

۱۵۲.۷۵۱

مجموعه ها  
و

# منطق فازی

*FUZZY SETS  
&  
FUZZY LOGIC*

دکتر محمد حسین صبور

عضو هیات علمی دانشگاه تهران

بهار ۱۳۹۶

|                     |                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | صبور، محمدحسین، ۱۳۴۴ -                                            |
| عنوان و نام پدیدآور | مجموعه‌ها و منطق فازی = fuzzy logic & Fuzzy sets / محمدحسین صبور. |
| مشخصات نشر          | تهران: سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات، ۱۳۹۵.                |
| مشخصات ظاهری        | ۲۲۶ ص.: مصور، جدول.                                               |
| شابک                | ۳-۲۱۷-۱۳۳-۶۰۰-۹۷۸                                                 |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیبا                                                              |
| موضوع               | مجموعه‌های فازی                                                   |
| موضوع               | Fuzzy sets                                                        |
| موضوع               | منطق فازی                                                         |
| موضوع               | Fuzzy logic                                                       |
| شناسه افزوده        | سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات                              |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۵ م ۲ص/ QA ۲۴۸/۵                                               |
| رده بندی دیویی      | ۵۱۱/۳۲۲                                                           |
| شماره کتابخانه ملی  | ۴۲۲۱۲۷۶                                                           |



سازمان تهران  
انتشارات

## مجموعه‌ها و منطق فازی

مولف: محمدحسین صبور

ناشر: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران

ویراستار ادبی: افسانه مرادی

ویراستار علمی: دکتر عقیل یوسفی کما

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رامین

طراح جلد: سعید صحابی

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۴۰/۰۰۰ ریال

نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۶

شابک: ۶-۲۸۷-۱۳۳-۶۰۰-۹۷۸

ISBN: 978-600-۱۳۳-287-6

<http://jahat.ir>

[en.jahat@gmail.com](mailto:en.jahat@gmail.com)

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵

تلفن: ۶۶۹۵۵۷۵۳ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۸

تلفن مراکز پخش: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲

خانه کتاب دانشگاه: ۶۶۹۷۳۴۲۳

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

## مقدمه، الف

هدف از - پ این کتاب، در اختیار قراردادن یک متن موجز و در عین حال جامع، در مورد منطق فازی برای دانشجویان فنی مهندسی است و گمان می رود که از جایگاه علمی والایی برخوردار باشد. مخاطبان اصلی کتاب، دانشجویان فنی - مهندسی مقاطع ارشد و دکتری هستند و درس مربوط به منطق فازی "یا" منطق و کنترل فازی" نامیده می شود.

پس از سالها تدریس این درس از کتب مختلف انگلیسی (که بعضا با ترجمه های گوناگون و بعضا مغلق در کتابفروشیها موجود است) نیاز به یک کتاب درسی (Textbook) را به شدت احساس و به تدوین آن اقدام شد. چند کتاب در حوزه منطق و کنترل فازی، در کتابفروشیها موجود و در دسترس دانشجویان عزیز است. با متاسفانه، اغلب آنها (چه تالیفی و چه ترجمه ای) زبانی سخت و مغلق دارند. به علاوه، هیچیک، به عنوان کتاب درسی دانشگاهی (Textbook) نگاشته نشده اند. کتاب حاضر، حاصل دسرتی با تحقیق، تدریس و بازخورد از سوی بیش از ۲۰۰ دانشجوی ارشد و دکتری است.

صاحب اثر، علاوه بر مالکیت چندین کتاب ترجمه ای دانشگاهی بر این مبحث نیز در اثر تحقیق و تدریس، تسلط کافی دارد. این کتاب، با تمرینهای آخر هر فصل، به خوبی می تواند به عنوان کتاب درسی مقاطع ارشد و دکتری استفاده شود. ضمنا، داوطلبین معارف بیشتر، می توانند از مراجع آخر هر فصل مدد جویند. واژه گزینی کتاب نیز با وسواس خاصی صورت گرفته و مورد پسند دانشجویان نیز واقع شده است.

در فصل اول، به عنوان مقدمه، مخاطب با کلیت تعریف فازی و تفاوت آن با غیر فازی و تعاریف اولیه و پایه در فازی آشنا می شود. در فصل دوم، روابط فازی را فرا می گیرد، در فصل

سوم، منطق فازی را و در فصل چهارم، توابع استلزام فازی را. فصل پنجم به استدلال فازی و فصل ششم به انتخاب عملگر تحت ویژگیهای GMP می‌پردازد. فصل هفتم، GMP دو مقدم را توضیح می‌دهد. در فصل هشتم، خواننده، ضمن آشنایی با سیستمهای مبتنی بر قانون فازی، همراه با یک مثال جامع، دید نسبتاً دقیق و روشنی نسبت به روش کار فازی پیدا می‌کند. در نهایت، فصل نهم، به مدل سازی عینی سیستم‌های فازی (به منظور آشنایی و به کارگیری مفهوم خوشه بندی در فازی) می‌پردازد.

محمد حسین صبور

عضو هیات علمی دانشگاه تهران

بهار ۱۳۹۶

## فهرست مطالب

|    |                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------|
| ۵  | مقدمه ناشر                                                     |
| ۷  | مقدمه مولف                                                     |
| ۱۷ | ۱. مقدمه                                                       |
| ۱۸ | ۱-۱ مفهوم فازی بودن (The Concept of Fuzziness)                 |
| ۲۳ | ۲-۱ تعاریف پایه (Basic Definitions)                            |
| ۳۲ | ۳-۱ برخی عملیات بر روی مجموعه‌های فازی یا مجموعه‌های قطعی      |
| ۳۶ | ۴-۱ مفهوم متغیرهای زبانی (The Concept of Linguistic Variables) |
| ۴۱ | ۵-۱ مسئله‌ها                                                   |
| ۴۲ | منابع                                                          |
| ۴۳ | ۲. روابط فازی (FUZZY RELATIONS)                                |
| ۴۴ | ۱-۲ مقدمه                                                      |
| ۴۵ | ۲-۲ عملیات بر روی روابط فازی (Operations on Fuzzy Relations)   |
| ۶۳ | ۳-۲ مسئله‌ها                                                   |
| ۶۵ | ۳. منطق کلاسیک و منطق فازی (CLASSICAL LOGIC & FUZZY LOGIC)     |
| ۶۶ | ۱-۳ منطق دو ارزشی کلاسیک (Classical Two-Valued Logic)          |
| ۶۹ | ۲-۳ رابط‌ها در منطق فازی (Fuzzy Logic Connectives)             |
| ۷۰ | ۳-۳ نفیض‌ها (Negations)                                        |
| ۷۳ | ۴-۳ قواعد مثلثی یا t-norm‌ها (Traiangle Rules (T-Norms))       |

|          |                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۷۵.....  | conorm ۵-۳ conorm های مثلثی (t-conorms).....                                   |
| ۸۷.....  | ۶-۳ خانوادگی پارامتری عملگرها (Parametric Families of Operators).....          |
| ۹۳.....  | ۷-۳ معیارهای انتخاب عملگر (Factors in Operator Selection).....                 |
| ۹۵.....  | ۸-۳ مسئله‌ها.....                                                              |
| ۹۸.....  | منابع.....                                                                     |
| ۱۰۰..... | ۴. توابع استلزام فازی (FUZZY IMPLICATION FUNCTIONS).....                       |
| ۱۰۱..... | ۱-۴ مقدمه.....                                                                 |
| ۱۰۲..... | ۲-۴ معروف‌ترین خانواده‌های استلزامی (Well Known Families of Implications)..... |
| ۱۰۳..... | ۳-۴ استلزام‌های قوی (S-Implications).....                                      |
| ۱۰۶..... | ۴-۴ استلزام‌های R (R-Implications).....                                        |
| ۱۰۸..... | ۵-۴ استلزام‌های QL (QL-Implications).....                                      |
| ۱۱۲..... | ۶-۴ فرم یکپارچه استلزام‌ها (Unified Form of Implications).....                 |
| ۱۱۳..... | ۷-۴ فرم یکپارچه استلزام‌های S و R.....                                         |
| ۱۱۶..... | ۸-۴ مسئله‌ها.....                                                              |
| ۱۱۸..... | منابع.....                                                                     |
| ۱۱۹..... | ۵. استدلال فازی (FUZZY REASONING).....                                         |
| ۱۱۷..... | ۱-۵ مقدمه.....                                                                 |
| ۱۲۰..... | ۲-۵ قانون ترکیبی استنتاج (Compositional Rule of Inference).....                |
| ۱۲۱..... | ۳-۵ تصدیق مقدم بهنجار (GMP).....                                               |
| ۱۲۱..... | ۴-۵ نمایش قانون فازی (Representation of a Fuzzy Rule).....                     |
| ۱۲۲..... | ۵-۵ GMP تک-مقدم: ورودی فازی (Single Anticident Fuzzy Input).....               |
| ۱۲۵..... | ۶-۵ GMP تک-مقدم: ورودی منفرد (Single Anticident Singleton).....                |
| ۱۲۷..... | ۷-۵ استدلال «ممدانی» (Mamadani Type Reasoning).....                            |
| ۱۳۰..... | ۵-۷ استدلال نوع «سوگنو» (Sugeno Type Reasoning).....                           |
| ۱۳۲..... | منابع.....                                                                     |
| ۱۳۷..... | ۶. انتخاب عملگر تحت ویژگی‌های GMP (OPERATOR SEL. UND. GMP PROP.).....          |
| ۱۳۸..... | ۱-۶ مقدمه.....                                                                 |

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| ۱۳۸ | ۲-۶ شکل یکپارچه استلزام‌های S و R                             |
| ۱۴۲ | ۳-۶ انتخاب عملگر در GMP                                       |
| ۱۵۳ | ۴-۶ ویژگی‌های GMP به همراه استلزام ممدانی                     |
| ۱۵۵ | ۵-۶ ویژگی‌های GMP با استلزام لارسن                            |
| ۱۵۶ | منابع                                                         |
| ۱۵۷ | ۷. GMP دو مقدم (TWO-ANTECEDENT GMP)                           |
| ۱۵۲ | ۱-۷ مقدمه                                                     |
| ۱۵۹ | ۲-۷ انتخاب عملگر                                              |
| ۱۶۱ | ۳-۷ دیگر موارد قابل توجه                                      |
| ۱۷۲ | منابع                                                         |
| ۱۷۳ | ۸. سیستم‌های مبتنی بر قانون فازی                              |
| ۱۶۸ | ۱-۸ مقدمه                                                     |
| ۱۷۴ | ۲-۸ فازی‌سازی (Fuzzification)                                 |
| ۱۷۵ | ۳-۸ پایگاه قانون (Rule Base)                                  |
| ۱۷۶ | ۴-۸ استنتاج مبتنی بر قانون (Rule-based Reasoning)             |
| ۱۷۸ | ۵-۸ فازی‌زدایی (Defuzzifications)                             |
| ۱۸۰ | ۶-۸ استنتاج چند قانونه (Multifaceted Reasoning)               |
| ۱۸۲ | ۷-۸ مشاهدات منفرد                                             |
| ۲۰۵ | منابع                                                         |
| ۲۰۷ | یک مثال ساده (SIMPLE EXAMPLE)                                 |
| ۲۰۷ | منطق فازی چگونه کار می‌کند؟                                   |
| ۲۱۲ | ۹. مدل‌سازی عینی سیستم فازی (OBJECTIVE FUZZY SYSTEM MODELING) |
| ۲۰۰ | ۱-۹ مقدمه                                                     |
| ۲۱۴ | ۲-۹ شناسایی پارامترها (Parameter Identification)              |
| ۲۲۳ | ۳-۹ شناسایی متغیرها (Variable Identification)                 |
| ۲۲۶ | منابع                                                         |