

The Impact of Atmospheric Diving Suits on Underwater Operations

Mazyar Jahanbakhsh^{1*}, Ali Mohammadi², Abbas Khazaei³

¹ Department of Science and Technology Studies, Command and Staff University of AJA, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Marine Sciences, Imam Khomeini University of Marine Sciences, Nowshahr, Iran

³ Instructor, Department of Marine Sciences, Imam Khomeini University of Marine Sciences, Nowshahr, Iran

Received: 12 January 2025 Accepted: 3 June 2025

Abstract

Background and Aim: Given the critical importance of advanced equipment in diving operations, particularly in complex and deep environments, this study examines the effects of atmospheric diving suits (ADS) on improving safety and operational efficiency in underwater missions.

Methods: This applied research employed a mixed-methods (qualitative-quantitative) approach with an exploratory-descriptive design. The qualitative phase involved semi-structured interviews with 8 military and industrial diving experts, selected through purposive sampling until theoretical saturation was achieved. The quantitative phase distributed a 29-item questionnaire via complete census sampling to 40 diving supervisors and operators. Questionnaire reliability was confirmed using Cronbach's alpha. Qualitative data were analyzed through coding and content analysis, while quantitative data were examined using descriptive statistics.

Results: The study revealed that atmospheric diving suits (ADS) significantly impact underwater operations across six key dimensions: 1) technical-operational aspects (6 components, mean=4.84) emerged as the most influential factor, followed by 2) economic considerations (4 components, mean=4.82), 3) military-security applications (4 components, mean=4.67), 4) operational safety and protection (7 components, mean=4.33), 5) scientific research capabilities (5 components, mean=4.18), and 6) environmental factors (4 components, mean=4.12), demonstrating ADS technology's comprehensive potential to enhance safety, efficiency, and operational effectiveness in challenging underwater environments while offering notable economic and security benefits.

Conclusion: As an innovative technology, atmospheric diving suits play a vital role in improving underwater operation safety and performance. The systems offer significant advantages not only technically and operationally, but also economically, environmentally, and in security applications. Their deployment is particularly recommended for challenging underwater environments.

Keywords: Atmospheric diving suit, Diving performance, Underwater operations

*Corresponding author: Mazyar Jahanbakhsh, Email: m.jahanbakhsh@casu.ac.ir

Address: Department of Science and Technology Studies, Command and Staff University of AJA, Tehran, Iran.

تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات‌های زیرآبی

مازیار جهانبخش^{۱*}، علی محمدی^۲، عباس خزایی^۳

^۱گروه مطالعات علم و فناوری، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران
^۲استادیار گروه علوم دریایی دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره) نوشهر، نوشهر، ایران
^۳مربی گروه علوم دریایی دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره) نوشهر، نوشهر، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اهمیت استفاده از تجهیزات پیشرفته در عملیات غواصی، به‌ویژه در محیط‌های پیچیده و عمیق، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر لباس اتمسفریک غواصی بر بهبود ایمنی و کارایی عملیات زیرآبی انجام شده است.

روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع کاربردی و با رویکرد آمیخته (کیفی-کمی) بوده و با روش توصیفی اکتشافی-علی به تحلیل موضوع پرداخته است. در مرحله کیفی، با استفاده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی، داده‌ها از ۸ خبره حوزه غواصی نظامی و صنعتی تا رسیدن به اشباع نظری جمع‌آوری شد. در مرحله کمی، یک پرسشنامه ۲۹ سؤال میان ۴۰ نفر از سرپرستان و مجریان عملیات غواصی به روش سرشماری کامل توزیع گردید. پایایی پرسشنامه با آلفای کرونباخ تأیید شد و داده‌های کیفی پس از کدگذاری، دسته‌بندی و تحلیل محتوا، و داده‌های کمی با استفاده از آمار توصیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از لباس اتمسفریک غواصی در شش بُعد اصلی تأثیرگذار است: (۱) بُعد فنی و عملیاتی با ۶ مؤلفه و میانگین ۴٫۸۴ به عنوان مؤثرترین عامل، (۲) بُعد اقتصادی با ۴ مؤلفه و میانگین ۴٫۸۲، (۳) بُعد نظامی و امنیتی با ۴ مؤلفه و میانگین ۴٫۶۷، (۴) بُعد ایمنی و محافظت در محیط عملیاتی با ۷ مؤلفه و میانگین ۴٫۳۳، (۵) بُعد تحقیقات علمی با ۵ مؤلفه و میانگین ۴٫۱۸، و (۶) بُعد زیست‌محیطی با ۴ مؤلفه و میانگین ۴٫۱۲. این یافته‌ها حاکی از آن است که لباس اتمسفریک غواصی به‌عنوان یک فناوری نوین، می‌تواند به‌طور معناداری ایمنی، کارایی و اثربخشی عملیات زیرآبی را در محیط‌های پیچیده و عمیق بهبود بخشد.

نتیجه‌گیری: استفاده از لباس اتمسفریک غواصی به‌عنوان یک فناوری نوین، نقش مؤثری در ارتقای ایمنی، کارایی و اثربخشی عملیات زیرآبی دارد. این تجهیزات نه‌تنها از جنبه فنی و عملیاتی، بلکه از نظر اقتصادی، امنیتی و زیست‌محیطی نیز دارای مزایای قابل توجهی هستند. بنابراین، به‌کارگیری آن در عملیات غواصی، به‌ویژه در محیط‌های چالش‌برانگیز، توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: لباس اتمسفریک غواصی، عملکرد غواصی، عملیات زیرآبی

*نویسنده مسئول: مازیار جهانبخش. پست الکترونیک: m.jahanbakhsh@casu.ac.ir

آدرس: گروه مطالعات علم و فناوری، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.

مقدمه

در طول تاریخ انسان ها همواره به دنبال جستجوی ناشناخته ها بودند یکی از این ناشناخته ها محیط زیرآب بوده که باعث گردید همواره تلاش گسترده ای به منظور ساخت تجهیزات مخصوصی به منظور افزایش ماندگاری انسان در زیر سطح آب صورت پذیرد. نخستین کوشش ها در این مورد استفاده از نی های توخالی و لوله هایی بود که سرشان از سطح آب بیرون باقی می ماند و کسی که در زیر آب از این وسایل استفاده می کرد گرچه نمی توانست کار موردنظرش را به خوبی انجام دهد ولی مدت زمان زیادی قادر به ماندن در زیر آب بود. مردانی که از این لوله ها استفاده می کردند بیشتر از این که غواص باشند سربازانی بودند که از آب به عنوان یک پوشش برای مأموریت خود استفاده می کردند. یک کتیبه آشوری در ۹ قرن قبل از میلاد مسیح یک غواص را درحالی که از پوست بادکرده حیوانات به عنوان مخزن هوا استفاده کرده نشان می دهد، این فکر کاملاً قدیمی است. مخترعین به دنبال روش هایی بودند تا غواص را از وجود لوله هایی که غواص را به سطح آب متصل می کند راحت نمایند و همچنین در جستجو سیستمی بودند که آزادی حرکت غواص را افزایش دهد بدون اینکه خطرات بیشتری به دنبال داشته باشند. راه حل مشخص بود و غواص می بایستی از مخزن هوا قابل حملی که با خود به زیرآب می برد برای تنفس استفاده نماید. امروزه دستگاه تنفسی زیرآبی مستقل مسیر باز و مسیر بسته نه تنها موجودیت یافته بلکه به عنوان مشهورترین و قابل استفاده ترین نوع وسیله غواصی جایگزین وسایل غواصی عمق زیاد شده است. همزمان با پیشرفت تجهیزات غواصی غواصان از لباس های متنوعی نیز به منظور اجرای عملیات غواصی در آب های متعادل و سرد به عنوان لباس و تسوت (Wetsuit) و لباس دری سوت (Drysuit) استفاده نمودند. همچنین با توسعه فناوری غواصان از لباس های خاص به عنوان لباس اتمسفریک (Atmospheric Diving Suit) استفاده نمودند. لباس غواصی اتمسفریک، یک لباس قابل غوص یک نفره است که از لحاظ ظاهری شبیه انسان بوده و مفصل بندی شده است و به واسطه استحکامی که دارد به لباس آهنین تشبیه شده است. این لباس برای استفاده و انجام غواصی تا عمق بیشتر از ۲۳۰۰ پایی معادل ۷۰۰ متر برای ساعات مدیدی طراحی شده است و مخاطرات فیزیولوژیکی که با غوص به اعماق زیاد همراه است را کاهش می دهد. فردی که درون این لباس قرار دارد به فشار برداری استفاده از گازهای مخلوط برای تنفس در اعماق زیاد، نیاز ندارد و همچنین خطر بروز بیماری های برداشت فشار یا مستی نیتروژن او را تهدید نمی کند. با توجه به اینکه کشور جمهوری اسلامی ایران از مرزهای گسترده دریایی برخوردار بوده و بر اساس فرمایشات مقام معظم رهبری در طول سالیان دراز، به مسئله دریانوردی بسیار بی احترامی و بی اهمیتی شده است. همزمان با توسعه دریا محور و گسترش فعالیت های دریانوردی و حضور نیروی دریایی و لزوم تأمین منافع

جمهوری اسلامی ایران در آب های دوردست، برخورداری از تجهیزات متناسب به منظور انجام عملیات غواصی در عملیات متنوع مانند سالوینج و شناورسازی، جوشکاری و برشکاری زیرآبی و عملیات امداد و نجات زیرسطحی به همراه مهندسی دریایی و حفاظت از تأسیسات فراساحل از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو هدف اصلی این تحقیق، تبیین تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی بر عملیات زیرآبی بوده و سؤال عمده تحقیق عبارت است از: تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی چگونه است؟ در مورد اهمیت این تحقیق می توان بیان نمود، با توجه به نقش مهمی که یگان های غواصی در پشتیبانی از مأموریت های نظامی و تجاری بر عهده دارند در صورتی که تجهیزات متناسب با عمق و نوع مأموریت در اختیار تیم های غواصی باشد پشتیبانی از مأموریت های محوله به خوبی انجام خواهد شد. در مورد ضرورت انجام این تحقیق نیز می توان بیان نمود که در صورت عدم توجه به تجهیزات غواصی مورد نیاز به منظور پشتیبانی از فعالیت های تجاری و نظامی در اعماق زیاد، ضمن به خطر افتادن امنیت تیم های غواصی و احتمال بروز بیماری ها و مخاطرات متعدد غواصی در مأموریت های عملیاتی، موجب عدم پشتیبانی کامل در مأموریت های محوله نیز می گردد.

روش ها

در ابتدا به تعریف چند واژه تخصصی که در فرایند تحقیق به آن ها پرداخته خواهد شد اشاره می گردد:

- **غواص:** اصطلاحاً به افرادی اطلاق می گردد که تخصص غواصی داشته و قابلیت اجرای عملیات زیرآبی در اعماق مختلف و در راستای مأموریت های محوله در زمان صلح و جنگ را دارند (۱).
- **تجهیزات غواصی:** به مجموعه تجهیزات و وسایلی اطلاق می گردد که تیم های غواص باید به منظور انجام عملیات ایمن و مفید و مؤثر غواصی به همراه داشته باشند (۱).
- **اسنورکل:** لوله تنفسی از جنس لاستیک و پلاستیک که به غواص اجازه می دهد در هنگام غواصی در سطح آب صورت خود را در درون آب نگاه داشته و با تنفس از طریق اسنورکل دید مناسبی از محیط زیرآب داشته باشد (۲).
- **غواصی عمق زیاد:** به اجرای عملیات غواصی در عمق های فراتر از ۳۰ متر تا عمق ۶۰ متر اطلاق می شود که در اجرای این عملیات و به علت حساسیت بالا وجود اتاق فشار در محل غوص الزامی است (۳).
- **اتاق فشار:** محفظه ای است که انسان را در محدوده فشارهایی فراتر از فشار اتمسفر (یک بار) قرار می دهد. اتاق فشارها بر اساس نوع کارکرد، تعداد سرنشین و محل نصب به انواع مختلفی قابل تقسیم می گردند (۴).

▪ **عملیات تجسس و نجات:** به‌طور کلی نوعی حالت اضطراری محسوب می‌شود که در چنین وضعیتی معمولاً یگان شناور سطحی یا زیرسطحی و یا پروازی دچار سانحه شده و می‌بایست در کوتاه‌ترین زمان برای نجات بازماندگان احتمالی اقدام کرد (۳).

لباس اتمسفریک غواصی یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌ها در زمینه غواصی است که باهدف محافظت از غواصان در برابر فشارهای محیطی زیرآب و افزایش توانایی انجام عملیات در اعماق زیاد طراحی شده است (۵). این فناوری از قرن نوزدهم میلادی تا به امروز طی مراحل مختلفی توسعه یافته است. در ادامه به تاریخچه و روند پیشرفت این لباس پرداخته می‌شود. تاریخچه اولیه مربوط به قرن نوزدهم بوده که نخستین تلاش‌ها برای طراحی لباس اتمسفریک غواصی صورت پذیرفت. در سال ۱۸۱۹، یک مخترع انگلیسی به نام لئوپولد جیمز برتل اولین نمونه از لباس غواصی را ساخت که از فلز ساخته شده بود و به غواص امکان می‌داد در اعماق کم آب فعالیت کند. این لباس‌ها بیشتر شبیه زره‌های فلزی بودند و وزن زیادی داشتند، اما ایده اصلی، یعنی حفظ فشار داخلی برابر با فشار سطح، از همان زمان شکل گرفت. در اوایل قرن بیستم، طراحی‌های لباس غواصی پیشرفته‌تر شد. یکی از اولین نمونه‌های موفق لباس اتمسفریک غواصی توسط جان لورنز در سال ۱۹۲۳ ساخته شد. این لباس از مواد مقاوم‌تری ساخته شده بود و برای نخستین بار امکان دسترسی به اعماق بیشتر را فراهم کرد. در دهه ۱۹۳۰، لباس‌های اتمسفریک با استفاده از فلزات سبک‌تر و طراحی‌های ارگونومیک‌تر توسعه یافتند. این لباس‌ها به غواصان اجازه می‌دادند در عمق‌های حدود ۱۰۰ متر به راحتی کار کنند (۶). در دوران جنگ جهانی دوم، نیاز به فناوری غواصی پیشرفته برای عملیات نظامی موجب شد که کشورها به توسعه لباس‌های اتمسفریک توجه ویژه‌ای داشته باشند. این لباس‌ها برای انجام مأموریت‌های شناسایی، تخریب مین‌ها و بازایی تجهیزات غرق شده مورد استفاده قرار گرفتند (۷).

لباس‌های پیشرفته در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، با پیشرفت فناوری مواد و مهندسی، صورت پذیرفت. شرکت‌های مختلفی مانند جیم سوئیت JIMSuit در بریتانیا لباس‌هایی تولید کردند که از آلیاژهای سبک و مقاوم ساخته شده و امکان کار در عمق‌های بیش از ۳۰۰ متر را فراهم می‌کردند. از دهه ۱۹۷۰ به بعد، لباس‌های اتمسفریک نه تنها در عملیات نظامی، بلکه در فعالیت‌های صنعتی مانند تعمیر خطوط لوله زیرآبی، سازه‌های نفتی و تحقیقات علمی به کار گرفته شدند. لباس‌های نسل جدید در دهه‌های اخیر، با پیشرفت در مواد کامپوزیتی، فناوری‌های رباتیک و سیستم‌های کنترل هوشمند صورت پذیرفته و موجب شده است لباس‌های اتمسفریک مدرن سبک‌تر، انعطاف‌پذیرتر و کارآمدتر باشند. نمونه‌هایی مانند Exosuit که در دهه ۲۰۱۰ معرفی شدند، امکان دسترسی به عمق‌های بیش از ۱۰۰۰ متر را با ایمنی بالا فراهم می‌کنند. لباس‌های مدرن مجهز

به سیستم‌های ارتباطی پیشرفته، سنسورهای محیطی و ابزارهای مکانیکی رباتیک هستند که غواصان را قادر می‌سازد وظایف پیچیده‌ای مانند نمونه‌برداری علمی، تعمیر تجهیزات و جستجوی زیرآبی را انجام دهند (۸). به‌صورت کلی می‌توان بیان نمود که لباس اتمسفریک غواصی طی دو قرن اخیر از یک مفهوم ابتدایی به یک فناوری پیشرفته تبدیل شده است. توسعه این لباس‌ها با پیشرفت در مواد، طراحی و فناوری‌های ارتباطی همراه بوده و نقش مهمی در عملیات نظامی، صنعتی و علمی ایفا کرده است. امروزه، این لباس‌ها یکی از ضروری‌ترین ابزارها برای غواصی در عمق‌های زیاد و محیط‌های چالش‌برانگیز به شمار می‌روند.

این نوع از لباس از ویژگی‌های خاصی برخوردار بوده که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌گردد (۹):

- **حفظ فشار داخلی ثابت:** لباس اتمسفریک با طراحی خاص خود، فشار داخلی را ثابت نگه می‌دارد و از تأثیرات فشار بالای آب روی بدن غواص جلوگیری می‌کند.
- **ساختار مقاوم:** این لباس از آلیاژهای سبک و مقاوم یا مواد کامپوزیتی پیشرفته ساخته شده است که در برابر فشار زیاد، ضربات مکانیکی و خوردگی مقاوم است.
- **تجهیزات پیشرفته:** لباس‌های اتمسفریک معمولاً به ابزارهایی مانند بازوهای مکانیکی، دوربین‌های تصویربرداری، سیستم‌های ارتباطی و سنسورهای پیشرفته مجهز هستند که امکان انجام عملیات پیچیده را فراهم می‌کنند.
- **امکان فعالیت در اعماق زیاد:** این لباس‌ها به غواص اجازه می‌دهند در عمق‌هایی تا بیش از ۱۰۰۰ متر عملیات انجام دهد، جایی که سایر تجهیزات غواصی سنتی نمی‌توانند استفاده شوند.



شکل-۱. ویژگی کلیدی لباس اتمسفریک بر اساس تحلیل محتوای انجام‌شده

تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی بر عملکرد غواصان

لباس اتمسفریک غواصی، که به‌عنوان یک نوع پیشرفته از تجهیزات غواصی شناخته می‌شود، تأثیر چشمگیری بر عملکرد و ایمنی غواصان در عملیات زیرآبی دارد. این نوع لباس که به شکل

را خنثی کرده یا تجهیزات نظامی غرق‌شده را بازیابی کنند. این لباس‌ها به‌ویژه در مأموریت‌هایی که نیاز به حضور انسانی و حساسیت بالا دارند، بسیار مؤثر هستند.

۱۰. تداوم عملیات در شرایط سخت: لباس اتمسفریک

غواصی به غواصان این امکان را می‌دهد که در محیط‌های دشوار مانند آب‌های سرد قطبی، جریان‌های قوی یا مناطق آلوده بدون تأثیر منفی بر عملکردشان کار کنند.

همچنین این لباس دارای مزایا و محدودیت‌هایی نیز است که از مزایای آن می‌توان به افزایش ایمنی و محافظت کامل از غواص در برابر فشار بالا و خطرات محیطی، مدت‌زمان طولانی‌تر عملیات و امکان حضور مداوم در زیرآب بدون محدودیت‌های فیزیولوژیکی دقت و کارایی بالا و انجام وظایف پیچیده‌ای که با ربات‌های زیردریایی ممکن نیست و همچنین گسترش دامنه عملیات و دسترسی به عمق‌های زیاد و محیط‌های خطرناک را اشاره نمود. از محدودیت‌ها نیز می‌توان به مواردی مانند هزینه بالای طراحی، ساخت و نگهداری این لباس‌ها، وزن و حجم زیاد، آموزش مناسب و تجهیزات و زیرساخت اشاره نمود. می‌توان بیان نمود که لباس اتمسفریک غواصی با ارائه ایمنی بیشتر و افزایش توانایی غواصان، انقلابی در عملیات زیرآبی ایجاد کرده است. این فناوری امکان انجام مأموریت‌هایی را فراهم کرده است که پیش‌تر تنها به کمک ربات‌ها یا زیردریایی‌ها ممکن بود. با این حال، هزینه بالا و محدودیت‌های عملیاتی همچنان از چالش‌های پیش روی استفاده گسترده‌تر از این فناوری به شمار می‌رود. با پیشرفت‌های بیشتر در طراحی و مواد ساخت، می‌توان انتظار داشت که این لباس‌ها نقش مهم‌تری در آینده عملیات زیرآبی ایفا کنند (۱۱).

پیشینه‌های پژوهش

در پژوهش حاضر ۴ مقاله به زبان انگلیسی که در مجلات معتبر علمی به چاپ رسیده است به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

۱- در تحقیقی "در زمینه بررسی و طراحی مهندسی از لباس اتمسفریک غواصی" که باهدف تحقیق توصیف نتایج یک نظرسنجی صنعتی در مورد لباس اتمسفریک غواصی و نگاهی اجمالی به گذشته‌های این لباس انجام‌شده است بیان نموده که، لباس اتمسفریک با پیشرفت فناوری در قرن حاضر به‌شدت مورد استفاده قرار گرفته و امروزه در صنعت نفت و گاز فراساحلی و در شناورسازی بسیار پرکاربرد است همچنین بر اساس مصاحبه با مدیران اجرایی، تکنسین‌ها و اپراتورهایی که مستقیماً درگیر عملیات هستند، نشان می‌دهد که لباس غواصی اتمسفریک در میان جامعه و صنعت نفت و گاز، کاربرد زیادی داشته و با بهبود فناوری در زمینه مواردی مانند زوایای خمش/کشش آرنج و شانه و مفاصل و همچنین پردازشگر کاربرد آن توسعه خواهد یافت (۱۲).

۲- در تحقیق دیگری با عنوان تاریخچه لباس اتمسفریک

یک اسکلت سخت طراحی‌شده است، فشار داخلی معادل فشار سطح دریا را برای کاربر فراهم می‌کند و از وی در برابر فشار بالای آب محافظت می‌نماید. از مزایای به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود (۱۰).

۱. **حفاظت در برابر فشار بالا:** یکی از بزرگ‌ترین مزایای این لباس، امکان انجام عملیات در اعماق زیاد بدون نیاز به تطابق بدن با فشار محیط است. این ویژگی خطرات فیزیکی ناشی از فشار بالا مانند بیماری برداشت فشار و آسیب به ریه‌ها را از بین می‌برد.

۲. **افزایش ایمنی غواصان:** لباس اتمسفریک غواصی از مواد مقاوم ساخته‌شده و غواص را در برابر خطرات محیطی مانند حملات موجودات دریایی، افت فشار و نشت گازهای سمی محافظت می‌کند.

۳. **مدت‌زمان بیشتر برای عملیات:** برخلاف غواصان سنتی که به محدودیت‌های فیزیولوژیکی وابسته به گاز تنفسی و فشار محیط محدود هستند، کاربران این لباس می‌توانند مدت‌زمان طولانی‌تری در زیرآب فعالیت کنند.

۴. **قابلیت‌های پیشرفته:** لباس‌های اتمسفریک اغلب به سیستم‌های ارتباطی، دوربین‌ها و ابزارهای مکانیکی پیشرفته مجهز هستند که امکان انجام کارهای دقیق مانند تعمیر زیرآبی، جستجو و نجات و عملیات علمی را فراهم می‌کنند.

۵. **افزایش ایمنی در عملیات عمق زیاد:** لباس اتمسفریک خطرات ناشی از فشار بالا مانند بیماری برداشت فشار و باروترومای ریه را به‌طور کامل از بین می‌برد. این ویژگی موجب شده است که عملیات در اعماق بسیار زیاد ایمن‌تر شود.

۶. **اجرای عملیات پیچیده صنعتی:** لباس‌های اتمسفریک به غواصان امکان می‌دهند تا فعالیت‌هایی مانند تعمیر و نگهداری خطوط لوله زیرآبی، سازه‌های نفت و گاز و کابل‌های ارتباطی در عمق‌های زیاد را انجام دهند. این عملیات که قبلاً به کمک ربات‌های زیردریایی انجام می‌شد، اکنون با حضور غواصان انسانی و دقت بالاتر امکان‌پذیر است.

۷. **جستجو و بازیابی:** در عملیات نجات یا بازیابی اشیاء غرق‌شده، این لباس‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند. غواصان می‌توانند در شرایط سخت و اعماق زیاد به جستجوی اجساد، اشیاء ارزشمند یا تجهیزات گم‌شده بپردازند.

۸. **تحقیقات علمی:** محققان می‌توانند از لباس اتمسفریک برای دسترسی به محیط‌های عمیق دریایی که قبلاً دست‌نیافتنی بودند استفاده کنند. این لباس امکان جمع‌آوری نمونه‌های زیستی و معدنی، نقشه‌برداری از کف دریا و بررسی زیستگاه‌های عمیق را فراهم می‌کند.

۹. **عملیات نظامی و مین‌ریزی:** در مأموریت‌های نظامی، لباس اتمسفریک به غواصان اجازه می‌دهد تا مین‌های دریایی

روش

از آنجا که پژوهش حاضر در پی تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی است. بنابراین از نوع کاربردی و به روش توصیفی از نوع اکتشافی- علی است. درعین- حال این پژوهش از حیث روش گردآوری داده‌ها به دو روش مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه اسناد و مدارک) و میدانی (با استفاده از ابزار مصاحبه و پرسشنامه) انجام شده است. از منظر نوع داده پژوهش انجام شده در زمره پژوهش‌های آمیخته (کیفی) دسته‌بندی می‌شود. در این پژوهش از روش مطالعه عمیق اسناد و مدارک مرتبط بهره گرفته شده است. بنابراین پس از مطالعه اسناد و مدارک و دستیابی به چارچوب نظری تحقیق به مصاحبه با صاحب‌نظران پرداخته شده است. جامعه آماری برای مشارکت در فرایند مصاحبه شامل خبرگان و کارشناسان در زمینه غواصی صنعتی و نظامی با حداقل مدرک کارشناسی بوده که حداقل داری ۲۰ سال سابقه در زمینه غواصی یا پشتیبانی از مأموریت‌های غواصی را دارند. نمونه‌گیری برای انتخاب خبرگان با رویکرد هدفمند قضاوتی تا سرحد اشباع نظری داده‌ها انجام و تعداد ۸ نفر از خبرگان غواصی در فرایند مصاحبه شرکت داده شدند. که شامل ۳ نفر از کارشناسان نظامی، ۳ نفر از فرماندهان یگان‌های غواصی، ۱ نفر از سرپرستان غواصی صنعتی و ۱ نفر از پزشکان غواص بوده است.

جدول-۱. جدول توزیع مصاحبه

عنوان	تعداد
۱ کارشناسان نظامی غواصی	۳ نفر
۲ فرماندهان یگان‌های عمده غواصی (عملیاتی و آموزشی)	۳ نفر
۳ سرپرستان غواصی صنعتی	۱ نفر
۴ پزشک غواص	۱ نفر
مجموع	۸ نفر

همان‌گونه که در بالا نیز اشاره شد، از آنجا که این پژوهش در پی تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی است. در نتیجه به‌منظور اکتشاف عناصر یادشده از روش مطالعه عمیق اسناد و مدارک مرتبط و همچنین مصاحبه عمیق با خبرگان حوزه غواصی بهره گرفته شده و پس از تحلیل محتوای انجام شده بر اساس اسناد و مدارک و دستیابی به چارچوب نظری پژوهش، ابزار مصاحبه مبتنی بر پنج سؤال طراحی و از مصاحبه‌شوندگان خواسته شد پاسخی مناسب به سؤالات ارائه نمایند. همچنین پس از احصاء تجهیزات موردنیاز در زمینه تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی، در گام دوم به طراحی ابزار پرسشنامه، مبتنی بر شاخص‌های احصاء شده از تحلیل محتوا انجام شده بر روی متن حاصل از مصاحبه‌شوندگان و متن احصاء شده از مطالعه اسناد و مدارک، پرداخته شد و پرسشنامه ۲۹ سؤالی که دربرگیرنده گویه‌های عملیاتی متغیرهای پژوهش بود، در بین

غواصی و توسعه مفاصل آن که از نوع کاربردی و به روش توصیفی باهدف توسعه لباس اتمسفریک غواصی انجام شده است بیان می‌دارد که لباس مذکور ضمن حل مشکل فشار برای غواص، این توانائی را ایجاد می‌نماید که نسبت به اجرای عملیات غواصی در عمق بپردازد و غواص را از فشار بالای خارجی محافظت نماید. بر اساس تحقیق انجام شده تولید این لباس از بیش از ۳۰۰ سال گذشته شروع شده و همواره در حال توسعه بوده است و از مهم‌ترین موانع دران لباس می‌توان به مواردی مانند دید محدود و همچنین مفاصل محدود در حرکت بوده که آزادی عمل غواص را محدود می‌نماید. سال‌ها ایجاد یک فضای مناسب در لباس غواصی تلاش کاشفان زیرآب بوده است، جست‌وجوی یک مفصل کارآمد، برخی از رایج‌ترین تلاش‌ها در طراحی مفصل، به‌عنوان جدیدترین پیشرفت در غواصی اتمسفریک بوده است. این مفاصل روغنی بوده و در زوایای خاص به‌منظور ایجاد تحرک مناسب ایجاد می‌گردد (۱۳).

۳- بر اساس مطالعه تجربی انجام شده به‌منظور استخراج ویژگی غواصی بالباس غواصی اتمسفر، محققین به این نتیجه رسیده‌اند که میزان تشعشعات صوتی حاصل از تنفس غواص در زیرآب که به‌صورت حباب از لباس غواصی خارج می‌گردد، نشان می‌دهد که تشعشعات صوتی زیرآب ایجاد شده توسط غواصی که بالباس اتمسفریک تنفس می‌نماید با بهره‌گیری از فیلتر همسان چند باند دامنه فرکانس پایین LNMF کاهش چشم‌گیری می‌یابد نتایج نشان داد که فرکانس تکرار خروجی هوای غواص در محدوده حدود ۰٫۲ الی ۱۳۰ هرتز است، الگوریتم پیشنهادی همچنین می‌تواند برای غواصی با دستگاه مسیر باز SCUBA نیز استفاده شود (۱۴).

۴- در تحقیق دیگری که به‌منظور مطالعه تجربی لباس اتمسفریک غواصی و تجزیه و تحلیل داده‌های غواصی نظامی انجام شده است بیان گردیده که لباس اتمسفریک غواصی ADS مانند یک زیردریایی تک نفر و متحرک و به‌منظور انجام فعالیت غواصی در زیرآب و شبیه بدن انسان بوده و با توجه به اینکه در این لباس غواص در فشار یک اتمسفریک قرار می‌گیرد، احتمال ابتلا به بیماری‌های رایج مربوط به غواصی کاهش یافته و عمق عملیات را افزایش می‌دهد. در این تحقیق به محدودیت‌ها و چالش‌های این لباس اشاره شده و از مهم‌ترین محدودیت‌ها به ضعف مفاصل و سخت بودن حرکت غواص در زیرآب اشاره می‌گردد. همچنین تحقیقاتی، توسط مرکز تحقیقات نیروی دریایی برای تأمین مالی و انجام تحقیقات گسترده در این زمینه در حال انجام است. در پایان مهم‌ترین چالش‌ها و تغییرات موردنیاز در این لباس به مواردی مانند زوایای خمش/کشش آرنج و شانه و مفاصل و همچنین پردازشگر و طراحی مشابه لباس فضایی اشاره می‌گردد (۱۵).

فرایند پژوهش به صورت نظام مند گردآوری و تحلیل شده است. در این روش گردآوری داده ها، تحلیل و نظریه های نهایی باهم در ارتباط تنگاتنگ اند (۱۷). برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از مصاحبه با خبرگان، از آنجا که این داده ها در زمره داده های کیفی هستند می بایست کدگذاری کردند. کدگذاری باز فرآیندی تحلیلی است که از طریق آن مفاهیم، مشخص و خواص و ابعاد آن ها در داده ها کشف می شود. به طور کلی در طول کدگذاری باز، داده ها به قطعات مجزا شکسته شده، از نزدیک مورد بررسی قرار گرفته و نسبت به شباهت ها و تفاوت ها مقایسه می شوند (۱۷). این مرحله به این دلیل باز شناخته می شود که محقق با ذهنی باز و بدون هیچ محدودیتی در تعداد کدها و مقوله ها اقدام به استخراج کدها و ساخت مقوله ها می کند (۱۸). کدگذاری محوری به شیوه ای متمرکزتر مفاهیم و مقولاتی که در مرحله کدگذاری باز شناسایی شده بودند، نظم داده و با ترکیب جدیدتری به یکدیگر مرتبط شدند. در این مرحله مقولات کلی تری شناسایی و ارتباط آن ها باهم روشن می شود (۱۹).

بعد از مقوله بندی و کدگذاری، کار سامان دهی، دسته بندی و بازآفرینی بندها و پاراگراف های حاصل از متون پیاده شده در محیط نرم افزار انجام گرفته و داده ها مرتب سازی و مقوله بندی شده را برای تفسیر نهایی آماده کرده است. برای کدگذاری مقوله ها، ابتدا کدگذاری باز در دستور کار قرار گرفته و آن هایی که بیانگر یک مقوله اند، در یک گروه جای گرفته و مقوله نام گذاری شده اند. در مرحله بعد، کدها و مقوله های ساخته شده نزدیک به هم را با استفاده از روش کدگذاری محوری در هم ادغام شده و کدگذاری نهایی به شکل انتخابی یا گزینشی، استخراج شد.

در ادامه متن مصاحبه با یکی از خبرگان و نحوه کدگذاری در جدول ۲- نشان داده شده است.

با استفاده از مصاحبه کدها استخراج شده و این کدها در جدول ۳ تلخیص شده و کدهای تکراری در یکدیگر ادغام شده اند و در غالب عوامل تأثیرگذار طبقه بندی شده اند.

حجم نمونه که به صورت تمام شمار و به تعداد ۴۰ نفر تعیین گردید، توزیع شد و داده ها جمع آوری گردید.

نتایج

یافته های بخش کیفی

همان گونه که در فرا گرد اجرای پژوهش بیان گردید، در این پژوهش پس از مطالعه و جمع آوری اسناد و مدارک و مصاحبه با صاحب نظران نسبت به دسته بندی، پردازش و قضاوت داده ها اقدام نموده است (۱۶) و پس از طبقه بندی و احصا تباین، تقارب و تقاطع داده های جمع آوری شده، نسبت به تبیین مؤلفه ها و شاخص های مورد نظر در جهت تبیین تجهیزات مورد نیاز در بهبود عملکرد یگان های غواصی نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران اقدام گردید.

محقق برای تعیین تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی، به مصاحبه عمیق با خبرگان پرداخت. با انجام مصاحبه ها با تیم خبرگان، با توجه به تقاطع و نزدیک شدن نظریه های کارشناسان مصاحبه شده، تشخیص محققین این بوده که اطلاعات گردآوری شده به نقطه اشباع رسیده و نیازی به انجام مصاحبه های بیشتر نیست. سپس داده های حاصل از بازخوانی مصاحبه ها در این پژوهش، با استفاده از روش تحلیل محتوا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این مرحله، متن هر مصاحبه جهت درک تجارب شرکت کنندگان چند بار مطالعه شد تا پس از دریافت و ثبت همه توصیف های مصاحبه شوندگان اطلاعات بامعنی، بیانات مرتبط با پدیده مورد بحث، متمایز شوند و به این طریق جملات مهم مشخص شدند.

در این پژوهش با شروع انجام مصاحبه ها و در خلال آن گزاره های معنادار و سپس مفاهیم مربوط به آن ها مشخص شد و بعد از آن، مفاهیم در مقوله ها بسته شدند. نظریه زمینه ای در این پژوهش برای فرایند تحلیل داده ها و نیز ارائه ای نظری مبتنی بر داده ها از آن استفاده شد، برگرفته از داده هایی است که در طی

جدول ۲- مصاحبه با صاحب نظران

کدهای نشانگر	کدها	متن مصاحبه
A1	تأثیر گسترده بر عملیات غواصی	۱ لباس اتمسفریک غواصی به عنوان یک فناوری پیشرفته، تأثیرات گسترده ای بر انواع عملیات غواصی و مدت غوص دارد.
A2	مدت زمان غوص	
A3	بعد ایمنی	۲ در زمینه ایمنی و محافظت غواص می تواند موجب مواردی مانند: حفاظت در برابر فشار: این لباس فشار داخلی معادل سطح دریا را حفظ می کند و از بدن غواص در برابر فشار زیاد در عمق های زیاد محافظت می نماید. محافظت از غواص در برابر خطرات محیطی: لباس اتمسفریک از غواص در برابر جریان های شدید آب، دمای پایین، مواد شیمیایی مضر، و حیات وحش خطرناک محافظت می کند. کاهش آسیب های فیزیولوژیکی: استفاده از این لباس خطر بیماری کاهش فشار و آسیب به اندام ها در اثر فشار را از بین می برد.
A4	حفاظت در مقابل فشار	
A5	مراقبت در مقابل خطرات محیطی	
A6	مراقبت در مقابل جریان های شدید	
A7	مراقبت در مقابل دمای پائین	
A8	از بین رفتن خطر بیماری برداشت فشار	

A9	در زمینه فنی و عملیاتی می‌تواند موجب گسترش دامنه عملیاتی	۳	در زمینه فنی و عملیاتی می‌تواند موجب گسترش دامنه عملیاتی؛ امکان انجام مأموریت‌ها در عمق‌های بسیار زیاد (بیش از ۱۰۰۰ متر) که بالباس‌های معمولی غیرممکن است. همچنین دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده: غواصان مجهز به این لباس می‌توانند فعالیت‌هایی مانند تعمیر سازه‌های زیرآبی، نصب تجهیزات حساس، و بازیابی اشیاء غرق‌شده را با دقت بالا انجام دهند. و در نهایت استقلال عملیاتی: سیستم‌های داخلی این لباس، مانند تأمین هوا و ابزارهای مکانیکی، غواص را از وابستگی به تجهیزات خارجی بی‌نیاز می‌کند و موجب افزایش زمان ماندگاری در کف می‌گردد.
A10	دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده		
A11	تعمیر سازه‌های زیرآبی، نصب تجهیزات حساس، و بازیابی اشیاء غرق‌شده		
A12	استقلال عملیاتی		
A13	افزایش زمان ماندگاری در کف دریا		
A14	پشتیبانی کامل از سطح		
A15	تأمین هوای تنفسی از سطح		
A16	بهره‌گیری در زمینه اقتصادی		
A17	کاهش هزینه عملیاتی		
A18	جایگزین زیردریایی‌ها و ربات‌های زیرآبی		
A19	سیستم قابل‌اعتماد تصویری زیرآبی		
A20	بهره‌وری بالا می‌تواند موجب افزایش مدت‌زمان حضور غواص در زیرآب		
A21	موجب کاهش مدت موردنیاز به ماندگاری غواص در سطح		
A22	بهبود بهره‌وری در عملیات		
A23	در زمینه تحقیقاتی و علمی	۴	در زمینه تحقیقاتی و علمی امکان اکتشاف در محیط‌های ناشناخته این لباس به محققان اجازه می‌دهد تا به عمق‌هایی که پیش‌تر دست‌نیافتنی بود دسترسی پیدا کنند و نمونه‌های زیستی، معدنی و زیست‌محیطی را جمع‌آوری کنند. در زمینه نظامی و امنیتی نیز در مأموریت‌های مین‌روبی و خنثی‌سازی مواد منفجره، بازیابی تجهیزات نظامی، شناسایی و عملیات ویژه کاربرد دارد. در زمینه زیست‌محیطی و حفظ محیط‌زیست نیز اهمیت دارد.
A24	امکان دسترسی به عمق زیاد		
A25	در زمینه نظامی و امنیتی در مورد خنثی‌سازی و عملیات ویژه		
A26	بازیابی تجهیزات نظامی		
A27	زیست‌محیطی و حفاظت محیط‌زیست		
A28	بررسی تأثیر تغییرات دما و آلودگی بر زیستگاه‌های عمیق		

جدول-۳. تلخیص کدهای استخراج‌شده از مصاحبه

مؤلفه تأثیرگذار	کلیدواژه	کدهای استخراجی
۱	بعد ایمنی و محافظت	A4,F2,G1
۲	محافظت از غواص در برابر خطرات محیطی	A5, F7,E5
۳	کاهش آسیب‌های فیزیولوژیکی	A6,H14,G13,G14
۴	کاهش احتمال بیماری برداشت فشار	A8 ,A7,C18,D8,G6,
۶	بعد فنی و عملیاتی	A9, F3,H2
۷	دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده	A10, H9,F4
۸	استقلال عملیاتی	A12 ,H6,E7
۹	توسعه مدت‌زمان غوص	A13 ,B12,G10
۱۰	بعد اقتصادی	A18, B5,H10,H16
۱۱	بهره‌وری بالا	A20, H14,C10,C11
۱۲	کاهش نیاز به استراحت یا جابه‌جایی مکرر	A21, B14,B15
۱۳	بعد تحقیقاتی و علمی	A23, B3,G7
۱۴	بررسی زیستگاه‌های عمیق دریایی	A27 ,B8, B9,C5
۱۵	کمک به تحقیقات در محیط پیچیده	A27,H8
۱۶	بررسی تأثیر تغییرات دما و آلودگی بر زیستگاه‌های عمیق	A28, E18,G14
۱۷	بعد نظامی و امنیتی	A24, H14
۱۸	بازیابی تجهیزات نظامی	A25, E18,E19

۱۹	شناسایی و عملیات ویژه	A26,B16,B17
۲۰	بعد زیست محیطی و حفظ منابع	A27, C10,F13
۲۱	طبیعی	A28,H18,C17,C16
۲۲	تعمیر و نگهداری خطوط لوله زیرآبی	A28, C7,C9
۲۳	جلوگیری از نشت مواد خطرناک به محیط زیست	A27, H8,C11,C12

- با توجه به هدف پژوهش حاضر که به دنبال تبیین تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی است و بر اساس پردازش داده های حاصل از مصاحبه و اسناد، مدارک و منابع مطالعه شده می توان بیان نمود که موارد احصا شده در روش میدانی و کتابخانه ای با یکدیگر همسو بوده و دارای تقارب و تقاطع به شرح ذیل است.
- تقاطع داده های حاصل از پژوهش:
- امکان به کارگیری از لباس اتمسفریک به ویژه در عملیات صنعتی، نظامی و تحقیقاتی که نیازمند حضور در عمق های زیاد هستند.
 - امکان به کارگیری از لباس اتمسفر به عنوان یک تسهیل کننده در عملیات پیچیده صنعتی
 - این لباس امکان جستجو و بازیابی اشیاء گم شده، تجهیزات غرق شده و اجساد را در عمق های زیاد فراهم می کند. علاوه بر این، در مأموریت های نجات، ایمنی غواص تضمین می شود.
 - استفاده در تحقیقات علمی و زیست محیطی
 - لباس اتمسفریک در مأموریت های مین روبی، خنثی سازی مواد منفجره و بازیابی تجهیزات نظامی غرق شده نقش کلیدی دارد.
 - بهره گیری از سیستم قابل اعتماد صوتی و تصویری به صورت بی سیم یا باسیم.
- تقارب داده های حاصل از پژوهش
- بهره گیری از لباس اتمسفریک غواصی به منظور افزایش ایمنی غواصان
 - این لباس غواص را از خطراتی مانند تماس با مواد شیمیایی مضر، جریان های قوی آب و حیات وحش خطرناک محافظت می کند.
 - با استفاده از این لباس، غواصان می توانند به عمق هایی تا بیش از ۱۰۰۰ متر دسترسی پیدا کنند.
 - تعمیر و نگهداری زیرساخت های زیرآبی با بهره گیری از لباس اتمسفریک غواصی
 - برخلاف غواصان سنتی که به سیستم های تأمین هوای محدود وابسته اند، لباس اتمسفریک دارای سیستم های داخلی است که استقلال بیشتری به غواص می دهد.
 - این لباس امکان نقشه برداری دقیق از بستر دریا و بررسی تغییرات زیست محیطی را فراهم می کند.
- با توجه به دسته بندی و پردازش داده های حاصل از مطالعه منابع، اسناد و مدارک و همچنین مصاحبه های انجام شده با صاحب نظران در زمینه بهبود عملکرد یگان های غواصی نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران با بهره گیری از تجهیزات تخصصی می توان قضاوت داده های حاصل شده از جمع آوری منابع به روش کتابخانه ای و میدانی را به شرح جدول ذیل بیان نمود.

جدول-۴. جداول مفهومی تأثیر به کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی

بعد اصلی	شرح تم فرعی	مؤلفه
ایمنی و محافظت	تأمین ایمنی و محافظت از غواص در محیط زیرآبی	حفاظت در برابر فشار محیط زیرآبی محافظت از غواص در برابر خطرات محیطی کاهش آسیب های فیزیولوژیکی کاهش احتمال بیماری برداشت فشار کاهش آسیب در مقابل حیوانات خطرناک دریایی حفاظت در مقابل کاهش دمای زیرآب کاهش احتمال بیماری های پوستی و عفونی گوش میانی
فنی و عملیاتی	بهبود قابلیت های عملیاتی و فنی در غواصی	گسترش دامنه عملیاتی توسعه دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده استقلال عملیاتی در محیط زیرآبی توسعه مدت زمان غوص ارتباط مستمر سطح با تیم غواصی امکان هدایت غواص به صورت تصویری از سطح

اقتصادی	کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در عملیات زیرآبی جایگزین زیردریایی‌ها و ربات‌های زیرآبی امکان بهره‌وری بالا کاهش نیاز به استراحت یا جابه‌جایی مکرر کاهش میزان صدمه به تجهیزات و غواصان
تحقیقاتی و علمی	تسهیل تحقیقات و اکتشافات زیرآبی امکان اکتشاف در محیط‌های ناشناخته بررسی زیستگاه‌های عمیق دریایی کمک به تحقیقات در محیط پیچیده بررسی تأثیر آلودگی بر زیستگاه‌های عمیق امکان انجام تحقیقات در عمق زیاد
نظامی و امنیتی	کاربردهای نظامی و امنیتی در عملیات زیرآبی مأموریت‌های مین‌روبی و خنثی‌سازی مواد منفجره بازیابی و سالوینج تجهیزات نظامی عملیات شناسایی و عملیات ویژه انجام عملیات در محیط پیچیده
زیست‌محیطی	کمک به پایش و حفظ محیط زیست دریایی کمک به حفظ محیط‌زیست دریایی پایش و کنترل زیرساخت‌های نفتی فراساحل انجام بازدید در اعماق گوناگون افزایش مدت‌زمان ماندگاری در بازدیدهای زیست‌محیطی

یافته‌های بخش کمی

زمینه غواصی را داشته‌اند که به‌صورت تمام شمار برای توزیع پرسشنامه استفاده گردید. در جدول ۵- مؤلفه‌های تأثیرگذار، به همراه فراوانی پاسخ و میانگین نمرات به ترتیب رتبه نشان داده شده است. از نگاه جامعه‌ی آماری کلیه مؤلفه‌ها به‌عنوان عوامل تأثیرگذار (با میانگین طیف لیکرت بالای ۴٫۷ در حد خیلی زیاد) در زمینه لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی انتخاب گردیدند. دران بین بعد فنی و عملیاتی، بعد اقتصادی، بعد نظامی و امنیتی، بعد ایمنی و محافظت در محیط عملیاتی، بعد تحقیقات علمی و بعد زیست محیطی به ترتیب از بیشترین میانگین برخوردار بودند.

پس از استخراج موارد مهم در زمینه تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی، که از مرحله کیفی احصا گردید، در بخش دوم پژوهش به اعتبارسنجی اجزاء مدل با استفاده از ابزار پرسشنامه پرداخته شده و پرسشنامه ۲۹ سؤالی در بین جامعه آماری ارائه گردید. جامعه آماری برای توزیع پرسشنامه شامل برخی از فرماندهان غواصی و کارشناسان غواص نظامی و تجاری به تعداد ۴۰ نفر بوده‌اند. که از تجربه مستقیم در طراحی و اجرای عملیات غواصی برخوردار بوده و حداقل سابقه ۲۰ سال فعالیت مستقیم در

جدول ۵- فراوانی مشاهده شده در پاسخ‌گویی به سؤالات پرسشنامه

رتبه	بعد	مؤلفه	فراوانی مشاهده شده					میانگین
			۱	۲	۳	۴	۵	
۱	ایمنی و	حفاظت در برابر فشار محیط زیرآبی	۳۸	۲	-	-	-	۴٫۹۵
۲	محافظت	محافظت از غواص در برابر خطرات محیطی	۳۸	۱	۱	-	-	۴٫۹۲
۳		کاهش آسیب‌های فیزیولوژیکی	۳۷	۲	۱	-	-	۴٫۹
۴		کاهش احتمال بیماری برداشت فشار	۳۸	۱	۱	-	-	۴٫۹۲
۵		کاهش آسیب در مقابل حیوانات خطرناک دریایی	۳۷	۲	۱	-	-	۴٫۹۱
۶		حفاظت در مقابل کاهش دمای زیرآب	۱۰	-	۱۵	۵	۱۰	۲٫۸۷
۷		کاهش احتمال بیماری‌های پوستی و عفونی گوش میانی	۱۰	-	۱۵	۴	۱۱	۲٫۸۵
۸	فنی و عملیاتی	گسترش دامنه عملیاتی	۳۸	۱	۱	-	-	۴٫۹۲
۹		توسعه دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده	۳۵	۳	۲	-	-	۴٫۸۲
۱۰		استقلال عملیاتی در محیط زیرآبی	۳۴	۳	۳	-	-	۴٫۸۱
۱۱		توسعه مدت‌زمان غوص	۳۷	۲	۱	-	-	۴٫۹۱
۱۲		ارتباط مستمر سطح با تیم غواصی	۳۴	۳	۳	-	-	۴٫۸۱
۱۳		امکان هدایت غواص به‌صورت تصویری از سطح	۳۴	۳	۳	-	-	۴٫۸۱

۱۴	اقتصادی	جایگزین زیردریایی‌ها و ربات‌های زیرآبی	۳۵	۳	۲	-	-	۴,۸۲
۱۵		امکان بهره‌وری بالا	۳۴	۳	۳	-	-	۴,۸۱
۱۶		کاهش نیاز به استراحت یا جابه‌جایی مکرر	۳۴	۲	۴	-	-	۴,۷۵
۱۷		کاهش میزان صدمه به تجهیزات و غواصان	۳۷	۲	۱	-	-	۴,۹
۱۸	تحقیقاتی و علمی	امکان اکتشاف در محیط‌های ناشناخته	۳۴	۲	۴	-	-	۴,۷۵
۱۹		بررسی زیستگاه‌های عمیق دریایی	۱۰	-	۱۴	۵	۱۱	۲,۵۷
۲۰		بررسی تأثیر آلودگی بر زیستگاه‌های عمیق	۳۲	۲	۶	-	-	۴,۶۵
۲۱		امکان انجام تحقیقات در عمق زیاد	۳۴	۲	۴	-	-	۴,۷۵
۲۲	نظامی و امنیتی	مأموریت‌های مین‌روبی و خنثی‌سازی مواد منفجره	۳۳	۲	۵	-	-	۴,۷
۲۳		بازيابی و سالوینج تجهیزات نظامی	۳۲	۲	۶	-	-	۴,۶۵
۲۴		عملیات شناسایی و عملیات ویژه	۳۳	۳	۳	۱	-	۴,۷
۲۵		انجام عملیات در محیط پیچیده	۳۲	۲	۶	-	-	۴,۶۵
۲۶	زیست‌محیطی	کمک به حفظ محیط‌زیست دریایی	۳۳	۳	۳	۱	-	۴,۷
۲۷		پایش و کنترل زیرساخت‌های نفتی فراساحل	۱۰	-	۱۴	۵	۱۱	۲,۵۷
۲۸		انجام بازدید در اعماق گوناگون	۳۲	۲	۶	-	-	۴,۶۵
۲۹		افزایش مدت‌زمان ماندگاری در بازدیدهای زیست‌محیطی	۳۱	۲	۶	۱	-	۴,۵۸

بحث

با عنایت به اهمیت تجهیزات نوین زیرآبی در اجرای عملیات ایمنی غواصی، در این مقاله که از نوع کاربردی و به روش توصیفی از نوع اکتشافی- علی انجام پذیرفته است، تلاش گردید که با بهره‌گیری از اطلاعات حاصل از جمع‌آوری به روش مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه اسناد و مدارک) و میدانی (با استفاده از ابزار مصاحبه و پرسشنامه)، تأثیر به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات زیرآبی موردبررسی قرار گیرد. از این‌رو بر اساس مصاحبه صورت گرفته با جامعه خبرگان و همچنین تجزیه و تحلیل آماری

انجام‌شده از نتایج پرسشنامه ارائه‌شده به حجم نمونه که به‌صورت تمام شمار در نظر گرفته‌شده است. نتایج گویای این بود که لباس اتمسفریک غواصی به‌عنوان یک ابزار مؤثر و کارآمد در پشتیبانی از عملیات غواصی و به ترتیب اولویت بر اساس تجزیه و تحلیل انجام‌شده و نتایج پرسشنامه، در شش بعد فنی و عملیاتی (با ۶ مؤلفه و میانگین ۴,۸۴)، بعد اقتصادی (با ۴ مؤلفه و میانگین ۴,۸۲)، بعد نظامی و امنیتی (با ۴ مؤلفه و میانگین ۴,۶۷)، بعد ایمنی و محافظت در محیط عملیاتی (با ۷ مؤلفه و میانگین ۴,۳۳)، بعد تحقیقات علمی (با ۵ مؤلفه و میانگین ۴,۱۸) و بعد زیست‌محیطی (با ۴ مؤلفه و میانگین ۴,۱۲) در عملیات‌های زیرآبی تأثیرگذار است.

جدول-۶. ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر در به‌کارگیری لباس اتمسفریک غواصی در عملیات‌های زیرآبی

۱- بعد فنی و عملیاتی		۴- بعد ایمنی و محافظت	
۱) گسترش دامنه عملیاتی	۱) حفاظت در برابر فشار محیط زیرآبی	۲) توسعه دقت و قابلیت انجام وظایف پیچیده	۲) محافظت از غواص در برابر خطرات محیطی
۲) استقلال عملیاتی در محیط زیرآبی	۳) کاهش آسیب‌های فیزیولوژیکی	۳) توسعه مدت‌زمان غوص	۳) کاهش احتمال بیماری برداشت فشار
۳) ارتباط مستمر سطح با تیم غواصی	۴) کاهش آسیب در مقابل حیوانات خطرناک دریایی	۴) امکان هدایت غواص به‌صورت تصویری از سطح	۴) حفاظت در مقابل کاهش دمای زیرآب
۴) امکان هدایت غواص به‌صورت تصویری از سطح	۵) کاهش احتمال بیماری‌های پوستی و عفونی گوش میانی		۵) کاهش احتمال بیماری‌های پوستی و عفونی گوش میانی
۲- بعد اقتصادی		۵- بعد تحقیقاتی و علمی	
۱) جایگزین زیردریایی‌ها و ربات‌های زیرآبی	۱) امکان اکتشاف در محیط‌های ناشناخته	۲) بررسی زیستگاه‌های عمیق دریایی	۲) بررسی زیستگاه‌های عمیق دریایی
۲) امکان بهره‌وری بالا	۳) کمک به تحقیقات در محیط پیچیده	۳) بررسی تأثیر آلودگی بر زیستگاه‌های عمیق	۳) کمک به تحقیقات در محیط پیچیده
۳) کاهش نیاز به استراحت یا جابه‌جایی مکرر	۴) امکان انجام تحقیقات در عمق زیاد		۴) امکان انجام تحقیقات در عمق زیاد
۴) کاهش میزان صدمه به تجهیزات و غواصان			

۳- بعد نظامی و امنیتی

- (۱) مأموریت‌های مین‌روبی و خنثی‌سازی مواد منفجره
- (۲) بازیابی و سالوینج تجهیزات نظامی
- (۳) عملیات شناسایی و عملیات ویژه
- (۴) انجام عملیات در محیط پیچیده

۶- بعد زیست‌محیطی

- (۱) کمک به حفظ محیط‌زیست دریایی
- (۲) پایش و کنترل زیرساخت‌های نفتی فراساحل
- (۳) انجام بازدید در اعماق گوناگون
- (۴) افزایش مدت‌زمان ماندگاری در بازدیدهای زیست‌محیطی

نتیجه‌گیری

با عنایت به اینکه کشور جمهوری اسلامی ایران از مرز دریایی گسترده در جنوب و شمال کشور برخوردار بوده و به علت شرایط ویژه مانند برخورداری از منابع عظیم نفتی و گازی در نزدیکی سواحل و عمق زیاد آب در مناطق تحت مسئولیت، پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های دریایی و نیروی دریایی از تجهیزات پیشرفته زیرآبی مانند لباس اتمسفریک غواصی متناسب با ابعاد احصا شده در تحقیق و به‌منظور ارتقای ایمنی در عملیات غواصی و افزایش کارایی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی: از همه اساتیدی که در غنای مطالب

حاضر یاری‌رسان بودند، نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله

یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد

منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Mashhoori M, Gharghani F. Diving Guide, Volume One [in Persian]. Tehran: NEDAJA Publications; 2007.
2. Masoumi R. Subsurface and Diving Medicine [in Persian]. Tehran: NEDAJA Research and Studies Center; 2007.
3. Taghvi MR. Diving Hyperbaric Chamber Standards, 2nd Edition [in Persian]. Tehran: NEDAJA Publications; 2019.
4. Rostami M. Dictionary of Military Terms, 1st Edition [in Persian]. Tehran: Islamic Republic of Iran Army Publications; 1999.
5. Ghorishi SY. Professional Diving Knowledge [in Persian]. Tehran: NEDAJA Publications; 2013.
6. Li S, Hu B, Zhou W, Zhao L. Experimental study for feature extraction of diver with atmospheric diving suit. In: OCEANS 2015 - MTS/IEEE Washington. IEEE; 2015:1-5.
7. Morrison JS. A History of Atmospheric Diving Suits and the Development of a Highly Mobile Rotary Joint (No. 891687). SAE Technical Paper; 1989.
8. Curley MD, Bachrach AJ. Tactile Sensitivity in the One-Atmosphere Diving System JIM. Hum Factors. 1981; 23(3):291-297.
9. Thornton MA. A Survey and Engineering Design of Atmospheric Diving Suits [Doctoral dissertation]. 2000.
10. Hughes G. The development of the Atmospheric Diving Suit—A technology in transition. In: Aerospace Design Conference. 1993:961.
11. Ingraham DM. Engineering a Human Factors Analysis of a Novel One-Atmosphere Diving Suit (ADS) Elbow Joint [Doctoral dissertation]. Massachusetts Institute of Technology; 2018.
12. Thornton MA. A Survey and Engineering Design of Atmospheric Diving Suits [Doctoral dissertation]. 2000.
13. Morrison JS. A History of Atmospheric Diving Suits and the Development of a Rotary Joint (No. 891687). SAE Technical Paper; 2002.
14. Li S, Hu B, Zhou W, Zhao L. Experimental study for feature extraction of diver with atmospheric diving suit. In: OCEANS 2015 - MTS/IEEE Washington. IEEE; 2015:1-5.
15. Colgary J. An Experimental Study of the One-Atmosphere Diving Suit (ADS) and Data Analysis of Military Diving [Doctoral dissertation]. Massachusetts Institute of Technology; 2016.
16. Niazi et al. Research Methodology with a Military Approach, Volume One [in Persian]. Tehran: DAFAOS AJA Publications; 2023.
17. Strauss A, Corbin J. Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques [in Persian]. Translated by Biouk Mohammadi. Tehran: Institute for Humanities and Cultural Studies; 2011.
18. Sarmad Z, Bazargaan A, Hejazi E. Research Methods in Behavioral Sciences [in Persian]. Tehran: Agah Publications; 1997.
19. Hafeznia MR. An Introduction to Research Methodology in Humanities, 8th Edition [in Persian]. Tehran: SAMT Publications; 2001.