The Dhaka University Journal of Linguistics: Vol. 15, No. 29-30, Published by the Registrar, University of Dhaka, ISSN 2075-3098

বাংলা স্বরধ্বনির ওপর প্রস্বনের প্রভাব: একটি ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ

মোঃ ইমরান হোসেন*

Abstract: This study aims to characterize the influence of lexical stress on Bengali oral vowels. F1 and F2 data were collected from speech samples, using spectrum analysis, and they were transformed into Lobanov's z-scores. Results showed that the effect of lexical stress was significant, but the nature of this effect varied in different vowels: in comparison with stressed position, unstressed /ɔ/ and /ɛ/ were highly centralized, /i e o ɐ/ were moderately centralized, and /u/ remained stable. In conclusion, Bengali vowels go through phonetic transformation depending on stress structure and, thus, acoustic expression of lexical stress in Bengali appears to be rather strong.

চাবি-শব্দ : *বাংলা স্বরধ্বনি, প্রস্বন, স্বরধ্বনির কেন্দ্রপ্রবণতা, ধ্বনিবিজ্ঞান*

১। ভূমিকা

স্বরধ্বনি যে কোন ভাষার ধ্বনিতাত্ত্বিক কাঠামোর অন্যতম মৌলিক ও গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। বাংলা ভাষার স্বরধ্বনির ওপর বেশ কিছু ধ্বনিবৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান পরিচালিত হয়েছে। তবে এক্ষেত্রে প্রস্বনিত অক্ষর (stressed syllable) ও অপ্রস্বনিত অক্ষর (unstressed syllable) ভেদে স্বরধ্বনিমুদ্রার (vowel timber) গুণগত মানে যে কোন ধরনের পরিবর্তন সংগঠিত হতে পারে সে বিষয়টি কখনো বিবেচনায় নেয়া হয়নি। এই জ্ঞানতাত্ত্বিক শূন্যতার নিরিখে বর্তমান গবেষণাতে শব্দতরঙ্গ ভিত্তিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি (spectrographic analysis) ব্যবহার করে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা মুখবিবরজাত তথা মৌখিক স্বরধ্বনির (oral vowel) উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের উপর আলোকপাত করা হয়েছে (Ladefoged & Maddieson, 1990)।

এই অনুসন্ধানের ফলাফল তাত্ত্বিক পর্যায়ে বাংলাতে অধিধ্বনি (suprasegmental) হিসেবে প্রস্বনের (lexical stress) প্রভাবে স্বরধ্বনির প্রকৃতিতে কী ধরনের রূপান্তর সংগঠিত হয় তা অনুধাবনে সহায়তা করবে। এই অনুসন্ধানের গবেষণা পদ্ধতিতে অভিনবত্ব রয়েছে: এক্ষেত্রে নমুনা বিশ্লেষণে প্রাপ্ত বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও

* Associate Professor, Universidad Católica del Uruguay

উচ্চারণস্থানের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক নির্দেশক ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মানসমূহ পরিসংখ্যানিক পদ্ধতিতে স্বাভাবিকীকরণ (normalization) করা হয়েছে; অধিকিন্তু এই গবেষণার সকল অনুমান যাচাইয়ে পরিসংখ্যানিক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়েছে। এর ফলে, ভাষা হিসেবে বাংলার সামগ্রিক স্বরধ্বনি কাঠামোর নির্ভরযোগ্য চিত্র তুলে ধরা সম্ভব হবে বলে আশা করা যায়। এই গবেষণার ফলাফল ভবিষ্যতে বাংলা কথনের সংশ্লেষণ (speech synthesis) ও প্রাকৃতিক ভাষার প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতির (natural language processing) উন্নতিকল্পে ব্যবহৃত হতে পারে। পাশাপাশি, এই অনুসন্ধানে প্রাপ্ত ফলাফলসমূহ মাতৃভাষা ও বিদেশী ভাষা হিসাবে বাংলার উচ্চারণ শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ প্রক্রিয়াতে ভূমিকা রাখতে পারবে বলে আশা করা যায়।

এই গবেষণাপত্রটি নিম্নোক্তভাবে সাজানো হয়েছে। প্রথমে, এই গবেষণার তাত্ত্বিক ভিত্তি উপস্থাপন করা হয়েছে। এই অংশে প্রস্বন ও স্বরধ্বনিমুদ্রা, বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামো ও উচ্চারণ প্রক্রিয়া, স্বরধ্বনির শব্দতরঙ্গ ভিত্তিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি এবং বাংলা স্বরধ্বনির শব্দতরঙ্গ ভিত্তিক বিশ্লেষণ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। দ্বিতীয়ত, এই গবেষণার লক্ষ্য, উদ্দেশ্য ও অনুমান তুলে ধরা হয়েছে। তৃতীয়ত, এই অনুসন্ধানের গবেষণা পদ্ধতি উপস্থাপন করা হয়েছে। এই পর্যায়ে বর্তমান গবেষণার নকশা, তথ্যদাতা সম্পর্কিত তথ্য, পাঠ্য নমুনা বা উপকরণ, গবেষণা প্রক্রিয়া এবং তথ্য বিশ্লেষণ পদ্ধতির উপর আলোকপাত করা হয়েছে। চতুর্থত, এই গবেষণার ফলাফল উপস্থাপন করা হয়েছে; এক্ষেত্রে উচ্চারণশৈলী (ফরমেন্ট ১) ও উচ্চারণস্থানের (ফরমেন্ট ২) ধ্বনিবৈজ্ঞানিক নির্দেশক মানসমূহ বিশ্লেষণের ফলাফল আলাদা আলাদা অংশে বিন্যাস্ত করা হয়েছে। পঞ্চমত, এই গবেষণার ফলাফলের ভিত্তিতে আলোচনা তুলে ধরা হয়েছে। এই অংশে স্বরধ্বনির উচ্চারণে তথ্যদাতাদের লিঙ্গের প্রভাব, স্বরধ্বনির উচ্চারণে প্রস্বনের প্রভাব, প্রস্বনের কারণে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামোতে সৃষ্ট ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বনাম ধ্বনিতাত্ত্বিক সঙ্কোচন, বর্তমান গবেষণার সীমাবদ্ধতা ও ভবিষ্যৎ গবেষণার দিকনির্দেশনা এবং এই গবেষণার ফলাফলের উপযোগিতা সম্পর্কে আলোকপাত করা হয়েছে। সর্বশেষে, এই গবেষণাপত্রের উপসংহার উপস্থাপন করা হয়েছে।

২। তাত্ত্বিক কাঠামো

২.১। প্রস্বন ও স্বরধ্বনিমুদ্রা

কোন শব্দ একাধিক অক্ষর (syllable) দিয়ে গঠিত হলে সেক্ষেত্রে একটি অক্ষর অন্যগুলোর তুলনায় অধিক জোর বা বল দিয়ে উচ্চারিত হতে পারে। একটি অক্ষর তার পার্শ্ববর্তী অন্যান্য অক্ষরের তুলনায় অধিক জোর দিয়ে উচ্চারণ করার এই বিষয়টিকে শব্দপ্রস্বন (lexical stress) বলে। উল্লেখ্য বাংলা ভাষাবিজ্ঞানে এই বিষয়টির নামকরণে 'প্রস্বন' ছাড়াও 'ঝোঁক', 'প্রচাপন', 'শ্বাসাঘাত', 'বল', 'শব্দসুর',

'প্রসর' প্রভৃত পরিভাষার ব্যবহার হয়ে থাকে (হাই, ১৯৬৭)। সকল বিকল্পের অভিধানিক অর্থ বিবেচনায় 'প্রস্বন' শব্দটি অধিক যুক্তিযুক্ত বলে প্রতীয়মান হয়: প্র (উৎকর্ষ, আধিক্য, ব্যপকতা প্রভৃতি ভাবব্যঞ্জক উপসর্গ) + স্বন (স্বর, ধ্বনি, শব্দ, আওয়াজ) (হক, লাহড়ী, এবং সরকার, ২০১১)। অর্থাৎ এই বিবেচনায় বলা যায় যে প্রস্বনের ফলে শব্দের একটি অক্ষর অন্য অক্ষরগুলোর তুলনায় অধিকতর ধ্বনিত, শব্দিত, নাদিত বা গর্জিত হয়: অধিকতর ধ্বনিত হলে তাকে প্রস্বনিত অক্ষর এবং তুলনামূলকভাবে কম ধ্বনিত হলে তাকে অপ্রস্বনিত অক্ষর বলে।

অনেক ভাষার শব্দে প্রস্বনিত অক্ষরের অবস্থানের তারতম্যের কারণে অর্থ পরিবর্তন হয়। যেমন স্প্যানিশ ভাষাতে 'mo', 'du' ও 'lo' এই তিনটি অক্ষরে জোর প্রদানের মাত্রার তারতম্যের ভিত্তিতে তিনটি আলাদা শব্দ গঠন করা যায়: módulo [ˈmo.ðu.lo] "কাজ/পড়ার মডিউল"; modulo [mo.ˈðu.lo], "আমি পরিবর্তন করি"; moduló [mo.ðu.ˈlo], "সে পরিবর্তন করেছিল"। এই ধরনের ভাষা পরিবর্তনশীল শব্দপ্রস্বনের অন্তর্ভুক্ত। অন্যদিকে, অনেক ভাষা আছে যেখানে শব্দে প্রস্বনিত অক্ষরের অবস্থান অপরিবর্তনশীল বা স্থিত প্রকৃতির, অর্থাৎ তা সাধারণত শব্দের একটি নির্দিষ্ট অক্ষরে বসে এবং শব্দের ভাষাতাত্ত্বিক অর্থ নির্ধারণে কোন ভূমিকা পালন করে না (যেমন, ফরাসি ভাষাতে সাধারণত শব্দের অন্ত অক্ষর প্রস্বনিত হয়)। বাংলা এই শেষোক্ত ভাষাগোত্রের অন্তর্ভুক্ত, এই ভাষাতে শব্দপ্রস্বন কাঠামো স্থিত প্রকৃতির; এক্ষেত্রে শব্দের আদি অক্ষর প্রস্বনিত ও অনাদি অক্ষরসমূহ অপ্রস্বনিত হয়: সম [ˈʃɔ.mo], অসম [ˈɔ.ʃɔ.mo]। উল্লেখ্য এই ধরনের ভাষাতে প্রস্বনের প্রভাবে শব্দের অর্থ পরিবর্তীত না হলেও এটি কথামালার (connected speech) সীমানা নির্ধারণ ও স্বরভঙ্গির (intonation) কাঠামো গঠনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে (Khan, 2010, 2006; Hayes & Lahiri, 1991)। বাংলাতে বিচ্ছিন্ন শব্দসমূহ একত্রে কথামালায় ব্যবহৃত হলে তাদের নিজেদের প্রস্বন কাঠামোতে পরিবর্তন দেখা দেয়: (ক) এক্ষেত্রে বিচ্ছিন্ন শব্দের চেয়ে বরং ধ্বনিতাত্ত্বিকপর্ব (phonological phase) তথা অর্থপর্ব (sense group) অধিক গুরুত্বপূর্ণ; (খ) ধ্বনিতাত্ত্বিকপর্বের আদি অক্ষর প্রস্বনিত হয় এবং অন্যান্য অক্ষরসমূহ সাধারণত অপ্রস্বনিত হয়; (গ) ব্যাকরণবোধক শব্দের (grammatical/function words যেমন এ, ও, সে, তা, এটা, না, যে ইত্যাদি) অক্ষরসমূহ সাধারণত অপ্রস্বনিত হয়ে থাকে এবং শুধুমাত্র বিষয়বস্তুবোধক শব্দের (content words) উচ্চারণে প্রস্বন কাঠামো অনুসৃত হয় (Chatterji, 1921)। প্রস্বনিত অক্ষরের উচ্চারণ অপ্রস্বনিত অক্ষরের তুলনায় অধিক ধ্বনিত, শব্দিত, নাদিত ও সুস্পষ্ট হয়। অর্থাৎ ধ্বনিবিজ্ঞানের দৃষ্টিতে প্রস্বনিত অক্ষর সবল এবং অপ্রস্বনিত অক্ষর কিছুটা দুর্বল প্রকৃতির হয়ে থাকে। প্রস্বন প্রক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট অক্ষরসমূহের এই আপেক্ষিক সবলতা-দুর্বলতার প্রভাব অন্যান্য ভাষার মতো বাংলা ধ্বনিতাত্ত্বিক কাঠামোতে (phonological system) প্রতিফলিত হয়:

> "শব্দের আদি ধ্বনিদল বলপ্রধান [প্রস্বনিত] হওয়ার কারণে অনেক সময় পরবর্তী এক বা একাধিক [অপ্রস্বনিত] ধ্বনিদল দুর্বল হয়ে এক বা একাধিক ধ্বনিদল বা ধ্বনি লুপ্ত হয়, স্বরধ্বনির গুণগতমান (quality) বদলে যায়, ব্যঞ্জনের সমীভবন ঘটে, ঘোষধ্বনি অঘোষ হয়, মহাপ্রাণ হয় অল্পপ্রাণ" (চক্রবর্তী, ২০১১, পৃ. ১৩৭)।

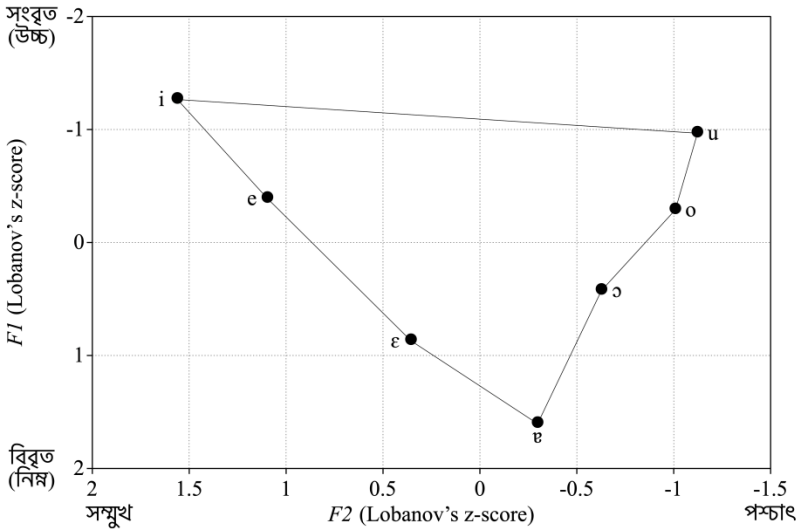
অর্থাৎ বাংলা ভাষার ধ্বনিতাত্ত্বিক কাঠামো প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনার অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বেশ সঙ্কুচিত হয়ে থাকে। স্বরধ্বনি অক্ষরের মূল উপাদান তথা কেন্দ্র হবার কারণে এটি প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বহিঃপ্রকাশের আধার হিসাবে বিবেচিত হয়। সুতরাং প্রস্বনের প্রভাবে স্বরধ্বনির গুণগত মানে কী ধরনের পরিবর্তন সংঘটিত হয় তা জানাটা যে কোন ভাষার ধ্বনিতাত্ত্বিক কাঠামোর বৈশিষ্ট্য নির্ধারণে গুরুত্বপূর্ণ। বাংলাতে এই বিষয়ে বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানলব্ধ জ্ঞানের অপ্রতুলতার প্রেক্ষিতে বর্তমান গবেষণাটি সম্পন্ন করা হয়েছে।

২.২। *বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামো এবং উচ্চারণ প্রক্রিয়া*

বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামোতে মৌখিক ও নাসিক্য উভয় ধরনের স্বরধ্বনিমূল ব্যবহৃত হয়ে থাকে। বাংলাতে সাতটি মৌখিক স্বরধ্বনিমূল রয়েছে: ই /i/, এ /e/, এ্যা /ɛ/, আ /ɐ/, অ /ɔ/, ও /o/, উ /u/। উল্লেখ্য বাংলা ধ্বনিতত্ত্বে 'এ্যা' স্বরধ্বনিকে দুই ভাবে উপস্থাপন করা হয়ে থাকে: প্রায়-বিবৃত সম্মুখ স্বরধ্বনি /æ/ এবং অর্ধবিবৃত সম্মুখ স্বরধ্বনি /ɛ/। ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণে শেষোক্ত বিকল্পটি অধিক যুক্তিযুক্ত হিসাবে বিবেচনা করা হয়েছে (Khan, 2010; Bhattacharja, 2006; Ganguli, Datta, & Mukherjee, 1988)। অন্যদিকে 'আ' স্বরধ্বনিকে সাধারণত /a/ চিহ্ন দিয়ে লেখার প্রচলন রয়েছে (Khan, 2010), তবে বাংলাতে এই ধ্বনির কেন্দ্রপ্রবণতাকে স্পষ্টভাবে প্রকাশ করার জন্য বরং /ɐ/ চিহ্ন ব্যবহার করাই উত্তম[১] (Ganguli et al., 1988)। অধিকিন্তু হাই (১৯৬৭) এই সাতটি মৌখিক স্বরধ্বনি ছাড়াও /ò/ নামে আরো একটি স্বরধ্বনিমূলের প্রস্তাব করেছে যা /ɔ/ এবং /o/-এর মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করে[২]; তবে ধ্বনিতাত্ত্বিক বিশ্লেষণে এটিকে ধ্বনিমূল না বলে বরং /ɔ/-এর সহধ্বনি হিসাবে বিবেচনা করাটাই যুক্তিযুক্ত (Ganguli et al., 1988; Ferguson & Chowdhury, 1978; Chatterji, 1921)।

বাংলাতে প্রতিটি মৌখিক স্বরধ্বনিমূলের বিপরীতে একটি করে নাসিক্য স্বরধ্বনিমূল বিদ্যমান: /ĩ ẽ ɛ̃ ɐ̃ ɔ̃ õ ũ/। Alam, Habib, Sultana ও Khan (2010) কর্তৃক পরিচালিত জরিপে দেখা যায় যে বাংলা ভাষায় ব্যবহৃত সকল ধ্বনির ৪২.৬৭১% হল মৌখিক স্বরধ্বনি এবং মাত্র ০.৩২৪% হল নাসিক্য স্বরধ্বনি। নাসিক্য স্বরধ্বনিগুলোর এই অপ্রতুলতার কারণগুলোর মধ্যে অন্যতম হল এই যে এগুলো সাধারণত আদি তথা প্রস্বনিত অক্ষরে ব্যবহৃত হয়ে থাকে এবং অপ্রস্বনিত অক্ষরে এগুলো তেমন পাওয়া যায়

না (Chatterji, 1921; Feguson & Chawdhury, 1978; Islam, 2018)। সুতরাং প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামো ধ্বনিতাত্ত্বিক বিচারে সঙ্কুচিত হয়ে পড়ে এবং এক্ষেত্রে শুধুমাত্র মৌখিক স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়। এখন প্রশ্ন হল: প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশের তারতম্যে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির গুণগত মানে কী ধরনের পরিবর্তন সংঘটিত হয়? এই পরিবর্তন অধ্যয়নে স্বরধ্বনির স্বাতন্ত্র্যসূচক মুদ্রা বা পরিচয় (timber) নির্ধারণকারী উচ্চারণ মানদণ্ডসমূহের প্রতি মনোযোগ দেয়া প্রয়োজন। লেখচিত্র ১-এ বাংলা স্বরধ্বনি ত্রিভূজ উপস্থাপন করা হয়েছে; এই লেখচিত্রটি বর্তমান গবেষণায় চার জন তথ্যদাতাদের উচ্চারিত ১৬৭টি স্বরধ্বনির নমুনা বিশ্লেষণের ভিত্তিতে তৈরি করা হয়েছে।



চিত্র ১। বাংলা স্বরধ্বনি ত্রিভুজ লেখচিত্র। বর্তমান গবেষণাতে প্রাপ্ত স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ (উলম্ব রেখা) ও ফরমেন্ট ২ (অনুভূমিক রেখা)-এর গড় মানের ভিত্তিতে এই লেখচিত্রটি তৈরি করা হয়েছে। এই ক্ষেত্রে স্বরধ্বনির প্রস্বনের প্রকৃতি বিবেচনা করা হয়নি।

স্বরধ্বনির উচ্চারণে জিহ্বা কতটুকু উঁচু হয় (উচ্চারণশৈলী) এবং জিহ্বার সম্মুখ-পশ্চৎ কোন অংশ সক্রিয় থাকে (উচ্চারণস্থান) তার ভিত্তিতে মুখগহ্বরের আকৃতি এমনভাবে সংগঠিত হয় যে তা কণ্ঠস্বর নিঃসৃত সুরযুক্ত বাতাসে বিশেষভাবে অনুরণন (resonance) সৃষ্টি করে এবং ফলশ্রুতিতে স্বাতন্ত্র্যসূচক স্বরধ্বনিমুদ্রা তৈরি হয়ে থাকে। ১নং চিত্রে লক্ষ্য করা যায় যে বাংলাতে স্বরধ্বনির উচ্চারণে জিহ্বার উচ্চতার

চারটি স্তর ব্যবহৃত হয়ে থাকে: উচ্চ /i u/, উচ্চ-মধ্য /e o/, নিম্ন-মধ্য /ɔ ɛ/, এবং নিম্ন /ɐ/ (Ganguli et al., 1988)। জিহ্বা তালুর দিকে উঁচু হলে মুখগহ্বরের আকৃতি সংবৃত বা সংঙ্কুচিত হয়ে পড়ে এবং বিপরীত দিকে জিহ্বা তুলনামূলকভাবে নীচে অবস্থান করলে মুখগহ্বরের আকৃতি বিবৃত হয়ে পড়ে। এই বিবেচনায় উচ্চ স্বরধ্বনিগুলকে 'সংবৃত' এবং নিম্ন স্বরধ্বনিগুলোকে 'বিবৃত' হিসাবে বিবেচনা করা যায়, অর্থাৎ বাংলাতে স্বরধ্বনির উচ্চারণে মুখগহ্বরের আকৃতিতে সাধারণত চারটি সংবৃত-বিবৃত'র মাত্রা নির্ধারিত হয়ে থাকে: সংবৃত /i u/, অর্ধসংবৃত /e o/, অর্ধবিবৃত /ɔ ɛ/, এবং বিবৃত /ɐ/ (হাই, ১৯৬৭)। অন্যদিকে বাংলা স্বরধ্বনির তিনটি সাধারণ উচ্চারণস্থান নির্ধারণ করা হয়ে থাকে: সম্মুখ /i e ɛ/, কেন্দ্রীয় /ɐ/ ও পশ্চাৎ /ɔ o u/। সম্মুখ ও পশ্চাৎ স্বরধ্বনিগুলোর উচ্চারণে যথাক্রমে জিহ্বার সামনের এবং পেছনের অংশ উঁচু হয়; কেন্দ্রীয় স্বরধ্বনির উচ্চারণে জিহ্বার সামনের বা পেছনের কোন অংশ সক্রিয় না হয়ে বরং তা স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে (হাই, ১৯৬৭)।

স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান উভয় নির্ধারিত হয়ে থাকে উচ্চারণে জিহ্বার ভূমিকার ভিত্তিতে, তবে এক্ষেত্রে ঠোঁটের ভূমিকাও গুরুত্বের সাথে বিবেচনা করা প্রয়োজন: স্বরধ্বনির উচ্চারণে ঠোঁট গোলাকার/বর্তুল (round) বা সম্প্রসারিত/প্রসৃত (spread) আকার ধারণ করতে পারে। বাংলাতে স্বরধ্বনিগুলো যতোটা পশ্চাৎ সেগুলোর উচ্চারণে ঠোঁট ততোটা বেশী গোলাকার ধারণ করে এবং স্বরধ্বনিগুলো যতোটা সম্মুখ সেগুলোর উচ্চারণে ঠোঁট ততোটা বেশী সম্প্রসারিত আকার ধারণ করে (হাই, ১৯৬৭)। ফলশ্রুতিতে স্বরধ্বনিগুলোর সম্মুখ-পশ্চাৎ প্রবণতার ভিত্তিতে এগুলোর উচ্চারণে ঠোঁট সম্প্রসারিত বা গোলাকার অবয়ব সম্পর্কে সহজে অনুমান করা যায়। সুতরাং বাংলাতে স্বরধ্বনির বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানে উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান এই দুটি মাপকাঠি বিশ্লেষণ করা যথেষ্ট হবে বলে বিবেচনা করা যায়।

স্বরধ্বনি অক্ষরের কেন্দ্রীয় উপাদান হওয়ার কারণে এর উপর প্রস্বনের প্রভাব বেশি পরিলক্ষিত হয়ে থাকে। প্রস্বনিত স্বরধ্বনি তার পার্শ্ববর্তী অপ্রস্বনিত প্রতিপক্ষের তুলনায় অধিক তীক্ষ্ণ (pitch), দীর্ঘ (duration) ও তীব্র (intensity) হয়ে থাকে (Garde, 1972)। প্রস্বনিত স্বরধ্বনির মুদ্রা অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনির তুলনায় অধিক স্পষ্ট হয়ে থাকে। ভাষা ব্যবহারকারীরা অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনির উচ্চারণে প্রস্বনিত স্বরধ্বনির তুলনায় উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের যথাযথ বাস্তবায়নে কিছুটা শৈথল্য দেখাতে পারে। যেমন স্প্যানিশ ভাষায় পাঁচটি স্বরধ্বনি রয়েছে এবং এগুলো অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে কিছুটা কেন্দ্রপ্রবণ হয়ে পড়ে; তবে এই প্রবণতাটা এতটা মারাত্মক নয় যে স্বরধ্বনিগুলো তাদের স্বতন্ত্রবোধক মুদ্রা হারিয়ে অন্য স্বরধ্বনিতে রূপান্তরিত হয়ে পড়বে (Martínez & Fernández, 2013)। অন্যদিকে কিছু কিছু ভাষায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে স্বরধ্বনিগুলোর মুদ্রা পরিবর্তীত হয়ে তীব্র মাত্রায় কেন্দ্রপ্রবণতা দেখায়।

ফলশ্রুতিতে স্বরধ্বনির কেন্দ্রপ্রবণতাটা ধ্বনিতাত্ত্বিক নিয়মে রূপান্তরিত হয় (যেমন ইংরেজি, পর্তুগিজ ও কাতালান) (Barman, 2011; Hai & Ball, 1961)। যেমন কাতালান ভাষায় প্রস্বনিত প্রতিবেশে আটটি স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়ে থাকে: /a/, /e/, /ɛ/, /i/, /o/, /ɔ/, /u/, /ə/; তবে অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে শুধুমাত্র তিনটি স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়ে থাকে: /i/, /u/, /ə/ (Fernández, 2005)।

বাংলা ভাষায় প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে স্বরধ্বনি কাঠামো কিছুটা সঙ্কুচিত প্রকৃতির। প্রস্বনিত প্রতিবেশে মৌখিক ও নাসিক্য উভয় ধরনের স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হলেও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে শুধুমাত্র মৌখিক স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়। অন্যদিকে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে অর্ধবিবৃত কেন্দ্রীয়-অর্ধসম্মুখ /ɛ/ ও অর্ধবিবৃত কেন্দ্রীয়-অর্ধপশ্চাৎ /ɔ/ স্বরধ্বনি দুটির ব্যবহার অনেক কম। বর্তমান গবেষণার অনুমান হল এই যে বাংলাতে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশের স্বরধ্বনি কাঠামোর সঙ্কুচিত হবার প্রবণতা শুধুমাত্র ধ্বনিতাত্ত্বিক (phonological) নয়, বরং এর মূল ধ্বনিবৈজ্ঞানিক (phonetic) অনুষঙ্গে প্রোথিত। তবে বাংলাতে প্রস্বনের প্রভাবে স্বরধ্বনিগুলোর মুদ্রায় কী ধরনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক পরিবর্তন সংগঠিত হয় তার উপর গবেষণালব্ধ তথ্যের অপ্রতুলতা রয়েছে।

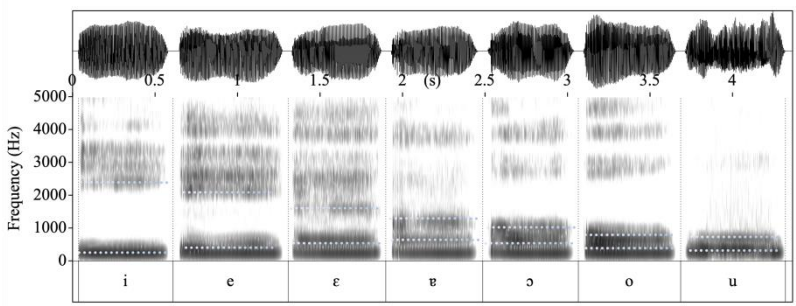
২.৩। *স্বরধ্বনির শব্দতরঙ্গভিত্তিক বিশ্লেষণ*

আধুনিক ধ্বনিবিজ্ঞানে স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের প্রকৃতি অনুসন্ধানে শব্দতরঙ্গভিত্তিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি অধিক গ্রহণযোগ্য হিসাবে বিবেচিত (Ladefoged & Maddieson, 1990)। পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে কণ্ঠস্বর নিঃসৃত সুরযুক্ত বাতাস মুখগহ্বরে বিশেষভাবে অনুরণিত হয়ে স্বাতন্ত্রসূচক স্বরধ্বনিতে রূপান্তরিত হয়। এই অনুরণনের শব্দতরঙ্গভিত্তিক নির্ধারকসমূহের মধ্যে অন্যতম ফরমেন্ট ১ (F1) ও ফরমেন্ট ২ (F2), এবং এগুলো যথাক্রমে উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের সাথে পারস্পারিক সম্পর্যুক্ত; এগুলো হার্জ(Hertz বা Hz) এককে পরিমাপ করা হয়ে থাকে (Ladefoged & Maddieson, 1990)। ১নং সারণিতে স্বরধ্বনি বিশ্লেষণের মাপকাঠি, জিহ্বার ভূমিকা এবং এগুলোর সাথে ধ্বনিবৈজ্ঞানিক নির্ধারক ফরমেন্টগুলোর সম্পর্ক উপস্থাপন করা হয়েছে। ২নং চিত্রে বাংলা সাতটি স্বরধ্বনির শব্দতরঙ্গ প্রতিরূপ —অসিলোগ্রাম (oscillogram) ও স্পেক্ট্রগ্রাম (spectrogram)— উপস্থাপন করা হয়েছে। উল্লেখ্য অসিলোগ্রামে ধ্বনিতরঙ্গের সময় (time) ও বিস্তার (amplitude) দেখা যায়: অনুভূমিক অক্ষে সময় এবং উলম্ব অক্ষে বিস্তার উপস্থাপন করা হয়। অন্যদিকে স্পেক্ট্রগ্রামে একই সাথে ধ্বনিতরঙ্গের সময়, কম্পাঙ্ক (frequency) ও তীব্রতা (intensity) দেখা যায়: অনুভূমিক অক্ষে সময়, উলম্ব অক্ষে কম্পাঙ্ক এবং সাদা-কালো রঙের তারতম্যের মাধ্যমে কণ্ঠস্বরের তীব্রতা উপস্থাপন করা হয়।

স্পেক্ট্রগ্রামে বাংলা প্রতিটি স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে বিন্দুযুক্ত রেখা (dotted line)-এর মাধ্যমে ফরমেন্ট ১ (নীচে) ও ফরমেন্ট ২ (উপরে)-এর সম্ভাব্য মান দেখানো হয়েছে।

বিশ্লেষণ মাপকাঠি	উচ্চারণ নির্ধারক	ধ্বনিবৈজ্ঞানিক নির্ধারক
উচ্চারণশৈলী	জিহ্বার উচ্চতার পরিমান (মুখগহ্বরের বিবৃতি-সংবৃতির মাত্রা)	*ফরমেন্ট ১ (F1):* মান যত কম, স্বরধ্বনি তত বেশী উচ্চ (সংবৃত); মান যত বেশী, স্বরধ্বনি তত বেশী নিম্ন (বিবৃত)
উচ্চারণস্থান	জিহ্বার সম্মুখ-পশ্চাৎ সক্রিয় অংশ	*ফরমেন্ট ২ (F2):* মান যত কম, স্বরধ্বনি তত বেশী পশ্চাৎপ্রবণ; মান যত বেশী, স্বরধ্বনি তত বেশী সম্মুখপ্রবণ

সারণি ১। স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের সাথে ধ্বনিবৈজ্ঞানিক নির্ধারক ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২-এর সম্পর্ক



চিত্র ২। বাংলা স্বধ্বনির শব্দতরঙ্গ প্রতিরূপ —অসিলোগ্রাম (উপরে) ও স্পেক্ট্রগ্রাম (নীচে)—; একজন পুরুষ তথ্যদাতা এই স্বরধ্বনিগুলো বিচ্ছিন্ন প্রতিবেশে (isolated context) উচ্চারণ করেছে। স্পেক্ট্রগ্রামে প্রতিটি স্বরধ্বনিতে দুটি বিন্দুযুক্ত রেখার মাধ্যমে ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২-এর সম্ভাব্য মান দেখানো হয়েছে; নীচের রেখাটি ফরমেন্ট ১ এবং উপরে রেখাটি ফরমেন্ট ২ মান নির্দেশ করে।

কোন ব্যাক্তির কথনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক উপাদানসমূহ সাধারণত তার বয়স, লিঙ্গ, শারীরিক গঠন, ভাষা, উপভাষা, সামাজিক অবস্থান প্রভৃতি উপাদান দ্বারা প্রভাবিত হয়। সাধারণত পুরুষের কণ্ঠস্বর গভীর এবং নারীর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হয়; অন্যদিকে বাচ্চাদের কণ্ঠস্বর নারীদের চেয়ে অধিকতর তীক্ষ্ণ হয়। ফলশ্রুতিতে পুরুষের তুলনায় নারী ও বাচ্চাদের কণ্ঠে উচ্চারিত স্বরধ্বনির ফরমেন্ট মান যথাক্রমে ১৭% ও ২৫% অধিক (Kostic´ & Das, 1972)। বয়স ও লিঙ্গ ছাড়াও পূর্বে উল্লেখিত অন্যান্য বিভিন্ন

চলকের প্রভাবের কারণে বিভিন্ন তথ্যদাতাদের স্বরধ্বনির নমুনা থেকে হার্জ এককে প্রাপ্ত ফরমেন্ট মানসমূহের সরাসরি পরিসংখ্যানিক বিশ্লেষণ করা যথার্থ নয়, বরং সেগুলোর স্বাভাবিকীকরণ (normalization) সম্পন্ন করা বাঞ্ছনীয়। এই স্বাভাবিকীকরণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে প্রাপ্ত রূপান্তরিত ফরমেন্ট মানসমূহ তথ্যদাতাদের ব্যক্তি বিশেষের বৈশিষ্ট ও নমুনায়নের ত্রুটিজনিত বিষয়গুলো ছাপিয়ে কোন ভাষার স্বরধ্বনির সত্যিকার ধ্বনিতাত্ত্বিক কাঠামোর বৈশিষ্ট তুলে ধরতে সক্ষম হয়। বিভিন্ন স্বাভাবিকীকরণ প্রক্রিয়া প্রচলিত আছে: *Bark Equivalent Rectangular Bandwidth (ERB), Mel, Log, Lobanov z-score, Watt-Fabricius s-centroid, Nearey-1, Nearey-2* প্রভৃতি। বিভিন্ন স্বাভাবিকীকরণ প্রক্রিয়ার তুলনামূলক অনুসন্ধানের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে যে *Lobanov z-score* পদ্ধতিটি সবচেয়ে কার্যকর (Adank, Smits, & van Hout, 2004) এবং বর্তমান গবেষণাতে এই পদ্ধতিটি অনুসরণ করা হয়েছে (দ্রষ্টব্য: ৪.৫ তথ্য বিশ্লেষণ)।

২.৪। বাংলা স্বরধ্বনির শব্দতরঙ্গভিত্তিক বিশ্লেষণ

শব্দতরঙ্গ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করে বাংলা স্বরধ্বনির উপর বেশ কয়েকটা গবেষণা সম্পাদন করা হয়েছে। এক্ষেত্রে ভারতের পশ্চিমবঙ্গ তথা কলকাতা ভিত্তিক প্রমিত বাংলার স্বরধ্বনির উপর তিনটি গবেষণা (Datta, 2018; Ganguli et al., 1988; Kostic´ & Das, 1972) এবং বাংলাদেশ তথা ঢাকা ভিত্তিক প্রমিত বাংলা ও বিভিন্ন উপভাষার তুলনা মিলিয়ে চারটি গবেষণা উল্লেখযোগ্য (হক,২০১১; Kibria, Rahaman, Selim, & Iqbal, 2020; Alam, Habib, & Khan, 2008; Hossain, Rahman, & Ahmed, 2007)। এই সকল গবেষণাতে ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মানের বিশ্লেষণের ভিত্তিতে উভয় ধরনের প্রমিত বাংলাতে সাতটি মৌখিক স্বরধ্বনিমূলের অবস্থান নিশ্চিত করা হয়েছে: /i e ɛ ɐ ɔ o u/। ফরমেন্ট ১ মান বিশ্লেষণে নিম্নোক্ত প্রবণতা দেখা যায়: i u < e o < ɛ ɔ < ɐ; অর্থাৎ, /i/ ও /u/ সবচেয়ে উচ্চ (সংবৃত) স্বরধ্বনি, /ɐ/ নিম্ন (বিবৃত) স্বরধ্বনি, /e/ ও /o/ উচ্চ-মধ্য (অর্ধসংবৃত) স্বরধ্বনি, এবং /ɛ/ ও /ɔ/ নিম্ন-মধ্য (অর্ধবিবৃত) স্বরধ্বনি। ফরমেন্ট ২ মান বিশ্লেষণে নিম্নোক্ত প্রবণতা দেখা যায়: i > e > ɛ > ɐ > ɔ > o > u; অর্থাৎ /i/ সবচেয়ে সম্মুখ, /u/ সবচেয়ে পশ্চাৎ এবং /ɐ/ কেন্দ্রীয় স্বরধ্বনি; /e/ অর্ধসম্মুখ এবং /ɛ/ অর্ধসম্মুখ-কেন্দ্রীয় স্বরধ্বনি; /o/ অর্ধপশ্চাৎ এবং /ɔ/ অর্ধপশ্চাৎ-কেন্দ্রীয় স্বরধ্বনি। ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২-এর সার্বিক বিবেচনায় দেখা যায় যে বাংলা স্বরধ্বনিগুলো তাত্ত্বিক মৌলিক স্বরধ্বনি (cardinal vowels) ও তেলেগু ভাষার স্বরধ্বনির তুলনায় কেন্দ্রপ্রবণ (Ganguli et al., 1988)। বাংলা স্বরধ্বনিগুলোর মধ্যে তুলনা করলে দেখা যায় যে পশ্চাৎ স্বরধ্বনিগুলো /ɔ o u/ একে অন্যের খুব নিকটে অবস্থান করে এবং সম্মুখ স্বরধ্বনিগুলো /i e ɛ/ নিজেদের মধ্যে যথেষ্ট স্পষ্ট দূরত্ব বজায় রাখে

(দ্রষ্টব্য: লেখচিত্র ১) (Kostic´& Das, 1972)। অপর দিকে এটা উল্লেখ করা প্রয়োজন যে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামোর উপভাষা ভিত্তিক স্বাতন্ত্র্যতা রয়েছে। যেমন প্রমিত বাংলার তুলনায় সিলেটি বাংলার স্বরধ্বনি কাঠামো সঙ্কুচিত: ফরমেন্ট ১ ও ২ মান বিশ্লেষণের মাধ্যমে Kibria, Rahaman, Selim এবং Iqbal (2020) দেখিয়েছে যে প্রমিত বাংলার সাতটি মৌখিক স্বরধ্বনির বিপরীতে সিলেটি বাংলাতে প্রধাণত পাঁচটি স্বরধ্বনি বিদ্যমান: /i e ɐ o u/। অর্থাৎ সিলেটি বাংলাতে অর্ধবিবৃত কেন্দ্রীয়-অর্ধসম্মুখ /ɛ/ ও অর্ধবিবৃত কেন্দ্রীয়-অর্ধপশ্চাৎ /ɔ/ স্বরধ্বনি দুটি নিতান্তই কম ব্যবহৃত হয় এবং এগুলোর পরিবর্তে যথাক্রমে /e / ও /o/ স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়ে থাকে[৩] (Kibria et al., 2020)।

বাংলা স্বরধ্বনিগুলোর বিভিন্ন সহধ্বনি রয়েছে (হাই, ১৯৬৭; Ferguson & Chowdhury, 1978; Chatterji, 1921) তবে এগুলোর উপর ধ্বনিবৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের অপ্রতুলতা রয়েছে। Ganguli, Datta ও Mukherjee (1988) এবং হক (২০১১) তাদের গবেষণাতে /ɔ/ এবং /o/-এর মধ্যবর্তী সমাজ-ভাষাতাত্ত্বিক [ȯ] সহস্বরধ্বনির অবস্থান দেখিয়েছে। সম্প্রতি Datta (2018) তার প্রতাশিত বইতে দেখিয়েছে যে বহু-অক্ষর বিশিষ্ট শব্দের স্বরধ্বনির তুলনায় এক-অক্ষর বিশিষ্ট শব্দের স্বরধ্বনির ফরমেন্ট মানগুলো অধিক সুস্পষ্ট; প্রথমগুলো দ্বিতীয়গুলোর তুলনায় কিছুটা কেন্দ্রপ্রবণ। খুব সম্ভবত একারণে Khan (2010) বাংলাদেশী বাংলার ধ্বনিতাত্ত্বিক প্রদর্শনীতে (IPA illustrations) এক-অক্ষর বিশিষ্ট স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মানের ভিত্তিতে সাতটি স্বরধ্বনির উপস্থাপন করেছে। অধিকিন্তু Datta (2018) মহাপ্রাণপ্রবণ নতুন সহস্বরধ্বনির বর্ণনা তুলে ধরেছে।

বাংলা স্বরধ্বনির বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানে পদার্থ ও কম্পিউটার বিজ্ঞানীরাই বেশী উদ্যোগী হয়েছে। এই গবেষণাগুলোতে উত্তরদাতাদের সংখ্যা নারী-পুরুষ মিলিয়ে ১ থেকে ৮-এর মধ্যে। এই অনুসন্ধানসমূহের কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে। প্রথমত, অধিকাংশ গবেষণাতে শব্দের আদি তথা প্রস্বনিত অক্ষরস্থ স্বরধ্বনির বিশ্লেষণ করা হয়েছে। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশ ভেদে স্বরধ্বনির মুদ্রায় যে কোন ধরনের পরিবর্তন হতে পারে সে বিষয়টি কোন গবেষণাতেই বিবেচনা করা হয়নি। দ্বিতীয়ত, বয়স, লিঙ্গ, সামাজিক অবস্থান, শিক্ষা, উপভাষা প্রভৃতি চলকের প্রভাবে বিভিন্ন তথ্যদাতাদের উচ্চারিত স্বরধ্বনিগুলোর ফরমেন্ট মান ভিন্ন হওয়া স্বাভাবিক। ভাষাতাত্ত্বিক বিবেচনায় এইসব ব্যক্তি সম্পর্কিত পার্থক্যসমূহ পরিহার করা জরুরী যা ফরমেন্ট মানগুলো স্বাভাবিকীকরণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়ে থাকে। একটি ছাড়া (Hossain et al., 2007) অন্য কোন গবেষণাতে এই বিষয়টি বিবেচনা করা হয়নি। তৃতীয়ত,

অধিকাংশ গবেষণাতে বর্ণনামূলক পরিসংখ্যানের মাধ্যমে স্বরধ্বনিগুলোর ফরমেন্ট মানের তালিকা তুলে ধরা হয়েছে। দুটি ছাড়া (Kibria et al., 2020; Kostic´& Das, 1972) অন্য কোন গবেষণাতে স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান সংশ্লিষ্ট অনুমানসমূহ পরিসংখ্যানিক পদ্ধতিতে (inferential statistics) যাচাই করা হয়নি। বাংলা ভাষার স্বরধ্বনির বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানে উপরিউক্ত সীমাবদ্ধতাসমূহ দূর করা বাঞ্ছনীয়।

৩। গবেষণার উদ্দেশ্য ও অনুমান

৩.১। উদ্দেশ্য

বর্তমান গবেষণার লক্ষ্য হল বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের প্রভাবের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান করা। এই গবেষণার সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্যসমূহ নিম্নরূপ:

(ক) ফরমেন্ট ১ মান বিশ্লেষণের ভিত্তিতে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলীতে কোন তারতম্য হয় কি না তা নিরূপণ করা। অর্থাৎ প্রস্বনের প্রভাবে স্বরধ্বনিগুলোর উচ্চ-নিম্ন প্রবণতা তথা সংবৃত-বিবৃত'র মাত্রাতে কোন পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয় কি না তা অনুসন্ধান করা।

(খ) ফরমেন্ট ২ মান বিশ্লেষণের ভিত্তিতে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণস্থানের বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করা। অর্থাৎ প্রস্বনের প্রভাবে স্বরধ্বনিগুলোর সম্মুখ-পশ্চাৎ প্রবণতাতে কোন পরিবর্তন সংগঠিত হয় কি না তা অনুসন্ধান করা।

৩.২। অনুমান

প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিগুলো কেন্দ্রপ্রবণ হবে। ফলশ্রুতিতে এক দিকে সংবৃত (উচ্চ) ও বিবৃত (নিম্ন) স্বরধ্বনিগুলো অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে তুলনামূলকভাবে যথাক্রমে কম সংবৃত (উচ্চ) ও কম বিবৃত (নিম্ন) হবে। অন্যদিকে সম্মুখ ও পশ্চাৎ স্বরধ্বনিগুলো অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে তুলনামূলকভাবে যথাক্রমে কম সম্মুখ ও কম পশ্চাৎ প্রবণ হবে। তবে উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের উপর প্রস্বনের এই প্রভাব স্বরধ্বনি ভেদে ভিন্ন হতে পারে।

৪। গবেষণা পদ্ধতি

৪.১। গবেষণা নকশা

এই গবেষণাটি পরীক্ষণমূলক। এখানে দুটি অধীন চলক বিশ্লেষণ করা হয়েছে: স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মান। এই তথ্যগুলো বিশ্লেষণে তিনটি স্বাধীন চলক বিবেচনায় নেয়া হয়েছে: তথ্যদাতাদের লিঙ্গ (নারী ও পুরুষ), স্বরধ্বনির প্রস্বন প্রকৃতি (প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত) এবং স্বরধ্বনি (i e ɛ æ ɔ o u)।

৪.২। তথ্যদাতা

সুবিধাজনক নমুনায়ন পদ্ধতির ভিত্তিতে ৪ জন বাংলা মাতৃভাষাভাষী তথ্যদাতা নির্বাচন করা হয়েছে: দুইজন নারী ও দুইজন পুরুষ। অংশগ্রহণকারীদের বয়স ২১ থেকে ২৪-এর মধ্যে এবং তারা সকলে বিশ্ববিদ্যালয়ে সম্মান পর্যায়ে অধ্যয়নরত ছাত্র-ছাত্রী। তারা সকলে ঢাকা ভিত্তিক প্রমিত বাংলা ব্যবহারকারী এবং বিগত পাঁচ বছর ধরে ঢাকার বাসিন্দা; তথ্যদাতাদের জনমিতিক ও সমাজভাষাতাত্ত্বিক তথ্য বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিষয়টি নিশ্চিত করা হয়েছে।

৪.৩। পাঠ্য নমুনা বা উপকরণ

সারণি ২। বাংলা স্বরধ্বনির নমুনা সংগ্রহে ব্যবহৃত শব্দসমূহ

প্রস্বনিত (stressed)	অপ্রস্বনিত (unstressed)
পিসি /ˈp**i**.ʃi/, পেশা /ˈp**e**.ʃa/, প্যাড়া /ˈp**ɛ**.ɽa/, পাশা /ˈp**e**.ʃa/, পসার /ˈp**ɔ**.ʃar/, পোশাক /ˈp**o**.ʃak/, পুকুর /ˈp**u**.kur/	বাপি /ˈba.p**i**/, মাপে /ˈma.p**e**/, বিখ্যাত /ˈbi.k^{h}**ɛ**.t̪o/, ছাপা [ˈt͡ʃ^{h}a.p**e**], বিতর্ক /ˈbi.t̪**ɔ**r.ko/, কম্প /ˈk**ɔ**m.p**o** /, বাপু /ˈba.p**u**/

বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণের নমুনা সংগ্রহের জন্য প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশ নির্ধারণ করে ১৪টি শব্দ নির্বাচন করা হয়েছে (দ্রষ্টব্য: ২ নং সারণি)। শব্দগুলো দুই অক্ষর বিশিষ্ট এবং তারা সাধারণত মুক্তাক্ষর প্রকৃতির (open syllable: CV)। গবেষণার লক্ষ্য স্বরধ্বনিগুলো সকল ক্ষেত্রেই ওষ্ঠ অঘোষ ব্যঞ্জন /p/-এর পরে রাখার চেষ্টা করা হয়েছে। তবে বাস্তব শব্দের ব্যবহার নিশ্চিত করার কারণে শুধু দুটি ক্ষেত্রে এই নিয়মগুলোর ব্যতিক্রম করা হয়েছে: অপ্রস্বনিত [ɔ] (বিতর্ক /ˈbi.t̪**ɔ**r.ko/) ও [ɛ] (বিখ্যাত /ˈbi.k^{h}**ɛ**.t̪o/)।

৪.৪। গবেষণা প্রক্রিয়া

নির্বাচিত শব্দগুলো বাক্য প্রতিবেশে রেকর্ড করা হয়েছে: "... কথাটি আবার বলুন"। বাংলাতে শব্দ বাক্যের মধ্য পরিবেশে ব্যবহৃত হলে তার প্রস্বনের প্রকৃতি নিষ্ক্রিয় হয়ে যেতে পারে। এক্ষেত্রে নির্বাচিত শব্দগুলো বাক্যের প্রথমে রাখার মাধ্যমে প্রস্বনের অবস্থান সুনিশ্চিত করা হয়েছে। তথ্য প্রদানকারীরা প্রতিটি বাক্য তিন বার করে উচ্চারণ করেছে। এরপর রেকর্ড করা বাক্য থেকে স্বরধ্বনিগুলো আলাদা করে *Praat* সফটওয়ার-এর মাধ্যমে *linear predictive coding (LPC)* পদ্ধতিতে স্পেকট্রাম বিশ্লেষণ করে স্বরধ্বনিগুলোর F1 ও F2 মান সংগ্রহ করা হয়েছে (Boersma &

Weenink, 2013); এই ফরমেন্ট মান সংগ্রহের ক্ষেত্রে স্বরধ্বনির মধ্যবর্তী তুলনামূলকভাবে স্থিতিশীল অংশ বিবেচনায় নেয়া হয়েছে।

৪.৫। তথ্য বিশ্লেষণ

বিশ্লেষণকৃত মোট স্বরধ্বনির সংখ্যা ১৬৮টি: ৭টি স্বরধ্বনি × ২টি প্রস্বন প্রতিবেশ × ৩ বার উচ্চারণ × ৪ তথ্যদাতা। উচ্চারণের ত্রুটির জন্য অপ্রস্বনিত একটি [o] স্বরধ্বনির তথ্য চূড়ান্ত বিশ্লেষণ থেকে বাদ দেয়া হয়েছে। সুতরাং [o]-এর ক্ষেত্রে প্রস্বনিত ১২টি ও অপ্রস্বনিত ১১টি স্বরধ্বনির নমুনার ফরমেন্ট মান পরিসংখ্যানিক বিশ্লেষণে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। অন্য সকল স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে ১২টি করে স্বরধ্বনির ফরমেন্ট মান পরিসংখ্যানিক বিশ্লেষণে বিবেচনা করা হয়েছে। ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণে প্রাপ্ত বাংলা স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ এবং ফরমেন্ট ২ মানগুলো *Lobanov* পরিসংখ্যানিক স্বাভাবিকীকরণ পদ্ধতি অনুসারে প্রতিটি উত্তরদাতার ক্ষেত্রে পৃথকভাবে তাদের সংশ্লিষ্ট গড় ও পরিমিত ব্যবধানের ভিত্তিতে আদর্শ পরিমিত ব্যবধান চলক মানে রূপান্তরিত করা হয়েছে। এই পদ্ধতিতে অনুসৃত ধাপসমূহ নিম্নোরূপ: (ক) প্রতিটি তথ্যদাতার ক্ষেত্রে পৃথকভাবে স্বাভাবিকীকরণ করতে হয়; (খ) নির্দিষ্ট তথ্যদাতার সকল স্বরধ্বনির নমুনা একসাথে বিবেচনা করা হয়, অর্থাৎ এই প্রক্রিয়াটি স্বরধ্বনি নির্বিশেষে সম্পন্ন হয়ে থাকে; (গ) ফরমেন্ট ১, ফরমেন্ট ২ বা অন্য কোন ফরমেন্ট ক্ষেত্রে আলাদা আলাদা ভাবে স্বাভাবিকীকরণ করা হয়; (ঘ) নির্দিষ্ট তথ্যদাতার সকল স্বরধ্বনির নমুনার ফরমেন্ট ১ বা ফরমেন্ট ২-এর হার্জ এককে প্রাপ্ত সকল মানের গড় ও পরিমিত ব্যবধান হিসাব করা হয়; (ঙ) প্রাপ্ত গড় ও পরিমিত ব্যবধানের ভিত্তিতে তথ্যদাতার সকল স্বরধ্বনির নমুনার নির্দিষ্ট ফরমেন্টের মূল মানসমূহের আদর্শ পরিমিত ব্যবধান হিসাব করা হয় এবং এই রূপান্তরিত মানসমূহ চূড়ান্ত পরিসংখ্যানিক বিশ্লেষণের জন্য বিবেচনা করা হয় (Adank, Smits, & van Hout, 2004)।

রূপান্তরিত ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মানগুলোকে পৃথকভাবে ভেদাঙ্ক বিশ্লেষণ (ANOVA) করা হয়েছে (ভুঞাঁ এবং ধর, ২০০১)। এই বিশ্লেষণে লিঙ্গ, প্রস্বন প্রকৃতি ও স্বরধ্বনি এই তিনটি স্বাধীন চলক এবং তথ্যদাতাদেরকে দৈব চলক হিসাবে বিবেচনা করা হয়েছে। এক্ষেত্রে পরিসংখ্যানিক অর্থবহতা তথা তাৎপর্যতা নির্ণয়ে আলফা (α) মান ০.০৫ নির্ধারণ করা হয়েছে; তবে প্রতিটি তুলনার ক্ষেত্রে প্রকৃত p-মান (নাস্তি অনুমানের সম্ভাব্যতার মান) উল্লেখ করা হয়েছে। অধিকিন্তু ফরমেন্ট মানের ভিত্তিতে স্বরধ্বনি ত্রিভূজ লেখচিত্র তৈরি করা হয়েছে।

৫। ফলাফল

এই গবেষণায় প্রাপ্ত বাংলা প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত মৌখিক স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ মানসমূহ নিম্নে ৩নং লেখচিত্র ও ৩নং সারণিতে উপস্থাপন করা হল। উল্লেখ্য সারণিতে হার্জ ও আদর্শ পরিমিত ব্যবধান এককে ফরমেন্ট মান উপস্থাপন করা হয়েছে, তবে লেখচিত্র তৈরি ও পরিসংখ্যানিক বিশ্লেষণে শুধুমাত্র শেষোক্ত মানসমূহ বিবেচনা করা হয়েছে।

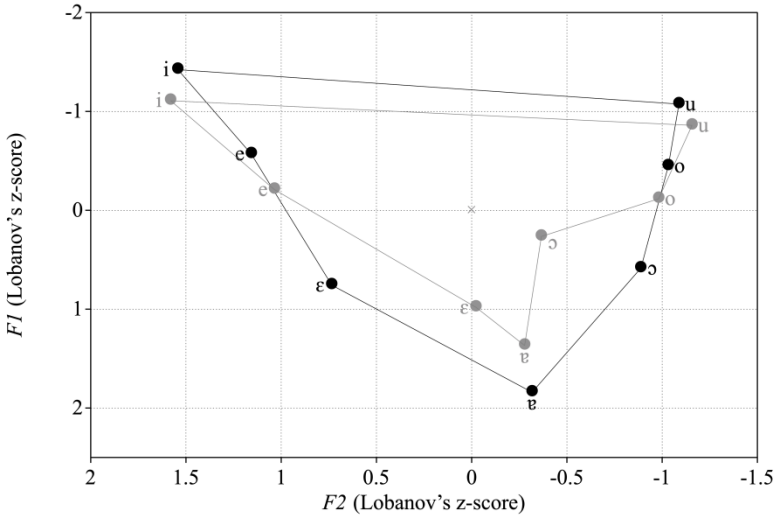
৫.১। ফরমেন্ট ১ মান বিশ্লেষণের ফলাফল

বাংলা স্বরধ্বনিগুলোর ফরমেন্ট ১ মানের ভেদাঙ্ক বিশ্লেষণের ফলাফলে লক্ষ্য করা যায় যে উত্তরদাতাদের লিঙ্গের মূলপ্রভাব (main effect) তাৎপর্যপূর্ণ নয়, F(১,২)=০.০০৯, p=.৯৩০। তবে স্বরধ্বনি ও প্রস্বনের মূলপ্রভাব এবং এদের মধ্যকার মিশ্রপ্রভাব (interaction) পরিসাংখ্যানিক দৃষ্টিতে অর্থবহ: স্বরধ্বনি F(৬,১৫০)=৪৮৯.৯১, p<.০০০১; প্রস্বন F(১, ১৫০)= ৬.৭৮, p=.০১০১; স্বরধ্বনি × প্রস্বন F(৬, ১৫০)= ১৩.৫৯, p<.০০০১। অর্থাৎ প্রস্বনের প্রভাবে সব স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ মান তথা সংবৃতি-বিবৃতির মাত্রাতে পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। তবে পরিবর্তনের প্রকৃতি স্বরধ্বনি ভেদে ভিন্ন হয়ে থাকে।

এই গবেষণার ফরমেন্ট ১-এর তথ্য বিশ্লেষণে দেখা যায় যে [i] ও [u] হল সবচেয়ে সংবৃত স্বরধ্বনি। প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে উভয় স্বরধ্বনিই কিছুটা কম সংবৃত: [i]-এর ক্ষেত্রে এই পার্থক্য প্রায় তাৎপর্যপূর্ণ (p=.০৫২) এবং [u]-এর ক্ষেত্রে এই পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় অর্থবহ নয় (p=.৫৩৭)। প্রস্বনিত প্রতিবেশে [i] স্বরধ্বনিটি [u]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণভাবে অধিক সংবৃত (p=.০১৬) হলেও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে এই পার্থক্য নিষ্ক্রিয় হয়ে গিয়ে উভয় স্বরধ্বনিই সম মাত্রায় সংবৃত হয়ে পড়ে (p=১.০০)। অন্যদিকে [e] ও [o] স্বরধ্বনি দুটি অর্ধসংবৃত। এই স্বরধ্বনি যুগলে প্রস্বনের প্রভাব সংবৃত স্বরধ্বনির ([i u]) অনুরূপ: এক্ষেত্রে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে উভয়ই স্বরধ্বনিই তাৎপর্যপূর্ণ রূপে কম সংবৃত ([e] p=.০১০৬, [o] p=.০৩৯)। এই স্বরধ্বনি দুটি সমান মাত্রায় অর্ধসংবৃত এবং তা প্রস্বনিত (p=.৯৮৮) ও অপ্রস্বনিত (p=.৯৯৯) উভয় প্রতিবেশে প্রযোজ্য। অধিকিন্তু উভয় প্রতিবেশে এগুলো [i] ও [u]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণভাবে কম সংবৃত এবং [ɛ] ও [ɔ]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণভাবে অধিক সংবৃত: প্রস্বনিত [e]-[i] p<.০০০১, [e]-[ɛ] p<.০০০১, [o]-[u] p<.০০০১, [o]-[ɔ] p<.০০০১; অপ্রস্বনিত [e]-[i] p<.০০০১, [e]-[ɛ] p<.০০০১, [o]-[u] p<.০০০১, [o]-[ɔ] p=.০০৬৩।

সারণি ৩। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত বাংলা স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ (F1) ও ফরমেন্ট ২ (F2) মানসমূহ: গড় মানের সাথে বন্ধনীর মধ্যে আদর্শ বিচ্যুতি উপস্থাপন করা হয়েছে।

		নারী (হার্জ)		পুরুষ (হার্জ)		সম্মিলিত আদর্শ পরিমিত ব্যবধান (Lobanov's z-score)	
স্বরধ্বনি	ফরমেন্ট	প্রস্বনিত	অপ্রস্বনিত	প্রস্বনিত	অপ্রস্বনিত	প্রস্বনিত	অপ্রস্বনিত
[i]	F1	৩৪১.৮৩ (২০.১৫)	৩৭৩.৮৩ (১৪.৭৮)	৩০২.৬৭ (৬.৪১)	(৩৭৪.৫০) (১১.৩৯)	-১.৪২ (০.১২)	-১.১১ (০.১৬)
	F2	২৮৬৪.৫০ (১১৫.৮৩)	২৮৮৯.৬৬ (৭৬.৪৩)	২১৮৩.০০ (১১৩.০২)	২২০১.৬৭ (৩০.৩৯)	১.৫৬ (০.১৪)	১.৫৮ (০.১২)
[e]	F1	৫২৯.০০ (২৫.৯৩)	৬০৬.৮৩ (৫৭.৬৮)	৪২৭.১৭ (১৬.৪৭)	৪৭৯.০০ (৩২.৫৫)	-০.৫৭ (০.১৩)	-০.২১ (০.২৫)
	F2	২৫২১.৬৭ (১১৪.৪৩)	২৪৬৭.৫০ (১০৬.৯১)	২০২১.০০ (৫৩.৭৭)	১৯২৯.৫০ (৪৭.৪১)	১.১৬ (০.০৯)	১.০৪ (০.১৩)
[ɛ]	F1	৮০৪.৫০ (৯৫.৭০)	৮৫৯.১৭ (১১১.৫৫)	৬৪১.০০ (৪১.৬৩)	৬৭০.৬৭ (১৮.৯৬)	০.৭৬ (০.২৮)	০.৯৮ (০.২৬)
	F2	২১৭৫.৫০ (২১৯.১৯)	১৬৩২.১৭ (১১৭.৩৯)	১৮২৪.৬৭ (১৭.৫৩)	১৪১৫.৫০ (৮৯.৬২)	০.৭৩ (০.১৯)	-০.০২ (০.১৪)
[ɐ]	F1	১০৪১.০০ (৩০.৩৪)	৯২২.১৭ (১১৬.০৯)	৭৯৫.৮৩ (৩৬.৩৮)	৭৪৪.১৭ (৩৬.০৭)	১.৮৪ (০.২০)	১.৩৭ (০.২৭)
	F2	১৪৪১.৮৩ (১০০.০৬)	১৪৪৬.৬৭ (৭৯.৩৭)	১২৩৬.০০ (২৭.০৭)	১২৭৪.৬৭ (৩৭.৮৫)	-০.৩২ (০.১১)	-০.২৮ (০.০৯)
[ɔ]	F1	৭৩০.৫০ (৩৭.৮২)	৬৮৭.১৭ (১৬.০৩)	৬৩২.১৭ (৪৯.০১)	৫৬৯.১৭ (৪৬.৪৬)	০.৫৯ (০.৩৫)	০.২৬ (০.১৮)
	F2	১০০৯.৩৩ (৮৪.৭১)	১৩৪৬.৬৭ (৯০.৪৭)	৯৪৪.৫০ (৩০.৮১)	১২৫৫.৮৩ (২৯.৪০)	-০.৮৯ (০.০৯)	-০.৩৭ (০.১৩)
[o]	F1	৫৫৮.৫০ (৩৫.০২)	৬৩৯.৮৩ (৬৪.৪১)	৪৪৫.৫০ (২১.৬০)	৪৭৯.৪০ (৩৭.৫৩)	-০.৪৫ (০.১৯)	-০.১২ (০.৩৩)
	F2	০৯১৩.৮৩ (৩৯.০৯)	১০২১.৮৩ (৭০.৩১)	৮৬১.৫০ (৪৮.২০)	৮২৯.২০ (১৪.৪১)	-১.০৩ (০.০৭)	-০.৯৮ (০.১৩)
[u]	F1	৪০২.৬৭ (২১.৬৩)	৪২৭.০০ (৪২.১৭)	৩৬৫.৮৩ (১৮.৩০)	৪১০.৬৭ (২০.৪৪)	-১.০৭ (০.১৩)	-০.৮৬ (০.১৬)
	F2	৯৪৬.৩৩ (১৫.৩৪)	৮৩৯.৮৩ (৭২.২৮)	৭৮০.৫০ (৩৫.২৫)	৭৮৩.৫০ (৩৬.১৮)	-১.০৯ (০.১১)	-১.১৬ (০.০৯)



চিত্র ৩। বাংলা প্রস্বনিত (কালো) ও অপ্রস্বনিত (ধূসর) স্বরধ্বনির লেখচিত্র। উলম্ব রেখাতে ফরমেন্ট ১ ও অনুভূমিক রেখাতে ফরমেন্ট ২ মান উপস্থাপন করা হয়েছে। ফরমেন্ট দুটির গড় মানের ভিত্তিতে স্বরধ্বনিগুলোর অবস্থান ফোঁটা চিহ্ন দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে।

এই গবেষণার ফরমেন্ট ১-এর তথ্য বিশ্লেষণে আরো দেখা যায় যে [ɐ] হল সবচেয়ে বিবৃত স্বরধ্বনি। এই বিবৃত স্বরধ্বনিটিতে প্রস্বনের প্রভাব সংবৃত স্বরধ্বনির বিপরীত: অপ্রস্বনিত [ɐ] তার প্রস্বনিত প্রতিপক্ষের তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণ রূপে কম বিবৃত (p=.০০০১)। অন্যদিকে [ɛ] ও [ɔ] হল অর্ধবিবৃত স্বরধ্বনি। [ɔ]-এর ক্ষেত্রে প্রস্বনের প্রভাব [ɐ]-এর অনুরূপ: এটি প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে তাৎপর্যপূর্ণ রূপে কম বিবৃত (p=.০৪২)। অন্যদিকে [ɛ]-এর ক্ষেত্রে প্রস্বনের প্রভাব [ɐ] ও [ɔ] তুলনায় ভিন্ন: এক্ষেত্রে অপ্রস্বনিত [ɛ] প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় কিছুটা বেশী বিবৃত, যদিও এই পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ নয় (p=.৪৬৪)। প্রস্বনিত প্রতিবেশে [ɛ] ও [ɔ] উভয় স্বরধ্বনিই সম মাত্রায় অর্ধবিবৃত (p=.৮৪৩) হলেও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে এই স্বরউচ্চতা সাম্যের ব্যত্যয় ঘটে: এক্ষেত্রে [ɔ]-এর তুলনায় [ɛ] তাৎপর্যপূর্ণ রূপে কম বিবৃত (p<.০০০১)। অধিকিন্তু উল্লেখ্য যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে এই স্বরধ্বনিগুলো [ɐ]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণভাবে কম বিবৃত: প্রস্বনিত [ɛ]-[ɐ] p<.০০০১, [ɔ]-[ɐ] p<.০০০১; অপ্রস্বনিত [ɛ]-[ɐ] p=.০০৩৯, [ɔ]-[ɐ] p<.০০০১। সার্বিক বিবেচনায় দেখা যায় যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনির পাঁচটি সংবৃতি-বিবৃতির মাত্রা নির্ধারণ করা

যায়, তবে এগুলোর মধ্যে সাংগঠনিক পার্থক্য বিদ্যমান; এই বিষয়টি সারণি ৪-এ উপস্থাপন করা হয়েছে।

সারণি ৪। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনির পাঁচটি সংবৃতি-বিবৃতির মাত্রা। "<" চিহ্ন দ্বারা নির্ধারিত এক স্তরের স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ১ মানের সাথে অন্য স্তরের স্বরধ্বনির মানের পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ। অন্যদিকে কোন স্তরে একাধিক স্বরধ্বনি থাকলে তাদের মধ্যে ফরমেন্ট ১ মানের পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ নয়।

	সংবৃতি-বিবৃতির মাত্রা
প্রস্বনিত	(সংবৃত/উচ্চ) [i] < [u] < [e o] < [ɛ ɔ] < [ɐ] (বিবৃত/নিম্ন)
অপ্রস্বনিত	(সংবৃত/উচ্চ) [i u] < [e o] < [ɔ] < [ɛ] < [ɐ] (বিবৃত/নিম্ন)

৫.২। ফরমেন্ট ২ মান বিশ্লেষণের ফলাফল

বাংলা স্বরধ্বনিগুলোর ফরমেন্ট ২ মানের ভেদাঙ্ক বিশ্লেষণের ফলাফলে লক্ষ্য করা যায় যে উত্তরদাতাদের লিঙ্গের মূলপ্রভাব তাৎপর্যপূর্ণ নয়, F(1, 2)=০.৪২৪, p=.৫৮১। তবে স্বরধ্বনি ও প্রস্বনের মূলপ্রভাব এবং এদের মধ্যকার মিশ্রপ্রভাব পরিসংখ্যানিক দৃষ্টিতে অর্থবহ: স্বরধ্বনি F(৬,১৫০)= ১৮০৬.৯৬, p<.০০০১; প্রস্বন F(১,১৫০)= ৫.৪৩, p=.০২১; স্বরধ্বনি × প্রস্বন F(৬,১৫০)= ৫৯.৭৯, p<.০০০১। অর্থাৎ প্রস্বনের প্রভাবে স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ২ মান তথা সম্মুখ-পশ্চাৎ উচ্চারণস্থানে পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়, তবে এই পরিবর্তন সকল স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে সমভাবে প্রযোজ্য নয়।

এই গবেষণার ফরমেন্ট ২-এর তথ্য বিশ্লেষণে দেখা যায় যে [i] হল সবচেয়ে সম্মুখ এবং [u] সবচেয়ে পশ্চাৎ স্বরধ্বনি। প্রস্বন কাঠামোর তারতম্যের কারণে এই দুটি স্বরধ্বনির কোনটির ক্ষেত্রেই সম্মুখ বা পশ্চাৎ প্রবণতার কোন তাৎপর্যপূর্ণ পরিবর্তন হয় না: [i] p=১.০০, [u] p=.৯৭৯। অন্যদিকে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত [e] ও [o] যথাক্রমে কিঞ্চিৎ কম সম্মুখ ও পশ্চাৎ প্রবণ, তবে এদের কোন ক্ষেত্রেই এই পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় অর্থবহ নয়: [e] p=.৪২২, [o] p=.৯৯৯। [e] স্বরধ্বনিটি [i]-এর তুলনায় অর্থবহ রূপে কম সম্মুখ এবং [ɛ]-এর তুলনায় অধিক সম্মুখ; এই প্রবণতা প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে সমভাবে প্রযোজ্য (p<.০০০১)। অন্যদিকে প্রস্বনিত প্রতিবেশে [o] স্বরধ্বনিটি [u] ও [ɔ]-এর তুলনায় যথাক্রমে কম পশ্চাৎ ও সম্মুখ হলেও পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় এদের কারো সাথে অর্থবহ দূরত্ব বজায় রাখে না: [o]-[u] p= .৯৯৭, [o]-[ɔ] p= .১৭২; তবে ২০%

সংশয় মাত্রা বিবেচনায় নিলে [o] স্বরধ্বনিটি [ɔ]-এর তুলনায় অধিক পশ্চাৎপ্রবণ। বিপরীত দিকে অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে [o] স্বরধ্বনিটি [u] ও [ɔ]-এর তুলনায় যথাক্রমে অর্থবহ মাত্রায় কম পশ্চাৎ ও কম সম্মুখ: [o]-[u] p=.০৩৯, [o]-[ɔ] p<.০০০১।

এই গবেষণার ফরমেন্ট ২-এর তথ্য বিশ্লেষণে আরো দেখা যায় যে [ɐ] হল কেন্দ্রীয় স্বরধ্বনি এবং প্রস্বনের প্রভাবে এর উচ্চারণস্থানের কোন তাৎপর্যপূর্ণ পরিবর্তন হয় না (p=.৯৯৯)। অন্যদিকে [ɛ] ও [ɔ]-এর উচ্চারণস্থানের উপর প্রস্বনের প্রভাব অত্যন্ত তীব্র: অপ্রস্বনিত [ɛ] প্রস্বনিত [ɛ]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণমাত্রায় কম সম্মুখ (p<.০০০১) এবং অপ্রস্বনিত [ɔ] প্রস্বনিত [ɔ]-এর তুলনায় তাৎপর্যপূর্ণ মাত্রায় কম পশ্চাৎ (p<.০০০১)। অর্থাৎ অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে এই স্বরধ্বনি দুটি তাদের সম্মুখ ও পশ্চাৎ প্রবণতা নিষ্ক্রিয় হয়ে তীব্র মাত্রায় কেন্দ্রীভূত হয়ে পড়ে। অপ্রস্বনিত [ɔ] এতটা কেন্দ্রিক যে তার উচ্চারণস্থান অপ্রস্বনিত [ɐ]-এর সাথে কোন অর্থবহ দূরত্ব বজায় রাখে না (p=.৮২৭)। অন্যদিকে অপ্রস্বনিত [ɛ]-এর কেন্দ্রপ্রবণতা সত্ত্বেও এটি অপ্রস্বনিত [ɐ]-এর চেয়ে অর্থবহ রূপে বেশী সম্মুখ (p=.০০০১)। অধিকিন্তু অপ্রস্বনিত [ɛ] ও [ɔ] নিজেদের উচ্চারণস্থানের মধ্যে অর্থবহ দূরত্ব বজায় রাখে। সার্বিক বিবেচনায় দেখা যায় যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনির যথাক্রমে পাঁচটি ও ছয়টি সম্মুখ-পশ্চাৎ উচ্চারণস্থান নির্ধারণ করা যায়। স্বরধ্বনি ভেদে উচ্চারণস্থানের এই পার্থক্যসমূহ সারণি ৫-এ উপস্থাপন করা হয়েছে।

সারণি ৫। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণের সম্মুখ-পশ্চাৎ প্রবণতা। "<" চিহ্ন দ্বারা নির্ধারিত এক উচ্চারণস্থানের স্বরধ্বনির ফরমেন্ট ২-এর মানের সাথে অন্য স্তরের স্বরধ্বনি মানের পার্থক্য পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ। অন্যদিকে কোন স্তরে একাধিক স্বরধ্বনি থাকলে তাদের মধ্যে ফরমেন্ট ২-এর মানের পার্থক্য পরিসাংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ নয়।

	সম্মুখ-পশ্চাৎ প্রবণতা
প্রস্বনিত	(সম্মুখ) [i] < [e] < [ɛ] < [ɐ] < [ɔ o u] (পশ্চাৎ)
অপ্রস্বনিত	(সম্মুখ) [i] < [e] < [ɛ] < [ɐ ɔ] < [o] < [u] (পশ্চাৎ)

৬। পর্যালোচনা

এই গবেষণার লক্ষ্য ছিল বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের প্রভাব অনুসন্ধান করা। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে স্বরধ্বনিগুলোর ফরমেন্ট ১ ও ২-এর মান বিশ্লেষণের মাধ্যমে যথাক্রমে তাদের উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের উপর আলোকপাত করা হয়েছে।

৬.১ । *স্বরধ্বনির উচ্চারণে লিঙ্গের প্রভাব*

এই গবেষণাতে নারী ও পুরুষ উভয় লিঙ্গের তথ্যদাতাদের উচ্চারিত নমুনা বিশ্লেষণ করা হয়েছে। তবে ফরমেন্ট ১ বা ফরমেন্ট ২-এর কোন ক্ষেত্রেই লিঙ্গের প্রভাব পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ প্রতীয়মান হয়নি। এর কারণ হল এই যে ফরমেন্ট ১ ও ২-এর হার্জ এককে সংগ্রহকৃত মানগুলো প্রতিটি উত্তরদাতা ভিত্তিক আদর্শ পরিমিত ব্যবধান মানে রূপান্তরিত করা হয়েছে। এই প্রক্রিয়াতে ফরমেন্ট মানের স্বাভাবিকীকরণ ভাষা হিসাবে বাংলার সামগ্রিক স্বরধ্বনি প্রক্রিয়ার চিত্র উপস্থাপন করতে সক্ষম হয়েছে। তবে সামাজিক ভাষাবিজ্ঞানের দৃষ্টিতে লিঙ্গ ভেদে স্বরধ্বনির ব্যাবহারে পার্থক্যের বিষয়টি ভবিষ্যতে গভীরভাবে অনুসন্ধানের দাবি রাখে। ভবিষ্যৎ গবেষণাতে অধিক সংখ্যক নারী ও পুরুষ তথ্যদাতা অন্তর্ভূক্ত করা সমীচীন হবে।

৬.২ । *স্বরধ্বনির উচ্চারণে প্রস্বনের প্রভাব*

বর্তমান গবেষণাতে ফরমেন্ট ১ ও ফরমেন্ট ২ উভয়ের মান বিশ্লেষণে দেখা যায় যে প্রস্বনের প্রভাব পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় তাৎপর্যপূর্ণ। অর্থাৎ প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিগুলোর উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের মধ্যে তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। তবে এই পার্থক্য সকল স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে সম রূপে প্রযোজ্য নয়। উচ্চারণশৈলীর বিশ্লেষণে এটা প্রতীয়মান হয় যে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত [ɐ ɔ] তাৎপর্যপূর্ণ মাত্রায় কম বিবৃত, [i e o] তাৎপর্যপূর্ণ মাত্রায় কম সংবৃত; তবে [u ɛ] কিঞ্চিৎ কম সংবৃত হলেও পরিসংখ্যানিক বিবেচনায় এই স্বরধ্বনি দুটি তাদের প্রস্বনিত প্রতিপক্ষের ন্যায় একই মাত্রার সংবৃত-বিবৃতর আকার ধারণ করে।

অন্যদিকে উচ্চারণস্থানের বিশ্লেষণে দেখা যায় যে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত [ɛ] ও [ɔ] স্বরধ্বনি দুটি যথাক্রমে তীব্র মাত্রায় কম সম্মুখ ও কম পশ্চাৎ প্রবণ; অন্যান্য স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে [i e ɐ o u] প্রস্বন প্রতিবেশের তারতম্যে উচ্চারণস্থানের কোন পার্থক্য লক্ষ্য করা যায় না। সার্বিক বিবেচনায় এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামো প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে ধ্বনিবৈজ্ঞানিকভাবে সঙ্কুচিত তথা কেন্দ্রপ্রবণ, তবে সকল স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে এই প্রবণতা সমান মাত্রায় পরিলক্ষিত হয় না: (ক) [ɔ] স্বরধ্বনিটি কম বিবৃত ও কম পশ্চাৎ হয়ে সবচেয়ে তীব্র মাত্রায় কেন্দ্রপ্রবণ হয়ে পড়ে; (খ) [ɛ] স্বরধ্বনিটি তীব্র মাত্রায় কম সম্মুখ হয়ে যথেষ্ট কেন্দ্রপ্রবণ হয়ে পড়ে; (গ) [i e o] স্বরধ্বনিগুলো কম সংবৃত এবং [ɐ] স্বরধ্বনিটি কম বিবৃত হয়ে বেশ কেন্দ্রপ্রবণ হয়ে পড়ে; (ঘ) [u] স্বরধ্বনিটির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান যথেষ্ট স্থিতিশীল এবং এক্ষেত্রে কোন কেন্দ্রপ্রবণতা লক্ষ্য করা যায় না। অর্থাৎ প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে [u] ছাড়া অন্য সকল স্বরধ্বনিই স্পষ্টরূপে কেন্দ্রপ্রবণতা দেখায়।

সারণি ৬। প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনিমূলের সহধ্বনিসূমহ

ধ্বনিমূল	/i/	/e/	/ɛ/	/ɐ/	/ɔ/	/o/
প্রস্বনিত সহধ্বনি	[i̯]	[e̯]	[ɛ]	[ɐ̯]	[ɔ]	[o̯]
অপ্রস্বনিত সহধ্বনি	[i̯]	[e̯]	[ɜ]	[ɐ̯]	[ə]	[o̯]

প্রস্বন কাঠামোর প্রকৃতি ভেদে বাংলা ভাষার বিভিন্ন স্বরধ্বনিমূলের উচ্চারণে যে ধারাবাহিক পরিবর্তন সংগঠিত হয় তা সুস্পষ্ট করার জন্য স্বতন্ত্র সহধ্বনির প্রস্তাব করা যেতে পারে (দ্রষ্টব্য: সারণি ৬)। /i e o/ স্বরধ্বনিগুলো প্রস্বনিত প্রতিবেশে কিছুটা বেশী সংবৃত [i̯ e̯ o̯] এবং অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে কিছুটা কম সংবৃত প্রকৃতির [i̯ e̯ o̯]। বিপরীতক্রমে /ɐ/ স্বরধ্বনিটি প্রস্বনিত প্রতিবেশে কিছুটা বেশী বিবৃত [ɐ̯] এবং অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে কিছুটা কম বিবৃত প্রকৃতির [e̯]। প্রস্বন প্রতিবেশের প্রকৃতি ভেদে /ɛ/ ও /ɔ/ স্বরধ্বনিমূলের উচ্চারণে যে পার্থক্য লক্ষ্য করা যায় তা বিশেষভাবে দৃষ্টি আকর্ষণ করে। /ɛ/ স্বরধ্বনিমূলটি প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে যথাক্রমে সম্মুখ [ɛ] ও কেন্দ্রীয় [ɜ] ধ্বনি হিসাবে উচ্চারিত হয়। বাংলা ধ্বনিতত্ত্বে /ɛ/-এর সহধ্বনি হিসাবে প্রায়-বিবৃত সম্মুখ [æ] ধ্বনির উল্লেখ করা হয়ে থাকে। এই নিবন্ধে প্রস্তাবিত [ɜ] সহধ্বনিটি সম্মুখ [ɛ]-এর ন্যায় প্রায় একই মাত্রায় বিবৃত এবং সম্মুখ [ɛ] ও [æ]-এর তুলনায় অধিক তীব্র মাত্রায় কম সম্মুখ তথা কেন্দ্রপ্রবণ। অন্যদিকে /ɔ/ স্বরধ্বনিমূলটি প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে যথাক্রমে পশ্চাৎ [ɔ] ও কেন্দ্রীয় [ə] ধ্বনি হিসাবে উচ্চারিত হয়। বাংলা ধ্বনিতত্ত্বে মধ্যবিবৃত পশ্চাৎ বর্তুল/ɔ/ স্বরধ্বনির সহধ্বনি হিসেবে মধ্যবিবৃত পশ্চাৎ প্রসৃত [ʌ] ধ্বনির উল্লেখ করা হয়ে থাকে। তবে এই নিবন্ধে প্রস্তাবিত [ə] সহধ্বনিটি [ɔ] ও [ʌ] উভয়ের তুলনায় যথেষ্ট মাত্রায় কম বিবৃত এবং তীব্র মাত্রায় কম পশ্চাৎ প্রবণ। অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে এই স্বরধ্বনিটির কেন্দ্রপ্রবণতা এতটাই প্রবল যে এটাকে বরং [ə] চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা অধিক সমীচীন হবে। সর্বশেষ, উল্লেখ্য যে বর্তমান গবেষণাতে ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণের ফলশ্রুতিতে প্রস্তাবিত সহস্বরধ্বনিসমূহ বাংলা ভাষাভাষীদের পর্যবেক্ষণে (perception) কতটা বাস্তব বলে বিবেচিত হয় তা ভবিষ্যতে যাচাই করে দেখার প্রয়োজন রয়েছে।

৬.৩। ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বনাম ধ্বনিতাত্ত্বিক সঙ্কোচন

ভাষাবিজ্ঞানীরা সাধারণত বলে থাকে যে বাংলাতে প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বহিঃপ্রকাশ খুব দুর্বল প্রকৃতির: "[Lexical] stress in Bengali is usually quite weak phonetically sometimes to the point of being almost inaudible" (Hayes & Lahiri, 1991, p. 56-57)। বর্তমান গবেষণার ফলাফল বাংলা ভাষার

প্রস্বন সম্পর্কিত এই প্রচলিত ধারণাকে প্রশ্নের সম্মুখীন করেছে। আমরা লক্ষ্য করেছি যে /u/ ব্যতীত অন্য সকল বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনিই অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে উচ্চারণশৈলী বা উচ্চারণস্থানের দৃঢ়তা লোপ করে কিছুটা নমনীয় ধাঁচে উচ্চারিত হয়। ফলশ্রুতিতে প্রস্বনিত স্বরধ্বনিক্ষেত্রের (vowel space) তুলনায় অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিক্ষেত্রের আয়তন কম হয়ে থাকে; অর্থাৎ শেষোক্ত স্বরধ্বনিগুলোর মধ্যে পারস্পারিক দূরত্ব কমে যায় (দ্রষ্টব্য: লেখচিত্র ৩)। সুতরাং প্রস্বনের নির্দেশক হিসেবে স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান বিবেচনায় নিলে দেখা যায় যে বাংলা প্রস্বন ধ্বনিবৈজ্ঞানিকভাবে দুর্বল নয় বরং তা যথেষ্ট মাত্রায় শক্তিশালী। তবে এই বিষয়ে চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত নেবার পূর্বে অধিধ্বনি হিসাবে প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ নির্দেশক যেমন স্বর (pitch), সময় (duration) ও তীব্রতার (intensity) উপর অনুসন্ধানের প্রয়োজন রয়েছে (Garde, 1972)।

বাংলা অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনির ধ্বনিবৈজ্ঞানিক ভিন্নতা মেনে নিলে এখানে নিম্নোক্ত দুটি প্রশ্নের অবকাশ থেকে যায়: প্রস্বনের প্রকৃতি ভেদে বাংলা স্বরধ্বনি রূপান্তর কতটা তীব্র? এটা কি কোন ধ্বনিতাত্ত্বিক রূপান্তর সংগঠিত করে? পূর্বে উল্লেখ করা হয়েছে যে বাংলাতে প্রস্বনিত প্রতিবেশে মৌখিক ও নাসিক্য উভয় ধরনের স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয় এবং অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে শুধুমাত্র মৌখিক স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়। এই বিবেচনায় প্রস্বনের প্রভাবে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামোর ধ্বনিতাত্ত্বিক রূপান্তর তথা সম্প্রসারণ-সঙ্কোচন স্পষ্ট। সুতরাং বাংলা ভাষাকে ইংরেজি, কাতালান ও পর্তুগিজের মতো একই শ্রেণীভুক্ত করা যেতে পারে; এক্ষেত্রে প্রস্বনিত স্বরধ্বনি কাঠামোর তুলনায় অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনি কাঠামো ধ্বনিতাত্ত্বিকভাবে সঙ্কুচিত: প্রস্বনিত প্রতিবেশের বিপরীতে অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে কম সংখ্যক স্বরধ্বনি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

এখন প্রশ্ন থেকে যায় যে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনি কাঠামো প্রস্বনের প্রকৃতি ভেদে কতটুকু রূপান্তরিত হয়। বর্তমান গবেষণার ফলাফলে দেখা যায় যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত উভয় প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনির সংখ্যার কোন পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ উভয় ক্ষেত্রেই সাতটি করে স্বরধ্বনির অবস্থান নিশ্চিত করা হয়েছে এবং এগুলো পরস্পরের সাথে উচ্চারণশৈলী বা উচ্চারণস্থান বা এদের উভয় মাপকাঠির সম্মিলিত বিচারে পার্থক্য বজায় রাখে। সুতরাং এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে প্রস্বনের প্রকৃতি ভেদে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির ধ্বনিতাত্ত্বিক রূপান্তর (সম্প্রসারণ-সঙ্কোচন) পরিলক্ষিত হয় না, বরং এই ভাষাতে মৌখিক স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের প্রভাব শুধুমাত্র ধ্বনিবৈজ্ঞানিক পর্যায়ে সীমাবদ্ধ: অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনি কাঠামো প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় কেন্দ্রপ্রবণ তথা সঙ্কুচিত। অর্থাৎ বাংলা অপ্রস্বনিত মৌখিক স্বরধ্বনির উচ্চারণে তুলনামূলকভাবে কিছুটা শৈথিল্যতা দেখা যায়। এটি কোন বিচ্ছিন্ন ঘটনা নয়, বরং এটাকে মূলত ধ্বনিতাত্ত্বিকপর্ব বা অর্থপর্বের অনাদি অক্ষেরসমূহের উচ্চারণে সামগ্রিকভাবে যে নমনীয় ভাব লক্ষ্য করা যায় তার প্রতিফলন হিসাবে

বিবেচনা করা যেতে পারে। একারণে বাংলাতে প্রস্বনিত তথা আদি অক্ষরের তুলনায় অপ্রস্বনিত তথা অনাদি অক্ষরে স্বরধ্বনি ও ব্যঞ্জনধ্বনি উভয়ই বেশী মাত্রায় সমীভবন (assimilation), লোপ (deletion) প্রভৃতি ধ্বনিতাত্ত্বিক প্রক্রিয়ার ভিতর দিয়ে যায় (চক্রবর্তী, ২০১১)। সুতরাং বাংলা ভাষার এই সকল ধ্বনিতাত্ত্বিক প্রক্রিয়ার মূল প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক প্রকৃতিতে প্রোথিত। সার্বিক বিবেচনায় বলা যায় যে প্রস্বনের প্রকৃতি ভেদে বাংলা স্বরধ্বনির রূপান্তর অত্যন্ত তীব্র: এই রূপান্তরের বহিঃপ্রকাশ ঘটে প্রথমত ধ্বনিবৈজ্ঞানিক পর্যায়ে এবং তা পরবর্তীতে ধ্বনিতাত্ত্বিক পর্যায়ে বিস্তৃত হয়ে থাকে।

৬.৪। গবেষণার সীমাবদ্ধতা ও ভবিষ্যৎ দিকনির্দেশনা

বর্তমান গবেষণার ফলাফলে দেখা যায় যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশ ভেদে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থানের মধ্যে তারতম্য বিদ্যমান: অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিসমূহ তুলনামূলকভাবে বেশী কেন্দ্রপ্রবণ। এই ফলাফল বাংলা ভাষাতে প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বহিঃপ্রকাশ সম্পর্কে প্রচলিত ধারণাকে পুনঃবিবেচনার দাবি প্রতিষ্ঠা করতে সক্ষম হয়েছে। তবে বর্তমান এই গবেষণার কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে এবং এই কারণে এর ফলাফলসমূহ কিছুটা সর্তকতার সাথে বিবেচনা করা প্রয়োজন। প্রথমত, তথ্যপ্রদাণকারীর সংখ্যা মাত্র চার জন। আন্তঃতথ্যদাতা ভিত্তিক পরীক্ষণ গবেষণা নকশার (intra-subject experimental design) বিবেচনায় এই সংখ্যা একেবারে নগণ্য নয়। তবে ভবিষ্যতে তথ্যপ্রদাণকারীর সংখ্যা বাড়িয়ে আরো বড় পরিসরে অনুসন্ধান চালিয়ে বর্তমান গবেষণায় প্রপ্ত ফলাফলসমূহ পুনরায় যাচাই করার অবকাশ রয়েছে। দ্বিতীয়ত, স্বরধ্বনিমুদ্রার বিশ্লেষণে শুধুমাত্র বাক্যের আদি তথা প্রথম ধ্বনিতাত্ত্বিকপর্ব/অর্থপর্ব বিবেচনায় নেয়া হয়েছে। ভবিষ্যতে বাক্যের অনাদি ধ্বনিতাত্ত্বিকপর্ব/অর্থপর্ব প্রতিবেশে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনির নমুনা অধ্যয়ন করে বর্তমান গবেষণায় প্রতিষ্ঠিত সিদ্ধান্তসমূহ যাচাই করার প্রয়োজন রয়েছে। তবে ফরমেন্ট ১ ও ২-এর হার্জ এককে সংগ্রহকৃত মানসমূহ প্রতিটি উত্তরদাতা ভিত্তিক আদর্শ পরিমিত ব্যবধান মানে স্বাভাবিকীকরণ করার কারণে এই গবেষণায় প্রতিষ্ঠিত প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত মৌখিক স্বরধ্বনির মধ্যকার পার্থক্যসমূহ ভবিষ্যৎ অনুসন্ধানে সমুন্নত থাকবে বলে আশা করা যায়। তৃতীয়ত, এই গবেষণাতে ঢাকা ভিত্তিক 'প্রমিত বাংলা' ভাষাভাষীর নমুনা বিশ্লেষণ করা হয়েছে। কথ্যভাষা ও বিভিন্ন আঞ্চলিক ভাষার স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের ব্যাপ্তি আরো বিস্তৃত হবে বলে অনুমান করা যায়। ভবিষ্যৎ গবেষণাতে এই বিষয়টি বিবেচনায় নেয়া প্রয়োজন; এর মাধ্যমে বাংলা স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের প্রভাব সম্পর্কে একটা সামগ্রিক ধারণা পাওয়া যাবে। চতুর্থত, বর্তমান অনুসন্ধানে গবেষণাগারে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে উত্তরদাতা কর্তৃক পাঠকৃত বুলির (reading speech) নমুনা সংগ্রহ করে বিশ্লেষণ করা হয়েছে। অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিগুলোর কেন্দ্রপ্রবণতা স্বতঃস্ফূর্ত কথ্য বুলিতে আরো প্রবল হবে বলে অনুমান

করা যায়। ভবিষ্যতে পাঠকৃত ও স্বতঃস্ফূর্ত কথ্য বুলির মধ্যে তুলনামূলক অধ্যয়নের সুযোগ রয়েছে। অধিকিন্তু বর্তমান গবেষণাতে শুধুমাত্র বিষয়বস্তুবোধক শব্দের (content words: বিশেষ্য, বিশেষণ, ক্রিয়া) নমুনা বিশ্লেষণ করা হয়েছে। তবে অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনিগুলোর কেন্দ্রপ্রবণতা বিষয়বস্তুবোধক শব্দের তুলনায় ব্যাকরণবোধক শব্দে (grammatical/function words: অব্যয়, সংযোজক, অনুসর্গ ইত্যাদি) অধিক তীব্র মাত্রায় প্রতীয়মান হবে বলে অনুমান করা যায় (Chatterji, 1921)। ভবিষ্যৎ অনুসন্ধান কার্যে এই বিষয়টির উপর আলোকপাত করার অবকাশ রয়েছে।

৬.৫। গবেষণার ফলাফলের উপযোগিতা

বর্তমান গবেষণার ফলাফলে দেখা যায় যে ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বিবেচনায় প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনি কাঠামো সঙ্কুচিত তথা কেন্দ্রপ্রবণ। ধ্বনিবৈজ্ঞানিক স্তরে এই প্রবণতা বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির উচ্চারণশৈলী বা উচ্চারণস্থান বা এদের উভয় নির্দেশকের মধ্যে লক্ষ্য করা যায়। পূর্বে উল্লেখ করা হয়েছে যে প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে বাংলা স্বরধ্বনি কাঠামো ধ্বনিতাত্ত্বিকভাবে সঙ্কুচিত (Alam, Habib, Sultana, & Khan, 2010)। এই ধ্বনিতাত্ত্বিক সঙ্কোচন-সম্প্রসারণ সম্ভবত প্রস্বন সৃষ্ট ধ্বনিবৈজ্ঞানিক সঙ্কোচন-সম্প্রসারণ তথা উচ্চারণ শৈথিল্য-দৃঢ়তা থেকে উদ্ভূত হয়ে থাকে। অন্যদিকে এই গবেষণার ফলাফল অধিধ্বনি হিসাবে বাংলা প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক দুর্বল বহিঃপ্রকাশ সম্পর্কিত ধারণাকে প্রশ্নের সম্মুখীন করেছে। সার্বিকভাবে এই অনুসন্ধানের ফলাফল বাংলা স্বরধ্বনি ও প্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বৈশিষ্ট্য অনুধাবনে তাত্ত্বিক দৃষ্টিকোণ থেকে সহায়ক হবে বলে আশা করা যায়।

প্রস্বনের প্রকৃতি ভেদে স্বরধ্বনির উচ্চারণে যে তারতম্য হয় তার কিছু বাস্তব ব্যবহারের সম্ভাবনা রয়েছে। প্রথমত, প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত স্বরধ্বনির ফরমেন্ট মানের তারতম্য বিবেচনায় নিলে, সংশ্লেষণের মাধ্যমে সৃষ্ট বাংলা কৃত্রিম বুলি ev কথনের রোবটিক সুর কিছুটা লাঘব হয়ে প্রাকৃতিক আঁচ সংযোজিত হবে। দ্বিতীয়ত, বাংলাতে প্রস্বন ভিত্তিক স্বরধ্বনির ভিন্নতাকে বিবেচনায় নিলে প্রাকৃতিক ভাষার প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতি আরো কার্যকর হবার সম্ভাবনা রয়েছে। তৃতীয়ত, মাতৃভাষা ও বিদেশী ভাষা হিসাবে বাংলা শিক্ষাক্রমে স্বরধ্বনির প্রস্বন সৃষ্ট সহধ্বনিসমূহ বিবেচনায় নিলে উচ্চারণ শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ প্রক্রিয়া অধিকতর বাস্তবভিত্তিক ও সাফল্যমন্ডিত হবে বলে আশা করা যায়।

৭। উপসংহার

এই গবেষণাটিতে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির উপর প্রস্বনের প্রভাবের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান সম্পন্ন করা হয়েছে। এই অনুসন্ধানে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত অক্ষর প্রতিবেশে স্বরধ্বনিসমূহের উচ্চারণশৈলী (ফরমেন্ট ১) ও উচ্চারণস্থান (ফরমেন্ট ২)-এর বিশ্লেষণ করা হয়েছে। এই বিশ্লেষণের ফলাফলে এটা প্রতীয়মান হয় যে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত

প্রতিবেশে বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনির সংখ্যার কোন পরিবর্তন হয় না অর্থাৎ উভয় ক্ষেত্রে সাতটি করে স্বরধ্বনির অবস্থান নিশ্চিত করা হয়েছে। তবে প্রস্বনিত ও অপ্রস্বনিত প্রতিবেশ ভেদে এই স্বরধ্বনিগুলোর উচ্চারণশৈলী বা উচ্চারণস্থানে তাৎপর্যপূর্ণ পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। বাংলা মৌখিক স্বরধ্বনিসমূহ প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে কেন্দ্রপ্রবণ; তবে অপ্রস্বনিত বাংলা স্বরধ্বনির এই কেন্দ্রপ্রবণতা সকল স্বরধ্বনির ক্ষেত্রে একই রূপে প্রযোজ্য নয়:

(ক) তীব্র কেন্দ্রপ্রবণতা: /ɔ/ স্বরধ্বনিটি তীব্র মাত্রায় কম বিবৃত ও কম পশ্চাৎ হয়ে কেন্দ্রীয় [ə] সহধ্বনি হিসাবে উচ্চারিত হয় এবং /ɛ/ স্বরধ্বনিটি তীব্র মাত্রায় কম সম্মুখ হয়ে কেন্দ্রীয় [ɜ] সহধ্বনি হিসেবে উচ্চারিত হয়।

(খ) মধ্যম কেন্দ্রপ্রবণতা: /i e o/ স্বরধ্বনিগুলো যথেষ্ট কম সংবৃত হয়ে [i̩ e̩ o̩] সহধ্বনি হিসেবে উচ্চারিত হয়, এবং [e] স্বরধ্বনিটি কম বিবৃত হয়ে [e̞] সহধ্বনিতে পরিণত হয়।

(গ) স্থিতিশীলতা: /u/ স্বরধ্বনিটির উচ্চারণশৈলী ও উচ্চারণস্থান যথেষ্ট স্থিতিশীল এবং এক্ষেত্রে কোন কেন্দ্রপ্রবণতা লক্ষ্য করা যায় না।

সুতরাং প্রস্বনিত প্রতিবেশের তুলনায় অপ্রস্বনিত প্রতিবেশে [u] ছাড়া অন্য সকল স্বরধ্বনিই স্পষ্টরূপে কেন্দ্রপ্রবণতা দেখায়। এই বিবেচনায় বলা যায় যে অধিধ্বনি হিসাবে বাংলা শব্দপ্রস্বনের ধ্বনিবৈজ্ঞানিক বহিঃপ্রকাশ দুর্বল নয় বরং তা যথেষ্ট মাত্রায় শক্তিশালী। শুধু স্বরধ্বনি নয় বরং বাংলা ধ্বনিতত্ত্বের অন্যান্য বিষয়ের আলোচনা ও বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানে প্রস্বন কাঠামোকে গুরুত্বের সাথে বিবেচনা করা সমীচীন হবে।

কৃতজ্ঞতা: বর্তমান প্রবন্ধের লেখক গবেষণায় অর্থায়নের জন্য স্প্যানিশ সহযোগিতা ও উন্নয়ন সংস্থা (Agencia Española de Cooperación y Desarrollo)-এর MAEC-AECID বৃত্তি কার্যক্রমের প্রতি কৃতজ্ঞতা প্রকাশ করছে। এই অনুসন্ধানের তথ্যসংগ্রহ প্রক্রিয়াতে সহযোগিতার জন্য রফিক-উম-মুনির চৌধুরী ও নাজমুস সাকিব'কে ধন্যবাদ। এই গবেষণাতে কারিগরি সহায়তার জন্য Ana María Fernández Planas ও Domingo Román-কে ধন্যবাদ। অধিকিন্তু এই গবেষণাপত্রের চূড়ান্ত পর্বের প্রস্তুতিতে সহায়তার জন্য মোহাম্মদ ইবনে হাসান'কে ধন্যবাদ।

টীকা

১. একজন সম্মানিত মূল্যায়নকারী প্রশ্ন করেছেন: "আ-এর জন্য a-এর বদলে /e/ সকলে মানবে কি?" আন্তর্জাতিক ধ্বনিমূলক বর্ণমালাতে /a/ বিবৃত সম্মুখ প্রসৃত স্বরধ্বনি (open front unrounded vowel)-এর প্রতীক হিসাবে ব্যবহার হয়ে থাকে। বাংলা আ-এর উচ্চারণস্থান মুখগহ্বরের সম্মুখ বা পশ্চাৎ নয় বরং কেন্দ্রীয় অঞ্চলে সংগঠিত হয়ে থাকে; বর্তমান গবেষণার ফলাফলও এই একই ধরনের আভাস দেয়। এই বিবেচনায় এটিকে বরং /e/ প্রতীক দিয়ে প্রকাশ করা অধিক যুক্তিযুক্ত। এর ফলে আ-এর বিভিন্ন সহধ্বনির বর্ণনা বা বাংলা আ-এর সাথে অন্যন

ভাষার আ-এর তুলনা করা সহজ হবে। অধিকিন্তু বর্তমান গবেষণাতে ধ্বনিবিজ্ঞান ভিত্তিক সুস্পষ্ট বর্ণনার স্বার্থে বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণের যথার্থ প্রতীক ব্যবহারের প্রয়োজন রয়েছে।

২. মুহাম্মদ আব্দুল হাই (১৯৭৬) তাঁর ধ্বনিবিজ্ঞান ও বাংলা ধাবনিতত্ব বইয়ে ও এবং উ-এর মধ্যবর্তি সিকি সংবৃত পশ্চাৎ ও' স্বরধ্বনির উল্লেখ করেছেন। তাঁর ভাষ্য মতে, ''সূক্ষ ধ্বনি-বিচারে জিভের পশ্চাৎভাগের এ-রূপকে 'yotized' (oy) বলা যেতে পারে। এজন্য বাংলায় এ-ধ্বনির নামকরণ করা যেতে পারে অভিশ্রুত ও' '' (পৃ.২০)। একজন সম্মানিত মূল্যায়নকারী এই ধ্বনিটি নির্দেশ করতে আন্তর্জাতিক ধ্বনিমূলক প্রতীক ɒ-কে ব্যবহারের পরামর্শ দিয়েছেন। তবে এই প্রতীকটি ধ্বনিতত্বে সাধারণত বিবৃত পশ্চাৎ বর্তুল স্বরধ্বনির (open back rounded vowel) নির্দেশ করে। সুতরাং অভিশ্রুত ও' স্বরধ্বনির নির্দেশক হিসাবে ɒ -এর পরিবর্তে ɔ̀-এর ব্যবহারকে অধিক উপযুক্ত মনে হয়েছে। অন্যান্য লেখকেরাও এই একই ধারা অনুসরণ করেছেন (Ganguli et al., 1988; Ferguson & Chowdhury, 1960; Chatterji, 1921)।

৩. সিলেটি (বাংলা) ভাষাতে স্বরধ্বনির সংখ্যা ৫টি না ৭টি তা নিয়ে বিতর্ক আছে। সম্প্রতি Kibria et al. (2020) ধ্বনিবৈজ্ঞনিক গবেষণার মাধ্যমে দেখিয়েছেন যে এই ভাষাতে স্বরধ্বনির সংখ্যা ৫টি। তবে ভাষাতাত্বিক দৃষ্টিকোণ থেকে এই বিষয়ে অধিকতর অনুসন্ধানের অবকাশ রয়েছে।

তথ্য-নির্দেশ

আলী, জীনাত ইমতিয়াজ (২০১১)। ''বাংলা স্বরধ্বনির উচ্চারণ-প্রক্রিয়া''। রফিকুল, ইসলাম, এবং পবিত্র, সরকার (সম্পা.), *বাংলা একাডেমী প্রমিত বাংলা ভাষার ব্যাকরণ [প্রথম খন্ড]* (পৃ. ১২-১৮), ঢাকা : বাংলা একাডেমি।

চক্রবর্তী, রাজীব (২০১১)। ''অধিধ্বনি''। রফিকুল, ইসলাম, এবং পবিত্র, সরকার (সম্পা.), *বাংলা একাডেমী প্রমিত বাংলা ভাষার ব্যাকরণ [প্রথম খন্ড]* (পৃ. ১৩৪-১৪৭), ঢাকা : বাংলা একাডেমি।

ভূঞাঁ, কেশব চন্দ্র; এবং ধর, স্বপন কুমার (২০০১)। *প্রাণবিজ্ঞানে পরিসংখ্যান [দ্বিতীয় খন্ড]*, ঢাকা : বাংলা একাডেমি।

হক, মুহাম্মদ এনামুল; লাহড়ী, শিবপ্রসন্ন; এবং সরকার, স্বরোচিষ (২০১১)। *বাংলা একাডেমী ব্যবহারিক বাংলা অভিধান*, ঢাকা : বাংলা একাডেমি।

হক, মহাম্মদ দানীউল (২০১১)। *নির্বাচিত ভাষাবিজ্ঞান প্রবন্ধ*, ঢাকা : বাংলা একাডেমি।

হাই, মুহাম্মদ আব্দুল (১৯৭৬)। *ধ্বনিবিজ্ঞান ও বাংলা ধ্বনিতত্ত্ব*, ঢাকা : মল্লিক ব্রাদার্স।

Adank, P., Smits, R., & van Hout, R. (2004). A comparison of vowel normalization procedures for language variation research. *Journal of the Acoustical Society of America*, *116*(5), 3099-3107.

Alam, F., Habib, S. M. M., & Khan, M. (2008). Acoustic analysis of Bangla vowel inventory [Technical Papers]. Centre for Research on Bangla Language Processing), BRAC University. Retrived from: http://hdl.handle.net/10361/643

Alam, F., Habib, S. M. M., Sultana, D. A., & Khan, M. (2010). Development of annotated Bangla speech corpora. Retrived from: https://www.researchgate.net/ publication/47528757.

Barman, B. (2011). A contrastive analysis of English and Bangla phonemics. *Dhaka University Journal of Linguistics*, *2*(4), 19-42.

Bhattacharja, S. (2006). On the Phonemic Inventory of Bengali. *Journal of the Institute of Modern Languages*, 2005-2006, 127-148.

Chatterji, S. K. (1921). Bengali phonetics. *Bulletin of the School of Oriental Studies*, *2*(1), 1-25.

Datta, A. K. (2018). *Acoustics of Bangla Speech Sounds*. Singapore: Springer.

Ferguson, C. A., & Chowdhury, M. (1960). The phonemes of Bengali. *Language*, *36*(1), 22-59.

Fernández, P. A. M. (2005). *Así se habla: Nociones fundamentales de fonética general y española: apuntes de catalán, gallego y euskara*. Barcelona: Horsori.

Ganguli, N. R., Datta, A. K., & Mukherjee, B. (1988). Acoustic phonetics of non-nasal standard Bengali vowels: a spectrographic study. *IETE Journal of Research*, *34*(1), 50-56.

Garde, P. (1972). *El acento* (J. Balderrama, Trans.). Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

Hai, M. A., & Ball, W. J. (1961). *The sound structures of English and Bengali*. Dacca: University of Dacca.

Hayes, B., & Lahiri, A. (1991). Bengali Intonational Phonology. *Natural Language & Linguistic Theory*, *9*(1), 47-96.

Hossain, S. A., Rahman, M. L., & Ahmed, F. (2007). Acoustic classification of Bangla Vowels. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, *26*, 321-326.

Islam, M. J. (2018). Phonemic status of Bangla nasal vowel: A corpus study. *Acta Lingüística Asiatica*, *8*(2), 51-62. doi: 10.4312/ala.8.2.51-62

Khan, S. U. D. (2006). Bengali intonational phonology. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *120*(5), 3092. doi: https://doi.org/10.1121/1.4787498

Khan, S. U. D. (2010). Bengali (Bangladeshi Standard). *Journal of the international phonetic association*, *40*, 221-225.

Kibria, S., Rahaman, M, S., Selim, M., R., & Iqbal, M. Z. (2020). Acoustic analysis of the speakers' variability for regional accent-affected pronunciation in Bangladeshi Bangla: A study on Sylheti accent. *IEEE Access*, *8*, 35200-35221.

Ladefoged, P., & Maddieson, I. (1990). Vowels of the world's languages. *Journal of Phonetics*, *18*, 93-122.

Martínez, C. E., & Fernández, P. A. M. (2013). *Manual de fonética española: Articulaciones y sonidos del español*. Barcelona: Ariel.

McCarthy, K. M., Evans, B. G., & Mahon, M. (2013). Acquiring a second language in an immigrant community: the production of Sylheti and English stops and vowels by London-Bengali speakers. *Journal of Phonetics*, *41*, 344-358.