تاثیر تشکچه هوا بر ارتعاش منتقله به تمام بدن رانندگان اتوبوس بر پایه استاندارد

دکتر احسان اله حبیبی*، مهندس نسرین صادقی**[1]، دکتر سیامک پور عبدیان*

*دانشیار گروه بهداشت حرفه ای- دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، **مربی گروه بهداشت حرفه ای – دانشگاه علوم پزشکی گناباد

تاریخ دریافت:۸۷/٤/۱۳ تاریخ تایید: ۸۷/۱۰/۲۹

چکیده:

زمینه و هدف: **ارتعاش تمام بدن (WBV) از دلایل اصلی اختلالات اسکلتی عضلانی رانندگان است. یک روش برای کاهش ارتعاش استفاده از وسیله عایق می باشد. در این تحقیق، جهت کاهش میزان ارتعاش از یک تشکچه هوا استفاده شده و با اندازه گیری ارتعاش منتقله به رانندگان قبل و بعد از استفاده از تشکچه، اثربخشی آن در کنترل ارتعاش مورد بررسی قرار گرفت.**

روش بررسی: **این مطالعه، مداخله ای و بر روی ۹۵ نفر از رانندگان شرکت واحد اتوبوسرانی انجام شد. پارامترهای ارتعاش در سه محور ورود ارتعاش به بدن، در دو مرحله قبل و بعد از قرار دادن تشکچه بر روی صندلی راننده توسط دستگاه ارتعاش سنج اندازه گیری و با استفاده از آزمون آماری t زوجی مقایسه شدند.**

یافته ها: **مقایسه مقادیر ارتعاش قبل و بعد از استفاده تشکچه نشان داد که ماکزیمم فشار (Pmax) در محورهای Y،X به ترتیب(m/s^2) ۰/۲۹۲۱ و (m/s^2) ۰/۳۰۸۱ کاهش (P<۰/۰۵) و همچنین مقادیر شتاب معادل (Aeq) در این دو محور به ترتیب(m/s^2) ۰/۲۸۲۹ و (m/s^2) ۰/۱۸۷۹ کاهش (P<۰/۰۰۱) و ماکزیمم تراز (Lmax) نیز در محور X (m/s^2) ۱/۲۷۹٤ (P<۰/۰۱) کاهش داشته است.**

نتیجه گیری: **مقادیر ارتعاش اتوبوسها از مرز کاهش آسایش استاندارد ISO-2631/1997 بالاتر بود. استفاده از تشکچه مورد نظر تا حدی در کاهش ارتعاش منتقله به رانندگان تاثیر داشت، اما این کاهش به میزانی نبود که ارتعاش را به حد مجاز برساند و بتواند از آثار سوء ارتعاش پیشگیری کند.**

واژه های کلیدی: اتوبوس، ارتعاش، اختلالات اسکلتی عضلانی، تشکچه هوا.

مقدمه:

تصادفات از مشکلات اصلی رانندگان می باشد (۱) که خسارات جبران ناپذیر مالی و جانی را به دنبال دارد. طبق تحقیقات گذشته کمر درد و بیماری های اسکلتی-عضلانی رانندگان از دلایل اصلی تصادفات اتوبوس ها می باشد (۳،۲). این اختلالات در بین رانندگان وسایل نقلیه عمومی بسیار شایع هستند (۵،۴). طبق بررسی های انجام شده رانندگان اتوبوس شهری حدود ۶۰ درصد از زمان کار روزانه شان را واقعاً رانندگی می‌کنند (۶). مدارک موجود نشان می دهد افرادی که بیش از نیمی از ساعات کارشان را رانندگی می کنند نسبت به جمعیت غیر راننده سه برابر بیشتر از مشکلات کمر رنج می برند (۷). شیوع بالای اختلالات نخاعی بویژه درد کمر و گردن در رانندگان حرفه ای مشاهده می شود که باعث بیماری و بازنشستگی آنها در سنین پایین می شود (۸). مقاله ای مروری در این زمینه نشان داد که این ناراحتی ها ناشی از استرسورهای فیزیکی، روانی، ارگونومیکی و ... می‌باشند (۹). ارتعاش جزء استرسورهای فیزیکی بوده و آسیب های کمری می‌توانند ناشی از ارتعاش منتقله از صندلی راننده به قسمت های مختلف بدن باشند (۵،۴). سازمان بین المللی استاندارد برای ارتعاش تمام بدن استاندارد ISO-2631/1997 را تدوین کرده است (۱۰). اگر

[1] نویسنده مسئول: گناباد-حاشیه جاده آسیایی-دانشگاه علوم پزشکی-گروه بهداشت - تلفن: ۰۵۳۳-۷۲۲۳۰۲۸، E-mail:na.sadeghi@gmail.com

www.SID.ir

ارتعاش منتقله به فرد از حد مجاز توصیه شده در این استاندارد تجاوز نماید احتمال بروز اختلالات و عوارض ناشی از ارتعاش از جمله اختلالات اسکلتی-عضلانی در آنها افزایش می یابد. تحقیقاتی که در زمینه اختلالات ناشی از ارتعاش انجام شده است نشان می‌دهد که ناراحتی های قلبی-عروقی، تنفسی، گوارشی، عصبی، تغییر در عملکرد سیستم اندوکرین و تاثیر بر سیستم تولید مثل زنان (۱۱) و کاهش حرکات معده ای (به عنوان یکی از آثار سوء ارتعاش) از دیگر اختلالات ناشی از ارتعاش می باشد (۱۲).

مطالعه ای که در سوئد انجام شد نشان داد که تماس با ارتعاش تمام بدن حداقل در نیمی از ساعات کار با ضریب شیوع بالای اختلالات اسکلتی عضلانی در بین کارگران همراه است (۱۳). در مطالعات دیگری مشخص شد که کمردرد رانندگان با شدت ارتعاش مرتبط است (۱۷-۱۴). در لوکوموتیورانان شیوع کمردرد و گردن درد به دلیل تماس با ارتعاش تمام بدن دو برابر بیشتر از گروه کنترل بود (۱۸).

با توجه به عوارض زیادی که ارتعاش برای سلامتی انسان دارد در این طرح به دنبال کنترل و کاهش ارتعاش منتقل شده به رانندگان هستیم تا در نتیجه، ناراحتی‌های جسمی آنها و نهایتاً میزان تصادفات کاهش یابد. یکی از راه های کاهش ارتعاش، استفاده از وسیله‌ای است که بتواند بصورت عایق عمل کند و ارتعاشاتی که از طریق صندلی به بدن راننده منتقل می‌شوند را جذب و میرا کند (۱۱). در این مطالعه از یک تشکچه هوا به عنوان عامل مداخله گر و کاهش دهنده ارتعاش منتقله به راننده استفاده خواهیم کرد. هدف طرح، اندازه‌گیری ارتعاش منتقله به تمام بدن رانندگان اتوبوس و بررسی میزان تغییر احتمالی در مقدار ارتعاش است که با استفاده از تشکچه مذکور انتظار آن را داریم.

روش بررسی:

این مطالعه از نوع توصیفی، تحلیلی و مداخله ای (قبل و بعد) بوده که به روش مشاهده ای در دو مرحله بر روی ۹۵ نفر از رانندگان اتوبوس های شرکت واحـــد اتوبوسرانی اصفهان انجام شد. روش نمونه گیری بصورت تصادفی از رانندگان اتوبوس هایی که مبدأ و مقصد آنها ترمینال باغوشخانه بود با توجه به کد اتوبوس و نام راننده، برای جلوگیری از تکراری بودن نمونه ها انجام شد. قبل از آغاز نمونه گیری، مراحل انجام کار را برای رانندگان توضیح داده و همکاری آنها جهت مشارکت در طرح کسب گردید. بخش عملی این طرح شامل دو مرحله و به ترتیب زیر می باشد.

در مرحله اول طرح پس از قرار دادن سنسور ارتعاش سنج بر روی صندلی راننده (که بصورت ثابت و غیر قابل تنظیم با سطح خشک و محکم بوده و باعث خستگی راننده می شود) و نشستن وی بر روی آن، در حین حرکت اتوبوس با سرعت و مسیر ثابت برای تمام نمونه‌ها (در مسیر ترمینال باغوشخانه - میدان شهدا) میزان ارتعاش به مدت یک دقیقه اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد، تشکچه هوا به عنوان عامل مداخله گر در کاهش ارتعاش بر روی صندلی نصب شده و پس از قرار دادن سنسور ارتعاش سنج بر روی صندلی و نشستن راننده بر روی آن کمپرسور هوا را برای جریان یافتن هوا در تشکچه روشن کرده و اندازه گیری ها مجدداً با حفظ شرایط قبلی تکرار شد.

توصیف ساختار و طرز عملکرد تشکچه و کاربرد آن:

تشکچه مورد استفاده در این طرح، با هدف کاهش دادن ارتعاش وسایل نقلیه سنگین طراحی و ساخته شد. ساختمان این تشکچه از چهار کیسه هوا در قسمت نشستنگاه تشکیل شده که به یک کمپرسور هوا متصل می شوند. هوا در کیسه های این تشکچه بصورت متناوب جریان دارد. جریان هوای ایجاد شده توسط یک کمپرسور کوچک به وسیله شیر خودکار (Adjusting Valve) تنظیم شـــده و بصورت متناوب قطـــع و وصل می شد. در هر مرتبه که جریـــان هوا برقرار می شد، یک سمت از کیسه های تشکچه از هوا پر شده و سمت مقابل به آرامی خالی می گردد. در قسمت کمری تشکچه نیز

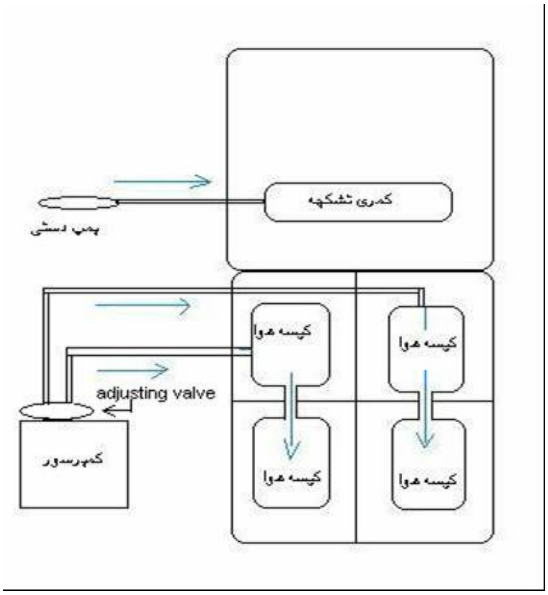
Archive of SID

www.SID.ir

یک کیسه هوا تعبیه شده است که توسط یک پمپ دستی از هوا پر می شود. میزان این پر شدن نیز به قوس کمر راننده و پشتی صندلی بستگی دارد و توسط راننده بر اساس احساس راحتی تنظیم می شود. کیسه هوای تعبیه شده در قسمت کمری تشکچه در حفظ انحنای طبیعی کمر نقش دارد و از خستگی این قسمت جلوگیری خواهد کرد (تصویر شماره ۱).

سیستم گردش هوای داخل تشکچه ضمن جلوگیری از وضعیت ثابت در قسمت رانها و باسن و بهبود گردش خون این قسمت ها در طی رانندگی طولانی مدت، خستگی را کاهش می دهد. همچنین با میرا کردن ارتعاش، میزان ارتعاش وارده به بدن از طریق صندلی را کاهش می دهد که انتظار می رود در نتیجه استفاده از آن اختلالات ناشی از ارتعاش کاهش یابند. در این طرح هدف اصلی بررسی تاثیر تشکچه در کاهش ارتعاش در محورهای مختلف (ورود ارتعاش به بدن) است.

وسایل مورد استفـــاده در اندازه گیـــری ارتعاش



تصویر شماره ۱: دیاگرام تشکچه، نحوه و جهت جریان یافتن هوا در آن

عبارت بودند از یک دستگاه ارتعاش سنج مدل Human Vibration Unit 2522 متصل به صدا سنج Modular Precision Sound Level Meter 223، فیلتر ارتعاش Human Vibration Module BZ 7105 و سنسور قابی نوع تمام بدن مدل Triaxial- Seat Accelerometer 4322.

برای سنجش ارتعاش، دستگاه به اینصورت تنظیم شد: Mode در حالت WB:WT، واحد اندازه گیری ارتعاش در حالت (m/s2)، Time const یا ثابت زمانی یک ثانیه، Range یا حساسیت دستگاه در حالت high، Channel یا کانال اندازه گیری در حالت Sum.

پارامترهای، ماکزیمم فشار (Pmax= Maximum pressu)، شتاب معادل (Aeq=Equivalent Acceleration) و ماکزیمم تراز (Lmax= maximum level)، اندازه گیری شـــد. پس از انجـــام نمونـــه گیری ها و ورود داده هـــا به کامپیـــوتر، اطلاعات به دست آمده بـــه کمک آزمـــون آمـــاری t زوجی (Paired Sample t-test) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها:

نمونه های ما شامل رانندگان با محدوده سنی ۲۶ تا ۵۶ سال با میانگین سنی ۷/۶۴±۴۰ بودند.

بر اساس نتایج بدست آمده مقایسه ارتعاش قبل و بعد از استفاده از تشکچه، پارامترهایی که در ادامه ذکر می شوند با استفاده از این تشکچه کاهش یافته اند. در محور X، Pma به میزان ۰/۲۹۲۱ m/s^2 کاهش یافته است (P<۰/۰۵). Aeq به میزان ۰/۲۸۲۹ m/s^2 کاهش یافته است (P<۰/۰۰۱). Lmax به میزان ۰/۱۲۷۹۴ m/s^2 کاهش یافته است (P<۰/۰۱). در محور Y، Pmax به میزان ۰/۳۰۸۱ m/s^2 کاهش یافته است (P<۰/۰۵). Aeq به میزان ۰/۱۸۷۹ m/s^2 (P<۰/۰۰۱) کاهش یافته است (جدول شماره ۱).

نتایج مقایسه ارتعاش منتقله به تمام بدن رانندگان با استفاده از آزمون Paired Sample t-test (m/s^2) در جدول شماره ۱ آمده است. همانطور که از نتایج مشخص است

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۱: مقایسه میانگین ارتعاش منتقله به تمام بدن رانندگان قبل و بعد از مداخله

محور	پارامتر	قبل از تشکچه	بعد از تشکچه
x	*P max (m/s^2)	۷/۰۰±۱/۰۷	٦/۷۱±۱/۸
	**Aeq (m/s^2)	۲/۱٤±۰/٤۷	۱/۸۵±۰/۳۰
	**Lmax (m/s^2)	۸/۳۹±۳/۵۲	۷/۱۱±۰/۲۱
Y	*P max (m/s^2)	٤/۹۱±۱/٦٦	٤/٦۰±۰/۱۳
	**Aeq (m/s^2)	۱/۳۹±۰/۳۲	۱/۲۱±۳/۰٦
	Lmax (m/s^2)	۵/۲۲±۱/۵۹	۵/۰۰±۷/۳۱
Z	P max (m/s^2)	۳۰/٤۳±۰/۲۸	۳۰/۳۹±۰/۱۱
	Aeq (m/s^2)	۳۰/۲۱±۰/۲۹	۳۰/۱۹±۰/۲۰
	Lmax (m/s^2)	۳۰/٤۳±۰/۲۸	۳۰/۳۹±۰/۱۱

*$P<۰/۰۵$ و **$P<۰/۰۵$ بین دو گروه بعد از استفاده از تشکچه نسبت به قبل از استفاده از آن.
ماکزیمم فشار= $Pmax$ شتاب معادل=Aeq ماکزیمم تراز=$Lmax$

میانگین Pmax و Aeq و Lmax در محورهای X، Y و Z کاهش یافته اند. با توجه به P-value های بدست آمده میزان کاهش Pmax و Aeq در محورهای X، Y و میزان کاهش Lmax در محور X معنی دار شده اند.

بحث:

همانطور که نتایج طرح نشان داد میزان ارتعاش در تمام محورهای اندازه گیری شده بالاتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ISO-2631/1997 می باشد. Funakoshi و همکارانش در اندازه گیری ارتعاش تمام بدن رانندگان تاکسی نشان دادند که اکثر شتاب های ارتعاش اندازه گیری شده تاکسی ها در منطقه ریسک بالقوه سلامتی قرار دارد. این محققین اعلام کردند که رانندگان تاکسی در ریسک جدی خطرات ناشی از ارتعاش تمام بدن قرار دارند (۱۹). Kumar و همکارانش در مطالعه ای شدت ارتعاشات تراکتور و سلامت رانندگان را بررسی کردند نشان دادند که مقادیر شتاب ارتعاش بالاتر از منطقه هشدار سلامتی می باشد (۲۰).

مهمترین جهت ورود ارتعاش به بدن در بحث ارتعاشات انسانی محور Z می باشد (۲۱). میانگین ارتعاش اندازه گیری شده در این محور در حدود ۳۰ (m/s^2) بود که ۲۵ (m/s^2) از حداکثر مجاز ISO-2631/1997 بالاتر بود. این بدین معنی است که رانندگان مذکور در ریسک ابتلا به ناراحتی های ناشی از ارتعاش قرار دارند. در این راستا نتایج ما با نتایج تحقیق Alan و همکارانش که میزان ارتعاش تمام بدن را در صنعت حمل و نقل بررسی کردند هماهنگی دارد. این محققین اعلام کردند که در اندازه گیری ارتعاش تمام بدن همیشه مقادیر شتاب در محور Z برجسته تر است (۲۲).

همانطور که اشاره کردیم تشکچه مذکور توانایی کاهش ارتعاش در حد کافی را نداشت. برای افزایش خاصیت کنترل ارتعاش توسط این وسیله باید در ساختار آن تغییراتی ایجاد کرد. تحقیقاتی که تاکنون در زمینه کنترل ارتعاش تمام بدن رانندگان انجام شده اکثراً در رابطه با اصلاح نوع صندلی راننده، سیستم تعلیق کابین و صندلی، مهارت و رفتار و همچنین وزن و طرز قرار گرفتن بدن راننده در حین رانندگی است.

در این تحقیقات نشان داده شده که با اصلاح سیستم تعلیق کابین یا صندلی می توان میزان ارتعاش را در وسایلی مانند ماشین های جنگلداری، دروگری،

Archive of SID
www.SID.ir

تراکتور و کامیون کاهش داد (۲۳). در یک مطالعه صندلی های بدون عایق هوا در مقایسه با صندلی دارای عایق هوا مورد تحقیق قرار گرفتند و مشخص شد که استفاده از صندلی های دارای عایق هوا در کاهش ارتعاش نقش دارند (۲۴).

نتیجه گیری:

تشکچه هوای مورد استفاده در شرایطی که میانگین پارامتر Lmax در محور Y در حدود ۵/۲۱۸۷ m/s2 باشد، می تواند بیشترین اثربخشی را داشته و این مقدار را به کمتر از حداکثر مجاز در استاندارد ISO-2631/1997 کاهش دهد. اما در محور Z که برای ما بسیار مهم است، تاثیر چندانی ندارد. دلیل این امر ممکن است به نحوه و جهت جریان هوای درون تشکچه مربوط باشد. لذا پیشنهاد می گردد برای افزایش اثربخشی این تشکچه و دستیابی به هدفی که با استفاده از این وسیله به دنبال آن هستیم اصلاحاتی بر روی آن انجام شود بطوری که تمام پارامترهای ارتعاش به خصوص در محور Z را به کمتر از حداکثر مقدار مجاز برساند.

تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد و طرح تحقیقاتی شماره ۳۸۴۰۵۶ مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده و در اینجا لازم است از همکاری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و مسئولین شرکت واحد اتوبوسرانی شهر اصفهان قدردانی گردد.

منابع:

1. Sadri GH. A Model of bus driver's disease: risk factors and bus accidents. IRAN J Med Sci. 27(1): 2002 Mar; 39-41.

2. Sadri GH. Risk factors of musculoskeletal disorders in bus drives. Arch Iranian Med. 2003; 6(3): 214-15.

3. Bovenzi M, Zadini A. Self reported Low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole body vibration. Appl Ergonomics. 1994; 25(4): 231-41.

4. Okunribido OO, Magnusson M, Pope M. Delivery drivers and low-back pain: a study of the exposures to posture demands, manual materials handling and whole-body vibration. Int J Ind Ergon. 2006 Mar; 36(3): 265-73.

5. Gallaisa L, Michael J, Griffin A. Low back pain in car drivers: a review of studies published 1975 to 2005. J Sound Vib. 2006 Dec; 298(3): 499-513.

6. Okunribido OO, Shimbles SJ, Magnusson M, Pope M. City bus driving and low back pain: a study of the exposures to posture demands, manual materials handling and whole-body vibration. Appl Ergon. 2007 Jan; 38(1): 29-38.

7. Troup JD. Driver's back pain and its prevention a review of the postural, vibratory and muscular factors, together with the problem of transmitted road-shock. Appl Ergon. 1978 Dec; 9(4): 207-14.

8. Massaccesi M, Pagnottaa A, Soccettia A, Masalib M, Masieroc C, Grecoa F. Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. Appl Ergon. 2003 July; 34(4): 303-7.

9. J.L.M. Tse. Bus driver well-being review: 50 years of research. Trans Res. 2006 Mar; 9(2): 89-114.

10. International Organization for Standardization ISO 2631-1. Mechanical vibration and shock: evaluation of human exposure to whole-body vibration in the working environment part 1: general requirements, Geneva. 1997.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Levy BS, Wegman DH. Occupational health: recognizing and preventing work-related disease. 3rd ed. Boston: Lippincott Williams & Wilkins; 1995; p: 456.

12. Ishitake T, Miyazaki Y, Noguchi R, Ando H, Matoba T. Evaluation of frequency weighting (ISO 2631-1) for acute effects of whole-body vibration on gastric motility, J Sound Vib. 253(1): 2002 May; 31-6.

13. Hagberga M, Burstromb L, Ekmana A, Vilhelmssona R. The association between whole body vibration exposure and musculoskeletal disorders in the Swedish work force is confounded by lifting and posture. J Sound Vib. 2006 Dec; 298(3): 492-8.

14. Darren M. Jouberta , Londonb L, A cross-sectional study of back belt use and low back pain amongst forklift drivers. Int J Ind Ergon. 2007 June; 37(6): 505-13.

15. Mayton AG, Kittusamy NK, Ambrose DH, Jobes CC, Legault M. Jarring/Jolting exposure and musculoskeletal symptoms among farm equipment operators. Int J Ind Ergon. 2008 Sep; 38(9-10): 758-66.

16. Rrhn B, Bergdahl JA, Ahlgren C, From C, Jarvholm B, Lundstrom R, et al. Musculoskeletal symptoms among drivers of all-terrain vehicles. J Sound Vib. 2002 May; 253(1): 21-9.

17. Wikstroem BO, Kjellberg A, Landstroem U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: a review. Int J Ind Ergon. 1994 Dec; 14(4): 273-92.

18. Johanning E, Landsbergis P, Fischer S, Christ E, Gores B, Luhrman R. Whole-body vibration and ergonomic study of US railroad locomotives. J Sound Vib. 2006 Dec; 298(3): 594-600.

19. Funakoshi M, Taoda K, Tsujimura H, Nishiyama K. Measurment of whole-body vibration in taxi drivers. J Occup Health. 2004; 46: 119-24.

20. Kumar A, Mahajan P, Mohan D, Varghese M. IT-information technology and the human interface: tractor vibration severity and driver health: a study from rural India. Indian Agric Res Inst. 2001; 80(4): 313-28.

21. Griffin MJ. Handbook of human vibration. 1st ed. Canada: Academic Press; 1996.

22. Salmoni AW, Cann AP, Kent ML, Eger TR. Case studies in whole-body vibration assessment in the transportation industry–Challenges in the field. Int J Ind Ergon. 2008; 38(9-10): 783-91.

23. Tiemessen IJ, Hulshof CTJ, Monique HW. Frings-dresen, an overview of strategies to reduce whole-body vibration exposure on drivers: a systematic review. Int J Ind Ergon. 2007 Mar; 37(3): 245-56.

24. Huston DR, Johnson CC, Wood MA, Zhao X. Vibration attenuating characteristics of air filled seat cushions. J Sound Vib. 1999; 222: 333-40.

Archive of SID

www.SID.ir