Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اثرات نویز تجهیزات و تاسیسات دریایی بر کاربران

محمد امیر فلاح[1] ، رضا مردانی ، بهزاد سیف زاده فرد
دانشگاه صنعتی مالک اشتر- پژوهشکده هیدروفیزیک شیراز
1 - aminfallah@engineer.com

چکیده :

با توجه به روند رو به گسترش استفاده از ادوات و تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی در عملیات دریایی، دامنه آلوده سازی زیست محیطی نیز توسط این تجهیزات در حال افزایش است. در این میان یکی از مهمترین آلوده سازها که اکثر ادوات از دارا بودن آن مستثنی نیستند و در عین حال توجه کمتری نیز به آن میشود، آلاینده‌های صوتی هستند. تاسیساتی نظیر سکوهای حفاری نفت و گاز، تجهیزات مورد استفاده در لایروبی، ادوات مورد استفاده در اکتشافات دریایی نظیر Airgun ها، تفنگ های گازی ، ویبراتورها و در نهایت مواد منفجره و حتی سونارها در کنار آلودگی صوتی ناشی از کشتی ها و قایق ها، همگی به نوعی در این آلایندگی سهیم‌اند. اصوات سطحی و زیر سطحی منتشر شده از موارد یاد شده بسته به فاصله، مدت زمان تاثیر گذاری و نوع و شدت مولفه های حوزه فرکانسی تولیدی‌شان، میتوانند اثرات سوئی روی کاربران، غواصان و حتی بومیان ساکن در مناطق آلوده بگذارند که این اثرات از عوارض کوتاه مدت نظیر سرگیجه و حالت تهوع تا آسیب به اعضاء و جوارح و حتی مرگ را نیز شامل میشود. در این مقاله سعی بر این است که با تکیه بر نتایج اندازه‌گیری و آزمایشات انجام شده، از یک سو مشخصات صوت تولیدی ناشی از تاسیسات و تجهیزات مختلف دریایی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد و از سوی دیگر محدوده اثرات مخرب ایجادی بر روی بدن نیز بر اساس نتایج تجربی مشخص گردد و در نهایت با جمع بندی کلی این نتایج بتوان فاصله و مدت زمان مطمئن در معرض قرار گرفتن این تجهیزات را برای کاربران انسانی تخمین زد.

کلید واژه: نویز، اثرات مخرب، تجهیزات دریایی، فرکانس ، شدت صوت

1- منابع نویز آکوستیکی در دریا

منابع تولید نویز آکوستیکی در دریاها را می‌توان به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم نمود:

1- منابع نویز طبیعی: این منابع عبارتند از زمین‌لرزه‌ها و آتشفشانهای زیر دریا، باد، باران، طوفانهای دریایی و صدای تولید شده توسط پستانداران دریایی مانند نهنگ‌ها و دلفین‌ها.

2- منابع نویز مصنوعی: این منابع عبارتند از سونارها و صوت حاصل از موتور و پروانه کشتی و زیردریایی، انفجارات زیر آب مانند انفجار مینها و اژدرها، اکتشافات و استخراج نفت و زمین‌شناسی و لایروبی

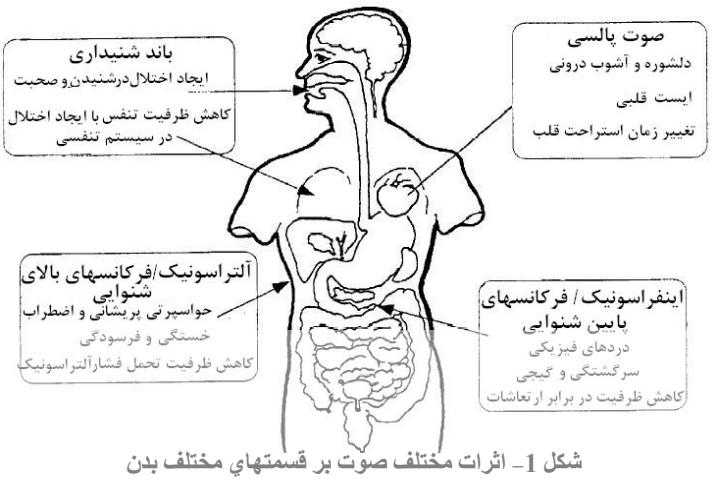
جدول 1- مقایسه سیستمهای صوتی مصنوعی زیر آب به ترتیب پتانسیل آنها در تابش صوت

منبع صوتی	SPL (dBre1µPa)	پیک انرژی (dB re1 µ Pa2*s)	زمان پینگ	DutyCycle (%)	پیک فرکانسی (Hz)	پهنای باند(Hz)	جهت دهندگی
سیستمهای هسته‌ای زیرآب	338	338	10s	متناوب	پایین	پهن	همه جهتی
انفجار TNT	299	299	1s	متناوب	پایین	پهن	همه جهتی
آرایه‌ای از Airgunها	256	241	30 ms	0/3	50	150	عمودی
سونار نظامی LFA	235	234	6-100 s	10	250	30	افقی
سوپر تانکر	198	-	پیوسته	100	23	5-100	همه جهتی
سونارجستجوگر	195	-	20دقیقه	8	75	37/5	همه جهتی
AHD	185	185	0/5-2 s	50	10000	600	همه جهتی
اکوساندر چند بیم	235	218	20 ms	0/4	12000	باریک	عمودی
سونار جستجوگر	195	-	120 s	کوچک	250	100	همه جهتی
ADD	132	127	300ms	8	10000	2000	همه جهتی
هلی کوپتر Bell 212	140	150	پیوسته	-	22	تک فرکانس	همه جهتی
هواپیمای P3-Orion	150	160	پیوسته	-	70	30	همه جهتی
کشتی حفاری	185	177	-	-	40-2000	900	همه جهتی
کشتی لایروب	185	160	-	-	40-1000	500	همه جهتی

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول (1) مقایسه‌ای بین برخی منابع تولید نویز آکوستیکی موثر در آلودگی دریا ارائه شده است[1،2،6]. منابع طبیعی تولید نویز در این تحقیق به دو دلیل از اهمیت کمتری برخوردارند : 1- غیر قابل پیش بینی بودن 2- پایین بودن شدت ضربه آکوستیکی ناشی از آنها به حدی که به بافت های بدن آسیب نمی‌رسانند. برای داشتن دیدی کلی و در عین حال دقیق از مرتبه بزرگی و شدت و زمان ضربه آکوستیکی ناشی از مولدهای مصنوعی صوت در دریا و فرکانس کاری و حدود پهنای باند آنها میتوان جدول 1 را مورد بررسی قرار داد که از چندین مرجع مختلف گردآوری شده



شکل 1- اثرات مختلف صوت بر قسمتهاي مختلف بدن

است. همانطور که مشاهده میشود، سیستمهای هسته‌ای، آرایه Airgunها و انفجارات زیر آبی بیشترین شدت نویز زیر سطحی را تولید میکنند. در مرتبه بعدی سونارهای نظامی، سیستم های آزار دهنده و ترساننده آکوستیکی (AHD & ADD) (Acoustic Detternet & Harrisment Devices) و در نهایت کشتی های حفاری ، عملیات چکش کاری و لایروبی قرار دارند. البته شدت SPL منابع نویز در جدول(1) در فاصله استاندارد یک متری است و برای داشتن شدت صوت در فاصله r از منبع نویز، بسته به نوع تابش آکوستیکی، برای فواصل بسیار نزدیک موج، استوانه‌ای با افت $1/\sqrt{r}$ ، در فواصل میانی، موج کروی با افت $1/r$ و در فواصل دور، موج تخت بدون افت در نظر گرفته میشود. از آنجا که بیشتر موارد آسیب این منابع نویز در فواصل نزدیک اتفاق می افتد، تقریب استوانه ای ، انتخابی مناسب است. به عنوان مثال، اگر انفجار مقدار خاصی TNT در فاصله یک متری شدتی در حدود 300 دسی بل ایجاد کند، همان انفجار در فاصله 100 متری، شدتی به اندازه 0/1 حالت قبل یعنی حدود 290 دسی بل خواهد داشت، ولی در فاصله 1000 متری، موج کروی است و شدت 0/001 حالت اول، یعنی 270 دسی بل خواهد بود. البته این در صورتی است که تشعشع موج را به صورت همه جهته (OmniDirectional) فرض کنیم و در غیر این صورت میبایست بهره جهتی را نیز در کل محاسبه در نظر گرفت.

2- اثرات صوت در فرکانس و شدتهای مختلف[3،4،5]

فرکانس و شدت دو پارامتر مهم بوده که تاثیرات صوت به هر دو بستگی داشته و با تغییر هر یک از این پارامترها، تاثیرات عوض می‌شود. علاوه بر فرکانس و شدت، مدت زمان تابش صوت نیز اهمیت دارد. امواج صوتی با فرکانس رزونانس هر عضو، بیشترین تاثیرات را بر آن عضو میگذارند، هرچند که بقیه اعضا نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرند. تاثیرات صوت بر حسب فرکانس را می‌توان به اثرات زیرصوت، شنوایی و فراصوت تقسیم نمود که هر یک بسته به نوع تابش صوت، به دو دسته پیوسته و پالسی تفکیک می‌شوند. برخی اثرات صوت در این سه ناحیه و حالت‌های پیوسته و پالسی کاملا مستقل بوده و برخی اثرات در دو یا سه ناحیه به طور مشترک مشاهده می‌شود.

2-1- اثرات زیر صوت (Infrasound) بر انسان

ناحیه فرکانسی کمتر از 20Hz را زیر صوت گویند. در این ناحیه فرکانسی، انرژی آکوستیکی با طول موجی بیشتر از 17m تا مسافتهای زیادی منتشر شده و گوش انسان توانایی شنیدن آن را ندارد. اینفراسونیک بر قلب، اعصاب، چشم، گوش، سینه، دالانهای سر و غدد درون ریز تاثیر گذارده که در شدتهای غیرمجاز، آثاری مانند آزار و اذیت، آشفتگی و بدخواب شدن، مشکلات احساسی و ادراکی، تغییرات در امواج مغز و از دست دادن قوۀ شناخت، اثر برگوش داخلی، سرگیجه، بهم خوردن تعادل، احساس غیر قابل تحمل، ناتوانی، دلشوره، استفراغ و تشدید اعضای درونی بدن مانند قلب مشاهده شده است.

2-2- تولید حباب

در ناحیه فرکانسی زیر صوت در اعضای بدن حباب بوجود می‌آید برای نمونه در فرکانس 250Hz و شدت $220\ dB\ re.1\mu\ Pa$ حبابهای نیتروژن تولید و رشد نموده که باعث فلج شدن برخی اعضا و حتی مرگ می‌شود(Richardson et al. 1995).

2-3- اثرات صوت شنوایی(Audio) بر انسان

www.SID.ir

Archive of SID

بازه فرکانسی 20-20000Hz را ناحیه شنوایی گویند در این بازه فرکانسی گوش توانایی شنیدن را دارد، اما در آزمایشهای آکوستیکی اغلب فرکانسهای بالای 150Hz و زیر 15kHz را ناحیه شنوایی در نظر می‌گیرند. در ادامه به بررسی تاثیرات صوت در ناحیه شنوایی می‌پردازیم.

2-4- گوش و شنوائی

معروف‌ترین اثرات صوت در ناحیه شنوایی مربوط به گوش و تغییرات حساسیت و آستانه شنوائی آن است از مهمترین اثرات صوت بر سیستمهای شنوایی می‌توان به TTS و PTS اشاره نمود. تاثیرات TTS قابل برگشت بوده اما PTS سیستم شنوایی را تخریب می‌کند. اگر شدت صوت یا مدت زمان تابش صوت زیاد شود، تاثیرات از حالت برگشت‌پذیر به غیر قابل برگشت می‌رسد. احساس درد گوش در بازه فرکانسی 1-50Hz در شدتهای 135-160dB بوجود آمده در حالی که همین احساس در بازه فرکانسی 50-10000Hz با نیاز به شدت 130-135dB دارد. همچنین پرده گوش در شدتهای 175-180dB می‌ترکد. ماکزیمم حساسیت شنوایی گوش انسان زیر آب، در بازه فرکانسی 500-1100Hz بوده در حالی که در هوا 1000-5000Hz می‌باشد در آب حساسیت شنوایی در فرکانسهای بالاتر از 2000Hz به شدت افت می‌کند. بیشتر تاثیرات صوت بر گوش غواصان در ناحیه فرکانسی 500-1100Hz رخ می‌دهد. بازه فرکانسی 5600-7000Hz با شدت 150-180dB در آب باعث TTS در شنوایی انسان می‌شود.

2-5- بهم خوردن تعادل و سرگیجه

در فرکانسهای بالای 2500Hz، شدت 140dB باعث بهم خوردن تعادل شده، همچنین حفره‌های هوایی بدن مانند دهان، بینی و سینوسها گرم می‌شوند. غواصان در معرض تابش یک میدان صوتی با فرکانس 1500 Hz و شدت $dB\,re.1\mu\,Pa$ 191 احساس چرخش در سیستم بینایی نموده و دچار سرگیجه می‌شوند.

2-6- رزونانس جمجمه

فرکانس رزونانس جمجمه در بازه فرکانسی 600-900Hz بوده و اطلاعات موجود نشان می‌دهد که این رزونانس مستقل از عمق است. همچنین در فرکانسهای بالای 1000Hz نیز ارتعاشات شدیدی مشاهده شده که مربوط به هارمونیکهای بالاتر جمجمه می‌باشد. رزونانس جمجمه باعث آسیب به آن نمی‌شود، بلکه ارتعاشات جمجمه باعث آسیب به بافتهای نرم مغز شده و باعث پارگی و خونریزی در آن می‌شود.

2-7- اثرات آلتراسونیک

امواج صوتی با فرکانسی بیش از 20kHz را فراصوت گویند در این ناحیه فرکانسی گوش انسان توانایی شنیدن را ندارد. از مهمترین اثرات آلتراسونیک می‌توان به گرم شدن و سوختن اعضا و حباب‌سازی اشاره نمود.

2-8- گرم شدن و سوختن اعضا

تحقیقات انجام شده در زمینه تاثیرات گرمایی امواج آکوستیکی نشان می‌دهد که امواج آلتراسونیک دارای اثر فوق العاده قوی گرمایی هستند. هنگامی که یک موج آلتراسونیک به یک ماده برخورد می‌کند، قسمتی از انرژی موج جذب شده و به گرما تبدیل می‌شود. با توجه به محاسبات انجام شده،

جدول2- تاثیرات مختلف صوت با پارامترهاي مختلف بر اعضاء بدن

اثر	فرکانس (Hz)	شدت ($dB\ ref\ .1\ \mu Pa$)	زمان (min)
اختلال در تنفس	0/5	154-171	----------
تشدید و لرزش غیر ارادی سر و تشدید شکم و شش	4	150	----------
افزایش فشار خون	6	95	20
افزایش فشار خون	7/5	130	50
کوفتگی ،بی حسی،غمگینی،فشار در گوش،از دست دادن تعادل و لرزش	5-10	100-135	15
افزایش فشار خون	12	110	20
بالا رفتن دمای بدن،گیجی و بهم خوردن چشم و از دست دادن تعادل	5-16	95	5
افزایش دیاستولیک و کاهش‌سیاستولیک فشار خون، کاهش ضربان نبض	6-16	95-130	60
تغییر در سیستم تنفسی و تغییر آستانه شنوایی	10-15	----------	----------
فشار زودگذر در همه اعضا در هوا	170	----------	----------
زخمهای شدید و نابودی بافتهای بدن	5-200	140-150	چندین
حواس پرتی، آزار و اذیت	5-200	90-120	----------
آزار و اذیت وناراحتی و گیجی و حواس پرتی	5-200	90-120	1-5
رزونانس جداریه، سرفه، سکسکه، خفگی	100-200	بالا	دیوریشن پایین
تشدید دردناک در کل بدن و اعضا	196	160	5
رزونانس قلب و بی‌نظمی در کارکرد قلب	100-500	----------	----------
تشدید در بدن، خونریزی درونی، گرفتگی عضلات	100-500	----------	----------
تاثیر بر سینوسها و ششها و بهم خوردن تعادل	20-500	----------	----------
سردرد و سرگیجه	500-1000	----------	----------
حواسپرتی و گیجی	1000-2000	----------	----------
تشدید در حفره‌های بدن، رنجش عصبی ضربه و گرم شدن بدن	500-2500	140	----------
آستانه درد و ناراحتی	500-2500	120	----------
ترکیدن شش	500-2500	185	----------
سرگیجه و از دست دادن تعادل	900-2200	191	4s
درد گوش	500-4000	140	----------
TTS شنوایی	700-5600	150-180	----------
اثرات خطرناک بر حنجره تولید گاز Co2	3000-7000	191-214	0/5-1/5
گرم شدن شدید بین انگشتان	7KHZ	165	----------
گرم شدن محفظه‌های درونی	10-20KHz	140	----------

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات گرمایی در ناحیه آلتراسونیک قابل توجه بوده و در فرکانسهای بالای آلتراسونیک، این اثرات شدیدتر می‌شود.

2-9- حباب سازی

تحقیقات نشان می‌دهد در فرکانسهای آلتراسونیک و شدتهای بالا پدیده حباب‌سازی در اعضای بدن بوجود آمده و حبابهای نیتروژن آزاد می‌شوند. در ناحیه آلتراسونیک شدتهای بیش از $210\,dB\ ref\ 1\mu Pa$ باعث رشد سریع حبابها شده و مرگ غواص یا پستانداران را بهمراه دارد. همچنین عملیات کاهش فشار هنگام بالا آمدن غواصی که در معرض امواج آلتراسونیک بوده، مشکل‌تر می‌شود که دلیل آن جدا شدن سریعتر گاز نیتروژن محلول در خون، در معرض امواج آلتراسونیک است.

2-10- اثرات پالسها و امواج انفجاری

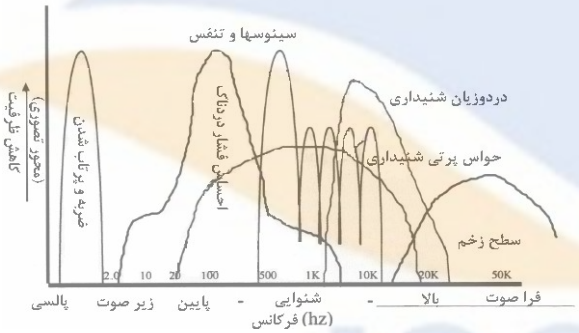
نویز پالسی در اثر انفجارات، موتورهای ضربه‌ای، شلیک گلوله و توپخانه و دیگر موارد تولید. صدای ناشی از انفجار با فشارهای زیاد باعث نابودی ارگانیزمهای مختلفی از جمله شش می‌شود. اثرات شنیداری امواج پالسی درانسان و حیوان بسیار مشابه با اثرات نویز پیوسته بوده و قرار گرفتن به مدت طولانی در معرض نویز پالسی باعث افزایش احتمال PTS می‌شود. دربانداهای فرکانس پایین در شدتهای بالا، آسیب‌های پایدار رخ می‌دهد. آستانه فشار برای تخریب پرده گوش 35kpa (185dB) است. شکستگی یا جابجایی استخوانهای گوش میانی در اثر انفجارات غیر ممکن بوده، اما اثرات متداولی مانند کاهش شنوایی، درد، وزوز در گوش (tinnitus)، سرگیجه و غیره وجود داشته و در حیوانات، تخریب پرده گوش ناشی از امواج انفجاری نیز مشاهده شده است.

2-11- اثرات غیر شنیداری امواج پالسی

صوت پالسی در فرکانسهای غیر شنیداری باعث وحشت‌زدگی و اضطراب شده که با افزایش دامنهٔ نویز پالسی، اثرات بیشتر می‌شود. در یک آزمایش انجام شده تحت تابش پالسی غیر شنیداری، شدتهای 71-74dB باعث تاری چشم و حرکت بازوها شده و در شدت 84dB-81، 90٪ از آزمایش شوندگان دچار تاری چشم شده و 51٪ دچار حرکت بی‌اراده در بازوها شده‌اند. علاوه بر گوشها، سیستمهای دهلیزی، قفسه سینه، قلب و شش نیز حساسیت زیادی به امواج پالسی و انفجارات در ناحیه غیرشنیداری نشان می‌دهند. انفجارات با فشارهای بیش از 10kpa (شدت 180dB) باعث خون مردگی در اندام تنفسی شده و در فشارهای بالاتر همراه با خونریزی شدید و پارگی نایژکها در شش می‌شود.

3- نمودار کیفی کاهش مقاومت بدن انسان در برابر امواج صوتی

شکل2 نمودار تغییرات مقاومت بدن در برابر فرکانسهای مختلف صوتی را نشان می‌دهد. هرچند در محور عمودی از اعداد و ارقام استفاده نشده، اما توصیف کیفی خوبی از رفتار بدن در برابر فرکانسهای مختلف را نشان می‌دهد. منظور از کاهش ظرفیت، کاهش مقاومت و توانایی اعضا در برابر تابش صوت می‌باشد. برای مثال، فرکانسهای زیر صوت، باعث ضربه و پرتاب می‌شوند که مقاومت بدن در برابر این ضربات در فرکانس 0/5 Hz زیاد بوده در حالی که در فرکانس 1Hz این مقاومت و توانایی به شدت پایین می‌آید. محور عمودی در این نمودار کاهش تحمل بدن در برابر آسیب را نشان داده و در نواحی مشترک کاهش تحمل بدن در برابر دو یا چند نوع اثر، مشاهده می‌شود. بررسی این نمودار نتایج زیر را بهمراه دارد:



شکل2- نمودار کیفي کاهش مقاومت بدن انسان در برابر امواج صوتي

1- با توجه به نمودار، صوت پالسی فرکانس پایین باعث ضربه به بدن و در نهایت پرتاب شدن و منهدم شدن اعضا می‌شود.

2- در بازه فرکانسی20-500Hz احساس فشار و درد شدیدی در اعضای بدن مشاهده می‌شود در این ناحیه فرکانسی سینوسها و ششها بشدت تاثیر پذیر بوده و تعادل بهم خورده و سیستم تنفسی با مشکل روبرو می‌شود و در فرکانس100Hz ماکزیمم این مشکلات رخ می‌دهد.

3- در بازه فرکانسی500-1000Hz نیز مشکلاتی در سیستمهای تنفسی و سینوسها بوجود می‌آید که این مشکلات باعث سردرد، سرگیجه، بهم خوردن تعادل، استفراغ و گاهی خفگی می‌شود.

4- در بازه فرکانسی 1000-20000 Hz عوارضی مانند حواس‌پرتی و گیجی به وجود می‌آید و آسیبهای شدیدی نیز به سیستمهای شنوایی و گفتاری وارد می‌شود که این اثرات همراه با درد خواهد بود.

5- صوت با فرکانس بیش از 20kHz باعث سوختن بدن شده و زخمهای سطحی و عمقی در بدن بوجود می‌آورد.

6- در نواحی مشترک چندین نوع اثر بطور همزمان رخ می‌دهد برای مثال در بازه فرکانسی 400-1000Hz ، کاهش مقاومت بدن در برابر اعمال فشار و ایجا فشار در سینوسها و شش رخ می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

4- تخمین فاصله و مدت زمان مجاز تابش

با توجه به موارد مطرح شده در بالا، می‌توان گفت، هر کدام از انواع مولدهای نویز با توجه به فرکانس و شدتی که تولید می‌کنند و مدت زمان در معرض قرار گرفتن بافت بدن در مقابل آنها، قابلیت ایجاد آسیب های متفاوت به اعضای مختلف را دارا هستند. در این قسمت با تکیه بر اطلاعات موجود در جداول بالا و بکارگیری چند نوع لباس محافظ به ارائه پیشنهاد برای جلوگیری از ایجاد آسیب های احتمالی می‌پردازیم. جدول روبرو نتایج تحقیقات در زمینه فاصله مجاز با پوششهای مختلف از منابع تولید نویز آکوستیکی را نشان می‌دهد. این جدول حاوی اطلاعاتی در زمینه شدت صوت ($SPL\ ref.1\mu Pa$) در فواصل مشخص و مدت زمان مجاز قرار گرفتن در معرض تابش صوت(PEL) (Permissible Exposure Limit) می‌باشد. البته بدیهی است که استفاده از پوششهای متفاوت، فاصله و مدت زمان مجاز را تغییر می‌دهد. برای مثال لباس Wet Suit Hoodedمناسبتر از بقیه لباسها می‌باشد، زیرا حد مجاز قرار گرفتن تابش صوت با این لباس بالاتر است. البته با تقویت قسمتهای مختلف این نوع لباس‌ها، می‌توان حد مجاز تابش را بالا برد. همانطور که مشاهده میگردد، برای شدت های بالاتر زمان PEL کوچکتر می‌گردد ، همچنین لباسهای همراه با کلاه خود، امکان در معرض قرار گرفتن تابش در مدت زمان بیشتری را فراهم میکند. اما در عین حال بیشترین SPL تشعشعی مجاز نیز با همین نوع لباس نباید از 205 دسی بل فراتر رود. اگر سرپوش مخصوص به خوبی روی سر و چانه جاسازی شده و فک را کاملا بپوشاند، میزان آسیبها کم می‌شود. حال با توجه به اطلاعات جداول 1 تا 3 به راحتی میتوان برای هر کدام از منابع تولید صوت در دریا حد مجاز را تخمین زد. به عنوان مثال قرار گرفتن در معرض تابش آکوستیکی یک سوپر تانکر با شدت 198 دسی بل در فاصله یک متری و با توجه به فرکانس زیر صوت آن، آسیب های جدی به بافت های بدن وارد میکند. البته این شدت در فاصله 100 متری 188 دسی بل و در فاصله 1000 متری 168 دسی بل خواهد شد. با این وصف یک انسان با لباس Wet Suit Hooded در فاصله 100 متری حداکثر 285 دقیقه و در فاصله 1000 متری با لباس نوع Helmeted حداکثر 170 دقیقه مجاز به قرار گرفتن در میدان آکوستیکی ناشی از یک سوپر تانکر خواهد بود.

جدول3- حد مجاز زمان تابش آکوستیکي به بدن با لباس هاي محافظ

Helmeted		Wet Suit Hooded		Wet Suit Un-Hooded	
SPL (dB ref .1µPa)	PEL (MIN)	SPL (dB ref .1µPa)	PEL (MIN)	SPL (dB ref .1µPa)	PEL (MIN)
173	71	205	71	190	71
172	85	204	85	187	120
171	101	203	101	186	143
168	170	200	170	185	170
167	202	197	285	184	202
165	285	196	339	183	240
164	339	195	404	180	404
161	571	194	480	178	571
160	679	193	571	176	807
158	960	190	960	175	960

5- نتیجه گیری

در این تحقیق از نتایج دو بحث کلی شامل بررسی منابع نویز در دریا و مشخصات فرکانسی و زمانی آنها، در کنار بحث روی اثرات صوت روی اعضاء مختلف استفاده شد و با در نظر گرفتن آنها فاصله و مدت زمان مجاز قرار گرفتن در معرض منابع مختلف برای بافتهای بدن تخمین زده شد و در نهایت، استفاده از چند نوع لباس محافظ مختلف نیز برای بالا بردن این حد مجاز و جلوگیری از آسیب بیشتر به اعضاء بدن پیشنهاد شد. اما به طور خلاصه باید گفت شدتهای آکوستیکی بیش از 200dB به طور حتم باعث آسیبهای فیزیولوژی در هر فرکانسی شده و تابش آن به بافت های بدون پوشش بدن انسان ممنوع است. البته اگر غواص تمام بدن خود را با WETSUIT و کلاه (Hood) بپوشاند، می تواند تا شدتهای کمتر از dB 215 را با آسیبهای جزئی تحمل کند.

شکل3- نمونه اي از لباس‌هاي محافظ

6- مراجع

[1] Urick, Robert.,"Principles of Underwater Sound", McGraw-Hill, 1983.

[2] Richardson W.J,Green C.R, Malme C.I, "Marine Mammals and Noise", Academic Press, UK, 1995.

www.SID.ir

Archive of SID

[3] TECHNICAL DOCUMENT 3138, Non-Lethal Swimmer Neutralization study Applied Research Laboratories, (The University of Texas at Austin G2 Software Systems, Inc.San Diego, May 2002).

[4] Acoustic trauma : Bio effects of Sound Alex Davies BFA Honours.

[5] Greene , C.R., Jr., and W.J. Richardson, "characteristics of marine seismic survey sounds in the Beaufort sea"

J. Acoustic. SOC. Am. PP. 2246-2254, 1988.

[6] محمد امیر فلاح ، بهزاد سیف زاده فرد، "بررسی نویزهای آکوستیکی محیط دریا" ، مجتمع دانشگاهی علوم و فناوری دریایی- مرکز تحقیقات هیدروفیزیک شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Noise Pollution of Marine Facilities and Equipment on the Personnel

M. A. Fallah, R. Mardani, B. SeifzadehFard

Abstract

Due to the increasing use of mechanical and electrical equipment in marine operations, environmental pollutions are also increased. Noise pollutants are one of the main sources of pollution. They are used in many facilities such as oil/gas drilling platforms, equipment designed to be used for dredging and those which are used in marine investigations such as air-guns, gaseous guns, vibrators and explosives. These all contribute to increased noise-pollution and their effects on man-power. In the long-time, depending on the intensity of their operations, surface and sub-surface waves that are generated as a result of operation of such equipments can affect human health. This article tries to identify the properties and specifications of such waves, relying on measurements and experiments already made, and then discover to what extent they can affect human health in order to find a solution that can help figure out how much time is needed for those who are subject to such waves to be affected by the pollutants.

Keywords: *mechanical and electrical equipment, marine operations, pollutions, environmental pollutants*

www.SID.ir