

A Review of the Evidence for the Beginning of Language Learning in Fetal Life

Sharifian Z¹, Maleki Shahmahmood T², Haresabadi F²

Abstract

Purpose: New research techniques and theories on fetus/infant have suggested that language learning begins in the fluid world of the uterine and it continues throughout the life. This study is a review on studies that examine the fetus response to auditory stimulus, evidence of language learning during the fetal life, and methods for examining these cases in the fetus.

Methods: The title and abstract of all published articles from 1980 to 2018 in databases including Web of Science, Google Scholar, Scopus and PubMed were searched to find the articles that were related to the existence, formation, and development of pre-linguistic skills in the fetuses and infants. As a result of this comprehensive search, 106 articles were found. After careful investigation of their abstracts, 52 articles that were completely compatible with the study objectives were included and used to write the article.

Results: Methods including change in the pattern of sucking and heart rate of the infant/fetus, and other types of behavioral scales have shown that the human fetus can remember and recognize the previously exposed human voices and language. In fact, by developing auditory skills during the second half of pregnancy, the first fetus experiences of the spoken language are formed.

Conclusion: Prosody and rhythm of speech have a central role in early language learning, and such information are available to fetus and is processed by the auditory system. Therefore, the fetal brain can really understand and learn most of the main aspects of the language at near-birth.

Keywords: Speech, Language, Perception, Fetus, Development

Received: 2018.10.14 Accepted: 2018.12.31

مروری بر شواهد مربوط به آغاز فراگیری زبان در دوران جنینی

زینب شریفیان^۱، تکتم مالکی شاه محمود^۲، فاطمه حارث آبادی^۲

هدف: تکنیک ها و نظریه های جدید پژوهشی روی جنین/نوزاد این گونه مطرح کردند که فراگیری زبان در دنیای مایع رحمی آغاز می شود و در سراسر زندگی ادامه می یابد. این پژوهش، مروری است بر پژوهش هایی که به بررسی پاسخ جنین به محرکات شنیداری، شواهد فراگیری زبان در دوران جنینی و روش های بررسی این موارد در جنین پرداخته اند.

روش بررسی: در این مطالعه مروری، عنوان و چکیده تمامی مقالات منتشر شده در پایگاه های اطلاعاتی Web of science، Google scholar، Scopus و PubMed از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸ برای یافتن مقالات مرتبط با وجود، شکل گیری و رشد و تحول مهارت های پیش زبانی در جنین و نوزاد مورد جستجو قرار گرفتند. در نتیجه این جستجوی جامع، ۱۰۶ مقاله به دست آمد که پس از مطالعه دقیق چکیده آن ها، ۵۲ مقاله که با اهداف مطالعه حاضر انطباق کامل داشتند، برای نگارش مقاله حاضر مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته ها: تغییر در الگوی مکیدن و ضربان قلب نوزاد یا جنین و انواع دیگری از مقیاس های رفتاری، روش هایی هستند که نشان می دهند جنین انسان می تواند صدای انسان و زبانی را که در معرض آن قرار گرفته به خاطر سپرده و بازشناسی کند. در واقع، با توسعه مهارت های شنیداری طی نیمه دوم بارداری، اولین تجارب جنین از زبان گفتاری شکل می گیرند.

نتیجه گیری: نوا و ریتم پیام گفتاری، نقش مرکزی در فراگیری اولیه زبان بازی می کنند و چنین اطلاعاتی برای جنین در

دسترس است و توسط سیستم شنیداری جنین پردازش می شود، در نتیجه مغز جنین در زمان نزدیک به تولد واقعاً می تواند بیشتر جنبه های اصلی زبان را درک کند و فرا بگیرد.

کلمات کلیدی: گفتار، زبان، ادراک، جنین، تکامل

نویسنده مسئول: فاطمه حارث آبادی، harsabadif@mums.ac.ir، ORCID: 0000-0002-0761-0659

آدرس: بلوار وکیل آباد، بلوار باهنر، ضلع شمالی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پیراپزشکی، گروه گفتاردرمانی
 ۱- کارشناس ارشد گفتاردرمانی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
 ۲- استادیار گروه گفتاردرمانی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

پدیده شناخته شده فراگیری زبان مادی توسط کودکان، تا مدت ها موضوعی همه گیر برای پژوهشگران بوده است. این موضوع نه تنها توسط پژوهشگران مربوط به رشته زبان شناسی، بلکه توسط تمام کسانی که در حوزه های رشد کودک، عصب شناسی یا علوم شناختی کار می کنند، مورد توجه قرار گرفته است. علی رغم مطالعات گسترده، این پدیده بشری جهانی تاکنون به درستی شناخته نشده است. در گذشته پژوهش های مربوط به فراگیری زبان منحصرأ بر تولید زبان در دوران بعد از تولد تمرکز داشتند، اما با به کارگیری تکنیک های پژوهشی جدید روی جنین ها/ نوزادان، نظریه های جدیدی مطرح شدند که ادعا می کردند فراگیری زبان در دنیای مایع رحمی آغاز می شود و در سراسر زندگی ادامه می یابد (۱).

شواهد تجربی نشان می دهند که محیط شنوایی جنین، محیطی بسیار غنی است (۲) و با توسعه سیستم شنوایی طی نیمه دوم بارداری، جنین می تواند به طور عملکردی بشنود و به نظر می رسد که در واقع تجربه مربوط به زبان گفتاری نیز از همین زمان و قبل از تولد شروع می شود (۱). اگرچه تصور می شود که به دلیل وجود مایع در اطراف کودک و همچنین وجود نویزهای مربوط به سیستم قلبی عروقی و دستگاه گوارش مادر، اصوات با فرکانس بالاتر از ۵۰۰ هرتز به میزان زیادی تضعیف شده و برخی جنبه های گفتار نظیر توانایی تشخیص واژه ها و هم خوان های منفرد تا حدودی فیلتر می شوند، اما نوا و ریتم گفتار به وضوح منتقل می شوند که این ویژگی های پیام گفتاری، نقشی مرکزی در فراگیری اولیه زبان دارند (۱). علاوه بر این، از میان انواع صداهایی که به گوش جنین می رسند، برجستگی و وضوح صدای مادر بیشتر است (۲). طی سه

ماهه سوم زندگی، جنین می تواند صدای مادرش را به وضوح بشنود و از این توانایی در جهت یادگیری ریتم ها، زیر و بمی ها و توالی های زبانی که مادر به آن صحبت می کند، استفاده می کند (۳).

در مقاله حاضر، نگارنده سعی دارد به مرور و بررسی مهارت های پیش زبانی و ارتباطی در دوران جنینی و چگونگی تکامل پیش نیازهای فراگیری زبان بپردازد. همچنین در این مقاله به فواید و محدودیت های تکنیک های رایج برای بررسی فراگیری اولیه زبان اشاره شده است. آگاهی از پیش نیازهای رشد مهارت های گفتار و زبان اطلاعاتی فراهم می کند که می تواند تأثیر بسزایی در روند ارزیابی و تشخیص اختلالات رشدی و اتخاذ تصمیم درمانی صحیح از سوی آسیب شناسان گفتار و زبان داشته باشند. هم چنین می توانند منجر به ایجاد دانش نسبت به پیدایش و رابطه این مهارت های اولیه با سایر مهارت های فیزیولوژیک در دوران جنینی شوند.

روش بررسی

این مطالعه مروری روایتی است بر مقالات منتشر شده در زمینه وجود، شکل گیری و رشد و تحول مهارت های پیش زبانی در جنین و نوزاد که در پایگاه های اطلاعاتی Web of science، Google scholar، Scopus و PubMed از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸ به چاپ رسیده اند. برای دستیابی به مقالات مرتبط، کلید واژه های "Fetus" یا "Neonate" همراه با "Language Development" یا "Speech Perception" در عنوان و چکیده مقاله ها مورد جستجو قرار گرفتند. این جستجوی جامع منجر به دستیابی به ۱۰۶ مقاله به زبان انگلیسی شد که چکیده این مقالات به طور دقیق مورد مطالعه قرار گرفتند. مقالات نامرتبط به موضوع پژوهش، که

¹ Narrative Review

فعالیت پیچیده است که نوزادان آن را با تغییرات دنیای اطراف تغییر می دهند و سازگار می کنند. علاوه بر این، مکیدن نقش محافظتی نیز دارد و در مقابل درد و تحریکات بیش از حد به کودک آرامش می بخشد. زمانی که کودک با محرک جدید و ناآشنا مواجهه می شود، مکیدن را متوقف می کند. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده به کمک این شیوه نشان داده اند که نوزادان به طور ذاتی دارای توانمندی های تمیز شنیداری خاصی بوده و انواع خاصی از محرک های گفتاری را ترجیح می دهند (۵).

زمان جستجو (۴)، چرخش سر (۴،۶) و مقیاس های الکتروفیزیولوژیک همچون پاسخ های ساقه مغز یا پتانسیل های وابسته به رویداد^۱ (۴،۷،۸) از دیگر تکنیک های رفتاری هستند که جهت بررسی انتخاب و تمایز تحریکات شنیداری از سوی نوزاد به کار گرفته شده اند. طیف نگاری مادون قرمز نزدیک^۲ یک ابزار پژوهشی مربوط به علوم اعصاب و یک روش تصویربرداری عملکردی است که از سهولت کاربرد، قابلیت انتقال و امکان ثبت اطلاعات دیگر همچون اطلاعات نوروفیزیولوژیکی و رفتاری در محیطی نزدیک به محیط طبیعی برخوردار است (۱) که از این ابزار نیز به عنوان ابزار بررسی عملکرد مغز نوزادان در پاسخ به محرک های صوتی زبانی و غیر زبانی استفاده شده است (۹).

بررسی تغییر ضربان قلب ابزاری است که هم در دوران جنینی و هم بعد از تولد قابل اندازه گیری و کاربرد است (۴). روش اولتراسوند سونوگرافی نیز یکی از روش های مورد کاربرد در دوران جنینی است. پژوهشگران با استفاده از این روش، کشف کردند که جنین بین هفته های ۲۴ تا ۲۵ بارداری قادر است در پاسخ به تحریک ارتعاشی- صوتی رفتار پلک زدن را بروز دهد که این رفتار پس از ۲۸ هفته به طور مداوم قابل مشاهده و ثبت است (۱۰). روش تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی^۳ نیز به منظور بررسی نحوه فعالیت مغز جنین در پاسخ به اصوات زبانی در سه ماهه سوم جنینی مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱)- (۱۳). نتایج مطالعات انجام شده به کمک این ابزار نشان دهنده فعالیت کورتکس شنیداری اولیه جنین در پاسخ به اصوات زبانی هستند و بنابراین اثبات می کنند که پردازش

شامل ۵۴ مقاله بودند از مجموعه مقالات حذف شدند. متن ۵۲ مقاله مرتبط باقیمانده به طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته و مطالب مرتبط جهت پاسخگویی به این ۴ سؤال استخراج گردید:

- پژوهشگران از چه روش هایی برای پاسخ به سؤالات در زمینه تکامل زبان در دوران جنینی یا نوزادی استفاده کرده اند؟
- آیا می توان گفت که فراگیری زبان از دوران جنینی آغاز می شود؟
- ادراک زبانی در جنین چگونه است؟
- جنین/ نوزاد چگونه به تحریکات زبانی پاسخ می دهد؟

یافته ها

تکنیک های تجربی برای بررسی تکامل زبان در جنین/ نوزاد

توانایی های پردازش اطلاعات شنیداری یعنی توانایی ترجیح/ انتخاب و تمایز محرک های شنیداری، از جالب ترین توانایی های نوزادان انسان هستند که پژوهشگران توانسته اند وجود این توانایی ها را به کمک تعدادی از تکنیک های رفتاری نشان دهند (۴). قبل از پرداختن به بحث فراگیری زبان در دوران جنینی و شواهد مربوط به آن، به معرفی روش ها و ابزارهایی می پردازیم که برای دستیابی به این شواهد توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته اند. تغییرات به وجود آمده در الگوی مکیدن یکی از روش های پرکاربرد است که پژوهشگران از آن برای کشف توانمندی های ادراکی نوزادان استفاده می کنند (۵). پاسخ مکیدن که یک پاسخ بازتابی است به صورت الگوهای کاملاً هماهنگ تغذیه ای در اواخر دوران جنینی وجود دارد و نوزاد بلافاصله پس از تولد می تواند از این فعالیت هدفمند در جهت حفظ حیات خویش استفاده کند. نوزاد انسان دو الگوی متمایز مکیدن دارد: غیر تغذیه ای و تغذیه ای. الگوی مکیدن غیرتغذیه ای شامل حرکات تند حدود ۶ تا ۱۲ سیکل است که با دوره هایی از مکث از هم جدا می شوند و میانگین بسامد آن ها حدود ۲ هرتز است. الگوی مکیدن تغذیه ای شامل جریان مداوم دوره های مکیدن و بلعهای بین آن با بسامد حدود یک هرتز است (۵). مکیدن اولین

¹ Event-Related Potentials: ERPs

² Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)

³ Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)

اصوات در سطحی فراتر از سطح رفلکسی زیرکورتکسی و از آغاز سه ماهه سوم بارداری رخ می دهد (۱۳).

پاسخ به محرک های صوتی در دوران نوزادی

اگرچه نوزادان از بدو تولد قادر به درک گفته های اطرافیان و بیان کلمات نیستند، اما به وسیله نگاه کردن، حرکات بدن و گریه با اطرافیان ارتباط برقرار می کند و به تدریج ویژگی های کلی زبان در ذهن آن ها نقش می بندد (۱۴،۱۵).

چند هفته قبل از این که نوزاد متولد شده و با تحریکات بینایی مواجه شود، محرک های شنیداری می توانند سلول های مویی غشای پایه را تحریک کرده و پیام های عصبی تولید کنند که از عصب شنوایی به ساقه مغز، نواحی تالاموسی و قشری سیستم عصبی مرکزی رفته و منجر به راه اندازی پاسخ های رفتاری شوند که می توانند بر ترجیحات رفتاری نوزاد طی چند روز یا چند هفته بعد تأثیر بگذارند. پژوهشگران ثابت کرده اند نوزادان توانایی سوگیری نسبت به صداها را دارند و می توانند بین بعضی از ویژگی های اکوستیکی اصوات تمایز قائل شوند (۱۶،۱۷). نتایج مطالعاتی که به بررسی پاسخ های کودکان به گفتار در دوران قبل از تولد و پس از آن پرداخته اند، نشان دهنده ترجیح محرک های شنیداری آشنا توسط جنین ها یا نوزادان هستند. به عنوان مثال، نتایج این پژوهش ها نشان داده اند که: نوزادان صدای انسان را به سایر صداها از جمله صداها محیطی ترجیح می دهند. Querleu و همکاران (۱۷) نشان دادند که سرعت مکیدن نوزادان تازه متولد شده در هنگام شنیدن صدای ضبط شده بشر افزایش می یابد، در حالی که این وضعیت برای موسیقی ضبط شده یا صداها موزون غیر گفتاری پیش نمی آید. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که عملکرد مکیدن نوزادان، در زمان گوش دادن به صدای مادر خودشان نسبت به فرد ناآشنا متفاوت است (۱۷). مطالعه DeCasper و Fifer (۱۸) با استفاده از پستانک حساس به فشار نیز نشان داد که نوزادان تا ۴ هفتگی، صدای مادرشان را بر صدای خانم غریبه ترجیح می دهند. نتایج مطالعه ای دیگر، توانایی ترجیح صدای ضربه قلب مادر به صدای ضربه قلب پدر توسط نوزادان را نشان داده است (۱۹). نوزادان علاوه بر ترجیح صدای مادر به صدای سایر زنان، می توانند وجود گفته های بیگانه در گفتار والدین را نیز تشخیص دهند (۲۰). ترجیح صداها زبان مادری نسبت به زبان بیگانه در

دو روزگی (۱۹)، در یک روزگی (۲۰) و نیز در چهار روزگی گزارش شده است (۶). اگرچه ترجیح محرک های شنیداری ممکن است نشان دهنده حساسیت به ویژگی های اصوات در نوزادان باشد، می توان این توانایی را دلیلی بر وجود یک توانایی کلی تر جهت تمایز قائل شدن میان دو محرک نیز نظر گرفت (۴). از سوی دیگر حقیقت مهمی که در مورد ترجیحات شنیداری در نوزادان وجود دارد، این است که این ترجیحات می توانند به علت اثر تجربه شنیداری (و یادگیری) در رحم باشند (۶). بنابراین صداها مادرانه برای عملکرد سیستم شنیداری جنین در رحم مفیدند، زیرا این اصوات ظاهراً طی بخشی از دوران قبل از تولد کدگذاری شده و در روزهای آغازین پس از تولد نیز باقی می ماند و بر ترجیحات شنیداری نوزاد اثر می گذارند (۶).

بررسی محرک های صوتی محیط پیش از تولد

پژوهش های بسیاری نشان داده است که محیط جنین انسان تحریکات فراوانی دارد که جنین بسیاری از آن ها را دریافت می کند (۳). مغز جنین به سرعت در حال توسعه و تشکیل شبکه های عصبی است. بخش شنوایی مغز جنین بدون قرار گرفتن در معرض صدا و تحرک و فعالیت کافی، تکامل پیدا نخواهد کرد (۱). در پایان ماه پنجم جنینی، تمامی ساختارهای موردنیاز برای کارکرد گوش داخلی و دستگاه حلزونی موجود است که به لحاظ ساختار و اندازه شبیه بزرگسالان می باشد (۵).

رحم یک مکان پر سر و صدا است و جنین نه تنها می تواند صدای کارکرد اندام های مادرش (صدای معده، تپش قلب، سکسکه و حتی گازهای دستگاه گوارش و حرکت روده مادر) را بشنود، بلکه قادرست صداهایی همچون جنب و جوش خودش و البته صداهایی از محیط خارج رحمی را بشنود (۱۴). پژوهش ها نشان داده اند که جنین ها در حدود هفته ۲۴ بارداری سرشان را در پاسخ به صداها بر می گردانند (۲۱). در برخی منابع نیز آمده است که جنین حدود هفته ۲۶ تا ۲۸ زندگی جنینی می تواند بشنود (۲۱،۱۰). فضای صوتی جنین کاملاً منحصر بفرد است. در این میان صدای مادر به علت نزدیکی منبع و انتشار از طریق استخوان ها به وضوح قابل تشخیص است، اما به علت محو شدن فرکانس های بالا طنین آن تغییر می کند (۱۴). در واقع از میان آنچه جنین می شنود صدای مادر یکی از پربسامدترین صداهاست. با توجه به این که

شوند، به بررسی پاسخ های قلبی جنین های ۳۶ تا ۳۹ هفته با استفاده از یک الگوی تحریک پالسی بدون تأخیر پرداختند. ۷۰ درصد جنین ها با پخش نت اول (که به صورت تصادفی C5 یا D4 بود) به صورت کاهش ضربان قلب واکنش نشان دادند. بعد از اینکه ضربان قلب به سطح پایه بازگشت، نت به نوبت به صورت C5 یا D4 تغییر پیدا می کرد. نود درصد از جنین های این گروه که تغییر نت برای آن ها رخ می داد، با تغییر نت، یک کاهش دیگر در ضربان قلب نشان می دادند. میزان کاهش ضربان قلب در جنین های گروه کنترل، که برای آن ها نت اول تغییر نمی کرد، کمتر بود. بنابراین جنین ها صرف نظر از این که کدام نت ابتدا ارائه شود، به ارائه پالسی نت و تغییر پس از آن پاسخ داده و آن را شناسایی می کردند. با توجه به این که بلندی درک شده نت ها کنترل شده بود، به نظر می رسد که تفاوت نت ها در $F(0)$ و باند فرکانسی برای شناسایی تغییر مناسب بود. توانایی جنین ها برای تمایز بین طیف ها که به دامنه باریک فرمونت های صوتی $F(0)$ و $F(1)$ هم کشیده می شود، می تواند نقش مهمی در نخستین مراحل رشدی ادراک گفتار بازی کند (۲۶).

در پژوهشی که از سوی Zimmer و همکارانش (۲۷) انجام شد، پاسخ جنین های نارس به محرک های گفتاری در ۴۱ مادر باردار که در هفته ۲۶ تا ۳۴ بارداری بودند بررسی شد. تحریکات گفتاری شامل هجاهای تکرار شونده "i" و "a" و "ah" و "i" بودند که از بالای شکم مادر با شدت های صوتی ۱۰۰، ۱۰۵ یا ۱۱۰ دسی بل ارائه می شدند و باعث کاهش در ضربان قلب جنین می شدند. نتایج این مطالعه، اولین مدرک مستدل مبنی بر پاسخ ضربان قلب به محرک های گفتاری در جنین های نارس است (۲۷).

پردازش زبانی در جنین

همان طور که پیش از این گفته شد، تجربه نوزاد از زبان گفتاری قبل از تولد و با توسعه حس شنوایی شروع می شود. ادراک گفتار و همچنین موسیقی، به پردازش تغییرات در طیف و دامنه طی فاصله های زمانی مختلف نیاز دارد. مشخص شده است که جنین های تقریباً کامل می توانند اصوات را بر مبنای ویژگی های آکوستیکی نظیر

بسامد پایه صدای زنان حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ هرتز است و علاوه بر این صدای زنان تا حدود ۱۵ دسی بل بالاتر از سر و صدای محیط است، پس همین بسامد و شدت کافی است تا جنین را در معرض صدای مادر قرار دهد (۵). برخی از انواع موسیقی کلاسیک نیز به شرط پخش در نزدیکی شکم مادر با کیفیت خوبی به گوش جنین می رسند (۱۴). اگرچه صداهایی که جنین می شنود خفیف است (۲۰، ۲۲) با این وجود او می تواند ریتم یا ضرب آهنگ گفتار، موسیقی و غیره را درک کند (۲۲) و بر همین اساس قادر به تمایز میان زبان های بیگانه با زبان مادری است (۴).

نتایج بسیاری از مطالعات مشخص کرده اند که تجربیات شنیداری جنین، اثراتی در ذهنش تشکیل می دهند که به برخی نویسندگان اجازه می دهد تا واژه یادگیری جنینی را به کار ببرند. Kisilevsky و همکاران (۲۳) طی مطالعه ای توانایی جنین ها در بازشناسی صدای مادرشان را ارزیابی کردند. در این پژوهش، ۶۰ جنین کامل (۳۸ هفته ای) طی دو شرایط متفاوت در معرض صدای ضبط شده مادرشان یا خانم غریبه ای که متنی را می خواند، قرار گرفتند. تحریکات صوتی از طریق بلندگویی که حدود ۱۰ سانتی متر بالای شکم مادر نگه داشته می شد، با میانگین بلندی ۹۵ دسی بل پخش شد. هر شرایط شامل سه دوره ۲ دقیقه ای می شد: بدون تحریک، صدا (مادر یا غریبه) و بدون تحریک. ضربان قلب جنین در پاسخ به صدای مادر کاهش یافته و در پاسخ به صدای غریبه افزایش می یافت و هردو پاسخ به مدت ۴ دقیقه پایدار ماندند. وجود چنین رفتار متمایزی در جنین در پاسخ به صدای آشنا در مقابل صدای ناآشنا گواه بر این است که تجربه بر پردازش صوتی جنین اثر می گذارد (۲۳). مطالعه Kisilevsky و Hains (۲۴) نیز که با هدف بررسی زمان شروع و نحوه تحول پاسخ های قلبی جنین به اصوات مادر انجام شد نشان داد که آغاز پاسخ های قلبی جنین به اصوات مادر در زمانی بین ۳۲ تا ۳۴ هفتگی جنینی رخ می دهد.

جنین نه تنها صدای مادرش را می تواند به خاطر بسپارد، بلکه توانایی زیادی در تمایز دادن میان صداهای بیگانه که از نظر آکوستیکی پیچیده ترند، دارد (۲۵). Lecanuet و همکاران (۲۶) با هدف پاسخ به این سوال که آیا جنین ها می توانند میان دو نت بم پیانو (D4، C5) تمایز قائل

¹ D4 ($F(0) = 292 \text{ Hz}/1800-292 \text{ Hz}$); C5 ($F(0) = 518 \text{ Hz}/3000-518 \text{ Hz}$)

گروه بندی پایدار که در آن جفت تون های ارائه شده در انطباق با الگوی نواختی پیش فرض جهانی/ نوای زبان بومی بودند (کوتاه- بلند، قوی- ضعیف، بالا- پایین)؛ (۲) شرایط گروه بندی ناسازگار که طی آن الگوی گروه بندی متضادی ارائه شد (طولانی-کوتاه، ضعیف-قوی، پایین- بالا) و (۳) شرایط بدون تضاد، که تون- های موجود در جفت ها یکسان بودند (با دیرش، شدت یا زیربومی برابر). نتایج حاصل از این آزمایش ها نشان داد که هم نوزادان تک زبانه و هم دوزبانه در بدو تولد گرایشی معنادار به سمت الگوهای نواختی که در زبان های بومی خودشان یافت می شوند، نشان می دهند. سوگیری نوزادان به سمت الگوهای نوایی زبانی که در دوران جنینی با آن مواجه شده اند، پیشنهاد می کند که تجارب شنیداری قبل از تولد می تواند ابزاری قدرتمند برای یادگیری زبان باشد و به نوزادان در جداسازی واژگان از طیف گفتار، یادگیری ترتیب واژگان زبان مادری و در نتیجه یادگیری واژگان و دستور زبان بومی کمک کند (۱).

یادگیری، پایه و اساس رفتار تطابقی و هوشمندانه است که از طریق ایجاد تغییرات در مجموعه های عصبی و تنظیم پاسخ های الکتریکی مغز رخ می دهد (۲۱). یادگیری شنیداری در نوزادان مبتنی بر تشکیل و تقویت راه های عصبی حافظه بلند مدت است. بنابراین، برای اینکه نوزاد بتواند به مهارت های لازم برای تمایز میان اصوات دست یابد، ضروری است که راه های عصبی مربوط به اطلاعاتی که پیش نیاز ادراک گفتار هستند تقویت شوند (۲۹). علائمی دال بر این وجود دارند که نوزادان می توانند مختصه های ساده گفتاری را که به طور مکرر در معرض آن بوده اند به خاطر بسپارند (۴). نوزاد انسان ظاهراً از مقداری حافظه گفتاری که در دوران جنینی در معرض آن بوده، برخوردار است. جنین در ۳۰ هفتهگی دارای حافظه کوتاه مدت برای ذخیره سازی موقت اطلاعات می باشد، در این سن جنین با اصوات کوتاه و ضعیفی که توانایی ایجاد ارتعاش دارند خو گرفته و نسبت به آن واکنش نشان می دهد. جنین های جوانتر از ۳۰ هفته هرگز قادر به نشان دادن واکنش به اصوات نیستند، در حالی که جنین های بزرگ تر قادر به واکنش نشان دادن و به یاد آوردن اصوات هستند (۲۵). اگرچه مشاهدات رفتاری در پژوهش های مختلف نشان داده است که نوزادان به طور متفاوتی به صداهای آشنا (صداهای شنیده شده در دوره جنینی) در

فرکانس و طیف تمیز دهند، اما این که آیا آن ها قادرند جریان های پیچیده شنوایی همچون توالی های گفتار و به ویژه تغییرات زمانی شان را پردازش کنند یا نه، روشن نیست. توانایی های پایه پردازش شنیداری مانند توجه، تمایز، بازشناسی و یادگیری صداها، از ویژگی های حیاتی عملکرد عصب شناختی اولیه اند که برای فراگیری زبان، کشف فرصت های احتمالی و شناسایی خطر احتمالی ضروری هستند (۱۶). در طول ۳۵ سال گذشته، محققان، رخداد پردازش شنیداری در جنین انسان را گاهی اوقات در اواسط بارداری و به طور قابل اعتماد از آغاز سه ماهه سوم بارداری، توصیف کرده اند (۳). نتایج مطالعات نشان می دهد که سن حاملگی جنین، سطح هوشیاری، بیماری های مادر (مانند دیابت، فشار خون بالا، پره کلامپسی) و شرایط پرخطر جنین (به عنوان مثال، محدودیت رشد) و نیز بسامد، شدت، پیچیدگی و دیرش صدا بر روی ادراک آن تاثیر می گذارد (۲۸).

حدود ۲۸ هفتهگی دوران جنینی رشد مغز متوقف می شود. وقتی مغز کاملاً رشد کرد، پردازش تصاویر و صداها شروع می شود. مغز صداهای خاصی که بسیار تکرار شده اند را پردازش و ادراک می کند. مغز نوزاد از تنوع در دیرش، زیربومی و شدت (سه سرخ آکوستیکی که انتقال اطلاعات نواختی گفتار را برعهده دارند) برای طبقه بندی صداها استفاده می کند. Abboub و همکاران (۱) در جستجوی نخستین پایه های توانایی نوزادان در کشف و پردازش الگوهای نواختی، با انجام ۴ آزمایش به روش طیف سنجی مادون قرمز مشخص کردند که گرایش های نواختی می توانند چگونگی ادراک و سازماندهی توالی های صوتی در نوزادان را توضیح دهند. در این ۴ آزمایش، ابتدا در نوزادان تازه متولد شده ای که تنها در معرض زبان فرانسه قرار گرفته بودند، زیربناهای گروه بندی نوایی در هر یک از سه بعد اکوستیکی شامل دیرش (آزمایش ۱)، شدت (آزمایش ۲) و زیربومی (آزمایش ۳) مورد بررسی قرار گرفت. دوم نوزادانی که در معرض دو زبان قرار گرفته و فرانسه زبان اول آن ها نبود در شرایط تقابل زیربومی (آزمایش ۴)، یعنی شرایطی که حتی حیوانات هم که توانایی زبانی ندارند در آن ترجیح گروه بندی را نشان می دهند، مورد بررسی قرار گرفتند. در تمامی آزمایش ها، نوزادان به توالی هایی از جفت تون های خالص که به یکی از این سه حالت ارائه می شد گوش می دادند: (۱) شرایط

ها به فاصله کوتاهی پس از تولد مورد ارزیابی قرار گرفتند بدیهی است که نحوه پاسخ دهی جنین ها به صداهای انسانی و الگوهای گفتاری که در رحم در معرض آنها بوده اند وابسته است. این مطالعه می تواند مدرک مستقیمی در حمایت از حساس بودن نوزادان به زبان باشد. به هر حال، انجام چنین آزمایشاتی برای جمعیت جنینی، به علت عدم دسترسی مستقیم به جنین درون شکم مادر ممکن نیست (۳۱). از نظر پژوهشگران نتایج این مطالعات دلیل روشنی برای حمایت از این فرضیه است که جنین ها صدای انسان و زبانی را که در معرض آن قرار گرفته اند بازشناسی کرده و به خاطر می سپارند (۳۲)، جنین های بیست و چهار مادر انگلیسی زبان را در هشتمین ماه حاملگی و با استفاده از نوار مغناطیسی قلب (MCG) مورد بررسی قرار دادند. روش اجرا به این صورت بود که آن ها یک بلندگوی دو زبانه داشتند که صداها از سوی دو گوینده مختلف، یکی به زبان انگلیسی و دیگری به زبان ژاپنی به طور پیوسته برای جنین پخش می شد. این دو زبان به دلیل تفاوت در ریتم هایشان انتخاب شدند. محققان ابتدا گفتار انگلیسی را برای جنین ها پخش می کردند، و سپس بعد از ۱۸ دقیقه، نیمی از نمونه ها در معرض گفتار انگلیسی و بقیه، در معرض گفتار ژاپنی قرار گرفتند. مشاهده شد که میزان ضربان قلب جنین پس از شنیدن زبان غیر مادری (ژاپنی) تغییر کرد. در حالی که ضربان قلب جنین ها وقتی به جای گفتار ژاپنی مجدداً گفتار انگلیسی پخش شد، بدون تغییر بود. با توجه به این که این دو گفتار توسط دو فرد مختلف قرائت شده بود، محققان احتمال دادند که شاید جنین ها به تغییر صدای افراد واکنش نشان داده اند و نه به تغییر زبان. بنابراین تصمیم به تکرار آزمایش در شرایط یکسان بودن فرد گوینده گرفتند. نتایج در آزمایش جدید با آزمایش قبلی یکسان بود و محققان دریافتند که جنین به تغییر زبان واکنش نشان می دهد. این نتایج نشان می دهد که فراگیری زبان به احتمال فراوان در داخل رحم آغاز می شود و جنین گوش خود را از یک ماه قبل از تولد با سیگنال های گفتاری زبانی که در آینده صحبت خواهد کرد، تنظیم می کند (۳۲). نتایج مطالعه Moon (۲۲) نشان داد که زبانی که جنین ها در رحم در معرض آن قرار می گیرند، بر روی ادراک آواشناختی آن ها از زبان بومی شان اثر می گذارد.

برابر صداهای ناآشنا واکنش می دهند، اما در این مطالعات، اساس عصبی یادگیری جنینی مورد پژوهش قرار نگرفته است.

Partanen و همکارانش (۲۹) یک نوار ضبط شده را به زنان باردار دادند تا طی ماه های آخر بارداری شان چند بار در هفته به آن گوش کنند. این نوار شامل ناکلمه "تاتاتا" بود که بسیار تکرار می شد و در فواصل آن صدای موسیقی پخش می شد. گاهی زیر و بمی هجای میانی یا واکه آن تغییر می کرد. تا زمانی که بچه ها متولد شدند، به طور متوسط بیشتر از ۲۵۰۰۰ بار این ناکلمه را شنیده بودند. زمانی که نوزادان پس از تولد مورد آزمایش قرار گرفتند، مغز آن ها می توانست واژه و تغییرات آن را بازشناسی کند. این نوزادان در پاسخ به شبه واژه های حاصل از تغییرات واکه و زیر و بمی، افزایش فعالیت مغزی نشان دادند (پاسخ های تطبیق نیافته) در حالی که در گروه کنترل چنین اتفاقی رخ نداد. قویترین علامت برای نوزادانی بود که مادرانشان بیشتر از همه به صدا گوش داده بودند. نتایج این مطالعه حاکی از این است که جنین می تواند اطلاعات زبانی جزئی تری نسبت به آنچه قبلاً تصور می شد، یاد بگیرد و ردهای عصبی آن پس از تولد قابل شناسایی هستند (۲۹).

May و همکاران (۳۰) از روش طیف نگاری مادون قرمز نزدیک (NIRS) استفاده کردند تا به این سؤال پاسخ دهند که چگونه تجارب زبانی می توانند منجر به ایجاد پاسخ های مغزی به زبان در نوزادان شوند. آنها پاسخ عصبی نوزادان را در زمان گوش دادن به زبان آشنا در برابر زبان بیگانه و نیز تحریکات غیرزبانی بررسی کردند. در این مطالعه، ۲۰ نوزاد تک زبانه که در معرض زبان انگلیسی بودند در سن صفر تا ۳ روزگی، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آن ها نشان داد که تجربه قرار گیری در معرض زبان بومی در دوران پیش از تولد که در رحم مادر به دست می آید، بر چگونگی پاسخ دهی مغز نوزاد در میان نواحی مغزی حساس به پردازش گفتار تأثیر می گذارد (۳۰).

Pena و همکارانش (۳۱) با استفاده از روش توپوگرافی اپتیکال^۱ نشان دادند که نوزادان به طور ویژه ای به تحریکات زبانی پاسخ می دهند. در این نوزادان عکس-العمل نیمکره چپ نسبت به گفتار معمولی در مقایسه با گفتار معکوس یا سکوت قابل توجه بود. چون این توانایی

¹ Optical Topography

² Magnetocardiogram

تغییر دادند، ولی زمانی که مادر آن ها کتاب قصه دیگری را با همان آهنگ می خواند تغییر در پاسخ مکیدن نوزاد مشاهده نمی شد. این یافته ها نشان می دهد که توانایی کودک در درک محتوای محرک های زبانی حتی در زندگی رحمی نیز به درجاتی وجود دارد (۲۰). در حالی که روش-های موجود برای بررسی الگوهای پاسخ در دوران جنینی، مانع تعیین ترجیحات در این زمان هستند اما پاسخ متفاوت به صدای مادر و زبان محلی می تواند زمینه ای را مهیا کند تا نوزاد پس از تولد به سمت مادر و زبان محلی سوگیری کند که این امر، روند دلبستگی عاطفی و یادگیری زبان را تسهیل خواهد کرد. ادعا شده است که بازشناسی زود هنگام چهره مادر می تواند به مواجهه نوزاد با صدای مادرش در دوران جنینی وابسته باشد (۴). به طور کلی این یافته ها نشان دهنده یادگیری بسیار زود هنگام اجزاء ابتدایی زبان و به طور اختصاصی تر، نوای گفتار هستند که خود می تواند نشانی از وجود پردازش های سطح بالاتر (از لحاظ پیچیدگی شناختی) در مغز جنین باشد.

رشد مهارت های وابسته به گفتار در جنین

مهارت های حسی- حرکتی دهان و مناطق اطراف آن نیز در دوران جنینی به سرعت تکامل می یابند، به طوری که جنین در سه ماهگی قادر به بلعیدن است. در واقع منطقه اطراف دهان با برخی از اولین مسیرهای حسی- حرکتی در جنین عصب دهی می شود. الگوهای حرکتی مکیدن در اواخر زندگی جنینی به صورت کاملاً فعال و کارکردی در می آیند. یادگاری (۵) به نقل از Humphrey بیان کرده است که در ۲۴ هفتگی جنینی، الگوی کامل حرکات مکیدن شامل فعالیت فک، زبان و لب ها از طریق تحریک لبی بروز می کند. در حدود ۲۸ تا ۳۳ هفتگی جنینی حرکات تند و موزون مکیدن غیر تغذیه ای نیز ظاهر می شود با رشد تارهای صوتی، جنین ها می توانند صداهایی ایجاد کنند، اما هنوز قادر به تولید گفتار نیستند (۵).

طی بارداری، جنین ها به محرک های محیط خارج و به ویژه، به تحریکات مادرانه پاسخ می دهند. در این دوران، مدارهای مغزی رشد می کنند تا نوزاد را برای پاسخ دهی مناسب آماده سازند. تحلیل تفصیلی رفتاری " حرکات دهان جنین در پاسخ به گفتار مادر " چند جنبه مهم از مهارت- های حسی- حرکتی و عاطفی آن ها را آشکار می سازد (۳۴). با توجه به این که نوزادان در موقع تولد قادرند با

این امر به فاصله کوتاهی پس از تولد و با تفاوت در پاسخ دهی به واکه های آشنا در برابر واکه های نا آشنا قابل اندازه گیری است. در این مطالعه که در سوئد و آمریکا انجام شد، واکه های سوئدی و انگلیسی برای ۴۰ نوزاد با میانگین سنی ۳۳ ساعت پخش شد. این واکه ها شامل /i/ معیار در زبان انگلیسی و /y/ معیار در زبان سوئدی و ۱۶ واکه مشابه با واکه معیار که به صورت معمول در این زبان ها وجود نداشت، بودند. تعداد دفعاتی که نوزادان پستانک را مکیدند تعیین می کرد که چقدر واکه ها توجه شان را جلب کرده است. همان طور که پیش بینی شده بود، نوزادان در گروه- های بومی و غیر بومی به طور متفاوتی پاسخ دادند. میانگین میزان مکیدن پستانک در نوزادان هنگام شنیدن واکه های غیربومی نا آشنا بیشتر بود (۲۲). در نتیجه نوزادان یادگیری قبل از تولد را با چگونگی پاسخ به واکه ها در یک طبقه از زبان بومی شان و زبان غیربومی دیگر بدون توجه به نوع تجربه ی پس از تولد نشان دادند. محققان دریافته اند، نوزادانی که مادرانشان فقط به زبان انگلیسی صحبت می کنند، فقط گرایش به زبان انگلیسی دارند؛ اما نوزادانی که مادرانشان در هنگام بارداری مرتب به دو زبان (نظیر انگلیسی و فیلیپینی) حرف زده اند، پس از تولد و وقتی حرف زدن را آغاز می کنند، به نسبت مساوی استفاده از هر دو زبان را ترجیح می دهند؛ به این ترتیب استفاده مادر از زبان گفتاری در دوران حاملگی روی جنین تاثیر می گذارد. این پژوهش همچنین نشان می دهد که هم نوزادان تک زبانه و هم نوزادان دو زبانه از همان دوران نوزادی تفاوت بین دو زبان مختلف را تشخیص می دهند. نتایج این پژوهش حاکی از این است که ریشه های توانایی صحبت کردن به دو زبان مختلف خیلی عمیق تر از آن است که در گذشته تصور می شد (۳۳). نتایج مطالعات نشان داده اند نوزادان خیلی خردسال می توانند بین تقابل های واجی در زبان بومی و غیر بومی تمایز قائل شوند. (۴).

حتی شواهدی وجود دارد که جنین انسان نه تنها نسبت به شاخص های ویژه صوتی، بلکه به محتوای زبانی نیز واکنش نشان می دهد. در مطالعه ای در دانشگاه کارولینای شمالی، از مادران باردار در شش ماهه آخر بارداری شان خواسته شد که روزی دو بار یک کتاب قصه را برای جنین خود بخوانند، نوزادان بلافاصله پس از تولد به دستگاه بازبینی فعالیت مکیدن وصل شدند. نوزادان با شنیدن صدای کتاب خواندن مادر خود (قصه آشنا) پاسخ مکیدن را

می دهند. به نظر می آید این حرکات نوعی آماده سازی جنین برای ورود به جهانی اجتماعی باشد، جایی که باید با دیگران ارتباط برقرار کنند (۳۴). وقتی که یک صدای بلند یا ضربه ای به شکم مادر اصابت می کند، جنین یک پرش و جهش کوچک می کند و سرش را برمی گرداند که این حرکت با تنفس های عمیق و باز شدن دهان و لثه ها و لرزش چانه همراه می شود یعنی رفتاری شبیه گریه. پزشکان این رفتار را مقدمه و مبدأ گریه نام نهاده اند و حتی معتقدند که جنین در ۲۳ تا ۳۰ هفتگی قادر به تشخیص درد نیز هست (۶).

بحث و نتیجه گیری

ترجیحات شنیداری در نوزادان دو حقیقت مهم درباره تحول را نشان می دهد. اول این که وجود هر مدرکی از ترجیح شنیداری، توانایی نوزادان در تمایز میان دو یا چند طبقه از صداها را تأیید می کند. با این وجود، بدون شک فقدان ترجیح، نمی تواند اطلاعاتی درباره توانایی های تمایز نوزاد به ما بدهد. از سوی دیگر، تأثیر معنادار تجربه شنیداری روی جنین انسان که از طریق تظاهراتی نیز ثابت شده است، نشان می دهد که نوزادان نارس یک سیستم شنوایی عملکردی دارند (۴) بروز پاسخ های قلبی یا پاسخ-های حرکتی فوری و مختصر جنین در مواجهه با تکانه های کوتاه شنیداری در حمایت از این موضوع است که این تحریکات شنیداری منجر به بروز پاسخی تکانشی می شوند که حاصل فعالیت های ساقه مغز است. علاوه بر این، این یافته ها نشان دهنده فعال بودن سیستم شنوایی جنین در ماه های آخر بارداری هستند؛ به هر حال، چنین یافته هایی به تنهایی نمی توانند اطلاعات زیادی درباره پردازش زبانی در جنین ارائه کنند (۴).

شواهد بسیاری هست که نشان می دهد سیستم شنیداری اولیه انسان در یادگیری صداها و زبان مادری بسیار مؤثر است. به عنوان مثال مغز نوزادان قوانین سطح بالای انتزاعی را به طور خودکار از محیط شنیداری استخراج می کند، که این امکان را فراهم می کند که صداها را از جریان پیوسته گفتار جدا کند (۳۵)، براساس ویژگی ترکیبات حاصل از اصوات، اهداف صوتی منسجمی شکل دهد (۳۶)، و بعد از شکل گرفتن پیش بینی ها بر اساس الگوهای صوتی شنیده شده قبلی، می تواند وقایع یا اتفاقات

رفتارهای تطابق یافته که در مراقبت از خود بروز می دهند، به علائم اجتماعی پاسخ دهند، Gabriella و همکارانش (۳۴) فرض کردند که این پاسخ ها را می توان در دوران بارداری با به کار انداختن "حساسیت جنین ها به صدای مادرشان"، استخراج کرد. پژوهشگران با استفاده از تصویربرداری فراصوت دو دامنه^۱، به بررسی پاسخ های حرکتی دهانی موافق با تحریک اکوستیک مادران در جنین های ۲۵ هفته ای پرداختند. در این مطالعه، از مادران خواستند تحریکات اکوستیکی مختلفی نظیر صدای جوییدن، خمیازه، تولید اصواتی نظیر "FOM"، "LA"، "ALL"، "LU" و "MOM" به صورت شعر کودکانه و ... را برای مدتی به جنین ارائه کنند و سپس پاسخ های رفتاری ۲۹ جنین را ضبط کردند. آن ها دریافتند زمانی که مادران هجای "LA" را به صورت آوازخوانی و شعر کودکانه بیان می کردند، رفتار باز کردن دهان در جنین آن ها به طور معناداری افزایش می یافت. تحریکات دیگری که توسط مادر فراهم می شد، تغییرات معنادار دیگری در رفتار جنین ایجاد نکرد. این یافته ها پیشنهاد می کنند که جنین ها تنها به اصوات خاصی از گفتار مادر حساسیت و واکنش نشان می دهند. اگرچه دلیل این گونه پاسخ دهی انتخابی جنین هنوز مشخص نشده اما پیشنهاد شده است که این پاسخ دهی انتخابی ممکن است در توسعه ارتباطات رفتاری و احساسی جنین با مادرش، خیلی قبل تر از زمان تولد، نقش داشته باشد (۳۴). پژوهشگران اعتقاد دارند که جنین پیش از تولد، حرکت دادن اجزای صورت خود را آغاز می کند، بینی اش را چین می اندازد و یا ابروهایش را بالا می برد، حرکاتی که دانشمندان به تازگی دریافته اند با رشد روز به روز جنین پیچیده تر می شوند. آنچه به تازگی کشف شده این است که پیچیدگی حرکات صورت در طول دوران جنینی و تا پیش از متولد شدن روز به روز افزایش پیدا می کند (۶).

محققان از طریق سیستم تصویربرداری فراصوت چهار بعدی پیشرفت حرکات صورت دو جنین از سن ۲۴ تا ۳۵ هفتگی را مورد بررسی قرار دادند (۳۴). نتایج نشان داد که جنین ها در سن ۲۴ هفتگی حرکت های ساده ای مانند بازکردن لب ها و در هفته سی و پنجم ترکیبی از سه یا چهار حرکت مرتبط با دو بیان چهره (گریه و خنده) را انجام

¹ Two Domain Ultrasound

سریع زبانی همچون بسامدهای فرمنت واج را نیز فرا بگیرند. این یافته ها یک بعد کاملاً جدید را در مورد یادگیری زبان توسط جنین نشان می‌دهند. این امر دلالت دارد بر این که مغز جنین در زمان نزدیک به تولد واقعاً می‌تواند بیشتر جنبه های اصلی زبان را درک کند و فرا بگیرد (۳۹).

در مورد منحنی فرکانسی پاسخ کامل جنین به تحریکات شنیداری که به وسیله صدای مادر یا صداهای خارج از رحم مادر تولید شده، اختلاف نظر وجود دارد. در چنین منحنی باید همه واج های تضعیف شده و پنهان که منتج از عواملی همچون بافت های بدن مادر، مایع آمنیوتیک، تأثیرات وضعیت سر جنین، تأثیرات مایع موجود در مجاری گوش جنین و گوش میانی و تحول حساسیت گوش میانی و داخلی به فرکانس های گوناگون در سنین مختلف طی دوران بارداری است، در نظر گرفته شوند (۳۹). Moon و همکارانش (۴۱) در مطالعه خود به خوبی نشان دادند که مغز جنین برای اینکه بتواند اولین حافظه های مربوط به واج های زبان بومی را بنا نهد به ادراک کاملاً دقیق بسامدهای فرمنت صداهای گفتاری شنیده شده در رحم نیاز دارد. لازم به ذکر است که برای تمایز میان انواع واکه، دریافت اطلاعات شنیداری با فرکانس های زیر ۵۰۰ هرتز کافی نیست، بلکه شنیدن دقیق اصوات تا تقریباً ۲۶۰۰ هرتز لازم است. از آنجایی که پاسخ های جنین در مورد تمایز اصوات مستلزم شنیدن فرکانس های بالایی در رحم است، می‌توان نتیجه گرفت که چنین اطلاعاتی برای جنین ها در دسترس است و به طور معناداری از سوی شرایط رحم زیاد تضعیف نشده است و اینکه توسط سیستم شنیداری جنین پردازش شده است (۴۱).

بنابراین در کنار ماهیت انسان که ذاتاً موجودی است که دارای زمینه ی فراگیری زبان است، قرارگیری در معرض صدا، منجر به آغاز شکل دهی مغز در حال رشد شده و وسایل لازم را فراهم می‌کند تا مغز، زبان مادری را ادراک کند (۴۱). اینجا می‌توان این نکته را اضافه کرد که در جامعه مدرن امروزی اختطاری وجود دارد. میلیون ها مادر در جهان طی ماه های آخر بارداری شان در محیط های پر سروصدا کار می‌کنند. همانطور که الان می‌دانیم که مغز جنین تغییر می‌کند و ویژگی های جزئی محیط شنیداری بیرون همچون فرمنت های واج ها را یاد می‌گیرد، مغز جنین ممکن است در اثر صداهای تکراری بلند محیطی همچون صدای ماشین ها یا دستگاه ها نیز تغییر کند.

غیر قانونمند را کشف کند (۳۷). توانایی های نوزادان در یادگیری و سرعت حیرت آور این یادگیری که در نوزاد در حال خواب روی می‌دهد، نشان می‌دهد که مغز نوزادان قدرت زیادی در تمایز میان ۳۰ هجا، گروه بندی آن ها، نگهداشتن این اطلاعات در حافظه و واکنش به هجاها با محتوای اطلاعاتی بالا (پردازش متفاوت هجاهای اول واژه در مقایسه با هجاهای دیگر) دارد (۳۸).

نوای گفتار را می‌توان چندحسی ترین بخش زبان دانست و همین طور می‌توان آن را قابل فهم ترین بخش زبان در میان انسان ها با سنین مختلف، پیشینه زبانی مختلف و در میان گونه ها به شمار آورد و از این نقطه نظر، نوای گفتار را می‌توان "زبان نخست" نامید (۳۹). سرخ-های نواختی می‌توانند بسیار قوی باشند و می‌توان فرض کرد که در بسیاری از موارد در کودکی، انسان ها سرخ های واجی را نادیده می‌گیرند (۴۰). از مجموع نتایج مطالعات انجام شده در زمینه یادگیری زبان در دوران جنینی و نوزادی جنین بر می‌آید که نوزادان به ویژگی های نواختی گفتار واکنش نشان می‌دهند و زبان بومی مادری شان را ترجیح می‌دهند (۴۱) و حتی هنگام گریه کردن تکرار ملودی و شدت یادگرفته شده از زبان بومی شان را مدیریت می‌کنند (۴۲) بنابراین به نظر می‌رسد مغز نوزادان در یادگیری جنبه های نوایی زبان مادری بسیار توانمند است. مغز نوزادان قویاً نسبت به تغییرات در نوای عاطفی صوت حساس است و می‌تواند آن ها را پردازش کرده و واکنش نشان دهد (۴۰). پیش از آن فرض می‌شد که اجزای زبانی همچون سرخ های نواختی عاطفی که واضح و از نظر زمانی کند هستند، یا رویدادهای مشترک میان صداهای که صداهای تکرار شده اند، اساس یادگیری زبان در نوزادان و جنین-ها را شکل می‌دهند؛ به هر حال، مطالعه Moon و همکاران (۴۱) برای نخستین بار نشان داد که نوزادان قادرند علاوه بر یادگیری و پردازش اطلاعات نوایی، اطلاعات مربوط به واج های زبان بومی شان را نیز پردازش کنند و این اطلاعات حاصل مواجهه های قبلی با اصوات زبان مادری طی دوران جنینی هستند. نتایج مطالعه آن ها نشان داد که نوزادان تازه متولد شده انواع واج ها را به طور متفاوتی درک می‌کنند که بستگی دارد به اینکه آن واج ها به زبان مادری شان تعلق دارند یا خیر (۴۱). بر همین اساس ادعا شده است که جنین ها علاوه بر درک و یادگیری جنبه های نواختی زبان، معمولاً می‌توانند رویدادهای خیلی

منابع

1. Abboub N, Nazzi T, Gervain J. Prosodic grouping at birth. *Brain and Language* 2016; 162: 46-59.
2. Ullsten A, Eriksson M, Klassbo M, Volgsten U. Singing, sharing, soothing: biopsychosocial rationales for parental infant-directed singing in neonatal pain management: A theoretical approach. *Music and science* 2018; 1: 1-13
3. Childs MR. Prenatal Language Learning. *Journal of Prenatal & Perinatal Psychology & Health* 1998; 13(2): 99-122.
4. Kisilevsky BS, Hains SM, Brown CA, Lee CT, et al. Fetal sensitivity to properties of maternal speech and language. *Infant Behavior and Development* 2009; 32(1): 59-71.
5. Yadegari F. Prelinguistic Growth in Embryonic and Neonatal Period. *Journal of Knowledge and Research in Applied Psychology* 2000; 8: 95-114. [Persian]
6. Collins ML. *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*. MIT press 2008; 245-311.
7. Moon C, Zernzach RC, Kuhl PK. Mothers say "baby" and their newborns do not choose to listen: a behavioral preference study to compare with ERP results. *Frontiers in Human Neuroscience* 2015; 9: 1-6.
8. Haresabadi F, Shirazi TS. Phonological working memory and auditory processing speed in children with specific language impairment. *Audiology* 2015; 23(6): 32-44.
9. Lloyd-Fox S, Richards JE, Blasi A, Murphy DG, et al. Coregistering functional near-infrared spectroscopy with underlying cortical areas in infants. *Neurophotonics* 2014; 1(2): 025006-0250016.
10. Birnholz JC, Benacerraf BR. The development of human fetal hearing. *Science* 1983; 222(4623): 516-518.
11. Hykin J, Moore R, Duncan K, Clare S, et al. Fetal brain activity demonstrated by functional magnetic resonance imaging. *the Lancet* 1999; 354(9179): 645-646.

بنابراین اثرات این گونه در معرض سروصدای محل کار بودن، بر روی شنوایی جنین و به ویژه رشد مغز جنین باید بررسی شود. به علاوه اثرات محیط شنیداری در واحدهای نگهداری نوزادان در بیمارستان ها بر روی مغز نوزاد در حال رشد، به ویژه با توجه به میزان درون داد گفتاری که آن ها در مقایسه با صداهای دیگر دریافت می کنند، باید مطالعه شود. دیدگاه های کنونی در مورد نخستین مراحل رشد زبان بشر به سرعت در حال تغییر است (۳۹). هم اکنون نشان داده شده است که بسیاری از جنبه های اصلی زبان که در ۱ تا ۲ سالگی ظاهر می شود، پایه های عصبی شان در طی دوران جنینی یا اوایل نوزادی شکل می گیرند (۵،۳۹،۴۳). نوروساینس مدرن و روش های تجربی دیگر در حال پیشرفت هستند و به ما امکان مطالعه چنین قابلیت هایی را می دهند. در آینده انتظار می رود نتایج جدید و هیجان انگیزی از قابلیت های زبان نوزاد حاصل شود که این اطلاعات می تواند برای آن مواردی که رشد زبان به هر دلیلی برایشان در خطر است مفید باشد. این نتایج جدید این حقیقت را پررنگ می کند که در روند رشد طبیعی در سنین بسیار پایین چیزهای زیادی یادگرفته می شود و مراقبت در طول دوران جنینی و اوایل نوزادی می تواند برای رشد زبان کودک بی نهایت پر اهمیت باشد (۱۴،۴۱). توسعه روش هایی برای شناسایی زود هنگام نقایص موجود در ادراک گفتار نوزادان می تواند از بروز آسیب های بعدی زبانی در آن ها جلوگیری کند و ادامه مطالعات در این مسیر پژوهشی جهت کاربردی تر کردن نتایج این مطالعات ضروری به نظر می رسد.

12. Moore R, Vadeyar S, Fulford J, Tyler D, et al. Antenatal determination of fetal brain activity in response to an acoustic stimulus using functional magnetic resonance imaging. *Human Brain Mapping* 2001; 12(2): 94-99.
13. Jardri R, Pins D, Houfflin-Debarge V, Chaffiotte C, et al. Fetal cortical activation to sound at 33 weeks of gestation: a functional MRI study. *Neuroimage* 2008; 42(1): 10-18.
14. Miri F, Editor. *We raise a vigilant child*. Tehran: ba farzandan 2012. [Persian]
15. Haresabadi F, Shirazi TS, Ebadi A, Kazemi MD, et al. Identification of High-Frequency Morphosyntactic Structures in Persian-Speaking Children Aged 4-6 Years: A Qualitative Research. *Iranian journal of medical sciences* 2018; 43(4): 386-392.
16. Maleki Shahm Mahmood T, Nemati P, Mehri A, Sakhayi F, Editors. *Cognitive and language development in children*. Mashhad University of Medical Sciences 2011; 87-150. [Persian]
17. Querleu D, Lefebvre C, Titran M, Renard X, et al. Reaction of the newborn infant less than 2 hours after birth to the maternal voice. *Journal de Gynécologie, Obstétrique et Biologie de la Reproduction* 1984; 13(2): 125-134.
18. DeCasper AJ, Fifer WP. Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Science* 1980; 208(4448): 1174-1176.
19. Ockleford EM, Vince MA, Layton C, Reader MR. Responses of neonates to parents' and others' voices. *Early Human Development* 1988; 18(1): 27-36.
20. Skwarecki B. Babies learn to recognize words in the womb. *Science Magazine* 2013.
21. Chelli D, Chanoufi B. Fetal audition. Myth or reality. *Journal de Gynécologie, Obstétrique et Biologie de la Reproduction* 2008; 37(6): 554-558.
22. Moon C, Lagercrantz H, Kuhl PK. Language experienced in utero affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica* 2013; 102(2): 156-160.
23. Kisilevsky BS, Hains SM, Lee K, Xie X, et al. Effects of experience on fetal voice recognition. *Psychological science* 2003; 14(3): 220-224.
24. Kisilevsky BS, Hains SM. Onset and maturation of fetal heart rate response to the mother's voice over late gestation. *Developmental science*. 2011; 14(2): 214-223.
25. Suciati S. The impact of prenatal education through stimulating quran's recitation on child's growth. *Qudus International Journal of Islamic Studies* 2015; 3(2): 129-147.
26. Lecanuet JP, Graniere-Deferre C, Jacquet AY, DeCasper AJ. Fetal discrimination of low-pitched musical notes. *Developmental Psychobiology* 2000; 36(1): 29-39.
27. Zimmer EZ, Fifer WP, Kim YI, Rey HR, et al. Response of the premature fetus to stimulation by speech sounds. *Early Human Development* 1993; 33(3): 207-215.
28. Kisilevsky BS. Fetal Auditory Processing: Implications for Language Development? *Fetal Development* 2016; 133-152.
29. Partanen E, Kujala T, Näätänen R, Liitola A, et al. Learning-induced neural plasticity of speech processing before birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013; 110(37): 15145-15150.
30. May L, Byers-Heinlein K, Gervain J, Werker JF. Language and the newborn brain: does prenatal language experience shape the neonate neural response to speech? *Frontiers in Psychology* 2011; 2: 222.
31. Peña M, Maki A, Kovačić D, Dehaene-Lambertz G, et al. Sounds and silence: An optical topography study of language recognition at birth. *PNAS* 2003; 100 (20): 11702-11705.
32. Minai U, Gustafson K, Fiorentino R, Jongman A, et al. Fetal rhythm-based language discrimination: a biomagnetometry study. *NeuroReport* 2017; 28(10): 561-564.
33. Moon C, Lagercrantz H, Kuhl PK. Language experienced in utero affects vowel perception after

- birth: a two-country study. *Acta Paediatrca*. 2013; 102(2): 156-160.
34. Ferrari GA, Nicolini Y, Demuru E, Tosato C, et al. Ultrasonographic Investigation of Human Fetus Responses to Maternal Communicative and Non-communicative Stimuli. *Frontiers in Psychology* 2016; 7: 354.
35. Winkler I, Kushnerenko E, Horvath J, Ceponiene R, et al. Newborn infants can organize the auditory world. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2003; 100(20): 11812-11815.
36. Ruusuvirta T, Huotilainen M, Fellman V, Naatanen R. Newborn human brain identifies repeated auditory feature conjunctions of low sequential probability. *European Journal of Neuroscience* 2004; 20(10): 2819-2821.
37. Carral V, Huotilainen M, Ruusuvirta T, Fellman V, et al. A kind of auditory 'primitive intelligence' already present at birth. *European Journal of Neuroscience* 2005; 21(11): 3201-3204.
38. Teinonen T, Fellman V, Naatanen R, Alku P, et al. Statistical language learning in neonates revealed by event-related brain potentials. *BMC Neuroscience* 2009; 10: 21.
39. Huotilainen M. A new dimension on foetal language learning. *Acta Paediatrca* 2013; 102(2): 102-103.
40. Cheng Y, Lee SY, Chen HY, Wang PY, et al. Voice and emotion processing in the human neonatal brain. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2012; 24(6): 1411-1419.
41. Moon C, Cooper RP, Fifer WP. Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behavior and Development* 1993; 16(4): 495-500.
42. Mampe B, Friederici AD, Christophe A, Wermke K. Newborns' cry melody is shaped by their native language. *Current Biology* 2009; 19(23): 1994-1997.