Original Research Paper | Arts | Volume : 08 | Issue : 04 | April 2023 | e-ISSN : 2456-5040

# नाद व ध्वनि विज्ञान

**डॉ. मनीष डंगवाल**

एसोसिएट प्रोफेसर, संगीत विभाग, राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, गोपेश्वर, चमोली ,उत्तराखंड

## ABSTRACT

नाद और ध्वनि विज्ञान संगीत के दो परस्पर पूरक आधार हैं। नाद संगीत की कलात्मक एवं आध्यात्मिक अभिव्यक्ति है, जबकि ध्वनि विज्ञान उसके भौतिक एवं वैज्ञानिक पक्ष को स्पष्ट करता है। दोनों के समन्वित अध्ययन से संगीत की संरचना, स्वर–उत्पत्ति, वाद्य निर्माण तथा श्रवण अनुभव को गहराई से समझा जा सकता है। यही कारण है कि संगीत शिक्षा, अनुसंधान और प्रदर्शनकृतीनों में नाद एवं ध्वनि विज्ञान का विशेष महत्व है। किसी बाजार की भीड़ में या मेले में यदि कोई जोर से चिल्ला रहा हो, कोई धीरे से बोल रहा हो, किसी ओर बच्चे रो रहे हो या कोई हंस रहा हो, इन क्रियाओं के द्वारा वायु में जो कंपन होंगे वह अनियमित होंगे और यह अनियमित कंपन शोरगुल ही कहलाएंगे। परंतु इसी के विपरीत जब इन्ही कंपनों को 'ध्वनि विज्ञान' की सहायता से व्यवस्थित कर दिया जाए और नियमित और स्थिर कंपनों में परिवर्तित कर दिया जाए, तो इससे संगीत उपयोगी ध्वनि की प्राप्ति होगी।

इतना ही नहीं ऐसा करके ही वैज्ञानिक नवीन आविष्कारों का सृजन करते हैं। चाहे वह संगीत के क्षेत्र में हो, चिकित्सा के क्षेत्र में हो अथवा शिक्षा के क्षेत्र में हो।

**प्रस्तावनाः**

संगीत का मूल आधार नाद (Sound) है। नाद के बिना संगीत की कल्पना नहीं की जा सकती। भारतीय संगीतशास्त्र में नाद को ब्रह्म के समान माना गया है, इसलिए इसे **"नाद ब्रह्म"** कहा जाता है। वैज्ञानिक दृष्टि से नाद, किसी वस्तु के कंपन (Vibration) से उत्पन्न होने वाली ध्वनि है, जिसे मानव कान सुन सकता है। सामान्यतः ध्वनियाँ दो भागों य सांगीतिक और असांगीतिकय में बांटी जाती है। इन्हें सुरीली और बेसुरी ध्वनी भी कह सकते हैं। जब ध्वनि में नियमितता, व्यवस्था आ जाती है, तो ध्वनि मृदुल होकर कानों को प्रिय लगती है, इसको संगीत में श्रुति भी कहते हैं। इसी को सांगीतिक ध्वनि भी किया जाता है।

जब ध्वनि के कंपन व्यवस्थित नहीं होते तो ऐसी ध्वनि शोर कहलाती है। यह कानों को प्रिय तो नहीं लगती लेकिन मनुष्य के अनेक भावों और विभिन्न पदार्थों का बोध कराती है। यह ध्वनि संगीत के लिए उपयोगी नहीं होती इसलिए भाषा के निर्माण में यह काम आती है।

कुछ ध्वनियां या शोर, ना तो संगीत के स्वर क्षेत्र में आते हैं और ना मात्र शोर ही कहे जा सकते हैं। जैसे बाल्टी को डंडे से पीटना आदि। क्योंकि सामान्यतः सुनने पर यह शोर लगती है लेकिन संगीत की जानकारी रखने वाला इससे भी जल तरंग या वीणा के स्वरों का निर्माण कर सकता है और इसकी ध्वनियों को विविध उपकरणों के माध्यम से संगीत उपयोगी बना सकता है। सड़क पर खिलौना–सारंगी बेचने वाला उस पर मधुर ध्वनियां निकालता है, लेकिन जब कोई नौसिखिया उसे खरीद कर बजाता है तो वैसी ध्वनि नहीं निकलती है, अपितु एक कर्कश ध्वनि सुनाई देती है,जो कानों को अप्रिय लगती है। अब यहां प्रश्न यह है कि यह कैसे संभव है? कि किस प्रकार एक ही यंत्र से निकलने वाली वह एक ही ध्वनि किसी के द्वारा संगीत है वह किसी के द्वारा शोर।

**ध्वनि विज्ञान मूल तत्वः**

नकारं प्राणमामा नं दकारमनलं विदुः। जातः प्राणाग्निसंयोगात्तेन नादोऽभिधीयते।।

– संगीत रत्नाकर (१।३८६)

अर्थात – 'नकार' प्राण–वाचक तथा 'दकार' अग्नि–वाचक है। अतः जो वायु और अग्नि के योग (सम्बन्ध) से उत्पन्न होता है, उसी को श्नादश कहते है।

• नाद के दो प्रकार जाने जाते हैं– 'आहत' तथा अनाहत'।

**अनाहत नादः** जो बिना संघर्ष के स्वयंभू रूप से उत्पन्न होता है, उसे अनाहत नादश कहते हैंय जैसे दोनों कान जोर से बंद करने पर अनुभव करके देखा जाए, तो 'साँय–साँय' की आवाज सुनाई देती है।

ध्यान के उच्च स्तर पर पहुंच कर यही सूक्ष्म नाद के रूप में सुनाई पड़ने लगता है, जो मेघ गर्जन या वंशीस्वर आदि के सदृश होता है। इसी अनाहत नाद की उपासना हमारे प्राचीन ऋषि–मुनि करते थे। यह नाद मुक्ति–दायक तो है, पर अदृश्य होने के कारण यह संगीतोपयोगी नहीं है।

**आहत नादः** जो कानों से सुनाई देता है और जो दो वस्तुओं के संघर्ष या रगड़ से पैदा होता है, वह श्आहत नादश हैं। इस नाद का संगीत से विशेष सम्बन्ध है। कई महान संगीताचार्यों द्वारा आहत नाद को भी, संगीतमयी भक्ति के माध्यम से भव–सागर से पार लगाने वाला बताया गया है।

**"स नादस्त्वाहतो लोके रंजको भवभंजकः।**
**श्रुत्यादि द्वारतस्तस्मात्तदुत्पत्तिनिरूप्यते।।"**

Copyright© 2023, IEASRJ. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

–पंडित दामोदर, संगीत दर्पण

अर्थात– आहत नाद व्यवहार में श्रुति इत्यादि (स्वर, ग्राम, मूर्चना) से रंजन बनकर भव–भंजक भी बन सकता है। इस कारण इसकी उत्पत्ति का वर्णन करता हूं।

उपयुक्त उद्धरणों से यह सिद्ध होता है कि आहत नाद ही संगीत के लिए उपयोगी है। इसी नाद के द्वारा सूर, मीरा इत्यादि ने प्रभू–सान्निध्य प्राप्त किया था।

संगीत उपयोगी इस नाद के तीन गुण– तारता(नाद का ऊंचा नीचापन),तीव्रता(नाद का छोटा बड़ापन) व नाद की जाति व गुण हैं।

**ध्वनि से संबंधित कुछ अन्य बातें**

**1. ध्वनि का अनुरणन**

किसी बड़े कमरे में जब कोई ध्वनि या नाद उत्पन्न होता है तो नाद के बन्द हो जाने के पश्चात् एक गूंज सी उत्पन्न होती है। वह नाद के संक्षिप्त परावर्तन के कारण वास्तविक गूंज अर्थात् गुणज प्रतिध्वनि से कम होती है। ऐसा लगता है जैसे उच्चरित नाद खिचकर कुछ लम्बा सा हो गया है। अनेक गायक कान परहाथ रख कर गाते हैं क्योंकि 'अनुरणन' के कारण उन्हें अपना उत्वरित स्वर स्वयं भी सुनाई पड़ता रहता है और इस प्रकार वे बेसुरा होने से बच जाते हैं।

जब कमरे के अन्दर से सब सामान बाहर निकाल दिया जाता है, तो बातचीत करते समय इस नाद को हम स्पष्ट रूप से मुन सकते हैं। वास्तव में इसे प्रतिध्वनि न कहकर प्रतिध्वनि का प्रारंभिक स्वरूप कह सकते हैं। इस नाद का प्रथम स्वरूप अथवा रिवरबरेशन भी कह सकते हैं।

'रिवग्बरेशन' कम करने के लिए कमरे की दीवारों पर गत्ता, लकड़ी, मोटा कपड़ा लगा दिया जाता है और छत को सर्पाकार बनाया जाता है जैसा कि सिनेमाघरों में होता है। जितनी देर तक यह नाथ सुनाई देता है उसे अनुरणन–काल कहते हैं। गायकों को नाद के 'रिवरबरेशन' तत्त्व का सुनाई पड़ना जरूरी होता है, ताकि वे अपने नाद को सुनकर उसे संयमित कर सकें। इसीलिए खुले मैदान की अपेक्षा किसी बन्द स्थान में गायक को गाने में सहूलियत और संतोष प्राप्त होता है।

**2.ध्वनि का परावर्तनरू**

बडे–बड़े कमरों मे भाषण देने वाले की आवाज कभी–कभी इस परिवर्तन के कारण गूजकर अस्पष्ट हो जाती है। इस दोष को दूर करने के लिए दीवारों इत्यादि पर कपडे के परदे लटकाकर ध्वनि–शोषण कराया जाता है। जब कोई बड़ा हॉल आदमियों से भरा रहता है, तब वहाँ की आवाज में गूंज प्रायः नहीं होनी, क्योंकि बैठे हुए मनुष्य ध्वनि–शोषण करते हैं। बड़े–बड़े भाषणालयों में मंच के पीछे ध्वनि–परावर्तक, नतोदर या परवलीय बोर्डय जिनका आकार कुछ इस प्रकार का होता हैय परदे के रूप में लगे रहते हैं। वक्ता इस परावर्तक की नाभि के निकट खड़ा होकर बोलता है, अतः परिवर्तित ध्वनि–तरंगें परस्पर समानान्तर बनकर सामने श्रोताओं की ओर जाने लगती हैं। इसका लाभ यह होता है कि मंच से दूर बैठे लोग भी वक्ता की सारी बातें सुन सकते हैं।

**3.ध्वनि आवर्तकः**

जब ध्वनि–तरंगें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती हैं तो यह क्रिया आवर्तन के साधारण नियमों के अनुसार ही होती है।

जैसे जब हवा बहती है तब भी ध्वनि का आवर्तन होता है। यदि वायु ध्वनि की दिशा में ही चल रही हो तो ध्वनि पृथ्वी को छूती हुई चलती है और उसे अधिक दूर तक सुना जा सकता है। इसके विपरीत यदि हवा ध्वनि के विपरीत दिशा में चल रही हो तो ध्वनि ऊपर आकाश की ओर चली जाती है और अधिक दूर तक सुनाई नहीं देती।

**4.ध्वनि विवर्तनः**

ध्वनि के विवरण गुड़ के फलस्वरूप, हम ध्वनि को तब भी सुन सकते हैं जबकि उसकी उत्पत्ति केंद्र दिखाई ना देता हो। जैसेरू दीवार की दूसरी ओर की ध्वनि, कीवाङ के पार की ध्वनि या किसी मोड़ की ध्वनि का सुनाई देना।

**5.ध्वनि का व्यतीकरणः**

जब दो ध्वनियां मिलकर शांत हो जाती है, तो ध्वनि का व्यतीकरण है। इसे ध्वनि का विनष्टीकरण भी कहते हैं। जब दो कम्पनांक बिल्कुल बराबर होते हैं और दोनों से एक जैसी तरंगे उत्पन्न होती है व दोनों एक ही दिशा में चल रही होती है, तो माध्यम के कुछ निश्चित काणों पर तो ध्वनि अधिकतम और कुछ पर एकदम मंद पड़ जाती है। इस क्रिया को ध्वनि का वृनष्टिकरण कहते हैं।

**6.अनुनादः**

किसी बाह्य स्रोत से प्रेरित होकर किसी वस्तु का स्वयं कंपित होना अनुनाद हैं। उदाहरण के लिए, यदि आप दो तानपूरे एक ही स्वर में मिलाकर पास–पास रख लें और एक को बजाएँ तो देखेंगे कि दूसरा भी बिना बजाए हुए झनझनाने लगता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि जब दो समान कंपनांकों की वस्तुओं को पास–पास रखकर किसी एक से ध्वनि उत्पन्न की जाए तो दूसरी वस्तु स्वतः ही कंपित होने लगती है और इस प्रकार ध्वनि की तीव्रता बढ़ जाती है। इसी को 'अनुनाद' कहते हैं।

ऐसा कम्पित वस्तु की आंदोलन तरंगों के वायु में फैलने के कारण होता है। अब यदि कोई वस्तु, जिनका कपनांक उसी आन्दोलित होने वाली वस्तु के कंपनांक के बराबर है, और वे दोनों वस्तुएँ पास–पास हैं, तो वह दूसरी वस्तु भी वायु के उन्हीं कंपनांक के अनुसार स्वतः कंपित होने लगती है। फलस्वरूप ध्वनि की तीव्रता बढ़ जाती है। इसी अनुनाद के सिद्धान्त पर कई भारतीय तार–वाद्ययंत्र बनाए गए हैं, जैसे वीणा, सितार, इसराज, सरोज इत्यादि ।

इसके विपरीत यदि किसी आन्दोलित होने वाली वस्तु को किसी दूसरी ऐसी वस्तु के समीप लाएँ जिसके कंपनांक उस आंदोलित होनेवाली वस्तु के कपनांक से भिन्न हों, तो उससे अनुनाद उत्पन्न नहीं होगा। परन्तु जब हम किसी एक धीमी ध्वनि उत्पन्न करनेवाले ध्वनि–स्रोत

का सम्बन्ध किसी दूसरी वस्तु से कर देते हैं, तो यह दूसरी वस्तु भी आन्दोलित होने वाले स्रोत के आवृत्ति–काल के अनुसार काँपना चाहती है। फलस्वरूप वह वस्तु प्रारम्भ में कुछ बेढंगे आन्दोलनों के पश्चात् आवर्त बल के अनुसार कंपन करने लगती है। इस प्रकार के कंपनों को श्उत्प्रेरित कंपनश कहते हैं।

**ध्वनि के शक्ति स्रोतः**

ध्वनि की तीव्रता का ज्ञान स्रोत की शक्ति प्रस्तुत करता है। ध्वनि की शक्ति का महत्त्व संगीत तथा वाग्ध्वनि के संदर्भ में अत्यधिक है। बातचीत के लिए दस माइक्रोवाट की औसत शक्ति पर्याप्त पाई गई है। शक्ति का अधिकतम मान है 1/8 सैकिंड के समयांतर के लिए इसका 100 गुना तक पाया जाता है। साधारण बोलचाल में ध्वनि की अधिकतम शक्ति पुरुषों में 250 तथा 1000 आवृत्ति के बीच के उच्चारणों में रहती है, तथा महिलाओं में यह सीमाएँ 500 से 1500 आवृत्ति की हो जाती हैं। 125 आवृत्ति से कम तारत्व की ध्वनियाँ बहुत कम (पुरुषों के लिए) बोलचाल में आती हैं।

वाद्य यंत्रों में शक्ति की असमानता अत्यधिक होती है । उदाहरण स्वरूप वायलिन के श्रवण में काम से कम $3.8\times10^{6}$ वाट की शक्ति चाहिए, जबकि एक पूरे आर्केस्ट्रा की शक्ति इसकी दो करोड़ गुनी होती है। संगीत के लिए पुरुष तथा स्त्रियों की शक्ति एक वाट की है तथा एक सप्तक के स्वर अंतराल पर दोनों का विकिरण 100 माइक्रो बढ़ प्रति सेकंड है तथा 390 व 780 आवर्ती पर यह एक लाख वॉट प्रति सेकंड हो जाता है।

| • वाद्य यंत्र | •शक्ति (अधिकतम) वाट |
|---|---|
| पूरा आर्केस्ट्रा | 70 |
| भारी ढोल | 25 |
| आर्गन पाइप | 13 |
| ट्रोबोन | 6 |
| पियानो | 0.04 |
| भोंपू | 3 |
| बांसुरी | 0.03 |
| शहनाई | 0.05 |

**कर्णातीत ध्वनि का उपयोगः**

इसमें ध्वनि के आने–जाने के समय का माप और वेग जानकर पथ की लंबाई अथवा गहराई ज्ञात होती है। ध्वनि तरंगों के द्वारा सागर की गहराई का अंकन करना ही कर्णातीत ध्वनि का सबसे पहला प्रयोग रहा है। जो की तलहटी में जाकर परावर्तित या प्रतिध्वनित होकर लौटती है। इसमें लगभग 20 से 80 हजार कम्पन प्रति सेकंड की आवृत्तियों वाली कर्णातीत ध्वनियों का उपयोग किया जाता है। जिसके द्वारा एक सेकंड से भी कम समय में कार्य पूरा कर लिया जाता है।

कर्णातीत ध्वनि से दूषित पदार्थों का ज्ञान हो सकता है, इच्छित रासायनिक प्रभाव उत्पन्न किए जा सकते हैं, हवाई जहाज की ऊंचाई नापी जा सकती है। दिशा–ज्ञान, कंपन के घर्षण द्वारा पदार्थ में छिद्र करके कर लिया जाता है, कांच को मनमाने ढंग से काटा जा सकता है, शरीर के अंदर बिना किसी चीर–फाड़ के ऑपरेशन किया जा सकता है, एवं अन्य अनेक ऐसे रहस्य का पता है पता लगाया जा सकता है, जो मनुष्य की इंद्रियों से परे है।

**संदर्भ–सूची**


1. ध्वनि और संगीत ,ललित किशोर सिंह, भारतीय ज्ञानपीठ, 2004 (प्रथम संस्करण)
2. ध्वनि और संगीत (नवीन संस्करण) ,ललित किशोर सिंह ,भारतीय ज्ञानपीठ/वाणी, 2023
3. Bhartiya Sangeet Evam Manovigyan (भारतीय संगीत एवं मनोविज्ञान), डॉ. वसुधा कुलकर्णी राजस्थानी ग्रन्थागार, 2019
4. The Physics of Musical Sound ,John S. , Rigden Springer, 1977
5. The Physics of Music and Musical Instruments , David R. , Lapp Wright Center, 2003
6. Fundamentals of Musical Acoustics, Arthur H. Benade, Dover Publications, 1990 (Reprint)
7. The Science of Sound, Thomas D. Rossing Addison-Wesley, 3rd Ed., 2002
8. Musical Acoustics , Donald E. Hall, Brooks/Cole, 3rd Edition, 2002