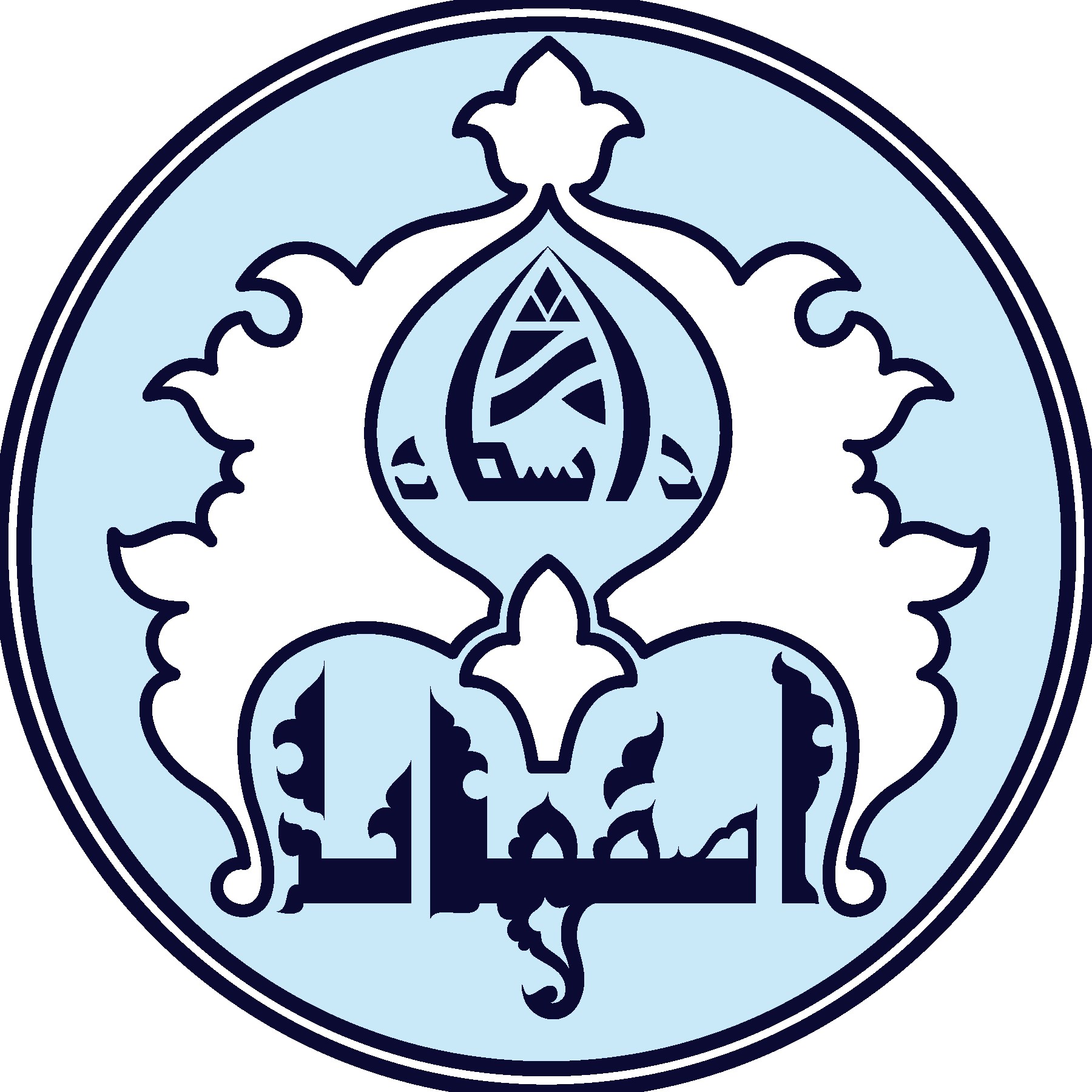
**به نام خالق بی‌همتا**

****

**طراحی سیستم منطق فازی برای توصیه تمرینات ورزشی**

**درس**

هوش محاسباتی

**استاد**

دکتر حسین کارشناس

**دستیاران آموزشی**

رضا برزگر

علی شاه‌زمانی

آرمان خلیلی

**نویسندگان**

محمد‌امین نصیری

سیدحسین حسینی دولت‌آبادی

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه اصفهان

بهار ۱۴۰۴

فهرست

[معرفی پروژه 2](#_Toc196941268)

[تعریف متغیرهای ورودی 2](#_Toc196941269)

[تعریف متغیرهای خروجی 2](#_Toc196941270)

[تعریف توابع عضویت فازی 3](#_Toc196941271)

[تعریف قوانین فازی 3](#_Toc196941272)

[تست و اعتبارسنجی سیستم 4](#_Toc196941273)

[تست اول: کاربر با آمادگی پایین، انرژی کم، هدف کاهش وزن، سن بالا 4](#_Toc196941274)

[تست دوم: کاربر با آمادگی بالا، انرژی بالا، هدف عضله‌سازی، سن پایین 5](#_Toc196941275)

[تست سوم: آمادگی متوسط، انرژی متوسط، هدف کاهش وزن، کاربر با تجربه و انگیزه بالا 5](#_Toc196941276)

[جمع‌بندی 6](#_Toc196941277)

[لینک‌های مرتبط 7](#_Toc196941278)

[منابع 7](#_Toc196941279)

# معرفی پروژه

HydroWizard یک سیستم آبیاری هوشمند مبتنی بر منطق فازی است. این سیستم به‌طور خودکار و با توجه به شرایط محیطی مانند رطوبت خاک و وضعیت آب‌وهوا، میزان مناسب آبیاری را تعیین می‌کند. هدف آن کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری کشاورزی است.

# تعریف متغیرهای ورودی

در طراحی این سیستم فازی، مجموعه‌ای از متغیرهای ورودی در نظر گرفته شده‌اند که هر یک نمایانگر ویژگی‌های جسمی یا روانی کاربر هستند و تأثیر مستقیمی بر توصیه‌های تمرینی دارند. این متغیرها به صورت فازی مدل‌سازی شده‌اند تا بتوانند بازه‌های متنوع و غیرقطعی ویژگی‌های انسانی را بهتر پوشش دهند. متغیرهای ورودی عبارت‌اند از:

1. سطح آمادگی جسمانی (fitness): این متغیر بازه‌ای بین 0 تا 10 دارد، که در آن مقدار 0 نشان‌دهنده فرد کاملاً مبتدی و مقدار 10 نشان‌دهنده فرد کاملاً حرفه‌ای است. این متغیر کمک می‌کند شدت تمرین با توانایی‌های فعلی کاربر هماهنگ باشد.
2. سطح انرژی (energy): مانند متغیر قبلی، این متغیر نیز در بازه 0 تا 10 تعریف شده است. مقدار کمتر نشان‌دهنده انرژی پایین (مثلاً پس از یک روز خسته‌کننده) و مقدار بالاتر نشان‌دهنده سطح انرژی بالا (آمادگی برای انجام تمرینات شدیدتر) است.
3. هدف تمرینی (goal): این متغیر به صورت گسسته و با مقادیر 0، 1 و 2 تعریف شده است که به ترتیب معادل اهداف «کاهش وزن»، «افزایش عضله» و «تناسب اندام عمومی» هستند. هدف تمرین نقش کلیدی در نوع و شدت تمرین پیشنهادی دارد.
4. سن (age): بازه این متغیر از 10 تا 80 سال است و برای تنظیم توصیه‌های تمرینی متناسب با سن افراد در نظر گرفته شده است. سن نقش مهمی در تعیین محدودیت‌های فیزیولوژیکی و ریسک‌های تمرینی دارد.
5. وزن (weight): وزن بدن کاربر در بازه 40 تا 120 کیلوگرم در نظر گرفته شده و می‌تواند بر انتخاب نوع تمرین و شدت آن تأثیرگذار باشد.
6. تعریف متغیر‌های جدید:

* تجربه ورزشی (experience): این متغیر نیز مانند آمادگی جسمانی در بازه 0 تا 10 تعریف شده و بیانگر میزان آشنایی فرد با حرکات ورزشی، فرم صحیح انجام تمرینات و سابقه‌ی فعالیت بدنی اوست.
* انگیزه (motivation): این متغیر نشان‌دهنده‌ی میزان انگیزه کاربر برای انجام تمرینات است و در بازه 0 تا 10 تعریف شده است. انگیزه بالا ممکن است باعث شود تمرینات چالشی‌تری به کاربر پیشنهاد شود.

# تعریف متغیرهای خروجی

در این سیستم فازی، دو متغیر خروجی در نظر گرفته شده‌اند که به عنوان نتایج سیستم، نوع تمرین پیشنهادی را توصیف می‌کنند. این متغیرها با توجه به مقادیر فازی‌شده‌ی متغیرهای ورودی و قوانین تعریف‌شده، مقداردهی می‌شوند.

1. شدت تمرین (intensity): این متغیر در بازه 0 تا 10 تعریف شده است. مقدار 0 نمایانگر تمرینی با شدت بسیار پایین (مانند پیاده‌روی سبک یا حرکات کششی ساده) و مقدار 10 بیانگر تمرینی با شدت بسیار بالا (مانند تمرینات اینتروال شدید یا وزنه‌برداری سنگین) است. این خروجی بر اساس آمادگی جسمانی، انگیزه، تجربه و سایر متغیرهای ورودی تنظیم می‌شود تا تمرین متناسب با وضعیت فرد ارائه شود.
2. مدت زمان تمرین (duration): مدت زمان تمرین در این سیستم از 0 تا 60 دقیقه در نظر گرفته شده است. بسته به وضعیت جسمانی، سطح انرژی، هدف تمرینی و سن کاربر، مدت زمانی منطقی و قابل اجرا پیشنهاد می‌شود.

# تعریف توابع عضویت فازی

برای هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی، توابع عضویت (Membership Functions) فازی تعریف شده‌اند تا بتوان طیف‌های مختلف مقدارهای ممکن را به صورت فازی دسته‌بندی کرد. در این پروژه از توابع عضویت مثلثی (Triangular Membership Functions – trimf) استفاده شده است که به دلیل سادگی و کارایی در بسیاری از سیستم‌های فازی، رایج هستند. محدوده‌ی عضویت هرمتغیر در نوت‌بوک تمرین قابل مشاهده است.

# تعریف قوانین فازی

در سیستم‌های فازی، قوانین فازی (Fuzzy Rules) نقش اصلی در تصمیم‌گیری و استنتاج خروجی‌ها بر اساس ترکیب شرایط مختلف ورودی را بر عهده دارند. این قوانین به صورت عباراتی شرطی از نوع "اگر-آنگاه"(IF-THEN) تعریف می‌شوند و رفتار سیستم را توصیف می‌کنند.

در این پروژه، مجموعه‌ای از قوانین فازی ساده و شهودی طراحی شده‌اند که بر اساس تجربه و منطق انسانی، رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی را مشخص می‌کنند. قوانین به صورت ترکیب‌هایی از شرایط مختلف آمادگی جسمانی، سطح انرژی، هدف، سن، وزن، تجربه و انگیزه تعریف شده‌اند و شدت و مدت تمرین را تعیین می‌کنند.

برخی از قوانین تعریف‌شده در این سیستم عبارتند از:

1. اگر آمادگی جسمانی کم و انرژی پایین باشد، شدت تمرین کم باشد.
2. اگر آمادگی بالا و انرژی زیاد باشد، شدت تمرین زیاد باشد.
3. اگر هدف کاهش وزن و سن بالا باشد، مدت تمرین کوتاه باشد.
4. اگر هدف عضله‌سازی و انرژی متوسط باشد، شدت تمرین متوسط باشد.
5. اگر فرد جوان و آمادگی متوسط داشته باشد، مدت تمرین طولانی باشد.
6. اگر وزن زیاد و هدف کاهش وزن باشد، مدت تمرین طولانی باشد.
7. اگر آمادگی متوسط و انرژی متوسط باشد، شدت تمرین متوسط باشد.
8. اگر هدف کلی (تناسب اندام) و وزن نرمال باشد، مدت تمرین متوسط باشد.
9. اگر تجربه کم باشد، شدت تمرین کم باشد.
10. اگر انگیزه زیاد باشد، شدت تمرین زیاد باشد.

# تست و اعتبارسنجی سیستم

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای سیستم فازی برای سه سناریو مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از این تحلیل، اعتبارسنجی خروجی‌های سیستم بر اساس منطق انسانی و انتظارات واقع‌بینانه است. هر سناریو شامل مقادیر مشخصی از ورودی‌هاست و خروجی‌های شدت (Intensity) و مدت (Duration) تمرین، هم به صورت پایه و هم مقیاس‌بندی‌شده (با توجه به ترجیح کاربر) تحلیل شده‌اند.

## تست اول: کاربر با آمادگی پایین، انرژی کم، هدف کاهش وزن، سن بالا

|  |  |
| --- | --- |
| ویژگی | مقدار |
| Fitness | 3 (پایین) |
| Energy | 4 (پایین) |
| Goal | کاهش وزن |
| Age | 65 (مسن) |
| Weight | 85 (اضافه وزن) |
| Experience | 2 (پایین) |
| Motivation | 8 (بالا) |
| User Pref | سبک‌تر |

خروجی:

* Base Intensity: 5.0 → Scaled: 3.82
* Base Duration: 27.88 → Scaled: 26.07

تحلیل منطقی:

* آمادگی پایین، انرژی پایین و تجربه کم: انتظار داریم شدت تمرین پایین باشد.
* سن بالا: مدت تمرین نباید زیاد باشد.
* هدف کاهش وزن و وزن بالا: ممکن است کمی مدت بیشتر شود.
* ترجیح کاربر به تمرین سبک‌تر باعث کاهش بیشتر شدت و مدت می‌شود.

 نتیجه‌گیری: خروجی‌ها با انتظار منطقی مطابقت دارند و سیستم به‌درستی ترجیح کاربر و محدودیت‌های فیزیکی را در نظر گرفته است.

## تست دوم: کاربر با آمادگی بالا، انرژی بالا، هدف عضله‌سازی، سن پایین

|  |  |
| --- | --- |
| ویژگی | مقدار |
| Fitness | 7 (بالا) |
| Energy | 8 (بالا) |
| Goal | عضله‌سازی |
| Age | 30 (جوان) |
| Weight | 70 (نرمال) |
| Experience | 5 (متوسط) |
| Motivation | 6 (متوسط) |
| User Pref | **پیش‌فرض (default)** |

خروجی:

* Base Intensity: 8.24 → Scaled: 8.24
* Base Duration: 51.56 → Scaled: 51.56

تحلیل منطقی:

* آمادگی و انرژی بالا: شدت زیاد قابل انتظار است.
* هدف عضله‌سازی نیاز به تمرین شدید و طولانی دارد.
* سن جوان و وزن مناسب پشتیبان تمرین طولانی است.
* ترجیح کاربر پیش‌فرض بوده و بدون تغییر باقی مانده است.

نتیجه‌گیری: خروجی‌ها بسیار منطقی‌اند و به‌خوبی با شرایط فرد و هدف تمرین تطابق دارند.

## تست سوم: آمادگی متوسط، انرژی متوسط، هدف کاهش وزن، کاربر با تجربه و انگیزه بالا

|  |  |
| --- | --- |
| ویژگی | مقدار |
| Fitness | 5 |
| Energy | 6 |
| Goal | کاهش وزن |
| Age | 45 |
| Weight | 80 |
| Experience | 8 |
| Motivation | 9 |
| User Pref | سخت‌تر |

خروجی:

* Base Intensity: 7.0 → Scaled: 7.7
* Base Duration: 33.89 → Scaled: 30.5

تحلیل منطقی:

* آمادگی و انرژی در حد متوسط به بالا: شدت متوسط تا بالا منطقی است.
* تجربه و انگیزه بالا، نیاز به تمرین شدیدتر را تقویت می‌کند.
* هدف کاهش وزن و وزن نسبتاً بالا، نیاز به مدت تمرین متوسط را توجیه می‌کند.
* ترجیح کاربر به تمرین سخت‌تر باعث افزایش شدت و اندکی کاهش زمان (تمرین فشرده‌تر) شده است.

نتیجه‌گیری: سیستم به درستی شدت را افزایش داده و مدت را با توجه به ترجیح کاربر تنظیم کرده است.

# جمع‌بندی

* در هر سه تست، سیستم به‌درستی میان متغیرهای ورودی، هدف، وضعیت جسمانی و ترجیحات شخصی کاربر تعادل برقرار کرده است.
* خروجی‌های شدت و مدت تمرین با منطق انسانی تطابق دارند و نشان‌دهنده‌ی عملکرد صحیح قوانین فازی و مقیاس‌بندی خروجی‌ها هستند.
* ملاحظات ایمنی مثل سن، آمادگی و تجربه نیز در توصیه‌ها رعایت شده‌اند.

# لینک‌های مرتبط

نوت‌بوک در گوگل کولب:

<https://colab.research.google.com/github/AMIN-nsri/fuzzy-logic-system-for-sport-exercise-recommendation/blob/main/sport_exercise_recommendation_system.ipynb>

ریپازیتوری گیت‌هاب:

<https://github.com/AMIN-nsri/fuzzy-logic-system-for-sport-exercise-recommendation.git>

# منابع

[1] <https://github.com/xbeat/Machine-Learning/blob/main/Introduction%20to%20Fuzzy%20Logic%20in%20Python.md>

[2] ChatGPT