The 9th International Conference on Web Research
ICWR2023
May 3th-4th, 2023, Tehran, Iran

Using the Capacities of Artificial Intelligence in Teaching Pronunciation of Foreign Languages

[1]Sepehr Sabouri, [2]Mohammad Mahdi Hajmalek*

[1]Master of TEFL, Department of Humanities, Khatam University, Tehran, Iran
Sepehr.sabouri@gmail.com

[2] Assistant Professor of TEFL, Khatam University, Tehran, Iran
m.hajmalek@khatam.ac.ir

Abstract

To convey complex concepts through speech, learning intelligible pronunciation is essential, which has become more attainable and widespread with the help of modern approaches derived from computer science. Although natural language processing has been widely used in computer science and human-computer communication, its applications in the field of learning and teaching the pronunciation of foreign language words have been largely ignored. In this study, we examine to what extent the implementation of e-learning approaches coupled with automatic speech recognition using trained artificial intelligence helps to understand the progress of language learners' pronunciation skills. For this purpose, 93 English words were selected for pronunciation training in 18 sessions. A common list of 30 words was examined in two experimental groups in two stages of pre-test and post-test to evaluate the improvement of pronunciation of language learners. The information obtained by the language learners was recorded and saved in the form of audio files before and after the teaching process. It was then assessed by automatic speech recognition technology. The results conveyed through automatic speech recognition showed the improvement of word pronunciation skills in the training course.

Keywords: Automatic Speech Recognition, Artificial Intelligence, E-learning, Computer-Assisted Pronunciation Training, Computer-Assisted Language Learning, Human-Computer communication.

The 9th International Conference on Web Research
ICWR2023
May 3th-4th, 2023, Tehran, Iran

استفاده از ظرفیت‌های هوش مصنوعی در آموزش تلفظ زبان‌های خارجی

سپهر صبوری[۱] محمد مهدی حاج ملک*[۲]

[۱] ارشد آموزش زبان انگلیسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه خاتم ، تهران
Sepehr.sabouri@gmail.com

[۲] نویسنده مسئول، استادیار گروه آموزش زبان انگلیسی ، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه خاتم ، تهران
m.hajmalek@khatam.ac.ir

چکیده

برای انتقال مفاهیم پیچیده از طریق گفتار، فراگرفتن تلفظ قابل فهم امری ضروری است که با کمک رویکردهای نوین برگرفته شده از علوم رایانه‌ای دست یافتنی‌تر و همه‌گیرتر شده است. اگرچه پردازش زبان طبیعی[۱] کاربردهای گسترده ای در علم رایانه و ارتباط انسان با رایانه ایفا کرده است، ولی تا حد گسترده‌ای کاربردهای آن در زمینه یادگیری و آموزش تلفظ کلمه‌های زبان‌های خارجی نادیده گرفته شده است. در این مطالعه بررسی می‌کنیم تا چه اندازه اجرای رویکردهای یادگیری الکترونیکی[۲] با استفاده از فن‌آوری تشخیص گفتار خودکار[۳] با بهره‌گیری از هوش مصنوعی آموزش دیده[۴] به درک پیشرفت مهارت‌های تلفظ زبان‌آموزها کمک می‌کند. به این منظور، ۹۳ کلمه انگلیسی برای آموزش تلفظ در ۱۸ جلسه انتخاب گردید. فهرست مشابهی متشکل از ۳۰ کلمه در دو گروه آزمایشی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای ارزیابی بهبود تلفظ زبان آموزان مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات به دست آمده توسط زبان آموزان در قالب فایل‌های صوتی قبل و بعد از فرایند آموزش ضبط و ذخیره گردید و سپس، توسط فناوری تشخیص گفتار خودکار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده پیشرفت مهارت تلفظ کلمه‌ها در دوره آموزشی و کارآمدی هوش مصنوعی در این زمینه را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی

تشخیص خودکار گفتار ، هوش مصنوعی، آموزش الکترونیکی، آموزش تلفظ به کمک رایانه، آموزش زبان به کمک رایانه، ارتباط انسان و رایانه.

۱- مقدمه

همواره یادگیری با استفاده از ابزارهای الکترونیک در جوامع علمی موضوعی مورد بحث بوده است که در سال‌های اخیر با ورود هرچه بیشتر هوش مصنوعی به عنوان یک تسهیل‌کننده و مکمل آموزشی اهمیت بیشتری پیدا کرده است. آموزش در دنیای نوین به لطف ابزارهای پیشرفته از جمله رایانه و اینترنت، به طور غیرقابل انکاری دستخوش تغییرات شگرفی شده است که منجر به افزایش چشمگیری در سرعت و دقت یادگیری گردیده است. آموزش زبان به کمک رایانه[۵] یکی از حوزه‌هایی است که اخیراً در تحقیقات هوش مصنوعی و وب‌پژوهی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هرچند که علی رغم احساس نیاز بیشتر در جهان پساکرونا، به برخی از حوزه‌های آموزشی از قبیل تدریس و ارزیابی وب‌ـمحور تلفظ‌های زبان خارجی توجه کمتری شده است. این نوع آموزش دارای مزایای بی‌شماری‌ست، که از جمله آنها می‌توان به امکان آموزش و جمع‌آوری اطلاعات به صورت همزمان برای مدرس‌ها و همچنین جمع‌آوری اطلاعات در بازه زمانی طولانی[۶] برای محققین اشاره کرد [1]. آموزش تلفظ به کمک رایانه[۷] یک مفهوم گسترده است و به استفاده از فناوری‌های پیشرفته یا پیش‌پاافتاده محدود نمی‌شود. در واقع، شامل ترکیبی از ابزارهای نسبتاً ساده تا پیشرفته، از جمله تشخیص خودکار گفتار و هوش مصنوعی است که همه آنها عمدتاً در دهه‌های اخیر به این حوزه معرفی شده‌اند [2]. با وجود این‌که علوم رایانه[۸] آموزش را در همه ابعاد متحول کرده، هنوز نمی‌توان به طور قطع گفت استفاده از چه فناوری‌هایی و به چه شکلی

کارآمدتر است. آن چه که مشخص است، این است که اهمیت رفع نواقص روش‌های سنتی در بستر نوین با تلفیق روش‌های جدید دوچندان شده است.

۲- پیشینه تحقیق

عمده پژوهش‌های انجام شده در این حوزه مربوط به فناوری آموزش و یادگیری الکترونیک و زیر مجموعه‌های آن‌ها ازجمله آموزش تلفظ به کمک رایانه، آموزش زبان به کمک رایانه و تشخیص خودکار گفتار است که در ادامه تا حد امکان بررسی خواهند شد.

۲-۱- فناوری آموزش

ترکیب تئوری آموزش و علم رایانه از جمله نرم‌افزار و سخت‌افزارهای رایانه‌ای زیرساخت های فناوری آموزشی را شکل داده است. فناوری آموزشی[۹] یک زمینه تحقیقاتی میان رشته‌ای است. به عبارتی، فناوری آموزشی با تمرکز به منابع آموزشی[۱۰] و روش شناسی فناوری[۱۱] به دنبال بهبود بازدهی آموزش و خلق محیط یادگیری با تنوع بیشتر است [3]. فناوری آموزشی می تواند به هر چیزی که یادگیری را تسهیل کند اطلاق گردد، بنابراین محدود به فناوری‌های نوین نیست.

۲-۲- یادگیری الکترونیک

یادگیری الکترونیکی به معنای یادگیری از طریق رسانه‌های الکترونیکی[۱۲] که عمدتاً از طریق زیرساخت‌های تحت شبکه قابل دسترسی است اطلاق میگردد. یادگیری الکترونیکی زیر مجموعه‌ای از یادگیری دیجیتال[۱۳] است که می‌تواند مکمل یا حتی جایگزینی برای آموزش مرسوم باشد [4]. یادگیری الکترونیکی طیف گسترده‌ای از ابزارهای الکترونیکی از جمله اینترنت، تلفن همراه، لوح فشرده، رایانه و غیره را شامل می‌شود [5]. طبق گفته Ally [6] ، یادگیری الکترونیکی منجر به تغییر قابل توجه در توسعه آموزش شده است که فرصت‌های جدیدی را برای بهبود رشد تحصیلی فراهم می‌آورد.

۲-۳- آموزش تلفظ به کمک رایانه

یکی از زیر مجموعه‌های فناوری آموزشی، آموزش تلفظ با کمک رایانه است. این حوزه طراحی شده است که با کمک فناوری، آموزش تلفظ را بهبود ببخشد. به عبارت دیگر، می‌تواند برای آموزش و جمع‌آوری داده‌ها به صورت همزمان استفاده گردد [7]. در نتیجه، مدرس‌ها با کمک آن می‌توانند شرایط محیطی مطلوبتری را برای زبان‌آموزها فراهم کنند. همچنین، زبان‌آموزها میتوانند با بهره گیری از آموزش موثر و خود نظارتی[۱۴] به صورت مستقل و بدون نیاز به حضور گویشور شبه بومی[۱۵] تلفظ خود را بهبود ببخشند [8].

توسعه فناوری نرم افزاری و سخت‌افزاری همچنین باعث خلق ابزارهای نوین از جمله فناوری اولتراسوند[۱۶] شده است که به محققان کمک می‌کند تا داده‌های قابل اعتمادی را از نحوه تولید صدا توسط گوینده جمع‌آوری کنند [9]. آموزش تلفظ با کمک رایانه تنها به فناوری پیشرفته محدود نمی‌شود. به عنوان مثال، Alastuey [10] از اسکایپ برای ارتباط بین زبان آموزها با دیگر زبان‌آموزها و گویشوران بومی[۱۷] استفاده کرد. امروزه استفاده از فناوری در حوزه یادگیری بیان از ضبط و پخش ابتدایی صدا تا فناوری های پیشرفته مانند تشخیص خودکار گفتار گسترده شده است. در ادامه چند ابزار استاندارد به اختصار معرفی شده است:

- Phon: یک برنامه رایانه‌ای است که از حاشیه نویسی مجموعه نوشته‌های گفتاری[۱۸] پشتیبانی می کند [11].
- Praat: یک برنامه رایانه‌ای متن‌باز رایگان است که در مطالعات بیانی برای تجزیه و تحلیل آوایی گفتار استفاده می‌شود. علاوه بر این، این برنامه از سنتز گفتار که شامل شبیه‌سازی مصنوعی گفتار انسان از طریق رایانه یا دستگاه‌های دیگر است پشتیبانی می‌کند [12]. این برنامه برای یک دوره یادگیری زبان ملندارین به مدت تقریباً دو ماه برای آموزش فن بیان استفاده شد. خروجی نشان دهنده‌ی پیشرفت قابل توجه در فن بیان زبان‌آموزها [13] و بهبود در تولید همخوان‌های انسدادی[۱۹] داشته است [14].
- Anvil: به یک ابزار حاشیه نویسی ویدیویی رایگان اشاره دارد که حاشیه نویسی چند لایه را بر اساس زبان برنامه نویسی پایتون ارائه می‌دهد. همچنین این برنامه رایانه‌ای در زمینه‌های مختلف مطالعاتی (مانند زبان شناسی، تعامل انسان و رایانه، اخلاق شناسی، انسان شناسی، روان درمانی، عوامل تجسم یافته، انیمیشن رایانه‌ای و اقیانوس شناسی استفاده می‌شود. [15].
- PsychoPy، OpenSesame، E- Prime، Superlab: از این برنامه‌ها به طور گسترده برای جمع‌آوری اطلاعات و انجام آزمایش‌ها در آزمایشگاه‌ها استفاده می شود [16].
- English Accent Coach: یک ابزار آموزشی و تحقیقی تلفظ مبتنی بر فضای ابری و شبکه اینترنت است. این برنامه یک رابط گرافیکی کاربر پسند برای کاربران و یک تجربه قابل کنترل برای محققان فراهم می کند. همچنین این برنامه با اتکاء بر ۳۰۰۰ کلمه و هجا که توسط ۳۰ فرد مختلف بیان و ثبت شده است برای ارتقای درک تلفظ بخشی[۲۰] انگلیسی شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار میگیرد [17].
- DISCO: این برنامه با استفاده از فناوری تشخیص خودکار گفتار در جهت اصلاح تلفظ، نحو و واج‌شناسی[۲۱] بازخورد مناسبی به زبان آموزان ارائه داده است [18].

۲-۴- تشخیص خودکار گفتار

تشخیص خودکار گفتار به عنوان یک ابزار بین رشته‌ای متشکل از زبانشناسی، علوم رایانه، و زبان شناسی رایانشی[۲۲] است. این ابزار به طور عمده به منظور تشخیص و تبدیل گفتار به متن توسعه یافته است که در مقابل سنتز گفتار[۲۳] (تولید گفتار بشری توسط رایانه) قرار میگیرد.

۲-۵- آموزش زبان به کمک رایانه

یادگیری زبان به کمک رایانه اولین بار توسط Levy [19] به عنوان "جستجو و مطالعه کاربردهای رایانه در آموزش و یادگیری زبان" تعریف شد. اگر چه

هدف فعلی این حوزه محدود به یادگیری زبان نمی‌شود و در همه عرصه‌های آموزشی می‌تولند با فراهم کردن مطلب دانش‌آموز محور[۲۴] و با ایجاد محیط مناسب به منظور توانمندسازی دانش‌آموزها مورد استفاده قرار گیرد. یادگیری زبان به کمک رایانه ابزاری است که به مربی‌ها و معلم‌ها کمک می کند تا فرآیند آموزش زبان را تسهیل کنند. علاوه بر این، می توان از این ابزار برای ایجاد حمایت بیشتر از دانش‌آموزانی که نیاز به توجه بیشتر دارند استفاده کرد. یادگیری ترکیبی[۲۵] به عبارتی ترکیب یادگیری زبان به کمک رایانه و آموزش حضوری فرایند یادگیری را تقویت میکند [20]. به عنوان مثال، استفاده از کاربرد های وب ۲.۰، وبلاگ‌ها، ویکی‌ها، شبکه‌های اجتماعی، پادکست‌ها و تخته سفید تعاملی[۲۶] به ایجاد انگیزه در زبان‌آموزها کمک کرده و اجازه می‌دهد که با سرعت دلخواه فرایند آموزش را سپری کنند.

۳- روش شناسی

۳-۱- سوال تحقیق

آیا استفاده از تشخیص خودکار گفتار مبتنی بر هوش مصنوعی آموزش‌دیده در بستر رایانه‌ای می‌تواند تغییر معناداری در یادگیری تلفظهای زبان خارجی در زبان‌آموزهای ایرانی ایجاد کند؟

۳-۲- شرکت کننده‌ها

در این تحقیق ۳۹ زبان‌آموز زبان انگلیسی متوسطه با میانگین سنی ۲۸ در یک موسسه زبان غیر دولتی، شامل هشت دانش آموز مرد (تقریبا ۲۰٪) و ۳۱ دانش آموز دختر (تقریبا ۸۰٪) در کلاس‌های دست نخورده، بر اساس نمونه گیری در دسترس شرکت کردند. سپس شرکت کننده ها به صورت تصادفی در دو گروه شاهد (۲۰ نفر) و درمان (۱۹ نفر) تقسیم بندی شده اند. از نظر پیشینه تحصیل ، تقریباً نیمی از جمعیت را دانش‌آموزان دبیرستانی یا دانشگاهی (۵۱٪)، و نیمی دیگر را فارغ‌التحصیلان دانشگاهی تشکیل میدادند.

۳-۳- ابزارهای مورد استفاده در پژوهش

۳-۳-۱- تشخیص خودکار گفتار

تشخیص خودکار گفتار با پردازش گفته‌های انسانی به عنوان یک ابزار فن‌آوری پرکاربرد برای ارتباط انسان و ماشین تکامل پیدا کرده است، برای برآورده کردن هدف این مطالعه، ابزار Vosk API به عنوان فناوری اصلی تشخیص گفتار استفاده شد. جعبه ابزار Vosk API توسط برنامه رایانه‌ای ویرایشگر کد ویژوال استودیو (VS-Code) با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون پیاده سازی شد. برنامه Vosk API می‌تواند فرمت فایل صوتی (WAV) را دریافت کند و دقت کلمه (اطمینان)[۲۷] را بر حسب درصد ارائه دهد. داده‌های به‌دست‌آمده از جعبه ابزار Vosk API برای ارزیابی پیشرفت‌های زبان‌آموزها در طول این مطالعه استفاده شد. شایان ذکر است که ابتدا در مرحله اجرای آزمایشی[۲۸] دو تشخیص خودکار گفتار شامل Google Web Speech API و Vosk API toolkit مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه بین خروجی هر دو تشخیص خودکار گفتار و محدودیت‌های اعمال شده توسط نسخه رایگان Google Web Speech API (از جمله محدودیت در زمان استفاده، دریافت فایل‌های صوتی با کیفیت پایین، و تجزیه و تحلیل کل فایل‌های صوتی به جای کلمات جداگانه)، محققان را به انصراف از استفاده از آن سوق داد.

۳-۳-۲- مواد آموزشی

برای دوره آموزشی ۹ درس به طور تصادفی از کتاب آموزش لغت آکسفورد سطح پیشرفته[۲۹] انتخاب شد. این کتاب به دلیل هم‌راستا بودن با هدف مطالعه و برنامه درسی تجویز شده در محل تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع ۹۳ واژه از این درس‌ها برای آموزش استخراج شد و تقریباً یک سوم از این موارد برای اهداف پیش و پس‌آزمون استفاده شد.

۳-۳-۳- پیش‌آزمون و پس‌آزمون

آزمون تلفظ بر اساس ۳۰ عدد واژه که به طور تصادفی از کتاب آکسفرد انتخاب شده بود، ساخته شد. قبل از شروع فرآیند اصلی به منظور تضمین پایایی و روایی آزمون، یک آزمون آزمایشی با گروهی متشکل از چهار دانش‌آموز با نسبت تفکیک جمعیتی مشابه با شرکت‌کنندگان اصلی مطالعه اجرا شد. روایی محتوایی نیز توسط سه نفر از متخصصین شامل یک استاد دانشگاه و دو معلم زبان انگلیسی مجرب تایید شد. نتایج اجرای آزمایشی و همچنین بازخورد کارشناسان به منظور ایجاد تغییرات نهایی در پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۴- روش تحقیق

جمع آوری داده‌ها با اجرای پیش‌آزمون آغاز شد. برای این منظور، فهرستی از ۳۰ کلمه، که قبلا توضیح داده شد، در اختیار ۳۹ نفر شرکت کننده قرار گرفت تا کلمات را بخوانند و در قالب فایل صوتی ضبط کنند تا تلفظ آنها از طریق تشخیص خودکار گفتار مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در پایان دوره آموزشی از تمام شرکت کننده‌ها خواسته شد تا فهرست کلمه‌ها را یک بار دیگر بخوانند و نتایج به عنوان پس‌آزمون در قالب فایل صوتی ثبت کنند. داده‌های جمع‌آوری شده از هر دو پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ابزار Vosk ASR ارسال شد تا اطمینان (دقت تلفظها) را بر حسب درصد محاسبه کند، که به‌عنوان امتیازصحت و قابل فهم بودن تلفظ دانش‌آموزان در نظر گرفته شود.

۳-۵- نتایج آماری

نتایج بدست آمده در دوره آموزشی با توجه به آمار بدست آمده از Vosk ASR و آمار توصیفی ارائه شده در جدول (۱) بهبود نسبی در مهارت‌های تلفظ زبان‌آموزها را نشان میدهد. همچنین برای بررسی معنادار بودن نتایج به دلیل عدم رعایت مفروضات آزمون‌های پارامتریک به دلیل تجاوز چولگی و کشیدگی، یعنی Skewness و kurtosis داده‌ها از ۱.۹۶+- از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون[۳۰] استفاده شد (جدول ۲).

جدول (۱) : آمار توصیفی

Group		N	Min	Max	Mean	SD	Skewness		Kurtosis	
							Std. Error		Std. Error	
Control	Pretest	20	72.5	98.14	89.87	6.01	-1.32	0.51	2.61	0.99
	Posttest	20	84.17	98.45	92.66	4.3	-0.35	0.51	-1.02	0.99
Treatment	Pretest	19	84.99	98.91	91.31	3.65	0.31	0.52	-0.3	1.01
	Posttest	19	86.68	98.68	95.2	3.09	-1.24	0.52	1.74	1.01

جدول (۲) : آزمون ویلکاکسون

Group		Posttest - Pretest
Control	Z	-1.717[b]
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.086
Treatment	Z	-3.501[b]
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

جدول (۳) : آزمون ANCOVA

Dependent Variable: Unstandardized Residual					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	367.30[a]	1	367.3	3.638	0.064
Intercept	0.24	1	0.24	0.002	0.961
Group	367.3	1	367.3	3.638	0.064
Error	3735.21	37	100.95		
Total	4102.51	39			
Corrected Total	4102.51	38			
a. R Squared = .090 (Adjusted R Squared = .065)					

نتایج بدست آمده در گروه درمان آزمون ویلکاکسون عدد P-value را کوچک تر از ۰.۰۵ نشان می‌دهد که معنادار بودن پیشرفت زبان‌آموزان از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون را تصدیق می‌کند. با این حال این نتیجه از مقایسه درون گروهی بین میانگین های پیش‌آزمون و پس‌آزمون بدست آمده است. برای این منظور عملکرد دانش‌آموزان در پیش‌آزمون به عنوان متغیر کمکی[۳۱] برای کنترل در نظر گرفته شد. از آنجایی که مفروضات نرمال بودن در داده ها بر اساس نسبت چولگی و کشیدگی نقض شد، یک آزمون ANCOVA ناپارامتریک (آزمون چهارگانه) اجرا شد (جدول ۳).

براساس آزمون چهارگانه نتایج معنی‌دار نیست، که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های کنترل و درمان در بهبود تلفظ آنها وجود ندارد. با این حال، قابل توجه است که p-value آزمون چهرگانه برابر با ۰.۰۶۴ است که کمی بیشتر از p-value بحرانی ۰.۰۵ است. این نشان می دهد که احتمالاً حجم نمونه نسبتاً محدود مسئول بدست آمدن این عدد حاشیه ای از فرضیه صفر[۳۲] باشد. بنابراین، ممکن است اگر این مطالعه با حجم نمونه بزرگتر انجام می شد، تفاوت معنی داری بین گروه درمان و کنترل حاصل می شد.

۴- نتیجه‌گیری

از نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که آموزش الکترونیکی، به ویژه آموزش زبان به کمک رایانه و زیرمجموعه آن، آموزش تلفظ به کمک رایانه می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود یادگیری تلفظ قابل فهم کلمات به عنوان یک ابزار آموزشی کارآمد داشته باشد. در واقع، نه تنها پیشرفت ابزارهای متکی به فناوری ازجمله هوش مصنوعی و تشخیص خودکار گفتار کارایی آموزش زبان را افزایش داده است، بلکه استفاده از فناوری را به بخشی جدایی ناپذیر از آموزش زبان تبدیل کرده است. با این حال، به نظر می‌رسد آموزش تلفظ به عنوان یکی از چالش برانگیزترین بخش‌های آموزش زبان، از مزایای بی شمار ارائه شده توسط فناوری پیشرفته، بهره کافی را نبرده است. باوجود کاستی‌های احتمالی این پژوهش، نتایج بدست آمده در رابطه با ادغام آموزش تلفظ با تشخیص خودکار گفتار و هوش مصنوعی در بستر یادگیری دیجیتالی بسیار امیدوارکننده به نظر می‌رسد. احتمالاً وجود رویکردهای یادگیری الکترونیکی و فناوری آموزشی پیشنهاد شده در این پژوهش تأثیر مثبتی بر یادگیری تلفظ دارد. بنابراین، همان‌گونه که پژوهش‌هایی مانند Kennedy [21] توضیح داده‌اند، فناوری آموزشی می‌تواند برای توسعه منابع آموزشی و روش شناسی برای تسهیل عملکرد تحصیلی و ایجاد زمینه یادگیری متنوع‌تر مورد استفاده قرار گیرد.

مراجع

[1] O'Brien, M. G. (2011). Teaching and assessing pronunciation with computer technology. In N. Arnold & L. Ducate (Eds.), *Present and Future Promises of CALL: From Theory and Research to New Directions in Language Teaching* (2nd ed., pp. 375–406). CALICO Monograph Series.

[2] Strik, H., Doremalen, J., Colpaert, J., & Cucchiarini, C. (2013). Development and integration of speech technology into COurseware for language learning: The DISCO project. In J. Odijk & P. Spyns (Eds.), *Essential Speech and Language Technology for Dutch* (pp. 323–338). Springer Publishing. https:// DOI 10.1007/978-3-642-30910-6 18

[3] Richter, K. (2018). Factors affecting the pronunciation abilities of adult learners of English. A longitudinal group study. *Exploring Language Aptitude: Views from Psychology, the Language Sciences, and Cognitive Neuroscience*, 339–361. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91917-1_18

[4] Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, *15*(4), 191–216. https://doi.org/10.1177/2042753018785180

[3] Automatic Speech Recognition
[4] Trained Artificial Intelligence
[5] Computer-Assisted Language Learning
[6] Longitudinal Study
[7] Computer-Assisted Pronunciation Training
[8] Computer Science
[9] Educational Technology
[10] Pedagogical Resources
[11] Technological Methodology
[12] Electronic Media
[13] Digital Learning
[14] Self-Monitoring
[15] Native-like Speakers
[16] Ultrasound Technology
[17] Native Speakers
[18] Speech Corpora
[19] Stop Consonant Sounds
[20] Segmental Perception
[21] Morphology
[22] Computational Linguistic
[23] Speech Synthesis
[24] Student Centered
[25] Blended Learning
[26] Interactive Whiteboard
[27] Confidence
[28] Piloting Phase
[29] Oxford Word Skills Advanced
[30] Wilcoxon Signed Rank Test
[31]Covariate
[32]Null Hypothesis

[5] Duderstadt, J. J., Atkins, D. E., & Houweling, D. V. (2002). *Higher Education in the Digital Age: Technology Issues and Strategies for American Colleges and Universities (ACE/Praeger Series on Higher Education)*. Rowman & Littlefield Publishers.
[6] Ally, M. (2005). Using learning theories to design instruction for mobile learning devices. In J. Attewell & C. Savill-Smith (Eds.), *Using learning theories to design instruction for mobile learning devices* (pp. 5–8). Learning and Skills Development Agency.
[7] O'Brien, M. G. (2011). Teaching and assessing pronunciation with computer technology. In N. Arnold & L. Ducate (Eds.), *Present and Future Promises of CALL: From Theory and Research to New Directions in Language Teaching* (2nd ed., pp. 375–406). CALICO Monograph Series.
[8] Pennington, M. C. (1999). Computer-Aided Pronunciation Pedagogy: Promise, Limitations, Directions. *Computer Assisted Language Learning*, *12*(5), 427–440. https://doi.org/10.1076/call.12.5.427.5693
[9] Abel, J., Allen, B., Burton, S., Kazama, M., Noguchi, M., Tsuda, A., Yamane, N., & Gick, B. (2015). Ultrasound-enhanced multimodal approaches to pronunciation teaching and learning. Proceedings of acoustics week in Canada. *Canadian Acoustics*, *43*(3), 124–125. https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2805
[10] Alastuey, M. C. B. (2010). Synchronous-voice computer-mediated communication: Effects on pronunciation. *CALICO Journal*, *28*(1), 1–20. https://doi.org/10.11139/cj.28.1.1-20
[11] Strik, H., & Cucchiarini, C. (2013). On automatic phonological transcription of speech corpora. *Oxford Handbooks Online*. Published. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199571932.013.001
[12] Boersma, P., & Weenink, D. (2021). *Praat* (6.1.48) [Computer suftware]. University of Amsterdam. Retrieved from https://www.fon.hum.uva.nl/praat/
[13] Chun, D. M., Jiang, Y., Meyr, J., & Yang, R. (2015). Acquisition of L2 Mandarin Chinese tones with learner-created tone visualizations. *Journal of Second Language Pronunciation*, *1*(1), 86–114. https://doi.org/10.1075/jslp.1.1.04chu
[14] Olson, D. J. (2014). Benefits of visual feedback on segmental production in the L2 classroom. *Language Learning & Technology*, *18*(3), 173–192. http://hdl.handle.net/10125/44389
[15] Kipp, M. (2014). ANVIL: A universal video research tool. In G. Kristoffersen, U. Gut, & J. Durand (Eds.), *The Oxford handbook of corpus phonology* (pp. 420–436). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199571932.013.024
[16] O'Brien, M. G., Derwing, T. M., Cucchiarini, C., Hardison, D. M., Mixdorff, H., Thomson, R. I., Strik, H., Levis, J. M., Munro, M. J., Foote, J. A., & Levis, G. M. (2018). Directions for the future of technology in pronunciation research and teaching. *Journal of Second Language Pronunciation*, *4*(2), 182–207. https://doi.org/10.1075/jslp.17001.obr
[17] Thomson, R. I. (2017). *English accent coach* (2.3.) [Computer program]. Retrieved from https://www.englishaccentcoach.com/
[18] Strik, H., Doremalen, J., Colpaert, J., & Cucchiarini, C. (2013). Development and integration of speech technology into COurseware for language learning: The DISCO project. In J. Odijk & P. Spyns (Eds.), *Essential Speech and Language Technology for Dutch* (pp. 323–338). Springer Publishing.
[19] Levy, M. (1997). Computer-assisted language learning: Context and conceptualization. Clarendon Press.
[20] Pegrum, M. (2009). From blogs to bombs: The future of digital technologies in education. UWA Publishing.
[21] Kennedy, S. (2018). Educational technology and curriculum. ED-TECH PRESS.

زیرنویس‌ها

[1] Natural Language Processing
[2] E-learning or Electronic Learning