

به نام خدا



# رویکردی نوین به هوش مصنوعی

(همراه با توضیحات و یادداشتهای  
مترجم و حل مسائل برگزیده)

نویسندگان:

استوارت راسل، پیترو نوروک

ترجمه و تالیف:

سیدعباس باقری یزدی



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## ◀ عنوان کتاب: **رویکردی نوین به هوش مصنوعی**

**(همراه با توضیحات و یادداشتهای مترجم و حل مسائل برگزیده)**

◀ مولفان: استورات راسل، پیتر نورویگ

◀ ترجمه و تالیف: سید عباس باقری یزدی

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۹

◀ چاپ و صحافی: درج عقیق

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۳۸۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۳۵۴-۷

◀ نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

◀ فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

**WWW.MFTBOOK.IR**

**www.dibagarantehran.com**

**www.dibbook.ir**

نشانی تلگرام: @mftbook      نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran\_publishing

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید شغلی.

هر گوشه همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتها و اپ دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

سرشناسه: راسل، استورات ج، ۱۹۶۲-م. Russell, Stuart J.  
عنوان و نام پدیدآور: رویکردی نوین به هوش مصنوعی  
(همراه با توضیحات و یادداشتهای مترجم و حل مسائل  
برگزیده)/نویسندگان: استورات راسل - پیتر نورویگ؛  
ترجمه و تالیف: سید عباس باقری یزدی؛  
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۳۹۹  
مشخصات ظاهری: ۶۴۷ص:مصور، جدول، نمودار.  
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۳۵۴-۷  
وضعیت فهرست نویسی: فیبا  
یادداشت: عنوان اصلی: Artificial intelligence: a  
modern approach, 2 nd ed, 2003.  
موضوع: هوش مصنوعی Artificial intelligence  
شناسه افزوده: نورویگ، پیتر، ۱۹۵۶-م.  
موضوع: Norvig, peter  
شناسه افزوده: باقری یزدی، سیدعباس، ۱۳۶۰-مترجم.  
رده بندی کنگره: Q ۳۳۵  
رده بندی دیویی: ۰۰۶/۳  
شماره کتابشناسی ملی: ۷۳۱۲۸۸۳

## فهرست مطالب

- ۱ مقدمه ای بر هوش مصنوعی ..... ۱
- ۱-۱ هوش مصنوعی چیست؟ ..... ۲
- ۲-۱ ریشه های هوش مصنوعی ..... ۷
- ۳-۱ تاریخچه هوش مصنوعی ..... ۱۶
- ۴-۱ آخرین فناوری ها در زمینه هوش مصنوعی ..... ۲۷
- ۵-۱ خلاصه ..... ۲۹
- تمرینات ..... ۳۱
- توضیحات و یادداشت های مترجم ..... ۳۴
- حل تمرینات برگزیده فصل اول ..... ۴۱
- واژه نامه فصل اول ..... ۴۳
- ۲ عامل های هوشمند ..... ۴۵
- ۱-۲ عاملها و محیطها ..... ۴۶
- ۲-۲ رفتار موفق: کلید عقلانیت ..... ۴۸
- ۳-۲ ماهیت محیطهای کاری ..... ۵۴
- ۴-۲ ساختار عاملها ..... ۶۳
- ۵-۲ خلاصه ..... ۷۶
- تمرینات ..... ۷۷
- توضیحات و یادداشت های مترجم ..... ۸۱
- حل تمرینات برگزیده فصل دوم ..... ۱۰۵
- واژه نامه فصل دوم ..... ۱۰۹
- ۳ حل مسئله از طریق جستجو ..... ۱۱۱
- ۱-۳ عامل هایی برای حل مسئله ..... ۱۱۲
- ۲-۳ چند مسئله نمونه ..... ۱۱۸
- ۳-۳ جستجو برای یافتن پاسخ ..... ۱۲۵
- ۴-۳ روش های جستجوی ناآگاهانه ..... ۱۳۱
- ۵-۳ اجتناب از حالت های تکراری ..... ۱۴۳

- ۳-۶ جستجو با اطلاعات ناقص ..... ۱۴۶
- ۳-۷ خلاصه ..... ۱۵۱
- تمرینات ..... ۱۵۳
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۱۶۰
- پاسخ به تمرینات برگزیده فصل سوم ..... ۱۷۸
- واژه نامه فصل سوم ..... ۱۸۳
- ۴ جستجو و کاوش آگاهانه ..... ۱۸۵**
- ۴-۱ استراتژی های جستجوی آگاهانه (هیوریستیک) ..... ۱۸۵
- ۴-۲ توابع هیوریستیک ..... ۱۹۹
- ۴-۳ الگوریتم های جستجوی محلی و مسئله های بهینه سازی ..... ۲۰۷
- ۴-۴ جستجوی محلی در فضای پیوسته ..... ۲۱۹
- ۴-۵ جستجوی آنلاین در محیط های ناشناخته ..... ۲۲۲
- ۴-۶ خلاصه ..... ۲۳۱
- تمرینات ..... ۲۳۳
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۲۳۷
- پاسخ به تمرینات برگزیده فصل چهارم ..... ۲۵۸
- واژه نامه فصل چهارم ..... ۲۶۲
- ۵ مسئله های ارضای محدودیت ..... ۲۶۵**
- ۵-۱ مسئله های ارضای محدودیت ..... ۲۶۶
- ۵-۲ حل مسئله های ارضای محدودیت با استفاده از جستجوی عقبگرد ..... ۲۷۱
- ۵-۳ مسئله های ارضای محدودیت و روشهای جستجوی محلی ..... ۲۸۳
- ۵-۴ ساختار مسئله ..... ۲۸۵
- ۵-۵ خلاصه ..... ۲۹۰
- تمرینات ..... ۲۹۱
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۲۹۵
- حل تمرینات برگزیده فصل پنجم ..... ۳۰۲
- واژه نامه فصل پنجم ..... ۳۰۴
- ۶ جستجوی خصمانه ..... ۳۰۷**
- ۶-۱ بازیها ..... ۳۰۷

- ۲-۶ تصمیم‌گیری بهینه در انجام بازیها..... ۳۰۹
- ۳-۶ هرس آلفا-بتا ..... ۳۱۵
- ۴-۶ تصمیم‌گیری بلادرنگ اما غیر بهینه ..... ۳۱۹
- ۵-۶ بازی‌های مشتمل بر شانس ..... ۳۲۶
- ۶-۶ آخرین فناوری‌ها در حوزه بازی‌ها ..... ۳۳۰
- ۷-۶ بحث و بررسی ..... ۳۳۴
- ۸-۶ خلاصه ..... ۳۳۶
- تمرینات ..... ۳۳۷
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۳۴۳
- پاسخ به تمرینات برگزیده فصل ششم ..... ۳۵۰
- واژه‌نامه فصل ششم ..... ۳۵۴
- ۷ عاملهای منطقی ..... ۳۵۷**
- ۱-۷ عامل‌های مبتنی بر دانش ..... ۳۵۹
- ۲-۷ دنیای ومپوز ..... ۳۶۱
- ۳-۷ منطق ..... ۳۶۶
- ۴-۷ منطق گزاره‌ای: یک منطق بسیار ساده ..... ۳۷۱
- ۵-۷ الگوهای استدلال در منطق گزارهای ..... ۳۸۱
- ۶-۷ الگوریتم‌های کارآمد استنتاج در منطق گزارهای ..... ۳۹۴
- ۷-۷ طراحی عامل دنیای ومپوز بر اساس منطق گزارهای ..... ۴۰۱
- ۸-۷ خلاصه ..... ۴۱۱
- تمرینات ..... ۴۱۳
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۴۱۷
- حل تمرینات برگزیده فصل هفتم ..... ۴۳۵
- واژه‌نامه فصل هفتم ..... ۴۴۰
- ۸ منطق مرتبه اول ..... ۴۴۳**
- ۱-۸ نگاهی دیگر بار بر مسئله بازنمایی ..... ۴۴۳
- ۲-۸ جمله‌شناسی و معناشناسی منطق مرتبه اول ..... ۴۴۸
- ۳-۸ استفاده از منطق مرتبه اول ..... ۴۵۹
- ۴-۸ مهندسی دانش در منطق مرتبه اول ..... ۴۷۰

- ۸-۵ خلاصه ..... ۴۷۸
- تمرینات ..... ۴۷۹
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۴۸۴
- حل تمرینات برگزیده فصل هشتم ..... ۴۸۸
- واژه نامه فصل هشتم ..... ۴۹۱
  
- **۹ استنتاج در منطق مرتبه اول ..... ۴۹۳**
- ۹-۱ استنتاج گزارهای در برابر استنتاج مرتبه اول ..... ۴۹۴
- ۹-۲ یکسان سازی و ارتقا ..... ۴۹۷
- ۹-۳ الگوریتم زنجیرهای پیشرو ..... ۵۰۳
- ۹-۴ استنتاج زنجیرهای پسرو ..... ۵۱۳
- ۹-۵ تحلیل ..... ۵۲۴
- ۹-۶ خلاصه ..... ۵۴۳
- تمرینات ..... ۵۴۴
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۵۵۰
- پاسخ به تمرینات برگزیده فصل نهم ..... ۵۶۰
- واژه نامه فصل نهم ..... ۵۶۳
  
- **۱۰ برنامه ریزی ..... ۵۶۵**
- ۱۰-۱ مسئله های برنامه ریزی ..... ۵۶۶
- ۱۰-۲ برنامه ریزی با استفاده از جستجو در فضای حالت ..... ۵۷۶
- ۱۰-۳ برنامه ریزی نیمه مرتب ..... ۵۸۲
- ۱۰-۴ گراف برنامه ریزی ..... ۵۹۳
- ۱۰-۵ برنامه ریزی با استفاده از منطق گزارهای ..... ۶۰۴
- ۱۰-۶ تحلیل رهیافت های مختلف به مسئله برنامه ریزی ..... ۶۱۱
- ۱۰-۷ خلاصه ..... ۶۱۳
- تمرینات ..... ۶۱۴
- توضیحات و یادداشتهای مترجم ..... ۶۲۱
- پاسخ به تمرینات برگزیده فصل دهم ..... ۶۳۱
- واژه نامه فصل دهم ..... ۶۳۵

## مقدمه

"العلم سلطان. من وجدته صال به و من لم يجدته صيل عليه"<sup>۱</sup> امام علی (ع)<sup>۱</sup>  
علم مایه اقتدار است. هر کس به آن دست پیدا کند، غلبه می‌یابد و هر کس به آن نرسد، مغلوب دیگران خواهد شد.

هوش مصنوعی نام یکی از گرایش‌های رشته مهندسی کامپیوتر در مقطع تحصیلات تکمیلی و نیز نام یکی از دروس رشته مهندسی کامپیوتر در مقطع کارشناسی است. پیشرفت‌های اخیر هوش مصنوعی و پررنگ شدن نقش آن در زندگی روزمره بشر و اهمیت روز افزون این شاخه از دانش بشری، لزوم سرمایه‌گذاری بیشتر بر روی آن را به همه دست‌اندرکاران آموزش، پژوهش و فناوری کشور گوشزد می‌کند. بدون شک یکی از بهترین روش‌های انجام این سرمایه‌گذاری، آموزش خوب مفاهیم این رشته به دانشجویان دانشگاه‌ها و یکی از مؤثرترین روش‌های انجام این کار، تأمین کتاب‌های درسی مناسب و متون دانشگاهی با کیفیت است.

یکی از معتبرترین و محبوب‌ترین مراجع دانشگاهی این درس، کتاب رویکردی نوین به هوش مصنوعی<sup>۲</sup> است که توسط دو تن از دانشمندان این رشته به نام‌های استورات راسل (از دانشگاه برکلی) و پیتر نورویگ (از شرکت گوگل) نوشته شده و در بیش از هزار دانشگاه از بیش از صد کشور جهان تدریس می‌شود و در ایران هم از سوی وزارت علوم به عنوان مرجع اول این درس معرفی شده است. هر چند که در ایران ترجمه‌های متعددی از این کتاب با کیفیت‌های متفاوت ارائه شده. اما متن سنگین کتاب اصلی و موجز بودن بیش از اندازه آن در برخی از موارد و نیز کیفیت پایین برخی از ترجمه‌های ارائه شده،

<sup>۱</sup> شرح نهج البلاغه، ابن ابی الحدید، ج ۲۰

<sup>۲</sup> Artificial Intelligence, A Modern Approach

مطالعه آن را برای دانشجویان این درس دشوار نموده و حتی برخی از مدرسان این درس را با ابهاماتی مواجه کرده است.

به همین دلیل تصمیم گرفتم که ضمن ارائه یک ترجمه درست و روان از متن اصلی این کتاب، و با الهام از سنت حاشیه نگاری و شرح نویسی بر کتب مهم علمی که در گذشته این سرزمین به شدت رایج بوده است<sup>۱</sup>، بیش از دویست و پنجاه (۲۵۰) نقطه دشوار از متن کتاب را شناسایی نموده و در انتهای هر فصل به توضیح آن‌ها بپردازم تا ابهامات موجود در این متن ارزشمند برای دانشجویان و مدرسان آن برطرف گردد. همچنین پنج مسئله برگزیده از هر فصل را انتخاب نموده و آن‌ها را با جزئیات کامل در انتهای هر فصل حل کرده‌ام تا مورد استفاده علاقه‌مندان واقع شود. همچنین مطالب فصل اول این کتاب (که از جمله مشکل‌ترین و فشرده‌ترین مباحث آن می‌باشد)، به صورت کامل خلاصه و از نو یاز نویسی شده است تا از پیچیدگی‌های غیر ضروری آن بکاهد و مطالعه آن را برای خوانندگان ناآشنا به هوش مصنوعی آسان‌تر کند. بدین ترتیب در حدود یک سوم از حجم کل کتاب به توضیحات و یادداشت‌های مترجم و حل مسائل مربوطه اختصاص پیدا کرده است. این روش تا جایی که مطلع هستم، در ترجمه‌های دیگر این کتاب و (به احتمال زیاد در دیگر کتاب‌های درسی معروف رشته کامپیوتر) مشابه دیگری ندارد و ابتکاری است که برای اولین بار در این حوزه رقم خورده است. با این حال، قطعاً این ترجمه و توضیحات پیوست آن را عاری از خطا و اشتباه نمی‌دانم و ضمن تشکر صمیمانه از همه متخصصان و اساتید محترم، از آنان می‌خواهم که تذکرات و پیشنهادات ارزشمند خود را در خصوص مطالب این کتاب از طریق صندوق پستی [sa.bagheri@iju.ir](mailto:sa.bagheri@iju.ir) به اینجانب گوشزد کنند.

متن اصلی این کتاب از حدود ۲۷ فصل تشکیل شده است که تنها در حدود ۱۰ فصل آن در مقطع کارشناسی تدریس می‌شود. به همین دلیل بیشتر مترجمان این کتاب در حدود ۱۰ فصل از آن را ترجمه کرده‌اند که عمده سرفصل وزارت علوم را پوشش می‌دهد. همچنین تاکنون چهار ویرایش از کتاب اصلی منتشر شده است که در زمان نوشتن این مقدمه، تنها زمان کوتاهی از انتشار ویرایش چهارم آن (ویرایش ۲۰۲۰) گذشته است. به همین دلیل ترجمه‌های موجود در بازار نیز اکثراً از روی ویرایش دوم و یا سوم این کتاب منتشر شده‌اند. این ترجمه نیز از روی ویرایش دوم این کتاب انجام شده و البته در برخی از موارد (مثلاً در نگارش فصل اول و یا در توضیحات مترجم) از مطالب ویرایش سوم هم استفاده نموده است. با این حال امیدوارم که ارزش افزوده‌ای که به دلیل توضیحات و یادداشت‌های مترجم به این کتاب اضافه شده است، این نقص را تا حدودی جبران نموده و رضایت خواننده محترم را تأمین کند.

---

<sup>۱</sup> به عنوان مثال می‌توان به شرح خواجه نصیر الدین طوسی بر کتاب *اشارات بوعلی سینا*، شرح صدرالمتألهین شیرازی بر کتاب *الهیات شغای بوعلی*، و یا به شرح استاد شهید مطهری بر کتاب *اصول فلسفه و روش رئالیسم* علامه طباطبایی اشاره نمود.



این کتاب حاصل تجربه چندین ساله اینجانب در دانشگاه‌های مختلف است. در اینجا مایلم که از مسئولان محترم دانشگاه و از همه دانشجویانی که با شرکت در کلاس‌های درسی اینجانب به صورت غیر مستقیم به ترجمه و تألیف این کتاب کمک کرده‌اند (و به ویژه دانشجوی عزیز محمد خالقی)، و همچنین از انتشارات محترم دیباگران که زحمت نشر این کتاب را بر عهده گرفته‌اند، تشکر و قدردانی کنم. همچنین از همسر مهربان و دلسوزم که در همه این ایام یار و یاور من بوده تشکر و قدردانی می‌کنم و این کار ناقابل را با کمال افتخار به همه شهدای عزیز این سرزمین که آرامش، امنیت و اقتدار ایران عزیز را مدیون

آنان می‌دانم و به ویژه به قهرمان زندگی‌ام، سردار دل‌ها **شهید حاج قاسم سلیمانی** تقدیم می‌کنم.

سید عباس باقری یزدی

شهریور ۱۳۹۹

# نظمی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌های است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد. هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس سیدعباس باقری یزدی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

## کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نمایم با مراجعه به آدرس [dibagaran.mft.info](mailto:dibagaran.mft.info) (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران  
[bookmarket@mft.info](mailto:bookmarket@mft.info)