

ربات های امدادگر واقعی ASAME1 و ASAME2

(تیم پاسارگاد)

محمد راوندی¹، علیرضا شیخ جعفری²، علی ترابی³، وحید محرابی⁴،
سروش صادق نژاد⁵، هادی ساداتی⁶، محمد مهدی نبی⁷، فرهاد باقر اسکویی⁸، رضا دفاعی⁹، آرش
نوری¹⁰، محسن فلاحی¹¹، یدالله راسخی پور¹²

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی مکانیک، ساختمان ابوریحان، طبقه دوم، باشگاه رباتیک انجمن علمی 09123964820
64543476

Ravandim2@asme.org

چکیده

در این مقاله تیم رباتیک پاسارگاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) و ربات های امدادگر ساخته شده توسط این تیم معرفی می گردد. تیم پاسارگاد با دو ربات ، ASAME1 و ASAME2 ، در چهارمین دوره مسابقات بین المللی روبوکاپ آزاد ایران شرکت می نماید. این دو ربات به صورت نیمه خودکار بوده ، ASAME1 برای مناطق زرد و نارنجی و ASAME2 برای مناطق نارنجی و قرمز طراحی شده اند. ربات های مذکور مجهز به سنسورهای تشخیص مصدوم شامل دیاکسید کربن ، حرارت، صدا می- باشند. ربات ASAME1 ، قابلیت تهیه نقشه توسط لیزر اسکنر را دارا می باشد. ساختار مکانیکی ربات ASAME2 به گونه ای طراحی شده است که قابلیت عبور سریع از موانع مرحله قرمز را دارا باشد. در ادامه جزییات الکترونیکی ، مکانیکی و الگوریتم های به کار رفته در ربات های مذکور بیان شده است.

1- مقدمه

-
- 1 دانشجوی مهندسی مکانیک، سرپرست تیم
 - 2 مهندس الکترونیک، عضو گروه الکترونیک
 - 3,4,5,6 دانشجوی مهندسی مکانیک، عضو گروه طراحی مکانیکی
 - 7,8 دانشجوی کارشناسی ارشد الکترونیک، عضو گروه الکترونیک
 - 9,10 دانشجوی کارشناسی علوم کامپیوتر، عضو گروه مخابرات
 - 11 دانشجوی کارشناسی کامپیوتر، عضو گروه برنامه نویسی

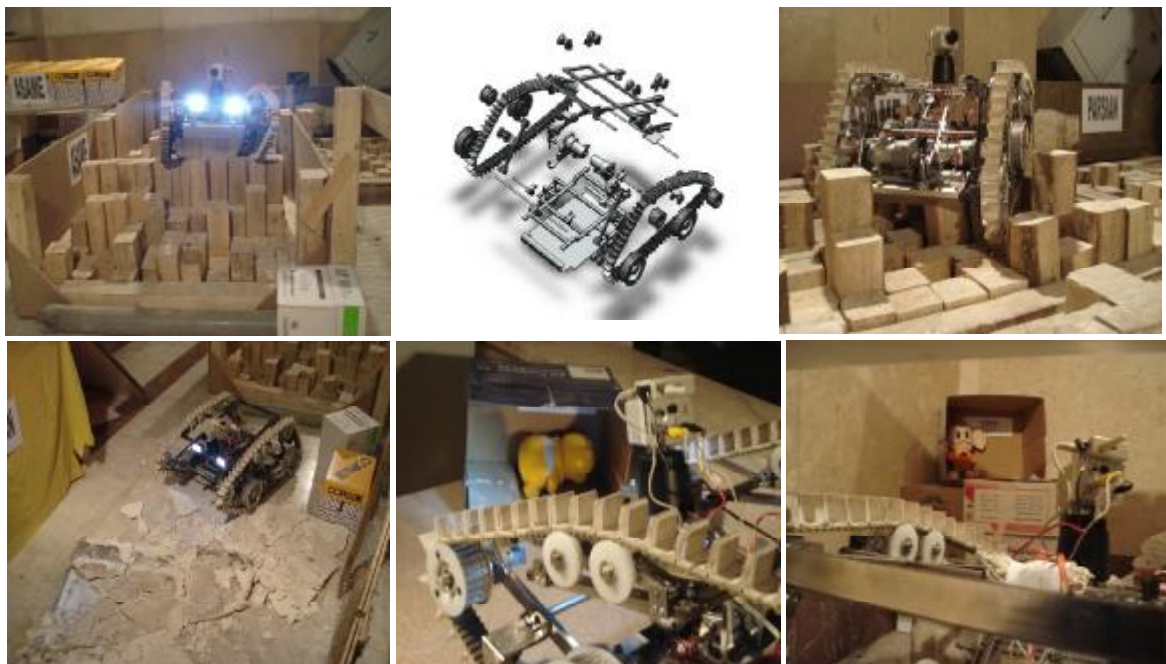
نیاز روز افزون به کاربرد ربات در محیط هایی که برای انسان خطرناک می باشند منجر به تحقیق در زمینه ربات های امدادگر شده است. با توجه به شرایط جغرافیایی کشور، تیم پاسارگاد زیر نظر انجمن علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر با احساس نیاز به تحقیقات در این زمینه ، فعالیت علمی خود را از سال 1385 شروع کرد. این تیم دو ربات با نام های ASAME1 و ASAME2 را با توجه به مقررات مسابقات طراحی و ساخته است با توجه به شرایط ربات ها، با تغییرات اندک قابلیت کار در محیط ها با شرایط واقعی را دارا می باشند.

از نظر مکانیکی ASAME1 رباتی بهبود یافته از نوع شنی دار است که جهت عملکرد در محیط های متنوع و غیرقابل پیش بینی از لحاظ مکانیکی و شرایط نادر نظیر شوک های الکتریکی، رطوبت بالا، اغتشاش های الکترونیکی و مخایراتی و... به عنوان رباتی با کنترل از راه دور طراحی شده است. ASAME1 رباتی با مکانیزم 4 میله، مکانیزمی مکعب شکل با زوایای متغیر، دارای 8 چرخ و بر اساس توانایی حرکت بر روی تسمه شنی مانند خود، می باشد. همچنین مجهز به سنسورهای تشخیص مصدوم و مکان یابی بوده و مسئولیت تهیه نقشه به صورت خودکار از محیط را بر عهده دارد.

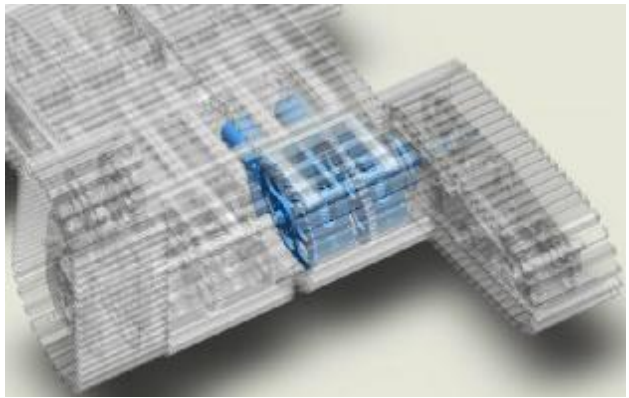
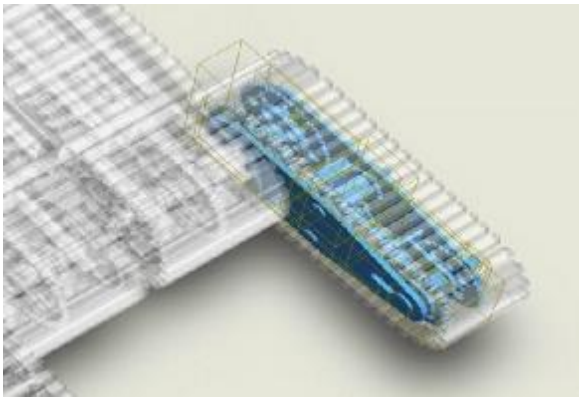
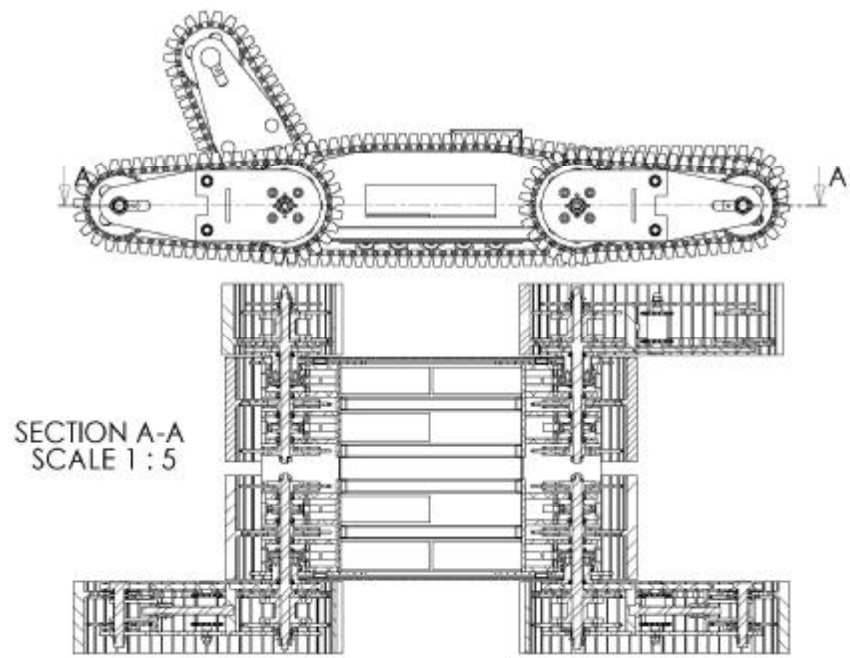
ASAME2 نیز رباتی با توانایی بالا در عبور از موانع بسیار متنوع و مشکل محیطی است. این ربات دارای 4 بازوی خطی است که به طور جداگانه قابلیت چرخش نسبت به بدنه اصلی را به طور کامل دارد. درحالی که به صورت خود قفل طراحی و ساخته شده اند. بر روی آن مکانیزمی بازو شکل نیز برای حرکت دوربین و مجموعه سنسور ها در نظر گرفته شده است. بازوی دوربین قرار گرفته بر روی این ربات دارای 5 درجه آزادی می باشد که تا ارتفاع 600 میلی متر بالاتر از سطح ربات را پوشش می دهد.

سیستم کنترل رباتهای ASAME1 و ASAME2 به گونه ای طراحی شده است که قابلیت سویچ بین هرکدام از آنها در هر لحظه ممکن می باشد.

بر روی هر دو ربات برای تشخیص مصدوم و تعیین شرایط آن سنسورهای متنوعی در نظر گرفته شده که در این میان نمونه های سنسور دما، گاز دی اکسید کربن، دوربین و سنسورهای تشخیص حرکت مصدوم و سنسور صدا تعبیه گشته است.



تصویر ۱: ASAME1 (در حال تست)



تصویر ۲: ASAME2

2- روند آماده سازی تیم جهت آغاز و پایان عملکرد (10 دقیقه)

با توجه به زمان محدود برای آماده سازی ربات ها و تجربه تیم در مسابقات قبلی ، سیستم اپراتور و ربات ها به صورت مجزا آماده سازی شده است. هر کدام از ربات ها دارای کلید روشن / خاموش کلی می باشند به نحوی که ربات پس از روشن شدن آماده دریافت دستور از اپراتور می باشد. سیستم اپراتور شامل رایانه همراه، دسته کنترل ربات، ماکت بازوی ربات ASAME2 و آنتن ارتباطی که به صورت یک مجموعه جهت نصب سریع در آمده اند، که پس از اجرا کردن برنامه و برقراری ارتباط ربات ها به صورت مجزا قابل کنترل می باشند.

3- مخابرات

سیستم ارتباطی به صورت بی سیم و از شبکه ارتباطی *W-LAN802-11BLG* در فرکانس 2.4GHz استفاده شده است. کلیه اطلاعات در ربات پس از جمع آوری توسط پردازشگر مرکزی ربات که به صورت جداگانه از طریق یک هاب-سویچ (hub-switch) جمع آوری می گردد سپس پردازش اولیه انجام شده و از طریق اکسس پوینت (Access point) به سیستم اپراتور ارسال می گردد. در صورت قطع شدن ارتباط بیسیم، ربات به صورت هوشمند وارد حالت خودکار گردیده تا زمانیکه ارتباط مجدداً برقرار گردد

4- کنترل ربات و رابط های گرافیکی با اپراتور

ربات ها در دو حالت خودکار و دستی قابل کنترل می باشد. در حالت خودکار ربات براساس برنامه هوشمند خود، اطلاعات را به صورت خودکار جمع آوری کرده و منتقل می نماید و در صورت هرگونه ایجاد اشکال در سیستم کنترل خودکار نوع خطای ایجاد شده را به اپراتور گزارش می دهد. در کنترل دستی اپراتور با استفاده از دسته، صفحه کلید و ماکت بازو می تواند فرمانهای خود را برای هر کدام از ربات ها که توسط اپراتور انتخاب شده است، ارسال نماید و با استفاده گیجها و نمایشگرها، اطلاعات دریافت شده از ربات تحت کنترل را مشاهده نماید. از طریق سه پنجره می تواند تصاویر 3 دوربین از 5 دوربین نصب شده بر روی ربات را در هر لحظه مشاهده نماید و در صورت نیاز تصویر دوربین دیگری را برای نمایش انتخاب نماید. اپراتور همچنین می تواند اطلاعات میزان دی اکسید کربن، دما، شارژر باتریها، جهت ربات نسبت به شمال (قطب نما)، زاویه بازو ربات با بدنه، میزان سیگنال صوتی محیط و همچنین شکل گرافیکی کل ربات در هر لحظه را از طریق برنامه مشاهده نماید. این برنامه همچنین به کاربر امکان اجرای یکسری حرکات از پیش تعریف شده را که با دقت بالا و فقط

با نظرات اپراتور اجرا می شود مانند بالا رفتن از پله، بالا رفتن از شیب، پایین آمدن از شیب، پایین آمدن از پله را می دهد.

5- تولید نقشه و مکان یابی

برای موقعیت یابی و کشیدن نقشه از یک الگوریتم ساده با استفاده از ورودی انکدرها، شتاب سنج ها، قطب نماها همراه **user range finder** و لیزر اسکنر استفاده گردیده است.

5-1- لیزر اسکنر (*Hokuyo UGB-04LX-F01 laser range scanner*)

برای ایجاد نقشه از این سنسور استفاده گردیده است، زاویه دید این سنسور 240 درجه با دقت 36/ درجه و با سرعت اسکن 100 بار در ثانیه می باشد و طول شعاع دید از 0.2 تا 6 متر با دقت 1mm می باشد.



شکل ۳ لیزراسکنر

Hokuyo UGB-04LX-F01

5-2- قطب نما:

در این ربات از 3 قطب نما به صورت همزمان با 3 شمال فرضی مختلف استفاده شده است که هر شمال با شمال دیگر 45 درجه اختلاف دارد. این کار در جهت تصحیح خطا و بالا بردن دقت انجام می گیرد.

5-3- التراسونیک:

در سمت چپ و راست ربات که دید اپراتور محدود است برای تشخیص مانع استفاده شده است

5-4- سنسور دما:

از 3 عدد سنسور TPA81 که یک سنسور دمایی غیر تماسی می باشد استفاده گردیده است.

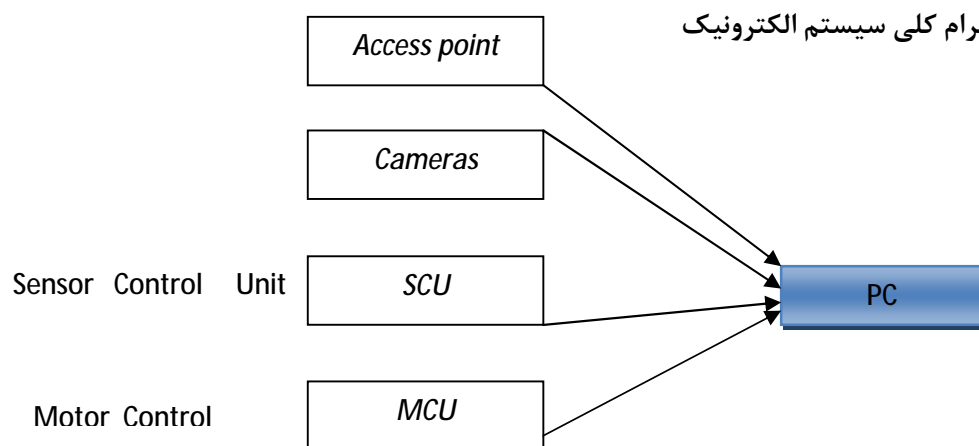
5-5- سنسور دی اکسید کربن

سنسور مورد استفاده قابلیت اندازه گیری گاز را تا 50/000ppm دارد.

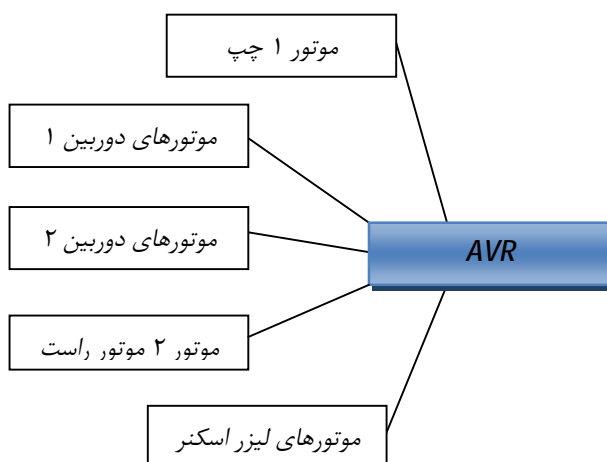
5-6- میکروفن:

دوربینهای به کار رفته در این ربات مجهز میکروفن بوده و از همین میکروفن ها برای دریافت صدا استفاده می شود.

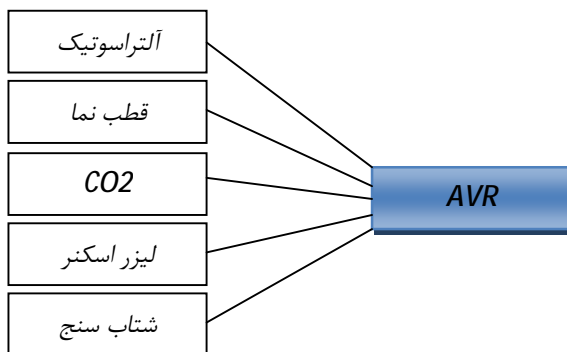
5-7- بلوک دیاگرام کلی سیستم الکترونیک



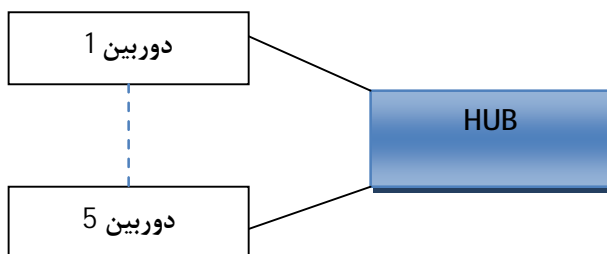
بلوک دیاگرام MCU



بلوک دیاگرام SCU



بلوک دیاگرام دوربین ها



6- عملکرد مجموعه مکانیکی ربات

تیم پاسارگاد با دو ربات از نوع شنی دار در این دوره مسابقات شرکت خواهد کرد.

از آن رو که نمونه های شنی دار در مقایسه با نمونه های چرخ دار در طی کردن مسیرهای متنوع و سخت مسابقات همواره موفق تر عمل کرده اند، از این رو برای طراحی رباتی با قابلیت های حرکتی بالا انتخاب شیوه ی حرکتی بر روی شنی ها، بهترین انتخاب می نماید. ربات هایی با تسمه یا زنجیرهای شنی مانند به راحتی توانایی عبور و حرکت بر روی موانع متنوع را دارند و از میان موانعی که توانایی توقف یک نمونه ی چرخ دار را دارد، برای نمونه هایی شنی دار در همان ابعاد به راحتی قابل عبور می باشد. نمونه هایی از این موانع عبارتند از:

- زمین های بسیار نرم: محیط های شنی، گل و لای عمیق، برف نرم
- موانعی با ابعاد خاص که امکان گیر کردن میان چرخ ها را دارند.
- سنگ ها و مسیر های شکاف دار و منقطع

نمونه های شنی دار این قابلیت های حرکتی بالا را در ازای هزینه و سختی بیشتر در مسیر طراحی و ساخت و همینطور راندمان پایین تر دارند. لذا در این شرایط انتخاب مناسبی است اما در همه ی کاربردها نمی توان آن را بهترین گزینه دانست.

6-1- مکانیزم های طراحی شده ASAME1

برای مکانیزم حرکت شنی این ربات، هر چرخ پروفیل دندانه داری از نوع استاندارد XH در سطح خارجی دارد که با همین پروفیل زائده دار ایجاد شده در محیط داخلی تسمه درگیر می شود. بر روی سطح خارجی تسمه دندانه هایی با ارتفاع متوسط 4 سانتی متر در فواصل 3 سانتی متری چسبانیده شده تا قابلیت درگیری دندانه ها با موانع در مکان های مختلف را فراهم آورد.

هر کدام از جفت چرخ های محرک در هر سو توسط یک موتور از نوع Buhler از نوع 1.61.050.446 در نظر گرفته شده است. این نمونه موتورهایی 12 ولتی و از نوع جریان مستقیم می باشند که با جعبه دنده هایی با نسبت افت دور 1:96.5 طراحی ساخته شده اند. حد بالای سرعت موتور این نمونه، 2400 دور بر دقیقه و حداکثر گشتاور تولیدی 46.3 میلی نیوتون متر می باشد و انتخاب آن بر اساس تحلیل های سینماتیکی و دینامیکی ربات طراحی شده همراه با بررسی نمونه موتورهای تولیدی سازنده های مختلف بوده است

ربات قابلیت خوابانیدن بازوهایش را با هدف افزایش سطح تماس شنی ها با موانع مختلف دارد که توان حرکتی مورد نیاز برای این منظور را موتوری از نوع Buhler و مدل 1.61.050.448 که با جعبه دنده ای طراحی شده توسط تیم به نسبت 1:3 ترکیب شده تامین شده است.



شکل ۴:

Buhler Series 1.61.050.448 DC

6-2- مکانیزم های طراحی شده ASAME2

ربات ASAME2 رباتی با توانایی بالا در عبور از موانع بسیار متنوع صعب العبور می باشد این ربات دارای 4 بازوی خطی است که به طور جداگانه قابلیت چرخش نسبت به بدنه اصلی را به طور کامل دارد. درحالی که به صورت خود قفل طراحی و ساخته شده اند. بر روی این روبات 6 گیربکس حلزونی تعبیه شده است که هر یک دارای موتور مجزا می باشند به گونه ای که 2 موتور وظیفه ناوبری را بر عهده دارند و 4 موتور دیگر بازو ها را دوران می دهند. موتور های مورد استفاده از شرکت MAXON motor co ، مدل 148867 خریداری شده است.



شکل ۴- MAXON motor

بر روی این ربات مکانیزمی بازو شکل نیز برای حرکت دوربین و مجموعه سنسور ها در نظر گرفته شده است. بازو دوربین قرار گرفته بر روی این ربات دارای 5 درجه آزادی می باشد. برای بازوی این ربات با توجه به درجات آزادی زیاد آن (5 درجه) ماکتی از آن ساخته خواهد شد، تا اپراتور بتواند حالت‌های مورد نیاز خود را به سرعت بر روی بازو اعمال کند. این کار سبب افزایش سرعت کاوش به مقدار زیادی خواهد شد.

7- تمرین های تیم جهت آمادگی برای شرایط مسابقه

دو نوع تمرین برای مجموعه تیم در نظر گرفته شده: نوع اول با هدف آمادگی و آگاهی کلی اعضای تیم از شرایط مسابقه، و شرایط محیطی و نحوه جمع آوری اطلاعات محیطی و فنی است. دسته ی دوم شامل آموزش ها و تمرین های تخصصی است که برای اعضای درگیر در راه اندازی، کنترل و سرویس مجموعه الکترونیک، کامپیوتر و مکانیک ربات درگیر هستند. تمرین های لازم برای تنظیم و تعمیر و روی هم سوار کردن مجموعه بخش های ربات پیش از مسابقه بر هم نیز در این رده جای می گیرد.

8- قابلیت های ربات جهت عملکرد در محیط های طبیعی و موقعیت های حادثه

دیدهای واقعی

هرچند ربات های طراحی شده تا به حال در محیط های طبیعی مورد تست و بررسی قرار نگرفته اما اعضای تیم بر این باورند که با توجه به تست های انجام شده بر آن در محیط های مشابه و مسابقاتی می توان بر عملکرد مناسب آن در این محیط ها نیز امیدوار بود. ربات را با توجه به سنسورها و قابلیت های آن در تشخیص مصدوم و مشخصات حیاطی آن، آماده برای انجام این ماموریت نیز می توان دانست.

با این حال شرایط واقعی موردی است که در تمام مراحل طراحی مورد نظر تیم قرار داشته است. بویژه امکانات و تجهیزات مکانیکی ASAME2 که عبور از محیط هایی با سنگ های تکه تکه، سطوح شیب دار مختلف، مناطق گسسته ی پله پله و نا هموار غیر پایدار را فراهم می آورد. همینطور بدنه ی هر دو ربات به اندازه ی کافی قابلیت تحمل شرایط واقعی در حال عملیات، دارا می باشد. از سوی دیگر ASAME2 به راحتی قابلیت جداسازی و سر هم کردن دوباره ی اجزا را داراست و می تواند به سادگی به محل حادثه حمل و حتی توسط افرادی آموزش ندیده نیز در محل آماده ی عملکرد گردد.

9- هزینه

قیمت کل ریال	قیمت واحد	تعداد	ربات	محل تأمین		کشور سازنده	شرکت سازنده	نام دستگاه، وسیله یا ماده
				خارج	داخل			
49760000	83000000	6	ASAME2	☺		امریکا	Maxon	DC موتور سایز کوچک
27000000	27000000	1	ASAME1	☺		ژاپن	Hokuyo	فاصله سنج لیزری
24000000	8000000	3	ASAME1,2		☺	چین	Acer	لپ تاپ
12000000	2000000	6	ASAME1,2		☺	ژاپن	Panasonic	دوربین
6000000	3000000	2	ASAME1,2		☺	چین		سنسور دما
5000000			ASAME2		☺			مواد اولیه
37000000			ASAME2					ساخت قطعات
4500000	1500000	3	ASAME1		☺	آلمان	Buhler	DC موتور سایز کوچک
5000000			ASAME1		☺			مواد اولیه
20000000			ASAME1					ساخت قطعات
190260000			جمع کل					

10- منابع

- [1]. Jorge Angeles, "Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms, Second Edition", Springer-Verlag New York, Inc., 2003
- [2]. Roland SIEGWART, Illah R. NOURBAKHS, "Introduction to Autonomous Mobile Robots", Massachusetts Institute of Technology, 2004
- [3]. J.E. Shigley, C.R. Mischke, "Mechanical Engineering Design", fifth Edition, University of Michigan, 1989
- [4]. Richard S. Hartenberg, "Kinematic Synthesis of Linkages", MacGraw-Hill Book Company
- [5]. حامد قائدینیا، فرشاد برازنده، "طراحی تحلیل و ساخت ربات های فوتوبالیست سایز کوچک"، پایان نامه دوره کارشناسی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، 1386

[6] . دكتور فرشاد برازنده، "مكاترونك"، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، 1386