

# فصل ۱

## دسته‌بندی فرکانس‌ها و طیف فرکانسی

### هدف کلی

#### شناخت اصطلاحات مخابراتی، مفاهیم و تعاریف پایه‌ای و متداول در مخابرات

کل زمان اختصاص داده شده به فصل: ۶ ساعت آموزشی

#### زمان پیشنهادی

#### هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

- ۱- یکی از ساده‌ترین سیستم‌های مخابراتی را شرح دهد. ۱۰'
- ۲- اجزای یک سیستم مخابراتی را نام ببرد. ۵'
- ۳- عوامل مؤثر در سیگنال‌های سیستم مخابراتی را شرح دهد. ۱۰'
- ۴- علل دسته‌بندی فرکانس‌های مختلف را شرح دهد. ۱۰'
- ۵- محدوده فرکانسی و دسته‌بندی فرکانس‌های مختلف را با استفاده از جدول یا نمودار تعیین کند. ۱۵'
- ۶- علائم اختصاری EHF, SHF, UHF, VHF, HF, LF, VLF را شرح دهد. ۲۰'
- ۷- مهم‌ترین باندهای فرکانسی مورد کاربرد در مخابرات رادیویی، تلویزیونی و تلفن همراه را شرح دهد. ۱۵'
- ۸- حوزه زمان و حوزه فرکانس را با ترسیم شکل شرح دهد. ۱۵'
- ۹- طیف فرکانسی را تعریف کند. ۱۵'
- ۱۰- اصول کار دستگاه طیف‌نما را شرح دهد. ۱۰'
- ۱۱- موارد کاربرد دستگاه طیف‌نما را بیان کند. ۵'
- ۱۲- کمیت‌هایی را که به صورت نمودار روی دستگاه طیف‌نما ظاهر می‌شود، نام ببرد و حوزه مربوطه را مشخص کند. ۱۰'
- ۱۳- هارمونیک را تعریف کند. ۱۵'
- ۱۴- هارمونیک‌های موجود در موج مربعی متقارن را تشریح کند. ۱۵'
- ۱۵- طیف فرکانسی حاصل از اعمال موج مربعی به ورودی دستگاه طیف‌نما را ترسیم کند. ۱۵'
- ۱۶- صوت را تعریف کند و نحوه انتشار آن را شرح دهد. ۱۰'
- ۱۷- مشخصه‌های بلندی، انرژی، شدت، ارتفاع و طنین صوت را شرح دهد. ۲۰'
- ۱۸- محدوده فرکانس‌های تولیدی توسط حنجره انسان را بیان کند. ۱۰'
- ۱۹- محدوده فرکانس‌های شنوایی را شرح دهد. ۵'
- ۲۰- طیف فرکانسی صدای انسان را توضیح دهد. ۵'
- ۲۱- صدای بم و زیر را شرح دهد. ۱۵'
- ۲۲- از نرم‌افزارها و فیلم‌های مرتبط برای درک بهتر مطلب در قالب شبیه‌سازی یا مشاهده، استفاده کند. ۲۰'
- ۲۳- در فرایند اجرای آموزشی متناسب با شرایط و محتوا، آزمون‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی را پاسخ دهد. ۲۰'

## هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی

- ۱- نظم و ترتیب و حضور به موقع در هنرستان و کلاس را رعایت کند.
- ۲- تکالیف و مسئولیت‌های واگذار شده را به طور دقیق اجرا کند.
- ۳- در موقعیت‌های مناسب برای درک بهتر مفاهیم از آزمایشگاه مجازی استفاده کند.
- ۴- از لوازم موجود در کلاس و هنرستان به خوبی مراقبت و نگهداری کند.
- ۵- خوب گوش دهد و ابهامات و سؤالات خود را بپرسد.
- ۶- با دقت و اعتماد به نفس به سؤالات مطرح شده پاسخ دهد.
- ۷- از شوخی‌های بی‌مورد پرهیز کند.
- ۸- حضور فعال و داوطلبانه در امور مختلف داشته باشد.
- ۹- توانمندی‌های خود در موقعیت‌های مناسب را بروز دهد.
- ۱۰- در کار گروهی مشارکت فعال و همکاری مؤثر داشته باشد.
- ۱۱- نسبت به حل مشکلات سایر هنرجویان حساس و فعال باشد.
- ۱۲- سایر هنرجویان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات، راهنمایی و تشویق کند.

## پیشگفتار

بسیار زیاد تولید کرد زیرا محدودیت تولید صوت توسط تارهای صوتی برای همه افراد وجود دارد. براین اساس در گذشته‌های دور، انسان برای ارتباط با یکدیگر از علائم مختلفی از قبیل دود، صدای طبل، صدای بوق و انعکاس نور از یک شیء درخشان مانند آینه استفاده می‌کرد. کاربرد این روش‌ها تا حدودی بُعد مسافت را افزایش می‌داد. ولی پیام همچنان به صورت غیرمحرمانه باقی می‌ماند. با وجود تمام مشکلات موجود، سال‌های متمادی، اجداد ما از این روش‌ها برای ارتباط بین دو نقطه استفاده می‌کردند. مطمئناً، در صورت تداوم روش کهن، دیگر نمی‌توانستیم صحبتی از تمدن امروزی و مخابرات مدرن داشته باشیم. هنگامی که در سال ۱۸۷۶ میلادی الکساندر بل دانشمند اسکاتلندی اولین پیام تلگرافی راه دور را تا فاصله ۲۴ کیلومتری مخابره کرد، آرزوی دیرینه بشر، که رؤیایی بیش نبود، تحقق یافت (شکل ۱-۲).



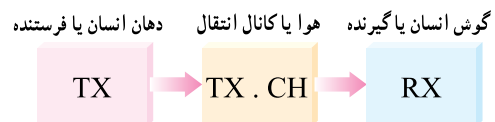
شکل ۱-۲- ارتباط تلفنی

یکی از ساده‌ترین سیستم‌های مخابراتی ارسال و دریافت صدای انسان است. اجزای این سیستم در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. اجزای این سیستم به شرح زیر خلاصه می‌شود:

الف) فرستنده دهان انسان است (گوینده)  
Transmitter (TX)

ب) گیرنده گوش انسان دیگری است (شنونده)  
Receiver (RX)

پ) فاصله بین دهان گوینده و گوش شنونده (هوا) کانال انتقال یا محیط انتقال نامیده می‌شود  
(Transmission channel)

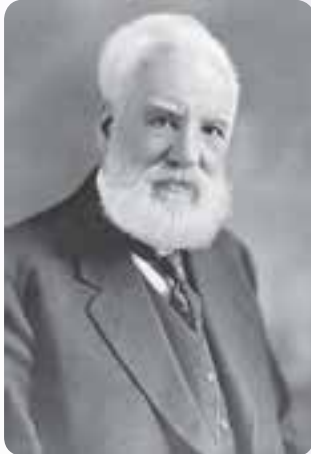


شکل ۱-۱- یک نمونه از ساده‌ترین سیستم مخابراتی ارسال و دریافت صوت

صدا نمی‌تواند به فواصل دور منتقل شود زیرا با قوی شدن صدا، صوت پخش شده از حالت خصوصی یا ارتباط نقطه به نقطه (Point to Point) خارج می‌شود و صوت توسط سایر افراد نیز دریافت می‌شود یا برای دیگران آلودگی صوتی به وجود می‌آورد. همچنین نمی‌توان از طریق دهان انسان صدایی با قدرت

**توجه:** زندگی نامه دانشمندان مورد آزمون قرار نمی گیرد و صرفاً جهت آشنایی آمده است.

### الکساندر گراهام بل



تولد: ۱۸۴۷ میلادی، محل تولد: اسکاتلند، اختراع تلفن: ۱۸۷۶، وفات: ۱۹۲۲. اولین مکالمه تلفنی در سال ۱۸۷۶ میلادی، یک دانشمند اسکاتلندی به نام «الکساندر گراهام بل» در بوستون بر روی وسیله ای کار می کرد که امید داشت بتواند با استفاده از آن صدای انسان را انتقال دهد. در دهم مارس او بر روی فرستنده جدیدی کار می کرد و دستیارش «توماس واتسون» همزمان در اتاقی دیگر کنار دستگاه مشابهی قرار داشت. ناگهان اسید بر روی لباس «بل» ریخت و او فریاد زد: «آقای واتسون بیا این جا کارت دارم!» «واتسون» کلمات «بل» را به وضوح از طریق دستگاه شنید. «بل» اولین مکالمه تلفنی را انجام داده بود. در صورتی که با زندگی نامه دانشمندان موفق دنیا آشنا می شوید می توانید از آن الگوبرداری کنید و در آینده موفق شوید.

با استفاده از سیستم های جدید مخابراتی از قبیل SMS (پیام نوشتاری کوتاه Short Message System) و MMS (پیام چند رسانه ای Multimedia Message System) و VMS (پیام صوتی Voice Message System) محدودیت های ناشی از صدا، چشم و گوش انسان در حد غیر قابل تصویری کاهش یافته است. با استفاده از سیستم های جدید مخابراتی به آسانی می توانیم صدا و تصویر را از فواصل بسیار دور دریافت کنیم. شکل (۳-۱). اختراع دستگاه های سمعی و بصری (شنیداری و دیداری) سبب شده است که با هزینه بسیار کم و خیلی سریع بتوانیم اطلاعات صوتی و تصویری را ضبط و برای آینده نگهداری کنیم.

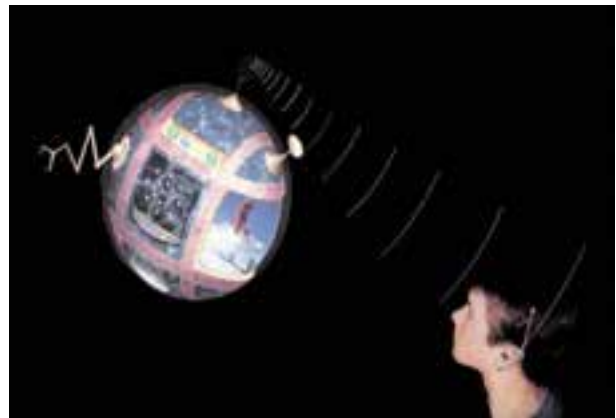
مخابرات نوری، از دیگر پدیده هایی است که وارد صنعت مخابرات شده و به تدریج جایگزین سیستم های فعلی می شود. کشف ابررسانه ها (Super Conductive) نیز راه را برای رسیدن به سیستم های جدید مخابراتی هموار می کند.

در زمان های گذشته، اگر کسی ادعا می کرد که در آینده خواهد توانست با فردی در فاصله بسیار دور مکالمه کند، بی تردید مورد تمسخر قرار می گرفت. ولی امروزه این موضوع به صورت مکالمات تلفنی راه دور به آسانی امکان پذیر است. همچنین اگر شخصی ادعا می کرد که می تواند وقایعی را که در فاصله یک هزار کیلومتری اتفاق می افتد، به طور همزمان اعلام کند، او را فردی عجیب و خارق العاده می پنداشتند و القابی نظیر پیشگو و جادوگر به او نسبت می دادند.

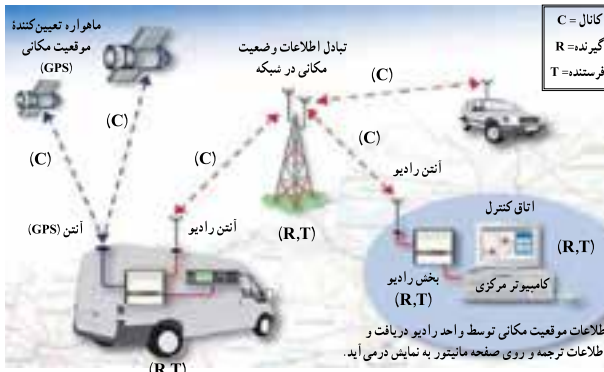
امروزه با استفاده از رادیوی جیبی یا تلویزیون های قابل حمل کوچک (portable) به آسانی می توانید از وقایع گوناگونی که در سرتاسر جهان رخ می دهد اطلاع حاصل کنید. در عصر حاضر، بشر بر محدودیت های ناشی از فاصله در ارتباطات چیره شده است، انسان با استفاده از مغز و فکر خود دستگاه هایی را ساخته است که می تواند گفتار و تصویر را به فواصل بسیار دور منتقل کند. این وسایل مورد استفاده همه جامعه قرار می گیرد، ولی تعداد بسیار کمی هستند که از نحوه کار این سیستم ها اطلاع دارند.

۱- کلمه Portable به معنی قابل حمل است که در مورد دستگاه های الکترونیکی به دستگاه های کوچک قابل حمل مانند تلفن همراه، تلویزیون های کوچک، کامپیوتر همراه

اختلال در سیستم شود نویز (Noise) یا اغتشاش می‌نامند. یادآور می‌شود که امواج ارسالی از آنتن فرستنده از نوع امواجی است که رفتاری مشابه امواج نورانی دارد و با سرعت سیری تقریباً برابر با سرعت نور در فضا حرکت می‌کند.



شکل ۱-۳- سیستم های جدید مخابراتی



شکل ۱-۴- سیستم ارتباط رادیویی

## فکر کنید

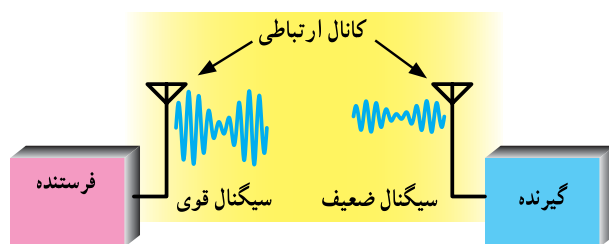
اجزای سامانه‌های مخابراتی شامل فرستنده، کانال و گیرنده را در تلویزیون و تلفن همراه نام ببرید.

### ۱-۱-۱- عوامل تأثیرگذار در سیستم مخابراتی:

سیگنال‌های مخابراتی در فرایند تولید، ارسال، انتقال و دریافت تحت تأثیر عوامل نامطلوب مختلفی قرار می‌گیرند. این عوامل تغییراتی در سیگنال به وجود می‌آورند که به ذکر چهار مورد از مهم‌ترین آنها می‌پردازیم.

#### الف) تضعیف یا افت قدرت

(Power Attenuation یا Power Loss): قدرت سیگنال خروجی فرستنده پس از عبور از کانال انتقال افت می‌کند. این افت قدرت در کانال نباید از حدی بیشتر شود، زیرا در صورتی که توان بیش از حد کاهش یابد، گیرنده قادر به دریافت و اجرای فرایند مربوط به بازسازی سیگنال نیست (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- تضعیف سیگنال

### ۱-۱- اجزای سیستم‌های مخابراتی و نحوه ارتباط رادیویی

هر سیستم مخابراتی دارای اجزایی به شرح زیر است:

الف) فرستنده (Transmitter)

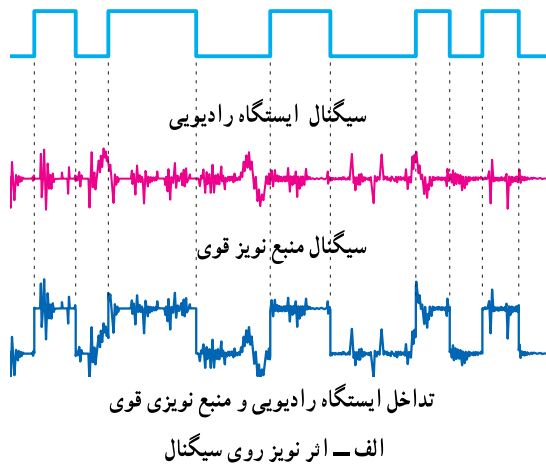
ب) کانال ارتباطی (Channel)

ج) گیرنده (Receiver)

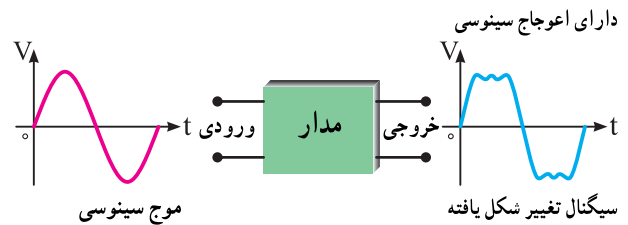
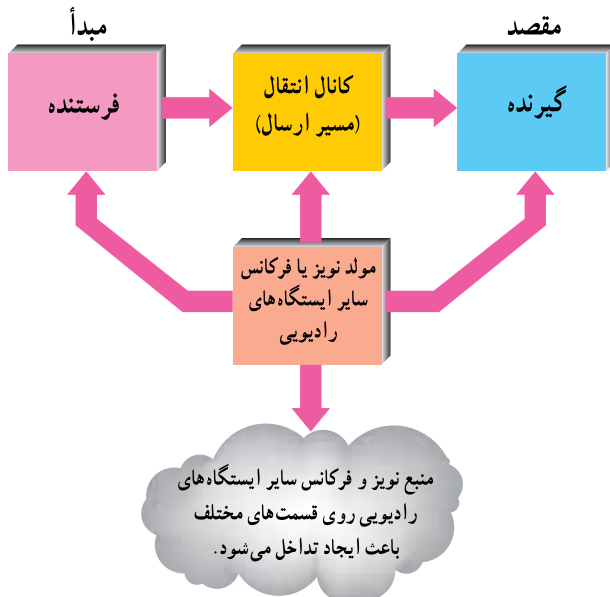
در یک سیستم مخابراتی ساده، فرستنده دهان انسان، کانال ارتباطی هوا و گیرنده، گوش انسان است.

در شکل ۱-۴ یک سیستم ارتباطی رادیویی ترسیم شده است. در این سیستم فرستنده رادیویی از طریق آنتن (Antenna) امواج را در فضا پخش می‌کند. آنتن گیرنده، امواج رادیویی<sup>۱</sup> منتشر شده از فرستنده را از فضا دریافت می‌کند. کانال ارتباطی در این سیستم، فضای بین فرستنده و گیرنده است. کانال ارتباطی معمولاً تحت تأثیر عوامل خارجی قرار می‌گیرد. هرگونه عامل خارجی یا داخلی را که موجب

۱- در مخابرات، رادیو (Radio) یک مفهوم عام است و انواع سیستم‌های رادیویی، تلویزیونی، مخابراتی، تلفنی و غیره را دربرمی‌گیرد.



ب) اعوجاج (Distortion): اعوجاج به معنی تغییر شکل نامطلوب سیگنال است. هنگامی که سیگنال از یک مدار یا کانال ارتباطی عبور می کند دچار تغییر شکل می شود، شکل ۱-۶. این تغییر شکل ممکن است جزئی یا کلی باشد. در صورتی که تغییر شکل سیگنال جزئی باشد، قابل جبران یا هم سان سازی (equalizing) است. در صورتی که تغییر شکل سیگنال خیلی زیاد باشد، اصلاح سیگنال قابل جبران نخواهد بود. در این حالت می گویند اعوجاج سیگنال زیاد است.



شکل ۱-۶ - در این مدار شکل موج سینوسی دچار اعوجاج شده است.

ب - بلوک دیگرام فرستنده و گیرنده و اثر تداخلی نویز و سایر فرکانس های ایستگاه های رادیویی

ج) نویز یا اغتشاش (Noise): نویز عبارت است از سیگنال های ناخواسته معین یا تصادفی که در داخل یا خارج سیستم تولید می شود. حرارت یکی از عوامل تولید نویز داخلی است که در داخل سیستم تولید می شود و روی آن اثر می گذارد. از منابع نویز خارجی می توان منابع انسانی، فرستنده های دیگر، مدارهای کلید زنی و جرقه زنی، خطوط ولتاژ قوی برق شهر و ... را نام برد.

شکل ۱-۷ - عناصر سیستم مخابراتی و تأثیر منبع نویز و فرکانس سایر ایستگاه های رادیویی روی قسمت های مختلف آن

د) تداخل (Interference): تداخل به معنی تأثیر گذاری فرکانس های ناخواسته منابع نویز قوی یا فرکانس های رادیویی مختلف روی یک دیگر در سیستم های مخابراتی است. سیگنال های رادیویی می تواند مربوط به دو ایستگاه رادیویی یا یک ایستگاه رادیویی و یک منبع نویز قوی باشد. اصطلاحاً منبع نویز قوی را پارازیت می نامند. در شکل ۱-۷ الف تداخل سیگنال ایستگاه رادیویی و منبع نویز قوی نشان داده شده است. در شکل ۱-۷ ب بلوک دیگرام فرستنده و گیرنده و محل تأثیر نویز را روی بلوک ها مشاهده می کنید.

## ۱-۲- الگوی پرسش

### کامل کردنی

۱- در گفتگوی بین دو انسان، دهان انسان به عنوان ..... و گوش انسان دیگر به عنوان ..... عمل می کند.

### صحیح یا غلط

۲- MMS پیام کوتاه نوشتاری است.

صحیح □ غلط □

## چهارگزینه‌ای

۳- به تغییر شکل نامطلوب سیگنال چه می‌گویند؟

۱- Power Loss (تضعیف)

۲- Noise (اغتشاش)

۳- Distortion (اعوجاج)

۴- Interference (تداخل)

تشریحی

۴- ساده‌ترین سیستم مخابراتی را در دو سطر شرح دهید.

۵- کانال ارتباطی را تعریف کنید و برای آن چند مثال بزنید.

۶- اصطلاحات Transmitter و channel، message، VMS و SMS، MMS را معنی کنید و برای هر یک مثالی بزنید.

اندازه‌گیری فرکانس به کار می‌رود آشنا شوید. در جدول ۱-۱ این واحدها را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱-۱ واحدهای فرکانس

واحد	نماد	زبان اصلی	تعریف خلاصه	با نماد $10^x$
هرتز	Hz	Hertz	یک سیکل در ثانیه	$10^0 \text{ Hz} = 1 \text{ Hz}$
کیلوهرتز	KHz	Kilohertz	هزار سیکل در ثانیه	$10^3 \text{ Hz}$
مگاهرتز	MHz	Megahertz	یک میلیون سیکل در ثانیه	$10^6 \text{ Hz}$
گیگاهرتز	GHz	Gigahertz	بیلیون (میلیارد) سیکل در ثانیه	$10^9 \text{ Hz}$
تراهرتز	THz	Terahertz	یک تریلیون سیکل در ثانیه	$10^{12} \text{ Hz}$

### ۲-۳-۱- دسته‌بندی عمومی فرکانس‌ها: تنوع تقسیم‌بندی

فرکانس بسیار زیاد است. در این فصل بیشتر به تقسیم‌بندی کلی فرکانس‌ها با تأکید روی فرکانس‌های رادیویی می‌پردازیم. در جدول ۲-۱ تقسیم‌بندی عمومی حدود فرکانس‌های مختلف آمده است.

جداول ۱-۲، ۱-۳، و شکل ۸-۱ که مربوط به دسته‌بندی فرکانس‌ها است از منابع مختلف و با توجه به استانداردهای متفاوت ارائه شده است. این جداول در کتاب‌های مختلف دارای تنوع و تفاوت هستند.

### ۳-۱-۱- دسته‌بندی فرکانس‌ها

#### ۱-۳-۱- علل دسته‌بندی فرکانس و واحدهای آن:

فرکانس‌های مختلف در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی رفتارهای متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. همین رفتار متفاوت است که برای هر مورد کاربرد ویژه‌ای را فراهم می‌کند. بدین سبب، فرکانس‌ها را در طبقات متفاوت دسته‌بندی می‌کنند. قبل از آشنایی با دسته‌بندی فرکانس‌ها لازم است با واحدهایی که برای

جدول ۱-۲ دسته‌بندی عمومی فرکانس

ردیف	محدوده فرکانس	موارد کاربرد	موارد کاربرد به زبان انگلیسی
۱	صفر	ولتاژ و جریان DC	DC voltage and current
۲	$1 \text{ Hz} - 1 \text{ KHz}$	خطوط انتقال قدرت	Power Transmittion
۳	$20 \text{ KHz} - 20 \text{ Hz}$	شنوایی	Audio
۴	$20 \text{ KHz} - 2 \text{ MHz}$	ماورای صوت (فراصوت)	Ultra Sonic
۵	$3 \text{ MHz} - 300 \text{ GHz}$	رادیو	Radio
۶	$5 \text{ MHz} - 5 \text{ Hz}$	ویدیو (تصویر)	Video
۷	$1 \text{ THz} - 43 \text{ THz}$	اشعه مادون قرمز	Infrared
۸	$43 \text{ THz} - 100 \text{ THz}$	نور مرئی	Visible Light
۹	$100 \text{ THz} - 6 \times 10^5 \text{ THz}$	اشعه ماورای بنفش	Ultra Violet
۱۰	$6 \times 10^5 \text{ THz} - 3 \times 10^7 \text{ THz}$	اشعه X (نرم تا سخت)	X Ray (Soft to hard)
۱۱	$3 \times 10^7 \text{ THz} - 5 \times 10^8 \text{ THz}$	اشعه گاما	Gama Ray
۱۲	$5 \times 10^8 \text{ THz} - 8 \times 10^9 \text{ THz}$	اشعه کیهانی	Cosmic Ray

منبع کتاب Electronic communication by: Adamson  
 نکته مهم (۱): اعداد مندرج در جدول جنبه آشنایی دارد و نیازی نیست آنها را به خاطر بسپارید. تنها با استفاده از جدول باید بتوانید محدوده‌های فرکانسی را پیدا کنید.  
 نکته مهم (۲): یادگیری و به خاطر سپردن لغات و اصطلاحات انگلیسی داده شده در جدول الزامی است.



شکل ۸-۱- نمونه هایی از موارد کاربرد فرکانس های مختلف

در شکل ۸-۱ نمونه ای از موارد کاربرد فرکانس های مختلف را مشاهده می کنید.

### ۳-۳-۱- تقسیم بندی فرکانس ها با روشی دیگر:

فرکانس های کم و فرکانس های رادیویی را به محدوده های کوچک تری نیز تقسیم می کنند که حالت عمومی دارد. در این روش هر محدوده را باند (Band) فرکانسی می نامند. در جدول ۳-۱ این نوع تقسیم بندی را آورده ایم. توجه داشته باشید که در این روش تقسیم بندی فرکانس ها با حاصلضرب عدد ۳ در توان های صحیح عدد ۱۰ انجام شده است.

جدول ۳-۱- تقسیم بندی باندهای فرکانسی با ضرایب ده از عدد ۳

ردیف	محدوده فرکانس	نام باند	نماد (علامت)	نام باند به زبان اصلی
۱	۳-۳۰ Hz	بی نهایت کم	ELF	Extremely Low Frequency
۲	۳۰-۳۰۰ Hz	فوق العاده کم	SLF	Supper Low Frequency
۳	۳۰۰-۳۰۰۰ Hz	خیلی خیلی کم	ULF	Ultra Low Frequency
۴	۳-۳۰ KHz	خیلی کم	VLF	Very Low Frequency
فرکانس های رادیویی	۳۰-۳۰۰ KHz	کم	LF	Low Frequency
	۳۰۰ KHz - ۳ MHz	متوسط	MF	Medium Frequency
	۳-۳۰ MHz	زیاد	HF	High Frequency
	۳۰-۳۰۰ MHz	خیلی زیاد	VHF	Very High Frequency
	۳۰۰ MHz - ۳ GHz	خیلی خیلی زیاد	UHF	Ultra High Frequency
	۳ GHz - ۳۰ GHz	فوق العاده زیاد	SHF	Supper High Frequency
	۳۰-۳۰۰ GHz	بی نهایت زیاد	EHF	Extra High Frequency

### منبع جدول ۳-۱ سایت اینترنتی مرتبط

**نکته مهم (۱):** اعداد مندرج در جدول جنبه آشنایی دارد و نیازی نیست آنها را به خاطر بسپارید. تنها با استفاده از جدول باید بتوانید محدوده های فرکانسی را پیدا کنید.

**نکته مهم (۲):** فراگیری و به خاطر سپردن لغات و اصطلاحات انگلیسی مفاهیم و اختصارات داده شده در قسمت ۴-۳-۱ الزامی است. این اصطلاحات و علائم اختصاری (نماد) آن ها به زبان انگلیسی در جداول ۲-۱ و ۳-۱ آمده است.

## برای هنرجویان علاقه مند

موارد ابتکاری برای خلاقیت :

یک یا چند نمونه گیرنده رادیویی موجود را انتخاب کنید. سپس موارد زیر را مشخص کنید :

۱- تصویر صفحه مدرج رادیو را همراه با مشخصات دقیق آن رسم کنید.

با توجه به اطلاعات بند (۱) تعیین کنید :

۲- رادیو چند موج است و چه موج‌هایی را دارد.

۳- محدوده طیف فرکانسی هر موج رادیویی را به دست آورید.

۴- در صورتی که گیرنده رادیوی مورد نظر دارای سامانه انتخاب ایستگاه دیجیتالی است محدوده فرکانسی هر

باند را از طریق جست و جوی ایستگاه‌ها تعیین کنید.

۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز قرار دارد و محدوده گویش و شنوایی انسان را دربرمی‌گیرد.

(د) امواج اولتراسونیک یا ماورای صوت : این امواج در محدوده ۲۰ کیلوهرتز تا ۲ مگاهرتز قرار دارد و بیشتر در دستگاه‌های کنترل از راه دور (Remote Control) استفاده می‌شود. در شکل ۱-۱ نمونه دیگری از کاربرد امواج اولتراسونیک نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- کاربرد امواج اولتراسونیک در ارتفاع‌سنج

۳-۴- محدوده‌های فرکانسی که باید به خاطر

بسیارید:

(الف) سیگنال DC : که فرکانس آن صفر است و بیشتر به عنوان منبع انرژی در دستگاه‌های مختلف استفاده می‌شود.

(ب) فرکانس‌های ده هرتز تا یک کیلوهرتز : این فرکانس‌ها در مولدهای قدرت و خطوط انتقال در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱-۹).

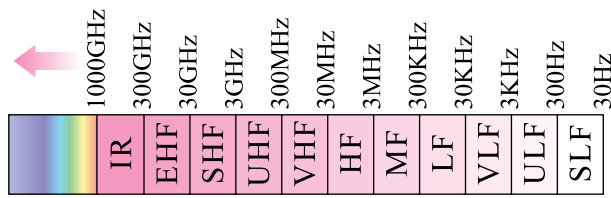
(ج) فرکانس‌های صوتی AF : این فرکانس‌ها در محدوده



شکل ۱-۹- کاربرد فرکانس‌های ۱۰ هرتز تا یک کیلوهرتز در خطوط انتقال فشار قوی ۵۰ هرتز



در شکل ۱۱-۱ محدوده فرکانس‌های رادیویی ذکر شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱-۱- محدوده فرکانس‌های رادیویی

## ۱-۴- الگوی پرسش

### کامل کردنی

۱- فرکانس‌های تصویر یا ویدئو در محدوده ..... تا ..... قرار دارد.

### صحیح، غلط

۲- موج کوتاه رادیو در فاصله ۳۰۰ کیلوهرتز تا ۳ مگاهرتز قرار دارد.  صحیح  غلط

### چهارگزینه‌ای

۳- فرکانس‌های در محدوده ۳۰ GHz تا ۳۰۰ GHz کدام است؟

۱) EHF (۱) SHF (۲) UHF (۳) VHF (۴)

### تشریحی

۴- چرا فرکانس‌ها را در دسته‌بندی‌های گوناگون قرار می‌دهند؟

۵- محدوده فرکانس‌های صوتی چه قدر است؟

۶- محدوده فرکانسی امواج HF چه قدر است و چه کاربردی دارد؟

۷- باند موج متوسط در چه محدوده فرکانسی قرار دارد؟

## کار با نرم‌افزار

ویژه هنرجویان علاقمند

امواجی را که در شکل ۱۲-۱ نشان داده شده است، با استفاده از نرم‌افزار روی نمایشگر بیاورید. محور افقی و محور عمودی این امواج برحسب چه پارامتری است؟

ه) فرکانس‌های تصویر یا ویدئو: این فرکانس‌ها در محدوده ۵۰ هرتز تا ۵ مگاهرتز قرار دارد و فرکانس‌های تصویر یا ویدئو را در تلویزیون تشکیل می‌دهد.

و) فرکانس‌های رادیویی خیلی کم VLF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳ کیلوهرتز تا ۳۰ کیلوهرتز قرار دارد و امروزه به عنوان سیگنال رادیویی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

ز) فرکانس‌های رادیویی کم LF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰ کیلوهرتز تا ۳۰۰ کیلوهرتز قرار دارد و به LF مشهور است. این محدوده فرکانسی در گیرنده‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

ح) فرکانس‌های رادیویی متوسط MF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰۰ کیلوهرتز تا ۳ مگاهرتز قرار دارد و باند موج متوسط رادیو را پوشش می‌دهد.

ط) فرکانس‌های رادیویی زیاد HF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳ تا ۳۰ مگاهرتز قرار دارد و معمولاً موج کوتاه رادیو را تشکیل می‌دهد.

ی) فرکانس‌های رادیویی خیلی زیاد VHF: این فرکانس‌ها در محدوده فرکانسی ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ مگاهرتز قرار دارد و فرکانس‌های رادیویی آماتوری و کانال‌های تلویزیونی را تشکیل می‌دهد.

ک) فرکانس‌های رادیویی خیلی زیاد UHF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳ گیگاهرتز قرار دارد و کانال‌های UHF تلویزیونی، موبایل و ... را تشکیل می‌دهد.

ل) فرکانس‌های رادیویی فوق‌العاده زیاد SHF: محدوده فرکانسی این باند در حدفاصل ۳ گیگاهرتز تا ۳۰ گیگاهرتز قرار دارد.

م) فرکانس‌های رادیویی بی‌نهایت زیاد EHF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰ گیگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز قرار دارد. فرکانس‌های SHF و EHF معمولاً باند میکروویو را تشکیل می‌دهد.

ن) امواج نورانی: فرکانس‌های بیشتر از ۱۰۰۰ گیگاهرتز از محدوده امواج رادیویی خارج شده و طیف امواج نورانی مرئی و غیرمرئی را تشکیل می‌دهد. بیشترین فرکانس را اشعه کیهانی دارد که در محدوده ۱۰<sup>۲۰</sup> × ۵ هرتز تا ۱۰<sup>۲۱</sup> × ۸ هرتز قرار می‌گیرد.