

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# مقدمه‌ای بر نظریه‌ی زبان‌ها و ماشین‌ها

مؤلف: پیتر لینز  
مترجم: کاظم زرین

۱۳۸۷

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : لینز، پتر Linz, Peter                                                           |
| عنوان و نام پدیدآور | : مقدمه‌ای بر نظریه‌ی زبان‌ها و ماشین‌ها / مولف پتر لینز، مترجم کاظم زرین.        |
| مشخصات نشر          | : تهران: کلک زرین، ۱۳۸۷.                                                          |
| مشخصات ظاهری        | : ۳۴۴ ص. : مصور، جدول.                                                            |
| شابک                | : 978-600-90017-8-1                                                               |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیا                                                                             |
| یادداشت             | : عنوان اصلی:<br>An introduction to formal languages and automata, 4th ed, c2006. |
| یادداشت             | : کتاب حاضر در سال‌های مختلف توسط ناشرین و مترجمین متفاوت منتشر شده است.          |
| موضوع               | : زبان‌های صوری                                                                   |
| موضوع               | : نظریه ماشین                                                                     |
| شناسه افزوده        | : زرین، کاظم، ۱۳۵۲- مترجم                                                         |
| رده‌بندی کنگره      | : ۲/۲۶۷۰۴ / م۹، ۱۳۸۷ ب                                                            |
| رده‌بندی دیویی      | : ۱۳۷/۰۰۵                                                                         |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۷۱۴۶-۵۱                                                                         |

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| عنوان کتاب        | : مقدمه‌ای بر نظریه‌ی زبان‌ها و ماشین‌ها |
| ناشر              | : انتشارات کلک زرین                      |
| تایپ و صفحه‌آرایی | : محمدحسن احمدی                          |
| طراحی جلد         | : لیلا حائری مهریزی                      |
| لیتوگرافی         | : ستایش                                  |
| نوبت چاپ          | : اول - ۱۳۸۷                             |
| تیراژ             | : ۱۱۰۰ نسخه                              |
| قیمت              | : ۵۵۰۰ تومان                             |
| شابک              | : 978-600-90017-8-1                      |

مرکز پخش: خیابان وحید نظری مابین فخر رازی و دانشگاه، پلاک ۱۲۷، ساختمان سادات، واحد ۴  
تلفن: ۶۶۹۵۵۳۷۴ همراه: ۰۹۱۲۴۳۴۴۲۷۴۱

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به پخش کتاب دشتی می‌باشد.

## فهرست مطالب

### فصل ۱ مقدمه‌ای بر نظریه محاسبات

|    |                                 |
|----|---------------------------------|
| ۱۱ | ۱-۱ مقدمات ریاضی و یادآوری..... |
| ۱۱ | مجموعه‌ها.....                  |
| ۱۲ | حاصلضرب دکارتی.....             |
| ۱۳ | توابع و روابط.....              |
| ۱۵ | گراف‌ها و درخت‌ها.....          |
| ۱۶ | تکنیک‌های اثبات.....            |
| ۱۹ | تمرین‌های بخش (۱-۱).....        |
| ۲۲ | ۱-۲ سه مفهوم اساسی.....         |
| ۲۲ | زبان‌ها.....                    |
| ۲۵ | گرامرها.....                    |
| ۳۱ | ماشین‌ها.....                   |
| ۳۲ | تمرین‌های بخش (۲-۱).....        |
| ۳۴ | ۲-۱ برخی کاربردها.....          |
| ۳۸ | تمرین‌های بخش (۲-۱).....        |

### فصل ۲ ماشین‌های متناهی

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| ۴۱ | ۱-۲ پذیرنده‌های متناهی قطعی.....                      |
| ۴۱ | پذیرنده‌های قطعی و گراف‌های انتقال.....               |
| ۴۴ | زبان‌ها و پذیرنده‌های متناهی قطعی.....                |
| ۴۸ | زبان‌های منظم.....                                    |
| ۴۹ | تمرین‌های بخش (۱-۲).....                              |
| ۵۲ | ۲-۲ پذیرنده‌های متناهی غیرقطعی.....                   |
| ۵۲ | تعریف یک پذیرنده‌ی غیرقطعی.....                       |
| ۵۶ | چرا عدم قطعیت؟.....                                   |
| ۵۷ | تمرین‌های بخش (۲-۲).....                              |
| ۵۹ | ۳-۲ معادل بودن پذیرنده‌های متناهی قطعی و غیرقطعی..... |
| ۶۳ | تمرین‌های بخش (۳-۲).....                              |
| ۶۵ | ۴-۲ کاهش تعداد وضعیت‌ها در ماشین‌های متناهی.....      |
| ۶۹ | تمرین‌های بخش (۴-۲).....                              |

### فصل ۳ زبان‌های منظم و گرامرهای منظم

|    |                         |
|----|-------------------------|
| ۷۱ | ۱-۳ عبارت‌های منظم..... |
|----|-------------------------|

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| ۷۱ | تعریف رسمی یک عبارت منظم                         |
| ۷۲ | زبان‌های مرتبط با عبارت‌های منظم                 |
| ۷۴ | تمرین‌های بخش (۱-۳)                              |
| ۷۷ | ۲-۳ ارتباط بین عبارت‌های منظم و زبان‌های منظم    |
| ۷۷ | عبارت‌های منظم بر زبان‌های منظم دلالت دارند      |
| ۷۹ | عبارت‌های منظم برای زبان‌های منظم                |
| ۸۴ | عبارت‌های منظم برای توصیف الگوهای ساده           |
| ۸۵ | تمرین‌های بخش (۲-۳)                              |
| ۸۷ | ۳-۳ گرامرهای منظم                                |
| ۸۸ | گرامرهای خطی راست و خطی چپ                       |
| ۸۹ | گرامرهای خطی راست زبان‌های منظم را تولید می‌کنند |
| ۹۱ | گرامرهای خطی راست برای زبان‌های منظم             |
| ۹۳ | هم‌ارزی بین زبان‌های منظم و گرامرهای منظم        |
| ۹۵ | تمرین‌های بخش (۳-۳)                              |

#### فصل ۴ خواص زبان‌های منظم

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۹۸  | ۱-۴ خواص بستاری زبان‌های منظم              |
| ۹۸  | بستار تحت عملیات ساده روی مجموعه           |
| ۱۰۰ | بستار تحت سایر عملیات                      |
| ۱۰۵ | تمرین‌های بخش (۱-۴)                        |
| ۱۰۸ | ۲-۴ سئوالات مقدماتی درباره‌ی زبان‌های منظم |
| ۱۰۹ | تمرین‌های بخش (۲-۴)                        |
| ۱۱۰ | ۳-۴ تشخیص زبان‌های نامنظم                  |
| ۱۱۰ | استفاده از اصل لانه کبوتر                  |
| ۱۱۱ | یک لم تزریق                                |
| ۱۱۷ | تمرین‌های بخش (۳-۴)                        |

#### فصل ۵ زبان‌های مستقل از متن

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۱۲۲ | ۱-۵ گرامرهای مستقل از متن                     |
| ۱۲۲ | مثال‌هایی از زبان‌های مستقل از متن            |
| ۱۲۴ | سمت چپ‌ترین و سمت راست‌ترین اشتقاق‌ها         |
| ۱۲۵ | درخت‌های اشتقاق                               |
| ۱۲۷ | ارتباط میان شکل‌های جمله‌ای و درخت‌های اشتقاق |
| ۱۲۸ | تمرین‌های بخش (۱-۵)                           |
| ۱۳۱ | ۲-۵ تجزیه و گنگی                              |

|          |                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|
| ۱۳۱..... | تجزیه و عضویت.....                                     |
| ۱۳۵..... | کنگی در گرامرها و زبان‌ها.....                         |
| ۱۳۹..... | تمرین‌های بخش (۲-۵).....                               |
| ۱۴۰..... | ۲-۵ گرامرهای مستقل از متن و زبان‌های برنامه‌نویسی..... |
| ۱۴۱..... | تمرین‌های بخش (۳-۵).....                               |

## فصل ۶ ساده‌سازی گرامرهای مستقل از متن و شکل‌های نرمال

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| ۱۴۴..... | ۱-۶ روش‌های تبدیل گرامرها.....                        |
| ۱۴۴..... | یک قانون جایگزینی سودمند.....                         |
| ۱۴۶..... | حذف قوانین بی‌فایده.....                              |
| ۱۴۹..... | حذف قوانین $\lambda$ .....                            |
| ۱۵۱..... | حذف قوانین یک‌ه یا واحد.....                          |
| ۱۵۴..... | تمرین‌های بخش (۱-۶).....                              |
| ۱۵۷..... | ۲-۶ دو شکل نرمال مهم.....                             |
| ۱۵۷..... | شکل نرمال جامسکی.....                                 |
| ۱۶۰..... | شکل نرمال گریباخ.....                                 |
| ۱۶۱..... | تمرین‌های بخش (۲-۶).....                              |
| ۱۶۳..... | ۳-۶ یک الگوریتم عضویت برای گرامرهای مستقل از متن..... |
| ۱۶۴..... | تمرین‌های بخش (۳-۶).....                              |

## فصل ۷ ماشین‌های پشته‌ای

|          |                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------|
| ۱۶۶..... | ۱-۷ ماشین‌های پشته‌ای غیرقطعی.....                           |
| ۱۶۶..... | تعریف یک ماشین پشته‌ای.....                                  |
| ۱۶۹..... | زبان پذیرفته شده توسط یک ماشین پشته‌ای.....                  |
| ۱۷۱..... | تمرین‌های بخش (۱-۷).....                                     |
| ۱۷۳..... | ۲-۷ ماشین‌های پشته‌ای و زبان‌های مستقل از متن.....           |
| ۱۷۳..... | ماشین پشته‌ای برای زبان‌های مستقل از متن.....                |
| ۱۷۸..... | گرامرهای مستقل از متن برای ماشین‌های پشته‌ای.....            |
| ۱۸۲..... | تمرین‌های بخش (۲-۷).....                                     |
| ۱۸۴..... | ۳-۷ ماشین‌های پشته‌ای قطعی و زبان‌های مستقل از متن قطعی..... |
| ۱۸۷..... | تمرین‌های بخش (۳-۷).....                                     |
| ۱۸۹..... | ۴-۷ گرامرهای مربوط به زبان‌های مستقل از متن قطعی.....        |
| ۱۹۲..... | تمرین‌های بخش (۴-۷).....                                     |

## فصل ۸ خواص زبان‌های مستقل از متن

|     |                                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۳ | ۱-۸ دو لم تزریق.....                                                      |
| ۱۹۳ | یک لم تزریق برای زبان‌های مستقل از متن.....                               |
| ۱۹۷ | یک لم تزریق برای زبان‌های خطی.....                                        |
| ۱۹۹ | تمرین‌های بخش (۸-۱).....                                                  |
| ۲۰۱ | ۲-۸ خواص بستاری و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری برای زبان‌های مستقل از متن..... |
| ۲۰۱ | بستار زبان‌های مستقل از متن.....                                          |
| ۲۰۵ | برخی خواص تصمیم‌پذیر زبان‌های مستقل از متن.....                           |
| ۲۰۷ | تمرین‌های بخش (۸-۲).....                                                  |

## فصل ۹ ماشین‌های تورینگ

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۲۱۰ | ۱-۹ ماشین تورینگ استاندارد.....                         |
| ۲۱۰ | تعریف ماشین تورینگ.....                                 |
| ۲۱۶ | ماشین‌های تورینگ به عنوان پذیرنده‌های زبان.....         |
| ۲۱۹ | ماشین‌های تورینگ به عنوان تراگذر.....                   |
| ۲۲۳ | تمرین‌های بخش (۹-۱).....                                |
| ۲۲۵ | ۲-۹ ترکیب ماشین‌های اورینگ برای انجام وظایف پیچیده..... |
| ۲۲۹ | تمرین‌های بخش (۹-۲).....                                |
| ۲۳۱ | ۳-۹ تر تورینگ.....                                      |
| ۲۳۳ | تمرین‌های بخش (۹-۳).....                                |

## فصل ۱۰ سایر مدل‌های ماشین‌های تورینگ

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۲۳۶ | ۱-۱۰ اختلافات جزئی در موضوع ماشین تورینگ.....      |
| ۲۳۶ | هم‌ارزی کلاس‌های ماشین‌ها.....                     |
| ۲۳۷ | ماشین‌های تورینگ با گزینه‌ی توقف.....              |
| ۲۳۸ | ماشین‌های تورینگ با نوار نیمه‌محدود.....           |
| ۲۴۰ | ماشین تورینگ برون خطی.....                         |
| ۲۴۱ | تمرین‌های بخش (۱۰-۱).....                          |
| ۲۴۲ | ۲-۱۰ ماشین‌های تورینگ با حافظه‌ی بسیار پیچیده..... |
| ۲۴۳ | ماشین‌های تورینگ چندنواره.....                     |
| ۲۴۵ | ماشین‌های تورینگ چند بعدی.....                     |
| ۲۴۶ | تمرین‌های بخش (۱۰-۲).....                          |
| ۲۴۷ | ۳-۱۰ ماشین‌های تورینگ غیرقطعی.....                 |
| ۲۴۹ | تمرین‌های بخش (۱۰-۳).....                          |
| ۲۵۰ | ۴-۱۰ ماشین تورینگ جامع.....                        |

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| ۲۵۴..... | تمرین‌های بخش (۱۰-۴).....       |
| ۲۵۴..... | ۵-۱۰ ماشین‌های کراندار خطی..... |
| ۲۵۶..... | تمرین‌های بخش (۱۰-۵).....       |

## فصل ۱۱ سلسله مراتب زبان‌های صوری و ماشین‌ها

|          |                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------|
| ۲۵۹..... | ۱-۱۱ زبان‌های بازگشتی و بازگشتی شمارش‌پذیر.....         |
| ۲۶۱..... | زبان‌هایی که بازگشتی شمارش‌پذیر نیستند.....             |
| ۲۶۴..... | یک زبان که بازگشتی شمارش‌پذیر است اما بازگشتی نیست..... |
| ۲۶۵..... | تمرین‌های بخش (۱۱-۱).....                               |
| ۲۶۶..... | ۲-۱۱ گرامرهای بدون محدودیت.....                         |
| ۲۷۰..... | تمرین‌های بخش (۱۱-۲).....                               |
| ۲۷۱..... | ۳-۱۱ زبان‌ها و گرامرهای حساس به متن.....                |
| ۲۷۲..... | زبان‌های حساس به متن و ماشین‌های کراندار خطی.....       |
| ۲۷۴..... | ارتباط بین زبان‌های بازگشتی و زبان‌های حساس به متن..... |
| ۲۷۶..... | تمرین‌های بخش (۱۱-۳).....                               |
| ۲۷۶..... | ۴-۱۱ سلسله مراتب چامسکی.....                            |
| ۲۷۸..... | تمرین‌های بخش (۱۱-۴).....                               |

## فصل ۱۲ محدوده‌ی محاسبات الگوریتمی

|          |                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| ۲۷۹..... | ۱-۱۲ مسائلی که توسط ماشین‌های تورینگ قابل حل نیستند.....       |
| ۲۸۰..... | مسئله‌ی توقف در ماشین تورینگ.....                              |
| ۲۸۴..... | ساده کردن (کاهش) یک مسئله‌ی تصمیم‌ناپذیر به مسئله‌ای دیگر..... |
| ۲۸۷..... | تمرین‌های بخش (۱۲-۱).....                                      |
| ۲۸۸..... | ۲-۱۲ مسائل تصمیم‌ناپذیر برای زبان‌های بازگشتی شمارش‌پذیر.....  |
| ۲۹۰..... | تمرین‌های بخش (۱۲-۲).....                                      |
| ۲۹۱..... | ۳-۱۲ مسئله‌ی تناظر Post.....                                   |
| ۲۹۶..... | تمرین‌های بخش (۱۲-۳).....                                      |
| ۲۹۶..... | ۴-۱۲ مسائل تصمیم‌ناپذیر برای زبان‌های مستقل از متن.....        |
| ۲۹۸..... | تمرین‌های بخش (۱۲-۴).....                                      |
| ۲۹۹..... | ۵-۱۲ یک سؤال در مورد کارایی.....                               |
| ۳۰۰..... | تمرین‌های بخش (۱۲-۵).....                                      |

## فصل ۱۳ سایر مدل‌های محاسباتی

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| ۳۰۲..... | ۱-۱۳ توابع بازگشتی.....  |
| ۳۰۲..... | توابع بازگشتی اولیه..... |
| ۳۰۵..... | تابع آکرمان.....         |

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۳۰۷ | تمرین‌های بخش (۱-۱۳).....                   |
| ۳۰۹ | ۲-۱۳ سیستم‌های Post.....                    |
| ۳۱۱ | تمرین‌های بخش (۲-۱۳).....                   |
| ۳۱۲ | ۳-۱۳ سیستم‌های با قابلیت بازنویسی مجدد..... |
| ۳۱۲ | گرامرهای ماتریسی.....                       |
| ۳۱۳ | الگوریتم‌های مارکوف.....                    |
| ۳۱۴ | سیستم‌های L.....                            |
| ۳۱۶ | تمرین‌های بخش (۲-۱۳).....                   |

#### فصل ۱۴ مقدمه‌ای بر پیچیدگی محاسبات

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۳۱۸ | ۱-۱۴ کارایی محاسبات.....                                  |
| ۳۱۹ | تمرین‌های بخش (۱-۱۴).....                                 |
| ۳۱۹ | ۲-۱۴ مدل‌های ماشین تورینگ و پیچیدگی.....                  |
| ۳۲۱ | تمرین‌های بخش (۲-۱۴).....                                 |
| ۳۲۲ | ۳-۱۴ خانواده‌ی زبان‌ها و کلاس‌های پیچیدگی.....            |
| ۳۲۵ | تمرین‌های بخش (۳-۱۴).....                                 |
| ۳۲۵ | ۴-۱۴ کلاس‌های پیچیدگی P و NP.....                         |
| ۳۲۷ | ۵-۱۴ برخی از مسائل NP.....                                |
| ۳۲۹ | تمرین‌های بخش (۵-۱۴).....                                 |
| ۳۳۰ | ۶-۱۴ ساده‌سازی (کاهش) زمان چندجمله‌ای.....                |
| ۳۳۲ | تمرین‌های بخش (۶-۱۴).....                                 |
| ۳۳۲ | ۷-۱۴ NP کامل و یک مسئله‌ی باز.....                        |
| ۳۳۳ | تمرین‌های بخش (۷-۱۴).....                                 |
| ۳۳۵ | پاسخ‌ها راه‌حل‌ها و راهنمایی‌ها برای تمرین‌های منتخب..... |