Archive of SID

بررسی شاخص های تداخل صدا با مکالمه و مقایسه آنها در یک دانشکده

مهندس مرضیه کاظم پور[۱] و دکتر ایرج علیمحمدی[۲]

چکیده

زمینه و هدف: امروزه صدا یکی از مهم‌ترین معضلات موجود در محیطهای شغلی و زیست محسوب می‌گردد. در حال حاضر پیشرفت تکنولوژی در تما می‌زمینه ها، سبب گردیده که انسان در زندگی روزمره و حرفه ای خود هر چه بیشتر تحت تاثیراغتشاشات ناخوشایند آکوستیکی (صدا) قرارگیرد. یکی از جدی‌ترین نتایج نا مطلوب صدا، جلوگیری از درک مناسب گفتار و تداخل باارتباطات کلامی‌است. ارزیابی و کنترل تداخل صدا با ارتباطات کلامی‌در مکانهایی از جمله مکانهای آموزشی که نیازمند توجه و تمرکز زیاد شنوندگان می‌باشد از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا پژوهشی با موضوع فوق در یک محیط آموزشی با هشت کلاس درس پر و چهار کلاس درس خالی انجام گردید.

روش و بررسی: بر اساس نظر سنجی ها، صدای ناشی از ترافیک بیشترین (۴۰/۹٪) و صدای ناشی از تهویه مطبوع و مکالمه افراد کمترین درجه نارضایتی (۸٪) آزمودنیها را تشکیل می‌داد. به نظر اکثر افراد میزان صدا در کلاس های درس مناسب بود.

یافته ها: اندازه گیریهای شاخصهای NC, NR و AIدر کلاس های درس نشان داد که میانگین این شاخصها دارای اختلاف معنی داری در هنگام باز و بسته بودن درب کلاسها هستند ($p<0.05$).

نتیجه گیری: این پژوهش نشان داد که به منظور دستیابی مدرسین به ایجاد مکالمه قابل فهم، میانگین کوشش گفتاری (vocal effort) آنها باید بلند و یا خیلی بلند باشد. ضمنا با در نظر گرفتن صدای زمینه میانگین فاصله ,گویندگان و شنوندگان ۱۵- ۵ متر تعیین گردید. مطالعه همبستگی شاخصهای NC,NR , AIو Leq با مطلوبیت میزان صدا نشان داد که NR , NCو Leq در مقایسه با AIشاخصهای ضعیفتری در تعیین آزار دهندگی صدا هستند که این تایید کننده تحقیقات قبلی انجام گرفته در این زمینه است.

کلید واژه ها: شاخصهای صدا، تداخل در ارتباطات کلامی، فهم پذیری گفتار، آزردگی صوتی

مقدمه

تاثیر قابل توجه صدا روی سلامتی انسان یک امر کاملا شناخته شده است. امروزه افراد، بیشتر وقت خود را در محیطهای سربسته ای می‌گذرانند که نیاز به آرامش در محیطهای فوق از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا روشهای کنترل صدا یکی از وظایف مهم مهندسین ساختمانی است (19). آلودگی صوتی

۱- نویسنده پاسخگو، کارشناس بهداشت حرفه ای (email: m_kazempoor@yahoo.com)

۲- عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران

www.SID.ir

Archive of SID

میتواند تاثیرات قابل توجهی روی ارتباطات گذاشته و اصوات مهم و گفتار را پوشش دهد .

در محیطهای شلوغ، تراز صدای صحبت افراد به طور ناخودآگاه افزایش می‌یابد (18) و ممکن است به سبب استرس وارد از محیط شلوغ، اختلالاتی در روند صحبت آنها ایجاد گردد. (27) همچنین صدا می‌تواند ارتباط موثر بین گویندگان و شنوندگان را کاهش داده و سبب خستگی، نگرانی و عدم اعتماد به نفس در شنوندگان و کاهش ظرفیت کاری، تحریک پذیری و استرین ناشی از کوشش گفتاری در گویندگان گردد. می‌توان گفت تداخل با مکالمه به عنوان یکی از مهمترین موارد آزاردهنده مرتبط با صدا به اثبات رسیده است. در صورتی که افراد قادر به شنیدن بیش از ۶۰٪ از کلماتی باشند که در خارج از محیط فعالیت آنها وجود دارد تمرکز آنها کاهش می‌یابد (8).

Cohen و Weinstein مطالعات متفاوتی را در محیطهای آموزشی داشته اند و نشان داده‌اند که کیفیت آموزشی در محیطهای آرام نسبت به محیطهای شلوغ بسیار بالاتر است. آنها طی تحقیقات خود نشان دادند افرادی که در محیطهای شلوغ زندگی می‌کنند و محیط آموزشی آنها آرام است، مهارتهایی همچون خواندن و شنیدن نکته های ظریف کاهش می‌یابد. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که تداخل با مکالمه در کلاس درس تنها عامل تاثیر گذار بر کارآیی آموزش نمی‌باشد .(6)به عنوان مثال در مورد تستهای سنجش مهارت خواندن، افرادی که در محیط آموزشی پر صدا هستند نسبت به افراد حاضر در محیط آرام از سطح نمرات پایینتری برخوردارند (2).

یکی از عوامل مهم در امر یادگیری، فهم پذیری گفتار (Speech Inteligibility) می‌باشد. فهم پذیری گفتار به درصد کلمات کلیدی صحیح شنیده شده در جملات بر میگردد. زمانی که ۷۵٪ از یک متن صحیح درک می شود حدود ۹۵٪ از کلمات کلیدی آن کاملا درست شنیده شده‌اند(16, 15). برای فهم صد درصد جملات باید تراز مکالمه حدود ۱۸ dB(A) - ۱۵ بالاتر از صدای زمینه باشد(S/N) .(18,11) طبق تحقیقات Lazarus و Rostolland اگر نسبت S/N ثابت باشد مکالمه با صدای بلند دشوارتر از مکالمه آرام درک می‌گردد(18, 24).

اختلال کلام توسط صدای زمینه نه تنها به فاکتورهای فیزیکی مانند تراز صدای زمینه، کوشش گفتاری، فاصله بین گوینده و شنونده و شرایط صوتی اتاق بستگی دارد، بلکه فاکتورهای غیر فیزیکی نیز در آن دخیلند. در صورت عدم وضوح صحبت گوینده و تفاوت گویش شنونده و گوینده باید نسبت S/N از مقدار متذکر شده نیز بالاتر باشد(21). همچنین برخی تحقیقات نشان داده‌اند که تاثیر پوشش اصوات توسط صدای زمینه در افراد دچار افت شنوایی(10) و در افراد مسن (7) و در کودکان در حال فراگیری زبان(20) بیشتر معنا پیدا می‌کند.

به منظور دستیابی به محیطهای مناسب از نظر صوتی برای انسان محققین، شاخص های (Criteria) صوتی فراوانی را ارائه نموده‌اند. برخی از آنها شامل شاخص جداسازی(AI) (14,9)، تراز معادل فشار صوتی (Leq تراز تداخل با مکالمه (SIL)، منحنی های معیار(NC)(1,2)، درجه بندیهای صدا(NR)(13) می‌باشد. علی رغم تلاش محققین برای پی بردن به جزئیات این شاخص ها پرسش « مناسبترین شاخص صوتی در محیطهای سر بسته» بطور قابل بحثی باقی مانده است.

تحقیقات مشابهی در هنگ کنگ در ۲۶ دفتر با صدای زمینه سیستم تهویه انجام داده شده است (26). نتایج بیان می‌دارد که تراز معادل فشار صوتی (Leq) بهترین ارتباط را با احساس شنوایی انسان در بین دیگر شاخص ها نشان می‌دهد(26). همچنین S.K Tang و C.T Wong تحقیقات خود را در ۶ دفتر مشابه با صدای زمینه سیستم تهویه و تلفن انجام دادند. در تحقیقات فوق، صدای صحبت دیگران عامل اصلی شکایت افراد بود. نتایج نشان داد که شاخص صدای مرجع (PNC) بهترین ارتباط را با احساس شنوایی کارمندان دارد (25).

با توجه به میزان اهمیت تداخل صدا با مکالمه و تاثیر آن بر امر یادگیری دانشجویان، پژوهشی در یک دانشکده دانشگاه علوم پزشکی انجام گردید. هدف این تحقیق، مطالعه محیط آکوستیکی و بررسی مهمترین عوامل آزاردهنده صوتی دانشجویان بود. علاوه بر این، ارتباط بین شاخصهای Leq, NC, NR , AI و S/N با میزان آزاردهندگی صوتی دانشجویان و مدرسین مورد مطالعه قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مشخصات فردی آزمودنیها

سن (سال)							
≥۲۷		۲۳-۲۶			۱۸-۲۲		
٪۳/۵		٪۳۳			٪۶۳/۵		
زن	مرد	زن		مرد	زن		مرد
٪۱/۱	٪۲/۴	٪۲۴		٪۹	٪۳۸/۵		٪۲۵

روش بررسی

پژوهش حاضر در یک مکان آموزشی با ۸ کلاس خالی و ۴ کلاس پر انجام گردید. مراحل بررسی شامل اندازه گیری صدا وتکمیل پرسش نامه بود.

اندازه گیری به وسیله دستگاه cell مدل ۴۴۰ وکالیبراتور cell ۲۸۲ انجام شد. پرسش نامه ای نیز جهت آگاهی از واکنشهای ذهنی افراد به محیط صوتی مشتمل بر ۴ سوال (ضمیمه) طراحی و در اختیار آنها قرار گرفت. در نهایت ۱۰۰ پرسش نامه که شامل دو قسمت عمومی و نظر سنجی نسبت به صدای محیطی است تکمیل گردید. در پرسشهای شماره ۱و۲ از افراد خواسته شده است که راجع به محیط صوتی خود اظهار نظر نمایند.

پرسش شماره ۳ ارزیابی افراد از میزان صدای محیط و در پرسش شماره ۴ مهمترین منابع صدا در دانشکده مورد سنجش قرار می گیرد.

اندازه گیری صدا در این مطالعه بر اساس دستورالعمل ISO DP9921 انجام گردید. در کلاسهای خالی، اندازه گیری صدا و آنالیز اکتاوی فرکانس در دو حالت باز و بسته بودن درب کلاس انجام شد.

در کلاسهای پر، اندازه گیری تراز فشار صوتی در سه مرحله مطابق با استاندارد فوق الذکر به صورت زیر انجام پذیرفت: مرحله اول در فاصله ۰/۱ متری از دهان مدرس (در هنگام صحبت وی)، مرحله دوم در فاصله ۰/۱ متری از گوش شنونده (در هنگام صحبت مدرس و سکوت دانشجویان) و مرحله سوم در هنگام سکوت کلاس (سکوت مدرس و دانشجویان). لازم به ذکر است هر مرحله از اندازه گیریها حداقل در ۵ دقیقه انجام گرفت وهر اندازه گیری دو بار تکرار گردید. سپس مقدار عددی شاخصهای Leq, NC, NR, AI و S/Nبه کمک نمودارها و استانداردهای مربوطه تعیین گردید. هر یک از مراحل اندازه گیری در دو نوبت صبح و بعدازظهر انجام شد که نتایج آن در پی آمده است.

یافته ها

شاخصهای صوتی مورد سنجش در این پژوهش شامل منحنی های معیار (NC)، درجه بندیهای صدا (NR)، شاخص جداسازی (AI)، تراز معادل صدا (Leq)، تراز تداخل با مکالمه (SIL) و نسبت سیگنال صوتی دریافت شده توسط دانشجو به صدای محیط (S/N) می باشند. مشخصات پرسش شوندگان در جدول۱ آورده شده است.

درکلاسها هنگام حضور افراد شاخص های ذکر

جدول۲- نتایج ارزیابی صوتی کلاسها در هنگام حضور افراد با شاخصهای متفاوت

منابع صدا	درجه آزاردهندگی					میانگین درجه آزردگی
	۱	۲	۳	٤	٥	
صدای افراد	۳۶/۶	۲۳/۷	۱۹/۴	۱۲/۹	۷/۵	۲/۳
تهویه مطبوع	۳۹/۸	۲۱/۵	۲۱/۵	۸/۶	۸/۶	۲/۲
تلفن	۴۴	۱۷/۶	۱۳/۲	۱۱	۱۴/۳	۲/۳
تایپ کردن	۱۸/۳	۲۶/۹	۱۰/۸	۲/۶	۲۱/۵	۳/۰۲
محیط بیرون (ترافیک)	۷/۵	۱۸/۳	۱۰/۸	۲۲/۶	۴۰/۹	۳/۷
صدای ناشی از ساختمانهای مجاور	۱۷/۱	۱۵/۷	۲۸/۶	۱۵/۷	۲۲/۹	۳/۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- درصد نارضایتی آزمودنیها از منابع مختلف صوتی

منابع صدا	درجه آزاردهندگی ۱	۲	۳	٤	٥	میانگین درجه آزردگی
صدای افراد	۳۶/۶	۲۳/۷	۱۹/۴	۱۲/۹	۷/۵	۲/۳
تهویه مطبوع	۳۹/۸	۲۱/۵	۲۱/۵	۸/۶	۸/۶	۲/۲
تلفن	۴۴	۱۷/۶	۱۳/۲	۱۱	۱۴/۳	۲/۳
تایپ کردن	۱۸/۳	۲۶/۹	۱۰/۸	۲/۶	۲۱/۵	۳/۰۲
محیط بیرون (ترافیک)	۷/۵	۱۸/۳	۱۰/۸	۲۲/۶	۴۰/۹	۳/۷
صدای ناشی از ساختمانهای مجاور	۱۷/۱	۱۵/۷	۲۸/۶	۱۵/۷	۲۲/۹	۳/۱

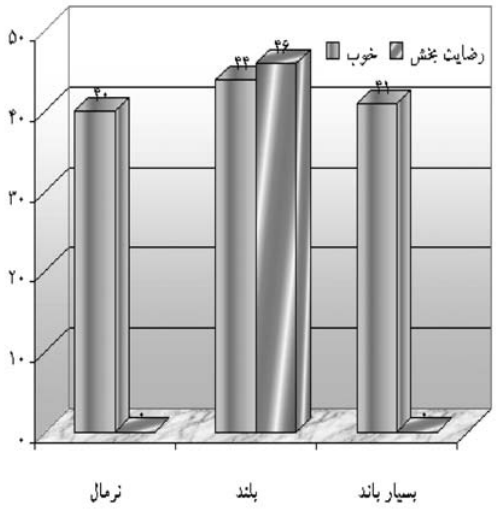
شده محاسبه گردید که میانگین نتایج در جدول زیر آمده است . تکمیل پرسشنامه ها همزمان با اندازه گیری صدا انجام شد و از آزمودنیها خواسته شد که پاسخهای خود را در پرسشنامه بر اساس میزان صدای موجود در محل تکمیل پرسشنامه ها قیدکنند.

در جدول ۳ درجه نارضایتی پرسش شوندگان از میانگین حسابی شاخمنابع گوناگون صوتی موجود در محیط با توجه به پرسش ۳ پرسش نامه آمده است.

در شکل ۱ ارتباط بین میانگین های حاصل از SIL و کوشش گفتاری مدرس و ارزیابی آنها آمده است. شاخص های صدا در کلاسهای خالی در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به جدول داده شده مقدار شاخصها در هنگام باز و بسته بودن درب کلاسها دارای اختلاف معنی داری می باشند ($p>0.05$) حال آنکه مقادیر فوالذکر در هنگام صبح و بعد ازظهر اختلاف معنی داری ندارند ($p>0.05$).

جدول ۵ و ۶ ارتباط بین شاخصهای مورد بحث و پرسشهای ۱ و ۲ موجود در پرسش نامه را نشان می دهد. همانگونه که ملاحظه می گردد این ارتباط با $p>0.05$ در تمامی موارد کاملا معنی دار می باشد.

شکل۱- ارتباط بین میانگین تراز تداخل با مکالمه، میانگین کوشش گفتاری مدرس



میانگین تراز تداخل با مکالمه (SIL)، میانگین تلاش گفتاری مدرس(vocal effort)میانگین فاصله ارزیابی ($p<0.05$)

بحث

پس از بررسی پرسشنامه ها مشاهده گردید که

جدول۴- ارزیابی صوتی کلاسهای درس خالی در هنگام باز و بسته بودن درب کلاس

کلاس خالی	Leq(dBA) (تراز معادل صدا)	NR (شاخص اتاق)	NC (منحنی های معیار)	AI (شاخص جداسازی)
A	۵۸	۵۰ (۵۵)	۵۰ (۵۲)	۰/۶۵ (۰/۵۴)
B	۵۵	۴۲ (۵۷)	۴۵ (۵۷)	۰/۸۰ (۰/۵۱)
C	۵۸	۴۷ (۵۷)	۴۵ (۵۲)	۰/۷۴ (۰/ ۴۸)
D	۶۰	۵۲ (۵۵)	۵۲ (۵۵)	۰/۵۱ (۰/ ۴۱)
E	۶۰	۵۰ (۵۷)	۵۰ (۵۷)	۰/۶۹ (۰/۴۳)
F	۵۴	۴۷ (۵۲)	۴۷ (۵۲)	۰/۷۰ (۰/ ۵۷)
G	۶۰	۴۷ (۵۲)	۴۵ (۵۵)	۰/۶۹ (۰/ ۵۰)
H	۵۷	۴۵ (۵۵)	۴۵ (۵۲)	۰/۷۷ (۰/ ۵۵)

* اعداد داخل پرانتز مربوط به میزان شاخص در هنگام باز بودن درب کلاس می باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ارتباط شاخصهای صدا با باز و بسته بودن درب کلاس در صبح و بعدازظهر

	باز بودن و بسته بودن درب کلاس	صبح و بعدازظهر
AI	p<0.05	p>0.05
NC	p<0.05	p>0.05
NR	p<0.05	p>0.05
Leq		p>0.05

جدول ۶ - ارتباط شاخصهای مورد اندازه گیری با پرسشهای ۱ و ۲

	میزان صدا (پرسش ۱)	درجه مطلوبیت صوتی محیط (پرسش ۲)
AI	p>0.05	p>0.05
NC	p>0.05	p>0.05
NR	p>0.05	p>0.05
Leq	p>0.05	p>0.05
SIL	p>0.05	p>0.05
S/N	p>0.05	p>0.05

ردیف سن پرسش شوندگان ۱۸-۵۸ سال با میانگین ۲۲/۸ و نسبت تعداد مردان به زنان برابر ۲/۱ بود و صدای ناشی از ترافیک (۴۰/۹٪) بیشترین درصد شکایت و صدای ناشی از تهویه مطبوع و مکالمه افراد کمترین درجه نارضایتی (۸٪) دانشجویان را تشکیل می‌داد. به نظر اکثر افراد میزان صدا در کلاس های درس مناسب بود(۵۰/۹٪).

نتیجه گیری

اندازه گیری شاخصهای AI, NC, NR در کلاس های درس نشان داد که میانگین این شاخصها دارای اختلاف معنی داری در هنگام باز و بسته بودن درب کلاسها هستند($p<0.05$).

این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی داری در مقدار شاخصها در صبح و بعدازظهر مشاهده نشد($p>0.05$) (جدول۳).

در ضمن این پژوهش نشان داد که به منظور دستیابی مدرسین به ایجاد مکالمه قابل فهم میانگین کوشش گفتاری (vocal effort)باید بلند و یا خیلی بلند باشد. ضمنا با در نظر گرفتن صدای زمینه میانگین فاصله گویندگان و شنوندگان ۱۵- ۵ متر تعیین گردید (جدول۲).

مطالعه همبستگی شاخصهای AI , NC, NR و Leq با درک مطلوبیت میزان صدا (پرسش ۲) نشان دادکه NC, NR و Leq در مقایسه با AI شاخصهای ضعیفتری هستند که این تایید کننده تحقیقات قبلی انجام گرفته در این زمینه است.

منابع

1. **Beranek, L.L**. The design of speech communication systems. Proceedings of the Institute of Radio Engineers, 35:880-890.1947.

2. **Beranek, L.L**., criteria for office quieting based on questionnaire rating studies. Journal of the acoustical society of America,1956,28,833-852.

3. **Beranek, Leo.L**.,Revised criteria for noise in buildings, Noise contrl,3,19,-27,1957.

4.Bergman, M. Aging and the Perception of Speech. Baltimore, ML: University Park Press .1980

5. **BRONZAFT, Al, MCCARTHY, D.P**. The effects of elevated train noise on reading ability. Environ. & Behavior, 7, 517-527.1975

6. **Cohen, S., Evans, G.W., Krantz, D.S., Stokols, D., & Kelly, S**. Aircraft noise and children: Longitudinal and cross-sectional evidence on adaptation to noise and the effectiveness of noise abatement. Journal of Personality and Social Psychology, 40:331-345. 1981.

www.SID.ir

Archive of SID

7. **Duquesnoy, A**.J. Effect of a single interfering noise or speech source up on the binaural sentence intelligibility of aged persons. Journal of the Acoustical Society of America, 74:739-743 .1983.

8. EPA . Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Thelfare with an Adequate Margin of Safety. EPA 550/9-74-004, U.S. EPA, Washington, DC.1974.

9. **French, N.R., & Steinberg, J.C**. Factors governing the intelligibility of speech sounds. Journal of the Acoustical Society of America, 19:90-119 .1947 .

10. **Hygge, S., R?nnberg, J., Larsby, B., & Arlinger, S.** Normal-hearing and hearing-impaired subjects' ability to just follow conversation in competing speech, reversed speech, and noise backgrounds. Journal of Speech and Hearing Research, 35:208-215 .1992.

11. **ISO**. Acoustics-Assessment of noise with respect to its effect on the intelligibility of speech. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, ISO Technical Report TR3352-1974(E) .1974.

12. **ISO**. Ergonomics-Assessing the effects of noise on speech communicatin at woker's position. Part 1: Speech interference level and communication distances for persons with normal hearing capacity in direct communication (SIL-method). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, ISO DP9921 .1988.

13. **Kosten, C.W. & Van Os, G.J.**, community reaction criteria to external noise. In National physical laboratory symposium No.12,Her Majestys stationary office,London, 1962,pp.373-387.

14. **Kryter, K.D., Williams, C., & Green, D.M**. Auditory acuity and the perception of speech. Journal of the Acoustical Society of America, 34:1217-1223 .1962.

15. **Kryter, K.D**. The Effects of Noise on Man. New York, NY: Academic Press .1970 .

16. **Kryter, K.D.**, the effects of Noise on man. Academic press,New York,1985.

17. **Kryter, K.D**. The Handbook of Hearing and the Effects of Noise. Physiology, Psychology, and Public Health. New York: Academic Press . 1994 .

18. **Lazarus, H**. New methods for describing and assessing direct speech communication under disturbing conditions. Environment International, 16:373-392 .1990 .

19. **Lord, E.and Wilson, C.B**., Description and predic- tion in the environmental design of buildings.Building Environmental,1982,17,293 - 300.

20. **Nabelek, A.K., & Robinson, P.K.** Monaural and binaural speech perception in reverberation for listeners of various ages. Journal of the Acoustical Society of America, 71:1242-1248 . 1982 .

21. **Plomp, R.** Signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. Journal of Speech and Hearing Research, 29:146-154 (1986) .Pearsons, K.S., Benett,R.L., & Fidell, S. Speech levels in various environments.

22. Washington DC :Office of resources & Development, US Environmental Protection

23. Agency. (Bolt, Beranek & Newman Inc., Report No .3281) Rostolland, D. Acoustic features of shouted voice. Acustica, 50:118-125 (1982).

24. **Rostolland, D**. Intelligibility of shouted voice. Acustica, 57:103-121 (1985).

25. **Tang S. K. & . Wong C. T** ., Applied Acoustics, Vol. 55, No. 4, pp. 293-305,1998.Tang, S., Performance of noise indices in air conditioned landscaped offices. Journal of the Acoustical Society of America ,1997, 102, 1657-1663.

26. **Tang,S. K.,Burnett, J.& Poon.C.M**., A survey on the aural environment in airconditioned open-plan offices. Building services Engineering Research and Tecnology, 1996,17,97-100

27. **Vernon, J., Brown, J.J., Meikle, M., & Brummett, R.E**. The potentiation of noise-induced hearing loss by neomycin. Otolaryngology, 86:123-124 (1978).

www.SID.ir