

راهنمای اندیشوران برای استدلال مهندسی

بر اساس مفاهیم و ابزارهای تفکر نقادانه

نویسنده: ریچارد پل، رابرت نیوا تر و لیندا الدر

ترجمه: حسن بلورچی



ROWMAN & LITTLEFIELD
Lanham. Boulder. New York. London

سرشناسه	پل ریچارد Paul, Richard
عنوان و نام پدیدآور	راهنمای اندیشوران برای استدلال مهندسی / نویسنده ریچارد پل، رابر نیوانرو، لیندا الدر؛ ترجمه حسن بلورچی.
مشخصات نشر	تهران: علوم نوین، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	۵۴ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۰۴-۶۸-۸ : ۴۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	The thinker's guide to engineering reasoning, 2nd ed, c2013.
موضوع	مهندسی — راهنمای آموزشی Engineering -- Study and teaching مهندسی — تحقیق — روش‌شناسی Engineering -- Research -- Methodology تفکر انتقادی / Critical thinking / استدلال / Reasoning
شناسه افزوده	Niewoehner, Rob / راب، نیوونه‌رن
شناسه افزوده	Elder, Linda / لدا، ایلدر. ۱۹۶۲ - م.
شناسه افزوده	بلورچی، حسن، مترجم
رده‌بندی کنگره	۶۵۲
رده‌بندی دیوئی	۶۰۷/۱
شماره کتابشناسی ملی	۸۷۶۸۲۵۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیا



مؤسسه نشر علوم نوین

آدرس: تهران، میدان انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی
خیابان شهدای زائادامری، پلاک ۱۱۷
تلفن: ۶۶۴۸۵۵۰۱-۶

کتابخانه کتاب

راهنمای اندیشوران برای

استدلال مهندسی

نوشته: ریچارد پل، رابر نیوانرو و لیندا الدر

ترجمه: حسن بلورچی

ویراستار: انیس جلاوند

مدیریت: علی میرزائی ساروکلانی

طراح جلد: سپیده اسماعیلی

تهیه و تنظیم: انتشارات علوم نوین

چاپ: اول، ۱۴۰۰

تیراژ: ۱۱۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۳۰۴-۶۸-۸

قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

ترجمه شده از:

The Thinker's Guide to
**ENGINEERING
REASONING**

Based on Critical Thinking Concepts & Tools

SECOND EDITION

RICHARD PAUL, POBERT NIEWOEHNER and LINDA ELDER



ROWMAN & LITTLEFIELD
Lanham • Boulder • New York • London

در اصل منتشر شده است بوسیله

بنیاد تفکر نقادانه

The Foundation for Critical Thinking

P.O.Box 196

Tomales, California 94971

www.criticalthinking.org

چاپ مجدد در ۲۰۱۹ بوسیله

Rowman & Littlefield

انتشار گروه انتشاراتی

Rowman & Littlefield

4501 Forbes Boulevard, Suit 200, Lanham, Maryland 20706

www.rowman.com

6 Tinworth street, London SE11 5AL, United Kingdom, Inc.

کپی رأیت: ۲۰۱۳، ریچارد پل و لیندا الدر

کاتالوگ نویسی کتابخانه بریتانیا در اطلاعات انتشارات موجود است.

کتابخانه کنگره آمریکا، کاتالوگ نویسی اطلاعات انتشارات

پل ریچارد، نیوآر رابر و الدر لیندا

راهنمای اندیشوران برای استدلال مهندسی، چاپ دوم

ریچارد پل

ISBN (کاغذی): 0-944583-33-4 ISBN (الکترونیک): 978-0944583-33-4

۱. مهندسی ۲. استدلال مهندسی ۳. تربیت مهندسان ۴. آموزش مهندسان ۵. تفکر نقادانه ۶. راب نیوآر ۷. لیندا الدر.

بنیاد تفکر نقادانه و کتابخانه راهنماهای اندیشوران

بنیاد تفکر نقادانه که توسط دکتر ریچارد پل تأسیس شده است با سابقه‌ترین سازمان غیرانتفاعی است که به تفکر نقادانه اختصاص دارد. بنیاد از طریق سمینارها و کنفرانس‌ها، دوره‌ها و منابع برخط و طیف گسترده‌ای از نشریات، با پرورش توانایی‌ها و فضیلت‌های اساسی فکری در هر زمینه تحصیلی به ترویج تفکر نقادانه در جامعه می‌پردازد. برای توضیحات بیشتر به سایت بنیاد (www.criticalthinking.org) و مرکز انجمن تفکر نقادانه (criticalthinking-community.org) مراجعه کنید.

کتابخانه راهنماهای اندیشوران چارچوب کاری پل الدر برای تفکر نقادانه را معرفی می‌کند و تفکر نقادانه را در زمینه‌های موضوعی و سطح مخاطب تدوین می‌کند تا استدلال نقادانه منصفانه را در سراسر جهان پرورش دهد.

۱. راهنمای مینیاتور تفکر نقادانه مفاهیم و ابزارها، چاپ هشتم
۲. راهنمای اندیشوران برای تفکر تجزیه و تحلیلی
۳. راهنمای اندیشوران برای استدلال بر اساس اخلاق
۴. راهنمای اندیشوران برای پرسش کردن سقراطی
۵. راهنمای اندیشوران برای مغالطه‌ها
۶. ماهیت و کارکردهای تفکر نقادانه و اخلاق
۷. هنر پرسش‌های اساسی، چاپ پنجم
۸. راهنمای اندیشوران برای ذهن انسان
۹. راهنمای اندیشوران برای شهروندان با وجدان درباره‌ی چگونگی تشخیص سوگیری و تبلیغات متعصبانه رسانه‌ای در اخبار ملی و جهانی، چاپ چهارم
۱۰. راهنمای اندیشوران برای تفکر علمی
۱۱. راهنمای اندیشوران برای استدلال مهندسی
۱۲. راهنمای اندیشوران برای تفکر کلینیکی (پزشکی)
۱۳. راهنمای الهام بخش برای تفکر نقادانه
۱۴. راهنمای دانشجویان برای تفکر تاریخ‌شناسانه
۱۵. راهنمای اندیشوران برای مطالعه و یادگیری یک رشته، چاپ دوم
۱۶. چگونه یک پاراگراف را بخوانیم: هنر خواندن از نزدیک، چاپ دوم
۱۷. چگونه یک پاراگراف را بنویسیم، هنر نوشتن یک متن مستحکم، مایه‌دار
۱۸. تست بین‌المللی نوشتن و خواندن، چاپ دوم
۱۹. راهنمای مینیاتوری برای راه‌های عملی ترویج آموزش فعالانه و همیارانه
۲۰. چگونه یادگیری دانشجویان را بهبود بخشیم
۲۱. راهنمای اندیشوران برای روش‌های تربیتی مد روز
۲۲. راهنمای اندیشوران برای استانداردهای روشنفکرانه
۲۳. راهنما برای مربیان برای تعیین استانداردهای شایستگی در تفکر نقادانه

فهرست مطالب

۲	 سپاسگزاری
۳	 یادداشت مترجم
۴	 پیشگفتار
۵	 مقدمه
۶	 چارچوبی برای استدلال مهندسی
۸	 ویژگی‌های فکری ضروری برای استدلال مهندسی
۱۲	 فهرست کاری برای استدلال مهندسی
۱۳	 روح تفکر نقادانه
۱۴	 تجزیه و تحلیل یک سند مهندسی
۱۶	 تجزیه و تحلیل یک طراحی با استفاده از عناصر تفکر
۱۸	 دو نوع از پرسش‌های مهندسی
۱۹	 تجزیه و تحلیل رشته: مهندسی هوافضا
۲۰	 تجزیه و تحلیل رشته‌ها: مهندسی برق
۲۱	 تجزیه و تحلیل رشته‌ها: مهندسی مکانیک
۲۲	 تجزیه و تحلیل ابزار مهندسی: مدل‌سازی و شبیه‌سازی
۲۳	 مهندسان ماهر با طبع خاطر به استانداردهای فکری می‌پیوندند
۲۷	 استانداردهای جهانی فکری ضروری برای استدلال مهندسان آکوستیک
۲۸	 به‌کارگیری استانداردهای فکری برای برآورد قابلیت‌های طراحی
۲۹	 کاربرد استانداردهای فکری برای برآورد گرافیک (نگاره‌سازی)
۳۱	 ارزیابی استدلال یک مهندس یا نویسنده
۳۲	 تجزیه و تحلیل و برآورد پژوهش مهندسی
۳۳	 منظور
۳۴	 سؤالات در برون رفت مسئله یا مسئله مرکزی
۳۵	 اطلاعات
۳۶	 استنتاج و تفسیر
۳۸	 پیش‌فرض‌ها
۳۹	 مفاهیم و ایده‌ها
۴۰	 نقطه نظر
۴۱	 پیامدها و نتایج
۴۲	 ذهن پرسشگر در مهندسی: برادران رایب
۴۴	 هزینه کج روی در تفکر
۴۵	 پیوندها و تمایزهای قابل توجه
۴۷	 اصول اخلاق و مهندسی
۴۹	 هدف‌های استدلال مهندسی
۵۰	 ارزیابی کار دانشجویان در مهندسی
۵۲	 مشکل تفکر خودمحور
۵۳	 مراحل توسعه تفکر نقادانه
۵۵	 واژه‌نامه

سپاسگزاری

از دکتر افضل السادات حسینی دانشیار دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران به خاطر راهنمایی‌های موثر در بهبود این اثر و انتخاب ویراستار سپاسگزاری می‌کنم. بدون یاری ایشان انتشار این اثر ممکن نبود. از خانم انسیه جلالوند دانشجوی دکتری جامعه‌شناسی دانشگاه خوارزمی، به خاطر ویراستاری موثر کتاب تشکر می‌کنم. ایشان بیشتر از یک ویراستار و به صورت راهنمایی آگاه و دلسوز در بهبود جنبه‌های تخصصی یاری رساندند. هم‌چنین از آقای سیداکبر میرجعفری کارشناس دفتر تألیف و برنامه‌ریزی کتاب‌های درسی و دارای کارشناسی ارشد ادبیات فارسی دانشگاه تهران به خاطر مشارکت در ویراستاری قدردانی می‌نمایم؛ و در انتها از آقای روح‌الله خلیلی بروجنی برنامه‌ریز و مؤلف کتاب‌های درسی فیزیک و علوم که به نشر این اثر کمک کردند سپاسگزاری می‌نمایم.

www.ketab.ir

یادداشت مترجم

هر نفس نو می‌شود دنیا و ما
بی‌خبر از نو شدن اندر بقا
مولوی

هنگامی که ژاپن در جنگ جهانی با شکست روبرو شد، امپراتور این کشور گفت: «نظامیان ما در جنگ شکست خوردند و نتوانستند آمریکا را اشغال کنند؛ اما اقتصاد و صنعت ما روزی به واسطه خرد ما آمریکا را به تصرف خود درخواهد آورد». این داستان هرچقدر اغراق آمیز باشد؛ اما واقعیتی در آن نهفته است. کسانی که هم‌اکنون از وال‌استریت مرکز مبادلات مالی آمریکا دیدن می‌کنند مشاهده می‌کنند که ژاپنی‌ها قسمت مهمی از صرافی‌ها و شرکت‌های تجاری را در اختیار خود دارند. من نیز که مدتی در یکی از مراکز پژوهشی خودروسازی واقع در ایالت میشیگان آمریکا مشغول کار بودم مشاهده نمودم که تعداد خودروهای ژاپنی در شهرهای اطراف کارخانه‌های خودروسازی به‌وضوح بیشتر از خودروهای آمریکایی است.

البته مدیران صنایع خودروسازی هم متوجه این موضوع شده بودند. آن‌ها دریافته بودند که هرچند بهترین ابزارهای تولید را در اختیار دارند اما مهندسان ژاپنی به دلیل داشتن ابزار فکری برتر، بر آن‌ها فائق آمده‌اند. آن‌ها دریافته بودند که مهندسان ژاپنی به‌نوعی خرد نقاد پیشرفته دست یافته‌اند که هر لحظه هم خود را تصحیح می‌کند و هم آنچه را در اختیار دارد. آن‌ها دریافتند که آموزش تفکر نقادانه به مهندسان، به‌سرعت می‌تواند آن خرد نقاد کارساز را در اختیار تولید محصولات برتر قرار دهد.

هم‌اکنون آموزش تفکر نقادانه در دانشگاه وین استیت در شهر دیترویت آمریکا که مرکز غول‌های صنایع خودروسازی آمریکاست تا ۳۰ درصد آموزش دروس علوم پایه را تشکیل می‌دهد. هرکدام از شرکت‌های خودروسازی بخشی برای آموزش تفکر نقادانه به مهندسان تشکیل داده‌اند؛ و در همه دانشگاه‌های مهندسی این کشور این آموزش‌ها جزء جدایی‌ناپذیر آموزش مهندسی قرار گرفته است.

این کتاب را به توصیه مسئول آموزش تفکر نقادانه یکی از این کارخانه‌ها انتخاب کرده‌ام. او که در عین حال مسئول یک خط تولید در کارخانه است؛ می‌گوید این کتاب را در کشور میز خود دارد و به‌طور روزانه به آن مراجعه می‌کند. به باور این پژوهنده این کتاب کوچک به‌عنوان اولین کتاب نشر یافته در زمینه آموزش تفکر نقادانه و حوزه مهندسی می‌تواند نقش مؤثری را در معرفی این دانش ارزنده به جامعه مهندسی داشته باشد؛ و در عین حال مورد استفاده روزمره مهندسان برای بهبود فرایندهای تولید قرار گیرد.

در ترجمه این کتاب، سعی شده است ترجمه دقیقی از متن اصلی ارائه شود و حداکثر وفاداری به آن حفظ شود. این کتاب دستور کار با ابزار فکری است؛ که مهندسان را قادر می‌سازد به‌سرعت بهترین ابزار فکری را برای حل مسائل خود بیابند. در کنار این کتاب، دیگر کتاب‌های کلاسیک درسی هم تدریس می‌شوند. خواننده با یک نگاه سریع در این کتاب می‌تواند کلیات مباحث مربوط به آموزش روش تفکر نقادانه در مهندسی را دریابد؛ و در صورت لزوم برای هر مطلب به کتاب‌های دیگر مراجعه کند. خواننده درمی‌یابد که این کتاب به‌سادگی اطلاعاتی را در اختیارش قرار می‌دهد که خود باید پس از خواندن ده‌ها کتاب آن‌ها را دسته‌بندی کند؛ و چه بهتر که این کار توسط سه تن از بهترین استادان این رشته با عمری تجربه تحقیق و آموزش انجام شود. مهندسان با عمل سروکار دارند. این کتاب به‌طور مستقیم آنان را وارد کارگاه استفاده از ابزار فکری مناسب، برای حل مسائل روزمره‌شان می‌کند. از همه دوستانی که نظریات اصلاحی خود را ارسال دارند قبلاً تشکر می‌کنم.

دکتر حسن بلورچی
مهندسی شیمی و پتروشیمی دانشگاه امیرکبیر
دکتری مهندسی شیمی از فرانسه
فوق دکتری علوم مواد و نانو کوئینک از کانادا
hassan.bolourchi@yahoo.com
عضو هیئت‌انجمن آموزش مهندسی ایران
تهران، آذر ماه ۱۴۰۰

