

# قوانین لیگ خودروهای خودران مسابقات بین‌المللی ربوکاپ آزاد ایران

## ۱. مقدمه

### ۱.۱. ربوکاپ

ربوکاپ یک پروژه مشترک بین‌المللی برای ترویج هوش مصنوعی، رباتیک و حوزه‌های دانش مرتبط با آنهاست؛ این پروژه می‌کوشد تا با ارائه مسائل استاندارد که برای پیدا کردن راه‌حلشان می‌توان طیف وسیعی از فناوری‌ها را ترکیب کرد و آزمون، تحقیقات در حوزه‌های هوش مصنوعی و رباتیک هوشمند را ارتقا دهد. برای کسب اطلاعات بیشتر درباره ربوکاپ می‌توانید به <http://www.robocup.org> مراجعه کنید.

### ۲.۱. لیگ خودروهای خودران ربوکاپ

بر اساس این آمار، ۹۰ درصد تصادفات جاده‌ای از خطای انسانی ناشی می‌شود و سالانه حدود ۱,۳۵ میلیون نفر در اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. خودروهای خودران می‌توانند ایمنی افراد را تضمین کنند. وسایل نقلیه هر روز با ارزش‌تر می‌شوند. بنابراین در این مسابقه، اولویت ما ایمنی است. یعنی در امتیازدهی، رعایت قوانین و رانندگی ایمن امتیاز بیشتری نسبت به اتمام به‌موقع مسابقه دارد. هدف این مسابقه طراحی و پیاده‌سازی یک خودروی الکتریکی خودران در مقیاس یک‌دهم اندازه واقعی است که باید وظایف مختلفی همچون حرکت بین خطوط، عملکرد منطبق با علائم راهنمایی و رانندگی، رعایت حق تقدم، پارک کردن، ترمز اضطراری و غیره را انجام دهد.

### ۳.۱. شرکت در مسابقه

شرکت در لیگ خودروهای خودران مستلزم گذراندن موفقیت‌آمیز مراحل انتخابی (احراز صلاحیت) است که با هدف حصول اطمینان از کیفیت رویداد مسابقه و ایمنی شرکت‌کنندگان انجام می‌شود.

### ۴.۱. مراحل شرکت در مسابقه

تمام تیم‌هایی که قصد شرکت در مسابقه را دارند باید مراحل زیر را طی کنند:

۱. پیش‌ثبت‌نام (از طریق ارسال ایمیل به کمیته فنی)

۲. ارائه اطلاعات لازم برای احراز صلاحیت، همچون فرم مشخصات فنی تیم و احتمالاً موارد دیگری همچون فیلم‌ها یا طراحی‌ها

۳. ثبت‌نام نهایی (فقط تیم‌های واجد شرایط)

کلیه تاریخ‌ها و فرایندهای اجرایی از قبل اطلاع‌رسانی خواهد شد.

### ۵.۱. ثبت‌نام

— محدودیتی برای تعداد اعضای تیم وجود ندارد.

— اگر ربات‌های دو تیم از نظر نرم‌افزاری و سخت‌افزاری کاملاً متفاوت باشند، این دو تیم مجاز هستند که اعضای مشترک داشته باشند. تشخیص این موضوع بر عهده کمیته فنی است.

## ۶.۱. فرم مشخصات فنی تیم (TDP)

فرم مشخصات فنی تیم یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار در فرایند احراز صلاحیت تیم است و هر تیم موظف است که آن را به عنوان بخشی از فرایند احراز صلاحیت ارائه کند. فرم مشخصات فنی تیم در بخش نویسنده / عنوان مقاله، باید حداقل اطلاعات زیر را ارائه کند:

- نام تیم (عنوان)
- اعضای تیم (نویسندگان)، از جمله رهبر تیم
- لینک وبسایت تیم (در صورت وجود)
- اطلاعات تماس

متن اصلی فرم مشخصات فنی تیم باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

- موضوع اصلی پژوهشی / علایق پژوهشی
- مشخصات سخت افزار مورد استفاده، به همراه تصویر ربات
- مشخصات نرم افزار مورد استفاده، به ویژه ساختارها و طرح های کاربردی و نرم افزاری
- فناوری نوآورانه (در صورت وجود)
- کارایی و کاربرد در فعالیتهای دنیای واقعی

فرم مشخصات فنی تیم باید رویکرد فنی و علمی تیم را به تفصیل شرح دهد.

## ۲. قوانین عمومی

### ۱.۲. طراحی

هر خودرویی که در این مسابقه استفاده می شود باید از موتور الکتریکی به عنوان نیروی پیشران استفاده کند. خودرو باید ۴ چرخ داشته باشد؛ هر دو نوع خودرو ۴WD و ۲WD مجاز هستند. حداقل یک محور چرخ باید فرمان پذیر باشد و استفاده از سیستم فرمان دیفرانسیلی ممنوع است.

تمام خودروها باید شرایط زیر را رعایت کنند:

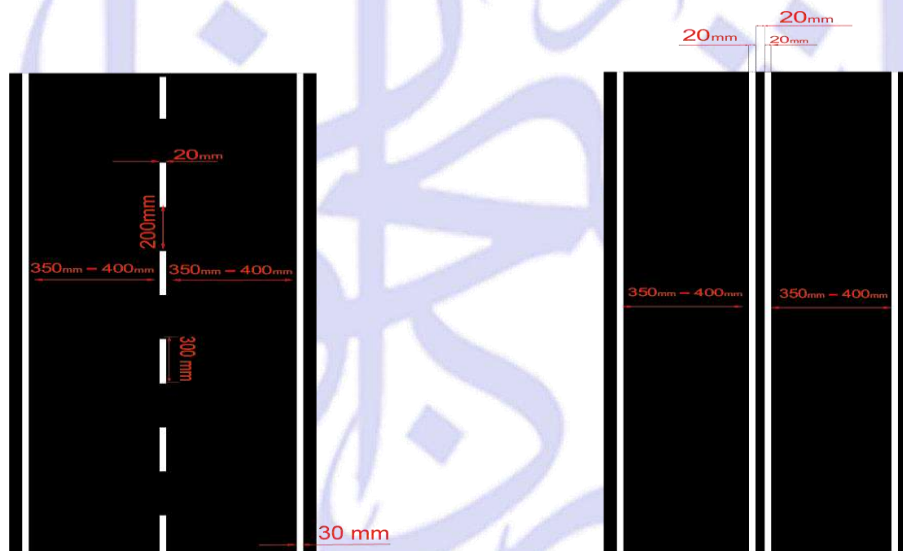
۱. فاصله بین دو محور باید حداقل ۲۰۰ میلی متر باشد.
۲. فاصله بین چرخ های سمت راست و سمت چپ باید حداقل ۱۶۰ میلی متر باشد.
۳. عرض خودرو و همچنین ارتفاع آن نباید بیشتر از ۳۵۰ میلی متر باشد.
۴. خودروها باید بتوانند از ورودی ای با این ابعاد داخلی عبور کنند: ارتفاع ۳۵۰ میلی متر و عرض ۳۵۰ میلی متر.
۵. تمامی پردازش ها باید در قطعات نصب شده بر روی خودرو انجام شود و هرگونه انتقال داده یا ارسال سیگنال خارجی در طول مسابقه ممنوع است. نقض این قانون منجر به حذف ربات از مسابقه می شود.
۶. استفاده از راهکارهای آماده موجود در بازار مثل پروژه های donkey car یا jetRacer ممنوع است.
۷. در صورت استفاده از دستگاه کنترل از راه دور، یک چراغ چشمک زن باید در بالای خودرو نصب شود تا حالت کنترل از راه دور را نشان دهد.
۸. خودرو مجاز به ذخیره مسیر مسابقه نیست.

## ۲,۲. مسیر مسابقه

### ۱,۲,۲. مسیر

مسیر مسابقه در زیر توضیح داده شده است:

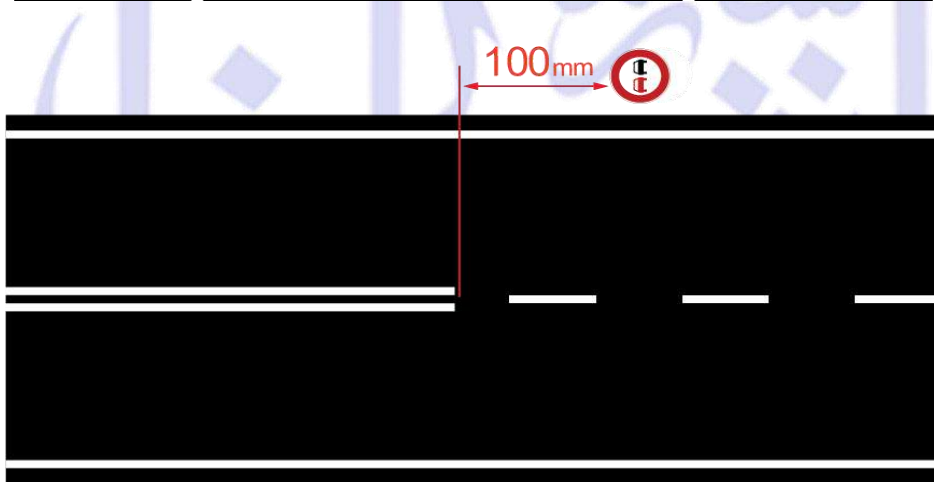
- مسیر مسابقه سیاه‌رنگ و تیره و خط‌کشی‌های آن سفیدرنگ است (درست مانند خیابان‌ها).
- عرض خطوطی که حدود بخش ماشین‌روی جاده را مشخص می‌کنند یا همان خطوط بیرونی، ۳۰ میلی‌متر است؛ عرض خطوط مقطع مرکزی که برای مشخص کردن لاین‌ها استفاده می‌شوند ۲۰ میلی‌متر است، و عرض خطوط توقف ۵۰ میلی‌متر است.
- طول خطوط مقطع ۳۰۰ میلی‌متر و فاصله بین این خطوط ۲۰۰ میلی‌متر است.
- عرض داخلی بخش ماشین‌روی جاده ۳۵۰ میلی‌متر تا ۴۰۰ میلی‌متر است.
- تمام پیچ‌ها از بخش‌های دایره‌ای شکل با حداقل شعاع ۱۲۰۰ میلی‌متر تشکیل شده‌اند.
- در بخش ماشین‌روی جاده، هر دو نوع خط مقطع و ممتد می‌تواند وجود داشته باشد.



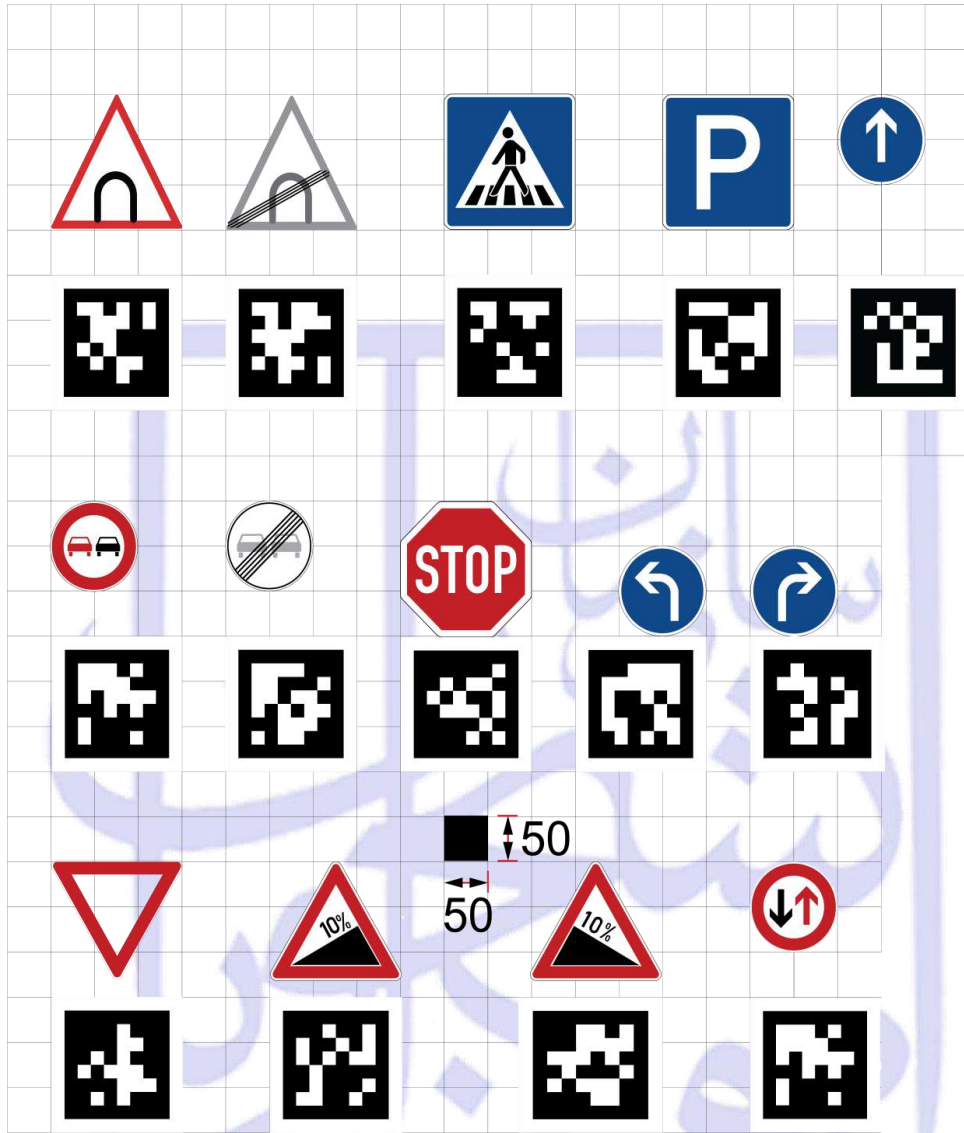
## ۲,۲,۲. علائم راهنمایی و رانندگی

نوع و موقعیت مکانی علائم راهنمایی و رانندگی در مسیر مسابقه به شرح زیر است:





می‌توان علائم راهنمایی و رانندگی را به درخواست شرکت‌کنندگان در مسابقه با نشانه‌های آپریل‌تگ هم جایگزین کرد که حداقل ابعاد این نشانه‌ها ۱۰۰ میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر است.




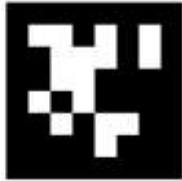

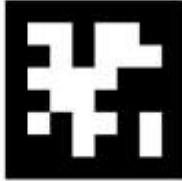

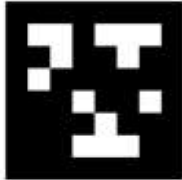






وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

ایست		
رعایت حق تقدم		
حق تقدم عبور با وسیله نقلیه مقابل است		
شیب سربالایی؛ ۱۰ درصد	 uphill grade	
شیب سرباينی؛ ۱۰ درصد	 downhill grade	
فقط گردش به چپ مجاز است		

وزارت موم، سیف و موری

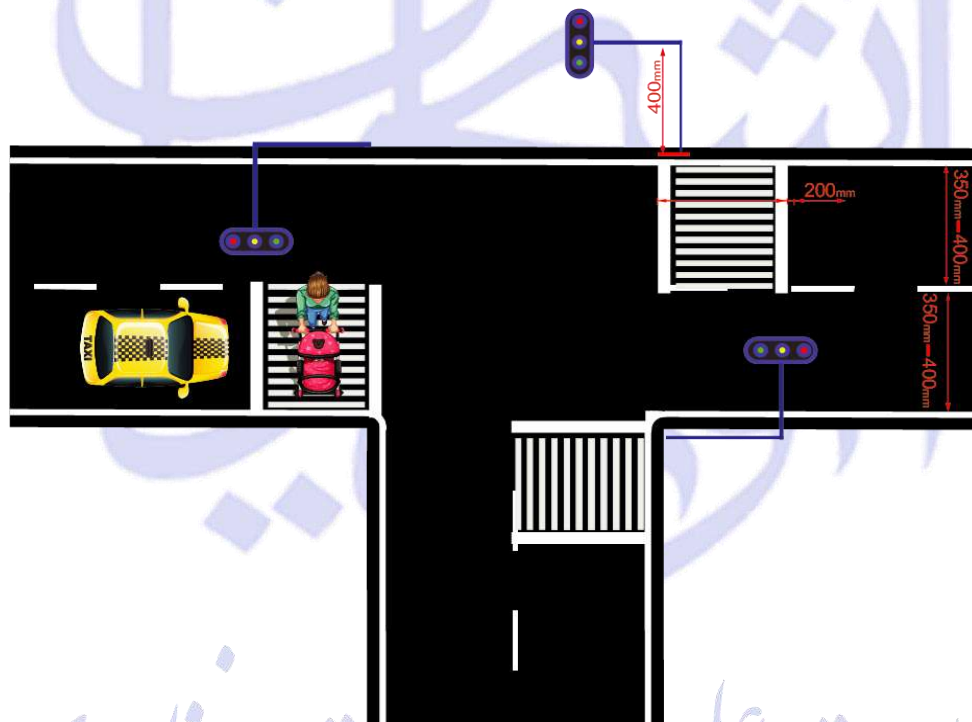
تونل	 beginning	
پایان تونل	 end	
خط عابر پیاده	Crosswalk 	
پارکینگ	Parking Zone 	
سبقت ممنوع	 beginning	
پایان سبقت ممنوع	 end	

وزارت سوم، سیف و تاور

فقط گردش به راست مجاز است		
فقط عبور مستقیم مجاز است		

### ۳،۲،۲. چراغ‌های راهنمایی

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، در تقاطع‌ها علائم راهنمایی و رانندگی وجود خواهد داشت.



### ۴،۲،۲. تونل‌ها

یک تونل در امتداد مسیر مسابقه وجود خواهد داشت که ممکن است دارای روشنایی باشد یا نباشد. تونل در مسیر مستقیم قرار خواهد داشت. وجود تونل در مسیر با تابلوی تونل نشان داده می‌شود که در فاصله ۱۰ سانتی‌متری قبل از ورودی تونل نصب خواهد شد.

### ۵،۲،۲. ساختمان‌ها

این امکان وجود دارد که ساختمان‌ها یا سازه‌های ساختمان مانند در مجاورت جاده وجود داشته باشند.

### ۶،۲،۲. گیاهان



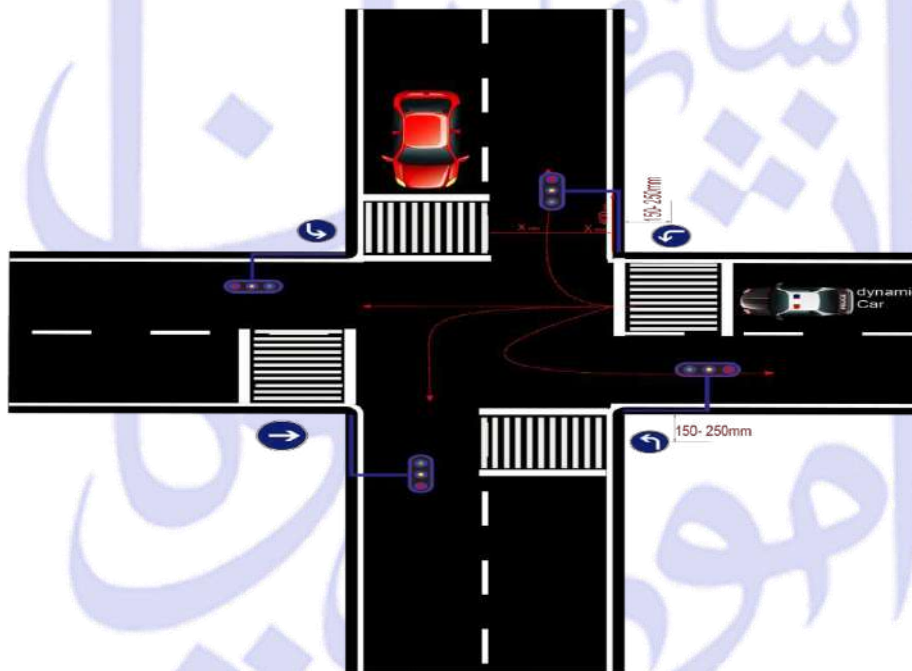
ممکن است که در کنار جاده درختان یا گیاهان دیگری قرار داده شده باشند.

### ۷.۲.۲. موانع ثابت

در هر نقطه‌ای از مسیر مسابقه ممکن است موانع ثابتی وجود داشته باشد. این موانع می‌توانند خودرو، عروسک یا سنگ باشند.

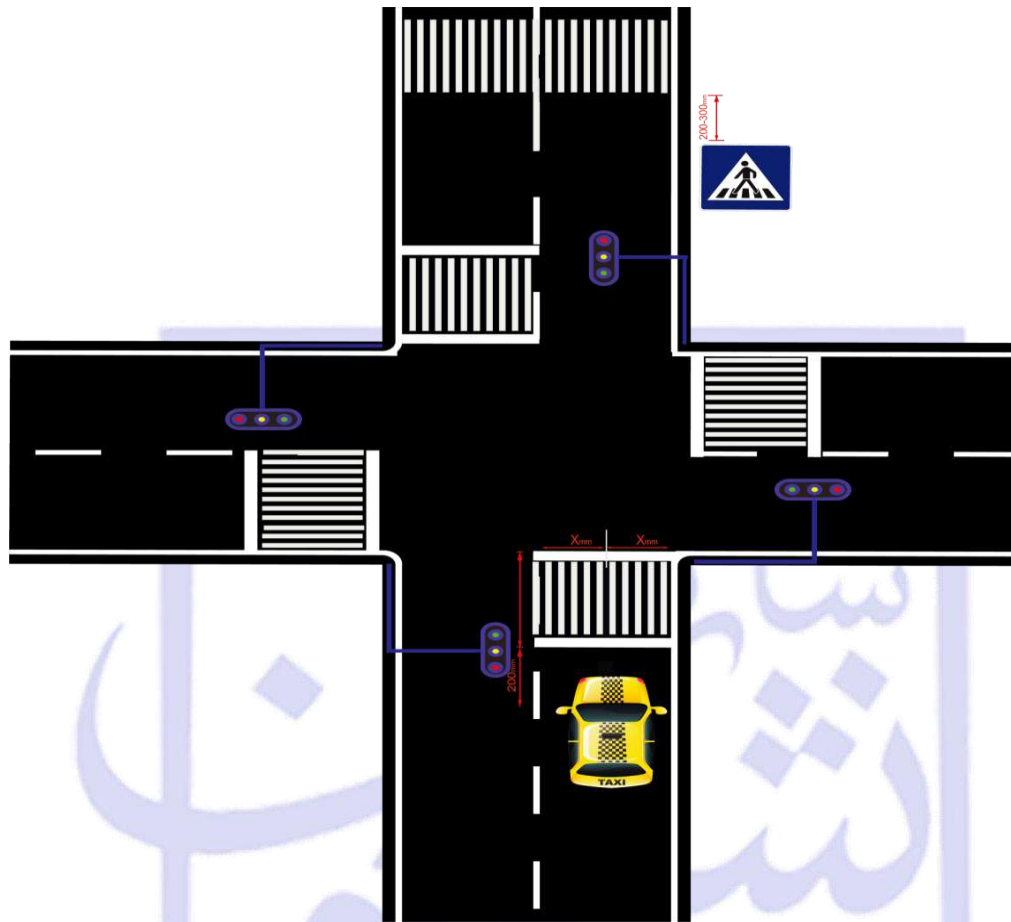
### ۸.۲.۲. موانع متحرک

در مسیر مسابقه موانع متحرکی وجود خواهد داشت که از نظر شکل ظاهری شبیه موانع ثابت هستند. موانع متحرک مانند انسان در حال رانندگی عمل خواهند کرد.

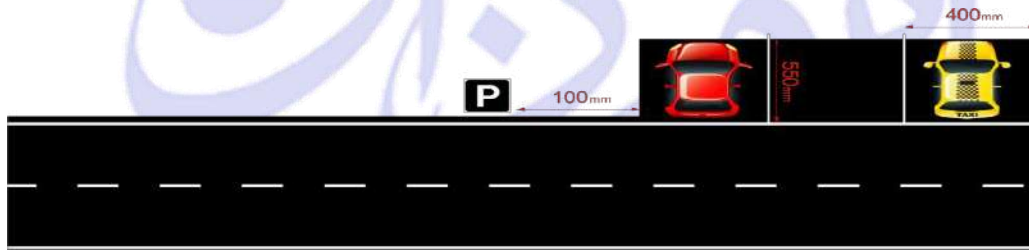


### ۹.۲.۲. گذرگاه‌های عابر پیاده

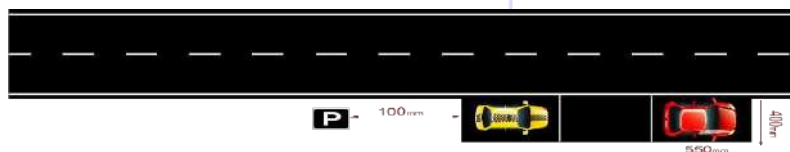
در هر تقاطعی که در تصاویر زیر ترسیم شده است، گذرگاه عابر پیاده وجود خواهد داشت؛ گذرگاه عابر پیاده ممکن است در طول مسیر هم وجود داشته باشد. از علامت راهنمایی و رانندگی مناسب برای اشاره به گذرگاه عابر پیاده‌ای که در طول مسیر و در جایی غیر از تقاطع‌ها وجود دارد، استفاده می‌شود. در کنار جاده، در کنار هر گذرگاه عابر پیاده‌ای، ممکن است یک عابر پیاده منتظر عبور از جاده باشد. هر زمان که عابر پیاده روی خطوط گذرگاه عابر پیاده قدم بگذارد، خودروها باید در هر دو طرف خطوط گذرگاه توقف کنند. اگر هیچ عابر پیاده‌ای روی خطوط گذرگاه عابر پیاده نباشد، خودروها باید سه ثانیه توقف کنند و سپس از روی خطوط عبور کنند.



۱،۲،۲. پارک کردن



دو محوطه پارکینگ در مسیر مسابقه وجود خواهد داشت: یک محوطه پارکینگ عمودی در سمت راست مسیر و یک محوطه پارکینگ افقی در سمت چپ مسیر. پس از عبور از تابلوی پارکینگ، خودرو باید یک جای پارک در محوطه پارکینگ شناسایی کند و بدون برخورد با موانع اطراف در آن پارک کند.



### ۳. روش مسابقه

این مسابقه شامل مسابقه سرعت و مسابقه عملکرد در فضای شهری با وظایف مختلف است. هر مرحله امتیاز خاص خود را دارد. امتیاز نهایی هر تیم مجموع امتیازهای اکتسابی در هر دو مرحله است. یک خط شروع و یک خط پایان وجود دارد که با تابلوی ایست (یا نشانه آپریل تگ متناظر با آن) مشخص می‌شود. وقتی تابلوی ایست برداشته شد، خودرو باید مسابقه را شروع کند. ربات باید در انتهای مسیر مسابقه، در فاصله ۱ تا ۲۰ سانتی متری از تابلوی ایست، توقف کند. در هر یک از این دو مرحله، هر تیم سه بار فرصت اجرای مسابقه را دارد. در هر بار اجرا، امکان استفاده از سه ریست وجود دارد. در طول مسیر مشخص شده، چک‌پوینت‌هایی وجود دارد و عبور از هر چک‌پوینت امتیاز مثبت دارد. عبور از آخرین چک‌پوینت، مرجع مدت زمان کل اجرا و محاسبه امتیاز است.

– فقط زمانی می‌توانید از راه اندازی مجدد استفاده کنید که خودرو کاملاً از مسیر مسابقه خارج شده باشد.

– فقط کاپیتان می‌تواند درخواست ریست بدهد.

– در صورت درخواست ریست، فقط کاپیتان حق دارد خودرو را در مسیر مسابقه قرار دهد. خودرو باید قبل از آخرین نقطه بازرسی قرار بگیرد که از آن عبور کرده بوده است. کاپیتان همچنین می‌تواند در صورت وجود دکمه ریست در روی خودرو، آن را فشار دهد.

### ۱,۳. مسابقه سرعت

در این مرحله ربات‌ها باید مسیر مسابقه را با بیشترین سرعت ممکن طی کنند و به خط پایان برسند. در مسیر مسابقه موانع، گذرگاه‌های عابر پیاده، علائم راهنمایی و رانندگی، چراغ‌های راهنمایی و غیره وجود ندارند. امتیاز بر اساس زمان عبور از خط پایان یا زمان عبور از آخرین چک‌پوینت محاسبه می‌شود.

در این چالش با توجه به تعداد تیم‌های شرکت‌کننده ممکن است دو ربات با هم در جاده قرار گیرند؛ به این صورت که یک ربات در لاین چپ و ربات دیگر در لاین سمت راست قرار بگیرد و سپس این دو با یکدیگر به رقابت بپردازند.

### ۲,۳. مسابقه عملکرد در فضای شهری

در این مرحله، چالش اصلی نحوه عملکرد ربات در فضای شهری است. در مسیر مسابقه ممکن است موانع، علائم راهنمایی و رانندگی، چراغ‌های راهنمایی، تونل، گذرگاه‌های عابر پیاده و محوطه پارکینگ وجود داشته باشد.

### ۴. امتیازدهی

به‌طور کلی معیار امتیازدهی زمان تکمیل مسابقه و تعداد خطاها است. در ادامه روش امتیازدهی در دو بخش مسابقه سرعت و مسابقه عملکرد در فضای شهری توضیح داده شده است.

\*تیم‌ها باید بخش مصاحبه فنی را پشت سر بگذارند و این مصاحبه ۸۰۰ امتیاز دارد.

امتیاز کل = امتیاز مصاحبه فنی + امتیاز کل مسابقه سرعت + امتیاز کل مسابقه عملکرد در فضای شهری

#### ۱,۴. مسابقه عملکرد در فضای شهری

##### ۱,۱,۴. وظیفه خودرو در تقاطع‌ها

هر خودرویی که به تقاطع می‌رسد باید طبق علائم راهنمایی و رانندگی عمل کند و در تمام موارد زیر حق تقدم را رعایت کند و به دیگران راه بدهد:

- در مواجهه با تابلوی‌های رعایت حق تقدم (به مدت ۳ ثانیه)
- در مواجهه با تابلوی‌های ایست (به مدت ۳ ثانیه)
- در تقاطع، در زمان پیچیدن به مسیر خودرویی که از سمت مقابل، به سمت شما می‌آید.
- در زمان پیچیدن از یک جاده فرعی به جاده اصلی در یک سه‌راهی (تقاطع T شکل)
- اگر دارید در یک تقاطع می‌پیچید، باید به عابران پیاده‌ای که در حال عبور از جاده‌ای هستند که دارید به آن وارد می‌شوید هم راه بدهید.
- به عابران پیاده‌ای که در حال عبور از گذرگاه عابر پیاده در وسط جاده هستند، راه بدهید.

##### ۲,۱,۴. وظیفه پارک کردن خودرو

در فرایند پارک کردن خودرو باید با یک توقف حداقل ۵ ثانیه‌ای پایان پارک کردن اعلام شود. پارک کردن خودرو اختیاری است و امتیاز مثبت دارد.

##### ۳,۱,۴. تونل

عبور از تونل اختیاری است و عبور صحیح از آن امتیاز مثبت دارد.

##### ۴,۱,۴. گذرگاه عابر پیاده

رد شدن از روی گذرگاه عابر پیاده امتیاز منفی دارد.

##### ۵,۱,۴. موانع

هر تماسی با موانع امتیاز منفی دارد.

##### ۶,۱,۴. مسیر

اگر خودرو کاملاً از مسیر مسابقه خارج شود، امتیاز منفی کسب می‌کند و تنها در صورتی می‌تواند به مسابقه ادامه دهد که کاپیتان درخواست ریست کند.

##### ۷,۱,۴. علائم راهنمایی و رانندگی

عدم مانور صحیح بر اساس علائم راهنمایی و رانندگی یا نشانه‌های آپریل تگ امتیاز منفی دارد. مانور صحیح بر اساس علائم راهنمایی و رانندگی امتیاز مثبت اضافه خواهد داشت. نشانه‌های آپریل تگ از امتیاز مثبت اضافه برخوردار نیستند.

#### ۸,۱,۴. چراغ‌های راهنمایی

تشخیص چراغ‌های راهنمایی و رفتار منطبق با آنها اختیاری است و امتیاز مثبت دارد.

#### ۹,۱,۴. زمان بندی

هر دور از مسابقه باید طی زمان مشخصی تکمیل شود و این زمان قبل از مسابقه تعیین می‌شود. زمان مرجع هر چک‌پوینت از تقسیم زمان کل بر تعداد چک‌پوینت‌ها به دست می‌آید. به ازای هر یک ثانیه بیشتر که برای عبور از آخرین چک‌پوینت زمان صرف شود، یک امتیاز منفی به تیم تعلق خواهد گرفت.

#### ۱۰,۱,۴. جدول امتیازدهی

توضیحات	امتیازها
مدت زمان	تعداد ((نقاط بازرسی رد شده ÷ تعداد کل نقاط بازرسی)) × زمان مرجع) - مدت زمان اجرا
هر برخورد با عابر پیاده	-۳۰۰
هر برخورد با مانع	-۲۰۰
خروج کامل از مسیر	-۳۰۰
هر تشخیص صحیح علائم راهنمایی و رانندگی	۳۰۰ ÷ تعداد علائم راهنمایی و رانندگی در طول مسیر
هر تشخیص اشتباه علائم راهنمایی و رانندگی یا نشانه‌های آپریل تگ	-۵۰
پارک کردن صحیح خودرو	۳۰۰
عبور صحیح از تونل	۱۰۰
عبور از هر نقطه بازرسی	۲۰۰ ÷ تعداد نقاط بازرسی مسیر
عبور از خط در منطقه سبقت ممنوع	-۱۰۰
هر گردش اشتباه در تقاطع‌ها	-۱۵۰
هر تشخیص صحیح چراغ راهنمایی	۱۰۰

کل امتیاز مسابقه عملکرد در فضای شهری = مدت زمان + برخورد با عابر پیاده  $\times N$  + برخورد با موانع  $\times N$  + خروج کامل از مسیر  $\times N$  + تشخیص صحیح علائم راهنمایی و رانندگی  $\times N$  + تشخیص اشتباه علائم راهنمایی و رانندگی یا نشانه‌های آپریل تگ  $\times N$  + پارک کردن صحیح خودرو  $\times N$  + عبور صحیح از تونل  $\times N$  + گردش اشتباه در تقاطع‌ها  $\times N$  + تشخیص صحیح چراغ راهنمایی  $\times N$  + عبور از نقطه بازرسی  $\times N$  + عبور از خط در منطقه سبقت ممنوع  $\times N$

$N^{**} =$  تعداد دفعات

#### ۲,۴. مسابقه سرعت

#### ۱,۲,۴. مسیر

اگر خودرو کاملاً از مسیر مسابقه خارج شود، به آن امتیاز منفی تعلق می‌گیرد و تنها در صورتی می‌تواند مسابقه را ادامه دهد که کاپیتان

درخواست ریست کند.

### ۲,۲,۴. زمان بندی

هر دور مسابقه باید در مدت زمان مشخصی تکمیل شود و این مدت زمان قبل از مسابقه تعیین می‌شود. زمان مرجع هر نقطه بازرسی از تقسیم زمان کل بر تعداد نقاط بازرسی به دست می‌آید. به ازای هر یک ثانیه بیشتر که برای تکمیل آخرین نقطه بازرسی زمان صرف شود، یک امتیاز منفی به تیم تعلق خواهد گرفت.

### ۳,۲,۴. تصادف

اگر دو ربات به هم برخورد کنند، ربات مقصر جریمه می‌شود و ۵۰۰ امتیاز از دست می‌دهد و مسابقه از ابتدا شروع می‌شود.

توضیحات	امتیازها
مدت زمان	((تعداد نقاط بازرسی رده شده ÷ تعداد کل نقاط بازرسی) × زمان مرجع) - مدت زمان اجرا
برخورد با ربات حریف	-۵۰۰
خروج کامل از مسیر	-۳۰۰
عبور از هر نقطه بازرسی	۲۰۰۰ ÷ تعداد نقاط بازرسی در طول مسیر
عبور از خط در منطقه سبقت ممنوع	-۱۰۰

امتیاز کل مسابقه سرعت = مدت زمان  $\times 10$  + برخورد با ربات حریف + خروج کامل از مسیر  $\times N$  + گذر از نقطه بازرسی  $\times N$  + عبور از خط در منطقه سبقت ممنوع  $\times N$

$$N \times \text{تعداد دفعات}$$

### ۵. رتبه بندی

- به رتبه‌های اول، دوم و سوم لیگ، جایزه داده خواهد شد (اگر تعداد تیم‌ها هشت یا کمتر باشد، فقط به تیم اول و دوم جایزه داده خواهد شد).

- به منظور ارزش‌گذاری بر قابلیت‌های بسیار خاصی که در خودروهای خودران مورد نیاز است، چالش‌های فنی بخشی از لیگ خودروهای خودران است. برای چالش فنی جایزه جداگانه‌ای اهدا می‌شود.

- به بهترین طراحی بدنه خودرو جایزه تعلق خواهد گرفت.

\* همه اعداد ممکن است ۵٪ خطا داشته باشند.

\* کمیته فنی در هر زمانی، تا روز مسابقه، حق دارد که قوانین را تغییر دهد.