

اعتبار عقلانیت آلن فرانکلین در برساخت‌گرایی معاصر

محمد مهدی صدر فراتی*

غلامحسین مقدم حیدری**

چکیده

آلن فرانکلین^۱ فیزیک‌دان و فیلسوف معاصر است که دربارهٔ آزمایش‌های فیزیکی و برساخت‌گرایی اجتماعی موضع‌هایی نسبتاً افراطی در پیش گرفته است. او با ارائه مدلی که ما آن را عقلانیت عمل‌گرایانه می‌خوانیم قصد توجیه منطق علمی و امکان وقوع آزمایش‌های فیصله‌بخش را دارد. او می‌خواهد تز «احتمال وقوع» که یکی از اصول اساسی و مهم برساخت‌گرایی اجتماعی است را زیر سؤال ببرد. گرچه او از ارائه یک عقلانیت منحصر به فرد سر باز می‌زند، این فقره در آثار او به وضوح به چشم می‌خورد. ما در این مقاله با توضیح جایگاه سخنان او، قدرت نفوذ آن در نظریات معاصر برساخت‌گرایی را بررسی خواهیم کرد.

کلیدواژه‌ها: آلن فرانکلین، عقلانیت عمل‌گرایانه، آزمایش در فیزیک، برساخت‌گرایی.

۱. مقدمه

امروزه در فلسفه علم بیش از پیش به برساخت‌گرایی، و تأثیر جامعه در شکل‌گیری جوامع علمی، فرم‌های علمی و حتی محتوای علمی پرداخته می‌شود. مسئله برساخت‌گرایی ریشه در اختلاف نگرش خود فیزیک‌دانان در قوانین فیزیک دارد. برای مثال نیوتون معتقد بود که قانون سوم مبتنی بر اصل سوم کپلر بوده و این قانون کشف او از طبیعت است حال آن‌که انیشتین این قوانین را «برداشت‌هایی آزاد از ذهن بشر» می‌پنداشت (Franklin, 2008 b: 182).

* کارشناس ارشد فلسفه علم، دانشگاه امیرکبیر Mahdi.foraty@gmail.com

** استادیار پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی gmheidari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۳

برساخت‌گرایی در بیان افراطی‌اش معتقد است که، «جهان طبیعی تأثیری کوچک یا ناچیز در شکل‌گیری دانش علمی دارد» (Collins, 1981: 3) یا «نزد نسبی‌گرایانی نظیر ما برای این ادعا که بعضی از عقاید و استانداردها عقلانی بوده و در هیچ شرایط موضعی (local) قرار ندارند، هیچ دلیلی وجود ندارد» (Barnes and Bloor, 1981: 27). آن‌ها تا حدی پیش رفته‌اند که حتی علم ریاضی که گویی متقن‌ترین علم‌هاست را نیز برساخت اجتماعی می‌دانند و یقین صدق همیشگی آن را زیر سؤال برده‌اند.^۲ بلور و بارنز معتقدند استدلال‌های فلسفی مبتنی بر دلیل (reason) و استدلال‌های علمی مبتنی بر علت (cause) بوده و هر دوی این مباحث مشمول «اصل برابری» (equivalence) عقاید^۳ است و لذا تفاوتی در سنخ وجودی ندارند و هر دوی آن‌ها برساخت اجتماعی هستند.

پارادایم برساخت‌گرایی اجتماعی در فلسفه علم امروز به حدی غالب است که بیش‌تر فلاسفه حتی با تخصص‌هایی متفاوت به نوعی سعی در تأیید این اصل (گویی) یقینی دارند.^۴ در این میان فیزیک‌دانی به نام آلن فرانکلین گویی سعی دارد به مبارزه با این جریان همه‌گیر برخیزد. نام کتاب‌ها و مقالات^۵ او جنجال‌برانگیز و مقدمه آن‌ها اغلب حالتی هجومی در قبال بزرگان این پارادایم دارد. البته مسلماً تسلط فرانکلین بر مواضع فیزیکی به‌وضوح بیش‌تر از رقبایی مانند کالینز است (و به همین صورت قوت فلسفی رقبای بیش‌تر از فرانکلین است) و همین مطلب باعث آن می‌شود که فرانکلین با اشاره به متون مستقیم فیزیکی، نمودارها و اشکال بسیار زیاد و استفاده از نام واقعی دانشمندان بر ملموس‌بودن مقالات خود بیفزاید. او استفاده از مقالات چاپ‌شده فیزیکی (برخلاف مصاحبه‌ها و دیالوگ‌های ذهنی) را بهتر دانسته و این شیوه نگارش را قوت روش‌شناختی خود بر روش افرادی مانند کالینز می‌داند (Franklin, 1994: 465).

ما در این مقاله سعی داریم موضع او را اندکی روشن‌سازیم و مخالفت اصلی او را با افرادی چون یان هکینگ و کالینز بررسی کنیم. فرانکلین خود، از بیان نظامی جامع برای تئوری‌پردازی درباره عقلانیت سر باز می‌زند،^۶ اما ما امیدواریم درنهایت با بیان نظریه‌ای درباره عقلانیت نزد فرانکلین، جایگاه این نظریه را با نظریه عقلانیت نزد هکینگ (Ian Hacking) یا پیکرینگ (Andrew Pickering) مقایسه کنیم.

۲. تز احتمال وقوع (contingency thesis)

یان هکینگ از جمله فلاسفه‌ای است که تمایز بین برساخت‌گرایان و نقطه مقابل آن‌ها

(که شاید بتوان عینی‌گرایان خوانند) را به‌روشنی بیان می‌کند. از نظر هکینگ بر ساخت‌گرایی سه مؤلفه اساسی دارد که التزام به آن‌ها واجب و ضروری است: تز احتمال وقوع؛ نومینالیسم؛ و پذیرش عوامل خارجی در ثبات علم. ما در این جا اولین و مهم‌ترین این مؤلفه‌ها را زیر ذره‌بین قرار خواهیم داد. بر ساخت‌گرایان معتقدند فیزیک جدید اولاً فقط در یکی از راه‌های ممکن پیش رفته و ثانیاً امکان داشت فیزیک راه‌های دیگری را پیش بگیرد که بین راه قدیم و راه جدید برابری وجود ندارد. هکینگ معتقد است این دو مؤلفه «تز احتمال وقوع» را شکل می‌دهند (Hacking, 1999: 78, 79). پیکرینگ نیز بر اساس تز احتمال وقوع معتقد است فیزیک جدید آن‌گونه که در ۱۹۷۰ به کشف کوآرک نائل شد یگانه راه ممکن نیست و ما می‌توانیم فیزیک‌هایی غیر کوآرکی نیز داشته باشیم. در این فیزیک غیر کوآرکی که لزوماً با فیزیک کوآرکی در تعارض منطقی نیست نظریات، پدیدارها، دستگاه‌های آزمایش و توضیحات شماتیک از آن‌ها به نوع دیگری طراحی شده و البته بین آن‌ها انسجام ساختاری نیز برقرار است (Franklin, 2008: 242). البته هکینگ اضافه می‌کند که «پیکرینگ هرگز وجود کوآرک‌ها را انکار نمی‌کند، او فقط معتقد است که فیزیک مجبور نبود که طریق کوآرکی را پیش رو بگیرد. سخن او بسیار کلی است» (Hacking, 1999: 70).

اما گویی فرانکلین با همین سخن کلی پیکرینگ نیز مخالف است. او معتقد است برای تز احتمال وقوع، وجود یک جانشین محتمل (مانند فیزیک غیر کوآرکی) کافی نیست، بلکه باید یک بدیل محتمل و عقلانی را جست (Franklin, 2008 a: 251). صرف این‌که بگوییم فیزیک غیر کوآرکی می‌توانست وجود داشته باشد، چیزی را ثابت نمی‌کند. در مسائل واقعی فیزیک، (الف) طبیعت نقشی پویا در تنظیم (adjusting) نظریات بازی کرده و تعداد این بدیل‌ها را بسیار محدود ساخته و با طراحی آزمایش‌های مناسب، اصولاً می‌توان به یگانه قانون طبیعت رسید. به علاوه (ب) نظام و ساختار منسجمی که علم تاکنون (به شکلی که در مورد الف تشریح شد) به خود گرفته است، راهنمای دانشمندان برای رسیدن به نظریه بهتر است.^۷ همچنین ملزومات بسیاری باید ارضا شوند تا یک نظریه به صورت جدی بررسی شود^۸ (Franklin, 2008 b: 184). همان‌طور که در ادامه توضیح خواهیم داد فرانکلین پاسخ به این سؤال که آیا راه دیگری به غیر از فیزیک کوآرکی امکان داشت؟ را از لحاظ منطقی بله و از لحاظ عمل‌گرایانه (pragmatically) خیر می‌داند.

۳. عمل‌گرایی علیه منطق

فرانکلین معتقد است پایه استدلال برساخت‌گرایان مبتنی بر تز دوئم - کواین است که این تز خود مبتنی بر قاعده رفع تالی (modus tollens) در منطق است. تز دوئم - کواین مدعی است در صورتی که خلافی در مشاهدات رخ داد، طبق اصل رفع تالی این خلاف به یکی از مقدمات مربوط است. یعنی اگر بدانیم مجموعه گزاره‌های P نتیجه Q را از لحاظ منطقی به بار خواهد آورد، با مشاهده خلاف Q باید نتیجه گرفت که در یکی از گزاره‌های مجموعه P خطایی رخ داده است. اما به سبب این که نمی‌توان به طور قطع و یقین مجموعه P را متعین ساخت و حتی با مشخص شدن این مجموعه این که خطا در کدام یک از گزاره‌ها نهفته است غیر ممکن است پس نمی‌توان لزوماً خطا را متوجه نظریه در دست بررسی دانست. در میان مجموعه گزاره‌های P گزاره‌هایی مبتنی بر پیش‌زمینه دانش فرد وجود دارد که مسئله انتخاب عامل مشکل‌زا را بغرنج‌تر می‌کند.

مسلماً فرانکلین نمی‌تواند در برابر قدرت منطقی این استدلال مقاومت کند. او معتقد است گرچه در علم منطق مجموعه P می‌تواند مشتمل بر بی‌نهایت گزاره بوده و با رفع Q نمی‌توان گزاره خاصی را رفع کرد، اما در واقع و در فیزیک، مجموعه P بی‌نهایت گزاره را شامل نمی‌شود. او بر خلاف نظریات افراطی در برساخت‌گرایی، که طبیعت را امری منفعل دانسته و انسان را منشأ همه چیز اعم از عینیت می‌داند، معتقد است طبیعت به صورت پویا ما را راهنمایی کرده و دایره گزاره‌های مجموعه P را محدود می‌سازد.

معمولاً فقط تعداد متناهی از بدیل‌های به صورت فیزیکی معقول و جالب توجه برای پیشنهاد وجود دارد. هر اصلاح و پیرایشی در مبنای دانش یک فرد مقرون به صرفه نیست. گاهی هزینه‌ای که یک شخص برای ارائه پیشنهادش متحمل می‌شود بسیار زیاد است (Franklin, 2008 a: 243).

۴. عقلانیت عمل‌گرایانه

چنان که دیدیم، فرانکلین با هدف گرفتن تز احتمال وقوع، قصد ارائه نظریه‌ای عمل‌گرایانه بر ضد برساخت‌گرایی اجتماعی در علم و به صورت کلی‌تر تز منطقی دوئم - کواین دارد. او در مدعای خود بدیل‌های بی‌نهایتی که پیکرینگ و هکینگ با نام‌هایی مانند فیزیک غیر کوآرکی ارائه می‌کردند، را رد کرده و تعداد این بدیل‌ها را محدود می‌داند. طبیعت نیز در حالتی پویا در قبال نظریات ما واکنش نشان داده و آن‌ها را ابطال یا به گزینه مناسب رهنمون

می‌کند. البته فرانکلین خود اعتراف می‌کند که طبیعت به صورت پیشینی و حتمی نظریات ما را متعین نمی‌سازد. او می‌گوید: «اگر هکینگ مخالف این است که جهان مستلزم نوع خاصی از نظریات است، ما نیز با او موافق ایم ... اما اگر او معتقد است ... که جهان هیچ قیدی را بر روی علم موفق نمی‌گذارد، ما مخالف ایم» (Franklin, 2008 a:243; Franklin, 2008 b:183). گرچه فرانکلین با وسعت نفوذ منطق به صورت قاهرانه در فیزیک مخالف است، بر خلاف برساخت‌گرایان افراطی که گاهی اصل منطق را نیز برساختی اجتماعی می‌دانند، فرانکلین صحت و یقینی بودن ساختار منطق صوری را به تمامی می‌پذیرد (Franklin, 2008 b: 208).

باید گفت نظام فکری فرانکلین مربوط به حال حاضر جامعه علمی است. او به قبایل خاصی که در جنگل‌های آمازون زندگی می‌کنند^۹ کاری ندارد. او به حالت‌های خاصی که نظام فکری و کارکردهای ذهنی^{۱۰} به گونه دیگری طراحی شده است نیز کاری ندارد. جامعه فیزیک‌دانان در هنگام رویارویی با بدیل‌هایی مانند این که آیا زوجیت ذرات بنیادین بقا دارد یا خیر،^{۱۱} با یک انسان بدوی یا خارج از نظام رو به رو نمی‌شود، او با جامعه‌ای درگیر است که در نظام آموزشی خاص و با مؤلفه‌های خاص خود بزرگ شده‌اند. مسئله نزد او این است که «درواقع فقط دو نوع نظریه وجود دارند: نظریاتی که قائل به بقای زوجیت هستند و نظریاتی که قائل به این بقا نیستند» (Franklin, 2008 a: 246). اما او از پارادایم منطق و فیزیک خارج نشده و قائل نمی‌شود که امکان دارد، بقای زوجیت نه وجود داشته باشد و نه وجود نداشته باشد. (اساساً عدم قطعیت مطلق برقرار باشد) البته او چنین احتمال‌هایی را به صورت منطقی موجه می‌داند اما قیمت پذیرش آن‌ها بسیار زیاد است (چه بسا این هزینه گزاف، به انکار بیش‌تر علم فیزیکی بینجامد که تاکنون ساخته‌ایم).

گرچه همان‌طور که ذکر شد فرانکلین از ارائه نظریه جامعی درباره عقلانیت سر باز می‌زند اما با مؤلفه‌هایی که او برای عقلانیت علمی نام می‌برد می‌توان عقلانیت نزد او را عقلانیت عمل‌گرایانه نامید و مؤلفه‌ها و ویژگی‌های آن را چنین برشمرد:

۱. یافتن شواهدی تجربی در تأیید نظریه ← پذیرش یک نظریه فیزیکی؛
۲. وجود دلایل کافی عقلی و تجربی تأییدکننده ← پذیرش نتایج یک آزمایش؛
۳. الف) خطا در داده‌ها یا تحلیل آن‌ها یا ب) نتایجی باورکردنی و معقول برخلاف نتایج ← رد نتایج یک آزمایش؛
۴. سازگاری علمی فقط با عدم رقیب برای نظریات حاصل نمی‌شود بلکه با عدم بدیل‌های عقلانی و متعارف ایجاد می‌شود.

۵. نظریه‌های خوب نه تنها باید مشاهدات را توضیح دهند، بلکه باید آن‌ها را پیش‌بینی نیز بکنند و احیاناً مسائل غیر مستقیم مربوط را نیز حل کنند.

ردیف	ویژگی‌های عقلانیت / نظریات	فرانکلین	برساخت‌گرایان افراطی
۱	منطق در فیزیک قاهرانه عمل می‌کند.	x	√
۲	پذیرش صحت و یقینی بودن منطق به طور عام	√	x
۳	عمل‌گرایانه و شهودی	√	x
۴	طبیعت پویا	√	x
۵	پذیرش پارادایم‌های دیگر	x	√

۵. آیا عقلانیت مورد نظر فرانکلین دشمن برساخت‌گرایی است؟

با توجه به مطالبی که تاکنون بیان شد و با توجه به عقلانیت از منظر فرانکلین به نظر می‌رسد نظریه وی دشمنی جدی برای برساخت‌گرایی آن‌گونه که کالینز یا هکینگ بیان می‌کند، نباشد. برخلاف استنلی فیش^{۱۲} ما نمی‌خواهیم اختلاف برساخت‌گرایان و دانشمندان را با ساده‌سازی مسئله برطرف سازیم. بلکه باید گفت که به‌واقع عقلانیت عمل‌گرایانه فرانکلین تهدیدی جدی برای بیش‌تر برساخت‌گرایان است. ما در این جا فقط قصد داریم که روشن کنیم، انتقادات فرانکلین به کدام دسته از برساخت‌گرایان وارد بوده و به کدام دسته وارد نیست. حداقل سودی که این کار خواهد داشت، اتخاذ جایگاه مناسب در بین طیف گسترده برساخت‌گرایان است. آن‌ها باید مواضع خود را تلطیف کرده و به نوعی بین عمل‌گرایی و فلسفه‌بافی تعادل برقرار کنند. پس لازم است تا برساخت‌گرایان را بر اساس میزان اعتقادشان به اصول برساخت‌گرایی دسته‌بندی کنیم.

اگر مطابق هکینگ (۱۹۹۹) با فرض حتمی بودن وجود x، برساخت‌گرایی را نوعی از تعلق به سه گزاره ذیل بدانیم: ۱. x لازم الوقوع نیست؛ ۲. x چیز بدی است؛ ۳. جهان بدون x جهان بهتری بود، می‌توان برساخت‌گرایان را به پنج (یا شش) دسته تقسیم کرد. بنابر میزان تعهد به هر یک از این سه آموزه، این پنج دسته از برساخت‌گرای ضعیف (عقلانیت‌گرا) تا برساخت‌گرای افراطی تقسیم می‌شوند. حال باید دید نقد عمل‌گرایانه فرانکلین تا چه حد برساخت‌گرایی افراطی را تحدید کرده و ما را در چه خانه‌ای مستقر می‌کند.

با توجه به نموداری که از عقلانیت فرانکلین ارائه شد، فرانکلین مسئله برساخت

اجتماعی و عینیت در فیزیک را در ساحتی مضیق‌تر (narrow) و درون پارادایمی بررسی می‌کند. این در حالی است که حرف برساخت‌گرایان افراطی، برون‌روی از پارادایم‌های حاضر و نگاه وجودشناختی (و نه معرفت‌شناختی) است. چه بسا بتوان گفت نظریه عینی‌گرایی مانند فرانکلین برای سیاست، اخلاق، و اساساً حوزه‌های عملی علم و اجتماع مفیدتر و عمل‌گرایانه‌تر باشد، اما با توجه به بی‌تفاوتی و مسئولیت‌ناپذیری فلسفه در قبال امکان‌پذیری عمل و یقین، به نظر می‌رسد که برساخت‌گرایان متعادل‌تر از شواهد وسیع‌تر (wide) و مستحکم‌تری برخوردارند. برای مثال فرانکلین برخلاف هکینگ معتقد است که بدیل‌های متفاوت علم لزوماً استانداردهای متفاوتی برای موفقیت علمی نخواهند داشت (پانیس، Franklin, 2008 b: 183) این مطلب به‌وضوح نشان می‌دهد که برون‌روی هکینگ از پارادایم رایج فیزیک، به مزاج فرانکلین خوش نمی‌آید.

فرانکلین خود معتقد است اگر طبق یک درجه‌بندی از یک تا پنج، نمره پنج برساخت‌گرایی افراطی بوده و نمره یک عینی‌گرایی افراطی، او و هکینگ هر دو خود را در نمره دو جای می‌دهد (Franklin, 2008 a: 243) اما ما معتقدیم با توجه به انتقادات او حداقل می‌توان تا جایگاه چهارم این طیف پایین آمد. این بدان معناست که عمل‌گرایی و انکار منطق در ساحت عمل‌گرایانه فقط می‌تواند منکر برساخت‌گرایی افراطی و وجودشناختی باشد. به بیانی دیگر باید گفت استدلال فرانکلین صرفاً به ما اجازه نزول یک رتبه از نمره پنج را می‌دهد و فرانکلین بیش از این فراروی کرده است؛ این که ایشان صرفاً می‌تواند یک درجه از برساخت‌گرایی افراطی فاصله بگیرد سخنی حدودی و تقریبی است. منظور ما در این جا اشاره به این نکته است که استدلال‌های فرانکلین توانایی به‌کرسی‌نشاندن ادعای او را ندارند. حداکثر کاری که استدلال فرانکلین (در صورت اعتبار) از پیش می‌برد، دور شدن از برساخت‌گرایی افراطی (وجودشناختی) است.

۶. نتیجه‌گیری

آلن فرانکلین خود را در مقابل برساخت‌گرایان قرار می‌دهد. او با ارائه عقلانیتی عمل‌گرایانه (البته خود فرانکلین از این کار ابا می‌کند) قصد دارد تا برساخت‌گرایی را محدود ساخته و مفاهیمی از قبیل آزمایش‌های فیصله‌بخش را ثابت کند. ما در این مقاله با ارائه استدلال‌های عمل‌گرایانه او، عقلانیت نزد او را بیان کردیم. بر اساس طرحی که از عقلانیت عمل‌گرایانه وی به دست دادیم، این‌گونه به نظر می‌رسد که استدلال او در بهترین حالت

برساخت‌گرایان افراطی (هستی‌شناختی) را محدود می‌کند. اگر مطابق هکینگ برساخت‌گرایی را به پنج درجه تقسیم کنیم، فرانکلین معتقد است تا درجه دوم پایین آمده است. اما به نظر می‌رسد، جدا از این که درجه دو خوب یا بد باشد، استدلال فرانکلین از این قدم بزرگ عاجز است.

پی‌نوشت

۱. Allan Franklin استاد فیزیک دانشگاه کلرادو است.
۲. بلور و بارنز در کتاب سال ۱۹۸۱ خود بحثی درباره تساوی $2+2=4$ دارند آن‌ها معتقدند این عمل ساده ریاضی مبتنی بر دلیل است (در مقابل علت)، و این دلیل به عمل ساده جمع دو چیز باز می‌گردد (یک چیز به علاوه (به همراه) یک چیز دیگر). آن‌ها معتقدند به راحتی می‌توان ادعا کرد که پاسخ این عمل یک برساخت اجتماعی است و بدیل آن را پاسخ به این عمل در مباحثی غیر از ۱۰ می‌دانند.
۳. این اصل مدعی است: تمام عقاید انسان از آن جهت که دلیل اعتبار آن‌ها مشابه است، برابر (در اعتبار) هستند (Barenes and Bloor, 1981: 23).
۴. برای مثال می‌توان به کتاب سال ۱۹۹۶ جان سرل با نام *The Construction of Social Reality* اشاره کرد که موضوعات فلسفه ذهنی و زبانی را نیز با برساخت‌گرایی علمی بیان می‌کند.
۵. در منابع این مقاله می‌توانید بعضی از آن‌ها را ملاحظه کنید.
6. Without offering a full theory of rationality, I would suggest that ... (Franklin, 2008 a: 251).
۷. برای مثال فرانکلین به مسئله تقسیم مزون‌های KI در علم فیزیک در سال ۱۹۴۶ اشاره می‌کند. او از بین بی‌نهایت بدیلی که دانشمندان می‌توانستند ارائه کنند، فقط ده دلیل را عقلانی تصور کرده و نشان می‌دهد که تمام آن‌ها با آزمایش‌های مربوط رد شده‌اند و نظریه مناسب‌جانشین شده است (Franklin, 2008 a: 244).
۸. برای مثال یک تئوری مقبول برای بررسی‌های بیش‌تر اولاً باید فرم ریاضی مناسب را داشته باشد. یا حداقل قابل بیان به صورت ریاضی باشد.
۹. و مورد توجه مردم‌شناسان و جامعه‌شناسان علمی مانند فایربرد و لاتور هستند.
۱۰. برگرفته از کتابی با نام *کارکردهای ذهنی در جوامع عقب‌مانده*، نوشته لوسین لوی برول (۱۳۸۴).
۱۱. مربوط به یکی از نمونه‌های فیزیکی فرانکلین که در بیش‌تر آثار وی بدان اشاره می‌شود. مسئله درباره نزاع دانشمندان درباره بقای زوجیت (conservation of parity) است.
12. Stanley Fish (1996). 'Professor Sokal's bad joke!', New York Times, May 21.

منابع

- Barnes, B and Bloor, D. (1981). 'Relativism, Rationalism, and the Sociology of Knowledge', In *Rationality and Relativism*, Martin Hollis and Steven Lukes (eds.), Oxford: Blackwell.
- Collins, H. M. (1981). 'Stages in the Empirical Program of Relativism - Introduction', *Social Studies of Science*.
- Franklin, A. (1994). 'How to Avoid the Experiments' Regress?', *Studies of History and Philosophy of Science*, Vol. 25. No. 3.
- Franklin, A. (2008 a). 'Is Failure an Option? Contingency and Refutation', *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 39.
- Franklin, A. (2008 b). 'Are The Laws of Physics Inevitable?', *Physics Perspective*, Vol.10.
- Hacking, I. (1999). *The Social Construction of What?*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

