

## پودمان ۵

### اصول طراحی فضای سبز

## اصول طراحی فضای سبز

- هدف این کار (Task) بر اساس اهداف توانمندسازی عبارت‌اند از:
- ۱ کاربرد‌ها و تأثیرات زیست محیطی فضای سبز را توضیح دهد.
  - ۲ بتواند گیاهان فضای سبز را با روش‌های مختلف انتخاب کند.
  - ۳ ویژگی‌های بصری گیاهان (نقطه، خط و...) را در طراحی فضای سبز لحاظ نماید.
  - ۴ اصول زیبا شناختی در طراحی فضای سبز را لحاظ نماید.
  - ۵ بتواند نقشه فضای سبز مانند پارک‌ها را بخواند و تفسیر کند.
  - ۶ عملیات ترانس‌بندی را با توجه به شیب موجود در زمین انجام دهد.
  - ۷ بتواند گیاهان را بر اساس کاربرد آنها در فضای سبز انتخاب نماید.
  - ۸ بتواند گیاهان را بر اساس پراکنش جغرافیایی آنها انتخاب نماید.
  - ۹ بتواند گیاهان را بر اساس نیازهای بیولوژیکی انتخاب نماید.
  - ۱۰ نکات ایمنی و بهداشتی را طی عملیات رعایت نماید.

## دانسته‌های قبلی مورد نیاز هنر جویان

هنرجویان قبل از شروع کار یا واحد یادگیری اصول طراحی فضای سبز لازم است اطلاعات زیر را داشته باشند.

- ۱ بافت و ساختمان خاک
- ۲ طبقه‌بندی کلی گیاهان (درخت و درختچه‌ها، گل‌های زینتی و...)
- ۳ طبقه‌بندی گیاهان از نظر شرایط اقلیمی
- ۴ نکات ایمنی و بهداشتی در حین انجام کار

## واژه‌های کلیدی

- متابولیسم شهر
- تانژانت زاویه

در واحد یادگیری اصول طراحی فضای سبز در درس تولید و نگهداری گیاهان فضای سبز، در مورد کاربردهای زیست محیطی فضای (شامل کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، کنترل فرسایش و تثبیت خاک، کنترل انعکاس نور، کنترل جریان باد، تولید فیتو نسید)، راهنمای انتخاب گیاهان سبز (ویژگی‌های بصری گیاهان شامل نقطه و خط، فرم، رنگ و...)، اصول زیباشناختی در طراحی فضای سبز (وحدت یا پیوستگی، تنوع یا سادگی، تأکید یا تمرکز، تعادل یا توازن، مقیاس و تناسب، ریتم یا توالی)، نقشه خوانی، جهات جغرافیایی، شیب، تراس بندی، علائم شناسایی گیاهان در طراحی باغ و منظر، بنچ مارک یا نقطه معیار، انتخاب گیاهان بر اساس کاربرد آنها در فضای سبز (گیاهان مناسب برای حاشیه بزرگ راه‌ها و خیابان‌ها، گیاهان پرچینی، گیاهان پوششی و سایه‌انداز، گیاهان مقاوم در برابر آلودگی، گیاهان باد شکن، گیاهان با جلوه‌های خاص، گیاهان برای استفاده در فضای سبز عمودی)، انتخاب گیاهان بر اساس پراکنش جغرافیایی، گیاهان براساس نیازهای بیولوژیک و... مطالبی آمده است.

#### ■ مواد مصرفی:

لباس کار

آب

گلدان

بذر انواع گیاهان مربوط به فضای سبز

پیاز انواع گیاهان مربوط به فضای سبز

انواع نهال‌های درختان و درختچه‌ها

## ■ ابزار و تجهیزات:

ابزار و تجهیزات و ماشین‌های مورد نیاز برای این کار یا واحد یادگیری اصول طراحی فضای سبز- به شرح جدول ذیل می‌باشد:

ردیف	نام ابزار و تجهیزات و ماشین‌ها	مشخصات فنی	تعداد برای ۱۵ هنرجو
۱	بیلچه	معمولی - استیل	۱۵
۲	بیل	استیل ضد زنگ نمره ۲	۱۵
۳	چکمه	لاستیکی	۱۵
۴	شیب سنج دستی		۱
۵	شن کش	میخی	۱۵
۶	ماله چوبی	دسته بلند	۳
۷	فرغون	معمولی	۳
۸	چاله کن		۱
۹	خط کش		۵
۱۰	تراکتور		۱
۱۱	گاو آهن برگردان دار		۲

## فضا

برای طراحی فضای سبز برای هر هنرجو حداقل نیاز به ۱۰۰ متر مربع زمین می‌باشد. برای طراحی فضای سبز برای هر ۱۵ هنرجو حداقل نیاز به ۱/۵ هکتار زمین می‌باشد. در ضمن هنرآموزان گرامی می‌توانند برای آموزش‌های عملی و برای آنکه هنرجویان با محیط واقعی کار نیز آشنا شوند از پارک‌های استانداری شهر، جنگل‌های مصنوعی و سایر فضاهای سبز در منطقه بازدید تا بدین وسیله در امر آموزش‌ها بخصوص آموزش‌های عملی کمک شود.

یک اتاق به اندازه ۳×۴×۵ متر به عنوان محل نگهداری ابزار و تجهیزات و ماشین آلات و غیره

## اجزای بسته آموزشی

این کار یا واحد یادگیری شامل کتاب درسی، کتاب هنرآموز، کتاب هنرجو، فیلم آموزشی، نرم افزار آموزشی، عکس به شرح ذیل می باشد:

### فیلم:

- ۱ انواع پارک‌ها و جنگل‌ها و سایر فضاهای سبز
- ۲ تأثیرات آلودگی‌های هوا و صوت در انسان و راه‌های کاهش آنها
- ۳ تخریب و فرسایش خاک‌ها و کنترل آن به وسیله ایجاد فضای سبز
- ۴ راهنمای انتخاب گیاهان فضای سبز از نظر ویژگی‌های بصری، فرم، رنگ و...
- ۵ اصول زیبا شناختی در طراحی فضای سبز (وحدت، تنوع، تأکید، تعادل مقیاس)
- ۶ نقشه خوانی (جهت جغرافیایی، مقیاس، نحوه اندازه‌گیری شیب)
- ۷ انواع گیاهان فضای سبز (گیاهان پرچینی، گیاهان پوششی، گیاهان سایه انداز، گیاهان مقاوم در برابر آلودگی و...)
- ۸ ایجاد فضای سبز

### نرم افزار:

- ۱ ویژگی‌های بصری (نقطه، خط، فرم، بافت، رنگ) گیاهان در فضای سبز
- ۲ نقشه خوانی (جهت جغرافیایی، مقیاس، شیب)
- ۳ ترانس بندی

### عکس:

- ۱ انواع گیاهان فضای سبز (درخت، درختچه، گل، چمن و...)
- ۲ انواع پارک‌ها و فضای سبز
- ۳ فرسایش خاک‌ها
- ۴ فضای سبز در شیب‌ها

## فرایند آموزش شایستگی‌های فنی و غیر فنی

- ۱ هنرآموزان ارجمند ابتدا کلاس درس را با یاد و نام خداوند بخشنده و مهربان شروع نمایند.

۲ برای آماده کردن و ایجاد انگیزه و ترغیب و همچنین مشارکت بیشتر هنرجویان در امر آموزش، هنرآموزان می‌توانند با روش‌های مختلف شامل:

الف) نمایش فیلمی از پارک‌ها و سایر فضاهای سبز و گیاهان موجود در آنها و طراحی فضای سبز

ب) حضور هنرجویان به اتفاق هنرآموز در پارک، حاشیه جاده‌ها و اتوبان‌ها و... که در آنها انواع گیاهان فضای سبز موجود می‌باشند.

ج) نشان دادن عکس‌ها یا پوسترهایی در خصوص طراحی فضای سبز (د) طرح سؤالاتی مانند:

طراحی فضای سبز چه نقشی در افزایش بهره‌وری دارد؟

چرا نمی‌توان هر گیاهی را به عنوان گیاه فضای سبز انتخاب کرد؟

انتخاب گیاه مناسب چه تأثیر یا تأثیراتی در حاشیه جاده‌ها و اتوبان‌ها، پارک‌ها و... دارد؟ گل‌ها، درختان، درختچه‌ها و... در فضای سبز از جمله پارک‌ها باید چه ویژگی‌هایی داشته باشند؟

چرا باید در شیب‌های تند، تراس بندی انجام شود؟

ه) طرح مسائل و مشکلاتی مانند:

آیا می‌دانید اگر اصول طراحی فضای سبز در نظر گرفته نشود؛ چه تأثیراتی بر انسان‌ها و محیط دارد؟

آیا می‌دانید اگر اصول طراحی فضای سبز به‌طور کامل و صحیح انجام نگردد؛ چه

مشکلاتی در امر زیست محیطی و زیبا شناختی و غیره به وجود خواهد آمد؟

آیا می‌دانید اگر درختان و درختچه‌ها بر اساس پراکنش جغرافیایی انتخاب نشوند؛

چه خساراتی ببار خواهد آمد؟

آیا می‌دانید اگر درختان و درختچه‌ها بر اساس نیازهای بیولوژیکی به‌طور صحیح

انتخاب نشوند؛ چه خسارات و مشکلاتی به وجود خواهد آمد؟

یا هر روش دیگری که توجه هنرجویان را به موضوع آموزش بیشتر جلب نماید

و آنها را برای بحث و گفتگو- و مشارکت بیشتر آماده کند و در نتیجه یادگیری

بیشتری صورت گیرد، آغاز نمائید.

۳ سپس هنرجویان را به چند گروه تقسیم نمایید و از هر گروه بخواهید تا پس از

بحث و گفتگو در مورد اصول طراحی فضای سبز بحث و گفتگو کنند و نتایج را در کلاس

درس ارائه نمایند.

- ۴ از هنرجویان بخواهید تا در مورد نقش فضای سبز در افزایش کارآمدی محیط کار بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۵ از هنرجویان بخواهید تا در مورد کاربردهای زیست محیطی فضای سبز در کاهش آلودگی هوا تدبیر کنند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۶ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اثرات فضای سبز در کاهش آلودگی هوا در شهرها بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه کنند.
- ۷ از هنرجویان بخواهید در مورد نقش گیاهان در کاهش آلودگی هوا علاوه بر تولید اکسیژن، بحث و گفتگو نمایند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۸ از هنرجویان بخواهید تا در مورد طراحی و انتخاب مناسب گیاهان در فضای سبز، بحث و گفتگو نمایند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۹ از هنرجویان بخواهید تا در مورد نکاتی که باید در انتخاب گیاهانی که باعث کاهش آلودگی هوا می‌شوند؛ بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۰ از هنرجویان بخواهید تا در مورد کاربردهای زیست محیطی فضای سبز در کاهش آلودگی صوتی تدبیر کنند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۱ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اثرات فضای سبز در کاهش آلودگی صوتی در مراکز تجمع انسانی بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه کنند.
- ۱۲ از هنرجویان بخواهید تا در مورد نکاتی که در طراحی فضای سبز برای کاهش آلودگی صوتی باید در نظر گرفت؛ بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۳ از هنرجویان بخواهید تا در مورد نحوه فرسایش خاک و کنترل فرسایش، بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۴ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اثرات نور در رشد و نمو گیاهان بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۵ از هنرجویان بخواهید تا در مورد مشکلات نور زیاد در محیط فعالیت انسانی بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۶ از هنرجویان بخواهید تا در مورد کاهش اثرات نور زیاد بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.

- ۱۷ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اثرات جریان باد بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۸ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اثرات جریان باد در خنکی احساس افراد تدبیر کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۱۹ هنرآموزان ضمن هماهنگی‌های لازم به اتفاق هنرجویان به یکی از ایستگاه‌های هواشناسی مراجعه و ضمن دریافت نمودارهای تغییرات بادها در منطقه، آنها را تفسیر کرده و مناسب‌ترین گیاهان را برای منطقه انتخاب نمایند.
- ۲۰ هنرآموزان می‌توانند در صورت عدم وجود ایستگاه هواشناسی در سطح منطقه و یا سایر مسائل، صرفاً با آوردن نمودارهای تغییرات بادها در منطقه - به کلاس درس، از هنرجویان بخواهد تا آنها را مانند بند ۱۹ تفسیر کرده و مناسب‌ترین گیاهان را برای منطقه انتخاب نمایند.
- ۲۱ از هنرجویان بخواهید تا در مورد تولید فیتونسید از طریق درختان، با استفاده از اینترنت، کتاب و سایر منابع مطالبی را جمع‌آوری کرده و خلاصه آن را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۲۲ از هنرجویان بخواهید تا در مورد تولید فیتونسید و نقش آن در تعادل بین دو نیمکره مغز انسان‌ها، از منابع معتبر مختلف مطالبی را جمع‌آوری کرده و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۳ از هنرجویان بخواهید تا در مورد اصول و قواعد برای استفاده از گیاهان در طراحی فضای سبز، بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۴ از هنرجویان بخواهید تا در مورد ویژگی‌های بصری (نقطه، خط، فرم، بافت و رنگ) گیاهان برای استفاده در طراحی فضای سبز بحث و تبادل نظر نمایند و نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۲۵ از هنرجویان بخواهید تا در مورد انواع فرم‌های گیاهان و خصوصیات هر یک از فرم‌های درختان بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۶ از هنرجویان بخواهید تا در مورد رنگ گیاهان و تأثیر آن در فضای سبز بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۷ از هنرجویان بخواهید تا در مورد عوامل مرتبط با اصول زیبا شناختی (وحدت، تنوع، تأکید، تعادل، مقیاس ریتم یا توالی) در طراحی فضای سبز بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه کنند.



- ۲۸ از هنرجویان بخواهید تا در مورد تأثیر وجود نقشه در طرح‌های مربوط به فضای سبز بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۹ از هنرجویان بخواهید تا در مورد تأثیر دانستن جهات جغرافیایی در توجیه نقشه تدبیر کرده و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۰ هنرآموزان با آوردن نقشه‌های مختلف (با مقیاس‌های مختلف) از هنرجویان بخواهد تا فواصل واقعی بین دو نقطه بر روی نقشه را در روی زمین تعیین نمایند.
- ۳۱ هنرآموزان با مراجعه به پارک با نقشه آن پارک به اتفاق هنرجویان از آنها بخواهد تا جهت‌های پارک را تعیین و مقیاس نقشه را محاسبه کنند.
- ۳۲ از هنرجویان بخواهید تا در مورد شیب و نحوه محاسبه شیب بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۳ هنرآموزان ضمن آشنا کردن هنرجویان با کاربرد و نحوه استفاده از شیب سنج دستی، از آنها بخواهد تا مقدار شیب بین دو نقطه را تعیین نمایند.
- ۳۴ از هنرجویان بخواهید تا در مورد تراس‌بندی و مناطق و محل‌هایی که نیاز به تراس‌بندی دارند؛ بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۵ از هنرجویان بخواهید تا در مورد علائم شناسایی گیاهان در طراحی باغ و منظر (فضای سبز) و دلایل استفاده از آنها بحث و گفتگو کرده و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۶ از هنرجویان بخواهید تا در مورد نقطه معیار (بنچ مارک) و دلایل استفاده از این نقطه بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۷ از هنرجویان بخواهید تا در مورد انتخاب گیاهان برای فضای سبز بر اساس کاربرد و طبقه‌بندی آنها (گیاهان مناسب برای حاشیه بزرگ راه‌ها و حاشیه خیابان‌ها، گیاهان پرچینی، گیاهان مناسب کاشت در چمن، گیاهان پوششی، گیاهان سایه‌انداز، گیاهان مقاوم در برابر آلودگی و فرسایش، گیاهان بادشکن، گیاهان با جلوه‌های خاص و...) بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۸ از هنرجویان بخواهید تا در مورد انتخاب گیاهان بر اساس پراکنش جغرافیایی بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۹ از هنرجویان بخواهید تا در مورد انتخاب گیاهان بر اساس نیازهای بیولوژیکی بحث و تبادل نظر نموده و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۴۰ هنرآموزان محترم باید در کلیه موارد فوق در کنار هنرجویان بوده و از نظر علمی و عملی و محاسبه‌ای و... کمک‌های لازم را در زمان بحث و تبادل نظر به آنها بنمایند.



۱ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، ارزش املاک بدون فضای سبز را با املاک دارای فضای سبز را از نظرهای مختلف بررسی کند و گزارش مربوطه را در کلاس ارائه نمایند.

۲ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، اثرات آلودگی‌های مختلف و راه‌ها و روش‌های مختلف کاهش هر یک را در منطقه خود بررسی کرده و گزارش مربوطه را تحویل نماید.

۳ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، گیاهان مورد استفاده در پارک‌ها و سایر فضای سبز منطقه خود را شناسایی و گزارشی از آنها را در کلاس ارائه نماید.

۴ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، گزارشی از ویژگی‌های بصری (نقطه، خط، فرم، بافت، رنگ) یکی از پارک‌ها را بررسی و گزارشی از آن را در کلاس ارائه نماید.

۵ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، گزارشی از اجزای طراحی وحدت یا پیوستگی، تنوع یا سادگی، تأکید یا تمرکز، تعادل و توازن، مقیاس و تناسب، ریتم یا توالی) تهیه و ضمن گزارش در کلاس، آن را تحویل نماید.

هنرآموز برای فهم بیشتر هنرجویان می‌تواند مطالب زیر را نیز علاوه بر مطالب درسی به هنرجویان آموزش دهد:

## نقش گیاهان در کاهش آلودگی هوا

شرایط بد آب و هوایی که در مناطق شهری بسیار معمول است، با افزایش تعداد درختان در فضای شهرها که به صورت تصفیه‌کننده‌های طبیعی هوا عمل می‌کنند، بهبود خواهد یافت. گیاهان به کمک فرایندهای طبیعی مانند فتوسنتز و تنفس و تعرق هوا را تصفیه و خنک کرده و به فضای اطراف بر می‌گردانند. اگر چه بشر، امروزه به تکنولوژی‌های مختلفی دست یافته است، ولی به نظر می‌رسد برگ درختان و گیاهان می‌توانند بهترین وسیله جهت بهبود کیفیت هوای محیط زیست بشری باشند. این جانداران قادرند گازها و ذرات آلاینده را از هوا خارج کرده، مصرف انرژی را کاهش داده، باعث کاهش دمای جو زمین شده و جوامع را در جهت زندگی هرچه مطلوب‌تر یاری کنند.

## تأثیر گیاهان بر آلودگی هوا

برگ درختان با جذب گرد و غبار و سایر ذرات معلق در هوا به کاهش آلودگی هوا کمک می‌کند. همچنین در زمان بارش این ذرات معلق از روی برگ آنها شسته می‌شود و این امر تأثیر به‌سزایی در بهبود کیفیت هوا دارد. گیاهان با انجام فرایند فتوسنتز دی‌اکسید کربن هوا را جذب و آن را به اکسیژن تبدیل می‌کنند، همچنین به‌طور طبیعی کربن اضافی هوا را جذب و به پالایش هوا کمک می‌کنند. برگ درختان در فرایند فتوسنتز، سایر مواد شیمیایی مانند اکسیدهای نیتروژن و آمونیم تولید شده در هوا و بخشی از دی‌اکسید گوگرد و ازون که مولد قسمتی از مشکلات آلودگی هوا و اثرات گلخانه‌ای است، از محیط خارج می‌کند.

یک درخت در سال به‌طور متوسط دو کیلوگرم اکسیژن تولید می‌کند. میزان اکسیژن آزاد شده به وسیله درختان پهن برگ در یک هکتار بین ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم بوده و می‌تواند نیاز ۱۰ انسان را تأمین نماید؛ همین‌طور یک درخت در مدت یک سال با انجام عمل تبخیر و تعرق به اندازه ۲۵۰ تا ۴۰۰ لیتر آب را به‌صورت بخار از خود متصاعد می‌کند و این مقدار در گیاهان مختلف متفاوت است؛ به طوری که درختان برگ پهن بیش از سوزنی‌برگ‌ها موجب افزایش رطوبت هوا می‌شوند. درختان در تعیین دمای منطقه نیز نقش دارند به طوری که هوای یک منطقه درختکاری شده می‌تواند تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از منطقه بی‌درخت مجاور باشد.

اگر چه بشر امروزه به تکنولوژی‌های مختلفی دست یافته است، ولی به نظر می‌رسد برگ درختان و گیاهان می‌توانند بهترین وسیله جهت بهبود کیفیت هوای محیط زیست بشری باشند. این جانداران قادرند گازها و ذرات آلاینده را از هوا خارج کرده، مصرف انرژی را کاهش داده، باعث کاهش دمای جو زمین شده و جوامع را در جهت زندگی هرچه مطلوب‌تر یاری کنند.

همانطور که گفته شد گیاهان می‌توانند با آلودگی هوا مقابله کنند، تحقیقات انجام شده در ناسا نشان می‌دهد گیاهان می‌توانند مواد شیمیایی آلوده‌کننده هوا را جذب کنند.

آلودگی هوا یکی از پنج تهدید مهم بهداشت عمومی در قرن بعدی می‌باشد، چگونه می‌توان با این آلودگی مقابله کرد؟

شاید در ذهن شما ماشین‌آلات با تکنولوژی بالا نقش ببندد، اما جواب این سؤال ممکن است گیاهان خانگی باشند که تکنولوژی پایینی دارند.

تقریباً ۲۰ سال در ناسا برای توسعه فناوری که انسان بتواند بر روی ماه یا مریخ زندگی کند، کار کرده‌اند. از طریق این تحقیقات دریافته‌اند که گیاهان سریع‌ترین

و مؤثرترین فیلترهای آلاینده‌های خطرناک هوا مانند فرمالدئید، بنزن، زایلن و آمونیاک می‌باشند. همه این آلاینده‌ها می‌توانند باعث ایجاد بیماری‌هایی مانند آسم و آلرژی و «سندرم بیماری ساختمان» شوند. محققین دریافتند که چگونه گیاهان می‌توانند هوای داخل خانه را تمیز کنند.

گیاهان هوای خانه را از دو طریق تمیز می‌کنند. آنها آلاینده‌های هوا را از طریق برگ‌ها جذب می‌کنند و سپس سموم را به ریشه‌های خود منتقل می‌کنند. سموم به یک منبع غذایی برای گیاهان تبدیل می‌شوند. گیاهان همچنین بخار آب را به خارج منتشر می‌کنند که به صورت یک عمل پمپاژ است که هوای کثیف را از طریق بخش‌های اطراف ریشه جذب کرده و در آن جا آن را به مواد غذایی برای خود تبدیل می‌کنند.

توانایی تمیز کردن هوای داخلی به خصوص برای ساختمان‌های اداری که در آن کارگران از «سندرم بیماری ساختمان» رنج می‌برند مورد نیاز است. این بیماری به دلیل گازهای سمی منتشر شده توسط ماشین آلات اداری، مبلمان و دیگر وسایل می‌باشد. می‌گویند هر چه گیاه به شما نزدیک تر باشد بهتر است. حتی در اتاق‌های باز بزرگ، یک گیاه در منطقه تنفسی شخصی شما، واقعا هوایی که تنفس می‌کنید را بهبود می‌بخشد.

بسیاری از گیاهان معمولی می‌توانند هوای داخل خانه را تمیز کنند. گیاهان بزرگ مانند شامادورا یا نخل بامبو، گیاه لاستیک، دراسینا و دیگر گیاهان آپارتمانی بزرگ از سیستم‌های بزرگ تصفیه کننده هوا هستند. گل اسپاتی فیلوم، گیاه پوتوس طلایی، سرخس بوستون و... از دیگر گیاهان کوچک تصفیه کننده هوا هستند. گیاهان حتی در فضای باز هم در یک زمان کوتاه، هوای پاک را به ارمغان می‌آورند.

## گیاهان مفید برای تصفیه هوا

سازمان فضایی آمریکا (ناسا) اعلام کرده است که براساس نتایج به دست آمده از تحقیقات بهتر است برای فضای ۱۷۰ مترمربعی از ۱۵ تا ۱۸ گیاه خانگی با اندازه‌های مناسب در گلدان‌های ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری استفاده شود. این گیاهان هر چه انبوه‌تر رشد کنند بهتر هوا را تصفیه می‌کنند.

فضای تنفسی هر فرد محدوده ۱۷ تا ۲۳ متر مربعی اطراف او را در بر می‌گیرد. این معمولا فضایی است که هر فرد چندین ساعت برای کار کردن، تماشای تلویزیون یا خوابیدن در آن می‌ماند.

گیاهانی که در این فضا گذاشته می‌شوند قادر به اضافه کردن رطوبت، حذف بیهو گازها و مواد شیمیایی و بی اثر کردن آلودگی‌های میکروبی هستند. اتاق‌هایی که

پر از گیاه هستند، نسبت به اتاق‌های با گیاه کم، آلودگی میکروبی و قارچی در آنها ۵۰ تا ۶۰ درصد کمتر است.

### ■ فرار از آلودگی هوا با ۱۰ گیاه خانگی:

محققان ناسا با هدف بهبود کیفیت زندگی فضا نوردان در ایستگاه فضایی بین‌المللی (ISS)، گیاهان خانگی مختلف را در معرض مواد شیمیایی قرار داده و توانایی آنها برای حذف آلودگی هوا را بررسی کردند.

طی تحقیقات دوساله ناسا، فهرستی از گیاهان خانگی با توانایی تصفیه هوا و حذف آلاینده‌های سمی از محیط منزل و محل کار تهیه شد.

محققان در این مطالعه از مواد شیمیایی شامل تری کلرواتیلن (TCE)، بنزن و فرمالدئید استفاده کردند؛ این مواد سرطان زا بوده و قرار گرفتن در معرض این مواد باعث سردرد، حالت تهوع، مشکلات پوستی و بروز آسم می‌شود. این مواد در تولید محصولات مختلفی مانند رنگ، جوهر، چسب، پلاستیک، فرش، فوم و مواد ضد حریق مورد استفاده قرار گرفته و به راحتی در هوا منتشر می‌شوند.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، برخی گیاهان خانگی قادر به فیلتر کردن و حذف چشمگیر آلاینده‌های سمی هستند، به طوری که برخی گیاهان تنها در مدت ۲۴ ساعت می‌توانند تا ۹۰ درصد مواد سمی موجود در هوا را به خود جذب کنند. گیاهان مواد شیمیایی خطرناک در هوا را از طریق حفره‌های نازک بر روی برگ‌ها جذب می‌کنند؛ ریشه و باکتری موجود در خاک نیز در حذف مواد سمی دخالت دارند. براساس تحقیقات ناسا، یک گیاه در فضای ۹ متر مربعی خانه یا محل کار دارای اثربخشی مناسب در پاکسازی و تصفیه هوا است.

تحقیقات بیشتر مشخص کرد که گیاهان آپارتمانی در پاک کردن هوای اطراف خود از ذرات بزرگتر و آلاینده‌های آپارتمانی نظیر آزبست‌ها، حشره‌کش‌ها، دی اکسید کربن، منو اکسید کربن و سایر گازها، مواد شیمیایی حاصل از مواد شوینده، حلال‌ها و مایعات پاک کننده و همچنین الیاف پخش شده در هوا حاصل از پوشاک، مبلمان،

پرده‌ها، زیراندازها و فرش‌ها و همچنین قارچ‌ها و باکتری‌ها و دود حاصل از توتون مؤثرند. امروزه توجه بیشتری به گیاهان به عنوان چاره‌ای بر آلودگی هوا در شهرها، معطوف شده است.

چرا که گیاهان طی فرایند فتوسنتز کربن با جذب دی اکسید کربن و تبدیل آن به اکسیژن به طور طبیعی کربن اضافی هوا را جذب می‌کنند. همچنین طی فرایند فتوسنتز، برگ



درختان سایر مواد شیمیایی مانند اکسیدهای نیتروژن، آمونیم تولید شده در هوا، بخشی از دی اکسید گوگرد و ازن که مولد قسمتی از مشکلات مه آلودگی و اثرات گلخانه‌ای هستند را از محیط خارج می‌کند.

**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه فیلودندرون:** این گیاه زیبا قادر است فرمالدئید و بسیاری مواد شیمیایی سمی دیگر از این نوع را حذف و از بین ببرد. نحوه نگهداری از این نوع گیاه ساده بوده و می‌توانید آن را در مکان‌هایی که دارای نور کمتری هستند قرار دهید. تنها نکته مهم آن است که برگ‌های این گیاه برای کودکان و حیوانات خانگی مضر است و باید آن را در جایی قرار دهید که این برگ‌ها توسط کودک و یا حیوان خانگی تان خورده نشود.

**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه بامبو:** جالب است بدانید بامبوها اثر تصفیه‌کنندگی هوا در مقابل وجود آلاینده‌های ناشی از بنزن، تری کلرو اتیلن و فرم آلدهید را که از طریق پاک‌کننده‌های شیمیایی، مواد پلاستیکی، جوهر



پرینتر و فرش در هوای خانه پخش می‌شود را دارند و به سادگی این نوع از آلاینده‌ها را جذب خود کرده و تجزیه می‌کنند. گیاه بامبو به سادگی رطوبت موردنیاز در فصل زمستان را برای شما ایجاد کرده و منجر به زیبایی آرایه‌گری نیز خواهد شد. چند برگ سبز بامبو رطوبت لازم برای هوای داخل خانه را به خصوص در فصل زمستان که هوا خشک است، تأمین می‌کند.

**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه لوتوس:**

لوتوس بهترین راه برای از بین بردن بنزن و فرمالدئید در خانه است. اما به یاد داشته باشید که این گیاه یک گیاه سمی است که باید از دسترس کودکان و حیوانات خانگی دور نگه داشته شود.



**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه خانگی**

**آگلونما:** آگلو نما یک گیاه چینی بوده و از

دسته گیاهان همیشه سبز به‌شمار می‌رود، که به نور فراوان نیاز ندارد. این گیاه به رطوبت نیاز داشته و بنزن و فرمالدئید موجود هوا را از بین می‌برد. توجه داشته باشید که شیره این گیاه به همراه دانه‌هایش سمی می‌باشند.

### اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه کلرو فیتوم (گل گندمی): گل گندمی یک



گیاه بسیار زیبا با شاخ و برگ‌ها و گل‌های کوچک سفید رنگ که بهترین انتخاب برای دکوراسیون داخلی بوده و به سادگی می‌تواند به از بین بردن سمومی چون بنزن، فرمالدئید، منو اکسید کربن و زایلن کمک کند. این گیاه نیز برای کودکان و حیوانات خانگی به شدت مضر است.

### اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه پیچک:

این گیاه بهترین انتخاب برای محیط‌های کم نور است؛ بنابراین اگر



محیطی کم نور دارید پیچک بهترین انتخاب برای شماست؛ پیچک در جذب بنزن، فرمالدئید، منو اکسید کربن و تری کلرو اتیلن بسیار عالی عمل کرده و برخی از آلرژن‌ها مثل کپک‌های قارچی را نیز از بین خواهد برد.

### اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گل سانسوریا: سانسوریا گیاه سختی است که



می‌تواند در انواع محیط‌ها و مکان‌ها رشد کند. گیاهی است که در هر شرایط سختی به خوبی مقاومت از خود نشان می‌دهد و برای از بین بردن فرمالدئید، بنزن و تری کلرو اتیلن بسیار عالی عمل می‌کند. این گیاه همچنین شب‌ها دی‌اکسید کربن را جذب و اکسیژن آزاد می‌کند.

### اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه سرخس بوستونی: سرخس بوستونی برای



مرطوب کردن هوا و از بین بردن فرمالدئید، منو اکسید کربن و زایلن مفید است. این گیاه به آب رسانی کافی نیاز دارد.



**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه بنجامین:** درختچه‌ای زیبا با برگ‌های ابلقی است که اغلب در راهرو ادارها و خانه‌ها قرار داده می‌شود. بنجامین تری کلرو اتیلن ساطع شده از چسب‌ها و رنگ‌ها را جذب کرده و هوا را تصفیه می‌کند.



**اثر تصفیه‌کنندگی هوا توسط گیاه ژربرا:** این گیاه زیبا در از بین بردن سمومی چون بنزن فرمالدئید و تری کلرو اتیلن بسیار مفید است. آن را در مکانی گرم و روشن قرار دهید.

### ■ نقش درختان سوزنی و پهن برگ در کاهش آلودگی هوا

یک هکتار جنگل درختان سوزنی برگ در سال، حدود ۱۶ میلیون متر مکعب هوا را جذب و معادل ۵ هزار و ۴۰۰ کیلوگرم کربن را به مواد آلی تبدیل می‌کند. همچنین حدود ۱۴ هزار و ۴۰۰ کیلوگرم اکسیژن آزاد می‌کند و به طور غیرمستقیم از طریق ذخیره انرژی بر کیفیت هوا تأثیر دارد. درختان پهن برگ سبزینه بیشتری دارند و بدون شک سهم بیشتری در کاهش آلودگی هوا دارند.

یک درخت در سال به طور متوسط ۲ کیلوگرم اکسیژن تولید می‌کند، میزان اکسیژن آزاد شده به وسیله درختان پهن برگ در یک هکتار بین ۲ هزار و ۵۰۰ تا ۳ هزار کیلوگرم است و می‌تواند نیاز ۱۰ انسان را تأمین کند. برگ درختان با جذب و حفظ گرد و غبار و سایر ذرات معلق هوا تا زمان شست‌وشو و بارندگی مقدار گرد و غبار و سایر ذرات معلق هوا را تا ۷۵ درصد کاهش داده و تأثیر به سزایی بر بهبود کیفیت هوا دارد. شرایط بد آب و هوایی که در مناطق شهری بسیار معمول است، با افزایش تعداد درختان در فضای شهرها که به صورت تصفیه‌کننده‌های طبیعی هوا عمل می‌کنند، بهبود خواهد یافت.

گیاهان به کمک فرایندهای طبیعی مانند فتوسنتز و تنفس و تعرق هوا را تصفیه و خنک کرده و به فضای اطراف بر می‌گردانند. میزان توانایی درختان در جذب کربن به ابعاد درخت، سن، سلامتی و پهنه چتر درخت بستگی دارد و به طور متوسط درختان بزرگ می‌توانند ۲ تا ۳ درصد میزان کربن هوا را کاهش دهند.



یک درخت راش ۸۰ فوتی می‌تواند روزانه دی‌اکسید کربنی را که معادل دی‌اکسید کربن ایجاد شده توسط دو خانواده دو نفره است حذف کند. درختان همچنین به طور غیرمستقیم، از طریق ذخیره انرژی بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارند. درختانی که به منظور ایجاد سایه بر منازل کاشته شده‌اند، می‌توانند ۱۰ تا ۱۵ درصد در هزینه خنک کردن و ۴ تا ۲۲ درصد در هزینه‌های تامین گرما از طریق مانع شدن در برابر جریان‌های باد مؤثر واقع شوند که البته مقدار این صرفه جویی با توجه به نوع درخت، محل کاشت و فضا سازی متغیر خواهد بود. اگر چه بشر امروزه به تکنولوژی‌های مختلفی دست یافته است، ولی به نظر می‌رسد برگ درختان و گیاهان می‌توانند بهترین وسیله جهت بهبود کیفیت هوای محیط زیست بشری باشند. این جانداران قادرند گازها و ذرات آلاینده را از هوا خارج کرده، مصرف انرژی را کاهش داده، باعث کاهش دمای جو زمین شده و جوامع را در جهت زندگی هرچه مطلوب‌تر یاری کنند. کاهش یا از بین بردن آلودگی، برای بقای سیاره‌مان و در معنای مهم‌تر برای سلامتی و سالم زیستن افراد در آن، بستگی دارد. هوایی که تنفس می‌کنیم، مملو از آلاینده‌های خطرناک است و اقیانوس‌ها و آبی که استفاده می‌کنیم، با مواد شیمیایی سمی شده‌اند. آلودگی، ما را با یک سیاره عاری از زیبایی، سرزندگی و گوناگونی مواجه می‌سازد. در این قسمت با چند راه که به کاهش آلودگی کمک می‌کند، آشنا می‌شویم.

## ■ راه‌های کاهش آلودگی هوا:

- ۱ هنگامی که در اتاق نیستید، لامپ و وسایل الکترونیکی را خاموش کنید: همچنین می‌توانید برای صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی آنان را از پریز در بیاورید. در آوردن پریز از برق همچنین کمک می‌کند که انرژی در وسیله ذخیره شود. در یک زمان تمامی وسایل را از برق بکشید.
- ۲ تغییرات کوچک برای ذخیره کردن انرژی: انرژی را تا جایی که می‌شود، می‌توان ذخیره کرد. برای مثال استفاده از لامپ‌های کم مصرف، کم کردن انرژی بخاری و گرفتن درزهای پنجره‌ها برای جلوگیری از خروج انرژی از خانه
- ۳ مواد قابل مصرف بخرید به‌جای اسراف در مصرف ظروف یکبار مصرف، از موادی استفاده کنید تا بتوانید چندین بار از آنها استفاده کنید.

۴ از کمترین بسته‌بندی استفاده کنید:

از بسته‌های ساخته شده از استیروفوم خودداری کنید. استیروفوم، یکی از مواد رایج بسته‌بندی است، اما بخاطر تجزیه نشدن باعث آلودگی می‌شود. استیروفوم همچنین باعث رها شدن هیدروکربن و آلودگی می‌شود.

۵ از مواد شیمیایی مناسب محیط زیست استفاده کنید:

موادی که برای شستشو در خانه استفاده می‌کنیم، بدن یا خودرو را می‌شوئیم و آب می‌کشیم، به سمت فاضلاب می‌روند، اما در آخر به منبع اصلی آب می‌رسند. این مواد برای گیاهان و حیوانات و اکوسیستم مناسب نیستند و برای مصرف انسانی نیز مضر می‌باشند. تا جایی که ممکن است، از مواد طبیعی و سالم استفاده کنید.

مثلاً: بجای مواد شوینده با کیفیت بالا برای شستن حمام یا آشپزخانه، از ترکیب سرکه و آب و جوش شیرین و نمک استفاده کنید. این مواد طبیعی خانگی، به همان اندازه کارشان را خوب انجام می‌دهند، و باعث آلودگی آب هنگام شستن نمی‌شوند.

موادی بخرید که با مواد طبیعی درست شده باشند.

هنگامی که نتوانستید مواد طبیعی بیابید، تا جایی که می‌توانید از کمترین حد درصد مواد استفاده کنید.

۶ از حشره کش سموم گیاهی استفاده نکنید:

این مواد شیمیایی قدرتمند به صورت اسپری در محیط باقی می‌مانند و هنگامی که نفوذ کردند، به آب وارد می‌شوند. مطمئناً شیش‌ها را که گوجه‌هایتان را می‌خورند از بین خواهید برد، اما اسپری حشره کش در باغ باعث مشکلات بدتر برای آب آشامیدنی برای انسان‌ها و دیگر اکوسیستم‌ها خواهد داشت.

۷ استفاده بی‌رویه از سموم را حذف کنید:

بعضی از محصولات نباید در سطل زباله ریخته شوند، چراکه باعث نفوذ در طبیعت و ایجاد سم می‌شوند. اگر مواد شیمیایی سمی دارید و از انداختن آن در سطل مطمئن نیستید، با مرکز فاضلاب نزدیک منزل خود صحبت کنید تا راه از بین بردن آن را یاد بگیرید.

۸ از آب نگهداری کنید

اهمیت زیادی دارد که از آب به نحو احسن نگهداری شود. هدر دادن آب، منبع قابل توجهی از تأثیرات بر محیط زیست را دارد. اندازه‌گیری میزان آب مصرفی در طول روز، باعث می‌شود که به اکوسیستم منطقه کمک شود. در اینجا چند راه صرفه در آب گفته شده است:

سریعاً نشت آب را درست کنید.

روی شیر آب و توالت‌های خود از دستگاه کنترل آب استفاده کنید. مانند: دوش دستی کوچک.

با آب جاری، ظرف‌ها را نشویید.

توالت‌ها و سینک‌های قدیمی خود را با مدل‌های جدید که آب کمتری مصرف می‌کنند، جایگزین کنید.

باغچه خود را زیاد آبیاری نکنید مخصوصاً اگر در مناطق خشک هستید.

**۹** آلاینده‌های مهم محل خود را بشناسید

به کتابخانه بروید، در اینترنت جستجو کنید و با افرادی که می‌توانند به شما در مورد منابع مهم آلودگی اطلاعات بدهند، صحبت کنید.

گرچه کارهای فردی می‌تواند هوا و آب را تمیز نگه دارد، روش‌های جمعی برای محافظت از محیط زیست تأثیر بهتری دارند. براساس محافظت از آب و هوایی که زندگی می‌کنید، خیلی اهمیت دارد که بدانید چه چیزی باعث خطر می‌شود.

**۱۰** به دیگران در مورد چیزی که می‌دانید بگویید:

اگر چه خیلی از مردم در مورد جلوگیری از آلودگی نگرانند، ممکن است در مورد سختگیری نسبت به مشکلات آن ندانند. هنگامی که تحقیقاتی در مورد آلودگی انجام دادید، از دانش خود برای هنرجویان استفاده کنید. هرچقدر تعداد افرادی که در مورد آلودگی می‌دانند، بیشتر شود، آسان‌تر می‌توان راهی یافت که از آلودگی جلوگیری کرد.

تنها صحبت کردن با افراد در مورد آلودگی می‌تواند به مکالمه‌های جالب پیش برود. برای سؤال‌های افرادی که علاقه‌ای به کمک به کاهش آلودگی ندارند، آماده باشید.

آلودگی و مضرات آن، می‌تواند موضوعی باشد که باعث جلب توجه افراد شود. هنگامی که کسی به این موضوع علاقه‌مند شد، آگاه باشید و سعی کنید دیدگاه او را برای کمک به کاهش آلودگی تغییر دهید.

**۱۱** یک مقاله یا روزنامه دیواری برای هنرستان خود درست کنید:

نشر و چاپ اطلاعاتی در مورد چگونگی جلوگیری از آلودگی، یکی از راه‌های عالی برای آگاه کردن دیگران برای کمک به کاهش است. نوشتن و توضیح دادن در مورد آلودگی هر دو، برای ساختن یک زندگی و محیط زیست سالم مناسب‌اند.

آیا کارخانه و کارگاهی در محل زندگی شما وجود دارد که باعث آلودگی می‌شوند؟ می‌توانید با افرادی که می‌خواهند از محیط زیست محافظت کنند، از آنها استفاده کنید. در اینترنت مکان‌هایی که باعث آلودگی می‌شوند را بیابید. شروع تغییرات را از هنرستان شروع کنید، تا هنرجویان نیز این اقدامات را به خانه منتقل نمایند، تا بدینوسیله بتوانید تأثیر گذار باشید.

**۱۲** به گروه‌های محیط‌زیست بپیوندید:

ممکن است یک گروه هیجان‌انگیز برای جلوگیری از آلودگی بیابید. اگر نمی‌توانید پیدا کنید، می‌توانید با هنرجویان خود گروهی را بسازید و هفته‌ای یک بار یا بیشتر

فعالیت خود را انجام دهید و حتی مکالماتی در جهت آگاه سازی دیگران داشته باشید تا به دیگران کمک کنید.

چند راه برای در اشتراک گذاشتن ایده‌های خود:

رودخانه و نهر را پاکسازی کنید.

چند عکس در مورد آلودگی به اشتراک بگذارید.

به مدرسه‌ها بروید و با دانش‌آموزان و کمک‌هایی که به کاهش آلودگی می‌توانند بدهند، صحبت کنید.

با مرکز تحقیقات نزدیک محل خود صحبت کنید تا نظرهای خود را در مورد رهاسازی مواد شیمیایی از آب، با آنان در میان بگذارید.

به گروه‌هایی ملحق شوید که درخت و گیاه می‌کارند.

بر روی راه‌های سالمی کار کنید تا شهر خود را پاکیزه نگه دارید.

## نقش گیاهان در کاهش آلودگی خاک

**الف) آلودگی خاک در اثر سرب موجود در آن:** برای مبارزه با سرب موجود در خاک، از قارچ‌ها استفاده می‌شود، زیرا در هم زیستی میان گیاهان و قارچ‌هایی چون «آربوسکولار میکوریزا» در جذب سرب، گزارش‌های بسیار خوبی دریافت شده است. کلونی‌زایی این قارچ بر روی ریشه گیاهان، باعث افزایش سطح ریشه، برای جذب سرب می‌گردد که منجر به جذب بیشتر عنصر سرب به گیاه میزبان می‌شود. این گزارش‌ها نشان می‌دهد که گیاهان به کمک این قارچ‌ها دوام آورده و آلودگی را بهتر تحمل می‌کنند. محققان، این بردباری را ناشی از محافظت ریشه آنها توسط قارچ‌ها در خاک آلوده می‌دانند. اثر حفاظتی قارچ‌ها برای گیاهان به این صورت است که کلونی «میکوریزا» بر روی ریشه و تمامی سطوح افزایش می‌یابد تا بتواند عناصر سنگینی مانند سرب را جذب کند. حتی اگر گیاه قادر به انباشت زیاد این عناصر باشد ولی باز هم در این حالت قارچ، نقش واسطه را برای جذب عناصر سنگین بازی می‌کند.

در معادن سرب نیز می‌توان از نوعی قارچ به نام اسپرز بلوس نیجر، استفاده کرد. این قارچ می‌تواند نسبت به دیگر قارچ‌ها سرب بیشتری را از محیط جذب نماید. بنابراین از اینگونه قارچ‌ها می‌توان در بهسازی خاک‌های آلوده به عناصر سنگینی مانند سرب کمک گرفت. قارچ‌ها این توانایی را دارند، بدون آنکه خود خسارتی ببینند.

## ب) آلودگی هوا در اثر آلاینده‌ها:

**۱** دوده‌ها: درختان در جذب دوده هوا نقش بسیار خوبی دارند، به طوری که در مساحت برابر یک مایل مربع، ۲۸ درصد از تراکم دوده، کاهش پیدا می‌کند، در حالی که در یک منطقه بدون درخت در فضای شهری میزان گرد و غبار  $850 \text{ mg/m}^3$  - در روز - (متوسط سالیانه) و در حومه شهر به دلیل وجود فضای سبز، مقدار گرد و غبار کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در روز بوده است.

**۲** سرب هوا: قسمت اعظم سرب ورودی به اتمسفر، ناشی از احتراق مواد سوختی است که در هر حال، در بدن انسان رسوب می‌کند و باعث مسمومیت، کم خونی، بیماری‌های تنفسی و اختلالات عصبی می‌گردد. گیاهان برای رشد خود به سرب نیاز ندارند، ولی با جذب آن از طریق شاخه و برگ و به خصوص ریشه، کمک مؤثری به کاهش آلودگی هوا می‌کنند. همه گیاهان این توانایی را دارند، ولی گیاهان و درختانی که دارای برگ‌های زیر و خشن هستند، ۷ برابر بیشتر از برگ‌های صاف و نرم، سرب را جذب می‌کنند. همچنین هرچه سطح برگ بزرگ‌تر باشد، برای تجمع و جذب سرب هوا مناسب‌تر است تا برگ‌های سوزنی شکل، زیرا در اثر وزش باد یا شست‌وشو با آب باران، سرب کمتری را از دست می‌دهند. به این نتیجه می‌رسیم که کاشت درختان با برگ پهن، زیر و خشن بر کاشت درختان با برگ سوزنی ترجیح دارد، زیرا بدین ترتیب حجم بیشتری از سرب هوای آلوده، جذب می‌گردد.

**۳** سایر آلودگی‌ها ( $\text{SO}_2$ ) اکسید نیتریک، ازون هوا: هرچه وسعت فضای سبز اطراف کارخانجات بیشتر باشد، اثر آلودگی‌ها کمتر می‌گردد، به طوری که ۵۰۰ متر مربع فضای سبز می‌تواند ۷۰٪ از گاز دی‌اکسید گوگرد و ۲۷٪ اکسید نیتریک هوا را کاهش دهد. درختان بلند در جذب ازون هوا نسبت به درختان کوتاه، پالایش بیشتری انجام می‌دهند، در ضمن هرچه روزه‌های گیاهان بزرگ‌تر و در واحد سطح (اینچ مربع) تعدادشان بیشتر باشد، در پاک کردن اوزن هوای آلوده مؤثرترند. با توجه به محدودیت ظرفیت پالایش درختان، لازم است ضمن توجه به نوع آلودگی ناشی از کارخانجات مختلف، فضای سبز مناسب در اطراف کارخانه‌ها ایجاد کنیم تا آلودگی کمتری به محیط زیست وارد گردد.

اثر فضای سبز در جلوگیری از پخش مواد آلاینده، به میزان زیادی بستگی به نوع گیاهان دارد و دلیل پالایش هوا توسط فضای سبز، ایجاد انحراف در مسیر جریان هوا می‌باشد، همچنین هرچه فضای سبز، متراکم‌تر باشد، ضمن پالایش بیشتر هوا، گازها و ذرات آلوده کننده هوا را در مقیاس وسیع‌تری، در شاخ و برگ درختان جمع می‌کند و از انتشار آلودگی جلوگیری می‌نماید.

## نقش و اهمیت و جایگاه پوشش گیاهی در محیط زیست و کاهش آلودگی

پوشش گیاهی عبارت از انواع درختان، بوته‌ها و علوفه و چمن و سبزی که در سطح زمین استقرار می‌یابد به عبارتی هرگونه سر سبزی در سطح زمین را سطح پوشش گیاهی نامند (جنگل، مرتع، زراعت) فقدان پوشش گیاهی در سطح زمین از عوامل عمده تخریب سطح خاک توسط باران می‌باشد. پوشش گیاهی مانعی است در مقابل باران که به سطح خاک برخورد می‌نماید. برخورد باران به سطح خاک باعث جابجایی خاک دانه‌ها و فرسایش خاک می‌شود. فرسایش خاک حاصلخیز فقر پوشش و نابودی آن را در پی دارد. عدم وجود پوشش گیاهی نیز نابودی خاک را در پی دارد. به عبارتی پوشش گیاهی و خاک برای حفظ خود مکمل یکدیگرند. عدم وجود یکی باعث نابودی دیگری می‌شود. این ارتباط حیاتی به حیات بشر و موجودات زنده ارتباط دارد. وقوع سیل آب‌ها، فرسایش آبی و بادی خاک، طوفان‌های شن و تغییرات سطح زمین با انباشته شدن شن‌های روان و تغییر در شرایط طبیعی زندگی انسان و مهاجرت همه حکایت از عدم مدیریت در استقرار پوشش گیاهی در حوزه‌های آب خیز دارد. ریزش باران بر روی خاک باعث فرسایش آن شده و خاک جابه‌جا شده و از محل خود حرکت می‌کند و در نهایت همراه با سیلاب به مناطق پست انتقال یافته و بعد از خشک شدن خاک با حرکت باد جابه‌جا شده و باعث وقوع طوفان‌های شن و تخریب مناطق مسکونی و زراعتی و پیشروی بیابان می‌شود از طرفی با جابجایی از محل استقرار اولیه باعث فقر پوشش گیاهی شده و باعث کاهش ذخیره آب زیرزمینی در محل شده و آب به سرعت به سیلاب تبدیل شده و از محل که باید نفوذ نماید؛ خارج می‌شود و پدیده وقوع سیل آب‌های مخرب را در پی دارد. در حوزه‌هایی که سدهای مخزنی احداث شده‌اند فرایند فرسایش پدیده رسوب را در پی دارد و باعث کاهش حجم مفید سدهای مخزنی می‌شود در حال حاضر در ۳۶ میلیون هکتار از مساحت حوضه‌های سدهای مخزنی کشور بیش از ۲۵۰ میلیون متر مکعب رسوب در هر سال وارد. سدهای مخزنی می‌شود. و در هر سال این حجم از مخازن سدهای کشور کاسته می‌شود. پس فقدان پوشش گیاهی در سطح خاک، باعث وقوع سیلاب، خشکسالی، طوفان‌شن، کاهش حجم مخازن سدها، کاهش تولید کشاورزی، درآمد، اشتغال شده و باعث فقر و مهاجرت می‌شود و فشارهای زیادی را به جامعه وارد می‌نماید.

به عبارتی اکوسیستم حوزه آب خیز را با بحران مواجه ساخته و منابع طبیعی را به نابودی می‌کشاند. همچنین هزینه‌های زیادی را برای جبران خسارت به ساکنین حوضه‌ها وارد می‌نماید. عوامل نابودی پوشش گیاهی در سطح حوضه‌های آب خیز

عبارت‌اند از استفاده چوب درختان جنگل برای سوخت و یا تولید محصولات چوبی و بوته کنی برای سوخت، فشار دام بر مرتع که با عدم تعادل دام در مرتع انجام می‌شود و یا عدم وجود فرهنگ تأثیرات پوشش گیاهی بر منابع طبیعی و به تولید و به زندگی ساکنین حوضه آب خیز و عدم توجه به آن، همچنین ورود تکنولوژی بخصوص تراکتور در سطح حوضه‌ها که تشدید در تخریب منابع پوشش گیاهی و خاک می‌نماید و عدم فرهنگ نوع استفاده از تراکتور و یا شخم زدن در جهت شیب و یا تبدیل اراضی کم بازده به کشت دیم و یا ثبوت مالکیت اراضی برای خود و عدم مدیریت واحد در حوضه‌های آب خیز همه دست به دست هم داده و تخریب در حوضه‌های آب خیز را تشدید نموده است که نتایج آن فشار حوادث غیر مترقبه سیل و خشکسالی و کم آبی بر انسان شده است. وقوع سیل آب‌های گل آلود در مخازن باعث نابودی گونه‌های جانوری آب‌زی در منابع آب سطحی می‌شود. علاوه بر چرای بی رویه دام که نابودی مراتع و پوشش گیاهی را در برداشته است یکی دیگر از موارد مصرف بوته زارها استفاده از آنها برای تهیه سوخت است. به طوری که در حدود نیمی از چوب برداشت شده سالیانه دنیا به منظور تأمین سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق گزارشی در سال ۱۹۷۵ در حدود ۹۰٪ مردم در فقیرترین کشورها برای طبخ غذا به هیزم وابسته هستند و میانگین مصرف سوخت سرانه در حدود یک تن در سال است. شدت این مسئله در شبه قاره هند، حواشی نیمه خشک صحرایی آفریقا و آمریکای لاتین شامل مناطق مرتفع آمریکای مرکزی، و جزایر واقع در دریای کارائیب بیشتر از مناطق دیگر است. به دنبال بهره‌برداری بیش از حد این منابع، تشدید خطر فرسایش، حرکت شن‌های روان، بیابانی شدن، سریعاً به‌صورت مشکلات منطقه ای خود نمایی می‌کنند.

استفاده از گیاهان بوته‌ای برای سوخت در کشورهای کمتر توسعه یافته، نشان‌دهنده تطابق فرهنگی بی‌نظیر است. جمع‌آوری سوخت (بوته‌ها) کار بسیار پر زحمتی است. یک خانواده پنج نفری عشایری برای سوخت روزانه به ۱۲ کیلوگرم بوته نیاز دارند. در فرهنگ این مردم جمع‌آوری سوخت یکی از وظایف کودکان است. در بسیاری از ملت‌ها و فرهنگ‌ها، گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ها به‌عنوان سوخت انتخاب شده‌اند، زیرا جمع‌آوری آنها به آره و تبر ادوات سنگین نیاز ندارد. در اقلیم‌های نیمه خشک گیاهان بوته‌ای تنها منبع انرژی سوختی محسوب می‌شوند و اغلب روی تپه‌ها یا خاک ریزهای کوچکی رشد می‌کنند که در نتیجه حمل ذرات خاک حاصل از فرسایش، توسط باد به‌وجود می‌آیند. قسمت عمده بیوماس چوبی گیاهان بوته‌ای که در چنین وضعیتی رشد می‌کنند درست در زیر سطح خاک به شکل یک چوب ضخیم دیده می‌شوند. از نظر اشتغال‌زایی، استفاده از گیاهان جنگلی و مرتعی به عنوان یکی از منابع تأمین انرژی وسیله امرار معاش گروه بزرگی از جمعیت دنیا است که در کشورهای کم توسعه یافته زندگی می‌کنند.

این امر به‌ویژه در مناطقی که در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند و جنگل‌های آن چنان گسترده‌گی ندارد صدق می‌کند. بهره‌برداری بیش از حد این منابع زمینه بیابانی شدن را فراهم می‌کند. در ایران در مناطقی که سوخت فسیلی در دسترس نیست و یا با وجود دسترسی به سوخت فسیلی خانواده‌ها بضاعت کافی برای خرید آن را ندارند و یا از نظر فرهنگی و سلیقه‌ای سوخت هیزمی را برتر می‌دانند، مقادیر زیادی از بوته زارهای طبیعی و یا دست کاشت سالیانه برای تأمین سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پوشش گیاهی به‌عنوان زیستگاه حیات وحش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است از آن جایی که گیاهان بوته‌ای به‌منظور تأمین علوفه، استقرار و مخفی گاه و حفاظت حرارتی مورد استفاده وحوش قرار می‌گیرند. لذا یکی از اجزای مهم در حیات وحش محسوب می‌شوند. هریک از گونه‌های حیات وحش برای تغذیه، بقا و تولیدمثل در زیستگاه خود، نیازهای خاصی به گونه‌های گیاهی دارند. نیازمندی‌های زیستی وحوش اغلب هم‌پوشانی دارند. بنابراین برای تجمع گونه‌های حیوانی مختلف به تنوع یکی از عناصر مهم محسوب می‌گردد. در کشور ایران که در طی دهه‌های اخیر جمعیت انسانی بیش از دو برابر افزایش یافته در اثر اجرای طرح‌های توسعه کشاورزی، صنعتی و شهرسازی و همچنین افزایش تعداد دام وابسته به مراتع بسیاری از توده‌های طبیعی مورد هجوم واقع شده و از بین رفته‌اند. به همین خاطر جانوران که این محیط‌ها را به‌عنوان زیستگاه خود انتخاب کرده بودند به ناچار به سمت زیستگاه‌های دور دست‌تر مهاجرت کردند و یا به وسیله شکارچینی اسیر شدند.

بوته‌زارها و به خصوص جنگل‌های دست کاشت بیابانی که البته با هدف بیابان زدایی به وجود آمدند. از این حیث کمک شایانی به ایجاد زیستگاه حیات وحش جانوری نموده است به‌طوری که در هریک از این توده‌های جنگلی بسته به اقلیم، گونه، تراکم، ارتفاع و پوشش زیر اشکوبی که به‌وجود آورده‌اند. طیف خاصی از جانوران اعم از پرندگان، پستانداران، خزندگان، حشرات و حتی میکروارگانیسم‌ها را در خود جای داده‌اند. به‌عنوان نمونه در جنگل‌های دست کاشت بیابانی واقع در غرب کرخه استان خوزستان و یا حاشیه شرق کویر مرکزی ایران و حاشیه تالاب گاوخونی در استان اصفهان جانورانی همچون جوجه تیغی، خرگوش، روباه، شغال، گرگ، کفتار و گراز و پرندگانی همچون تیهو، کبک، دراج قمری، کبوتر چاهی، جغد صحرائی، باز، گنجشک، بلبل و سار و انواع خزندگان، بند پایان و حشرات دیده می‌شوند که در سال‌های قبل از اجرای این عملیات، اثری از آنها در این مناطق دیده نمی‌شد پوشش گیاهی می‌تواند به‌عنوان فضای سبز و مناظر طبیعی مطرح باشد اگر منظره طبیعی را به مفهوم محیطی که به هر صورت ایجاد شده باشد به هیچ‌گونه نهاده اضافی نظیر آب، کود، علف‌کش و غیره



نیاز ندارد، باید بدانیم که بدون شک گیاهان بوته‌ای بومی با تنوع بسیار وسیعی که دارند، می‌توانند نقش مهمی در موفقیت برنامه احداث فضای سبز طبیعی ایفا کنند. علی‌رغم ارزش و اهمیت زیادی که گیاهان اهلی شده بومی دارند و به علت کافی نبودن گیاهان بوته‌ای بومی بهره‌برداری از آنها به‌عنوان گیاهان زینتی محدود است. با وجود این در طی سال‌های اخیر ثابت شده است که به‌عنوان گیاهان بومی سازگار به علاوه بر آن که محیط طبیعی زیبایی را به‌وجود می‌آورند. شرایط مناسبی را برای صرفه جویی هزینه مواد و نیروی انسانی برای نگهداری از پوشش گیاهی مهیا می‌سازند. سازگاری با درجه حرارت و شرایط اقلیمی، نیاز آبی کم و سازش با خاک‌های منطقه عوامل مهمی هستند که افزایش تقاضا برای استفاده از گیاهان بومی و سازگار را تحت تأثیر قرار داده‌اند. هم‌اکنون در بسیاری از مناطق اطراف شهرها که در ابتدا به منظور کنترل فرسایش بادی و بیابان‌زدایی با انجام عملیات نهال کاری احیا شده‌اند به دلیل فضای سبز مناسبی که ایجاد نموده‌اند و به‌خصوص به خاطر حداقل بودن هزینه‌های مراقبت و آبیاری آنها به‌عنوان پارک و بوستان‌های بیابانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و با ایجاد تأسیسات تفریحی، ورزشی و استراحت‌گاه‌های مناسب جزء تفرجگاه‌های مردم محسوب می‌شوند.

در مناطق حفاظت شده می‌توان تولید بذر گیاهان را مورد توجه قرار داد که تقاضا برای بذر در آینده بالا خواهد رفت و از این طریق می‌توان ضمن اشتغال در توسعه فضای سبز و پوشش گیاهی گام برداشت. در صورتی که براساس اقلیم منطقه پوشش گیاهی در حد کلیماکس خود بوسر (یعنی حداکثر پوشش) منطقه از نظر میکرو اقلیم و حفاظت آب و خاک و رطوبت از اهمیت خاصی برخوردار است. جنبه اقتصادی پوشش گیاهی (جنگلی، مرتعی) جنگل: حدود ۹۰ درصد بیوماس در سطح کره زمین در جنگل‌ها انباشته شده است بیوماس به‌صورت تیر، شاخه، ساقه، برگ و ریشه همراه با جانوران و میکروارگانیسم‌ها را شامل می‌شود. درحقیقت جنگل‌ها عمده در برگیرنده، جرم و ماده آلی زنده و مرده می‌باشند. تولید بیوماس سالیانه در جنگل‌ها حدود ۵۰ میلیارد تن بالغ می‌گردد. این مقدار تولید بیش از تولیدات اراضی زراعی، مرغداری‌ها، مراتع، چراگاه‌ها، استپ‌ها، اراضی توندرا و بالاخره سایر تولیدات گیاهی بر روی کره زمین می‌باشد. برای این مقدار تولید عظیم سالیانه میلیون‌ها لیتر گاز کربنیک مصرف و میلیون‌ها لیتر اکسیژن از طریق گیاه به هوا پس داده می‌شود. قسمت اعظم بیوماس جنگل به وسیله علف‌خوران، حشرات، میکروارگانیسم مصرف می‌شود. این موجودات جانوری اکسیژن مصرف نموده و گاز کربنیک پس می‌دهند. پس یک سیکل بسته و منظم بین تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها از نظر تولید گاز کربنیک و اکسیژن برقرار است.

چنانچه حشرات و میکروارگانیسم‌ها نبودند، سالیانه به ارتفاع ۴ متر برگ‌ها و شاخه‌ها به زمین ریخته شده در سطح جنگل باقی می‌ماندند. امروزه مشاهده

می‌کنیم جنگل‌هایی که هزاران هزار سال به خزان رفته حجم خزان برگ‌ها فقط چند سانتی‌متر به ارتفاع سطح جنگل اضافه کرده‌اند. نسبت به وضع آب و هوا درختان جنگلی در مناطق مختلف از ارتفاع ۲ متر تا ارتفاع ۱۰۰ متر متفاوت هستند. در بعضی از جنگل‌ها تاج درختان در بالاترین نقطه بهم فرو رفته لذا بنام جنگل بسته و در بعضی دیگر به علت نفوذ آفتاب به سطح جنگل، جنگل باز می‌گویند. در حال حاضر ۴۴ میلیون کیلومتر مربع از سطح کره زمین را جنگل‌ها پوشانده‌اند و فقط ۲۷ میلیون کیلومتر مربع از سطح کره زمین در کمر بند مناطق مرطوب و گرمسیری و بارانی استوایی و از مرکز قاره آمریکا شروع شده حتی در نواحی سردسیری جنوب و شمال آمریکا، مرکزی آفریقا، جنوب شرق آسیا تا اقیانوسیه پیش می‌روند و در مناطق معتدله و سرد سیری شامل آلاسکا، کانادا، اروپای غربی، اسکاندیناویا، روسیه، سبیری، شمال چین و ژاپن را شامل می‌شود. چوب تنها برای سوختن و تهیه تخته و الوار نیست. بلکه امروزه انواع ترکیبات، خمیرها، کاغذ، لاستیک، قیر چوب، قطران چوب، خاکستر چوب، الکل، مواد سلولزی و غیره تهیه می‌گردد. سهم سرانه جنگل در دنیا ۰/۵ متر مکعب و در ایران حدود ۰/۱ متر مکعب است. سطح جنگل‌های کشور حدود ۱۱ میلیون هکتار است و سطح جنگل‌های استان اصفهان حدود ۱۰۰ هزار هکتار است. در کشور سوئد بهره برداری از جنگل در سطح ۲۴/۴ میلیون هکتار به گونه‌ای است که هر ۳۰ سال یکبار گردش برداشت جنگل انجام می‌شود. یعنی جنگل‌های کشور را به ۳۰ قسمت تقسیم نموده‌اند که هر سال یک قسمت برداشت و فروخته می‌شود و در آمد سالیانه آن بیش از ۱۵ میلیارد دلار است و در سال بعد قسمت برداشت شده دوباره جنگل کاری می‌شود و ۳۰ سال بعد برداشت می‌شود. مدیریت در کاشت، داشت و برداشت جنگل از اهمیت خاصی برخوردار است. امروزه در جهان بیش از یک میلیارد نفر در صنعت چوب از برداشت، مصرف در حال فعالیت و اشتغال می‌باشند.

جنگل‌های ایران با توجه به اینکه به جز نوار شمالی اکثراً در نواحی نیمه خشک و کم باران هستند باید مورد توجه، مراقبت و کشت دستی قرار گیرند تا نسل‌های آینده از آن بهره برداری زیست محیطی بنمایند. همچنین با کشت جنگل‌های دست کاشت می‌توان در حد امکان مبارزه با بیابان‌زایی نمود و پیشروی کویر و بیابان را در حاشیه شهرها کنترل نمائیم و از خسارات بیشتر عوامل مخرب طبیعی پیشگیری نماییم مرتع: مرتع از نظر اقتصادی حائز اهمیت است چه از جنبه گیاهان دارویی و چه از جنبه تأمین علوفه دام. سطح کل مراتع ایران ۹۰ میلیون هکتار برآورد شده که ۶۰ میلیون هکتار آن را مراتع فقیر، ۱۶ میلیون هکتار خیلی فقیر و ۱۴ میلیون هکتار مراتع خوب و متوسط را شامل می‌شود. به نظر کارشناسان غنی‌ترین مراتع کشور حدود ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار و فقیرترین مراتع کمتر از ۳۰ کیلوگرم ماده

خشک علوفه‌ای در سال تولید می‌کند. میزان تولید علوفه خشکی که از کل مراتع ایران به دست می‌آید. سالیانه بالغ بر ۱۰ میلیون تن می‌باشند که حدود ۱۷ میلیون واحد دامی را تغلیف می‌کند. در استان اصفهان حدود ۶ میلیون هکتار مرتع وجود دارد که تولید علوفه خشک آن در هر هکتار حدود ۵۰ کیلوگرم است و در هر سال ۳۰۰ میلیون کیلوگرم علوفه خشک تولید می‌شود که براساس قیمت ۱۰۰ تومان برای هر کیلو ۳۰ میلیارد تومان تولید علوفه خشک جهت تغلیف دام در استان اصفهان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. از نظر اقتصادی مراتع در تولید علوفه و تغذیه دام و تولید گوشت و لبنیات حائز اهمیت است و باید با مدیریت صحیح مراتع حفاظت شده و بهره‌برداری منطقی و صحیح از آنها انجام پذیرد. همچنان که ذکر شد پوشش گیاهی (جنگل و مرتع) برای حفظ حیات بشر بسیار حائز اهمیت است و در تمامی ابعاد زندگی انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد و خداوند این نعمت طبیعی را برای حیات انسان آفریده است و ما باید با روش‌های بهره‌برداری صحیح و درست این منابع حیاتی را برای خود و نسل‌های آینده حفظ نماییم.



## آلودگی‌های صوتی

منظور از آلودگی صوتی امواج ناخواسته‌ای است که در شرایط مکانی و زمانی ویژه بر فعالیت موجودات زنده به ویژه انسان تأثیر گذاشته و می‌تواند عوارض متعدد جسمی و روحی و علی‌الخصوص اختلال در اعصاب شنوایی را حاصل شود. واحد اندازه‌گیری آلودگی صوتی «دسی بل» است و آستانه تحمل گوش انسان در حدود ۱۳۰ دسی بل است. انتشار صدا بسته به اینکه در محیط باز یا بسته صورت پذیرد رفتار متفاوتی دارد. در یک محیط باز امواج صوتی بدون برخورد به مانع روند انتشار را تا مرز تباهی ادامه می‌دهند. شرایط محیطی تأثیر غیرقابل انکاری در چگونگی انتشار صدا دارد. گرچه انسان به سر و صدا عادت کرده ولی در حقیقت

آلودگی صوتی یک عامل خستگی بوده و ظرفیت کار انسان را چه در مشاغل فکری و چه در شغل‌های بدنی و ساده کاهش می‌دهد آلودگی صوتی روی وضع روانی و روحی شخص اثر کرده، باعث اشکال در تطابق یافتن انسان با محیط کار و حتی اجتماعی و خانواده می‌شود. که نتیجه آن کاهش بازده کار می‌باشد. در صورتی که مدت در معرض آلودگی صوتی قرار گرفتن افزایش پیدا کند، می‌تواند موجب کاهش قدرت شنوایی شود و همچنین خطر ابتلا به امراض قلبی - عروقی را افزایش دهد. به عنوان نمونه چنانچه فردی طی ۸ ساعت به طور مداوم در معرض سر و صدای بالای ۷۰ دسی بل قرار گیرد، فشار خون وی ۵ تا ۱۰ میلی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که صداهای با شدت ۱۶۰-۱۵۰ دسی بل موجب رنگ پریدگی، بالا رفتن فشار خون و کاهش درجه حرارت بدن می‌شوند و صداهای مداوم نیز عکس العمل‌هایی را مانند انقباض رگ‌ها در بدن ایجاد می‌کند.

$$\{Leq=10 \cdot \log(vcar/d)-10 \cdot \log(q)+k\}$$
 عوامل مؤثر در انتشار صوت:

تأثیر دما و تأثیر باد دو عامل مهم در چگونگی انتشار صوت هستند.

## ■ آثار آلودگی صوتی:

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که صدای به شدت ۱۶۰-۱۵۰ دسی بل برای بعضی حیوانات کشنده و مرگبار است. این حیوانات قبل از مرگ به تشنجات موضعی، فلج و رعشه دچار می‌گردند. در انسان‌ها رنگ پریدگی و بالا رفتن فشار خون از اثرات آلودگی‌های صوتی است. درجه حرارت بدن نیز کاهش می‌یابد. صداهای مداوم، عکس العمل‌هایی را در بدن ایجاد می‌نماید از جمله انقباض رگ‌ها بیشتر می‌گردد و این حالت پس از قطع صدا هنوز ادامه می‌یابد. بدن انسان در خواب نیز به محرک‌های صوتی پاسخ می‌دهد. بدون این که فرد از خواب بیدار شود. (ضربان قلب و حالات ماهیچه‌ها تغییر می‌کند).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که کارگران کارخانجات چوب‌بری که با اره کار می‌کنند و صدای ۱۲۵ دسی بل را تحمل می‌نمایند، شب‌ها وقتی به خانه بر می‌گردند، انگشتان آنها سبز رنگ و سپس سفید می‌گردد که علائم بیماری وازواسپاستیک می‌باشد که در نتیجه انقباض رگ‌ها و نارسایی در جریان خون عارض می‌شود؛ که این ناراحتی به نام بیماری رینال یا انگشتان مرده معروف است. راهکارهای کاهش صدا:

باتوجه به اینکه معمولاً صداها از تولیدکننده‌ای پخش، توسط گیرنده‌ای دریافت می‌شود. بنابراین جهت کنترل این آلودگی، کاهش شدت صدا، جلوگیری از انتشار و نفوذ صدا و محافظت از گیرنده (سیستم شنوایی) می‌تواند مؤثر باشد.

یکی از راهکارهای مؤثر در کاهش سرو صدای ناخواسته و آلودگی صوتی استفاده از گیاهان است. استفاده از گیاهان تنها برای کاهش تراز صدا در فرکانس‌های بالا مؤثر می‌باشد. خاصیت پراکنده سازی امواج صوتی توسط پوشش گیاهی به مراتب بیشتر از خاصیت جذب کردن آنها است. در نتیجه درختان بلند با کاهش دادن سرعت باد و موجب عدم هدایت امواج صوتی به طرف شنونده می‌شوند و می‌توانند به عنوان عایق صوتی در مقابل آلودگی صوتی مورد استفاده قرار گیرند. کاشت گیاهان تنها به منظور کاهش آلودگی صوتی نمی‌باشد بلکه به منظور رعایت مسائل اکولوژیکی و روانی نیز صورت می‌گیرد. پوشش گیاهی می‌تواند در داخل فضای اصلی، محصورکننده‌های کوچک‌تر را تشکیل دهد. همانند لبه‌ها، پوشش‌های گیاهی نیز می‌توانند ترکیبی از جان پناه‌ها و چشم‌اندازها را که مشوق حضور و ماندگاری مردم در فضا هستند، پدیدآورند.

### ■ صداهای شهری

در شهر تهران موتورسیکلت‌های بنزینی عامل بیست و پنج درصد آلودگی هوا و پنجاه درصد آلودگی صوتی شهر می‌باشند.

### ■ واکنش به سرو صدا

یکی از حقوق‌های یک شهروند، آرامش صوتی وی است. صلب مسئولیت از این مهم موجب بروز عدم تمرکز، پرخاشگری و در نهایت اختلالات روحی شهروندان می‌شود. این امر در قانون بند ۶ منشور حقوق شهروندی به این صورت آمده‌است: شهروندان حق دارند ضمن مشارکت در انجام مسئولیت‌های قانونی و تأمین منابع مالی مورد نیاز، از هوای پاک، فضای سبز عمومی و بوستان، معابر تمیز و عاری از پسماند و شهری بدون آلودگی‌های صوتی و زیست‌محیطی برخوردار باشند. منابع اصلی آلودگی‌های صوتی شهری شامل کارخانجات، کارهای ساختمانی، صداهای ناشی از سیستم تهویه منازل و صدای ناشی از حمل و نقل (صدای موتور هواپیما، بوق اتومبیل) هستند. سر و صدای داخل منازل مثل صدای تلویزیون و جارو برقی نیز حائز اهمیت‌اند.

سطح صداهای گوناگون بر پایه فاصله هر یک از منابع سر و صدا. در زیر بعضی از صداهایی که به‌طور مکرر شنیده می‌شوند به همراه سطوح دسیبل تقریبی آنها در فاصله یکسان از منبع سر و صدا آمده‌است. همان‌طور که در جدول صفحه بعد می‌بینید، زمانی بر حسب "dB(A)" تعیین می‌شود که، اندازه‌گیری بر پایه مقیاس "A" انجام شود تا شنوایی انسان را شبیه‌سازی کند.

سر و صداهای شهری			
چمن زن	۸۵-۹۰ dB(A)	نجوا	۳۰ dB(A)
قطار	۱۰۰ dB(A)	مکالمه عادی / خنده	۵۰-۶۵dB(A)
مته دستی سنگ/ ماشین خاک کش	۱۱۰ dB(A)	جارو برقی در فاصله ۳۰ متری	۷۰ dB(A)
رعد و برق	۱۲۰ dB(A)	ماشین لباس شویی / ماشین ظرف شویی	۷۸ dB(A)
در نزدیکی بلند شدن جت	۱۳۰ dB(A)	موتور سیکلت	۸۸ dB(A)

### ■ آلودگی صدا / آلودگی صوتی چیست؟

در محیط زیست و محیط کار آلاینده‌هایی وجود دارند که می‌توانند آسایش و سلامت و حتی ایمنی افراد را به مخاطره بیندازند. واژه صحیح در این خصوص «آلودگی صدا/ Noise Pollution» می‌باشد و واژه متداول «آلودگی صوتی» از نظر علمی صحیح نمی‌باشد زیرا اگر آن را بپذیریم باید در موارد مشابه باید بگوییم «آلودگی هوایی»، «آلودگی منظری» و مانند آن.

امواج صوتی جزء لاینفک زندگی انسان و سایر جانداران است اما همه انواع امواج صوتی مفید نیستند. امواجی که ناخواسته، ناخوشایند و قابلیت آسیب رسانی داشته باشند «صدا / Noise» نام دارد. واژه «سر و صدا» یک غلط مصطلح است. و سایر دسته امواج صوتی را «موسیقی Music» می‌نامند. همه اصوات طبیعی، مکالمه افراد و نواختن با ابزارهای مخصوص را موسیقی می‌گویند. موسیقی یک آوای از پیش طراحی شده است که دارای نظم معینی در دامنه‌ها، فرکانس‌ها و تناوب‌های خود می‌باشد و اثر مخرب ندارد. بنابراین هر صوتی که خارج از این قاعده باشد نیز جزو صدا محسوب می‌گردد. به طور مثال فریاد زدن، نواختن موسیقی با آلات غیر متعارف و حتی موسیقی‌های تفریحی و برخی استفاده‌های نامناسب از هدست‌ها نیز قابلیت آسیب رسانی به بدن را دارند و جزو صدا طبقه بندی می‌شوند.

از دیدگاه علمی، «آلودگی صدا» به سطحی از وجود امواج صوتی اطلاق می‌شود که بتواند سبب اختلال در آسایش افراد گردد یا سبب آزار عصبی-روانی، اختلال فیزیولوژیک یا بیماری گردد.

اثرات مواجهه با صدا شامل اثرات شنوایی و اثرات غیر شنوایی می‌باشد عمده موارد اثراتی که برای آلودگی صدا اثبات شده است موارد زیر می‌باشد:

### بیماری‌های مرتبط.

#### اثر روی الکترولیت‌ها:

- ۱ صدمه به دستگاه شنوایی.
- ۲ تداخل با مکالمه و اثرات ثانوی آن مانند اختلال در درک علائم.
- ۳ اثر روی بینایی به دلیل کاهش کنترل تطابق و تعقیب اشیاء و کاهش وضوح تصاویر.
- ۴ اثر بر سیستم تعادلی شامل گیجی، تهوع، اختلال در راه رفتن.
- ۵ ناراحتی اجتماعی: مانند اثر بر خواب و روابط اجتماعی و خانوادگی خصوصاً هنگامی که افت شنوایی به ناحیه مکالمه سرایت نموده باشد.
- ۶ اثرات عصبی: اثر بر دستگاه گوارش شامل اختلالات و حتی دردهای شکمی و ترشح زیاد اسید معده و تشدید محدود کننده دارد. مواجهه با صدا در تطابق بدن با گرما نقش منفی دارد.
- ۷ اثرات جانبی: شامل کاهش راندمان کار، افزایش ریسک حوادث.
- ۸ اثرات روانی: هیجان، تحریک پذیری و اختلالات روانی، مطالعات نشان داده است که افرادی که با صدا مواجهه دارند بیشتر به اختلالات روانی دچار می‌گردند.
- ۹ اثرات فیزیولوژیک عمومی: صدا می‌تواند باعث تحریک عصبی شده و ضربان قلب، فشار خون و مصرف اکسیژن و تعداد تنفس را افزایش دهد که این تغییرات بر عملکرد دستگاه‌های بدن اثر نامطلوب دارد. این عوارض برای کسانی که دارای بیماری‌های قلب و عروق دارند و همچنین زنان باردار بسیار خطرناک است.
- ۱۰ اثر ذهنی صدا: برای همه افراد چه در محیط کار و چه در اجتماع اثر ذهنی صدا یکسان نبوده و افراد مختلف از نظر اثرات روانی و عصبی آن یکسان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند لذا ممکن است یک صدای واحد برای بعضی افراد قابل تحمل و برای دیگران آزار دهنده باشد.

مواجهه با آلودگی صدا می‌تواند علاوه بر ایجاد احساس عدم آسایش، کارایی ذهنی را نیز تحت تأثیر قرار دهد. در این محدوده «اثرات شناختی / Cognitive Effects» و «ذهنی / Mental» ایجاد می‌شود این مرحله صدای محیط اثرات خود را به صورت درجاتی از «استرس / Stress» نشان می‌دهد که اغلب با احساس «آزار صدا / Noise Annoyance»، کاهش تمرکز، کاهش حافظه و کاهش سرعت در فعالیت‌های مغزی، سردرد و خستگی همراه می‌باشد. مواجهه با صدا می‌تواند بر روی اندام بینایی نیز مؤثر باشد. اختلال در کنترل تطابق و تعقیب

اشیا و کاهش عکس العمل به نور از این عوارض است. سیستم تعادلی نیز می‌تواند متأثر از مواجهه با صدا باشد. گیجی، تهوع، اختلال در راه رفتن از این جمله است. مواجهه با سطوح بالاتر صدا می‌تواند اثرات قابل ردیابی یا اندازه‌گیری فیزیولوژیک بر بدن تحمیل نماید. این درجه از اثرات را «استرین / Strain» یا تنش می‌گویند. در اینجا علاوه بر اثرات ذهنی تغییرات در امواج عصبی و مغزی، تغییرات در فشار خون و ضربان قلب، سخت شدن دیواره عروق و تغییرات برخی هورمون‌ها مانند آدرنالین و کورتیزول قابل سنجش خواهد بود. اثرات پیشگفت شامل استرس و استرین را مجموعاً «اثرات غیر شنیداری» مواجهه با صدا می‌گویند. این اثرات ممکن است از تراز فشار صوت ۶۰ دسی‌بل شروع گردد. مواجهه با صدای بیش از ۶۰ دسی‌بل می‌تواند ضربان قلب و فشار خون را بالا ببرد. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، مواجهه با تراز فشار صوت ۸۰ دسی‌بل می‌تواند سبب بروز رفتارهای پرخاشگرانه در افراد شود. پاسخ همه افراد به تحریکات صدا یکسان نیست. سن، جنس، نژاد و خصوصیات فیزیولوژیک پایه و حتی وجود برخی بیماری‌ها می‌تواند این اثرات را تشدید نماید. «حساسیت به صدا / Noise Sensivity» یا پایین بودن بیش از حد صدای زمینه محیط برای برخی از افراد می‌تواند آستانه بروز برخی واکنش‌ها را کاهش دهد. برخی از افراد هنگام شب یا در محیط ساکت حتی از تیک تیک ساعت یا صدای فن کامپیوتر خود هم آزرده می‌شوند. اختلال در سیستم گوارشی و افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید و تشدید دیابت از عوارض شایع مواجهه با صدا می‌باشد. واحد سنجش تراز فشار صوت دسی‌بل است. صفر دسی‌بل آستانه شنوایی یک فرد سالم و جوان است. سطح صدای یک محیط طبیعی و ساکت حدود ۲۵ دسی‌بل است. مکالمه معمولی در حدود ۶۰-۵۰ دسی‌بل انجام می‌شود. صدای ترافیک نسبتاً شلوغ حدود ۷۵ دسی‌بل است. وقتی شما در یک محیط شلوغ و در یک فاصله نزدیک باید با فرد دیگر با فریاد صحبت کنید در اینجا تراز صدا از مرز ۹۰ دسی‌بل نیز گذشته است.

حد مجاز برای تراز صدای محیط زیست توسط شورای عالی محیط زیست تعیین شده است. این معیار برای مناطق مسکونی شهری در روز (۷ صبح تا ۱۰ شب) ۵۵ دسی‌بل و در شب (۱۰ شب تا ۷ صبح) ۴۵ دسی‌بل تعیین شده است. مقررات ملی ساختمان نیز حدود مجاز تراز فشار صوت داخل بناهای شهری را تعیین نموده است. به طور مثال این حد برای منازل مسکونی شامل اتاق خواب ۳۵ و اتاق نشیمن ۴۰ دسی‌بل، برای کلاس درس ۴۰ دسی‌بل و اتاق‌های بستری بیمارستان ۳۵ دسی‌بل تعیین شده است. هرچه آلودگی صدا در محیط بیرون ساختمان‌ها بالاتر باشد، حفاظت صوتی دیوارها، درب‌ها و پنجره‌ها نیز باید بالاتر باشد. استفاده از مصالح نامناسب و سبک‌سازی بی‌مورد بناها سبب شده که امروزه یکی از معضلات آپارتمان‌نشینی آزار ناشی از صدا باشد. خوشبختانه راه‌های علمی و مصالح مناسبی



وجود دارد که بتوان به صورت پیشگیرانه در ساخت بناها و همچنین برای اصلاح آکوستیکی بناها به کار برده شود تا آسایش و سلامت ساکنین و شاغلین تأمین گردد. آلودگی هوا و آب دو مشکل اساسی زیست محیطی می‌باشند، در حالی که امروزه با پر سر و صدا و شلوغ‌تر شدن محیط پیرامون ما آلودگی صوتی نیز به این موارد اضافه شده است. اکثر مردم از وجود سر و صداها در اطراف محل زندگی خود از قبیل رفت و آمد وسایل نقلیه موتوری، هلی کوپترها و هواپیماهایی که در بالای سر آنها به پرواز در می‌آیند، دریل و مته‌های فشاری که برای کندن کوچه و خیابان استفاده می‌شود، و همسایگانی که صدای رادیو، تلویزیون و یا ضبط خود را بیش از اندازه زیاد می‌کنند، همه و همه از نمونه‌های سر و صداها می‌باشند. این سر و صداها نه تنها ناخواسته بلکه غیر قابل پیش‌بینی و غیرقابل کنترل می‌باشند.

## اثرات صداهای مزاحم بر بدن

اگرچه اثرات مستقیم گوش دادن به صداهای بلند، به ویژه در یک دوره طولانی می‌تواند سبب کاهش شنوایی افراد گردد، سر و صداهای مزاحم که همان آلودگی صوتی محیطی هستند حتی اگر با صدای کوتاه باشند می‌توانند در درازمدت به طور غیر مستقیم بر جسم، روح و روان افراد اثرات منفی داشته باشند. بنابراین آلودگی صوتی می‌تواند خطری برای سلامت عمومی بدن باشد.

بدن انسان در برابر این سر و صداهای مزاحم و ناخواسته دچار نوعی استرس و فشار شده و تغییرات به‌وجود آمده در سیستم بدن می‌تواند سبب افزایش فشار خون، تغییر ضربان قلب، افزایش میزان کلسترول خون، و یا ترشح بیش از حد هورمون‌های بدن می‌شود؛ در صورتی که این واکنش‌های استرسی بدن در قبال سر و صداهای مداوم، همچنان ادامه یابد در نهایت می‌تواند سبب آسیب‌های جدی به سیستم گردش خون، سیستم قلبی عروقی و سیستم‌های شکمی - روده‌ای وارد کند. البته براساس تحقیقات انجام شده، مشکلات مربوط به سیستم قلبی عروقی یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها در اثر وجود آلودگی‌های صوتی می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد آلودگی صوتی می‌تواند بر سلامت و بهداشت فیزیکی کودکان نیز اثر منفی داشته باشد. محققان اظهار می‌دارند کودکانی که محل زندگی آنها در اطراف فرودگاه‌ها می‌باشد سیستم فشار خون آنها دچار نوسان شده و بالا می‌رود، همچنین ترشحات غدد درونی و گردش خون در بدن آنها دچار اختلال می‌گردد.

## ■ آلودگی صوتی و اختلالات خواب:

طبق تحقیقات انجام شده، افرادی که در اثر سر و صداهای مزاحم دچار مشکل

بی‌خوابی شده بودند در مجموع از سلامت عمومی کمتری برخوردار بودند؛ افرادی که در اثر سر و صداهای مزاحم دچار کمبود خواب و یا بی‌خوابی می‌شوند کارهای روزانه آنها با ضعف و اختلال انجام می‌شود و توجه و تمرکز این افراد در طول روز کاهش می‌یابد که می‌تواند به نوبه خود آنها را در معرض خطر حوادث و اتفاقات ناخوشایندی قرار دهد.

## اثرات آلودگی صوتی بر مغز

شاید شما هم تاکنون شنیده‌اید که چه حوادث ناگواری در اثر جر و بحث‌های صورت گرفته در مورد وجود سر و صداهای مزاحم از طرف همسایگان اتفاق افتاده است؛ وجود سر و صداهای زیاد از طرف برخی همسایگان به‌طور مثال بلند بودن صدای تلویزیون و یا ضبط آنها سبب بگو و مگو و رفتارهای پرخاشگرانه و تهاجمی بین همسایگان شده و حتی ممکن است این رفتارهای خشن منجر به قتل گردد. تحقیقات ثابت کرده میان سر و صداهای مزاحم و بروز رفتارهای تهاجمی ارتباط وجود دارد. مطالعات انجام شده در مورد افرادی که محل سکونت آنها نزدیک مکان‌های پر سر و صدا مانند فرودگاه، راه‌آهن و..... می‌باشد حاکی از آن است که مشکلات مغزی، سلامت این افراد را تهدید می‌کند.

## اثرات آلودگی صوتی بر رشد کودکان

انجمن ملی تحقیقات در امریکا هشدار داده است که مادران باردار نباید در مراکز پر سر و صدا کار کنند. تحقیقات نشان داده میان سر و صداهای مزاحم و تولد کودکان کم وزن و یا دارای ناهنجاری‌های جنینی مانند: شکاف کام ارتباط وجود دارد. مادران بارداری که در محیط‌های پر سر و صدا هستند و این سر و صدا باعث آزار و اذیت آنها می‌گردد در بدن آنها هورمون‌هایی ترشح می‌شود که برای سلامت جنین مضر می‌باشد.

طبق نظر محققان، آلودگی صوتی و خانه‌های پر سر و صدا و شلوغ می‌تواند سبب به تأخیر افتادن رشد زبانی و شناختی کودک گردد. تحقیقات ثابت کرده کودکانی که مدارس آنها نزدیک مکان‌های شلوغ و پر سر و صدا مانند راه‌آهن، فرودگاه و یا اتوبان‌ها قرار دارد، از نمرات درسی (به‌ویژه خواندن) پایین‌تری برخوردارند. کودکان برای درس خواندن و مطالعه کردن به مکانی کاملاً آرام نیاز دارند، از طرفی والدین باید سعی کنند با کودکان خود با صدای ملایم صحبت کنند و از فریاد و یا جیغ کشیدن پرهیز کنند. حتی اسباب بازی‌هایی که برای کودکان خود می‌خرید نباید صداهای خیلی بلند داشته باشند.

حال که با خطرات آلودگی‌های صوتی و اثرات آن بر سلامت افراد آشنا شدید، پس لازم است تا جایی که می‌توانید برای کم کردن صداهای پیرامون خود چاره‌ای بیندیشیم. باید گام‌هایی را برای آرام‌تر کردن خانه خود برداریم و خود را در قبال سر و صداهای مزاحم محافظت کنیم. تا جایی که امکان دارد صدای رادیو، تلویزیون و استریوی خود را کم نمائیم و وسایلی را که خریداری می‌کنیم از کمترین سر و صدا برخوردار باشند. از رفتن و ماندن در مکان‌های پر سر و صدا در زمان‌های طولانی، خودداری کنیم.

### ■ نکاتی در مورد اثرات آلودگی صوتی بر شنوایی:

- ۱ ناشنوایی یکی از عمده‌ترین معلولیت‌های جسمی می‌باشد.
- ۲ اکثر افراد مبتلا به ناشنوایی، هرگز قبلاً سنجش شنوایی انجام نداده‌اند.
- ۳ در اکثر موارد از دست دادن شنوایی، بدون درد بوده و طی یک دوره زمانی اتفاق می‌افتد.
- ۴ دلایل عمده ناشنوایی به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: سر و صداهای مزاحم، و سن
- ۵ ۹۵٪ از ناشنوایی‌ها با دارو درمانی، جراحی و یا وسایل کمک شنوایی (سمعک) قابل درمانند.

۶ ناشنوایی ممکن است در هر سنی به سراغ افراد بیاید.

۷ افراد ناشنوا، به‌طور معمول بلندتر از دیگران صحبت می‌کنند.

۸ افراد کم‌شنوا اغلب از افراد می‌خواهند که صحبت‌های خود را تکرار کنند.

۹ ۳۳٪ از افراد در سن ۶۵ سالگی دچار کاهش شنوایی می‌گردند.

۱۰ ناشنوایی در اثر آلودگی‌های صوتی قابل پیشگیری می‌باشد.

اصولاً سر و صدای محیط پیرامون در درازمدت به ایجاد ضایعات فیزیولوژیک در انسان منجر شده و گاه آثارشان به صورت خستگی، خواب آلودگی، توهم و حتی حملات عصبی تظاهر می‌نماید. آلودگی صوتی در عصر تکنولوژی اما به عنوان شایع‌ترین علل کاهش شنوایی عصبی اکتسابی نیز مطرح است و البته هنگامی که این بیماری به گوش آسیب رساند، دیگر قابل درمان نبوده و متأسفانه افراد آلوده به صوت زمانی متوجه مرض خود می‌شوند که بیماریشان به مراحل حاد رسیده و غیرقابل بازگشت شده است.

اساساً شلوغی زیاد و آلودگی صوتی نوعی عامل استرس‌زای بیولوژیک و از عوامل تحریک و تخریب سلسله اعصاب است که نه تنها بر سیستم شنوایی که بر کل بدن آدمی و روان او تأثیرات مخرب خواهد گذاشت. اکثر افراد به نوعی به سر و صداهای ناهنجار محیط زندگی خود به مرور عادت کرده و از آنجا که پارادایم آلودگی صوتی را جزء لاینفک زندگی شان می‌پندارند لکن ناراحتی ناشی از مضرات آن را چندان حس نمی‌کنند. در نهایت اختلالات هورمونی و عدم سلامت که یکی از نمادهای

عینی‌اش کاهش شنوایی است سبب شده تا شخص نتواند با مردم و جامعه اطرافش ارتباط مؤثر و کارآمد برقرار نموده که این به نوبه خود باعث کاهش کیفیت زندگی و سلامت روحی و بهداشت روانی او می‌شود و باری بر دوش اجتماع و افراد در واقع آن خواهد گذاشت.

امروزه در جوامع پست مدرن، آلودگی صوتی به دلیل ناملموس بودن و بی توجهی افکار عمومی و عادت به شنیدن صداهای غیراستاندارد در زندگی‌های به اصطلاح نوآر و آوانگارد و این که تحمل آلودگی صوتی و مدارای صوتی از خصایص و ویژگی‌های زندگی در کلان شهرها محسوب می‌شود لذا این پدیده پر صدا به چالشی خاموش و اصطکاکی فرسایشی مبدل شده است. هرچند در جهان صنعتی امروز و بویژه در کشورهای توسعه یافته سر و صدای زیست محیطی شامل اصوات ناشی از ترافیک جاده‌ای، ترافیک هوایی و قطارها، صنایع، ساخت و سازها و فعالیت‌های معمول است لکن کارشناسان عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی صوتی در ایران و بخصوص تهران را خودروها و موتورسیکلت‌ها دانسته و به علاوه بوق‌هایی با اصوات گوشخراش و متفاوت عاملی دیوانه کننده در میان عوامل ایجاد آلودگی صوتی به شمار می‌آیند.

از مضرات آلودگی صوتی همین بس که تحقیقات نشان می‌دهد حتی رشد گیاهان نیز بر اثر سر و صدای بلند بشدت کاسته شده و در مورد جانوران هم مهاجرت بی موقع حیات وحش و پرندگان، سقط جنین، خونریزی گوش، بی اشتها، بروز حالات پرخاشگرانه، کاهش شیر در موجودات شیرده و کوتاهی طول عمر از جمله اثرات سر و صداهای ناهنجار بر جانوران است. آلودگی صوتی اجسام بی جان را نیز بی نصیب نگذاشته و لذا از اهم آثار آلودگی صوتی و ارتعاشات اجسام بی جان می‌توان به شکسته شدن شیشه‌ها و ایجاد شکاف در ساختمان‌ها اشاره نمود. با توجه به شاکله اصلی «اصل پنجاهم قانون اساسی» جمهوری اسلامی ایران، حفاظت محیط زیست که هم نسل امروز و هم نسل‌های بعدی می‌بایست در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند وظیفه‌ای عمومی تلقی شده و از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، جرم و لذا ممنوع است. هم اینک در شرایطی که سر می‌بریم که اخباری مبنی بر اعلام فهرست حدود ۶۰۰ نقطه خارج از حد استاندارد آلودگی صوتی در تهران منتشر شده و نشانه هشدار جدی برای همه شهروندانی است که در شرایط نابسامان هشدار و فراجرانی روزگار را سپری می‌کنند.

## ویژگی‌های بصری گیاهان

در این قسمت به بررسی عناصر بصری می‌پردازیم. اجزای طراحی شامل چیزهایی از قبیل نقطه، خط، فرم، رنگ و بافت می‌شود. اصول به معنی سازماندهی اجزاء است به طوری که بر وحدت، ریتم، تناسب، مقیاس، تعادل و غیره دلالت نماید. هر یک از اجزای بصری دارای خصوصیتی می‌باشند که طراح می‌تواند آنها را به کاربرد.

### ■ نقطه:

نقطه از ابتدایی‌ترین اجزاء است. هیچ طول، عرض و عمقی ندارد و فاقد جهت است. اما تأثیراتی را القاء می‌کند. چنین احساس می‌شود که نقطه در درون خود انرژی برای رشد دارد. بنابراین بر محیط اطراف خودش تأثیر می‌گذارد. وقتی که در یک میدان بصری قرار می‌گیرید، رابطه آن با میدان، شخصیت و انرژی جدیدی به نقطه می‌دهد. اگر در مرکز میدان قرار گیرد، به نظر ثابت و ساکن می‌رسد (در واقع به دلیل تأثیر جاذبه بصری، این نقطه کمی بالاتر از مرکز میدان قرار می‌گیرد) علاوه بر نیروی رشد، نقطه با لبه‌ها و گوشه‌های میدان نیز روابطی دارد که این روابط نیز موجب وارد کردن نیرو می‌شود. اگر نقطه از این مرکز جاذبه‌ای حرکت کند، کشش ایجاد شده و نقطه نا پایدار می‌شود. نقطه‌ها می‌توانند مکانی خاص در یک ترکیب باشند. می‌توانند بر تقاطع دلالت کنند، می‌توانند خطوط، دایره‌ها و کره‌ها را به وجود آورند.

دو نقطه، رابطه و کشش مشترکی را به وجود می‌آورند. هر نقطه بر تعداد بی‌نهایتی از خطوط دلالت می‌کند و هر خطی که دو نقطه را به هم وصل می‌کند، به صورت خطی مخصوص در می‌آید. بخشی از خط که میان - دو نقطه واقع شده است؛ مخصوص‌ترین خط در کل میدان است.

چنانچه نقطه در مرکزیت میدان دید باشد، به نظر ساکن و ثابت می‌آید؛ اما اگر از این مرکز جاذبه‌ای حرکت کند، کشش ایجاد شده و نقطه نا پایدار می‌شود.

در طراحی فضای سبز، باید به نقاطی که در ترکیب کلی، نقاط خاص را به وجود می‌آورند دقت کرد. با تأکید بر چنین نقاطی می‌توان حس مکان را افزایش داد. این نقاط به سازماندهی ترکیب کمک می‌کنند و بر خطوطی مانند خطوط دید، دلالت کرده و از نظر بصری غالب می‌شوند.

### ■ خط:

یک خط نقطه‌ای امتداد یافته است، نقاط متعددی است که یکی به دیگری متصل شده‌اند، مسیر نقطه‌ای در حال حرکت است. به صورت مفهومی، طول و جهت دارد؛ اما فاقد عرض و عمق است. در واقعیت برای اینکه قابل رؤیت باشد باید دارای

ضخامت باشد. این ضخامت تا حدودی بیان‌کننده احساس است. مثلاً خطوط ضخیم، بر قدرت و خطوط نازک بر ظرافت دلالت دارند. ویژگی خط نیز حاکی از احساس است. خطوط مستقیم صریح و پایدار به نظر می‌رسند، خطوط شکسته و زاویه دار پر تحرک و گاهی دیوانه‌وار می‌نمایند و منحنی‌ها ایجاد‌کننده تأثیرات احساسی هستند.

جهت خط بر انرژی‌های آن اثر می‌گذارد. خط عمودی نشان‌دهنده حالت تعادل با مهم‌ترین نیرو، یعنی جاذبه است. خط افقی نیز، که یادآور انسان دراز کشیده و همواری سطح زمین است، بر پایداری دلالت می‌کند. این دو با هم، احساس ثبات را منتقل می‌کنند، همه نیروها در حالت تعادل هستند. زاویه - ۹۰ درجه‌ای - که می‌سازند، زاویه راست، نیز همین احساس ثبات را بیان می‌کند.

خطوطی که در جهت عمودی یا افقی قرار نگرفته‌اند، احساس عدم ثبات را منتقل می‌سازند؛ نیروهایشان یکدیگر را خنثی نمی‌کند و خطوط در حالت نامتعادل قرار گرفته‌اند. این خطوط از نظر بصری فعال و پویا هستند و احساس تنش و تغییرات غیر قابل اجتناب را بیان می‌کنند.

خطوط مستقیم و زوایای راست، حاکی از فنون معماری ساختمان نیز هستند. خطوط مستقیم و زوایای تند بیان‌کننده انرژی هستند. از طرف دیگر، خطوط منحنی در همه جای طبیعت، در شاخه خمیده، در رودخانه پر پیچ و خم دیده می‌شوند؛ خط منحنی نرم، بیان‌کننده طبیعت، سکون و ثبات است.

خط می‌تواند بر فرم یا شکل نیز دلالت کند. به صورت خط پیرامونی، فرم را به وسیله تعریف کردن لبه‌هایش ارائه می‌کند و به صورت خطوط تراز، سطح فرم را بیان کند. خطوط موازی، مفهوم صفحه را منتقل می‌سازند. هر چه فاصله میان آنها کمتر باشد، این مفهوم قوی‌تر است. یک صفحه دارای طول و عرض، اما فاقد عمق است.

از خصوصیات خط‌ها می‌توان در کنترل طرح استفاده کرد. از آنجایی که مهم‌ترین ساز و کارهای نظم‌دهندگی فضای سبز (شبکه راه‌ها)، هویت خطی دارند، می‌توانند کلیت طرح را تعریف کنند. براساس خطوط موجود در طرح، سبک‌های گوناگون معماری فضای سبز تشخیص داده می‌شود. خطوط راه‌ها به خصوص وقتی که با ردیف درختان تعریف می‌شوند، در هدایت دید، نقش عمده‌ای را برعهده می‌گیرند. هدایت دید می‌تواند به سمت یک نقطه حساس صورت بگیرد یا به نحوی باشد که دید را از یک عنصر نامطلوب منحرف سازد. در فضاهای سبز، علاوه بر ردیف درختان، پرچین‌ها، لبه‌ها و... نیز در هدایت دید تأثیر دارند.

خطوط موازی (مثلاً تنه درختان) می‌تواند مفهوم صفحه را منتقل کند. هر چه فاصله میان آنها کمتر باشد، این مفهوم قوی‌تر است. در معماری، از صفحات برای محصور کردن فضا استفاده می‌شود. صفحات عمودی (دیوار)، میزان محدودیت

فضا را تعیین می‌کند و صفحات افقی (به خصوص در بالای سر)، بر مقدار محصور بودن فضا می‌افزاید.

### ■ فرم:

فرم، عبارت است از نمود ظاهری یک جسم سه بعدی که در یک صفحه دو بعدی تصور می‌شود. فرم درختان از مجموع تنه، شاخ و برگ‌های آنها تشکیل شده و به صورت‌های عمودی، مدور، گلدانی، مجنونی، هرمی و... دیده می‌شوند. فرم برای گیاهان، هم به صورت تکی و هم به صورت گروهی قابل بررسی است. هر فرم گیاهی، خصوصیات خاص خود را القا می‌کند که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود:

۱ گیاهان مخروطی شکل، بر جهت عمودی تأکید دارند و می‌توان از آنها به عنوان نقاط کانونی در طرح‌ها استفاده کرد.

۲ گیاهان مدور که معمولی‌ترین نوع گیاهان هستند و اغلب در مجموعه طراحی، بخش عمده گیاهان را تشکیل می‌دهند،

فاقد جهت هستند و به عنوان زمین‌های برای فرم‌های جهت‌دارتر به کار می‌روند. همچنین، خصوصیت پیوند دهنده‌گی بین سایر اجزای طراحی را بر عهده دارند.

۳ گیاهان چتری، جهت افقی تأکید می‌کنند.

۴ گیاهان هرمی شکل، ویژگی رسمی و معماری شناسی دارند و به مجموعه استحکام می‌بخشند.

۵ درختان مجنون، توجه دید را به سمت زمین جلب می‌کنند.

۶ شاخه‌های رو به بالا، توجه دید را به سمت بالا جلب می‌کنند و باعث می‌شوند که ارتفاع، بیشتر احساس شود.

خط پیرامونی که لبه یک صفحه را بیان می‌کند، به آن شکل خاصی می‌دهد. در تصاویر دو بعدی، شکل نقش و میدان را زمینه می‌نامند. بسیاری از تمرین‌های اولیه طراحی در مورد ایجاد رابطه هر چه متعامل‌تری میان نقش و زمینه هستند. معمولاً نقش به عنوان شکل مثبت یا نیروی به وجود آورنده و زمینه به عنوان شکل منفی در نظر گرفته می‌شود. اما از طریق این مطالعات اولیه طراحی، نقش‌ها خود می‌توانند جنبه‌های مثبت یا منفی داشته باشند.

**شکل‌های دو بعدی به عنوان نیروهای فضایی:** اشکال در میدان دو بعدی، مانند اجسام سه بعدی اثر می‌کنند. آنها خصوصیات فضایی یافته و به سطح دو بعدی، مفاهیم فضایی می‌دهند. نیروهای فضایی، توسط عمق، نقش را از زمینه آن جدا می‌کنند. اگر چند نقش در زمینه مطرح شود می‌توان با معکوس کردن نقش و زمینه، روابط خط، و اختلاف اندازه، تیرگی و روشنی، بافت و رنگ، بر تفاوت‌های فضایی افزود.

**فرم سه بعدی:** ما به صورت فضایی جهان اطرافمان را مشاهده می‌کنیم. ما در فضا حرکت می‌کنیم. درک ما در هر لحظه، درکی است که فضایی را اشغال می‌کنیم؛ می‌سازد. با حرکت ما از یک نقطه به نقطه دیگر، درک ما از جهان به صورت یک مشاهده فضایی پیاپی در می‌آید. مشاهدات پیاپی جالب و پر معنی، احساسی قوی در تجربه ما از مکان به وجود می‌آورد. این احساس معمولاً با واژگان طراحی مناسب که حس مورد نظر را بر انگیزد به وجود می‌آید. چنین احساسی از طریق گذار از یک واژگان طراحی به واژگان دیگر نیز ایجاد می‌شود.

## ■ رنگ:

طراح باید توجه داشته باشد که رنگ به نور بستگی دارد نه به شیئی. سطوح هیچ رنگی از خود ندارند؛ تنها قادرند طول موج‌های خاصی از نور را بازتابانند. با تغییر نور، رنگ نیز تغییر می‌کند. رنگ براساس سه عامل: فضا، تضاد سایه‌ای رنگ و شدت رنگ می‌تواند تعریف شود.

رنگ درک شده نیز با توجه به محیط اطراف تغییر می‌کند. این تغییر در سه خاصیت اصلی آن می‌تواند صورت بگیرد.

اول مایه رنگ (که مربوط به طول موج نور بازتابیده مثلاً قرمز یا نارنجی است)، دوم سایه رنگ (تیرگی و روشنی نسبی) و سوم شدت نور (درخشندگی).

بر خلاف عناصر معماری، تنوع رنگ در گیاهان بسیار زیاد است و تقریباً همه طیف‌های رنگی را در گیاهان می‌توان مشاهده کرد. رویکردهای متفاوتی در استفاده از رنگ برای توسعه فضایی مطرح است. برخی از طراحان محیط و منظر، اعتقاد دارند که در محیط‌های شهری، نباید از رنگ‌های زیاد و متنوع در یک فضا استفاده کرد. در این صورت، زمینه فضای شهری خنثی می‌شود و رنگ‌های فصلی در آن نمود پیدا می‌کنند. نظریه دیگر، بر استفاده از یک رنگ غالب در فضا دلالت دارد؛ به نحوی که تضاد و یاهمخوانی سایر رنگ‌ها باعث می‌شود که عناصر؛ مشخص‌تر دیده شوند و یا در فضا محو شوند. رویکرد سوم، به کارگیری رنگ با کنترل دقیق روابط میان رنگ‌ها در کل فضا است. این روش، به طراح اجازه می‌دهد تا رابطه میان نشانه‌های فضای سبز را به بیشترین حد ممکن برساند. در دیدگاه چهارم، می‌توان از رنگ برای افزایش آگاهی بیننده از فضا و حتی ایجاد تصورات فضایی استفاده کرد.

در هر صورت، رنگ با برانگیختن احساسات بیننده، یعنی واکنش‌های ذهنی، بر انسان اثر می‌گذارد. رنگ‌ها توانایی تهیج، مضطرب ساختن و آرامش دادن به بیننده را دارا هستند. فضاها و عناصر موجود در آنها مفاهیم ذاتی هستند. میزان انتقال این مفاهیم به بیننده، بستگی به میزان آگاهی او از فضا و عناصر آن دارد. رنگ‌های گرم، چون: قرمز، نارنجی و زرد، به طراح این فرصت را می‌دهند که



محیط را شادتر نشان دهد. رنگ‌های سرد، مانند: سبز و آبی، به طراح در بزرگ‌تر جلوه دادن فضا و القای حس آرامش، کمک می‌کنند.

### ■ عوامل فضایی:

در یک ترکیب دو بعدی، می‌توان با به کار بردن تضاد رنگ‌ها موجب شد که فضا احساس شود. این تضاد از چند طریق از جمله تضاد سایه رنگ، تضاد مایه رنگ، تضاد گرما و تضاد مکمل حاصل می‌شود.

**تضاد سایه رنگ:** هر رنگ دارای روشنی و تیرگی نسبی است. هر چه تضاد سایه رنگ میان دو رنگ مجاور بیشتر باشد، فاصله آنها در فضا بیشتر به نظر می‌رسد. هر چه سایه رنگ آنها به هم نزدیک‌تر باشد، در فضا به هم نزدیک‌تر به نظر می‌رسند. در ترکیب‌های دو بعدی، تضاد سایه رنگ می‌تواند سایر عوامل فضایی را شدت بخشد و یا تخفیف دهد. چنانچه آنها را شدت بخشد، موضوع فضایی را تقویت می‌کند و اگر آنها را تخفیف دهد بر ابهام می‌افزاید.

**تضاد مایه رنگ:** مایه‌های رنگ خالص و اشباع شده هر یک ارزش سایه رنگ متفاوتی دارند. اگر ارزش سایه رنگ را طوری درجه بندی کنیم که از ۱ (سفید) تا ۹ (سیاه) باشد، زرد خالص دارای ارزش ۳، نارنجی ۵، قرمز و سبز ۶، آبی ۷ و بنفش خالص ۸ خواهد بود. در نتیجه مایه‌های رنگ خالص که در مجاورت یکدیگر قرار گیرند، علاوه بر تضاد دمایی، تضاد ارزش سایه رنگ را هم ایجاد خواهند کرد. **تضاد دمایی:** هر رنگی، از قرمز نارنجی داغ تا آبی یخ زده، دارای سردی یا گرمی خاصی است. با نگاه کردن به رنگ‌های مختلف و در اثر حرکات جزئی عضلات چشم ما، به نظر می‌رسد رنگ‌های شدید گرم (قرمز، نارنجی و زرد) جلو می‌آیند و رنگ‌های سرد (آبی و سبز) عقب می‌روند. این حرکات عضلانی از این واقعیت سرچشمه می‌گیرند که پرسپکتیو اتمسفری (ذرات غبار معلق در هوا) نور رنگینی را که از اجسام دور دست به چشم ما می‌رسد کاهش می‌دهد و موجب می‌شود که به نظر آبی خاکستری سردی برسند.

وقتی رنگی میان رنگ‌های دیگر محصور است، دمای درک شده آن تغییر می‌کند. اگر با رنگ‌هایی احاطه می‌شود که دارای دمای شبیه خودش باشند، خنثی‌تر به نظر می‌رسد: رنگ‌های سرد کمتر سرد به نظر می‌آیند و رنگ‌های گرم هم کمتر گرم می‌نمایند. در این صورت به نظر می‌رسد که همه در عمق یکسانی از فضا قرار دارند. طراح می‌تواند با محصور کردن رنگ توسط رنگ‌هایی با دمای متضاد، حرارت آن را تشدید کرده و بخش‌های مجاور را از نظر فضایی از یکدیگر جدا کند. **تضاد مکمل:** هر رنگی دارای مکمل است. اگر این دو رنگ را با هم بیامیزیم، رنگ خاکستری سیاه خنثی‌ای تولید خواهد شد. اگر آنها در کنار هم قرار بگیرند، حداکثر سرزندگی بصری در هر یک از این دو رنگ جلوه گر می‌شود. تضادهای مکمل، جدایی فضایی را به بالاترین حد خود می‌رسانند.

باید به یاد داشت که هر یک از متغیرهای مذکور با سایر عوامل فضایی رنگ و عوامل نقش، زمینه، خط، اندازه، شکل و بافت متقابلاً عمل می‌کنند تا روابط فضایی درک شده در بالا را تحت تأثیر قرار دهند.

## ■ بافت:

هدف از بافت، ویژگی‌های سطح شکل یا جسم است. بافت، حس بینایی و لامسه را به یکدیگر پیوند می‌دهد. حتی اگر سطح را لمس نکنیم، محرک‌های بصری ذهن را برمی‌انگیزاند تا حس لمس کردن را به یاد بیاورد و ما احساس آن را تصور می‌کنیم. بافت، خصوصیت دیگری است که بیان‌کننده زبری یا نرمی سطح است. بافت‌ها به سه دسته ظریف، متوسط و خشن تقسیم می‌شوند. هرچه یک جسم، بافت خشن‌تری داشته باشد، در زمینه خود مشخص‌تر است. بافت درشت، به خوبی قابل رؤیت است و در یک فضا زودتر از بقیه عناصر به چشم می‌آید. بافت‌های درشت‌تر، جسورتر هستند ضمن اینکه باعث می‌شوند که محیط، کوچک‌تر احساس شود.

بافت متوسط از نظر احساسی خنثی است. اصولاً اشیایی که بافت متوسط دارند، بر سایر اشیاء غلبه نمی‌کنند. بسته به اینکه در ترکیب با بافت ریز یا بافت درشت استفاده می‌شوند، می‌توانند نزدیک‌تر یا دورتر احساس شوند. چنانچه بافت‌های متوسط در سطح وسیعی استفاده شوند به فضا هویت یکپارچه می‌دهند و کمک می‌کنند که اجزای مختلف فضا با یکدیگر وحدت پیدا کنند.

بافت ریز، در گیاهانی دیده می‌شود که اجزای کوچکی دارند (برگ‌ها و ساقه‌های کوچک). این عناصر، ظریف و شکننده به نظر می‌رسند. چنین عناصری در یک محیط، عموماً آخرین چیزهایی هستند که دیده می‌شوند؛ اما به خاطر ظرافت و زیبایی خود، بر بیننده تأثیر می‌گذارند. بافت‌های نرم، سایه روشن‌های مناسبی را ایجاد می‌کنند. بافت‌های ریز را می‌توان در بزرگ جلوه دادن فضاهای کوچک به کار گرفت.

در اینجا دو نوع بافت مطرح می‌شود: بافت لمسی و بافت بصری.

بافت لمسی بافتی است که با لمس کردن حس می‌شود.

بافت بصری که به کار بردن رنگ و سایه بر روی سطح همواری است به طوری که از بافت حکایت کنند. این بیانی بصری است، و با لمس کردن حس نمی‌شود. بافت بصری اثر رقص نور بر سطح بافت دار را نشان می‌دهد.

در ترکیب‌های دو بعدی، بافت بصری می‌تواند بر عمق دلالت کند. بافت‌های بصری خشن یا زبر جلو می‌آیند و بافت‌های نرم‌تر پس می‌نشینند. بافت نیز به عنوان یک عامل فضایی می‌تواند با سایر عوامل فضایی از قبیل ارتباط نقش زمینه، تفاوت‌های اندازه، سایه یا رنگ یا روابط خط وابستگی داشته باشد.

## اصول طراحی و قوانین زیباشناختی

در هر طراحی، اجزای بصری براساس اصول زیباشناختی در کنار یکدیگر طرح را تشکیل می‌دهند. بنابراین، لازم است که اصول زیباشناختی در طراحی فضای سبز نیز، مدنظر قرار گیرد.

درباره اصول خاص طراحی میان طراحان اختلاف عقیده وجود دارد. ما همه می‌دانیم که اصولی سازمانی وجود دارند که بر نحوه ادراک ترکیب‌ها توسط ما موثرند. ما به‌طور کلی نیز در مورد این اصول توافق نظر داریم. آنچه مورد اختلاف است، جا دادن این اصول در دسته بندی‌ها و نام‌هایی است که ما به این دسته بندی‌ها می‌دهیم. با توجه به موارد اختلاف مذکور، ما اصول طراحی را وحدت، تأکید یا تمرکز، تعادل، مقیاس و تناسب، ریتم و سادگی تعریف می‌کنیم.

### ■ وحدت:

وحدت یا هماهنگی یعنی اجزاء در یک ترکیب متعلق به یکدیگر هستند، آنها با هم پیوستگی و ارتباط بصری دارند. وحدت در یک ترکیب موجب وابستگی می‌شود و آن را قابل فهم و خوانا می‌سازد. طرح‌هایی که فاقد وحدت هستند، به نظر می‌رسد که نظم نداشته و غالباً به‌صورت تکه تکه درک می‌شوند. وحدت، خود دارای مفاهیم گوناگونی است. نکتهٔ اساسی در وحدت، این است که بر اجزای طرح، مقدم است. هم‌چنانکه هر جزء دارای معنی است - ممکن است هر کدام از اجزا دارای سلسله مراتبی هم باشند - لازم است که در کل، با پیوستگی، تکرار و مجاورت، این معانی افزایش پیدا کنند. نکتهٔ دیگری که در ایجاد وحدت مؤثر است، پیوستگی در طرح است. نقاط، خطوط، فرم‌ها، رنگ‌ها یا بافت‌ها می‌توانند در کل، طرح امتداد یابند و از این راه، وحدت در طرح را تقویت کنند. همچنین، با تکرار بعضی از اجزای موجود در بخش‌های مختلف، ترکیب افزایش پیدا می‌کند. اجزا می‌توانند بسته به میزان مجاورتشان با یکدیگر، در یک ترکیب کلی تر شرکت کنند. این مجاورت، باعث ایجاد وحدت می‌شود.

**ایجاد وحدت:** یک جنبه اساسی وحدت ترکیبی این است که کل بر اجزاء مقدم است. اگر چه هر جزء دارای معنی است و ممکن است اجزاء دارای سلسله مراتبی هم باشند، اما مضمون اصلی پیوستگی آنها با هم و ساختن کلی متشکل از اجزاء است. وحدت در یک ترکیب می‌تواند با پیوستگی، تکرار و مجاورت افزایش پیدا کند. **پیوستگی:** پیوستگی به معنی امتداد پیدا کردن بعضی از اجزاء طرح است. نقاط خطوط، فرم‌ها، رنگ‌ها یا بافت می‌توانند از یک قسمت ترکیب تا قسمت دیگر آن امتداد پیدا کرده به این ترتیب بر وحدت بیفزایند.

**تکرار** = وحدت بصری با تکرار بعضی از اجزاء در بخش‌های مختلف ترکیب افزایش می‌یابد. وقتی در مطالعه موفق‌ترین کارهای هنری به آن سوی موضوع توجه می‌کنیم، می‌بینیم که تکرار اجزاء طرح از قبیل نقطه، خط، فرم رنگ یا بافت، نظم زیر بنایی ترکیب را تشکیل می‌دهد.

**مجاورت:** اجزاء می‌توانند بسته به مجاورتشان با یکدیگر در یک ترکیب تشکیل دسته بدهند. اجزایی که با هم تماس دارند یا روی یکدیگر می‌افتند، مانند اجزایی که در یک ترکیب از سایر اجزاء فاصله دارند قابلیت زیادی برای تشکیل دسته دارند. **ایجاد تنوع:** اگرچه طراح به دنبال وحدت است؛ اما ترکیبی که وحدت و هماهنگی کامل داشته باشد؛ فاقد جذابیت بصری خواهد بود. بنابراین هدف طراحی غالباً این است که هر دو قطب رشته تسلسلی پیوستگی، یعنی وحدت با تنوع، موضوع اصلی با قالب‌های متنوع، یا نظم با نشان اندکی از خود جوشی از آن را در بر گیرد.

### ■ تأکید یا تمرکز:

تأکید از جابجا شدن و تکامل و تمایز عناصر بسیار مهم باغ نسبت به عناصر کم اهمیت‌تر حاصل می‌شود. و در طی آن برخی از عوامل و عناصر بر دیگران پیشی گرفته و بر آنها غالب می‌گردند. این عوامل و عناصر سپس به آسانی از دیگران توسط بیننده متمایز می‌شوند. شکل‌ها، رنگ‌ها و بافت‌ها در حالات خاص می‌توانند به بخشی از طرح حالت تأکید دهند. جمع شدن چند عامل و عرضه شدن یکجای آنها و یا بکار رفتن عوامل غیر عادی و غیر منتظره و رنگ‌های تند و بافت‌های بسیار سنگین و یا بسیار سبک باعث چنین تأکیدی در طرح‌ها می‌گردد. تأکید، به مفهوم منحصر بودن یا منحصر کردن یک بخش خاص در طرح است که طراح، آن را بهتر تعریف می‌کند. تأکید، از یک کنتراست و تضاد قابل توجه بین دو جسم ایجاد می‌شود. تأکید می‌تواند به صورت تمرکز نیز مطرح شود. وقتی یک جز ترکیب، اختلاف قابل توجهی با اجرا داشته باشد، تمرکز شکل می‌گیرد. این اختلافات ممکن است در اندازه مقیاس، شکل، جهت، رنگ، بافت و بسیاری متغیرهای دیگر به چشم بیایند. همچنین، تمرکز را می‌توان با استفاده از خطوط همگرا القاء نمود. طرح‌های شعاعی، در معماری محیط و منظر متداول هستند. تأکید می‌تواند به طور مستقیم بیان شود یا اینکه به طور غیرمستقیم با ایجاد تباين فضایی مطرح شود؛ یعنی به صورت سلسله مراتبی از فضاها به یک فضای خاص هدایت شوند. در این صورت، تحرک ذهنی ایجاد شده و بر مطلوبیت فضا افزوده می‌شود.

استفاده از تأکید، باید به دقت صورت گیرد. تأکید بر نقاط خاص و ایجاد نقاط کانونی، ضمن اینکه می‌تواند در طرح، تنوع ایجاد کند، ممکن است وحدت کل طرح را نیز، تحت شعاع خود قرار دهد.

هنرمند می‌تواند توجه را به یک قسمت، یا به صورت توالی به قسمت‌های مختلف یک ترکیب جلب کند. تمرکز بخصوص از طریق سلسله مراتبی از نقاط، قدرت آن را دارد که ذهن را مشغول کند و بر تحریک بیفزاید. نقطه کانونی وقتی شکل می‌گیرد که یک جزء ترکیب اختلاف قابل توجهی با سایرین دارد. این تفاوت ممکن است در اندازه، مقیاس، شکل، جهت، سایه رنگ، بافت یا بسیاری از متغیرهای دیگر باشد.

### ■ ترتیب و تسلسل:

تغییراتی از نظر شکل بافت و رنگ است که این تغییرات و جابه‌جایی با نظم خاصی یکی بعد از دیگری به وقوع می‌پیوندد.

### ■ تعادل:

معمولاً در یک منظره می‌توان به سهولت، یک محور را پیدا کرد. اگر اجسام دو سوی محور کاملاً یکسان باشند؛ یعنی چنانچه عناصر، دقیقاً مانند هم باشند، طرح را قرینه می‌گویند و اگر اجسام دو سوی طرح یکسان نباشند؛ طرح نامتقارن خوانده می‌شود. توزیع متناسب عناصر در دو طرف این محور، تعادل نامیده می‌شود. اما در مورد طرح‌هایی که قرینه نیستند، نیز باید تعادل بصری رعایت شود.

در هر صورت ضروری است تعادلی بین اجسام دو طرف محور وجود داشته باشد. به دو صورت تعادل منظم و تعادل نامنظم است. در تعادل نامنظم، اجزای طرح علی‌رغم غیر قرینه بودنشان در دو سوی محور اصلی، ایجاد تعادل می‌نمایند. اگر محورهای باغ را به بخش شمالی و جنوبی و یا بخش شرقی و غربی تقسیم کنیم در هر یک از این قسمت‌ها نسبت به قسمت‌های دیگر باید تعادلی برقرار باشد تا با هم نظیر کفه ترازو که در حال بالا و پایین رفتن می‌باشند؛ هماهنگی نمایند. قرینه‌سازی که در باغ‌های قدیمی ایران متداول بوده است، شکل رسمی این تعادل است. ممکن است شکل رسمی قرینه‌سازی مد نظر ما نباشد لیکن تعادل در طرح‌های بی‌قرینه و غیررسمی نیز مطرح است. قرینه‌سازی به باغ حالت استحکام و ثبات می‌بخشد و تعادلی که در طرح‌های غیر رسمی حاصل می‌شود بر عکس حالت سکون را متزلزل و حرکت و سرعت به طرح می‌دهد و باعث کنجکاوای بیشتر بیننده می‌گردد. هر عنصری از یک طرح می‌تواند با عنصر دیگر به حال تعادل در آید. بخشی از باغ که به عللی رنگ کدر و تیره دارد می‌تواند با عنصری که به رنگ روشن شفاف و رنگین می‌باشند، حالت تعادل را حفظ کند. تعادل نیز با حفظ نسبت‌ها در مورد رنگ‌ها، شکل‌ها و بافت‌های مختلف موضوع تنوع را تنظیم و تحت کنترل در می‌آورد.

تقارن، یک فرمول طراحی است که شاید از هزاران سال پیش، در ابنیه و مناظر سبز به کار رفته است. اما با توجه به اینکه در طبیعت تقارن به این شکل دیده

نمی‌شود، طراحان منظر، علاقه بیشتری به طرح‌های نامتقارن با برقراری توازن در آن دارند.

برقراری توازن، به گونه‌ای است که مثلاً یک گیاه دارای بافت خشن که تأثیر زیادی بر دید دارد، در یک سمت محور و چندین گیاه دارای بافت ریز، در سمت دیگر محور فرضی چیده می‌شوند. با وجود اینکه درختان دارای بافت ریز، به خودی خود تأثیر چندانی بر دید ندارند، اما مجموعه آنها می‌تواند تأثیر متناسبی با یک گیاه خشن به تنهایی داشته باشد.

تعالل به دو حالت اصلی امکان پذیر است: به صورت متقارن و به صورت نامتقارن. **تعالل متقارن:** بدن ما به طور کلی دارای تقارن است. احتمالاً به این دلیل است که طراح مبتدی برای ایجاد تعادل در ترکیب سعی می‌کند تصاویر قرینه در دو سوی محور مرکزی ایجاد کند. خلق و شناخت تعادل متقارن کار ساده‌ای است. چنین تعادلی، تعادل مطلق یا عالی است.

تعالل متقارن، ایستا است. این تعادل احساس رسمی بدون هیجانی را به وجود می‌آورد. در بعضی موارد، تعادل متقارن مطلوب است. چنین تعادلی به بناهای اداری یک احساس جاودانی بودن و به منازل اعیانی وقار با شکوهی عرضه می‌دارد. از طرف دیگر، ترکیب‌های متقارن به طور کلی کسل کننده هستند. این ترکیب‌ها می‌توانند کاملاً قابل پیش بینی باشند و معمولاً نمی‌توانند ذهن را در رابطه دو جانبه به خود مشغول سازند.

**تعالل نامتقارن:** تعادل نامتقارن با استفاده از ایجاد وزن بصری برابر از طریق به کارگیری متغیرهای نامتشابه به وجود می‌آید. تضاد رنگ برای متعادل کردن اندازه، سایه رنگ برای متعادل کردن مایه رنگ، و به همین ترتیب به کار می‌رود. مجموع روابط میان این متغیرها دستیابی به تعادل را نشان می‌دهد. این نوع تعادل، که غالباً تعادل غیررسمی یا اسرارآمیز نامیده می‌شود، بسیار راحت تر و پویاتر از تعادل متقارن است.

اگرچه تعادل نامتقارن اتفاقی تر و برنامه‌ریزی نشده‌تر از تعادل متقارن به نظر می‌رسد، اما به کنترل و مهارت طراحی بسیار بیشتری نیاز دارد. تعادل نامتقارن، طرح را به صورت تطبیقی که بر اساس تفسیر و پالایش شرایط واقع شده، کاوش می‌کند. اما تقارن از طریق فن تصویر معکوس به تعادل دست می‌یابد.

## ■ مقیاس و تناسب:

در طراحی باغ شناخت و کاربرد مقیاس و اندازه‌ها اهمیت به‌سزایی دارد. مقیاس، عبارت است از به کارگیری اندازه صحیح فواصل و ابعاد، که باعث ایجاد توازن و ترتیب در یک محیط می‌شود. مقیاس و تناسب، دو وسیله برای تغییر اندازه نسبی هستند. مقیاس، اندازه را نسبت به واحد اندازه‌گیری انسانی یا هر واحد دیگر،

بیان می‌کند. تناسب، رابطه‌ی میان اندازه‌ی یک بخش یا میان بخش‌های مختلف را توضیح می‌دهد. به این دلیل، منظره بیابان را دارای مقیاسی فوق انسانی می‌دانیم، اما می‌گوییم که مربع دارای تناسب (ضلع به ضلع) ۱: ۱ است. در درک مقیاس و تاثیر آن برحس آدمی، اندازه‌ی یک شیئی نسبت به اندازه‌ی انسان، بسیار اهمیت دارد. چنانچه، مقیاس یک مکان از اندازه‌های انسانی بزرگ‌تر باشد، انسان در آن فضا احساس کوچکی می‌کند و چنانچه، مقیاس یک مکان، کوچک‌تر از فضای مورد نیاز برای انسان باشد، احساس محصوریت القا می‌شود. فضاها در رابطه با مقیاس‌های انسانی، می‌توانند از مقیاس صمیمانه‌ی انسانی (که در آن قیافه‌ی افراد قابل شناسایی است) تا مقیاس ماورای انسانی (که بیشتر در طبیعت دیده می‌شوند) متغیر بر خودار باشند.

**مقیاس در ترکیب‌های دو بعدی:** مقیاس در ترکیب‌های دو بعدی اندازه اجزاء را نسبت به یکدیگر و نسبت به قطع شکل بیان می‌کند. می‌توان با انتخاب مقیاس مناسب بر یکی از اجزای ترکیب تأکید کرد. همچنین می‌توان از مقیاس برای نشان دادن وسعت زمینه استفاده کرد.

مقیاس در ساخت مکان، در محیط فیزیکی، اندازه یک شیئی نسبت به اندازه انسان در ادراک مقیاس شیئی بسیار اهمیت دارد. هانس بلومنفلد (Hans Blumenfeld) معتقد است که پنج نوع مقیاس وجود دارد. مقیاس صمیمانه انسانی، مقیاس فضایی است که در آن قیافه افراد قابل شناسایی است. این مقیاس فضاهایی با اندازه افقی تا ۴۸ فوت و اندازه عمودی تا ۲۱ فوت را دربرمی‌گیرد. مقیاس انسانی به مقیاس فضاهایی با اندازه افقی ۷۲ فوت و اندازه عمودی ۳۰ فوت اطلاق می‌شود. مقیاس عمومی انسانی به مقیاس فضاهایی گفته می‌شود که برای اجتماعات بزرگ در نظر گرفته شده اند. به ندرت اندازه این فضاها از ۵۰۰ فوت بیشتر می‌شود. مقیاس فوق انسانی به فضاهای بسیار بزرگ و برجسته اطلاق می‌شود. مقیاس ماورای انسانی، با انسان ارتباطی پیدا نمی‌کند بلکه بیشتر به طبیعت مربوط می‌شود. این مقیاس، مقیاس کوه‌ها، دشت‌ها و اهرام است. چنین مقیاسی، موجب می‌شود که نقش انسان‌ها را در پهنه وسیع‌تر موجودات دوباره ارزیابی کنیم و مقیاس صمیمانه ما را به ارزیابی رابطه فرد با فرد یا فرد با خودش وا می‌دارد.

### ■ تناسب:

تناسب نیز، به اندازه‌ی مقیاس اهمیت دارد. میزان تناسب، در پویایی طرح تأثیر دارد. همواره طراحان، به دنبال تناسباتی هستند. که نه آنقدر ناپایدار باشند که آزاردهنده جلوه کنند و نه آنقدر آشکار باشند که خسته‌کننده به نظر برسند. زیبایی‌ها، هویت‌ها و کارکردهای معماری ایرانی، مدیون تناسباتی است که معماران قدیم به کار می‌بسته‌اند.

تناسب، رابطه اندازه (طول یا عرض یا عمق) یکی از اجزاء یا اندازه یک قسمت نسبت به کل را بیان می‌کند.

**سیستم‌های تناسبی:** در طول تاریخ، طراحان به دنبال تناسباتی بوده‌اند که نه آنقدر آشکار باشند که خسته‌کننده بنظر برسند و نه آنقدر ناپایدار که آزار دهنده باشند.

### ■ ریتم:

ریتم به معنی تکرار موزون ساده یا پیچیده یک عنصر یا پدیده در یک اثر هنری است. منظور از تکرار موزون پیچیده، تکرار چند عنصر یا مجموعه به نحوی است که درک روابط - و قانونمندی‌های حاکم بر آنها به مشاهده دقیق و عمیق نیاز دارد. این اصل در مواردی جوابگوی نیاز عملکردی می‌باشد همچون حجره‌های یک مدرسه یا کاروانسرا و گاهی برآورده کننده نیاز زیبایی شناختی است از لحاظ بصری منظری ظریف و خوشایند پدید آورد. در باغ ایرانی این اصل را می‌توان در دیوارهای حاشیه باغ، دیوارهای صفحه‌بندی حاصل از زمین‌های شیب‌دار و حتی در کف‌سازی‌ها مشاهده کرد. ریتم شامل تکرار است و به وسیله تکرار اقلام مشابه، به ترکیب وحدت می‌بخشد. ریتم، کمک می‌کند که یکنواختی در طرح غالب شود. ریتم، ضمن اینکه ایجاد تنوع می‌کند، سادگی طرح را نیز حفظ می‌کند. ریتم، تعادل بصری را نیز حفظ می‌کند.

ریتم در سایر هنرها از جمله موسیقی نیز، به کار برده می‌شود. ما ریتم‌های فضا را با ریتم‌های زمان می‌پیوندیم و بنابراین ریتم، بینایی را به شنوایی، یا بهتر بگوییم به وزن و موسیقی پیوند می‌دهد. در موسیقی نیز، ریتم‌ها می‌توانند پیوسته و پشت سر هم باشند که به آن لگاتو می‌گوییم. بر عکس، ریتم‌های منفصل و آشفته نیز وجود دارند که آنها را استاکاتو می‌نامیم.

ریتم در هنرهای بصری به حرکت چشم بستگی دارد. خط سیر چشم به دنبال شکل‌های تکرار شونده، احساس ریتم داری را ایجاد می‌کند. خط، فرم، رنگ، سایه رنگ، یا بافت می‌توانند کنایه از ریتم باشند.

### ■ سادگی و تنوع:

دارای مفهوم بوده و هر رابطه‌ای به‌طور مؤثر سازمان یافته باشد. اگرچه دست یابی به این اصل ساده به نظر می‌رسد، اما در واقع به کار بردن این اصل، از سایر اصول مشکل‌تر است. مشغول کردن ذهن در مکالمه‌ای دو جانبه با طرح، جلب و حفظ توجه و تمام این‌ها همراه با اقتصاد روش‌ها، نیاز به دستیابی به روابط ایده‌آل دارد. این اصل است که ما را به جستجوی ابدی چیزهایی از قبیل تناسب کامل، که در بالا در یک باغ، سادگی به حذف جزئیاتی اطلاق می‌شود که در ترکیب کلی آن دخالت‌چندانی ندارد و تأثیر چندانی در بهبود یک طرح نداشته باشد. از طرف دیگر سادگی بجای تغییرات فاحش در عوامل و عناصر آنها تکرار می‌کند. بدین



معنی که یک یا چند عنصر در باغ تکرار می‌شوند. اگر این تکرار بیش از اندازه واقع شود کسالت آور است. به عبارت دیگر توسط سادگی موضوع تنوع بیش می‌یابد؛ لیکن نباید در این خصوص زیاده روی شود و تنوع باغ به کلی از بین برد. بر عکس تنوع باعث تغییرات و تضاد عمده‌ای ما بین عناصر باغ می‌گردد. شکل‌ها، بافت‌ها و رنگ‌ها در این تنوع به صورت یکنواخت و یا ناگهانی تغییر می‌یابند و بدین طریق یکنواختی و سادگی باغ تحت تأثیر مستقیم تنوع واقع می‌شوند.

آخرین اصل زیر بنایی هنرهای بصری، سادگی است، که به معنی اقتصاد بصری در روش‌ها است. هدف آن، بیان حداکثر مفاهیم با استفاده از حداقل تعداد اجزاء است. برای اینکه به این هدف دست پیدا کنیم، هر جزء ترکیب باید بررسی شده وادار می‌کند. سادگی، یکی از اساسی‌ترین اصول هنرهای بصری است. هدف از به کارگیری سادگی، بیان حداکثر مفاهیم با استفاده از حداقل تعداد اجزا است. در مقابل سادگی، تنوع وجود دارد. تنوع می‌تواند در تعریف فضاهای مختلف به کار گرفته شود، ضمن این که از ایجاد خستگی بصری نیز، جلوگیری به عمل آورد. هم آمیزی بافت‌ها، فرم‌ها و رنگ‌های مختلف تنوع ایجاد می‌کند. تنوع کم باعث ایجاد یکنواختی شده و تنوع زیاد سردرگمی پیش می‌آورد. در یک طرح خوب مسلماً تنوع باغ فزونی می‌یابد لیکن همیشه جای این سؤال باقی است که دامنه تنوع تا به کجا باید کشیده شود و حدود آن چگونه باید مشخص و محدود باشد. پاسخ به این سؤال را طراح باید بدهد و آن در ارتباط با منظور و مقصود طرح است. تنوع با چندین خط که به خوبی در باغ راه می‌یابد و یا چند شکل و بافت و رنگ که ماهرانه در هم تنظیم و مرتب می‌شوند؛ واقع می‌شود. رعایت میزان تنوع و میزان سادگی، میزان مهارت طراح را نشان می‌دهد. یک طرح، باید در عین سادگی، دارای تنوع و پیچیدگی نیز باشد، تا ذهن بیننده را مشغول کند. همچنین، یک طرح، باید در عین تنوع، هویت یکسان و وحدت داشته باشد و سردرگمی ایجاد نکند.

## هدف طراحی

از نظر بسیاری از مردم هدف هنر جلب و حفظ توجه است و میزان موفقیت آن بستگی به این دارد که تا چه حد بتواند ذهن را به خود مشغول سازد و بازتاب‌هایی را ایجاد کند. هنر موفق، هنری است که مکالمه‌ای دو جانبه با ذهن به وجود آورد. این رابطه معمولاً از تجزیه و تحلیل ناپیدا یا ناکامل نیروها حاصل می‌شود. بر عکس، ترکیبی که کاملاً هماهنگ و وحدت یافته باشد، ترکیبی خسته کننده خواهد بود. معمولاً لازمه جلب توجه این است که حداقل کمی چیزهای غیر منتظره را در بر بگیرد. این تجسم آشفستگی بخش اصلی شهود را تشکیل می‌دهد. حیات هنر و سر قدرتی است که می‌تواند ذهن را مشغول سازد. طراح موفق کسی است که احساس نظم و وابستگی را القا کند و در همان - حال چیزهایی غیر منتظره را در طرح وارد سازد.

- ۱ سند تحول بنیادین آموزش و پرورش.
- ۲ برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران.
- ۳ سند طراحی مفهومی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای کاردانش.
- ۴ تاجیک، جلیل. و همکاران. تولید و پرورش گیاهان زینتی ۶-۱۳۹۵.
- ۵ تاجیک، جلیل. و همکاران. استاندارد شایستگی حرفه باغبانی ۱۳۹۳.
- ۶ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۷ تاجیک، جلیل. و همکاران، استاندارد ارزشیابی حرفه باغبانی. ۱۳۹۴.
- ۸ صفوی، امان‌الله. روش‌ها و فنون تدریس، انتشارات معاصر ۱۳۹۳.
- ۹ احمد محمدی قهساره، نجمه صمدی، تغذیه گیاه و کشت بدون خاک، ناشر معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، تاریخ نشر ۱۳۹۱.
- ۱۰ مریم مرادمند، سمیه عباس عبدلی، رضا مرادمند، مدیریت گلخانه، ۱۳۹۴.
- ۱۱ مبانی فیزیولوژی گیاهی - ترجمه حسین لسانی و مسعود مجتهدی - انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۲ اصول باغبانی - دکتر مرتضی خوشخوی - انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۱۳ زندگی گیاه سبز - ترجمه حسین لسانی و مسعود مجتهدی - انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴ احدیان محمد آقازاده محرم راهنمای روش‌های نوین تدریس انتشارات آبیژ ۱۳۷۸.
- ۱۵ باتلر روبرت تی الفبای مدیریت کلاس درس محمدرضا سرکار آرانی نشر مدرسه تهران ۱۳۷۹.
- ۱۶ بهرنگی محمدرضا الگوهای جدید تدریس انتشارات تابان تهران ۱۳۷۸.
- ۱۷ حوری‌زاد بهمن، غنی‌سازی فرهنگ آموزش نشر لوح زرین تهران ۱۳۸۵.
- ۱۸ سرمد غلامعلی روش‌های تدریس و هنر معلمی انتشارات اشراق تهران ۱۳۷۶.
- ۱۹ شعبانی حسن مهارت‌های آموزشی روش‌ها و فنون تدریس انتشارات سمت تهران ۱۳۸۵.
- ۲۰ صفوی امان‌الله کلیات روش تدریس مرکز تربیت معلم کد ۱۰۰۲، ۱۳۹۷.
- ۲۱ فضلی‌خانی منوچهر، روش‌های فعال تدریس آموزش و پرورش معاونت پرورشی ۱۳۸۴.
- ۲۲ قورچیان نادرقلی، الگوی تدریس حرفه‌ای انتشارات فراشناختی اندیشه تهران ۱۳۷۹.
- ۲۳ ملکی حسن مهارت‌های اساسی تدریس نشر نیکان کتاب زنجان ۱۳۸۵.
- ۲۴ یغما عادل کاربرد روش‌ها و الگوهای تدریس انتشارات مدرسه تهران ۱۳۷۴.

