# طراحی و ساخت کلاه هوشمند جهت هدایت و ناوبری غواصان

**مهدی زمانی بابگهری، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت، دانشگاه آزاد نیشابور**
Zamani3373@gmail.com
**میلاد زمانی بابگهری، کارشناس مهندسی برق الکترونیک، دانشگاه ولایت ایرانشهر**
Zamani07007@yahoo.com
**سید محمد رضا موسوی تقی آبادی، عضو هیئت علمی دانشگاه منتظری مشهد**
M.mosavi@tvu.ac.ir

Archive of SID

## چکیده

ایمنی یکی از مولفه‌های بسیار مهم غواصی است. با توجه به وجود خطرات و مشکلات متعدد دنیای زیر آبها، نیازمند ارائه شیوه‌هایی برای تامین ایمنی غواص می‌باشیم. در این مقاله روشی نوآورانه برای طراحی و ساخت کلاه هوشمندی ارائه شده است که کمک شایانی به ناوبری، هدایت و جمع آوری اطلاعات ضروری از محیط اطراف غواص می‌کند و در نتیجه سبب افزایش قابل ملاحظه ایمنی ایشان می‌شود. اساس این ایده، فراهم ساختن غواصی ایمن توسط انتقال مفاهیم و اطلاعات ضروری دریافت شده از حسگرهای این سیستم می‌باشد. بهره گرفتن از حسگرهایی مانند فشارسنج و دماسنج در کنار تعدادی ماژول آلتراسونیک جهت فاصله سنجی و تشخیص عوارض محیطی و یک ماژول موقعیت‌یاب به منظور مکان‌یابی و تشخیص جهت‌های جغرافیایی این دستگاه را قدرتمند نموده است. گویا بودن، ساعت و تاریخ با قابلیت تنظیم جهت آلارم، ارتقاء و برنامه‌پذیری، دارا بودن حافظه جانبی، قابلیت پخش فایل‌های صوتی و رابط کاربری ساده از دیگر مزایای این سیستم است. دستگاهی که ساخته شده کم‌حجم و بسیار سبک است به گونه ای به هیچ عنوان در مسافت‌های طولانی برای فرد آزار دهنده نیست، کاملا از نظر اقتصادی به صرفه است و نیز توان مصرفی پایینی دارد.

**کلید واژه ها**: کلاه هوشمند، غواصی ایمن، هدایت و ناوبری غواصان، میکروکنترلر AVR، تشخیص مانع، ماژول آلتراسونیک.



www.SID.ir

## 1. مقدمه

غواصی فن شناوری در زیر آب است و علاوه بر اینکه کاربردهای صنعتی، پژوهشی و نظامی دارد، برای ورزش و تفریح هم انجام می‌شود. تنفس زیر آب با استفاده از هوای فشرده تاریخچه‌ای کوتاه دارد، اما غوص در دریا و سفر به عمق دریا از دیرباز توسط بسیاری از ملل جهان انجام می‌پذیرفته است. امروزه غواصی تفریحی و ورزش غواصی به صورت همگانی درآمده و به شکل گسترده‌ای در بسیاری از کشورهای جهان فعالیتی مفید، مفرح، لذت بخش و نیز منبع درآمد در صنعت اکوتوریسم شده است. اگرچه غواصی در رده ایمن‌ترین فعالیت‌های تفریحی و ورزشی جهان به شمار می‌رود اما مبادرت به آن بدون دانش لازم و در صورت عدم بهره‌گیری از وسایل کمک غواصی، می‌تواند کاری بسیار خطرناک به شمارآید[8]. به همین علت تحقیق و ساخت وسائل کمک غواصی برای افزایش امنیت و حفظ جان غواص ضروری است. در همین راستا این مقاله روشی نوآورانه در طراحی و ساخت کلاه هوشمندی را بررسی می‌کند که بر اساس نیازهای ضروری غواص، شبیه سازی و ساخته شده است. طراحی این سیستم بر اساس تحقیق و مطالعات گسترده در زمینه ی غواصی، ضمن توجه به درخواست‌های غواصان در تحقیق میدانی انجام شده و همین مزیت این سیستم را بسیار کارا نموده و کمک شایانی به افزایش ایمنی غواص می‌نماید[10].

در این مقاله ابتدا ضرورت پروژه و نتایج حاصل از تحقیق میدانی بررسی می‌شود. در ادامه شبیه سازی‌های سیستم مورد نظر و پیاده سازی آن به صورت خلاصه و مفید بررسی شده است و در انتها برخی از پیشنهادات به همراه نتیجه گیری ذکر خواهد شد.

## 2. ضرورت پروژه

متاسفانه توجهات به مساله افزایش ایمنی و حفظ جان غواصان به گونه ای که باید باشد نیست. اگر فقط به تعداد مقالات و پروژه‌های ثبت شده در این زمینه و آمار مرگ و میرهای غواصان رجوع کنید به این قضیه پی‌خواهید برد. این مساله ما را در بر آن داشت خواسته‌ها و نیازهای ضروری و اولویت‌های یک غواص در زیر آب را در نظر گرفته و متناسب با آن چنین سیستمی کارا طراحی کنیم.

بر اساس تحقیق و تفحص میدانی (از یک جمعیت 57 نفری)، مهمترین نیازها از چنین سیستمی به این شرح است:

- جمع آوری اطلاعات ضروری از محیط اطراف کاربر.
- فاصله سنجی و تشخیص وجود مانع.
- توانایی اندازه‌گیری فشار.
- اعلام ساعت و تاریخ و نیز زنگ هشدار.
- قابلیت سنجش دما.
- گویا بودن سیستم.
- قیمت مناسب.

Archive of SID



www.SID.ir

- امکانات جانبی و سرگرم کننده مثل قابلیت پخش فایل‌های صوتی.
- سبک باشد به گونه‌ای در مسافت‌های طولانی آزار دهنده نباشد.
- رابط کاربری ساده‌ای داشته باشد.
- داشتن لامپ‌های هشدار دهنده و نیز روشن کننده محیط اطراف تا در اعماق دریاها، شخص دید بهتری بدست آورد و توسط بقیه غواصان براحتی قابل تشخیص باشد.

در این پروژه سعی بر این بوده است مهمترین خواسته و نیازها در یک سیستم گردآوری شده و در روی کلاه فرد غواص نصب و به آنها ارائه شود که با موفقیت به انجام رسیده است.

## 3. شبیه سازی بخش‌های الکترونیکی

برای رسیدن به اهداف مذکور، شبیه‌سازی بخش‌های حساس‌تر از پروژه ضروری است. بخش‌هایی مانند اتصال کارت حافظه به میکروکنترلر جهت ذخیره‌ی فایل‌های صوتی مورد نیاز جهت گویا کردن سیستم و فایل‌های صوتی مورد نظر کاربر، اتصال ماژول موقعیت یاب به میکروکنترلر و شبیه سازی اتصال سنسور دما (می‌توان از سنسور LM 35 استفاده کرد).

در شبیه سازی هر بخش، سیم کشی‌ها و قطعات مربوط به دیگر بخش‌ها حذف شده تا بررسی آن توسط خواننده به راحتی انجام شود.

### 3-1. اتصال کارت حافظه به میکروکنترلر

یکی از مشکلاتی که معمولا در مدارات میکروکنترلی وجود دارد کم بودن حافظه برای ذخیره ماندگار اطلاعات می‌باشد. به عنوان مثال ممکن است در یک پروژه نیاز باشد نمونه‌هایی از داده مثل دما یا فشار و... را در مدت طولانی ذخیره کرده و همچنین داده‌ها با قطع جریان برق نیز حفظ شوند. ولی E2PROM میکروکنترلر نمی‌تواند اطلاعات زیادی را در خود ذخیره سازد. از طرفی گاهی نیاز است این اطلاعات توسط دیگر سیستم‌ها مثل یک کامپیوتر پردازش شوند و این توجه ما را به یک حافظه قابل حمل جلب می‌نماید.

در بسیاری از مسائل دیگر از جمله در این پروژه که نیاز به ذخیره اطلاعات به صورت فایل‌های صوتی در حافظه و خواندن و ارتباط آنها با میکروکنترلر نیاز اساسی محسوب می‌شود، با توجه به محدود بودن حافظه‌ی فلش[1] میکروکنترلر بایستی به فکر یک حافظه جانبی بود. در این حالت کارت‌های حافظه چند رسانه‌ای[2] می‌توانند جوابگوی نیاز ما باشد.

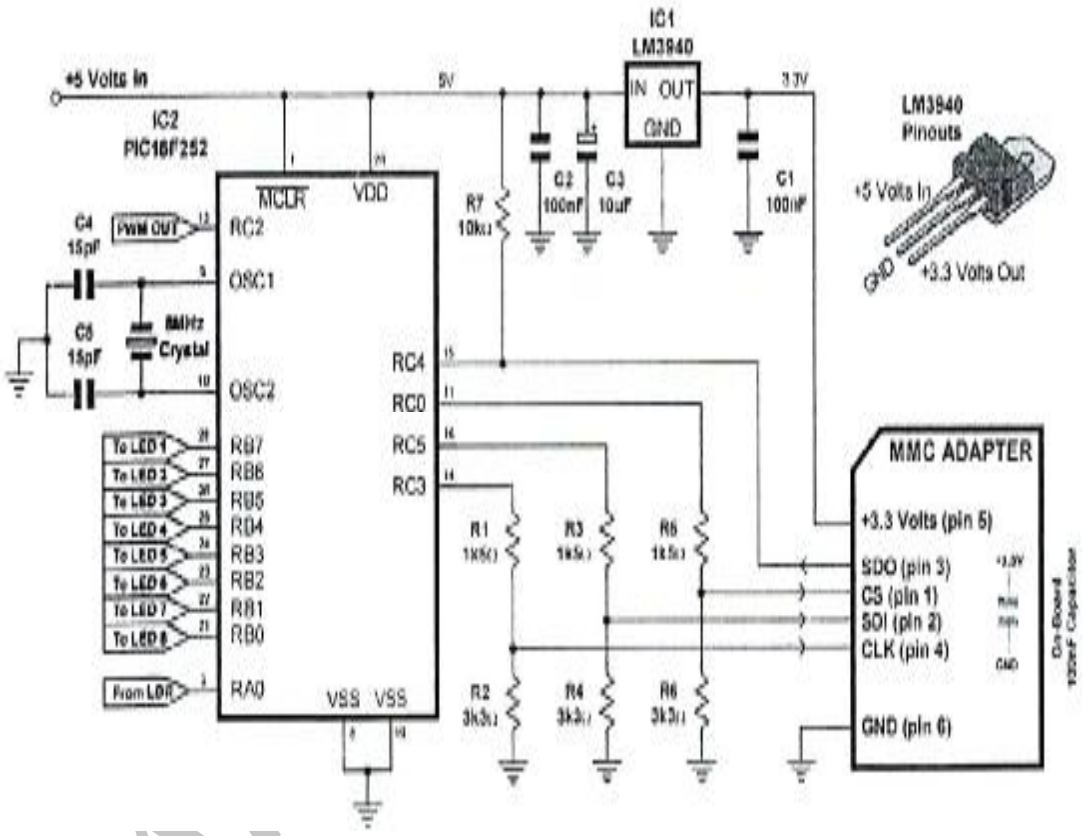
با توجه به این که کارت‌های حافظه دارای ولتاژ کاری بین 2/7 تا 3/6 ولت می‌باشد، از این رو بایستی از میکروکنترلی استفاده کنیم که دارای ولتاژ کاری پایین (میکروکنترلرهای سری L یا A) باشد. البته می‌توان مانند شکل 1 از تقسیم ولتاژ نیز استفاده کرد.

[1] FLASH
[2] Multimedia Card



Archive of SID
www.SID.ir

باید به این نکته نیز توجه داشت در کاربردهایی همانند این پروژه که دارای فرکانس کاری بالا می‌باشند و یا سیگنال صوتی وجود دارد، بایستی از خازن های الکترولیتی جهت رگوله نگه داشتن ولتاژ کاری این کارت‌ها استفاده کرد زیرا بسیار حساس می باشند[9].




**شکل 1. نحوه اتصال MMC به میکروکنترلر**

این نوع کارت‌های حافظه از دو نوع پروتکل ارتباطی پشتیبانی می‌کنند که عبارتند از:

1. Multimedia Mode یا MMC Mode
2. Serial Peripheral Interface یا SPI Mode

با توجه به اینکه AVR از پروتکل SPI پشتیبانی می‌کند ما نیز از همین پروتکل برای ارتباط بین میکروکنترلر و کارت حافظه استفاده خواهیم کرد[9].

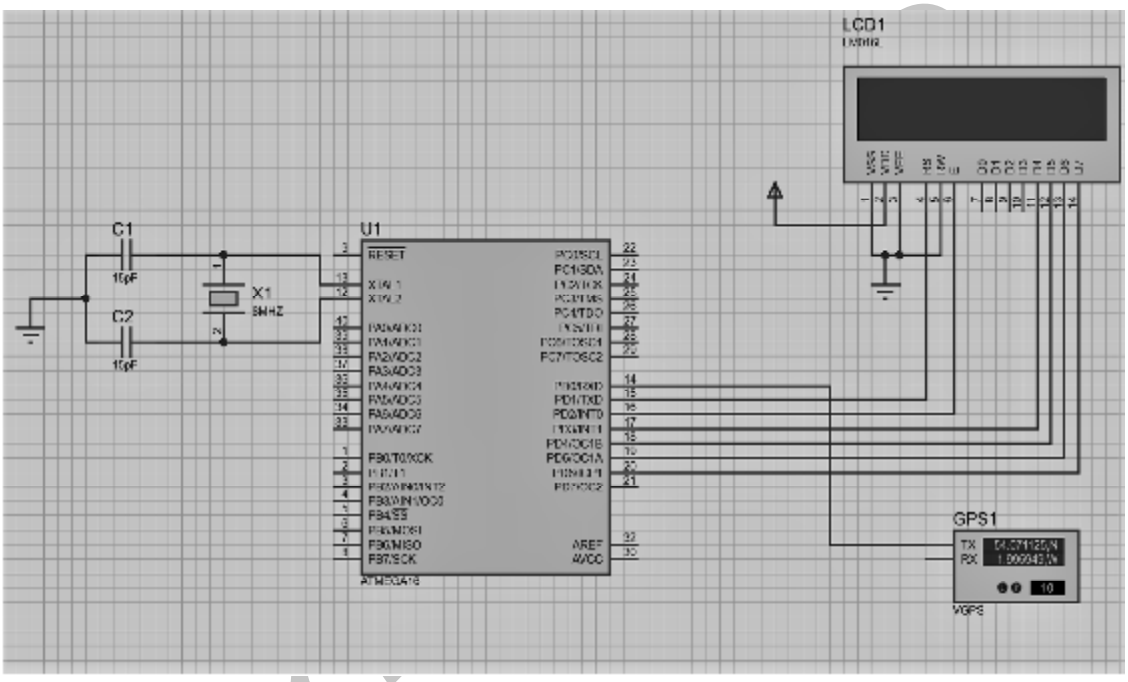


www.SID.ir

### 3-2. اتصال ماژول موقعیت یاب

اطلاعات دریافتی از ماژول موقعیت یاب نظیر طول و عرض جغرافیایی و نیز تاریخ و زمان دقیق، به میکروکنترلر ارسال شده و توسط آن تحلیل می‌شوند[4]. کاربر می‌تواند این اطلاعات را در نمایشگر مشاهده و همزمان به صورت گویا بشنود.

اتصال این ماژول به میکروکنترلر، توسط نرم افزار پروتئوس شبیه سازی شده و در شکل 2 قابل مشاهده است.




**شکل شماره 2. شبیه سازی اتصال ماژول موقعیت یاب به میکروکنترلر در نرم افزار پروتئوس**

### 3-3. اتصال سنسور دما

در این پروژه با استفاده از سنسور دمای LM35، دمای محیط یا بدن شخص سنجیده می‌شود. داشتن دقت تضمینی تا 0/5 درجه سانتی گراد، رنج مجاز گسترده (از 55- تا 150 درجه سانتی گراد)، هزینه پایین، خودگرمایی پایین و مناسب برای کاربرد های متحرک از دلایل انتخاب این سنسور است.

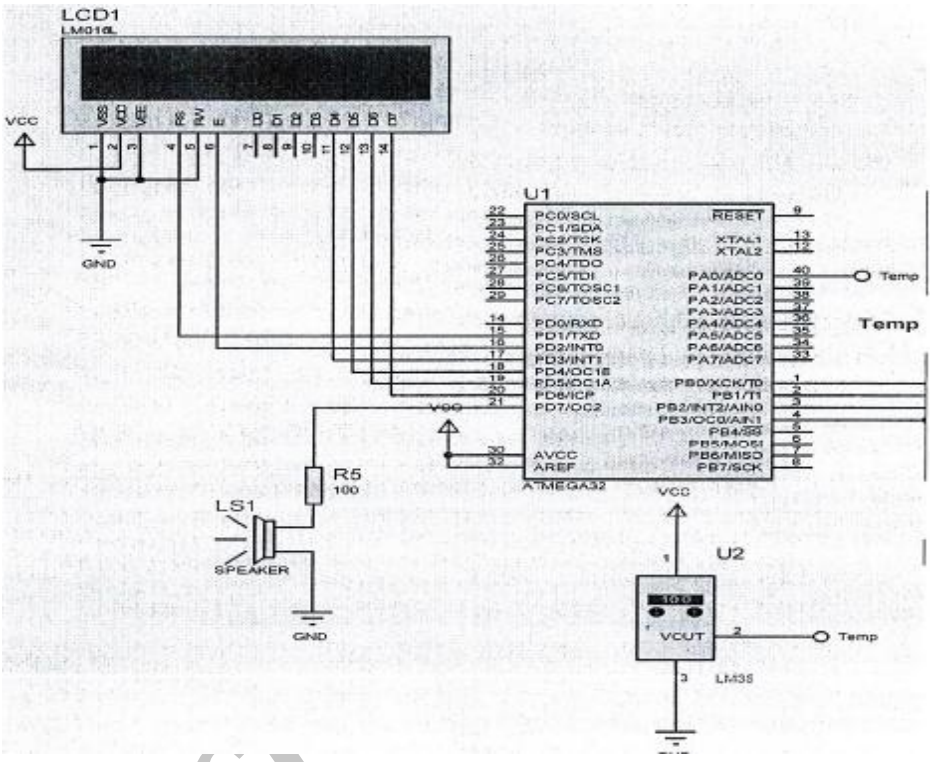
این سنسور در تغییر دمای هر درجه سلسیوس به میزان 10 میلی ولت تغییر ولتاژ خروجی را خواهد داشت. بنابراین با تغذیه 5 ولت، در دمای صفر درجه سانتی گراد مقدار ولتاژ خروجی صفر ولت و در دمای 100 درجه سانتی گراد مقدار ولتاژ خروجی برابر یک ولت خواهد بود.

در برنامه نویسی این سیستم، برای نرمالیزه مقدار دما، عدد گرفته شده از مبدل آنالوگ به دیجیتال بر عدد 2/04 تقسیم شده است. زیرا با ولتاژ یک ولت ورودی به مبدل (به عبارتی ولتاژ یک ولت خروجی از سنسور که این سطح ولتاژ نمایانگر دمای 100 درجه سانتی گراد می باشد)، مقدار خروجی مبدل عدد 204 خواهد



www.SID.ir

بود. بنابراین عدد 204 نمایانگر دمای 100 درجه سانتی‌گراد است و با تقسیم این عدد بر مقدار 2/04 می-توان مقدار خروجی را نرمالیزه و به سانتی‌گراد تبدیل کرد.
اتصال این سنسور به میکروکنترلر نیز شبیه سازی شده و در شکل 3 می‌توان آن را مشاهده و بررسی کرد.



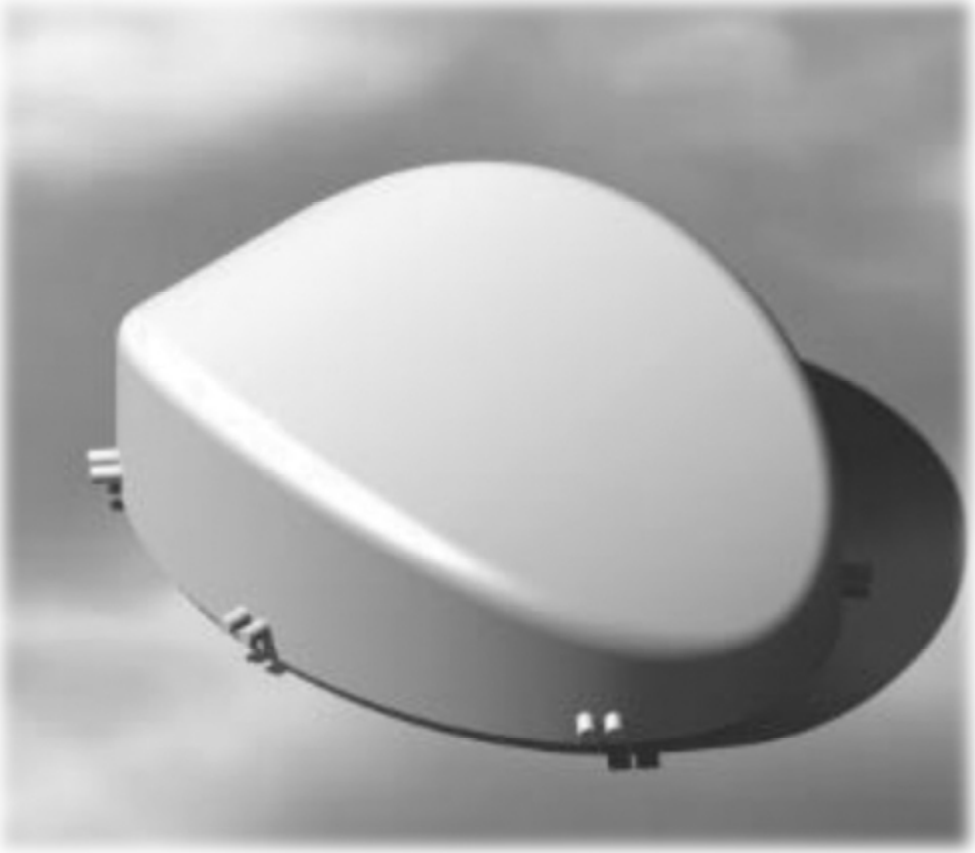

**شکل 3. شبیه سازی نحوه اتصال سنسور دمای LM35 به میکروکنترلر در نرم افزار پروتئوس**

## 4. شبیه‌سازی کلاه و جانمایی قطعات روی آن

با قرارگرفتن ماژول های آلتراسونیک در لبه ها و قسمت جلویی کلاه، سیستم به راحتی تغییر سطح و یا پستی و بلندی‌های کف دریا و نیز موانع روبروی شخص که امنیت او را تهدید می‌کند را حس کرده و توسط هندزفری به کاربر اطلاع می‌دهد. با این جانمایی واضح است که فاصله سنجی نیز از روبروی غواص تا هر شیئی انجام گرفته و به شکل گویا به کاربر منتقل می‌شود. در برنامه‌نویسی سیستم، این امکان قرار داده شده است که اگر قسمت جلوی کلاه و یا همان نوک ماژول ها، کمتر از 110 سانتی‌متر از جسمی فاصله داشته باشد، سیستم با آلارم به کاربر هشدار می‌دهد و هر چه این فاصله کمتر شود فرکانس آلارم بیشتر شده و غیر مستقیم به کاربر اعلام می‌کند که چه میزان از جسم روبرویش فاصله دارد تا خطر برخورد سر او با موانع به حداقل برسد. بدیهی است که کاربر در صورت نیاز می‌تواند سیستم را در حالت اندازه گیر فاصله قرار داده و به صورت دقیق این مقدار را اندازه‌گیری کند. تعدادی LED کم‌مصرف نیز در اطراف و بویژه در جلوی کلاه تعبیه شده تا فرد نابینا با روشن کردن آنها در اعماق دریا، دید بهتری از محیط اطراف خود بدست آورد.


www.SID.ir

در شکل 4 نمایی از طراحی و شبیه‌سازی کلاه هوشمند غواصی در نرم افزار کتیا به تصویر درآمده است. مکان ماژول‌های آلتراسونیک در اطراف کلاه قابل مشاهده است.



شکل 4 نمایی از طراحی اولیه کلاه هوشمند در نرم افزار کتیا

## 5. پیاده سازی

با کنار هم قرار گرفتن ابزار و ماژول های ذکر شده تحت شرایط شبیه‌سازی شده‌ی الکترونیکی و با طراحی-های قبلی می توان به هدف پروژه دست یافت. در شکل 5 مدار طراحی شده‌ی اولیه به همراه موارد مورد نیاز در طراحی (مثل نمایشگر) را مشاهده می‌کنید. برخی از امکانات طراحی اولیه همانند نمایشگر در هنگام نصب سیستم بر روی کلاه قابل حذف شدن است و برای موارد کاربردی خاص می‌توان از این امکان نیز بهره برد.



www.SID.ir

**شکل 5. نمونه ساخته شده ی سیستم هوشمند ساز کلاه غواصی جهت انجام تست های مربوطه**

شکل 6 نمایی از نمونه ی کلاه هوشمند غواصی را نشان می دهد که محل قرار گیری ماژول ها روی آن قابل مشاهده است.

**شکل 6 نمونه‌ی کلاه هوشمند غواصی**



www.SID.ir

## 6. نتیجه‌گیری و پی‌شنهادات

کلاه هوشمند ارائه شده در این پروژه، یک سیستم کاربردی و بسیار ارزان قیمت جهت کمک به هدایت و ناوبری غواصان است که می‌تواند امنیت قابل ملاحظه‌ای را برای او تامین نماید و اطلاعات ضروری برای حفظ جان و همچنین اکتشافات در اعماق را در اختیار وی قرار دهد. قابلیت‌های این دستگاه که در موارد مشابه وجود ندارد، می‌تواند بدون نیاز به هیچ‌گونه آموزش خاص توسط شخص مورد استفاده قرار گیرد.

این سیستم به اهداف اصلی خود مانند مناسب‌ترین طراحی بر اساس نیاز و ملزومات ضروری در یک عملیات غواصی، فاصله‌سنجی و تشخیص موانع، دما و فشارسنجی، موقعیت‌سنجی، ساعت و تقویم با قابلیت تنظیم جهت آلارم و گویا بودن تمامی موارد مذکور به همراه کم حجمی، پایین بودن وزن و مناسب برای مسافت‌های طولانی و... رسیده است.

این سیستم به سادگی قابل ارتقاء بوده و امکان افزودن مواردی مانند اندازه‌گیری فشار کپسول اکسیژن به منظور آگاهی کاربر از میزان اکسیژن باقی مانده، دوربین جهت ثبت و ضبط مستندات و... را داراست.

## تشکر و قدردانی

در پایان لازم می‌دانیم از کلیه غواصانی که در تحقیق میدانی همکاری مناسبی با ما داشته اند، تشکر کنیم.

## مراجع

[1] J. Martell and G. Gini, “Robotic hands: Design review and proposal of new design process” *World Acad. Sci. Eng.* pp. 85–90, 2007.

[2] J. J. Craig, “Introduction to robotics: mechanics and control,” 2004.

[3] G. S. U. ADAMS, “Controls,” *Mech. Dyn. Inc*, 2002.

[4] Lachapelle, G., Kielland, P., & Casey, M. (2015). GPS for marine navigation and hydrography. The International Hydrographic Review, 69 (1).

[5] Cannon, M.E . Dept. of Geomatics Eng, Calgary Univ. Alta, Canada Lachapelle, G. Qiu, W. Frodge, S.L. Remondi, B. (1994). Performance analysis of a narrow correlator spacing receiver for precise static GPS positioning. Position Location and Navigation Symposium, 1994, IEEE, 355-360.

[6] Islam, M. R. , Kim, J. M. (2015). A Centroid-GPS Model to Improving Positioning Accuracy for a Sensitive Location-Based System. In Ubiquitous Computing Application and Wireless Sensor (pp. 187-196). Springer Netherlands

[7] Chen, M. et al. (2010). Robust adaptive tracking control of the underwater robot with input nonlinearity using neural networks. International Journal of Computational Intelligence Systems, vol. 3, no. 5, p. 646-655.

[8] باقریان، محمد رسول (1390)، راهنمای جامع غواصی در آب های آزاد، چاپ اول، تهران، پازینه.

[9] هدایت اله. روستا، "Multimedia Card (MMC)" نهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق، تهران، دانشگاه تهران، 1385

[10] علی بیگی، مصطفی و عرفان قاسم خانی، 1392، روشی جدید برای غواصی ایمن تر، اولین کنفرانس بین المللی حماسه سیاسی (با رویکردی بر تحولات خاورمیانه) و حماسه اقتصادی (با رویکردی بر مدیریت و حسابداری)، رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن



Archive of SID
www.SID.ir