

۱۴۵۳۵۱۲



www.ketab.ir

ترجمه و تألیف:

دکتر هشام رحیمی

معاون هیأت علمی دانشکده حقوق، هیأت علمی بزرگ و کامپیوتر، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

سرشناسه : فیلی، هشام، ۱۳۵۳  
 عنوان و نام پدیدآور : هوش مصنوعی  
 مشخصات نشر : تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، بسیج دانشجویی، مرکز خدمات آموزشی  
 مشخصات ظاهری : نصیر، ۱۳۹۵  
 شابک : [۵۲۶] ص  
 وضعیت فهرست‌نویسی : ۷-۶۵-۶۹۲۷-۶۰۰-۹۷۸  
 یادداشت : این مدرک در آدرس opac.nlai.ir قابل دسترسی است.  
 شماره کتاب‌شناسی ملی : ۳۶۱۰۵۳۸

نام کتاب : هوش مصنوعی  
 مؤلف : هشام فیلی  
 ناشر : بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
 با همکاری : مرکز خدمات آموزشی نصیر  
 نوبت چاپ : اول  
 سال و محل نشر : تهران، ۱۳۹۵  
 ناظر فنی چاپ : علی غزالی - علیرضا داوودی مقدم  
 صفحه‌آرایی : سعید آزاد  
 گرافیکست : سعید آزاد - سید علی سعیدی  
 طراح جلد : محمدرضا حاج محمد حسینی  
 تیراژ : ۱۰۰۰ جلد  
 قیمت : ۲۸۰۰۰ تومان

• هرگونه چاپ و تکثیر از این اثر ممنوع و به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و پیگرد قانونی دارد.  
 نشانی: خیابان شریعتی، نرسیده به پل سید خندان، دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، مرکز خدمات آموزشی نصیر

تلفن: ۸۸۴۶۴۷۸۰-۸۸۴۶۶۹۳۵

کتاب هوش مصنوعی اولین کتاب «دروس مهندسی کامپیوتر» از مجموعه کتاب‌های کارشناسی ارشد نصیر است که با تلاش فراوان توسط استاد گرانقدر و فرهیخته جناب آقای دکتر هشام فیلی ترجمه و تألیف شده است.

کتاب پیش روی شما به گونه‌ای نگاشته شده است که هم برای دانشجویان کارشناسی قابل استفاده بوده و هم برای داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد مورد استفاده قرار می‌گیرد و از این نظر مجموعه‌ای کامل است که نیاز دانشجویان را به هر مرجع دیگری برطرف می‌سازد.

**«مرکز خدمات آموزشی نصیر»** وابسته به بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، اولین مرکز آموزشی در حیطه‌ی آمادگی آزمون‌های کارشناسی ارشد در کشور است که از شروع فعالیت‌های آن قریب به ۲۲ سال می‌گذرد. این مرکز که در سال ۱۳۷۱ توسط دانشجویان بسیجی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی راه‌اندازی شد در طی این سال‌ها همواره در حال رشد، ترقی و تعالی بوده است و علاوه بر گسترش حیطه فعالیت‌ها و گسترش کمی مخاطبان آن، کیفیت آموزش و سطح علمی آن همواره روند رو به رشدی را داشته است. با توجه به این که این مرکز زیرمجموعه بسیج دانشجویی می‌باشد، اصلی‌ترین هدف خود را خدمت‌رسانی، عدالت آموزشی و ارتقاء علمی دانشجویان قرار داده است و از این جهت شاخص‌ترین مرکز آموزشی در میان مؤسسات مشابه است. و این حقیقت فراتر از یک ادعا می‌باشد. در این جهت همواره به‌عنوان مرکزی خوش‌نام و موفق در میان اساتید و دانشجویان محترم مطرح بوده است و به علت اینکه مسئولین و کادر این مرکز خود نیز اغلب از دانشجویان دانشگاه‌های تهران هستند؛ بیشترین ارتباط را با دانشجویان مخاطب این مرکز دارا بوده و از نقطه‌نظرات آنان همواره استفاده نموده است. در زیر نکاتی برای آشنایی بیشتر شما مخاطب گرامی با این مرکز ذکر می‌شود:

۱. استفاده از اساتید مجرب و طراز اول دانشگاه‌های تهران که به لحاظ علمی جزو سرآمدترین اساتید کشور می‌باشند؛ از اصلی‌ترین نقاط قوت این مرکز است. ما برای این است که به این نقطه از موفقیت هرگز نائل نمی‌شدیم مگر با مساعدت و تلاش و همکاری صمیمانه اساتید گران‌قدری که بزرگترین انگیزه آنان نیز در این مسیر، هدف مقدس و والایی است که سرلوحه‌ی فعالیت‌های مرکز قرار گرفته است.

۲. رویکرد ما همواره افزایش سطح کیفی فعالیت‌ها در عین ارزان بودن هزینه می‌باشد که با تحقق این مهم، هدف اصلی ما که خدمت‌رسانی و ارتقاء هرچه بیشتر علمی دانشجویان این مرکز و بوم در کنار عدالت آموزشی می‌باشد محقق می‌شود.

۳. با توجه به برگزاری ۲۲ سال کلاس‌های آموزشی و ۱۲ سال آزمون‌های آموزشی، تجربه‌ی گرانقدری اندوخته‌ایم که یکی از عوامل اصلی موفقیت روزافزون ما است. این تجربیات که موارد بسیار مؤسسات نیز از آن استفاده کرده‌اند و از آن الگو گرفته‌اند، همواره مرکز خدمات آموزشی نصیر را در جایگاه برترترین مؤسسه آموزشی کارشناسی ارشد و دکتری قرار داده است.

۴. با توجه به اهداف ذکر شده، شهریه ارائه شده کمترین مقدار را در میان تمام مؤسسات مشابه دارا می‌باشد، که این اختلاف عمیق بعضاً باعث تعجب و ایجاد سؤال برای مخاطبانی گردیده که تازه با این مرکز آشنا شده‌اند ولی آشنایی بیشتر آنان با مجموعه راه را در جهت دریافت پاسخ باز می‌نماید.

با توجه به سابقه درخشان این مرکز در طی این سال‌ها و ضعف موجود در زمینه‌ی کتاب‌های کارشناسی ارشد به لحاظ کیفی، این مجموعه تصمیم برآن گرفت که در این زمینه نیز وارد شده و افتخاری دیگر به افتخارات خود بیفزاید.

«مجموعه کتاب‌های کارشناسی ارشد نصیر» که از این پس به تدریج در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت، مجموعه‌ای بی‌نظیر با رویکردی نوین و ویژگی‌های منحصر به فرد می‌باشد، به‌طوری که داوطلبان بعد از مراجعه به

آن نیازی به استفاده از منبع دیگری نخواهند داشت و نظر به همکاری اساتید گران قدری که کوله‌باری از تجربه ارزشمند علمی را در سطح دانشگاه‌ها و کلاس‌های مرکز خدمات آموزشی نصیر با خود دارند و رعایت بالاترین کیفیت در صفحه‌آرایی و چاپ، دانشجویان عزیز لذت واقعی یادگیری را خواهند چشید. در این جا لازم است از زحمات فراوان استاد گران قدر جناب آقای دکتر هشام فیلی در ترجمه و تألیف این اثر ارزشمند، کمال قدردانی را بنماییم.

در پایان اجر معنوی فعالیت‌هایی این مرکز را تقدیم می‌کنیم به شهدای دفاع مقدس، این شمع‌های همیشه فروزان بشریت که با مقاومت مردانه خود حماسه‌ی جاوید آفریدند.

**NASIR.BOOK@GMAIL.COM**

مرکز خدمات آموزشی نصیر

www.ketab.ir

هوش مصنوعی علمی است بسیار جوان و روبه رشد. شروع هوش مصنوعی به سال ۱۹۵۰ بازمی‌گردد یعنی زمانی که آلن تورینگ مقاله خود را درباره ساخت ماشین هوشمند به رشته تحریر درآورد. در این مقاله تورینگ روشی را برای تشخیص هوشمندی ماشین‌ها پیشنهاد داد. همه افرادی که نخستین گام‌ها را در راه معرفی و شناخت هوش مصنوعی برداشتند به دنبال یک هدف بودند و آن نیز رساندن سطح هوش مصنوعی به سطح هوش انسانی بود. اما امروزه می‌دانیم که مطالعه و بررسی در زمینه هوش و درک مکانیزم آن بسیار پیچیده است.

امروزه هوش مصنوعی، شاخه‌ایست از علم کامپیوتر که ملزومات محاسباتی اعمالی همچون ادراک (Perception)، استدلال (reasoning) و یادگیری (learning) را بررسی کرده و سیستمی جهت انجام چنین اعمالی ارائه می‌دهد. تعریف رسمی دیگر از هوش مصنوعی بصورت زیر است:

هوش مصنوعی، مطالعه و توسعه روش‌هایی است برای تبدیل کامپیوتر به ماشینی که بتواند اعمال انجام شده توسط انسان را انجام دهد.

درس هوش مصنوعی از جمله روستاها و رشت‌ها کامپیوتر به‌شمار می‌آید که بخصوص برای افرادی که مایل باشند در دوره‌های تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری)، در رشته‌های هوش مصنوعی یا نرم افزار ادامه تحصیل دهند، بسیار مهمتر خواهد بود. استفاده از ایده‌ها و راه‌حل‌هایی که ما در این کتاب با نام **راه‌حل‌های هوشمند** مطرح خواهیم کرد، حتی در مسائلی که به ظاهر مستقیماً هوش مصنوعی مرتبط نیست، نیز می‌تواند مفید باشد.

این کتاب ترجمه نسخه دوم کتاب *Artificial Intelligence: A Modern Approach* است که توسط **Stuart Russell** و **Peter Norvig** تألیف شده است. کتاب مذکور در بیش از ۱۲۰۰ دانشگاه و در ۱۰۰ کشور دنیا در حال استفاده است و تقریباً تنها مرجع معتبر هوش مصنوعی در دانشگاه‌های دنیا به‌شمار می‌آید. سایت اصلی کتاب مرجع با آدرس <http://aima.cs.berkeley.edu> موجود است که می‌توانید اطلاعات کامل کتاب را دریافت نمایید. هدف آن است که بتوان با زبانی ساده امکان استفاده از این کتاب را برای فارسی زبانان نیز فراهم کرد. علاوه بر آن، ترجمه سوالات موجود در کتاب و تهیه تعداد قابل توجهی نمونه سوال در انتهای هر فصل و پاسخ به آنها به میزان پذیرش این کتاب افزوده است.

البته با توجه به آنکه هدف از ترجمه، استفاده در درس هوش مصنوعی دانشگاه‌های ایران است، صرفاً فصولی ترجمه شده است که در درس کارشناسی هوش مصنوعی مورد تدریس قرار می‌گیرد که شامل فصل اول کتاب مذکور است. در ترجمه مذکور، سعی شده که هیچ مطلبی از فصل‌های ذکر شده، حذف نگردد و برخی نکات مهم نیز در متن متمایز شده است.

این کتاب ویرایش اول مؤلف است که تغییرات نسبتاً گسترده‌ای در آن صورت گرفته و تقریباً تمام دست‌های درس هوش مصنوعی کنکور سراسری در سال‌های گذشته و تست‌های طبقه بندی شده در انتهای هر فصل به همراه تعدادی تست تألیفی همراه با پاسخ تشریحی افزوده شده است. رفع خطاهای نگارشی، ساده کردن بیان مطلب نیز در این ویرایش لحاظ شده است.

لازم است در اینجا از زحمات آقای مهندس آذرخش خیابانی و سرکار خانم مهندس شادی کیانی که در تهیه این کتاب بنده را یاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل آورم.

هرگونه سؤال یا موردی را نیز می‌توان از طریق ایمیل [shams\\_fili@yahoo.com](mailto:shams_fili@yahoo.com) به بنده منتقل نمایند. در پایان از مرکز خدمات آموزشی نصیر به خاطر فراهم نمودن امکانات چاپ این کتاب صمیمانه تشکر می‌نمایم.

با تشکر

هشام فیلی - عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر،

پرندیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

## فهرست مطالب

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول - مفاهیم مقدماتی                                                 | ۱  |
| ۱-۱ مقدمه                                                                | ۱  |
| ۲-۱ هوش مصنوعی چیست؟                                                     | ۱  |
| ۱-۲-۱ سیستمی که مشابه انسان رفتار می کند (عمل می کند): رویکرد تست تورینگ | ۲  |
| ۲-۲-۱ سیستمی که مشابه انسان فکر می کند: رویکرد مدل سازی شناختی           | ۳  |
| ۳-۲-۱ سیستمی که عقلایی فکر می کند: رویکرد قوانین تفکر                    | ۴  |
| ۴-۲-۱ سیستمی که عقلایی رفتار می کند (عمل می کند): رویکرد عامل های عقلایی | ۵  |
| ۲ مباحث هوش مصنوعی                                                       | ۶  |
| ۱-۳-۱ فلسفه (۴۲۸ قبل از میلاد تا کنون)                                   | ۶  |
| ۲-۳-۱ ریاضیات (سال ۸۰۰ میلادی تا کنون)                                   | ۸  |
| ۳-۳-۱ اقتصاد (سال ۱۷۷۶ میلادی تا کنون)                                   | ۱۰ |
| ۴-۳-۱ علم طب (سال ۱۸۶۱ میلادی تا کنون)                                   | ۱۱ |
| ۵-۳-۱ روانشناسی                                                          | ۱۴ |
| ۶-۳-۱ مهندسی کامپیوتر (سال ۱۹۴۰ میلادی تا کنون)                          | ۱۵ |
| ۷-۳-۱ نظریه کنش و فرایند سازی (سال ۱۹۴۸ میلادی تا کنون)                  | ۱۷ |
| ۸-۳-۱ زبان شناسی                                                         | ۱۸ |
| ۴-۱ تاریخچه هوش مصنوعی                                                   | ۱۸ |
| ۱-۴-۱ پیدایش هوش مصنوعی (سال ۱۹۲۰ میلادی - سال ۱۹۵۶ میلادی)              | ۱۸ |
| ۲-۴-۱ تولد هوش مصنوعی (سال ۱۹۵۶ میلادی)                                  | ۱۹ |
| ۳-۴-۱ شور و شوق گذشته انتظارات بزرگ (۱۹۵۰ - ۱۹۶۰)                        | ۲۰ |
| ۴-۴-۱ طعم واقعیت (۱۹۶۶ - ۱۹۷۴)                                           | ۲۳ |
| ۵-۴-۱ سیستم های مبتنی بر دانش: کلیدی برای رسیدن به قیامت؟ (۱۷۹ - ۱۹۷۴)   | ۲۵ |
| ۶-۴-۱ هوش مصنوعی یک صنعت می شود (۱۹۸۸ - ۲۰۱۰)                            | ۲۷ |
| ۷-۴-۱ بازگشت شبکه های عصبی (۱۹۸۶ - تا کنون)                              | ۲۸ |
| ۸-۴-۱ هوش مصنوعی به عنوان علم شناخته می شود (۱۹۸۷ - تا کنون)             | ۲۸ |
| ۹-۴-۱ ظهور عامل های هوشمند (۱۹۹۵ - تا کنون)                              | ۳۰ |
| ۵-۱ تکنولوژی روز                                                         | ۳۰ |
| ۶-۱ خلاصه                                                                | ۳۲ |
| ۷-۱ تمرین ها                                                             | ۳۳ |
| تست های طبقه بندی شده فصل اول                                            | ۳۵ |
| پاسخنامه تشریحی تست های فصل اول                                          | ۳۶ |
| فصل دوم - عامل های هوشمند                                                | ۳۷ |
| ۱-۲ عامل ها و محیط ها                                                    | ۳۷ |
| ۲-۲ رفتار خوب: مفهوم عقلانیت                                             | ۳۹ |
| ۱-۲-۲ معیارهای کارایی                                                    | ۳۹ |

|    |                                                |
|----|------------------------------------------------|
| ۴۰ | ۲-۲-۲ عقلانیت                                  |
| ۴۱ | ۳-۲-۲ علم مطلق، یادگیری، خود مختاری            |
| ۴۳ | ۳-۲ طبیعت محیط‌ها                              |
| ۴۳ | ۱-۳-۲ تعیین محیط وظیفه                         |
| ۴۵ | ۲-۳-۲ خواص محیط وظیفه                          |
| ۴۵ | کاملاً مشاهده‌پذیر درمقایسه با پارهمشاهده‌پذیر |
| ۴۶ | قطعی درمقایسه با غیرقطعی                       |
| ۴۶ | رویدادی درمقایسه با ترتیبی                     |
| ۴۷ | ایستا درمقایسه با پویا                         |
| ۴۷ | گسسته درمقایسه با پیوسته                       |
| ۴۷ | تک عاملی درمقایسه با چند عاملی                 |
| ۴۹ | ۴-۲ ساختار عامل                                |
| ۵۰ | ۱-۴-۲ برناهای عامل                             |
| ۵۱ | ۲-۴-۲ عامل‌های بازتابی ساده                    |
| ۵۴ | ۳-۴-۲ عامل‌های زنجاری مبتنی بر مدل             |
| ۵۵ | ۴-۴-۲ عامل‌های مبتنی بر هوش                    |
| ۵۶ | ۵-۴-۲ عامل‌های مبتنی بر نمود خطوط              |
| ۵۶ | ۶-۴-۲ عامل‌های یادگیرنده                       |
| ۵۹ | ۵-۲ خلاصه                                      |
| ۶۰ | ۶-۲ تمرین‌ها                                   |
| ۶۲ | تست‌های طبقه‌بندی شده فصل دوم                  |
| ۶۳ | پاسخنامه تشریحی فصل دوم                        |
| ۶۶ | تست‌های تألیفی فصل دوم                         |
| ۶۷ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل دوم                    |
| ۶۹ | فصل سوم - جستجوی ناآگاهانه                     |
| ۶۹ | ۱-۳ عامل‌های حل‌کننده مسئله                    |
| ۷۲ | ۱-۱-۳ مسائل و راه‌حل‌های خوش-تعریف             |
| ۷۳ | ۲-۱-۳ فرموله‌سازی مسئله                        |
| ۷۴ | ۲-۳ مسائل نمونه                                |
| ۷۴ | ۱-۲-۳ مسائل ساختگی                             |
| ۷۵ | معمای ۸ پازل                                   |
| ۷۶ | مسئله ۸ وزیر                                   |
| ۷۷ | ۲-۲-۳ مسائل دنیای واقعی                        |
| ۷۷ | مسیریابی                                       |
| ۷۷ | TSP                                            |
| ۷۸ | طرح‌بندی VLSI                                  |
| ۷۸ | رهیابی ربات                                    |
| ۷۸ | مونتاژ خودکار                                  |

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۷۹  | ۳-۳ جستجوی برای پیدا کردن راه حل                            |
| ۸۱  | ۱-۳-۳ ارزیابی کارایی حل مسئله                               |
| ۸۳  | ۴-۳ استراتژی جستجوی ناآگاهانه                               |
| ۸۳  | ۱-۴-۳ جستجوی سطح اول                                        |
| ۸۵  | ۲-۴-۳ جستجوی هزینه یکنواخت                                  |
| ۸۶  | ۳-۴-۳ جستجوی عمق - اول                                      |
| ۸۸  | ۴-۴-۳ جستجوی با عمق محدود                                   |
| ۸۸  | ۵-۴-۳ جستجوی عمیق شونده تکراری                              |
| ۹۱  | ۶-۴-۳ جستجوی دو طرفه                                        |
| ۹۲  | ۷-۴-۳ مقایسه استراتژی‌های جستجو                             |
| ۹۲  | ۸-۲ اجتناب از حالات تکراری                                  |
| ۹۵  | ۶-۱ جستجوی با اطلاعات ناقص                                  |
| ۹۶  | ۶-۳ بازیابی حسگر                                            |
| ۹۷  | ۲-۶-۳ مدل غیر مترقیه                                        |
| ۹۸  | ۷-۳ هزینه                                                   |
| ۹۹  | ۸-۳ تمرین                                                   |
| ۱۰۳ | سوالات طبقه بندی شده فصل سوم                                |
| ۱۰۵ | پاسخنامه تشریحی فصل سوم                                     |
| ۱۰۷ | تست‌های تألیفی فصل سوم                                      |
| ۱۰۹ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل سوم                                 |
| ۱۱۱ | فصل چهارم - جستجوهای آگاهانه                                |
| ۱۱۱ | ۱-۴ استراتژی‌های جستجوی آگاهانه (ابتکار)                    |
| ۱۱۲ | ۱-۱-۴ جستجوی بهترین-اولین حریصانه                           |
| ۱۱۴ | ۲-۱-۴ جستجوی $A^*$ : مینیم کردن هزینه کلی تقیید به یک مسئله |
| ۱۲۰ | ۳-۱-۴ جستجوی ابتکاری در حافظه کران دار                      |
| ۱۲۴ | ۴-۱-۴ یادگیری برای جستجوی بهتر                              |
| ۱۲۵ | ۲-۴ توابع ابتکاری                                           |
| ۱۲۶ | ۱-۲-۴ اثر دقت تابع ابتکاری بر کارایی                        |
| ۱۲۷ | ۲-۲-۴ ابداع تابع ابتکاری قابل پذیرش                         |
| ۱۳۰ | ۳-۲-۴ ساخت توابع ابتکاری یادگیرنده براساس تجربیات           |
| ۱۳۰ | ۳-۴ الگوریتم‌های جستجوی محلی و مسائل بهینه سازی             |
| ۱۳۲ | ۱-۳-۴ جستجوی تپه نوری                                       |
| ۱۳۶ | ۲-۳-۴ جستجوی شبه سازی ذوب فلزات                             |
| ۱۳۶ | ۳-۳-۴ جستجوی پرتوی محلی                                     |
| ۱۳۸ | ۴-۳-۴ الگوریتم ژنتیک                                        |
| ۱۴۱ | ۴-۴ جستجوی محلی در فضای پیوسته                              |
| ۱۴۳ | ۵-۴ عامل‌های جستجوی بر خط و محیط‌های ناشناخته               |

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۱۴۴ | ۱-۵-۴ مسائل جستجوی «برخط»                   |
| ۱۴۵ | ۲-۵-۴ عامل‌های جستجوی «برخط»                |
| ۱۴۷ | ۳-۵-۴ جستجوی محلی «برخط»                    |
| ۱۴۸ | ۴-۵-۴ یادگیری در جستجوی «برخط»              |
| ۱۵۰ | ۶-۴ خلاصه                                   |
| ۱۵۱ | ۷-۴ تمرین‌ها                                |
| ۱۵۴ | تست‌های طبقه‌بندی شده فصل چهارم             |
| ۱۵۹ | پاسخنامه تشریحی فصل چهارم                   |
| ۱۶۴ | تست‌های تألیفی فصل چهارم                    |
| ۱۶۷ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل چهارم               |
| ۱۶۹ | فصل پنجم - مسائل ارضاء محدودیت              |
| ۱۶۹ | ۱-۵ مسائل ارضاء محدودیت                     |
| ۱۷۳ | ۲-۵ جستجوی عقب‌گرد روی GSP                  |
| ۱۷۵ | ۱-۲-۵ ترتیب انتخاب، متغیر و مقادیر آنها     |
| ۱۷۶ | ۲-۲-۵ انتشار اطلاعات محدودیت‌ها             |
| ۱۷۷ | بررسی پیشرو                                 |
| ۱۷۷ | انتشار محدودیت                              |
| ۱۸۰ | مدیریت محدودیت‌های خاص                      |
| ۱۸۱ | عقب‌گرد هوشمند: نگاه به عقب                 |
| ۱۸۳ | ۳-۵ جستجوی محلی برای مسائل ارضاء محدودیت    |
| ۱۸۵ | ۴-۵ ساختار مسائل                            |
| ۱۸۸ | ۵-۵ خلاصه                                   |
| ۱۸۹ | ۶-۵ تمرین‌ها                                |
| ۱۹۲ | تست‌های طبقه‌بندی شده فصل پنجم              |
| ۱۹۳ | پاسخنامه تشریحی تست‌های فصل پنجم            |
| ۱۹۵ | تست‌های تألیفی فصل پنجم                     |
| ۱۹۷ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل پنجم                |
| ۱۹۹ | فصل ششم - بازی‌ها                           |
| ۱۹۹ | ۱-۶ بازی‌ها                                 |
| ۲۰۰ | ۲-۶ تصمیمات بهینه در بازی‌ها                |
| ۲۰۱ | ۱-۲-۶ استراتژی‌های بهینه                    |
| ۲۰۳ | ۲-۲-۶ الگوریتم minimax                      |
| ۲۰۴ | ۳-۲-۶ تصمیم‌گیری بهینه در بازی‌های چند نفره |
| ۲۰۵ | ۳-۶ هرس آلفا-بتا                            |
| ۲۰۹ | ۴-۶ تصمیمات ناکامل و بی‌درنگ                |
| ۲۱۰ | ۱-۴-۶ توابع ارزیابی                         |
| ۲۱۲ | ۲-۴-۶ قطع جستجو                             |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۲۱۴ | ۵-۶ بازی‌هایی که در آن‌ها عنصر شانس دخیل است          |
| ۲۱۷ | ۵-۶-۱ ارزیابی موقعیت‌ها در بازی‌هایی با گره‌های شانس  |
| ۲۱۷ | ۵-۶-۲ پیچیدگی minimax مورد انتظار                     |
| ۲۱۸ | ۶-۶ ارزیابی وضعیت برنامه‌های بازیکن                   |
| ۲۱۹ | ۶-۷ بحث                                               |
| ۲۲۱ | ۶-۸ خلاصه                                             |
| ۲۲۲ | ۶-۹ تمرین                                             |
| ۲۲۶ | تست‌های طبقه‌بندی شده فصل ششم                         |
| ۲۲۹ | پاسخنامه تشریحی تست‌های فصل ششم                       |
| ۲۳۱ | تست‌های تألیفی فصل ششم                                |
| ۲۳۳ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل ششم                           |
| ۲۳۵ | فصل هفتم - عامل‌های منطقی                             |
| ۲۳۶ | ۷-۱ عامل مبتنی بر دانش                                |
| ۲۳۸ | ۷-۲ دیالوگ مبسوط                                      |
| ۲۴۲ | ۷-۳ منطق                                              |
| ۲۴۶ | ۷-۴ منطق گزاره‌ای: یک منطق ساده                       |
| ۲۴۶ | ۷-۴-۱ گرامر                                           |
| ۲۴۸ | ۷-۴-۲ معانی                                           |
| ۲۵۰ | ۷-۴-۳ یک پایگاه دانش ساده                             |
| ۲۵۰ | ۷-۴-۴ استنتاج                                         |
| ۲۵۳ | ۷-۴-۵ هم‌ارزی، اعتباری، ارضاء پذیری                   |
| ۲۵۴ | ۷-۵ الگوهای استنتاج برای منطق گزاره‌ای                |
| ۲۵۶ | ۷-۵-۱ رزولوشن                                         |
| ۲۵۸ | ۷-۵-۲ فرم نرمال عطفی                                  |
| ۲۵۹ | ۷-۵-۳ یک الگوریتم رزولوشن                             |
| ۲۶۱ | ۷-۵-۴ کامل بودن رزولوشن                               |
| ۲۶۱ | ۷-۵-۵ حرکت رو به جلو و حرکت رو به عقب زنجیره‌ای       |
| ۲۶۵ | ۷-۶ استنتاج گزاره‌ای کارآمد                           |
| ۲۶۵ | ۷-۶-۱ یک الگوریتم عقب‌گرد کامل                        |
| ۲۶۷ | ۷-۶-۲ الگوریتم‌های جستجوی محلی                        |
| ۲۶۹ | ۷-۶-۳ مسائل دشوار ارضاء پذیری                         |
| ۲۷۰ | ۷-۷ عامل‌های مبتنی بر منطق گزاره‌ای                   |
| ۲۷۱ | ۷-۷-۱ پیدا کردن جاله‌ها و مبسوط‌ها توسط استنتاج منطقی |
| ۲۷۲ | ۷-۷-۲ توجه به مکان و جهت                              |
| ۲۷۳ | ۷-۷-۳ عامل‌های مبتنی بر مدار                          |
| ۲۷۷ | ۷-۷-۴ مقایسه                                          |
| ۲۷۸ | ۷-۸ خلاصه                                             |

|          |                                             |
|----------|---------------------------------------------|
| ۲۷۹..... | ۹- تمرین‌ها                                 |
| ۲۸۳..... | تست‌های طبقه بندی شده فصل هفتم              |
| ۲۸۵..... | پاسخ تشریحی تست‌های فصل هفتم                |
| ۲۸۷..... | تست‌های تالیفی فصل هفتم                     |
| ۲۸۹..... | پاسخ تست‌های تالیفی فصل هفتم                |
| ۲۹۱..... | فصل هشتم - منطق مرتبه اول                   |
| ۲۹۱..... | ۱- نحوه نمایش                               |
| ۲۹۵..... | ۲- نحو و معناهای منطق مرتبه اول             |
| ۲۹۵..... | ۱-۲-۸ مدل‌های منطق مرتبه اول                |
| ۲۹۶..... | ۲-۲-۸ نمادها و تعابیر                       |
| ۲۹۸..... | ۳-۲-۸ ترمها (Term)                          |
| ۲۹۹..... | ۲-۲-۸ جملات اتمیک                           |
| ۲۹۹..... | ۵-۲-۸ جملات پیچیده                          |
| ۲۹۹..... | ۶-۲-۸ سورها                                 |
| ۲۹۹..... | سور عمومی ( )                               |
| ۳۰۱..... | سور وجودی ( $\exists$ )                     |
| ۳۰۲..... | سورهای تودرتو                               |
| ۳۰۳..... | ارتباط میان $\forall$ و $\exists$           |
| ۳۰۴..... | ۷-۲-۸ تساوی                                 |
| ۳۰۴..... | ۳-۸ استفاده از منطق مرتبه اول               |
| ۳۰۵..... | ۱-۳-۸ بیان‌ها و پرس وجوها در منطق مرتبه اول |
| ۳۰۵..... | ۲-۳-۸ دامنه روابط خانوادگی                  |
| ۳۰۷..... | ۳-۳-۸ اعداد، مجموعه‌ها و لیست‌ها            |
| ۳۱۰..... | ۴-۳-۸ جهان ومپوس                            |
| ۳۱۲..... | قوانین تشخیص                                |
| ۳۱۲..... | قوانین سببی                                 |
| ۳۱۳..... | ۴-۸ مهندسی دانش در منطق مرتبه اول           |
| ۳۱۳..... | ۱-۴-۸ فرآیند مهندسی دانش                    |
| ۳۱۵..... | ۲-۴-۸ دامنه مدارهای الکتریکی                |
| ۳۱۵..... | مشخص کردن وظیفه                             |
| ۳۱۶..... | گردآوری دانشهای مرتبط                       |
| ۳۱۶..... | تصمیمگیری درمورد دامنه لغات                 |
| ۳۱۷..... | کدکردن دانش کلی درمورد دامنه                |
| ۳۱۸..... | کد کردن یک توصیف از نمونه خاصی از مسئله     |
| ۳۱۸..... | مطرح کردن پرسوجوها از روال استنتاجی         |
| ۳۱۹..... | اشکال‌زدایی از پایگاه دانش                  |
| ۳۲۰..... | ۵-۸ خلاصه                                   |
| ۳۲۰..... | ۶-۸ تمرین‌ها                                |

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۳۲۴ | ..... تست‌های طبقه بندی شده فصل هشتم                      |
| ۳۲۶ | ..... پاسخنامه تشریحی تست‌های فصل هشتم                    |
| ۳۲۸ | ..... تست‌های تألیفی فصل هشتم                             |
| ۳۲۹ | ..... پاسخ تست‌های تألیفی فصل هشتم                        |
| ۳۳۱ | ..... فصل نهم - استنتاج در منطق مرتبه اول                 |
| ۳۳۱ | ..... ۹-۱ استنتاج گزاره ای در قیاس با استنباط مرتبه اول   |
| ۳۳۱ | ..... ۹-۱-۱ قواعد استنتاج برای سورها                      |
| ۳۳۳ | ..... ۹-۱-۲ کاهش به استنتاج گزاره ای                      |
| ۳۳۴ | ..... ۹-۲ یکسان سازی و ارتقاء                             |
| ۳۳۵ | ..... ۹-۲-۱ یک قاعده استنتاجی مرتبه اول                   |
| ۳۳۶ | ..... ۹-۲-۲ یکسان سازی                                    |
| ۳۳۸ | ..... ۹-۲-۳ ذخیره و بازیابی                               |
| ۳۴۰ | ..... ۹-۳ حرکت پیشرو به صورت زنجیره ای                    |
| ۳۴۰ | ..... ۹-۳-۱ الگوریتم مرتبه ی اول                          |
| ۳۴۲ | ..... ۹-۳-۲ یک الگوریتم حرکت پیشرو به صورت زنجیره ای ساده |
| ۳۴۴ | ..... ۹-۳-۳ زنجیره پیشرو درآمد                            |
| ۳۴۴ | ..... ۹-۳-۴ تطبیق قواعد با حقیق شخص شده                   |
| ۳۴۶ | ..... ۹-۳-۵ حرکت پیشرو به صورت زنجیره ای افزایشی          |
| ۳۴۸ | ..... ۹-۳-۶ حقایق نامرتبط                                 |
| ۳۴۹ | ..... ۹-۴ حرکت عقبگرد به صورت زنجیره ای (زنجیره ی عقب رو) |
| ۳۴۹ | ..... ۹-۴-۱ یک الگوریتم حرکت عقبگرد به صورت زنجیره ای     |
| ۳۵۱ | ..... ۹-۴-۲ برنامه نویسی منطقی                            |
| ۳۵۳ | ..... ۹-۴-۳ پیاده سازی کارآمد برنامه‌های منطقی            |
| ۳۵۵ | ..... ۹-۴-۴ استنتاج تکراری و حلقه‌های نامتناهی            |
| ۳۵۷ | ..... ۹-۴-۵ برنامه نویسی منطقی محدود                      |
| ۳۵۸ | ..... ۹-۵ رزولوشن                                         |
| ۳۵۸ | ..... ۹-۵-۱ فرم نرمال عطفی برای منطق مرتبه اول            |
| ۳۶۰ | ..... ۹-۵-۲ قاعده استنتاجی رزولوشن                        |
| ۳۶۱ | ..... ۹-۵-۳ اثبات‌های نمونه                               |
| ۳۶۴ | ..... ۹-۵-۴ کامل بودن رزولوشن                             |
| ۳۶۷ | ..... ۹-۵-۵ مواجهه با تساوی‌ها                            |
| ۳۶۸ | ..... ۹-۵-۶ استراتژی‌های رزولوشن                          |
| ۳۶۸ | ..... تقدم واحد (Unit Preference)                         |
| ۳۶۹ | ..... مجموعه پشتیبان (Set of Support)                     |
| ۳۶۹ | ..... رزولوشن ورودی (Input Resolution)                    |
| ۳۷۰ | ..... شمول                                                |
| ۳۷۰ | ..... ۹-۵-۷ اثبات کننده‌های قضیه                          |
| ۳۷۰ | ..... طراحی یک اثبات کننده قضیه                           |

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۳۷۱ | ..... بسط پروتوگ                           |
| ۳۷۲ | ..... اثبات کننده‌های قضیه به عنوان دستیار |
| ۳۷۳ | ..... کاربردهای عملی اثبات کننده‌های قضیه  |
| ۳۷۴ | ..... ۶-۹ خلاصه                            |
| ۳۷۵ | ..... ۷-۹ تمرین‌ها                         |
| ۳۸۰ | ..... تست‌های طبقه بندی شده فصل نهم        |
| ۳۸۳ | ..... پاسخنامه تشریحی تست‌های فصل نهم      |
| ۳۸۶ | ..... تست‌های تألیفی فصل نهم               |
| ۳۸۸ | ..... پاسخ تست‌های تألیفی فصل نهم          |

## فصل دهم - بازمیانی دانش

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۳۸۹ | ..... ۱-۱۰ مهندسی هستان شناسی                           |
| ۳۹۱ | ..... ۲-۱۰ دسته‌ها - سیما                               |
| ۳۹۳ | ..... ۱-۲-۱۰ ترکیب فیزیکی                               |
| ۳۹۵ | ..... ۲-۲-۱۰ اندازه گیری‌ها                             |
| ۳۹۶ | ..... ۳-۲-۱۰ ماهیت‌ها و                                 |
| ۳۹۷ | ..... ۳-۱۰ کنش‌ها، موقعیت‌ها و رخدادها                  |
| ۳۹۷ | ..... ۱-۳-۱۰ هستان شناسی حسب وضع                        |
| ۳۹۹ | ..... ۲-۳-۱۰ توصیف کنش‌ها در حساب موقعیتی               |
| ۴۰۱ | ..... ۳-۳-۱۰ حل مسئله بازنمایی قاب                      |
| ۴۰۳ | ..... ۴-۳-۱۰ حل مسئله استنتاجی قاب                      |
| ۴۰۴ | ..... ۵-۳-۱۰ حساب زمان و رخداد                          |
| ۴۰۵ | ..... ۶-۳-۱۰ رخدادهای تعمیم یافته                       |
| ۴۰۷ | ..... ۷-۳-۱۰ فرآیندها                                   |
| ۴۰۸ | ..... ۸-۳-۱۰ بازه‌های زمانی                             |
| ۴۱۰ | ..... ۹-۳-۱۰ شناورها و اشیاء                            |
| ۴۱۱ | ..... ۴-۱۰ رخدادهای ذهنی و اشیای ذهنی                   |
| ۴۱۲ | ..... ۱-۴-۱۰ یک تئوری رسمی عقاید                        |
| ۴۱۴ | ..... ۲-۴-۱۰ دانش و اعتقاد                              |
| ۴۱۵ | ..... ۳-۴-۱۰ دانش، زمان و کنش                           |
| ۴۱۵ | ..... ۵-۱۰ جهان خرید اینترنتی                           |
| ۴۱۹ | ..... ۱-۵-۱۰ مقایسه پیشنهادها                           |
| ۴۲۱ | ..... ۶-۱۰ سیستم‌های استدلال برای دسته‌ها               |
| ۴۲۱ | ..... ۱-۶-۱۰ شبکه‌های معنایی                            |
| ۴۲۵ | ..... ۲-۶-۱۰ منطق‌های توصیفی                            |
| ۴۲۶ | ..... ۷-۱۰ استدلال با اطلاعات پیش فرض                   |
| ۴۲۶ | ..... ۱-۷-۱۰ جهان‌های باز و بسته                        |
| ۴۲۹ | ..... ۲-۷-۱۰ نقیض به عنوان شکست و مدل‌های معنایی پایدار |
| ۴۳۰ | ..... ۳-۷-۱۰ انحصار و منطق پیش فرض                      |

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| ۴۳۲ | ۸-۱۰ سیستم‌های نگهداری درستی |
| ۴۳۴ | ۹-۱۰ خلاصه                   |
| ۴۳۶ | ۱۰-۱۰ تمرین‌ها               |
| ۴۳۹ | تست‌های طبقه بندی فصل دهم    |
| ۴۳۹ | پاسخ تشریحی تست‌های فصل دهم  |
| ۴۴۰ | تست تألیفی فصل دهم           |
| ۴۴۰ | پاسخ تست تألیفی فصل دهم      |

## فصل یازدهم - طرح ریزی (برنامه ریزی) ..... ۴۴۱

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۴۴۱ | ۱-۱۱ مسائل طرح ریزی                              |
| ۴۴۳ | ۱-۱۱-۱ زبان نمایش مسائل طرح ریزی                 |
| ۴۴۵ | ۱-۱۱-۲ گویایی و گسترش پذیری                      |
| ۴۴۶ | ۱-۱۱-۳ مثال: سیستم حمل و نقل هوایی               |
| ۴۴۷ | ۱-۱۱-۴ مثال: مسئله لاستیک یدکی                   |
| ۴۴۸ | ۱-۱۱-۵ مثال: جهان بلاک‌ها (جعبه‌ها)              |
| ۴۴۹ | ۲-۱۱ طرح ریزی با جستجوی فضای حالت                |
| ۴۵۰ | ۱-۲-۱۱ جستجوی فضای حالت پیشرو                    |
| ۴۵۱ | ۲-۲-۱۱ جستجوی فضای حالت عقب‌گرد                  |
| ۴۵۲ | ۳-۲-۱۱ ابتکارها برای جستجوی فضای حالت            |
| ۴۵۴ | ۳-۱۱ طرح ریزی با ترتیب برشی (Pop)                |
| ۴۵۸ | ۱-۳-۱۱ مثالی از طرح نیمه ترتیبی                  |
| ۴۶۱ | ۲-۳-۱۱ طرح ریزی ترتیب جزئی با متغیرهای غیر محدود |
| ۴۶۲ | ۳-۳-۱۱ ابتکارها در طرح‌های نیمه ترتیبی           |
| ۴۶۲ | ۴-۱۱ گراف‌های طرح ریزی                           |
| ۴۶۵ | ۱-۴-۱۱ گراف‌های طرح ریزی در تخمین‌های ابتکاری    |
| ۴۶۶ | ۲-۴-۱۱ الگوریتم GRAPHPLAN                        |
| ۴۶۹ | ۳-۴-۱۱ پایان الگوریتم GRAPHPLAN                  |
| ۴۷۰ | ۵-۱۱ طرح ریزی با منطق گزاره‌ای                   |
| ۴۷۰ | ۱-۵-۱۱ توصیف مسائل طرح ریزی در منطق گزاره‌ای     |
| ۴۷۳ | ۲-۵-۱۱ پیچیدگی کد گذاری گزاره‌ای                 |
| ۴۷۵ | ۶-۱۱ تحلیلی بر روش‌های مختلف طرح ریزی            |
| ۴۷۷ | ۷-۱۱ خلاصه                                       |
| ۴۷۷ | ۸-۱۱ تمرین‌ها                                    |
| ۴۸۲ | سوالات طبقه بندی شده فصل یازدهم                  |
| ۴۸۴ | پاسخنامه تشریحی تست‌های فصل یازدهم               |
| ۴۸۵ | تست‌های تألیفی فصل یازدهم                        |
| ۴۸۶ | پاسخ تست‌های تألیفی فصل یازدهم                   |

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ۴۸۷ | ۱-۱۲ عمل کردن تحت عدم قطعیت                         |
| ۴۸۸ | ۱-۱-۱۲ مدیریت دانش غیر قطعی                         |
| ۴۹۰ | ۲-۱-۱۲ عدم قطعیت و تصمیمات عقلایی                   |
| ۴۹۱ | ۳-۱-۱۲ طراحی یک عامل مبتنی بر نظریه تصمیم گیری      |
| ۴۹۱ | ۲-۱۲ نمادهای اصلی احتمالات                          |
| ۴۹۲ | ۲-۱-۱۲ گزاره‌ها                                     |
| ۴۹۲ | ۲-۲-۱۲ رخداد‌های اتمیک                              |
| ۴۹۳ | ۳-۲-۱۲ احتمال مقدم                                  |
| ۴۹۵ | ۴-۲-۱۲ احتمال شرطی                                  |
| ۴۹۶ | ۳-۱۲ اصول موضوعه احتمال                             |
| ۴۹۶ | ۳-۱۲ استفاده از اصول موضوعه احتمال                  |
| ۴۹۷ | ۴-۱۲ استنتاج با استفاده از قوانین توزیع اشتراک کامل |
| ۴۹۹ | ۵-۱۲ استقلال                                        |
| ۵۰۱ | ۶-۱۲ قانون بیز و استفاده بیش                        |
| ۵۰۲ | ۱-۶-۱۲ اعمال قانون بیز و استفاده                    |
| ۵۰۳ | ۲-۶-۱۲ استفاده از قانون بیز ترکیب شده               |
| ۵۰۵ | ۷-۱۲ نگاهی دوباره به جهان و مپو                     |
| ۵۰۸ | ۸-۱۲ خلاصه                                          |
| ۵۰۹ | ۹-۱۲ تمرین‌ها                                       |
| ۵۱۰ | تست‌های طبقه بندی شده فصل دوازدهم                   |
| ۵۱۱ | پاسخ تشریحی تست‌های فصل دوازدهم                     |
| ۵۱۲ | تست تألیفی فصل دوازدهم                              |
| ۵۱۲ | پاسخ تست تألیفی فصل دوازدهم                         |