



انتشارات دانشکده صدا و سیما

فیزیک سازها (جلد اول) (جلد دوم)

نویل اچ. فله چر توماس د. راسینگ

مترجم: ایوب بنوشتی

بته‌هون
مرکز موسیقی بته‌هون شیراز



نوئل اچ. فله چر
توماس د. راسینگ
Fletcher Neville H. (Neville Horner)
Thomas D. Rossing
فیزیک سازها / نویسنده نوئل اچ. فله چر، توماس د. راسینگ؛
مترجم ایوب بنوشی.
تهران: دانشکده صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۸.
ص. ۱۰۲۵، ۱۱۰۰۰۰ ریال:
دوره: ۹-۵۵-۸۸۵۷-۹۶۴-۹۷۸؛
ج. ۱: ۶-۴۳-۸۸۵۷-۹۶۴-۹۷۸
ج. ۲: ۵-۵۳-۸۸۵۷-۹۶۴-۹۷۸
ISBN:
فیبیا کتابخانه ملی
عنوان اصلی: The Physics of Musical Instruments, 2nd ed
موسیقی - صوت شناسی
سازسازی
راسینگ، توماس دی.، ۱۹۲۹- م.
بنوشی، ایوب، مترجم
۱۳۸۸ ۹ف۸/ف۸/ML۲۸۰۵
۷۸۴/۱۹۰۱۵۳
۱۹۶۷۴۳۴



انتشارات دانشکده صدا و سیما

فیزیک سازها

نویسنده: نوئل اچ. فله چر - توماس د. راسینگ

The Physics of Musical Instruments

Neville H. Fletcher
Thomas D. Rossing

مترجم: ایوب بنوشی

ویراستار: فرید فصیحی

طراح جلد: محمدرضا آستانه

ناظر امور فنی: هوشنگ شیرالی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سروش

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشکده صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران است.
تهران - خیابان ولی عصر (عج)، ابتدای بزرگراه نیایش - دانشکده صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران.
تلفن و دورنگار: ۲۲۰۱۴۶۵۲ www.iribu.ir

فهرست

i	پیش‌گفتار
iii	پیش‌گفتار ویرایش نخست
vii	یادداشت مترجم

I سامانه‌های لرزان

۳	۱ لرزش‌های آزاد و واداشته در سامانه‌های ساده
۴	۱-۱ حرکت هماهنگ ساده در یک بعد
۷	۲-۱ دامنه‌های مختلط
۸	۳-۱ برهم‌نهی دو حرکت هماهنگ در یک بعد
۱۲	۴-۱ انرژی
۱۳	۵-۱ نوسان‌های میرا
۱۶	۶-۱ سامانه‌های لرزان ساده‌ی دیگر
۲۱	۷-۱ نوسان‌های واداشته
۲۶	۸-۱ پاسخ گذرای یک نوسان‌گر
۲۸	۹-۱ نوسان‌گر هماهنگ دو بعدی
۳۰	۱۰-۱ نمایش گرافیکی لرزش‌ها: شکل‌های لیسازو
۳۲	۱۱-۱ آمودهای طبیعی سامانه‌های دو جرمی
۳۴	۱۲-۱ رفتار غیرخطی
۳۵	پیوست
۳۹	مرجع‌ها
۴۱	۲ سامانه‌های پیوسته‌ی یک بعدی: تارها و شمش‌ها
۴۱	۱-۲ آرایه‌ای خطی از نوسان‌گرها

فیزیکِ سازها

۴۲	۲-۲ معادله‌ی موجِ عرضی برای یک تار
۴۴	۳-۲ پاسخِ عمومی معادله‌ی موج: موج‌های رونده
۴۵	۴-۲ بازتاب در سرهای ثابت و آزاد
۴۶	۵-۲ پاسخ‌های هماهنگِ ساده برای معادله‌ی موج
۴۷	۶-۲ موج‌های ایستا
۴۸	۷-۲ انرژی یک تار لرزان
۴۹	۸-۲ تار زخمه‌خورده: تحلیلِ زمانی و بسامدی
۵۳	۹-۲ تارِ مضراب‌خورده
۵۶	۱۰-۲ تارِ آرشه‌خورده
۶۱	۱۱-۲ تارِ برنگیخته: پاگیری
۶۴	۱۲-۲ حرکتِ تکیه‌گاه‌های پایانی
۶۵	۱۳-۲ میرایی
۷۰	۱۴-۲ لرزش‌های طولی یک تار یا شمشِ نازک
۷۱	۱۵-۲ موج‌های خمشی در یک شمش
۷۵	۱۶-۲ شمش‌هایی با سرهای محکم‌شده و آزاد
۷۹	۱۷-۲ لرزش‌های شمش‌های ضخیم: لختی دورانی و تغییرشکلِ برشی
۸۰	۱۸-۲ لرزش‌های یک تارِ چغَر
۸۲	۱۹-۲ پراکنش در تارهای چغَر و زیربار: بسامدِ قطع
۸۳	۲۰-۲ لرزش‌های چرخشی یک شمش
۸۷	۳ سامانه‌های دو بعدی: پوسته‌ها، ورقه‌ها، و کاسه‌ها
۸۷	۱-۳ معادله‌ی موج برای یک پوسته‌ی مستطیل
۹۰	۲-۳ پوسته‌های مربعی: تبهگنی
۹۱	۳-۳ پوسته‌های گرد
۹۳	۴-۳ پوسته‌های واقعی: چغری و بارگذاریِ هوا
۹۴	۵-۳ موج‌ها در یک ورقه‌ی نازک
۹۷	۶-۳ ورقه‌های گرد
۹۹	۷-۳ ورقه‌های بیضوی
۱۰۰	۸-۳ ورقه‌های مستطیلی

فهرست

۱۰۴	۳-۹ ورقه‌های مربعی
۱۰۷	۳-۱۰ ورقه‌های مربعی و مستطیلی با لبه‌های مقید
۱۱۰	۳-۱۱ ورقه‌های مستطیلی چوبین
۱۱۴	۳-۱۲ چغری خمشی در یک پوسته
۱۱۵	۳-۱۳ لرزش کاسه‌ها
۱۲۲	۳-۱۴ پاگیری نقطه‌ای تحریک
۱۲۶	مرجع‌ها
۱۲۹	۴ سامانه‌های لرزان تزویج‌شده
۱۲۹	۴-۱ تزویج بین دو لرزش گر یکسان
۱۳۰	۴-۲ آمودهای طبیعی
۱۳۲	۴-۳ تزویج ضعیف و قوی
۱۳۴	۴-۴ لرزش‌های واداشته
۱۳۸	۴-۵ مدارهای الکتریکی تزویج‌شده
۱۴۴	۴-۶ لرزش واداشته‌ی یک سامانه‌ی دو جرمی
۱۴۵	۴-۷ سامانه‌هایی با جرم‌های متعدد
۱۴۶	۴-۸ نمایش ترسیمی تابع‌های پاسخ بسامدی
۱۴۸	۴-۹ تار لرزان تزویج‌شده به یک صفحه-صدا
۱۵۱	۴-۱۰ دو تار تزویج‌شده با یک خرک
۱۵۵	پیوست
۱۶۳	مرجع‌ها
۱۶۵	۵ سامانه‌های غیرخطی
۱۶۸	۵-۱ روش کلی حل
۱۷۰	۵-۲ نوسان گر غیرخطی
۱۷۴	۵-۳ نوسان گر خودنگیخته
۱۷۶	۵-۴ سامانه‌های چند آمودی
۱۷۹	۵-۵ قفل‌شدگی آمود در سامانه‌های خودنگیخته
۱۸۱	۵-۶ پدیده‌های غیرخطی در تارها

فیزیک سازها

۱۸۶	۷-۵ پدیده‌های غیرخطی در ورقه‌ها و کاسه‌ها
۱۸۸	مرجع‌ها

II موج صدا

۱۹۳	۶ موج‌های صدا در هوا
۱۹۴	۱-۶ موج‌های تخت
۱۹۹	۲-۶ موج‌های کروی
۲۰۱	۳-۶ تراز فشار صدا و شدت
۲۰۴	۴-۶ بازتاب، پراش، و جذب
۲۰۸	۵-۶ آمودهای طبیعی در کاواک‌ها
۲۱۱	مرجع‌ها

۷ تابش صدا

۲۱۳	۱-۷ چشمه‌های چندقطبی ساده
۲۱۷	۲-۷ جفت‌هایی از چشمه‌های نقطه‌ای
۲۱۹	۳-۷ آرایه‌هایی از چشمه‌های نقطه‌ای
۲۲۳	۴-۷ تابش از یک چشمه‌ی کروی
۲۲۵	۵-۷ چشمه‌های خطی
۲۲۶	۶-۷ تابش یک چشمه‌ی صفحه‌ای در یک خفه‌کن
۲۳۰	۷-۷ تابنده‌های خفه‌نشده
۲۳۲	۸-۷ تابش از ورقه‌های بزرگ
۲۳۶	مرجع‌ها

۸ لوله‌ها، شیپورها و کاواک‌ها

۲۳۷	۱-۸ لوله‌های استوانه‌ای بی‌نهایت
۲۴۱	۲-۸ افت‌های دیواره
۲۴۵	۳-۸ لوله‌های استوانه‌ای محدود
۲۵۰	۴-۸ تابش از یک لوله

فهرست

۲۵۱	۵-۸ منحنی‌های پاگیری
۲۵۴	۶-۸ شیپورها
۲۶۱	۷-۸ شیپورهای مخروطی محدود
۲۶۶	۸-۸ شیپورهای بسل
۲۶۹	۹-۸ شیپورهای مرکب
۲۷۱	۱۰-۸ آسفتگی‌ها
۲۷۴	۱۱-۸ محاسبه‌های عددی
۲۷۵	۱۲-۸ شیپورهای خمیده
۲۷۷	۱۳-۸ اندازه‌گیری پاگیری اکوستیکی
۲۷۹	۱۴-۸ حوزه‌ی زمان
۲۸۴	۱۵-۸ معادل‌های مداری
۲۹۱	مرجع‌ها

III سازهای زهی

۲۹۷	۹ گیتارها و لوت‌ها
۲۹۸	۱-۹ طراحی و ساختمان گیتارها
۲۹۹	۲-۹ گیتار، در مقام یک سامانه‌ی متشکل از لرزنده‌های تزویج‌شده
۳۰۰	۳-۹ نیروی اعمال‌شده از سوی تار
۳۰۴	۴-۹ آمودهای لرزش بخش‌های تشکیل‌دهنده‌ی ساز
۳۰۸	۵-۹ تزویج صفحه‌ی رویین با کاواک هوا؛ مدل جفت-نوسان‌گر
۳۱۰	۶-۹ تزویج با صفحه‌ی پشتین؛ مدل سه-نوسان‌گر
۳۱۲	۷-۹ تشدیدهای کاسه‌ی گیتار
۳۱۵	۸-۹ پاسخ به نیروهای تار
۳۱۸	۹-۹ تابش صدا
۳۲۰	۱۰-۹ تشدیدها، صدای تابیده‌شده، و کیفیت
۳۲۴	۱۱-۹ خانواده‌ای از گیتارهای مقیاس‌شده
۳۲۵	۱۲-۹ استفاده از مواد مصنوعی
۳۲۶	۱۳-۹ گیتارهای الکتریکی

فیزیک سازها

۳۲۸	۱۴-۹ پرده‌ها و جبران سازی
۳۲۹	۱۵-۹ لوت‌ها
۳۳۱	۱۶-۹ سایر سازهای زهی زخمه‌ای
۳۳۴	۱۷-۹ تقیدهای ناشی از حرکت یک طرفه
۳۳۶	مرجع‌ها

۱۰ سازهای زهی آرشه‌ای

۳۳۹	۱-۱۰ تاریخچه‌ای خلاصه
۳۴۱	۲-۱۰ تحقیقات درباره‌ی اکوستیک ویولن
۳۴۳	۳-۱۰ ساختمان ویولن
۳۴۴	۴-۱۰ حرکت تارهای آرشه‌خورده
۳۵۷	۵-۱۰ لرزش‌های کاسه‌ی ویولن
۳۶۸	۶-۱۰ پاسخ گذرای کاسه‌ی ویولن
۳۶۸	۷-۱۰ تیر-صدا و شمش بم
۳۷۱	۸-۱۰ حرکت
۳۷۵	۹-۱۰ تابش صدا
۳۸۶	۱۰-۱۰ آرشه
۳۸۸	۱۱-۱۰ نت‌های گرگی و نواخت‌پذیری
۳۹۰	۱۲-۱۰ کیفیت نغمگی ویلون‌ها
۳۹۶	۱۳-۱۰ ویولا، چلو، و دوبل‌باس
۴۰۰	۱۴-۱۰ ویول‌ها
۴۰۱	۱۵-۱۰ یک خانواده‌ی جدید از ویولن‌ها
۴۰۵	مرجع‌ها

۱۱ هارپ‌ها، هارپسیکُردها، کلاویکُردها، و دلسیمر

۴۱۲	۱-۱۱ سازهای سنتی
۴۱۸	۲-۱۱ هارپ
۴۲۳	۳-۱۱ هارپسیکُردها
۴۲۷	۴-۱۱ ملاحظه‌هایی بر طراحی هارپسیکُردها

فهرست

۴۳۲	۵-۱۱	مشخصه‌های هارپسیکُرد
۴۳۳	۶-۱۱	کلاویکُرد
۴۳۷		مرجع‌ها
۴۳۹		۱۲ پیانو
۴۴۰	۱-۱۲	طراحی کلی پیانو
۴۴۳	۲-۱۲	کنش‌افزار پیانو
۴۵۳	۳-۱۲	تارهای پیانو
۴۵۷	۴-۱۲	چکش‌های پیانو
۴۶۶	۵-۱۲	صفحه-صدا
۴۷۶	۶-۱۲	زوال صدا: برهم‌کنش تارها، خرک، و صفحه-صدا
۴۸۱	۷-۱۲	گام‌بندی و کوک
۴۸۳	۸-۱۲	کوک و ناهماهنگی
۴۸۶	۹-۱۲	شیوش
۴۹۲	۱۰-۱۲	پیانوهای الکتریکی
۴۹۲		مرجع‌ها
و-۱		واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
و-۱۷		واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی
ن-۱		نمایه

جلد دوم

IV سازهای بادی

۴۹۹ ۱۳ تولید صدا با لرزش‌های زبانه و لب
۴۹۹	۱-۱۳ دریچه‌های کنترل‌شونده با فشار
۵۰۲	۲-۱۳ مدل شبیه-ایستا
۵۰۶	۳-۱۳ رفتار مولد در بسامد نواخت
۵۱۴	۴-۱۳ زبانه‌های آزاد
۵۱۷	۵-۱۳ مولدهای تزویج‌شده به شیپورها
۵۲۱	۶-۱۳ رفتار دامنه-بزرگ
۵۲۶	۷-۱۳ تحلیل غیرخطی
۵۲۹	۸-۱۳ شبیه‌سازی عددی
۵۳۲	مرجع‌ها
۵۳۵ ۱۴ سازهای برنجی لبی
۵۳۵	۱-۱۴ سیر تکاملی سازهای برنجی
۵۳۸	۲-۱۴ برش‌نمای شیپورها
۵۴۱	۳-۱۴ قطعه-دهانی‌ها
۵۴۵	۴-۱۴ تابش
۵۴۸	۵-۱۴ کشویی‌ها و دریچه‌ها
۵۵۱	۶-۱۴ ناخطی‌گری دامنه-کوچک
۵۵۵	۷-۱۴ ناخطی‌گری دامنه-بزرگ
۵۶۰	۸-۱۴ منحنی‌های پاگیری ورودی
۵۶۱	۹-۱۴ گذارها
۵۶۵	۱۰-۱۴ بیناب‌های اکوستیکی
۵۶۶	۱۱-۱۴ خفه‌کن‌ها
۵۶۸	۱۲-۱۴ شیوه‌ی اجرا
۵۷۲	مرجع‌ها

فهرست

۵۷۵ ۱۵ سازهای چوبین - بادی زبانه‌ای
۵۷۵	۱-۱۵ شکل بوری چوبین-بادی‌ها
۵۷۹	۲-۱۵ سوراخ‌های انگشتی
۵۸۷	۳-۱۵ منحنی‌های پاگیری
۵۹۴	۴-۱۵ برهم‌کنش زبانه و ستون هوا
۵۹۹	۵-۱۵ جهت‌وری
۶۰۰	۶-۱۵ شیوه‌های اجرا
۶۰۳	۷-۱۵ بازده اکوستیکی
۶۰۳	۸-۱۵ بیناب حدی
۶۰۶	۹-۱۵ کلارینت
۶۱۲	۱۰-۱۵ ابووا
۶۱۶	۱۱-۱۵ باسون
۶۱۷	۱۲-۱۵ ساکسیفن
۶۱۹	۱۳-۱۵ سازهای با زبانه‌ی درپوش‌دار
۶۲۳	مرجع‌ها
۶۲۷ ۱۶ فلوت‌ها و لوله‌های ارگ تنوره‌ای
۶۲۷	۱-۱۶ پویایی یک تندباد
۶۳۴	۲-۱۶ آشوبیدن یک تندباد هوا
۶۳۸	۳-۱۶ برهم‌کنش تندباد-تشدیدگر
۶۴۳	۴-۱۶ سازوکار برنگیزش بازساز
۶۵۰	۵-۱۶ رویکردهای دقیق دینامیک شاره‌ای
۶۵۱	۶-۱۶ ناخطی‌گری و تولید هماهنگ
۶۵۴	۷-۱۶ حالت‌های گذرا و گذار آمودها
۶۵۸	۸-۱۶ نوفه‌های ایرودینامیکی
۶۶۰	۹-۱۶ سازهای فلوت‌گونه‌ی ساده
۶۶۲	۱۰-۱۶ ریکورد
۶۶۹	۱۱-۱۶ فلوت

فیزیک سازها

مرجع‌ها

۶۸۳

۶۸۷

۶۸۸

۶۹۴

۶۹۶

۷۰۱

۷۰۳

۷۰۶

۷۰۸

۷۰۹

۷۱۱

۷۱۲

۷۱۴

۷۱۷

۷۱۹

۷۲۱

..... ۱۷ ارگ‌های لوله‌ای

۱-۱۷ اصول کلی طراحی

۲-۱۷ ردیف‌های لوله‌های ارگ

۳-۱۷ ردیف لوله‌های تنوره‌ای

۴-۱۷ لوله‌های تنوره‌ای خاص

۵-۱۷ ترکیب‌ها و خفه‌کن‌ها

۶-۱۷ کوک و اعتدال

۷-۱۷ تابش صدا از لوله‌های تنوره‌ای

۸-۱۷ گذارها در لوله‌های تنوره‌ای

۹-۱۷ صدای‌پردازی لوله‌های تنوره‌ای

۱۰-۱۷ اثر جنس لوله

۱۱-۱۷ ردیف‌های لوله‌های زبانه‌ای

۱۲-۱۷ تحلیل شیوش

۱۳-۱۷ ساختار نغمگی

مرجع‌ها

۷ سازهای کوبه‌ای

..... ۱۸ درام‌ها

۷۲۷

۷۲۸

۷۴۷

۷۵۰

۷۵۴

۷۵۸

۷۶۴

۷۶۹

۷۶۹

۱-۱۸ کتل درام‌ها

۲-۱۸ درام‌های بم‌خوان

۳-۱۸ درام‌های زهدار

۴-۱۸ تام‌تام

۵-۱۸ درام‌های هندی

۶-۱۸ درام‌های ژاپنی

۷-۱۸ درام‌های آندونزی‌یایی

۸-۱۸ درام‌های امریکای لاتین

فهرست

۷۷۲	۹-۱۸ تمبورین‌ها
۷۷۲	مرجع‌ها
۷۷۵ ۱۹ سازهای کوبه‌ای مضرابی
۷۷۶	۱-۱۹ گلاکین‌اشپیل
۷۷۸	۲-۱۹ ماریمبا
۷۸۲	۳-۱۹ کوک شمش‌ها
۷۸۶	۴-۱۹ تشدیدگرها
۷۹۰	۵-۱۹ زیلوفن
۷۹۲	۶-۱۹ وایب‌ها
۷۹۳	۷-۱۹ مضراب‌ها
۷۹۶	۸-۱۹ چایم‌ها
۷۹۸	۹-۱۹ مثلث‌ها و پنج‌پرها
۸۰۱	۱۰-۱۹ سازهای گاملن
۸۰۲	۱۱-۱۹ توبافن و چایم‌های گاملن
۸۰۳	مرجع‌ها
۸۰۵ ۲۰ سیمبال‌ها، گنگ‌ها، ورقه‌ها، و درام‌های فولادی
۸۱۸	۳-۲۰ گنگ‌ها
۸۲۱	۴-۲۰ کروتل‌ها
۸۲۲	۵-۲۰ زنگ‌های ورقه‌ای
۸۲۴	۶-۲۰ ورقه‌های خمیده: اره‌ی موسیقایی
۸۲۶	۷-۲۰ بشقاب‌های فولادی
۸۳۳	مرجع‌ها
۸۳۵ ۲۱ زنگ‌ها
۸۳۶	۱-۲۱ آمودهای لرزش ناقوس‌های کلیسا
۸۴۳	۲-۲۱ کوک و اعتدال
۸۴۵	۳-۲۱ نت ضربه

فیزیکِ سازها

۸۴۷	۴-۲۱	زنگ‌های سومِ بزرگ
۸۴۹	۵-۲۱	نزولِ صدا و چهچهه
۸۵۳	۶-۲۱	مقیاس‌بندیِ زنگ‌ها
۸۵۶	۷-۲۱	آموردهای لرزشِ زنگوله‌ها
۸۵۷	۸-۲۱	شیوش و کوکِ زنگوله‌ها
۸۵۹	۹-۲۱	نزولِ صدا و چهچهه در زنگوله‌ها
۸۶۰	۱۰-۲۱	مقیاس‌بندیِ زنگوله‌ها
۸۶۱	۱۱-۲۱	تابشِ صدا
۸۶۲	۱۲-۲۱	زنگوله‌های بم‌خوان
۸۶۳	۱۳-۲۱	گوی‌ها
۸۶۴	۱۴-۲۱	زنگ‌های دو نغمه‌ایِ چینیِ کهن
۸۶۷	۱۵-۲۱	زنگ‌های معبدیِ چین، کره و ژاپن
۸۷۰		مرجع‌ها

VI موادِ اولیه

۸۷۵	۲۲	موادِ اولیه‌ی سازها
۸۷۶	۱-۲۲	ویژگی‌های مکانیکیِ مواد
۸۸۳	۲-۲۲	موادِ سازنده‌ی سازهای بادی
۸۸۵	۳-۲۲	چوب
۸۹۳	۴-۲۲	پلاستیک‌ها و موادِ ترکیبی
۸۹۶	۵-۲۲	فلزها
۹۰۲	۶-۲۲	نتیجه‌گیری
۹۰۳		مرجع‌ها
۹۰۵		واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
۹۲۱		واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی
۹۳۷		نمایه

پیش‌گفتار ویرایش نخست

پیشینه‌ی سازها تقریباً به‌درازای تاریخ تمدن است، و اصول زیباشناختی‌یی که قضاوت درباره‌ی کیفیت سازها بر آن‌ها استوار است با فرهنگ کلی‌یی که سازها در آن پرورده شده‌اند ارتباطی تنگناگ دارند. یک شنونده یا نوازنده‌ی غربی امروزی فرهیخته می‌تواند درباره‌ی سازهایی خاص یا اجراهایی به‌خصوص نگاهی انتقادی داشته باشد، اما اعتبار این قضاوت‌ها منوط به در نظر گرفتن بستر فرهنگی مربوطه است.

کتاب ما بسیار کم‌تر از آن‌چه را بند بالا ایجاب می‌کند پوشش می‌دهد، و به‌واقع بحث ما در اصل به سازهای غربی رایج محدود می‌شود، اما حتا در این‌جا نیز باید سده‌ها سنت را در نظر بگیریم. یک ساز برای نواختن یک نوع موسیقی خاص طراحی و ساخته می‌شود و برعکس موسیقی برای اجرا شدن روی سازهایی به‌خصوص نوشته می‌شود. چیزی به‌عنوان یک ساز "ایده‌آل"، حتا در ذهن، وجود ندارد، و در واقع امکانات نامحدود نواسازی دیجیتال امروزی، به‌درستی نیازمند این است که آهنگ‌ساز یا نوازنده یک مجموعه‌ی کامل از سازها را تعریف کند که حاصلش داشتن یک همدوسی موسیقایی باشد. بدینسان، برای مثال، صدا و پاسخ یک ویولن بر اساس یک تصویر ذهنی از یک ویولن کامل قضاوت می‌شوند؛ این ویولن کامل با توجه به ویولن‌هایی که در طول سده‌ها موسیقی‌یی را که برایشان نوشته شده می‌نواخته‌اند ساخته می‌شود. چه‌بسا یک ساز جدید دارای کیفیت صدایی غنی‌تر و پاسخ‌دهی برتر باشد، اما اگر بر این تصویر ذهنی منطبق نباشد یک ویولن به‌تر نخواهد بود.

این مجموعه از معیارهای ذهنی، برای بیش‌تر سازهای رایج امروزی، طی چند دهه، از راه تعامل بین سازسازان، نوازندگان، آهنگ‌سازان، و شنوندگان تکامل یافته است. بسیاری از ویژگی‌های سازهایی خاص که چه‌بسا به‌عنوان کاستی‌های اکوستیکی به‌حساب می‌آمدند به مشخصه‌های تمیز دقیق آن‌ها مبدل شده‌اند، و تصحیح‌هایی فنی که این خصیصه‌ها را نگاه نداشته‌اند باقی نمانده‌اند. البته مواردی وجود دارد که در آن خصیصه‌های جدید متحول‌کننده به سنت چربیده‌اند، اما این تحول‌ها در انواع تقریباً جدید سازها حاصل شده‌اند (ویولن و ویولن‌سیل به‌جای ویولاها، فلوت بوهم به‌جای نیای باروکی‌ش، و

ساکسیفُن به جای تاراگاتو). خوشبختانه، چنین تغییراتی ژرف نادر هستند و بیش‌تر سازهای امروزی، با کم‌ترین اصلاح‌های نغمه‌ای و فنی به تدریج نمو یافته‌اند، که بازتابنده‌ی تغییر تدریجی تصویر ذهنی از ساز ایده‌آل آن نوع است.

نقش دانش اکوستیک در این میان جالب است. سده‌ها سنت فهم و مهارتی زیاد در میان سازندگان سازها ایجاد کرده است، و ایشان اغلب از ریزه‌کاری‌هایی باخبرند که برای سازسازی اکوستیکی امروز، به‌خاطر نبود معیارهای فنی دقیق برای تشخیص آن‌ها، آشکار نشده‌اند. بنابراین برای یک دانشمند نشان‌دادن راه پیش‌روی مشکل است، مگر این‌که مسئله یا انتخاب نوازنده یا سازنده دقیقاً مشخص شده باشد. به‌ندرت همه‌ی این مهارت‌ها در تنها یک شخص جمع می‌گردد.

بنابراین نخستین و مهم‌ترین وظیفه‌ی علم اکوستیک، سعی در فهم همه‌ی ریزه‌کاری‌های تولید صدا توسط سازهای سنتی است. این به‌راستی یک برنامه‌ی کلان است، و در واقع تنها در چند دهه‌ی گذشته بوده است که ما از سازوکارهای تعیین‌کننده‌ی کیفیت نغمه در بیش‌تر سازها به فهمی قابل‌قبول رسیده‌ایم. حتا در بعضی از موارد تنها ویژگی‌های اصلی سازوکار صدادهی، اخیراً، پیدا شده‌اند. این آزمون عقلی یک افسون بزرگ است، و بیش‌تر کتاب ما به آن می‌پردازد. فهم ما از یک حوزه‌ی خاص، آن موقع به‌اندازه‌ی قابل‌قبول کامل خواهد بود که پدیده‌های فیزیکی‌یی را که باعث اختلاف بین یک ساز خوب با یک سازی که متوسط قضاوت می‌شود بدانیم. تنها پس از این است که می‌توانیم امیدوار باشیم دانش بتواند به کمک موسیقی آمده، آن را در حرکت به‌سوی طرح و اجرای سازهای معاصر نزدیک‌تر به ایده‌آل موجود یاری دهد.

این کتاب گردآوری کار بسیاری کسان دیگر است که فیزیک سازها را مطالعه کرده‌اند. بیش‌تر آن‌ها به‌پیروی از یک رسم دیرینه، به‌خاطر دلشان، زمان‌هایی را که از وقت کار علمی یا فنی در یک حوزه‌ی با اهمیت عملی فوری‌تر قاپیده‌اند، به این کار زده‌اند. انجمن این افراد درگیر یک انجمن دوستانه و جهانی است که در آن ایده‌ها آزادانه تبادل می‌شود، آن‌گونه که هنگام تلاش برای اعتباردادن به مبتکرین این حوزه در بعضی جاها، بی‌شک اشتباهاتی سهوی پیش می‌آید، که برای آن‌ها پوزش می‌خواهیم. ما همچنین باید برمی‌گزیدیم، و از این‌رو، بسیاری از عنوان‌های جالب به‌ناچار کنار گذاشته شدند. باز هم این انتخاب ماست و تحت اثر علایق خاص خود ما، هرچند سعی کرده‌ایم یک بررسی متعادل قابل‌قبول از کل این حوزه به‌دست دهیم.

۷ پیش‌گفتار ویرایش نخست

خواننده‌ای که ما در گردآوری این مجلد در ذهن داشتیم، فردی است با یک فهم قس قس از فیزیک و کسی که با ریاضیاتی اندک به وحشت نمی‌افتد. کتاب‌های خوب تاریخی تاریخچه‌ی سازهای خاص فراوان است، که عکس‌ها و تصویرهایی بسیار زیاد را در بر دارند. اما به‌ظاهر بیرون از مجله‌های علمی هیچ مکتوبی که به‌صورت کمی به جنگ این موضوع رفته باشد وجود ندارد. ما امید داریم که این کمبود را جبران کرده باشیم. ما ترجیحی که دقت لازم است یا جایی که بحث‌های سرانگشتی ناکافی است از ریاضیات شریختنیم. اما در همین حال این رویکرد را هر جا که لازم دانسته‌ایم رعایت نکرده‌ایم. توضیح فیزیکی مفصل همواره مقصود ما بوده است. امیدواریم که خواننده‌ی هم‌فکر از ترویختن با این مقوله‌ی دل‌کش لذت ببرد.

خوبسندگان به بسیاری از هم‌کارانی که در این کتاب نقشی داشته‌اند یک سپاس‌گزاری بزرگ دارند. به‌ویژه از Joanna Daly و Barbara Sullivan که بیش‌تر دست‌نوشته‌ها را تایپ کردند و از Virginia Plemons که بیش‌تر پیش‌نویس نهایی را تایپ و بخش اصلی کارهای گرافیکی را آماده کرد متشکریم. چند تن از همکاران در غلط‌گیری هم‌کاری داشتند، از جمله George Jelatis، David Brown، Krista McDonald، Rod Korte و Brian Finn. ما سپاس‌گزار Ted Mansell، Daid Peterson، و دیگر خوانندگانی دقیق هستیم که در از خطاهای چاپ نخست آگاه کردند. از بسیاری از همکاران که به ما اجازه دادند تا عکس‌ها و داده‌های آثار منتشرشده‌شان را بازچاپ کنیم، و از سازندگان سازها که ما را با عکس‌هایشان تدارک کردند قدر دانیم. بیش از همه از هم‌کارانمان در انجمن اکوستیک موسیقی برای بحث‌های ارزشمندشان طی سال‌هایی که به نوشتن این کتاب انجامید تشکر می‌کنیم.

دسامبر ۱۹۸۸

نوئل اچ. فله‌چر

توماس د. راسینگ

یادداشت مترجم

در بیش از دو سالی که به ترجمه‌ی این کتاب مشغول بودم همواره از خود می‌پرسیدم:

- آیا ترجمه‌ی کتاب‌های فنی و تخصصی کاری درست است؟

- این کتابی را که برای ترجمه انتخاب کرده‌ام، به درستی انتخاب شده است؟ اصلاً معیار

انتخاب کتاب برای ترجمه چه می‌تواند باشد؟

- آیا من صلاحیت انجام چنین کاری را دارم؟

این‌ها را صدها بار از خود پرسیدم. پاسخ‌هایی را که با تفکر در این باب و در گفتگو با دیگرانی یافتم و توانست تاحدی قانع‌م کند، توضیح می‌دهم.

- ترجمه‌ی کتاب‌های فنی شاید از دو نظر مفید باشد. فایده‌ی ترجمه‌ی این نوشتگان می‌تواند از سویی دور کردن دانشجویان از آفت جزوه‌خوانی، و از سویی دیگر ساخت لغات معادل فارسی برای اصطلاحات فنی باشد. این مورد اخیر به دو دلیل لازم است؛ یکی ایجاد درک عمیق‌تر اهل فن فارسی‌زبان از این واژه‌ها و دیگری کمک به عامه‌ی مردم در استفاده و داشتن احساس از این مقوله‌ها. اما زبان ناشی از ترجمه، همانا دور کردن دانشجویان از زبان انگلیسی و به‌زحمت انداختن آن‌ها در استفاده از نوشتگان جدید است که هر روزه تولید می‌شود.

در مجموع چنین نتیجه گرفتیم که در هر حوزه‌ای هرچندسال یک‌بار ترجمه‌ی کتابی می‌تواند مفید باشد، تا نه سیخ بسوزد و نه کباب.

- کتاب‌های فنی، یا درسی هستند و یا نه. به‌نظر مترجم، ترجمه‌ی کتاب‌های درسی ابتدایی کمی مضر است، زیرا از همان ابتدا دانشجویان را تنبل و بیگانه از زبان‌های خارجی بازمی‌آورد. این ایراد بر ترجمه‌ی کتاب‌های کمی پیش‌رفته‌تر، و به‌خصوص کتاب‌های مرجع و زین کم‌تر وارد است. درباره‌ی این ترجمه‌ای که در دست دارید، بیگانگی جامعه‌ی علمی ما با موضوع فیزیک موسیقی بر فایده‌ی آن می‌افزاید.

- یک مترجم دست کم باید در سه زمینه مهارت داشته باشد که به ترتیب اولویت عبارتند از ۱- تسلط بر علم و فن مربوطه، ۲- نگارش به‌زبان فارسی، ۳- خواندن و فهم زبان اصلی کتاب (انگلیسی). این کمینه‌ی لازم است. درباره‌ی این کتاب آشنایی با موسیقی نیز به این مجموعه اضافه می‌شود.

در پاسخ به این که من در مقام مترجم این کتاب شایستگی‌های ذکر شده را دارم یا نه؟ تنها بیت زیر را نقل می‌کنم:

لنگ و لُوک و خُفته‌شکل و بی‌ادب سوی او می‌غیژ و او را می‌طلب. "مولانا"

درباره‌ی شیوه‌ی نگارش:

پیش از مطالعه‌ی این ترجمه، توجه به نکات زیر می‌تواند مفید باشد.

- برای سهولت در خواندن این ترجمه در نوشتن کسره‌های اتصال امساک نشده است؛ به این هدف که از دوباره و چندباره خوانی‌هایی که ناخودآگاه در خواندن نوشتگان فارسی رایج است تا اندازه‌ای پرهیز شود.

- در بیش‌تر مواقع "ی" نشانه‌ی نکره یا وحدت به اسم داده شده است نه به صفت؛ مانند "کتابی زیبا که در دست دارید" به جای "کتابِ زیبایی که در دست دارید".

- در انتخاب دو شیوه‌ی جدا یا متصل نویسی، در بیش‌تر موارد، به یاری قابلیت‌های رایانه‌ای، شیوه‌ی "جدا و نزدیک‌نویسی" را انتخاب کردم؛ مانند "نوسان‌گر" به جای "نوسانگر" یا "نوسان‌گر". اگر دو بخش یک کلمه در معنای واقعی‌یشان استفاده شده باشند، آن‌ها را جدا نوشته‌ام؛ مثلاً بهم‌خوان، یا رضایت‌بخش. اگر این دو بخش معنای واقعی‌یشان را نداشته باشند برعکس حالت قبل آن‌ها را پیوسته نوشته‌ام؛ مانند پشت‌گرمی؛ زیرا معنای این کلمه حمایت است و "پشت" و "گرم" در این معنا مستقیم دیده نمی‌شوند. اما این قاعده را ممکن است گاهی برحسب عادت فراموش، و رعایت نکرده باشم.

درباره‌ی این کتاب:

کسانی که قصد پژوهش در فیزیکِ سازها را دارند، با مطالعه‌ی همان چند مقاله‌ی نخست در خواهند یافت که این کتاب تنها مرجع پیش‌رفته در این میدان به حساب می‌آید که تقریباً همه‌ی مقالات این حوزه به آن ارجاع می‌دهند. علت انتخاب این کتاب برای ترجمه همین است.

درباره‌ی مشکلات:

مهم‌ترین مشکلاتی که در ترجمه‌ی این کتاب با آن‌ها روبه‌رو شدم، یکی عدم وجود یک منبع معتبر برای شیوه‌ی نگارش بود، و دیگری که اهمیتی بیش‌تر دارد و به ساختار زبان فارسی بازمی‌گردد، کمبود فعل‌های بسیط در زبان فارسی است که به‌قولی از ۱۳۰ فعل تجاوز نمی‌کند. این مشکل، ساخت کلمه‌های مشتق از فعل و اسم مصدرها را بسیار سخت می‌کند. از این‌رو شاید لازم باشد اهل‌فن به فکر چاره‌ای برای این کمبود باشند که در غیر

در پاسخ به این که من در مقام مترجم این کتاب شایستگی‌های ذکر شده را دارم یا نه؟ تنها بیت زیر را نقل می‌کنم:

لنگ و لُوک و خُفته‌شکل و بی‌ادب سوی او می‌غیژ و او را می‌طلب. "مولانا"

درباره‌ی شیوه‌ی نگارش:

پیش از مطالعه‌ی این ترجمه، توجه به نکات زیر می‌تواند مفید باشد.

- برای سهولت در خواندن این ترجمه در نوشتن کسره‌های اتصال امساک نشده است؛ به این هدف که از دوباره و چندباره‌خوانی‌هایی که ناخودآگاه در خواندن نوشتگان فارسی رایج است تا اندازه‌ای پرهیز شود.

- در بیش‌تر مواقع "ی" نشانه‌ی نکره یا وحدت به اسم داده شده است نه به صفت؛ مانند کتابی زیبا که در دست دارید" به جای "کتاب زیبایی که در دست دارید".

- در انتخاب دو شیوه‌ی جدا یا متصل‌نویسی، در بیش‌تر موارد، به یاری قابلیت‌های رایانه‌ای، شیوه‌ی "جدا و نزدیک‌نویسی" را انتخاب کردم؛ مانند "نوسان‌گر" به جای "نوسانگر" یا "نوسان‌گر". اگر دو بخش یک کلمه در معنای واقعی‌یشان استفاده شده باشند، آن‌ها را جدا نوشته‌ام؛ مثلاً بم‌خوان، یا رضایت‌بخش. اگر این دو بخش معنای واقعی‌یشان را نداشته باشند برعکس حالت قبل آن‌ها را پیوسته نوشته‌ام؛ مانند پشت‌گرمی؛ زیرا معنای این کلمه حمایت است و "پشت" و "گرم" در این معنا مستقیم دیده نمی‌شوند. اما این قاعده را ممکن است گاهی برحسب عادت فراموش، و رعایت نکرده باشم.

درباره‌ی این کتاب:

کسانی که قصد پژوهش در فیزیکِ سازها را دارند، با مطالعه‌ی همان چند مقاله‌ی نخست درخواهند یافت که این کتاب تنها مرجع پیش‌رفته در این میدان به حساب می‌آید که تقریباً همه‌ی مقالات این حوزه به آن ارجاع می‌دهند. علت انتخاب این کتاب برای ترجمه همین است.

درباره‌ی مشکلات:

مهم‌ترین مشکلاتی که در ترجمه‌ی این کتاب با آن‌ها روبه‌رو شدم، یکی عدم وجود یک منبع معتبر برای شیوه‌ی نگارش بود، و دیگری که اهمیتی بیش‌تر دارد و به ساختار زبان فارسی بازمی‌گردد، کمبود فعل‌های بسیط در زبان فارسی است که به‌قولی از ۱۳۰ فعل تجاوز نمی‌کند. این مشکل، ساخت کلمه‌های مشتق از فعل و اسم مصدرها را بسیار سخت می‌کند. از این‌رو شاید لازم باشد اهل‌فن به فکر چاره‌ای برای این کمبود باشند که در غیر



IRIB UNIVERSITY PUBLICATION

THE PHYSICS OF MUSICAL INSTRUMENTS

Neville H. Fletcher

Thomas D. Rossing

Translated by Ayoub Banoushi



ISBN: 978-964-8857-43-6
IRIB FACULTY PUBLICATION 2010

انتشارات دانشکده صدا و سیما



ISBN: 978-964-8857-43-6



9 789648 857436