: p.3-22.

3. Bindler RC, Richardson B, Daratha K, Wordell D. Interdisciplinary health science research collaboration: strengths, challenges, and case example. Appl Nurs Res 2010. [Epub ahead of print].

4. Aboelela SW, Larson E, Bakken S, et al. Defining interdisciplinary research: conclusions from a critical review of the literature. Health Serv Res 2007; 42: 329-46.

9. Bernard-Bonnin AC, Stachenko S, Bonin D, Charette C, Rousseau E. Self-management teaching programs and morbidity of pediatric asthma: a meta-analysis. J Allergy Clin Immunol 1995; 95: 34-41.

10. Bruun H, Hukkinen J, Huutoniemi K, et al. Promoting Interdisciplinary Research: The Case of the Academy of Finland.(Access in March 04, 2012 athttp://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedosto t/Julkaisut/…).

11. Soskolne C. Transdisciplinary Approaches for Public Health. Epidemiology 2000; 11: S122.

12. Nash JM. Transdisciplinary Training. Am J Prev Med 2008; 35 (2 Suppl): S133-40.

13. National Academy of Sciences. The drivers of Interdisciplinary Research.(Access in March 04, 2012 athttp://www.nap.edu/catalog/11153.ht ml).

۱۴. نبی پور، ایرج. اقتصاد دانایی محور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۸۷.

15. Mapping the drivers of interdisciplinarity.SAGE. (Access in March 04, 2012 athttp://www.sagepub.com/upm-data/43243_2.pdf).

۱۶. نبی پور، ایرج. آینده‌نگاری فناوری، ابزاری برای توسعه‌ی پایدار جامع. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۹۰.

17. Repko AF. Integrating Interdisciplinarity: How the Theories of Common Ground and Cognitive Interdisciplinarity are Informing the Debate on Interdisciplinary Integration. Issues in Integrative Studies 2007; 25: 1-31.

18. Newell WH. A theory of interdisciplinary studies. Issues in Integrative Studies 2001;19:1-25.

19. Klein JT. interdisciplinarity and the prospect of complexity: the tests of theory. Issues in Integrative Studies 2001; 19: 1-25.

20. Stein Z. Modeling the Demands of Interdisciplinarity: Toward a framework for Evaluating Interdisciplinary Endeavors. Integral Rev 2007; 4: 91-107.

21. Meek J. The Practice of Interdisciplinarity: Complex Conditions and the Potential of Interdisciplinary Theory. Issues in Integrative Studies 2001; 19: 123-36.

22. Complex System. Wikipedia.(Access in March 04, 2012 athttp://en.wikipedia.org/wiki/Complex_system).

23. Goldenfeld N, Kadanoff LP. Simple lessons from complexity. Science 1999;284:87-9.

24. Helbing D. Managing Complexity in Socio-Economic Systems. Eur Rev 2009; 17 (2): 423-38.

25. Kirshbaum D. Introduction to complex Systems. (Access in March 04, 2012 at http://www.calresco.org/intro.htm).

26. Stirling D. Modeling Complex Systems. Learning Development Institute. (Access in March 04, 2012 at http://www.learndev.org/dl/BtSM2005-Stirling-Complexity.pdf).

27. Baranger M. Chaos, Complexity, and Entropy. New England Complex System Institute. (Access in March 04, 2012 at http://necsi.org/projects/baranger/cce.pdf).

28. Ladyman J, Lambert J, Wiesner K. What is a complex system? Phil Sci 2011. [Ahead of Print].

29. Bennett LM, Gadlin H, Levin-Finley S. Collaboration & TEAM SCIENCES: A field guide. USA: National Institutes of Health (Access in March 04, 2012 at https://ccrod.cancer.gov/confluence/.../TeamScience_FieldGuide.pdf).

30. Golding C. Integrating the disciplines: Successful interdisciplinary subjects. Center for the Study of higher Education (Access in March 04, 2012 athttp://www.cshe.unimelb.edu.au/.).

31. Morse WC, Nielsen-Pincus m, Force JE, et al. Bridges and Barriers to Developing and Conducting Interdisciplinary geaduate-Student Team Research. Ecology and Society 2007; 12(2): 8-21.

32. Choi BCK, Pak AWP. Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promotors, barriers, and strategies of enhancement. Clin Invest Med 2007; 30(6): E224-32.

33. Stokols D, Misra S, Moser RP, Hall KL, Taylor BK. The ecology of team science: understanding contextual influences on transdisciplinary collaboration. Am J Prev Med 2008;35:S96-115.

34. Gray B. Enhancing transdisciplinary research through collaborative leadership. Am J Prev Med 2008; 35 (2 Suppl): S124-132.

35. Huutoniemi K. Evaluation of Interdisciplinary Research. In: Frodeman R, Klein JT, Mitcham C, editors. Oxford Handbook of Interdisciplinarity.Oxford: University Press; 2010.

36. Stow DE, Eder DJ. Interdisciplinary Program Assessment. Issues in Integrative Studies 2002; 20: 77-101.

37. Porter AL, Cohen AS, Roessner JD, et al. Measuring researcher interdisciplinarity. Scientometrics 2007; 72(1): 117-47.

38. Klein JT. Evaluation of Interdisciplinary and Transdiciplinary Research: A Literature Review. Am J Prev Med 2008; 35(2S): S116-23.

39. Masse LC, Moser RP, Stokols D, et al. Measuring collaboration and transdisciplinary integration in team science. Am J Prev Med 2008; 35(2 Suppl): S151-60.

40. Wanger CS, Roessner JD, Bobb K, et al. Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature. J Informetr 2011; 165: 14-26.

41. Lyall C, Tait J, Meagher L, et al. A short guide evaluating interdisciplinary research.ISSTI.(Access in March04, 2012 at http://www.ei.udelar.edu.uy/ISSTI_9Evaluation%20.pdf).

42. Questions to evaluate inter- and transdisciplinary research proposals. Network for Transdisciplinary Research. (Access in March 04, 2012 athttp://www.transdisciplinarity.ch).

43. Tremblay D, Roberge D, Cazale L, et al. Evaluation of the impact of interdisciplinarity in cancer care. BMC Health Serv Res 2011; 11: 144.

44. Choi BC, Pak AW. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. Clin Invest Med 2006;29:351-64.

45. Reinhold-Keller E, Beuge N, Latza U, et al. An interdisciplinary approach to the care of patients with Wegener's granulomatosis: long-term outcome in 155 patients. Arthritis Rheum 2000;43:1021-32.

46. Jacob AL, Regazzoni P, Steinbrich W, et al. The multifunctional therapy room of the future: image guidance, interdisciplinarity, integration and impact on patient pathways. Eur Radiol 2000; 10: 1763-9.

47. Hall JG, Bainbridge L, Buchan A, et al. A meeting of minds: interdisciplinary research in the health sciences in Canada. CMAJ 2006; 175: 763-71.

48. Leischow SJ, Best A, Trochim WM, et al. Systems Thinking to Improve the Public's Health. Am J Prev Med 2008; 35(2S): S196-203.

49. Ben-Shlomo Y, Kuh D. A life course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives. Int J Epidemiol 2002; 31: 285-93.

50. Diez Roux AV. Integrating Social and Biologic Factors in Health Research: A System View. Ann Epidemiol 2007;17:569–574.

51. Part II – Full Text of Announcement. Office of Extramural Research.(Access in March 04, 2012 at http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PA-11-077.html#PartII).

52. Mabry PL, Olster DH, Morgan GD, et al. Interdisciplinarity and systems science to improve population health: a view from the NIH Office of Behavioral and Social Sciences Research. Am J Prev Med 2008; 35: S211-24.

53. Research Teams of the Future. The NIH Common Fund.(Access in March 04, 2012 at https://commonfund.nih.gov/researchteams/).

54. Systems-Based Consortium for Organ Design and Engineering. The NIH Common Fund.(Accessin March 04, 2012 at http://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/ syscode.aspx).

55. Genomic Based Drug Discovery. The NIH Common Fund.(Access in March 04, 2012 at http://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/ broad.aspx).

56. Geroscience. The NIH Common Fund. (Access in March 04, 2012 at http://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/gero.aspx).

57. Northwest Genome Engineering Consortium. (Access in March 04, 2012 athttp://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/ngec.aspx).

58. The Oncofertility Consortium: Fertility Preservation for Women. (Access in March 04, 2012 athttp://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/oncofer.aspx).

59. Consortium for Neuropssychiatric Phenomics. (Access in March 04, 2012 athttp://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/neuro.aspx).

60. Neuro Therapeutics Research Institute (NTRI).The NIH Common Fund. (Access in March 04, 2012 athttp://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/ntri.aspx).

61. Taskforce for Obesity Research at Southwestern (TORS). The NIH Common Fund.(Accessin March 04, 2012 athttp://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/tors.aspx).

62. Interdisciplinary Research Consortium on Stress, Self-Control and Addiction. (Access in March 04, 2012 at http://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/yale-stress.aspx).

نمایه

آکادمیک ۱۱, ۱۵, ۳۳, ۷۲, ۷۸, ۸۳, ۹۹, ۱۰۵, ۱۱۸, ۱۲۷, ۱۲۸, ۱۳۹
آلزایمر ۱۳۳, ۱۳۷
آموزش ۱۵, ۱۷, ۳۰, ۳۲, ۷۶, ۷۸, ۸۳, ۱۴۰
آینده ۳۸, ۴۹, ۸۸, ۱۲۲, ۱۲۸, ۱۳۰
آینده نگاری ۳۸
بازار ۲۹, ۳۷, ۵۱
بازتاب ۳۲, ۶۱, ۶۴, ۱۰۸, ۱۱۱
بازدارنده ۹۷, ۹۹
بازده ۲۹
برهم‌کنش ۳۲, ۴۳, ۴۷, ۵۱, ۵۴, ۶۹, ۹۰, ۹۹, ۱۱۳, ۱۲۲
بنیاد ملی سلامت آمریکا ۱۰, ۱۱, ۱۳۰, ۱۴۵
بهره‌وری ۵۲, ۷۰, ۸۷
بیوانفورماتیک ۱۰۶
بیولوژی ۲۲, ۶۱, ۹۸, ۱۰۶, ۱۲۲, ۱۲۵, ۱۲۶, ۱۲۷, ۱۳۱, ۱۳۲, ۱۳۴
بیولوژیک ۲۸, ۵۴, ۵۹, ۱۱۸, ۱۱۹, ۱۲۵, ۱۲۶, ۱۲۹, ۱۳۶, ۱۳۸
پاتولوژی بالینی ۲۱
پارادایم ۹, ۱۱۸, ۱۱۹, ۱۲۲, ۱۳۲, ۱۳۶, ۱۳۷
پاندمی ۷۱, ۱۲۰
اپیدمیولوژی ۳۰, ۱۱۸
استرس ۷, ۱۲۵, ۱۳۸, ۱۳۹
استقرایی ۱۲۲
اشتغال ۳۲
اعتبار ۶۰, ۶۹
اعتماد ۶, ۷۵, ۷۶, ۷۷, ۸۱, ۸۴, ۸۹, ۹۰
اعتیاد ۷, ۱۳۸, ۱۳۹
اقتصاد جهانی ۳۹, ۵۴
اقتصاد دانایی محور ۲۸, ۲۹, ۷۴, ۱۲۷, ۱۴۵, ۱۴۶
اکولوژی ۳۰
الگو ۴۵, ۵۵, ۶۲, ۶۴, ۱۰۸
اندیشه ۱۱, ۱۰۸, ۱۱۹, ۱۳۳
اندیشه ورز ۱۱, ۱۰۸
اندیشه‌گر ۴۵, ۵۷, ۵۹
انرژی ۳۲, ۵۳, ۵۹, ۶۱, ۸۸, ۸۹, ۹۰, ۹۷
انسان‌شناسی ۲۱, ۳۰, ۵۷
ایده ۵۰, ۵۱
ایمنی ۳۲, ۹۹, ۱۲۵
ائتلاف ۲۲, ۴۶, ۸۲, ۱۱۰, ۱۱۱
آشوب ۴۹, ۹۹
آشوبگرانه ۴۷

پراگماتیک ۶, ۶۷, ۷۴, ۱۱۳, ۱۲۴
پرتومیک ۳۰
پزشکی ۱, ۲, ۷, ۱۰, ۱۱, ۲۱, ۱۰۸, ۱۱۵, ۱۱۷, ۱۱۸,
۱۱۹, ۱۲۰, ۱۲۴, ۱۲۷, ۱۲۸, ۱۳۱, ۱۳۳, ۱۳۵,
۱۳۹, ۱۴۵, ۱۴۶
پیچیدگی ۵, ۹, ۱۰, ۲۷, ۲۸, ۳۲, ۴۷, ۵۸, ۶۵, ۶۹, ۱۲۲,
۱۲۳, ۱۳۱
تحلیل گر ۲۸, ۲۹
تحلیل گر سمبولیک ۲۸
تفکر سیستمی ۷, ۹, ۱۱۸, ۱۱۹, ۱۲۰, ۱۲۱, ۱۲۲, ۱۲۳,
۱۲۴, ۱۲۵, ۱۲۷
تیم علمی ۱۰, ۶۹, ۷۰, ۷۱, ۷۲, ۷۳, ۷۵, ۷۷, ۷۸, ۷۹, ۸۰,
۸۱, ۸۲, ۸۳, ۸۴, ۸۵, ۸۶, ۸۸, ۸۹, ۹۰, ۹۳, ۹۴,
۹۸, ۹۹, ۱۴۲
تئوری ۱۰, ۲۰, ۲۲, ۴۱, ۴۳, ۴۵, ۴۷, ۵۹, ۶۰, ۶۱, ۶۳,
۱۱۲, ۱۱۳, ۱۲۳
چند رشته‌ای ۱۰, ۱۷, ۱۸, ۱۹, ۴۳, ۱۱۷
چند منظری ۴۳
حلقه‌های بازخوردی ۶۴
خلاقانه ۳۶
خلق دانش ۲۱
خوددرهم‌تنیدگی ۴۵
خودسازماندهی ۵, ۳۷, ۴۷, ۵۰
خودسنتزی ۴۵
خودکار ۳۲
دانایی محور ۲۸
دانشگاه ۲, ۱۱, ۱۳۱, ۱۳۸, ۱۴۵, ۱۴۶
دانشمندان ترجمانی ۹۶
در هم تنیدگی ۱۰, ۲۱, ۶۰
ذی‌نفع‌ها ۳۸
روان‌شناسی ۳۰, ۱۰۸
روش‌شناسی ۶, ۱۶, ۱۸, ۱۹, ۹۸, ۱۰۱, ۱۱۰
رهبر ۷۱, ۷۳, ۸۰, ۸۲, ۸۳, ۸۴, ۸۸, ۹۰
رهیافت ۱, ۲, ۵, ۷, ۹, ۱۰, ۱۱, ۱۵, ۱۶, ۱۸, ۱۹, ۲۰,
۲۱, ۲۲, ۲۵, ۲۸, ۳۳, ۳۴, ۳۷, ۳۸, ۳۹, ۴۳, ۴۵, ۵۹, ۶۰,
۶۲, ۶۴, ۷۰, ۷۵, ۷۶, ۸۱, ۸۲, ۸۶, ۸۸, ۹۶, ۱۰۳, ۱۰۵,
۱۰۷, ۱۰۸, ۱۱۰, ۱۱۱, ۱۱۵, ۱۱۷, ۱۱۸, ۱۱۹, ۱۲۱, ۱۲۲,
۱۲۳, ۱۲۴, ۱۲۵, ۱۲۷, ۱۳۰, ۱۳۳, ۱۴۱
زیر اتمی ۵۸
زیرسیستم ۴۳, ۵۶, ۵۷, ۵۹, ۶۱, ۶۲
زیست پزشکی ۱۶, ۱۰۸, ۱۱۸, ۱۲۴, ۱۲۵, ۱۳۳, ۱۳۶, ۱۴۰
زیست‌شناسی ۳۰, ۵۴
ژنتیک ۱۲۵, ۱۳۲, ۱۳۸
ژنوم ۷, ۲۸, ۱۱۲, ۱۳۴, ۱۳۵
ژنوم انسانی ۲۸, ۱۱۲, ۱۳۵
ژنومیک ۷, ۳۰, ۱۳۲, ۱۴۱
ژئوپلیتیکی ۱۴۱
ساختارگرایی ۲۲
سازمان جهانی بهداشت ۷۱
سرمایه‌گذاری ۱۶, ۲۹, ۹۴, ۹۵, ۹۷, ۱۰۵, ۱۲۷, ۱۲۸,
۱۳۰, ۱۳۸
سلامت ۷, ۱۰, ۱۱, ۱۶, ۱۷, ۱۸, ۱۹, ۲۱, ۲۲, ۳۰,
۳۱, ۳۴, ۶۹, ۱۱۷, ۱۱۸, ۱۱۹, ۱۲۰, ۱۲۲, ۱۲۴, ۱۲۵, ۱۲۷,
۱۲۸, ۱۲۹, ۱۳۰, ۱۳۳, ۱۳۵, ۱۳۸, ۱۳۹, ۱۴۰, ۱۴۱
سیستم ۹, ۱۱, ۲۷, ۳۴, ۴۳, ۴۴, ۴۵, ۴۷, ۴۸, ۴۹,
۵۰, ۵۱, ۵۲, ۵۳, ۵۴, ۵۵, ۵۷, ۵۸, ۵۹, ۶۱, ۶۲,
۶۳, ۶۴, ۸۲, ۸۵, ۸۶, ۸۷, ۹۳, ۱۰۱, ۱۰۵, ۱۰۶,
۱۰۷, ۱۲۱, ۱۲۲, ۱۲۵, ۱۴۲
شبکه‌سازی ۲۹, ۷۲, ۱۱۳
شبکه‌های دانایی ۲۹
شبکه‌های نوآور ۸۶
علوم رشته‌ای ۲۷, ۲۹, ۳۱, ۸۲
علوم رفتاری ۷, ۱۶, ۳۰, ۱۲۴, ۱۲۷, ۱۲۹, ۱۴۰
علوم سلامت ۱۶, ۲۲, ۱۱۹
عمل‌گرا ۶۴
فرارشته‌ای ۲۲, ۲۳, ۷۰, ۱۰۷, ۱۱۲, ۱۲۲, ۱۳۶

فرآیند ..... ۹، ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۸، ۳۷، ۴۳، ۴۵، ۴۷، ۵۴، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۹، ۷۱، ۷۳، ۷۷، ۷۸، ۸۲، ۸۳، ۸۸، ۹۶، ۱۰۱، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۹، ۱۲۴، ۱۲۷
فرهنگ ..... ۲۸، ۵۴، ۸۰، ۹۶، ۹۷، ۱۲۸
فناوری ..... ۳، ۷، ۱۰، ۱۱، ۲۱، ۳۸، ۳۹، ۶۱، ۷۵، ۱۰۹، ۱۳۰، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۴۱، ۱۴۶
فناوری اطلاعات ..... ۲۱، ۷۵
فناوری ثابت ۶۱
فناوری‌های زاینده ..... ۵، ۱۰، ۳۴، ۳۵، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۱۱۲
فناوری‌های کلیدی ..... ۳۸، ۳۹
فناوری‌های نوین ۳۱
فنوتیپی ..... ۱۳۲، ۱۳۶
فنومیکس ..... ۷، ۱۳۵
فیزیک ..... ۳۰، ۵۸
فیزیولوژی ..... ۵۴، ۱۲۵، ۱۳۲
کارآیی ..... ۵۲، ۶۱، ۶۴، ۷۵، ۷۹
کارگران دانایی ..... ۲۸، ۳۷
کارگران ذهنی ۲۹
کارگزار ۸۷
کان‌کنی داده‌ها ۳۲
کسب و کار ..... ۲۹، ۳۹، ۱۲۲، ۱۲۷
کلین ..... ۹، ۱۵، ۴۶
کنسرسیوم ..... ۷، ۱۱، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸
کنش ..... ۹، ۲۲، ۴۵، ۵۱، ۵۴، ۶۴، ۶۹، ۷۷، ۷۹، ۸۳، ۸۷، ۹۷
گفتمان ..... ۲۰، ۷۷، ۸۱، ۱۰۱، ۱۰۷
ماتریالیسم ۵۷
مارکسیسم ۲۲
محاسبه‌گرایانه ۲۸
محیط زیست ..... ۲۱، ۳۴، ۵۴، ۸۱، ۹۴
مدل‌سازی ..... ۴۳، ۶۳، ۱۲۱، ۱۲۲
مسائل پیچیده ..... ۱۰، ۱۶، ۳۳، ۳۷، ۶۹، ۹۴، ۱۱۷، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۳۰، ۱۳۶
معرفت‌شناسی ..... ۶، ۱۸، ۱۹، ۹۶، ۹۸، ۱۰۵
مکانیسم ..... ۴۷، ۱۲۲
میان رشته‌ای ..... ۱، ۲، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۵، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۷، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۹۰، ۹۱، ۹۳، ۹۴، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲
نانوتکنولوژی ۱۰۹
نبوغ ۳۱
نظریه ..... ۹، ۱۰، ۱۱، ۲۲، ۴۵
نظریه پرداز ..... ۹، ۱۰، ۱۱، ۴۵
نظریه پردازی ۱۱
نظریه‌ی پایداری ..... ۲۲، ۲۳
نقشه ..... ۳۵، ۷۳
نوآور ۳۷
نیوول ..... ۹، ۱۰، ۱۵، ۴۳، ۴۵، ۶۰، ۶۳
هم آغوشی ۱۶
هم‌افزایی ..... ۸۶، ۱۱۰، ۱۱۳
هم‌رخدادی ۳۲
همکاری ..... ۱۱، ۶۹، ۷۱، ۷۵، ۱۱۳، ۱۲۰، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۳، ۱۳۹
هوش مصنوعی ..... ۳۰، ۳۲
هوش موفق ..... ۳۵، ۳۶، ۳۷
هیبرید ..... ۱۷، ۹۶
یکپارچگی ..... ۶۴، ۷۷، ۸۳

The Theory of Interdisciplinary Approach in Medicine

Iraj Nabipour

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
ISBN:978-600-50323-3-8

بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر

شورای عالی انقلاب فرهنگی
کرسی نظریه پردازی
فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیسم
دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس