

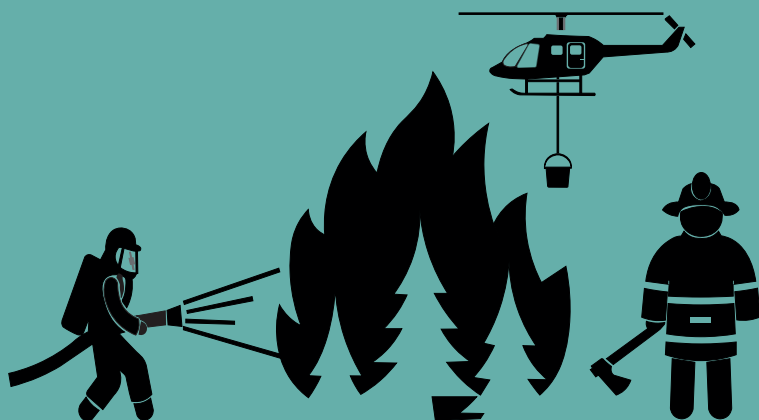


سازمان حفاظت محیط زیست

# پیشگیری و اطفاء حریق در جنگل ها و مراتع

بسته آموزشی راهنمای محیط بان

۱۳



به نام خدا





سازمان حفاظت محیط زیست  
معاونت آموزش و فرهنگ ای مردمی  
مرکز آموزش محیط زیست و تربیت محیط بان

## بسته آموزشی راهنمای محیط بان

۱۳

# پیشگیری و اطفاء حریق در جنگل‌ها و مراتع

این بسته آموزشی متعلق به معاونت آموزش و مشارکت‌های مردمی سازمان حفاظت محیط‌زیست بوده و دانشکده محیط‌زیست در قالب انعقاد قرارداد آموزشی، اقدام به چاپ و انتشار آن نموده است. حقوق معنوی این اثر متعلق به سازمان حفاظت محیط‌زیست است.

سرشناسه	: یوسفی، آرش، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: پیشگیری اطفاء حریق در جنگل‌ها و مراتع / نویسنده آرش یوسفی، فرشته السادات میرطاهری؛ ویراستار فاطمه آرتا، منیژه خلیلی؛ ناظر مرکز آموزش محیط زیست و تربیت محیطبان؛ [برای] سازمان حفاظت محیط زیست.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان حفاظت محیط زیست. دانشکده محیط زیست، انتشارات، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۸۰ ص: مصور(رنگی):؛ ۱۴×۲۱ س.م.
فروست	: بسته آموزشی راهنمای محیطبان؛ ۱۳.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۲۷۵۰-۸
وضعیت فهرست نویسی:	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: آتش‌سوزی جنگل -- پیشگیری و کنترل
موضوع	: Forest fires -- Prevention and control
موضوع	: مرتع و مرتع‌داری -- مدیریت آتش‌سوزی
موضوع	: Pastures -- Fire management
موضوع	: نجات‌بخشی در آتش‌سوزی
موضوع	: Lifesaving at fires
شناسه افزوده	: میرطاهری، فرشته السادات، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده	: آرتا، فاطمه، ۱۳۴۸ - ، ویراستار
شناسه افزوده	: خلیلی، منیژه، ویراستار
شناسه افزوده	: سازمان حفاظت محیط زیست. مرکز آموزش محیط‌زیست و تربیت محیطبان
شناسه افزوده	: سازمان حفاظت محیط زیست
شناسه افزوده	: Department of the Environment
شناسه افزوده	: سازمان حفاظت محیط زیست. دانشکده محیط زیست. انتشارات
رده بندی کنگره	: SD۴۲۱
رده بندی دیویی	: ۳۶۳/۳۷۹
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۲۸۸۸۲۱
تاریخ درخواست	: ۱۳۹۹/۰۵/۲۹
تاریخ پاسخگویی	:
کد پیگیری	: ۷۲۸۷۲۰۹

پیشگیری و اطفاء حریق در جنگل‌ها و مراتع	: نام کتاب
آرش یوسفی - فرشته السادات میرطاهری	: گردآوری و تدوین:
دانشکده محیط زیست	: ناشر:
مرکز آموزش محیط‌زیست و تربیت محیطبان	: ناظر:
فاطمه آرتا - منیژه خلیلی	: ویراستار:
نشر معارف	: صفحه آرایی:
کاظم صادقی	: نظارت فنی چاپ:
محسن خلیفه	: امور اجرایی و گرافیک:
نقش آفرین	: لیتوگرافی:
ابیانه	: چاپ و صحافی:
اول - ۱۳۹۹	: نوبت سال چاپ:
۵۰۰ نسخه	: شمارگان:
۹۷۸-۶۲۲-۹۷۲۷۵۰-۸	: شابک:
ISBN:	: 978-622-972750-8

## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۷
مقدمه.....	۱۱
۱- کلیات و مبانی آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع.....	۱۳
۱-۱ آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع.....	۱۳
۱-۲ مثلث آتش در جنگل.....	۱۶
۱-۲-۱ سوخت.....	۱۶
۱-۲-۲ اکسیژن.....	۲۰
۱-۲-۳ حرارت.....	۲۱
۱-۲-۴ احتراق.....	۲۲
۱-۲-۵ انتقال حرارت.....	۲۳
۱-۳ انواع آتش‌سوزی جنگل.....	۲۴
۱-۳-۱ آتش‌سوزی‌های سطحی.....	۲۵
۱-۳-۲ آتش‌سوزی تاجی (فراز یا هوایی).....	۲۵
۱-۳-۳ آتش‌سوزی تنه‌ای.....	۲۶
۱-۳-۴ آتش‌سوزی زیرزمینی (زیر سطحی).....	۲۷
۱-۳-۵ آتش‌سوزی تجویزی (کنترل شده).....	۲۷
۱-۴ عوامل بروز آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع.....	۲۸
۱-۵ عوامل مؤثر در توسعه و گسترش آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع.....	۳۳
۱-۶ مناطق حساس.....	۴۲
۲- اطفای حریق جنگل‌ها و مراتع.....	۴۳
۲-۱ مدیریت مبارزه با آتش.....	۴۳
۲-۲ پیشگیری از حریق.....	۴۷
۲-۳ کشف و شناسایی حریق.....	۵۴

- ۵۵.....۲-۴ اطفاء حریق.....
- ۵۹.....۲-۵ تجهیزات اطفاء حریق.....
- ۶۱.....۲-۶ چگونگی ساختار آتش‌سوزی جنگل و مراتع.....
- ۶۴.....۲-۷ روش‌های اطفاء حریق جنگل.....
- ۶۴.....۲-۷-۱ استفاده از آب.....
- ۶۶.....۲-۷-۲ استفاده از ماسه و خاک.....
- ۶۷.....۲-۷-۳ سرد کردن سوخت.....
- ۶۹.....۲-۷-۴ جدا کردن و حذف سوخت.....
- ۷۱.....۲-۷-۵ خفه کردن یا قطع اکسیژن.....
- ۷۲.....۲-۷-۶ آتش‌سوزی متقابل.....
- ۷۲.....۲-۷-۷ آتش‌نشانی هوایی.....
- ۷۵.....۲-۸ اقدامات بعد از آتش‌سوزی.....
- ۷۶.....۲-۹ حفاظت و ایمنی در مقابله با آتش‌سوزی جنگل‌ها.....
- ۷۸.....خودآزمایی.....
- ۷۹.....منابع و مأخذ.....

## پیشگفتار

محیطبانان (نیروهای یگان حفاظت) سازمان حفاظت محیط‌زیست، اسطوره‌های استقامت در حفظ و صیانت از محیط‌زیست کشور می‌باشند. این ایثارگران بی‌ادعا، با صلابت و قدرت و در اوج عشق به حفظ محیط‌زیست، با حداقل امکانات و تجهیزات، حفظ و حراست بخش مهمی از منابع طبیعی با ارزش و منحصر به فرد کشور را بر عهده دارند.

به‌راستی این عزیزان، سربازان سبزاندیش مظهر خدایی و امانت‌دار نسل‌های کنونی و آیندگان، در خط مقدم جبهه محیط‌زیست کشورند. مسئولیت مستقیم اجرای قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط‌زیست در زمینه‌های ضابطین قضایی و با مجوز حمل و به‌کارگیری سلاح، حفاظت از حیات وحش و اکوسیستم‌ها، جلوگیری از آلودگی‌ها و تخریب محیط‌زیست و ممانعت از تجاوز و تعرض به مناطق ملی تحت مدیریت سازمان را بر عهده خواهند داشت.

امروزه محیط‌زیست کشور، در اثر عدم آگاهی مناسب جامعه از اهمیت حفظ محیط‌زیست و تحقق توسعه پایدار، در تمامی عرصه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، قربانی توسعه ناپایدار شده است. با این وجود نه تنها از نظر بحران فقدان فرهنگ محیط‌زیستی آحاد جامعه در کشور، وظیفه‌ی سنگینی بر دوش حافظان محیط‌زیست قرار دارد، همچنین به دلیل کمبود نیروی انسانی در سازمان حفاظت محیط‌زیست، در مقایسه با استانداردهای جهانی، در حال حاضر یک نفر محیطبان، حدود شش برابر بیشتر از یک محیطبان در شرایط متعارف، مناطق سازمان را تحت کنترل و حفاظت دارد.

برای برون رفت از این بن‌بست، ضمن پیگیری در جذب و به‌کارگیری نیروی انسانی لازم، به تلاش مضاعف و اتخاذ تدابیر ویژه‌ای نیاز می‌باشد. بدین منظور، در عصر انقلاب



دانایی، آموزش، یکی از مهمترین مؤلفه‌ها در توسعه منابع انسانی است که توانایی‌ها و قابلیت‌های فکری، بینشی و ذهنی انسان را بالا می‌برد و تکامل می‌بخشد. سرمایه‌گذاری در توسعه و ارتقاء توانمندی‌های نیروی انسانی، یکی از ارکان و عناصر اصلی پیشرفت ملت‌هاست. خلاقیت‌ها، توسعه فناوری‌ها و پیشرفت کشورهای توسعه‌یافته، همه و همه ناشی از ذهن‌های آموزش دیده می‌باشد.

بر همین اساس، برای این‌گونه نیروهای مخلص و عاشقان طبیعت که از بذل جان در مقابله و دفاع نابرابر با متخلفان، اشرار و تروریست‌های محیط‌زیستی و نیز سازگاری با ناملایمات و شرایط سخت طبیعی، و عبور از دشوارترین گذرگاه تاریخ محیط‌زیست دریغ ندارند، فراهم نمودن آموزش‌های شغلی، مهارتی و زندگی در شرایط سخت که بتوانند از وقوع هرگونه حوادث و مشکلات احتمالی، پیشگیری و در مواجهه با آن آمادگی لازم را داشته باشند، امری کاملاً ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

از این رو، مجموعه کتاب‌های راهنمای محیط‌بانان با رویکرد کمک آموزشی و برای افزایش سطح توانمندی‌های آنان که توسط مرکز آموزش محیط‌زیست و تربیت محیط‌بان تهیه و تدوین شده است، به منظور ارتقاء سطح آگاهی‌های جانبی و تکمیل مهارت‌های شغلی در اختیار قرار خواهد گرفت، تا با علم به این مجموعه، قابلیت‌ها و ایمن‌سازی در انجام وظایف خطیر محوله، به نحوی ارتقا یافته و در تمامی فعالیت‌ها با افراد دیگر جامعه رفتاری محترمانه و ایرانی-اسلامی داشته باشند.

عیسی کلانتری

معاون رئیس جمهور و

رئیس سازمان حفاظت محیط‌زیست

هر کس در جنگل عمداً آتش سوزی ایجاد نماید به حبس مجرد، از ۳ تا ۱۰ سال محکوم خواهد شد در صورتی که مرتکب، مأمور جنگل بانی باشد به حداکثر مجازات محکوم می شود.

قانون حفاظت و بهره برداری از جنگل ها و مراتع (ماده ۴۷)



## مقدمه

وجود پوشش گیاهی در سلامت محیط بسیار مؤثر بوده و به صورت فیلتر یا صافی عظیمی به تصفیه هوا و رفع آلودگی‌های ناشی از تأسیسات صنایع و سوخت اتومبیل‌ها و... عمل می‌کند (هر هکتار جنگل سالانه حدود ۴۰ تن گرد و غبار را از هوا جذب می‌کند). علاوه بر آن پوشش گیاهی در کاهش اثرات بلایای طبیعی مانند: زلزله، سیل، رانش زمین و توفان تأثیر بسزایی داشته و از شدت سوانح می‌کاهد. بزرگ‌ترین آفتی که منابع طبیعی، جنگل‌ها و فضای سبز را مورد تهاجم و تهدید قرار می‌دهد وقوع آتش‌سوزی است. به‌طوری‌که در مواقع بروز حریق در مراتع و یا جنگل‌ها، علاوه بر پوشش گیاهی، اکوسیستم و زندگی جانوری جنگل‌ها نیز دچار آسیب و صدمات جبران‌ناپذیر می‌شود. متأسفانه فقر فرهنگ محیط زیستی در جامعه باعث شده است پاره‌ای از شهروندان به اهمیت فضاهای سبز و پوشش جنگلی توجه نداشته و ناخواسته موجب بروز حریق در جنگل شوند و ضمن ایجاد خسارات مادی، عوارض اجتماعی و محیط‌زیستی را به‌وجود آورند که نه تنها نسل حاضر بلکه نسل‌های بعدی جامعه را نیز تهدید کرده و به زحمت می‌اندازد. بنابراین بدیهی است نسل حاضر علاوه بر مسئولیت ایمن‌سازی محیط‌زیست خود، مسئول است جامعه‌ای سالم و طبیعی شاداب را برای نسل‌های آینده (که به مراتب جمعیت بیشتری را شامل می‌شوند) به ارث بگذارد. یکی از مسئولیت‌های بزرگ نسل کنونی بشر، احیاء جنگل‌ها و فضای سبز موجود و تلاش در توسعه آن است.

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران، وجود آب و هوای گرم و خشک و کمبود نزولات آسمانی، مسئولیت ما را در حفظ پوشش‌های گیاهی و جنگلی موجود چند برابر می‌کند. به‌طوری‌که حفظ هر درخت، نهال، گل و یا بوته اهمیتی بسیار

حیاتی برای یکایک ساکنان این سرزمین پهناور دارد. وجود سیاست‌های نامناسب در دوران گذشته موجب از بین رفتن بخش عمده‌ای از جنگل‌ها، مراتع و پوشش گیاهی و حتی کشاورزی شده است. این مهم وظیفه مسئولین فعلی را در حراست، نگهداری و توسعه پوشش‌های گیاهی و به‌طور کلی منابع طبیعی کشور سنگین‌تر می‌کند. البته بدیهی است بخش عمده این مسئولیت سنگین و خطیر بر عهده سازمان‌های متولی حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست و در راس آن یگان‌های حفاظت این نهادها می‌باشد.

در این راستا هدف‌های رفتاری مورد انتظار از مخاطبین این بسته آموزشی عبارتند از:

- ۱- مثلث آتش‌سوزی و احتراق در جنگل‌ها و مراتع را توضیح دهد.
- ۲- انواع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بشناسد.
- ۳- عوامل موثر در ایجاد آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بداند.
- ۴- عوامل موثر در توسعه و گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بیان کند.
- ۵- روش‌های پیشگیری از آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بیان کند.
- ۶- چگونگی ساختار آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع را بیان کند.
- ۷- روش‌های مورد استفاده در اطفای حریق جنگل‌ها و مراتع را بیان کند.
- ۸- انواع تاکتیک‌های حمله و مهار آتش جنگل‌ها را بشناسد.
- ۹- اصول حفاظت و ایمنی در مبارزه با آتش‌سوزی جنگل‌ها را بداند.

## ۱- کلیات و مبانی آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع

### ۱-۱ آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع عبارت است از حریق‌های خواسته و یا ناخواسته و برنامه‌ریزی نشده‌ای که بدون کنترل در عرصه فضاهای سبز و منابع طبیعی، سوخت‌های گیاهی را به آتش می‌کشند. منظور از سوخت گیاهی، پوشش گیاهی اعم از درخت، بوته، چمن و علف، خاک برگ و... است که جنگل‌ها، مراتع و بوته‌زارها را پوشانده است. اصطلاح آتش‌سوزی جنگل فقط به آتش‌سوزی‌هایی که در جنگل روی می‌دهد اطلاق نمی‌شود، بلکه این اصطلاح به دیگر آتش‌سوزی‌های مشابهی که در طبیعت مانند چمن‌زار، بیشه‌زار، بوته‌زار و نیزارهای تالاب‌ها روی می‌دهد نیز گفته می‌شود. ساختمان‌ها نیز چنانچه آتش به آن‌ها سرایت کند می‌توانند درگیر این آتش‌سوزی شوند. از آن جایی که علت آتش‌سوزی جنگل متفاوت است، نتیجه‌ای که از خود برجا می‌گذارد هم منحصر به فرد خواهد بود.

وقوع حریق در جنگل‌ها، مراتع و بوته‌زارها از زیان‌بارترین آتش‌سوزی‌ها به شمار می‌رود. صدمه جبران‌ناپذیر به محیط زیست، آسیب دیدن یا نابودی گردشگاه‌های طبیعی و جنگلی، اتلاف حیوانات، صدمه به صنایع چوب و کاغذسازی و در صورت گسترش آتش‌سوزی به روستاها و شهرهای اطراف، صدمه سنگین اقتصادی در اثر آسیب‌دیدگی منازل، بناهای مختلف و تاسیسات موجود و بدتر از همه تلفات انسانی از جمله زیان‌های آتش‌سوزی جنگل‌ها به شمار می‌رود. به همین علت آتش‌سوزی جنگل در ردیف یکی از بلاهای طبیعی (با غیرطبیعی با توجه به علت وقوع حریق) طبقه‌بندی شده است. این بلا تاکنون بارها در گوشه و کنار جهان فاجعه آفریده است. حریق جنگل‌های کالیفرنیا، امریکا، اسپانیا، پرتغال و... که در سال‌های اخیر اتفاق افتاده است نیز در همین راستا قرار دارند.



در کشور ما نیز همه ساله بخش‌هایی از جنگل‌ها و مراتع طعمه حریق می‌شود. اگرچه خوشبختانه طی سال‌های اخیر این‌گونه آتش‌سوزی‌ها مخاطرات خیلی شدیدی برای روستاها و شهرهای اطراف ایجاد نکرده‌است، ولی به خطر افتادن جدی شهرها در اثر آتش‌سوزی جنگل در کشور ما نیز دارای سابقه است. به عنوان مثال: در ۲۴ اسفند سال ۱۳۷۸ جنگل‌های اطراف «بندرگز» دچار آتش‌سوزی شد. وزش باد شدید که از سمت جنوب می‌وزید، شهر بندرگز را با خطر جدی سرایت آتش‌سوزی روبه‌رو ساخته بود. خوشبختانه چند ساعت پس از آتش‌سوزی با تغییر جهت وزش باد، شهر از خطر درامان ماند. اما این حریق مهیب به روستاهای اطراف صدمه جدی وارد کرد و حداقل ۵ نفر تلفات انسانی، تخریب ششصد خانه و بی‌خانمان شدن چهار هزار نفر از اهالی که تمام هستی خود را طی این حادثه از دست داده بودند را به دنبال داشت. بدیهی است چنانچه تغییر جهت وزش باد شهر بندرگز را نجات نداده بود، ابعاد این فاجعه به نحو بسیار وحشتناک‌تری افزایش می‌یافت. البته در سال‌های اخیر هم چندین مورد آتش‌سوزی در جنگل‌های پارک ملی گلستان، جنگل ابر شاهرود، جنگل‌های استان‌های غرب کشور نظیر: ایلام، کرمانشاه، کردستان، لرستان و یا آتش‌سوزی مراتع شهرستان ساوه، لنده در استان کهگیلویه و بویراحمد و اخیراً نیز نيزارهای تالاب‌های میقان در استان مرکزی و زریوار در کردستان و... را شاهد بوده‌ایم.

### خسارت‌های ناشی از آتش‌سوزی جنگل:

- از بین رفتن لانه جانوران.
- نابودی جانوران جنگل.
- از بین بردن گیاهان و بوته‌ها و سوزاندن ریشه درختان.
- کاهش یا نابودی ارزش تجاری درختان جنگلی.
- از بین رفتن نهال‌های جنگلی.
- آسیب وارد کردن به نیروی مولد جنگل. (جانشینی گونه‌های نامرغوب به جای گونه‌های مناسب، کاهش انبوهی توده رستنی، قطع اجباری درختان سوخته)
- کاهش ارزش محافظتی جنگل.



- صدمه به خاک جنگل.
- نابودی مزارع و دام‌های حاشیه و یا داخل جنگل.
- صدمه به جان و مال شهرنشینان، روستاییان و جنگل‌نشینان.

## ۲-۱ مثلث آتش در جنگل

همان‌طور که گفته شد آتش‌سوزی جنگل یک نوع آتش‌سوزی کنترل‌ناپذیر است که در منطقه‌ای با گیاهان اشتعال‌پذیر در نواحی روستایی یا در طبیعت روی می‌دهد. آتش‌سوزی جنگل با دیگر انواع آتش‌سوزی‌ها از نظر گستردگی، سرعت گسترش از منشاء، پتانسیل تغییر جهت ناگهانی و توانایی جهیدن از میان فضاهاى خالی مانند جاده‌ها، رودخانه‌ها و دیگر نقاط اشتعال‌ناپذیر تفاوت دارد. همچنین آتش‌سوزی جنگل می‌تواند با فواصل دوره‌ای پدید آید. برای مبارزه و مقابله درست و موثر با آتش‌سوزی جنگل، ابتدا باید آن را به خوبی شناخت و با مولفه‌های مختلف دخیل در این نوع آتش‌سوزی آشنا شد.

سالیان متمادی است که آتش‌نشانان برای توضیح عمل احتراق و نحوه خاموش کردن آتش از تئوری «مثلث آتش» استفاده می‌کنند. در این تئوری در صورت تجمع میزان متناسبی از سوخت، اکسیژن و حرارت (سه ضلع مثلث آتش)، احتراق انجام و آتش‌سوزی رخ می‌دهد. احتراق یک نوع فعل و انفعال شیمیایی است که تولید انرژی می‌کند. احتراق مواد جنگلی عبارت است از ترکیب اکسیژن موجود در هوا با چوب و صمغ نباتی و سایر عناصر قابل اشتعالی که در مواد سوختی موجود می‌باشد.

برای خاموش کردن آتش کافی است یکی از اضلاع مثلث حذف شود، در این حالت مثلث سرنگون و آتش خاموش خواهد شد. اگرچه در مورد آتش‌سوزی جنگل نیز می‌توان از تئوری مثلث آتش استفاده کرد، اما این مدل بعضی عوامل دخیل در شروع و گسترش آتش‌سوزی جنگل را بیان نمی‌کند. برای توضیح بیشتر ابتدا عوامل مشترک آتش‌سوزی جنگل و مثلث آتش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۱-۲-۱ سوخت

درختان جنگلی دارای انواع متفاوتی هستند که از نظر گیاه‌شناسی دارای طبقه‌بندی به خصوصی می‌باشند. ولی آنچه که در این بحث اهمیت دارد، طبقه‌بندی درختان از نظر سرعت اشتعال آن‌هاست و بستگی به مواد موجود در ترکیب چوب‌ها دارد. چوب‌ها همیشه در مقابل آتش و حرارت آسیب‌پذیر هستند. به طوری که در آزمایش ثابت شده است چوب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رطوبت خود را از دست می‌دهد و در دمای ۱۴۸ درجه تغییر ماهیت داده و در دمای ۱۵۰ درجه گازهای قابل اشتعال از آن متصاعد می‌شود و در دمای ۲۳۰ درجه حالت ذغالی به خود می‌گیرد. در دمای ۲۷۵ درجه نیز به سرعت تجزیه شده و در صورت تماس با شعله‌های کوچک شروع به سوختن می‌کند. چوب‌ها در حرارت‌های بالاتر خود به خود شعله‌ور می‌شوند. چوب دارای ۵۰ درصد سلولز و مقدار زیادی کربن، هیدروژن و اکسیژن می‌باشد که به سختی و نرمی چوب یا سبز و خشک بودن آن بستگی دارد. الیاف گیاهی مثل: پنبه، کنف، کتان، کاپوک و... دارای سلولز زیادی بوده (۹۰ درصد) و به راحتی شعله‌ور شده و می‌سوزند. این الیاف در تماس با آب، رطوبت بسیار زیادی جذب می‌کنند و هنگام سوختن نیز دود بسیار زیادی تولید می‌کنند.

تمامی درختان و پوشش‌های گیاهی قابل اشتعال بوده و در صورت وجود شرایط مناسب سوخته و از خود خاکستر به جای می‌گذارند. بنابراین تنها می‌توان درختان را از نظر قابلیت اشتعال به دو طبقه «سریع‌اشتعال و کنداشتعال» تقسیم کرد. در آتش‌سوزی جنگل‌ها، نباتات و رستنی‌های موجود در محیط، سوخت اصلی را تشکیل می‌دهند. بعضی گیاهان به سادگی شعله‌ور شده و باعث گسترش آتش می‌شوند. گروه دیگر به سختی آتش گرفته و آهسته می‌سوزند از این نظر سوخت‌های گیاهی را به دو گروه سوخت‌های نرم یا سبک (درختان و گیاهان سریع‌اشتعال) و سوخت‌های سخت یا سنگین (درختان کند اشتعال) تقسیم کرده‌اند.

## الف) سوخت‌های سبک یا نرم: (درختان و گیاهان سریع‌اشتعال)

درختانی که دارای تنه یا شاخه‌های نرم و متخلخل هستند (مثل انواع صنوبر)

به علت دارا بودن آوندهای فراوان در برابر آتش مقاومتی اندک داشته و به سرعت شعله‌ور شده و می‌سوزند. همچنین درختانی مثل کاج و سایر سوزنی برگ‌ها به واسطه وجود مواد رزینی در شاخ و برگ آن‌ها قابلیت اشتعال بالایی داشته و در توسعه آتش‌سوزی جنگل‌ها بسیار مؤثر می‌باشند.

این ویژگی باعث می‌شود به سادگی مشتعل شده و به سرعت بسوزند. در بیشتر موارد، سوخت‌های نرم و سبک، سوخت اصلی آتش‌سوزی جنگل را تشکیل می‌دهند. سوخت‌های نرم و سبک مسئول وقوع آتش‌زمینی (زیر سطحی) و آتش سطحی بوده، در صورت مساعد بودن شرایط باعث وقوع حریق‌های نوع تاجی (فراز) نیز می‌شوند. سوخت‌های نرم و سبک به نسبت سوخت‌های سنگین سریع‌تر شعله‌ور شده و با سرعت بیشتری گسترش می‌یابند اما سوخت‌های سنگین با شدت زیادتری می‌سوزند.

#### ب) سوخت‌های سنگین (درختان کند اشتعال یا دیرسوز)

درختانی که در تنه و شاخ و برگ آن‌ها آوندهای کمتری وجود دارد (مثل بلند مازو، خرمنندی، ممرز و توسکا) از سرعت اشتعال کمتری برخوردارند. چوب‌های سریع اشتعال خاکستر کمتر و چوب‌های کند اشتعال خاکستر بیشتری از خود به جای می‌گذارند. به‌طور کلی درختانی دیرسوزتر هستند که درصد رطوبت شاخه و بدنه آن‌ها در حالت سبز، کمتر باشد. چوب این درختان خاکستر بیشتری پس از سوختن بر جای می‌گذارند. بعضی از درختان جنگلی از نظر مقدار خاکستر به جای مانده از سوختن چوب آن‌ها بدین شرح هستند: ممرز ۱/۳۸۰، خرمنندی ۰/۰۹۵۰، نمدار ۰/۰۸۹۸، پلت ۰/۰۸۸۵، توسکا ۰/۰۸۳۱. البته درختان دیگری مثل: نور، شیردار، راش، گلابی، ملج و تبریزی نیز از درختان کند اشتعال محسوب می‌شوند. این سوخت‌ها به نسبت سوخت‌های نرم یا سبک حجم بیشتری دارند. درختان سبز یا خشکیده سرپا یا افتاده، بوته‌های بزرگ، شاخه‌ها و تنه‌های سنگین، کنده درخت‌ها، تنه فرسوده درخت‌های رها شده در سطح جنگل مثال‌هایی از این سوخت هستند. تراشه‌ها نوع دیگری از سوخت‌های سنگین را تشکیل می‌دهند. تراشه‌ها شامل مازاد مقطوعات ناشی از عملیات پاکسازی جنگل از درختان پیر و فرسوده هستند.

هیزم قطعات کوچک و بزرگ کنده‌ها، گرده بینه، شاخه‌ها، پوست درختان، ریشه‌ها و خرده چوب یا ریزه چوب «تراشه» را شامل می‌شوند. بدیهی است تراشه‌های بزرگ و حجیم در سوخت‌های سنگین و تراشه‌های کوچک و ریز در سوخت‌های سبک دسته‌بندی می‌شوند.

در یک تقسیم‌بندی دیگر سوخت‌های گیاهی را براساس نوع آتش‌سوزی جنگل دسته‌بندی کرده‌اند، بنابراین سوخت‌های گیاهی را می‌توان به سه گروه زیرسطحی، سطحی و فراز (تاجی) تقسیم کرد:

#### ۱- سوخت زیرسطحی

ریشه‌ها، مواد آلی در حال تجزیه، خزها و... مثال‌هایی از این نوع سوخت به‌شمار می‌روند. آتش‌سوزی ناشی از سوخت‌های زیرسطحی (زمینی) به سختی اتفاق افتاده و به سختی نیز خاموش می‌شود.

#### ۲- سوخت سطحی

شامل شاخ و برگ خزان شده، علوفه، چمن و نهال‌های کوچک هستند. تراشه کنده‌ها و تراشه‌هایی مثل خرده چوب، خاک اره و آخال از دیگر سوخت‌های سطحی می‌باشند.

#### ۳- سوخت‌های فراز (تاجی)

شاخه‌های بزرگ و پر برگ درختان، اعم از شاخ و برگ نباتات سوزنی برگ و یا پهن برگ، درختان سبز و یا خشکیده سر پا را شامل می‌شوند.

از دیگر خصوصیات تعیین‌کننده سوخته‌ای گیاهی می‌توان به چگونگی سرعت احتراق سوخت، چگونگی سرعت اشتعال و سرعت گسترش آتش به دیگر نواحی و همچنین حجم و مقدار رطوبت آن اشاره کرد. اندازه و شکل سوخت، چگونگی اشتعال آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بدین معنی که قطعات ریز و خرده چوب یک گونه مشخص گیاهی به نسبت قطعات بزرگ‌تر همان گونه گیاهی زودتر مشتعل شده و آتش را سریع‌تر به اطراف گسترش می‌دهند. در مورد شکل سوخت و رابطه آن با اشتعال می‌توان به سوزنی برگ‌ها اشاره کرد. شکل خاص این نوع گیاهان

باعث می‌شود زودتر مشتعل شده و آتش را سریع‌تر گسترش دهند. هوا نمی‌تواند در داخل و اطراف سوخت‌هایی که خیلی «متراکم» هستند جریان پیدا کند به همین دلیل سوخت‌های متراکم آرام می‌سوزند. در این مورد می‌توان سوخت‌های زمینی (زیرسطحی) را مثال زد. مواد آلی در حال تجزیه یا به عبارت دیگر پوشش مرده جنگل که از باقی‌مانده گیاهان و برگ‌های پوسیده تشکیل شده به‌طور معمول پوشش متراکم و به هم فشرده‌ای را تشکیل می‌دهد که فقط مقدار کمی از سطح آن‌ها در معرض هوا قرار دارد. بنابراین تنها ممکن است به‌صورت احتراق کند (کم سرعت)، بدون دود و شعله بسوزد. این احتراق اگر چه کند است، ولی می‌تواند تا عمقی از خاک که این مواد وجود دارند ادامه یابد. همچنین به وسعتی که در پهنه جنگل وجود دارد، گسترش یابد. به عکس این گروه می‌توان سوخت‌های هوایی (تاجی) را نام برد. در درختان سرپا، (مخصوصاً شاخ و برگ این درختان) که در معرض هوا قرار داشته و هوا به راحتی از میان آن‌ها جریان می‌یابد، احتمال اشتعال بیشتر و خطر گسترش سریع آتش از یک نقطه به یک نقطه دیگر بیشتر است.

«پیوستگی سوخت» عامل مهمی برای گسترش آتش به اطراف محسوب می‌شود. مقدار سوختی که در یک منطقه خاص وجود دارد «حجم سوخت» یا بار اشتعال نامیده می‌شود. بدیهی است هر قدر در یک منطقه سوخت بیشتری وجود داشته باشد، شدت آتش و سرعت گسترش آن به اطراف بیشتر خواهد بود. سرعت اشتعال، شدت آتش و سرعت گسترش آتش‌سوزی نسبت معکوسی با میزان رطوبت سوخت دارد. به این معنا که هر قدر ماده سوختنی مرطوب‌تر باشد، دیرتر مشتعل می‌شود و هر چه شدت آتش کمتر باشد، با سرعت کمتری به اطراف گسترش می‌یابد. به عکس، مواد سوختنی خشک زودتر آتش گرفته، به شدت می‌سوزند و با سرعت بیشتری به اطراف گسترش می‌یابند.

## ۲-۲-۱۱ اکسیژن

اکسیژن دومین ضلع مثلث آتش‌سوزی است. اکسیژن برای شروع احتراق و همچنین برای ادامه آن ضروری است. حدود ۲۱ درصد هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد

و زمانی که اکسیژن هوا به کمتر از ۱۵ درصد کاهش یابد، بیشتر مواد نمی‌سوزند. در مورد آتش‌سوزی داخل بناها محدود بودن اکسیژن قابل دسترسی می‌تواند ادامه آتش‌سوزی را به حریق آرام‌تری تبدیل کند. حتی ممکن است آتش به‌طور کامل خاموش شود. ولی در محیط جنگل اکسیژن کافی برای احتراق و آتش‌سوزی وجود دارد. با این وجود بعضی از مواد سوختنی ممکن است به‌طریقی قرار گرفته باشند که هوای لازم (اکسیژن) نتواند برای ایجاد آتش به آن برسد.

مواد آلی و خشک که به‌صورت لایه‌ایی در سطح جنگل تا عمق نسبتاً زیادی وجود داشته و فشرده شده است، فقط قسمت‌های فوقانی آن‌ها در مجاورت هوا قرار داشته و در نتیجه آتش‌سوزی از بالا به پائین با احتراق تدریجی قشرهایی که در مجاورت هوا قرار می‌گیرند توسعه می‌یابد. ولی در طبقات فشرده نشده برگ‌های سوزنی، چون کاملاً در مجاورت هوا قرار دارند، احتراق سریعاً رخ می‌دهد. همچنین توده فشرده نشده و شاخه‌های درختان سریع‌تر از شاخه‌های به‌هم فشرده و توده شده دچار حریق می‌شوند. زیرا سطح مواد سوختنی در توده‌های فشرده نشده که در مجاورت هوا قرار دارد بیشتر است. یا این که مواد سوختنی به‌طور نیم‌سوز باقی بمانند (البته وجود مواد نیم‌سوز در فضاهای بسته ممکن است جو خطرناکی را ایجاد کند که با رسیدن ناگهانی هوای کافی در اثر پدیده موسوم به برگشت شعله «پدیده بک درفت» انفجار ناگهانی و مخربی ایجاد شود). اما برعکس آتش‌سوزی داخل بناهای محدود، در محیط جنگل به‌طور معمول اکسیژن کافی و نامحدود وجود دارد و از این نظر نمی‌تواند در رابطه با شروع آتش‌سوزی و گسترش آن متغیر مهمی محسوب شود.

### ۳-۲-۱- حرارت

سومین ضلع مثلث آتش حرارت است. در حضور اکسیژن کافی بایستی مقدار حرارت کافی به سوخت اعمال شود تا آتش ایجاد شود. یعنی باید حرارت سوخت به نقطه اشتعال آن برسد. تعیین درجه حرارت برای احتراق مواد سوختی جنگلی به علت تغییرات مواد مزبور مشکل است. تقریباً تمام مواد موجود در سطح زمین در

صورتی که تحت تأثیر حرارت کافی قرار گیرند ممکن است به کلی از بین رفته و یا تغییر شکل کلی در آن‌ها حاصل شود. اکثر مواد سریع‌احتراق، دارای مقدار زیادی کربن می‌باشند. مواد نباتی از قبیل مواد سوختی جنگل، دارای کربن خیلی زیاد بوده و در درجات حرارت نسبتاً کم می‌سوزند و رطوبت داخل آن‌ها کم می‌شود.

درجه حرارت لازم برای احتراق مواد سوختی جنگل به طور تقریبی از ۱۶۰ الی ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. احتراق غالباً به مدت زمانی که ماده سوختنی در معرض حرارت قرار گرفته بستگی دارد. مثلاً برگ‌های سوزنی خشک در اثر حرارت حاصله از کبریت مشتعل در طی چند ثانیه و برگ‌های سوزنی مرطوب در مدت چند دقیقه مشتعل می‌شوند.

علل آتش‌سوزی جنگل، شامل سه علت طبیعی، اتفاقی و عمدی می‌باشد. برخورد آذرخش (صاعقه) با درخت‌های سرپا به ویژه درخت‌های خشکیده از جمله علل طبیعی آتش‌سوزی جنگل است. بعضی توفان‌ها، رعدوبرق‌های بدون بارش تولید می‌کنند. آذرخش ناشی از این توفان‌ها می‌تواند آتش‌سوزی‌های متعددی را باعث شود. مجموعه متعددی از علل اتفاقی می‌تواند جنگل را به آتش بکشاند. بی‌احتیاطی هنگام استعمال دخانیات، رها کردن آتشی که در جنگل برای طبخ غذا برپا شده است، بعضی کوره‌های تهیه زغال که به شکل درست و ایمن احداث نشده‌اند و حتی بعضی زباله‌ها مثل قوطی خالی کنسرو و یا شیشه‌های مختلف که با انعکاس و تمرکز نور خورشید به روی سوخت‌های سبک می‌توانند به‌طور اتفاقی و غیرعمد باعث آتش‌سوزی جنگل شوند و در نهایت آتش‌افروزی افراد لابلای و سودجو از جمله عوامل تولید حرارت برای ایجاد آتش‌سوزی جنگل است.

#### ۴-۲-۱ احتراق

آتش‌سوزی‌های جنگل شامل دو مرحله کلی احتراق می‌باشند.

۱- سوختن ابتدایی توأم با دود و بدون شعله.

۲- اشتعال.

در ابتدای مرحله سوختن، حرارت توام با دود و بدون شعله تشکیل شده و درجه حرارت ماده سوختنی افزایش می‌یابد. با این وجود در این مرحله شعله غالباً ظاهر نشده و یا ممکن است متناوباً ظهور کند. اگرچه شعله و دود در آتش‌سوزی‌های خاموش شده مشاهده نمی‌شود، ولی اگر حرارت زیاد آن از بین نرفته باشد حریق مجدداً تولید خواهد شد. این قبیل آتش‌سوزی‌ها غالباً در نقاطی که مواد سوختنی مدت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر حرارت قرار گیرد رخ می‌دهد.

### ۵-۲-۱ انتقال حرارت

انتقال حرارت به سه روش ذیل در حریق‌های جنگل صورت می‌گیرد:

#### الف) تشعشع

در آتش‌سوزی‌های جنگل، تشعشع، مهمترین وسیله انتقال حرارت از مواد سوزان به مواد سوختنی مجاور می‌باشد. انتقال حرارت در اثر تشعشع به نسبت عکس مجذور فاصله از کانون حریق تنزل می‌کند. مثلاً اگر شیء که در مسافت یک متری از کانون حریق قرار گرفته است صد واحد حرارت جذب کند، پس شیء واقع در مسافت ۱۰ متری فقط یک واحد حرارت جذب می‌کنند.

شیب کوهستان تأثیر زیادی در انتقال حرارت به وسیله تشعشع به مواد سوختنی موجود در قسمت بالا و پائین محل حریق دارد. بدین معنی که مواد سوختنی موجود در قسمت بالای محل حریق، بیش از مواد موجود در قسمت پائین آن حرارت جذب می‌کنند. به همین علت است که حریق در کوهستان سریع‌تر از زمین مسطح توسعه می‌یابد.

#### ب) باد

باد به دو طریق در انتقال حرارت تأثیر دارد. این اثر دو گانه، مواد سوختنی را که در مسیر حریق قرار دارند خشک و گرم کرده و سرعت توسعه افزایش یافته و سبب آتش‌سوزی کامل می‌شود:

۱- باد سرعت احتراق را در اثر اکسیژن زیاد کرده و باعث تشدید حریق می‌شود.



۲- باد شعله‌ها را خم کرده و در نتیجه فاصله بین منبع حرارت و مواد سوختنی موجود در مسیر حریق کم می‌شود.

### ج) حرکت توده‌های گرم هوا

در آتش‌سوزی جنگل، مواد سوختنی که در مسیر جریان توده‌های گرم هوا قرار گرفته‌اند حرارت دیده و شرایط اشتعال در آن‌ها سریع‌تر ایجاد می‌شود. به همین ترتیب توده‌های گرم که از حریق سطحی صعود می‌کند. مقدار زیادی از حرارت را به تاج درختان انتقال داده و آن‌ها را به درجه حرارتی که برای آتش‌سوزی لازم است نزدیک‌تر می‌سازند.

هنگامی که حریق در تاج درختان و سایر مواد سوختنی هوایی رخ داد، انتقال حرارت در اثر حرکت توده‌های گرم هوا غالباً افزایش می‌یابد. جرقه‌ها و قطعات آتش سوزان از تاج و تنه‌های درختان مشتعل به زمین افتاده و سبب ایجاد آتش‌سوزی‌های دیگری در مواد سوختنی موجود در سطح زمین می‌شود. این حریق‌های زمینی شدت آتش‌سوزی را که در تاج درختان رخ داده زیاد می‌کنند، زیرا توده‌های گرم هوا صعود کرده و داخل مواد سوختنی هوایی شده و در نتیجه عکس‌العمل مداوم تولید می‌شود.

### د) هدایت

چوب برخلاف فلزات، حرارت و الکتریسیته را هدایت نمی‌کند و قابلیت هدایت حرارت در چوب خیلی ضعیف است و انتقال حرارت بدین ترتیب دارای اهمیت زیادی در آتش‌سوزی نمی‌باشد. ولی درختان سبز و یا چوب مرطوب به علت داشتن مقدار زیادی آب (رطوبت)، هادی حرارت و الکتریسیته بوده و اگر دچار آتش‌سوزی شوند می‌توانند حرارت و الکتریسیته را به‌وسیله رطوبت موجود هدایت کنند.

### ۳-۱ انواع آتش‌سوزی جنگل

وقوع آتش‌سوزی با توجه به این‌که چه سطحی از جنگل و یا چه قسمتی از درختان و پوشش گیاهی طعمه حریق شده باشد، به انواع ذیل تقسیم می‌شود:

- ۱- آتش‌سوزی سطحی: در علوفه و پوشال سطح زمین جنگل.
- ۲- آتش‌سوزی تاجی: در قسمت تاج درختان که موجب نابودی آن‌ها می‌شود.
- ۳- آتش‌سوزی تنه‌ای: در تنه درختان جوان یا میان تهی و خشک.
- ۴- آتش‌سوزی در خاک جنگل: (زیرزمینی) در جنگل‌هایی که زیر آن‌ها معادن ذغال سنگ موجود می‌باشد.
- ۵- آتش‌سوزی تجویزی (کنترل شده).



### ۱-۳-۱ آتش‌سوزی‌های سطحی

در این حریق پوشش سطحی جنگل از جمله خار و خاشاک، شاخ و برگ ریخته شده (خزان شده)، بعضی نهال‌های کوچک و درختان جوان و علوفه کف جنگل می‌سوزد. در آتش‌سوزی زمینی نه فقط مواد آلی موجود در خاک جنگل و مواد تجزیه نشده آن می‌سوزد، بلکه قشر زیرین خاک نیز از بین می‌رود. در اغلب موارد چنانچه شرایط مهیا باشد، این نوع آتش‌سوزی به سرعت گسترش پیدا می‌کند.

### ۱-۳-۲ آتش‌سوزی تاجی (فراز یا هوایی)

این آتش‌سوزی در بیشتر مواقع در اثر آتش‌سوزی سطحی ایجاد می‌شود. در حریق مزبور شاخ و برگ درختان، در واقع قسمت فوقانی تاج درخت، گرفتار شعله‌های آتش

می‌شود. وزش باد موجب گسترش آتش از قسمت تاج درختان به یکدیگر می‌شود، این نوع آتش‌سوزی چنانچه شرایط فراهم باشد، با سرعت و شدت گسترش می‌یابد. آتش‌سوزی تاجی در تاج درختان و نهال‌ها رخ داده و تاج آن‌ها را می‌سوزاند. این قبیل آتش‌سوزی‌ها شاخه‌ها و برگ‌های درختان را سوزانده و در صورتی که حرارت آن زیاد باشد درختان در اثر از بین رفتن کامبیوم (بافت زا) خواهند خشکید.



آتش‌سوزی‌های تاجی غالباً در انواعی از درختان رخ می‌دهد که دارای شاخه و برگ سریع اشتعال می‌باشند. لذا جنگل‌های مخروطی بیش از جنگل‌های غیرمخروطی در معرض خطر حریق تاجی قرار دارند.

### ۳-۳-۱ آتش‌سوزی تنه‌ای

این نوع حریق که به «آتش‌سوزی تنه‌ای» معروف است در اثر اشتعال درخت‌های پوسیده و میان تهی و یا در تنه درختان جوان و خشک اتفاق می‌افتد و به نسبت دیگر انواع آتش‌سوزی کمتر روی می‌دهد.



#### ۴-۳-۱ آتش‌سوزی زیرزمینی (زیرسطحی)

این نوع آتش‌سوزی در جنگل‌های قدیمی که زیر آن‌ها معادن ذغال سنگ و یا توده گیاهی زیرسطحی وجود دارد اتفاق می‌افتد. در این آتش‌سوزی احتراق به صورت کند، بدون شعله و دود، مواد آلی و تورب داخل خاک را می‌سوزاند. این نوع آتش‌سوزی جنگل از مسایل محیط‌زیستی فوق‌العاده خطرناک به شمار می‌رود.

#### ۵-۳-۱ آتش‌سوزی تجویزی (کنترل شده)

در بعضی از کشورها به‌منظور پاک کردن عرصه جنگل از مواد قابل اشتعال، مازاد مقطوعات حاصل از قطع یکسره و علف‌های هرز (که برای حیات جنگل مضر است) و همچنین کمک به تجدید حیات طبیعی جنگل و تنظیم حیات وحش هر سال و یا چند سال یک‌بار، با رعایت شرایط خاص و برخورداری از امکانات ویژه، جنگل را عمداً آتش

می‌زنند. برای انجام این نوع آتش‌سوزی تمامی شرایط احتیاطی از قبیل: درجه حرارت، زمان سوختن، میزان رطوبت مواد سوختنی، جهت و سرعت باد، توپوگرافی منطقه و ... در نظر گرفته شده و دور منطقه مورد عمل، آتش بر ایجاد کرده و افراد، تانکر آب، وسائل و تجهیزات اطفاء حریق و سایر امکانات لازم را به‌منظور کنترل آتش مستقر می‌کنند.



آتش‌سوزی تجویزی در ابتدای فصل گرما یعنی قبل از آن که زمین به کلی خشک شود، انجام می‌گیرد و بهترین موقع (از شبانه روز) برای شروع، زمانی است که مواد قابل اشتعال رطوبت بیشتری دارند، یعنی از ساعت ۶ بعدازظهر تا ۱۰ صبح روز بعد. اما چون مهار و کنترل آتش در شب مشکل است، لذا این‌گونه آتش‌سوزی‌ها را در ساعات بعدازظهر انجام می‌دهند تا پس از گذشت چند ساعت با فرا رسیدن ساعات مناسب غروب، از شدت گرفتن آتش که مسلماً سبب افزایش حرارت و آسیب دیدن درختان می‌شود، جلوگیری کرده و آتش به آسانی مهار و خاموش شود.

#### ۴-۱ عوامل بروز آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع

در بررسی‌های به‌عمل آمده، وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و سایر پوشش‌های گیاهی را به دو عامل اصلی طبیعی و انسانی وابسته می‌دانند که عبارتند از:

### ۱- عوامل طبیعی

عوامل طبیعی که موجب بروز حریق در جنگل‌ها می‌شوند عبارتند از: صاعقه (رعد و برق)، بادهای گرم و موسمی، افزایش زیاد درجه حرارت هوا، خودبه‌خود سوزی ناشی از تجزیه برگ‌ها و علوفه خشک انباشته شده در نقاط مختلف جنگل، آتش‌سوزی که بر اثر پرت شدن آتش از کوه‌های آتشفشان ایجاد می‌شود و یا فرسایش برگ درختان در اثر باد. البته آمار آتش‌سوزی‌هایی که بر اثر عوامل طبیعی ایجاد می‌شوند در مقایسه با حریق‌های ناشی از عوامل انسانی بسیار اندک بوده و با توجه به محدودیت پیشگیری از وقوع آن‌ها از اهمیت کمتری برخوردار است.



### ۲- عوامل انسانی (اتفاقی)

ریشه عوامل انسانی که موجب بروز آتش‌سوزی در جنگل‌ها می‌شود به دو عنصر اصلی مشروحه ذیل یعنی اعمال نایمن و شرایط حادثه ساز بستگی دارد.

#### الف- اعمال نایمن:

به دلایلی مانند: عجله، غرور، غفلت، ناآگاهی و عدم دقت کافی اتفاق می‌افتد. جا گذاشتن اشیای داغ در مجاورت و یا بر روی بوته‌ها و برگ‌های خشک از طرف بازدیدکنندگان از جنگل و فضای سبز، همانند: کبریت، ته سیگار، آتش اجاق و ... قبل

از آن‌که به طور کامل سرد و خاموش شود باعث بروز حریق می‌شود. همین دلایل که اشاره شد موجب می‌شود تا شاهدین وقوع آتش‌سوزی متوجه اهمیت موضوع نبوده و اقدامی در جهت اطفای حریق به عمل نیاورند. در واقع بعضی افراد با بی‌احتیاطی، اهمال، سهل‌انگاری و عدم رعایت نکات ایمنی، جنگل را به آتش می‌کشند.

### موارد عدم رعایت مسایل ایمنی:

- اشخاصی که به هر علت به جنگل رفت و آمد دارند و یا در آن اردو می‌زنند مثل: شکارچیان، کوه‌نوردان، کسانی که برای تفریح و گردش به جنگل‌ها و طبیعت می‌روند، کارگران چوب‌بر، ساکنان اطراف جنگل، رانندگان وسایل نقلیه و یا مسافرانی که از جاده‌های حاشیه جنگل عبور می‌کنند و در عمق جنگل برای گرم کردن خود و



طبخ غذا مبادرت به روشن کردن آتش کرده و در اثر بی‌مبالاتی پس از اتمام کار آن را خاموش نمی‌کنند و در نتیجه ایجاد آتش‌سوزی می‌کنند.

- گاهی افراد سیگاری، ته سیگار و یا کبریت خاموش نشده را به زمین انداخته موجب بروز حریق می‌شوند.

- شعله‌های خارج شده از کوره‌های زغال، و بی‌توجهی زغال‌گیران نیز می‌تواند باعث آتش‌سوزی شود.



- آتش زدن بقایای محصول در مزارع مجاور جنگل می‌تواند باعث آتش‌سوزی جنگل شود.

- پریدن جرقه از لوکوموتیوهای راه‌آهن که از وسط جنگل عبور می‌کنند و یا از سایر وسایل نقلیه موتوری و دودکش کارخانجات مجاور جنگل، می‌تواند سبب آتش‌سوزی در جنگل شود.

#### ب- شرایط حادثه‌ساز:

به عبارتی همان کمبود ابزار و تجهیزات ایمنی و اطفایی و عدم پیش‌بینی حفاظت انسانی و نیروی آتش‌نشانی در پیشگیری از وقوع یا گسترش حریق و عدم آموزش مأموران حفاظت جنگل و فقدان تابلوهای هشداردهنده ایمنی و عدم ذخیره آب به‌منظور استفاده در مواقع بروز حریق می‌باشد. از نظر کارشناسان عوامل انسانی در اولویت اصلی علت‌های وقوع آتش‌سوزی در پوشش‌های گیاهی و جنگلی (به‌خصوص



قسمتی که در مجاورت مناطق مسکونی و یا حاشیه شهرها و جاده‌ها قرار دارند) به شمار می‌رود. البته مشکلات اجتماعی و اقتصادی حاکم بر ادارات و سازمان‌های مسئول نیز در به وجود آمدن شرایط حادثه‌ساز و نایمن در پوشش‌های گیاهی و جنگلی بی‌تأثیر نیست.

### ۳- عوامل انسانی (عمدی)

شاید در وهله اول بعید به نظر برسد که کسی جنگل را به عمد به آتش بکشد، اما متأسفانه همواره در گوشه و کنار کشورمان تعداد زیادی از آتش‌سوزی‌های جنگل به عمد توسط افراد سودجو، ناآگاه و غیرمسئول صورت می‌گیرد. جنگل‌نشینان یا کشاورزان حاشیه جنگل ممکن است به علل مختلف مانند کمبود سطح زمین‌های زراعتی که باعث محدود شدن میزان درآمد کشاورزان می‌شود و همچنین نداشتن مرتع برای تغلیف دام، هر ساله با آتش‌زدن و نابودی جنگل به سطح زمین‌های کشاورزی و مراتع خود بیافزایند و یا به دلیل تنگ کردن جنگل‌ها که باعث رویش گیاه در عرضه آن می‌شود و عمل چرای دام را در جنگل بهتر و آسان‌تر می‌شود، جنگل را به آتش بکشند. اما از این گروه بدتر، زمین‌خوارانی هستند که به قصد تصاحب زمین، جنگل و یا مراتع را به آتش می‌کشند.



## ۵-۱ عوامل موثر در توسعه و گسترش آتش‌سوزی جنگل و مراتع

آتش‌سوزی سطحی در مراحل اولیه به صورت دایره‌وار از نقطه بروز توسعه یافته و اگر عوامل مختلف خارجی در آن اثر نکند، به همین ترتیب گسترش خواهد یافت. باد از جمله عواملی است که تأثیر زیادی در پیشرفت آتش‌سوزی داشته و آتش‌سوزی را از شکل دایره و مدور خارج و تقریباً به صورت بیضی درآورده و جبهه حریق را در مسیر خود به سرعت به پیش می‌راند. در صورتی که توسعه قسمت عقب آتش‌سوزی خیلی کند و آهسته بوده و یا اصولاً خاموش و متوقف شود، جناحین آتش‌سوزی که با راس و عقب حریق مرتبط است با تغییر جهت وزش باد ممکن است تولید رؤس جدید کند. آتش‌سوزی تاجی امکان دارد در اثر وزش باد (بدون این‌که تاج درختان مسیر خود را بسوزاند) در حدود نیم کیلومتر و یا بیشتر جهیده و سپس شروع به سوزاندن تاج درختان دیگر کند. هر آتش‌سوزی به واسطه سرعت توسعه و شدت، از سایر آتش‌سوزی‌های هم نوع خود مشخص می‌شود.

شدت انتشار را به یکی از سه طریق ذیل اندازه‌گیری می‌کنند:

- مسافتی که حریق طی یک ساعت می‌پیماید.
- مساحتی که جنگل طی یک ساعت سوخته یا می‌سوزد.
- طول محیط منطقه دست‌خوش حریق در مدت معین.

عوامل زیادی در توسعه و شدت حریق اثر داشته و مهمترین آن‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

### الف) مواد سوختنی

مواد سوختنی موجود در جنگل یکی از عوامل متغیر در معادله حریق می‌باشد. یک آتش‌نشان وقتی می‌تواند از مبارزه خود نتیجه قطعی حاصل کند که از وضع کلی و طبیعی مواد سوختنی جنگلی و تغییرات آن‌ها و قواعد و اصول احتراق آگاه بوده و قابلیت اشتعال و شیوه‌های عملکرد را در انواع مختلف مواد سوختنی پیش‌بینی کند. پیوستگی و پراکندگی ماده سوختنی و به‌خصوص تجمع آن در مساحت، یکی

از عوامل مهمی است که در توسعه سرعت آتش‌سوزی مؤثر است. به هم فشردگی ماده سوختنی و یا تعداد ذرات آن در واحد حجم بر حسب نوع مواد سوختنی متغیر بوده و عامل مهمی در پوشش مرده سطح جنگل می‌باشد. آتش‌سوزی در مواد سوختنی که به هم فشردگی آن‌ها کم بوده و هوا بتواند در آن‌ها جریان یابد تقریباً به سرعت ادامه می‌یابد و در غیراین صورت سرعت آن خیلی کند است. به هم فشردگی پوشش مرده جنگل بر حسب نوع درختان تغییر می‌کند. مثلاً در جنگل‌های مخروطی، برگ‌ها در روی زمین زیاد به هم فشرده نشده و هوا در داخل آن‌ها جریان یافته و در نتیجه حریق سطحی در آن سریع‌تر توسعه می‌یابد. در صورتی که در جنگل‌های غیرمخروطی، برگ‌ها در سطح زمین بیشتر به هم فشرده شده و به علت عدم جریان هوا توسعه حریق در آن‌ها آهسته خواهد بود.

**انواع مواد سوختنی:** شامل مواد سوختنی زمینی و هوایی می‌باشند.

مواد سوختنی زمینی مانند: مواد آلی یا پوشش مرده جنگل، ریشه‌ها، برگ‌های خشک، علف‌ها، قطعات کوچک چوب‌های خشک، گرده بنیه‌ها و کنده‌ها و شاخه‌های بزرگ و قطور، بوته‌ها و نهال‌های کوتاه.

حرارت حاصل از آتش‌سوزی مواد سوختنی زمینی موجود در سطح جنگل سبب خشکیدن برگ‌ها، ساقه‌ها، تنه‌های بوته‌ها و نهال‌های کوتاه شده و در صورتی که برای ایجاد حریق در آن‌ها کافی نباشد، ممکن است پس از چند ساعت در صورت فراهم شدن شرایط مساعدتر، در آن‌ها تولید آتش کند. غالباً در آتش‌سوزی‌های مجدد همان علف‌ها و نهال‌های کوتاه خشک شده قبلی به سرعت می‌سوزند.

مواد سوختنی هوایی مانند: شاخه‌ها و تاج‌های درختان، درختان و تنه‌های خشک، خزه‌ها و بوته‌های بلند.

## سرعت آتش‌سوزی بر حسب وضع و تعداد مواد سوختنی

وضع و مقدار مواد سوختنی	حد متوسط سرعت بر حسب متر در ساعت	مرحله سرعت توسعه
مواد سوختنی پراکنده و به‌طور کلی از تابش نور آفتاب و باد محروم می‌باشند.	۱۶۰-۹۰	خیلی کند
مواد سوختنی زمینی زیادتر از وضع اول و به‌ندرت تمرکز یافته و از نور آفتاب و باد محروم می‌باشند. خزه نیز ممکن است موجود باشد پرند حریق در تاج درختان محتمل است.	۲۶۰-۱۶۰	کند
مواد سوختنی زمینی زیاد (در مقایسه با بالا)، فقط در بعضی از قسمت‌ها از نور آفتاب و باد محروم مانده و درختان خشکیده سر پا و افتاده و با پوست خشکیده	۵۰۰-۲۶۰	متوسط
مواد سوختنی زمینی سبک، در معرض هوا و باد تمرکز یافته و درختان خشکیده سر پافتاده و همچنین مازاد مقطوعات موجود است.	۷۰۰-۵۰۰	سریع
پوشش زنده جنگل منحصر به علف‌ها و بوته‌های خشکیده بوده و ضمناً مقدار زیادی مازاد مقطوعات با برگ‌های خشکیده در سطح جنگل موجود می‌باشد.	۱۳۰۰-۷۰۰	خیلی سریع

## (ب) رطوبت

عامل جوی مهم دیگری که در رطوبت ماده سوختنی در دوران خشکی تأثیر زیادی دارد رطوبت نسبی می‌باشد. رطوبت نسبی عبارت است از نسبت مقدار حقیقی بخار آب در واحد حجم به مقدار بخار آبی که واحد حجم را تحت همان درجه حرارت و فشار اشباع کند. به عبارت دیگر نسبت بخار آب فعلی موجود در هوا در مقایسه با حداکثر مقدار بخار آبی که هوا در حرارتی معین می‌تواند داشته باشد، رطوبت نسبی نامیده می‌شود. هوای گرم به نسبت هوای سرد ظرفیت بیشتری برای جذب رطوبت دارد. زمانی که رطوبت نسبی هوا کم است در واقع هوا خشک بوده و شرایط برای وقوع آتش‌سوزی مهیا است. رطوبت نسبی هوا در ساعات‌های شبانه روز به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییر

می‌کند و در هر ۲۴ ساعت به میزان قابل ملاحظه‌ای کم و زیاد می‌شود. بدین معنی که صبح زود به علت کمی درجه حرارت مقدار آن زیاد می‌شود و تا زمانی که هوای سرد نتواند به اندازه هوای گرم رطوبت را در خود نگاه دارد، اگر تغییری در رطوبت هوا حاصل شود رطوبت نسبی یا تقلیل درجه حرارت افزایش می‌یابد.

معمولاً میزان رطوبت نسبی بر حسب وضع سوزاندن به پنج مرحله تقسیم می‌شود: میزان رطوبت نسبی بیش از ۴۰ درصد (کند)، در حدود ۴۰ درصد (متوسط)، ۲۶ تا ۴۰ درصد (آسان)، ۱۵ تا ۲۶ درصد (خطرناک) و کمتر از ۱۵ درصد (وخیم).

رطوبت سوخت گیاهی نیز عامل بسیار مهمی در آتش‌سوزی جنگل است. همان طور که بدون سوخت گیاهی آتش‌سوزی رخ نمی‌دهد، (در صورتی که رطوبت سوخت گیاهی زیاد باشد، آتش‌سوزی اتفاق نمی‌افتد). عوامل جوی متعددی مانند بارندگی، درجه حرارت هوا، رطوبت نسبی و... در رطوبت سوخت گیاهی تاثیر دارند.

شدت و سرعت گسترش آتش‌سوزی جنگل، نسبت معکوسی با رطوبت سوخت گیاهی موجود دارد. سوخت گیاهی هنگام بارندگی رطوبت را از هوا و زمین جذب کرده، آن را در اثر گرما، خشکی هوا و وزش باد از دست می‌دهد. مقدار و نوع ماده سوختنی با رطوبت موجود در آن به قدری به هم ارتباط و بستگی دارد که بهتر است تمامی آن‌ها توأمأ مورد بررسی قرار گیرند. آتش‌سوزی علاوه بر این که بدون ماده سوختنی رخ نمی‌دهد در صورتی که رطوبت ماده سوختنی خیلی زیاد باشد هم نمی‌تواند بروز کند.

رطوبت مواد سوختنی بهترین علامت و معرف قابلیت اشتعال جنگل می‌باشد. به‌طور کلی هرگاه رطوبت مواد سوختنی بیش از ۳۰ درصد باشد جنگل تقریباً از آتش‌سوزی ناشی از اثر کبریت مشتعل، ته سیگار و... مصون مانده و در صورتی که رطوبت مواد سوختنی کمتر از سی درصد باشد عوامل بیشتری می‌تواند سبب آتش‌سوزی در آن‌ها بشود و اگر رطوبت ماده سوختنی به ۶ درصد و یا کمتر از آن برسد، تمام عوامل و منابع احتراق خطرناک بوده و باعث بروز آتش‌سوزی در آن‌ها می‌شود.

### پ) وزش باد

حرکت هوا نیز عامل مهمی در گسترش و تعیین مسیر حرکت آتش‌سوزی جنگل است. آتش‌سوزی جنگل می‌تواند در یک روز آرام و بی‌حرکت (از نظر وزش باد) هم اتفاق افتاده و همچنین میزان آن نیز افزایش یابد. اما آتش‌سوزی با شرایط یکسان اگر با وزش باد مناسب همراه باشد بسیار شدیدتر بوده و خیلی سریع‌تر گسترش می‌یابد. باد می‌تواند شدت برافروزش و سرعت حرکت آتش‌سوزی را افزایش دهد. اثر باد در آتش‌سوزی جنگل شبیه به باد زدن آتش برای کمک به افروزش سریع آن است. لازم به تذکر است که آتش‌سوزی‌های شدید و وسیع جنگل، شبیه به سایر آتش‌سوزی‌ها شدید و بزرگ، خود باعث ایجاد بادهای شدید و تنوره‌های وحشتناک می‌شود. زیرا حرارت زیاد کانون حریق موجب سبک‌تر شدن هوای بالای آن می‌شود. این هوا همراه گازها و دود تولیدشده، جریان صعودی پیدا می‌کند. از سوی دیگر برای جایگزینی این هوا، هوای تازه و سرد از قسمت پایین کانون حریق به داخل آن کشیده می‌شود. این چرخه که پدیده «همرفت» نامیده می‌شود، یکی از راه‌های انتشار حرارت آتش‌سوزی بوده و همان‌طور که ذکر شد، در آتش‌سوزی‌های شدید و وسیع باعث ایجاد بادهای شدیدی شده که به ویژه با پرتاب «نیم‌سوز»، «جرقه» و «اخگر» تا فواصل دور موجب توسعه و گسترش آتش‌سوزی می‌شود.

آتش‌سوزی سبب صعود جریان هوا می‌شود. زیرا هوای گرم همیشه به‌علت کمی وزن مخصوص صعود کرده و ممکن است مواد سوزان را در اثر وزن باد به جلو برده و تولید آتش‌سوزی‌های جدید کند. در اراضی ناهموار هوای گرم به‌طرف بالا جریان یافته و سبب بروز آتش‌سوزی در نقاط مجاور و مرتفع‌تر می‌شود. آتش‌سوزی از دامنه کوهستان به طرف بالا می‌رود به سرعت پیشرفت می‌کند. زیرا هوای گرم، عمودی به بالا رفته و حرارت را به طور افقی متشعشع ساخته و در نتیجه گرم کردن و خشک کردن مواد سوختنی مسیر خود، احتراق را سریع‌تر و شدت آن را زیادتر می‌کند. آتش‌سوزی از بالا به پایین تپه خیلی کند پیش می‌رود زیرا هوا در اثر حرارت گرم و به‌طرف بالا جریان می‌یابد.

### ت) درجه حرارت هوا

برای آتش و احتراق حرارت لازم است. لذا درجه حرارت هوا اثر مستقیمی در حریق دارد. مواد سوختنی حرارت را در اثر تشعشع آفتاب و انتقال از توده‌های هوای محیط جذب می‌کنند. در جنگل‌های تنگ مواد سوختنی در معرض تابش آفتاب قرار داشته و بالطبع درجه حرارت آن‌ها از مواد سوختنی که در جنگل‌های انبوه یعنی در سایه قرار دارند بیشتر می‌باشند. در بعضی از نقاط حرارت آفتاب از تخته سنگ‌ها و یا از زمین‌هایی که دارای رنگ روشن می‌باشند منعکس شده (در بعضی مواقع از لوازم به‌جا مانده مانند شیشه، فلز و...) و سبب افزایش درجه حرارت مواد سوختنی مجاور می‌شود.

### ث) زمان آتش‌سوزی

#### ◆ ساعات بحران

حریق جنگل در بعضی از ساعات شبانه‌روز به دلیل بالا بودن درجه حرارت و رطوبت کمتر، شدت بیشتری پیدا می‌کند.

از ساعت ۶ عصر تا ۱۲ نیمه شب ۱۴,۵٪.

از ساعت ۱۲ نیمه شب تا ۶ صبح ۵,۴٪.

از ساعت ۶ صبح تا ۱۲ ظهر ۱۸,۵٪.

از ساعت ۱۲ ظهر تا ۶ عصر ۶۱,۶٪.

همچنین ایام تعطیل و آخر هفته ۴۶,۱۲٪.

سایر روزها ۵۳,۸۸٪.

#### ◆ فصل بحران

در زمان‌های بحرانی احتمال وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌ها بسیار زیاد است. زمان یا فصل بحرانی عبارت است از مدت زمانی از طول سال که در آن زمان بیشترین احتمال وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع وجود داشته باشد. در این زمان در طول سال، آتش در جنگل‌ها می‌تواند به سرعت گسترش یافته و به آتش‌سوزی‌های بسیار گسترده و عظیم تبدیل شود و خسارات سنگینی را به دنبال داشته باشد. با توجه به وسعت کشور و تنوع آب و هوایی حاکم بر آن، فصل بحرانی در جنگل‌ها و مراتع

کشور شامل فصل آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع شمالی کشور (ماه‌های آذر، دی و بهمن) و فصل آتش‌سوزی در نواحی مرکزی، غرب، جنوب و جنوب غربی کشور (ماه‌های خرداد، تیر و مرداد) است.

فصل آتش‌سوزی در شمال کشور از آغاز فصل خزان یا از زمانی که بادهای گرم مدیترانه‌ای از شمال غرب کشور می‌وزند و سبب کاهش رطوبت هوا و افزایش درجه حرارت محیط می‌شوند شروع و تا باریدن باران و برف زمستانه ادامه خواهد داشت. بررسی‌ها نشان می‌دهد فصل بحران در شمال کشور حدوداً از اواسط مهرماه شروع و تا اواسط دی‌ماه ادامه خواهد داشت. در این زمان میزان رطوبت نسبی هوا در جنگل‌های شمال کشور از سمت غرب به شرق کاهش می‌یابد که این به معنی کاهش رطوبت هوا از استان گیلان به سمت استان گلستان است. بنابراین در استان گلستان علاوه بر وجود این زمان بحرانی، در فصول بهار و تابستان نیز امکان بروز آتش‌سوزی وجود خواهد داشت.

در نواحی مرکزی، غرب، جنوب و جنوب غربی کشور نیز با افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی و خشکی پوشش گیاهی، یعنی از اواخر فروردین تا اواخر آبان‌ماه بیشترین احتمال وقوع حریق وجود خواهد داشت.

### ج) شرایط جغرافیایی

حرکت آتش‌سوزی در جنگل به شرایط جغرافیایی یا توپوگرافی آن نیز وابسته است. شرایط جغرافیایی به تغییر ارتفاع زمین، به شکل و وضعیت عوارض طبیعی و یا عوارض مصنوعی (ساخته دست بشر) مربوط می‌شود. وضعیت جغرافیایی تاثیر عمده‌ای بر رفتار آتش‌سوزی جنگل دارد. حرارت آزاد شده در این گونه آتش‌سوزی‌ها درست مثل حرارت آزاد شده در آتش‌سوزی داخل بناهاست. زمانی که آتش‌سوزی جنگل در منطقه مسطح رخ می‌دهد قسمت عمده حرارت آتش‌سوزی در هوا رها می‌شود. ولی هنگامی که ارتفاع در جهتی که آتش در حال حرکت است افزایش یابد، حرارت آتش‌سوزی مقادیر عظیم‌تری از سوخت گیاهی را مشتعل کرده و سرعت گسترش آتش‌سوزی را افزایش



می‌دهد. به همین دلیل در حریق‌های جنگل آتش‌سوزی از دامنه کوهستان به طرف بالا رفته، به سرعت پیشرفت می‌کند اما به عکس آن حرکت آتش‌سوزی جنگل از قسمت بالای تپه به پایین آن خیلی به آهستگی صورت می‌گیرد.

اگر شیب یک منطقه خیلی تند و عاری از پوشش گیاهی باشد به منزله سدی در مقابل گسترش آتش‌سوزی است. صخره‌ها و سنگ‌ها نیز باعث کند شدن و یا جلوگیری از پیشرفت حریق جنگل می‌شوند. شرایط متنوع جغرافیایی نیز گسترش آتش را تحت تاثیر قرار می‌دهد. حصارهای طبیعی شامل رودخانه‌ها، نهرها، تالاب‌ها و دریاچه‌ها می‌توانند به فرو نشاندن آتش‌سوزی کمک کنند. حصارهای مصنوعی مثل جاده‌ها و بزرگراه‌ها نیز اطفاء آتش‌سوزی جنگل را تسهیل می‌کنند.

در مجموع عواملی که موجب تکرار وقوع و گسترش آتش‌سوزی در پوشش‌های گیاهی و جنگلی مناطق مختلف می‌شوند و در اطفای حریق نیز موثر هستند تا حدود زیادی مرتبط با مسایل اجتماعی و فرهنگی جامعه می‌باشند که عبارتند از:

۱- موقعیت مکانی: قرار گرفتن جنگل‌ها در مجاورت اماکن مسکونی موجب تردد بیشتر افراد به دلایل مختلف در جنگل می‌شود و آتش‌سوزی‌هایی در همین رابطه به دست افراد مختلف از جمله کودکان (هنگام بازی)، افراد بیمار (آتش افروزان)، معتادین و دیگران واقع می‌شود.

۲- تردد اتومبیل‌ها: در حاشیه یا داخل جنگل‌ها نیز گاه‌هاً موجب بروز آتش‌سوزی‌هایی شده است که از تماس آگروز داغ خودروها با علوفه خشک و شعله‌ور شدن آن‌ها و یا ته سیگار پرتاب شده توسط سرنشینان خودروها شروع می‌شود.

۳- بی‌توجهی شاهدان حریق جنگل: تکرار و تعدد این آتش‌سوزی‌ها منجر به ایجاد بی‌توجهی در اذهان عابران و شاهدان عینی می‌شود که این مسئله نیز موجب گسترده‌تری بیشتر آتش‌سوزی‌ها می‌شود.

۴- گونه‌های گیاهی: گیاهانی مثل خانواده کاج و سرو (سوزنی برگ‌ها) به دلیل وجود شیره‌های قابل اشتعال در الیاف تشکیل دهنده ساقه و برگ، بسیار سریع شعله‌ور شده و

موجب گسترش حریق می‌شوند. بوته‌های موجود در پوشش‌های گیاهی مناطق مختلف در فصل بهار روییده و به سرعت خشک می‌شوند و قابلیت حرکت سریع آتش را در سطح جنگل افزایش می‌دهند.

۵- تراکم درختان: تراکم جنگل‌ها ضمن این‌که مانعی برای دسترسی امدادگران جهت عملیات اطفای حریق است یکی از دلایل توسعه آتش و بالا رفتن خسارات آن نیز به شمار می‌رود.

۶- ضایعات و زباله‌های باقی‌مانده از تردد یا اتراق افراد در جنگل می‌تواند در توسعه حریق مؤثر باشد.

۷- موقعیت جغرافیایی جنگل به لحاظ قرار گرفتن در مناطق گرم و خشک، ناهمواری‌ها و ارتفاعات و همچنین صعب‌العبور بودن محل و عدم قابلیت دسترسی مأموران آتش‌نشانی و امدادی نیز از عوامل توسعه و گسترش آتش‌سوزی می‌باشد.

۸- زمان وقوع حریق در گسترش آتش جنگل‌ها و مراتع تأثیر زیادی دارد. به‌طوری‌که وقوع حریق در مواقعی که دمای هوا زیاد است (فصل تابستان) و یا مدتی است که در جنگل بارندگی نبوده و یا آبیاری نشده و بوته‌ها و برگ‌های پای درختان کاملاً خشک می‌باشد احتمال بیشتری دارد.

۹- وضعیت حریق بر حسب نوع پوشش:

◆ مساحت حریق

جنگل ۴۷ درصد شامل: جنگل‌های طبیعی (۴۱%) جنگل‌های دست کاشت (۶%) مراتع و مراتع مشجر (۵۳%)

◆ تعداد حریق

جنگل‌های طبیعی و دست کاشت (۴۱%) مراتع و مراتع مشجر (۵۹%)

۱۰- یکی دیگر از عوامل توسعه حریق در جنگل‌ها فقدان و یا کمبود گروه‌های حفاظتی و کنترل ایمنی در جنگل‌هاست که همین امر موجب می‌شود مسئولین از وقوع آتش‌سوزی به موقع آگاه نشده و نتوانند اقدامات سریع در اطفای آن به عمل آورند.

۱۱- عدم پیش‌بینی و استقرار نیروهای انسانی آموزش دیده به منظور اطفای حریق

و فقدان تجهیزات حفاظتی کنترل، اعلام و اطفای آتش نیز یکی دیگر از عوامل است.  
۱۲- عدم آشنایی شهروندان با فنون اطفای حریق در هنگام حضور و مواجهه با آتش‌سوزی در جنگل‌ها نیز به توسعه آتش کمک می‌کند.

۱۳- از جمله عوامل دیگر توسعه حریق در جنگل می‌توان به عدم هماهنگی نیروهای امدادی و اجرایی، مشکلات ترافیکی، کم عرض بودن معابر، عدم رعایت استانداردها در احداث راه‌های دسترسی به داخل جنگل، فقدان نقشه از راه‌ها و تأسیسات جنگلی، کمبود آب و مشکلات آب‌رسانی، فرسودگی خودروهای آتش‌نشانی و عدم ناوگان هوایی خاص اطفای حریق اشاره کرد.

۱۴- مشکلات ناشی از عدم اجرای قوانین مربوط به حفاظت از جنگل‌ها و مراتع در برخورد با متخلفین و آتش‌افروزان در پوشش‌های گیاهی و جنگلی نیز مزید بر علت‌های فوق است.

## ۶-۱ مناطق حساس

برخی مناطق به لحاظ شرایط خاص رویشگاهی یا نوع گونه‌های گیاهی (نظیر وجود گونه‌های سوزنی برگ، اکالیپتوس، پسته وحشی و...) یا نوع بهره‌گیری از عرصه‌ها همچون تفرجگاه‌ها، پارک‌های طبیعی یا شکارگاه‌ها و مناطق قرق شده آمادگی وقوع حریق را دارند. ولی ممکن است سابقه حریق نداشته باشند. به این مناطق به دلیل این ویژگی‌ها مناطق حساس اطلاق می‌شود. مناطق حساس حریق عبارتند از:

- جنگل‌های سوزنی برگ طبیعی و دست کاشت.
- جنگل‌کاری با گونه‌های اوکالیپتوس.
- اراضی جنگلی و مرتعی منتهی به مستثنیات افراد.
- پارک‌ها و مراکز تفرجی.
- مسیر کوچ دامداران.
- مسیر جاده‌های مواصلاتی.

• مناطق حفاظت شده.

## ۲- اطفای حریق جنگل‌ها و مراتع

### ۲-۱ مدیریت مبارزه با آتش

اجرای تمام روش‌های مدیریت آتش در مناطق طبیعی نیازمند آگاهی از شرایط آب و هوایی و توپوگرافی منطقه، تجهیزات، نیروهای آموزش دیده و مدیریت کارآمد است. متأسفانه با وجود این که سالانه شاهد تعداد زیادی آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور هستیم هنوز تجهیزات کافی به منظور اقدام موثر و سریع در این خصوص مهیا نیست. امیدواریم با تامین مقدمات لازم در این زمینه، به زودی به سیستم‌های اطفای حریق روز دنیا مجهز شده و شاهد نابودی منابع طبیعی کشور نباشیم.



با توجه به سرعت گسترش آتش‌سوزی و بالا رفتن خسارات ناشی از آن که بر محیط‌زیست انسانی و جانوری وارد می‌شود، ضروری است مسئولین امر با انجام برنامه‌ریزی‌های مدون و ایجاد تمهیدات لازم در مرحله اول مانع از وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و پوشش‌های گیاهی شوند و در مرحله بعد بتوانند در نهایت سرعت و دقت، آتش را مهار و اطفاء کرده و از نابودی این سرمایه ارزشمند ملی جلوگیری کنند.

مرحله اول در مدیریت مبارزه با آتش، مشخص کردن نوع ابزار مورد استفاده و روش مبارزه، با توجه به شرایط خاص محیطی (وضیت توپوگرافی و آب و هوایی منطقه) است. بر این اساس، مراحل بعدی متوقف کردن آتش‌سوزی و کنترل آتش، حذف عوامل آتش‌گیر، جستجو و تفتیش منطقه پس از آتش‌سوزی است. باید این سه مرحله پشت سر هم به گونه‌ای اجرا شود که به محض پایان یافتن مرحله اول در یک منطقه مراحل بعدی شروع شود تا ضمن پیشروی به سمت مرکز آتش مناطق پشت سر گذاشته شده هیچ‌گونه خطری را در پی نداشته باشند.

لازم است در مدیریت مبارزه با آتش نکات ذیل مورد توجه قرار گیرد:

- تعداد مأمورین آموزش دیده حفاظت از پوشش گیاهی، محیطبانان و جنگل‌بانان به حد نصاب استاندارد مورد نیاز هر جنگل افزایش یافته و امکانات و تجهیزات اطفای حریق (مواد اطفایی، آتش‌کوب، ماشین‌آلات قطع سریع درختان و ایجاد حریق‌های پیشگیری‌کننده) در اختیار آنان قرار گیرد.

- متولیان و مسئولین جنگل‌ها و پارک‌ها از طریق توزیع بروشورهای ایمنی شهروندان را به رعایت مقررات ایمنی ترغیب کنند.

- مأمورین آتش‌نشانی اطلاعات لازم در خصوص شناسنامه و مشخصات جنگل‌ها، راه‌های ورود و دسترسی، منابع آبی و تأسیساتی و تجهیزات ایمنی موجود در جنگل، نوع درختان و پوشش گیاهی موجود و سرعت و قابلیت اشتعال آن‌ها و دیگر اطلاعات مورد نیاز را کسب و به صورت دفترچه راهنمای هر جنگل در اختیار داشته باشند. ضمن این‌که در بازدیدهای مکرر تغییرات و موانع ایجاد شده را مورد توجه و دقت نظر قرار دهند.

- با هماهنگی مسئولین، منابع بتونی مخصوص ذخیره آب در حجم متناسب و با توجه به نیاز محل در نقاط مختلف جنگل احداث و همیشه پر از آب نگهداری شود. علاوه بر آن تعدادی کامیون مخصوص حمل آب به صورت آماده در محلی مخصوص، به منظور آبرسانی در زمان وقوع آتش‌سوزی مستقر شوند.
- تجهیزات اطفای حریق مأمورین آتش‌نشانی در جنگل‌ها باید از تناسب لازم برخوردار بوده و خودروهای آتش‌نشانی قدرت و کشش لازم جهت تردد در مسیرهای شیب دار را داشته باشند.



- بروشورهایی تحت عنوان راهنمای اطفای آتش‌سوزی جنگل‌ها و پوشش گیاهی و تجهیزات مورد نیاز آن تهیه و در اختیار مأمورین آتش‌نشانی، مأمورین اجرایی و خدماتی پارک‌ها، محیط‌بانان و جنگل‌بانان قرار گیرد.
- دستورالعمل‌های اجرایی مخصوص هماهنگی و همکاری نیروهای امدادی اعم از مأمورین لشگری و کشوری و شهرداری‌ها یا نیروهای انتظامی و بخش‌داری‌ها تهیه و تدوین شده و حدود همکاری و استفاده از تجهیزات و وسایل مربوطه در اطفای آتش‌سوزی‌های بزرگ مشخص شود.
- همان‌طور که در صفحات ابتدایی اشاره شد، آتش‌سوزی جنگل می‌تواند با گسترش به روستاها و شهرهای نزدیک به محل حادثه و به آتش کشیدن بناها و تاسیسات مختلف شهری، خسارت‌های شدید مالی و جانی علاوه بر خسارت‌های قبلی ایجاد کند.

توسعه روستاها و شهرها از یک سو و علاقه‌مندی گروه زیادی از مردم برای زندگی در منازل مدرن احداث شده در مناطق نزدیک به عرصه‌های طبیعی، از سوی دیگر و تلفیق جنگل با محیط‌های پیشرفته امروزی مشکل بزرگی را برای بسیاری از سازمان‌های متولی همچون شهرداری، آتش‌نشانی و... به وجود آورده است. از این نظر ضروری است سازمان‌های متولی مزبور برای پاسخگویی موثر به هرگونه وضعیت اضطراری در این گونه عرصه‌ها کاملاً تجهیز شده و آماده باشند.

### مدیریت مبارزه با آتش شامل این مراحل است:

۱. پیشگیری.
  ۲. پیش‌آگاهی.
  ۳. کشف.
  ۴. اطفاء حریق.
  ۵. عملیات بعد اطفاء حریق.
- اقدامات لازم به‌منظور پیش‌آگاهی، پیشگیری و کشف عبارتند از:
- بررسی و شناخت عرصه‌های حساس و بحرانی.
  - برقراری کشیک‌های شبانه‌روزی در ادارات کل و شهرستان‌ها.
  - تقویت گشت و مراقبت زمینی و هوایی در مناطق مذکور در زمان‌های بحرانی.
  - آموزش لازم به نفرات و افراد مشارکت‌کننده.
  - اجرای مانورهای عملیاتی به‌منظور کسب آمادگی لازم.
  - استفاده از داده‌های هواشناسی به‌منظور پیش‌آگاهی و تصاویر ماهواره‌ای برای کشف سریع حریق.
  - نصب دوربین‌های مداربسته به‌منظور کشف و مانیتورینگ حریق.
  - استفاده از مشارکت افراد محلی در قالب محافظین افتخاری سازماندهی شده.
  - اجرای برنامه‌های پیشگیری با احداث آتش‌بر، اجرای عملیات پرورشی، بهداشتی و .... در مناطق جنگلی طبیعی و دست‌کاشت.
  - کنترل، کاهش و حتی در برخی موارد ممانعت از تردد در داخل مناطق جنگلی

در مواقع بحرانی.

- افزایش سطح آگاهی مردم با پخش برنامه‌های مناسب از رسانه‌های گروهی و ارتباط جمعی، تهیه و توزیع بروشور، پوستر و تابلوهای هشدار دهنده.
- الحاق ضوابط و استانداردهای موجود در دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی و متعهد کردن مجریان طرح‌ها بر رعایت آن.



## ۲-۲ پیشگیری از حریق

این برنامه به دو فعالیت تقسیم می‌شود که عبارتند از:

۱- آموزش و ترویج:

الف- درون سازمانی: برگزاری دوره‌های آموزشی و بهره‌گیری از تجربیات بین‌المللی برای ارتقاء سطح علمی کارکنان حفاظت.

ب- برون سازمانی: استفاده از رسانه‌های خبری و آموزشی، توزیع اعلامیه‌های هشداردهنده، تشکیل کلاس‌ها و دوره‌های آموزشی و ترویجی و همچنین آموزش نیروهای لشکری و کشوری در بحث پیشگیری و اطفاء حریق.





ج- استاندارد نصب تابلوهای هشداردهنده: برای اطلاع رسانی و هشداردهی مناسب و دائم به رهگذران و مردم عادی لازم است نسبت به نصب تابلوهای مورد نیاز در مناطق بحرانی اقدام شود. در این خصوص لازم است که از عناوین مردم پسند و جلوه‌های نو و جذاب بهره گرفت. ضمناً حتی‌الامکان تابلوهای هشداردهنده در مناطق و معابر پر تردد نصب شود. بنابراین نصب تابلوهای هشداردهنده در عرصه‌های بحرانی یکی از استانداردهای لازم و ضروری می‌باشد.

۲- اقدامات فنی:

الف- تهیه طرح با لحاظ کردن:

- احداث برج‌های دیده بانی.
- راه‌های دسترسی.

- ایجاد آتش بر.
  - اعمال عملیات بهداشتی.
  - عملیات پرورشی در جنگل‌ها خصوصاً جنگل‌های دست کاشت و سوزنی برگ و هرس درختان.
  - ایجاد آتش‌سوزی تجویزی و ....
  - رعایت اصل آمیختگی گونه‌های گیاهی به ویژه در طرح‌های احیاء و توسعه با اولویت استفاده از گونه‌های بومی و پرهیز از کاشت گونه‌های حساس به حریق.
- ب- تهیه نقشه با جانمایی مناطق حساس و بحرانی، پتانسیل‌های موجود نظیر جاده، منابع آب و ...
- ج- اجرای طرح‌های پیش‌گیرانه.
- موارد حائز اهمیت در تهیه طرح‌های پیشگیری:
- نوع پوشش گیاهی.
  - تراکم پوشش گیاهی.
  - وضعیت توپوگرافی منطقه.
  - جهت و شدت وزش بادهای موسمی.
  - وضعیت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی منطقه.
  - سوابق حریق‌های صورت گرفته در منطقه.
  - راه‌های ارتباطی.
  - تغییرات و نوسانات درجه حرارت.
  - میزان بارندگی و نوسانات بارندگی در منطقه.
  - شرایط ویژه نظیر هم‌جواری با کشورهای منطقه یا مین‌گذاری مناطق.
  - محل‌های ویژه نظیر شکارگاه‌ها، مناطق حفاظت شده، قرق، ذخیره‌گاه‌ها، جنگل‌کاری‌ها،.....



### پیشنهادات لازم به منظور جلوگیری از آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع:

- ۱- زمانی که هوا گرم و سطح جنگل پوشیده از برگ‌های خشک است از روشن کردن آتش خودداری کنیم.
- ۲- با دیدن کوچک‌ترین دود یا آتش در جنگل سعی کنیم آن را خاموش کنیم. یا به نزدیک‌ترین واحد منابع طبیعی، نیروی انتظامی، جهادکشاورزی، حفاظت محیط‌زیست و دیگر نهادهای دولتی اطلاع دهیم.
- ۳- از کشیدن سیگار در جنگل پرهیز کنیم. اما اگر مجبور به کشیدن سیگار هستیم، کبریت نیم سوخته یا ته سیگار باقی مانده را خاموش کنیم.
- ۴- بعد از روشن کردن آتش برای تهیه چای و گرم کردن غذا اطراف آن محل را از هرگونه خار و برگ خشک کاملاً پاک کنیم. همچنین خاموش کردن آتش قبل از ترک جنگل الزامی است.

۵- خوب است به غیر از ریختن مواد سوختنی مانند کاغذ و زباله، از انداختن موادی مانند شیشه و بطری در کنار درختان جنگل خودداری کنیم. زیرا همان‌گونه که گفتیم این مواد مانند ذره‌بین عمل کرده و نور خورشید را به روی قسمت‌های مختلف درختان می‌تابانند.

۶- به کودکان بیاموزیم که درخت موجود زنده است و نباید شاخه‌های آن را شکسته و زیر آن آتش روشن نماییم و یا پوست آن را زخمی کنیم. همچنین در مناطق جنگلی با کبریت بازی نکنیم.

۷- از انداختن مواد زائد و اشتعال‌زا در مناطق جنگلی که خطر آتش‌سوزی دارد خودداری کنیم.

۸- به هنگام کارکردن با وسایل قابل اشتعال احتیاط‌های لازم را انجام دهیم.  
 ۹- از آتش زدن باقی مانده محصولات کشاورزی خودداری کنیم اما در صورت ضرورت و نیاز، هنگام آتش زدن مازاد محصولات کشاورزی در زمین‌های مجاور جنگل احتیاط لازم را به‌کار گرفته تا آتش به منطقه جنگلی سرایت نکند.  
 ۱۰- مواقعی که خطر آتش‌سوزی در جنگل وجود دارد، از ورود به مناطق جنگلی حساس به آتش‌سوزی و روشن کردن آتش جلوگیری کنیم.

### عملیات فنی

الف) پاک‌تراشی: این عملیات با هدف کاهش حجم پوشش قابل اشتعال در کف (زیراشکوب) عرصه‌های جنگلی انجام می‌گیرد. این عملیات می‌تواند در دوره‌های کوتاه مدت با توجه به شرایط (عرصه‌های جنگل‌کاری) و یا مقاطع بلند مدت برای اراضی جنگلی طبیعی اجرا شود. در صورت بالا بودن هزینه عملیات پاک‌تراشی در سطح کل عرصه مبادرت به پاک‌تراشی به صورت نواری می‌شود.

ب) آتش‌بر: این عملیات با هدف تقلیل امکان گسترش حریق و کنترل حریق در قطعات ایجاد شده صورت می‌گیرد. به این منظور با توجه به نوع گونه (پوشش) نسبت به ایجاد آتش‌بر اقدام می‌شود آتش‌بر پیشگیری به دو دسته کلی تقسیم می‌شود:

۱- آتش‌بر سبز: که در هنگام احیاء و توسعه جنگل با گونه‌های حساس نظیر سوزنی

برگان بایستی لحاظ شود و شامل کاشت چند ردیف درخت پهن برگ مقاوم به حریق در نواری به عرض دو برابر ارتفاع بلندترین درخت اصلی در سن بهره‌برداری می باشد.

۲- آتش بر خاکی: که در مناطق حساس و بحرانی با ایجاد نواری با مشخصات فوق توسط لودر یا بلدوزر ایجاد می‌شود و قبل از شروع فصل حریق بایستی پاکسازی شود.

### نکات مهم

- ۱- جاده‌های دسترسی، می‌توانند به عنوان آتش بر عمل کنند.
- ۲- امتداد آتش بر، عمود بر جهت باد غالب در منطقه می‌باشد.
- ۳- در کنار جاده‌های اصلی انجام شخم یک ردیفه با تراکتور توصیه می‌شود.
- ۴- عرض آتش بر باید از ارتفاع بلندترین درختان حاشیه نوار بیشتر باشد.
- ۵- در مناطقی که شدت باد زیاد است عرض این نوارها بیشتر و فواصل نوارها کمتر باشد.

۶- در مراتع مسطح و کم شیب با شخم زدن یک یا دو ردیف از عرصه می‌توان آتش بر ایجاد کرد.

- ۷- سعی شود در شیب‌های تند آتش بر ایجاد نشود. زیرا غلطیدن مواد مشتعل از نقاط بالا به نقاط پائین تر موجب گسترش حریق شده و آتش بر نمی‌تواند مانع آن شود.
- ۸- اواسط پائیز می‌توان در جنگل‌های خزان‌کننده با ایجاد حریق برنامه‌ریزی شده و کنترل شده نوارهایی از لاش‌برگ‌ها را سوزاند تا در مواقع اضطراری مانع گسترش حریق شود.

۹- ایجاد آتش بر سبز در جنگل‌های دست کاشت یکی از شیوه‌های پیشگیری از توسعه حریق می‌باشد. این آتش برها توسط گونه‌های درختی یا درختچه‌ای که نسبت به حریق مقاوم باشند صورت می‌گیرد.

لازم به ذکر که هر ساله باید قبل از شروع فصل بحران پوشش علوفه‌ای نوارهای آتش بر را جمع‌آوری کرده و از عرصه خارج کرد.

در زمان وقوع حریق با فاصله معینی که بستگی به سرعت باد و به تبع سرعت گسترش حریق داشته و در خلاف جهت باد با از بین بردن مواد اشتعال‌زا نظیر،

علف‌ها، بوته‌ها، درختچه‌ها و درختان و همچنین با بلدوزر، تراکتور مجهز به دیسک، بیل و شن‌کش، آتش‌بر یا Fire break ایجاد کرد.

توجه: در زمانی که احساس خطر توسعه آتش‌سوزی تاجی وجود دارد بایستی درختان مسیر با اره موتوری قطع شود.

ج) جاده: در صورت وجود هرگونه راه و جاده در سطح عرصه‌ها از باز بودن دائم جاده‌ها مطمئن و در صورت نیاز نسبت به اجرای تمهیدات لازم در این خصوص اقدام شود. در صورت صعب‌العبور بودن عرصه‌های بحرانی، به‌منظور ایجاد راه‌های دو منظوره (دسترسی و آتش‌بر) پیش‌بینی لازم صورت پذیرد. حتی‌الامکان جاده‌های دسترسی عمود بر خطوط جنگل کاری باشد.



### توصیه‌ها

در مجموع، اجرای بعضی از اقدامات در طرح‌ها می‌تواند از بروز حریق پیشگیری کرده یا از توسعه آن جلوگیری کند. مثلاً ایجاد جنگل‌های ناهمسان و آمیخته و انجام عملیات پرورشی در مناطق مختلف و جنگل‌کاری شده، جمع‌آوری مازاد مقطوعات و درختان خشک، پوسیده و هم‌چنین مراقبت از جنگل به‌وسیله قرق و حصارکشی می‌تواند اثرات زیادی بر پیشگیری از بروز حریق داشته باشد.

ضمناً به منظور پیشگیری از حریق در مناطق جنگل کاری رعایت مسائل ذیل ضروری است:

حتی الامکان از گونه حساس به حریق از قبیل سوزنی برگان و اکالیپتوس در طرح‌های احیائی استفاده نشود. چنانچه جنگل کاری با گونه حساس انجام شود چند نوار از گونه‌های مقاوم به حریق متناسب با شرایط منطقه در فواصل نوارها کاشته شود. در عملیات کاشت نهال‌ها، جهت کشت نوارها، عمود بر جهت باد غالب منطقه باشد تا فواصل نوارها شبیه آتش بر عمل کند.

### ۲-۳ کشف و شناسائی حریق

کشف و شناسایی شامل سه فعالیت: گشت و مراقبت، سیستم پیش بینی و کشف و کشیک و اطلاع رسانی است.

#### ۱- گشت و مراقبت:

الف- زمینی: اجرای گشت و مراقبت با پراکنش زمانی و مکانی لازم با اولویت مناطق بحرانی.

ب- هوایی: با توجه به اهمیت وجود وسایل پرنده از جمله بالگرد و هواپیما در عملیات‌های گشت و مراقبت و اطفاء حریق، امروزه استفاده از این وسایل، امری متداول در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد.

#### ۲- سیستم پیش بینی و کشف:

الف- ماهواره‌ای: بهره‌گیری از سیستم‌های نوین کشف حریق از طریق سنجنده‌های ماهواره‌ای به منظور اعزام سریع نفرات و تجهیزات به مناطق حریق. (افزایش سرعت کشف و اطفاء حریق)

ب- دوربین‌های کشف حریق: نصب و به‌کارگیری دوربین‌های کشف حریق در مناطق بحرانی و صعب‌العبور به منظور کنترل شبانه‌روزی عرصه‌های منابع طبیعی خصوصاً مناطق جنگلی در تمامی ساعات شبانه روز.

#### ج- احداث برج‌های دیده‌بانی

د- سایر روش‌های اطلاع‌رسانی: بهره‌گیری از شبکه بی‌سیم و کد ۱۵۰۴، استفاده از نیروهای مردمی و استفاده از پتانسیل‌های سایر دستگاه‌ها.

۳- برقراری کشیک و اطلاع‌رسانی:

الف- برقراری کشیک منظم و فعال در مراکز استان‌ها و تمامی شهرستان‌های تابعه.

ب- اطلاع‌رسانی و هماهنگی: هماهنگی بین نیروهای عملیاتی و مدیریتی به منظور اتخاذ تصمیمات بهینه در اجرای عملیات.

#### ۴-۲ اطفاء حریق

اقدامات لازم به منظور اطفاء حریق و عملیات پس از آن عبارت است از:

- تشکیل ستادهای اطفاء حریق.
- سازماندهی ادوات و نفرات.
- ایجاد ارتباط با مراکز عملیاتی و امدادی برون سازمانی.
- اطلاع‌رسانی دقیق حوادث به ستاد فرماندهی.
- اعزام نفرات با تجهیزات لازم به منطقه حریق.
- پشتیبانی عملیاتی از نیروهای اعزامی.
- اطمینان از اطفاء کامل حریق و عدم بروز آتش‌سوزی مجدد پس از عملیات اطفاء حریق.
- شناسائی علل و عوامل بروز حریق.
- ارزیابی خسارات وارده و فرق منطقه حریق.
- اجرای عملیات احیائی در منطقه آسیب دیده از حریق.

برنامه اطفاء حریق به سه فعالیت تقسیم می‌شود که عبارتند از:

۱- سازماندهی و ساماندهی:

الف- تشکیل ستادهای اطفاء حریق با استفاده از مشارکت تمامی دستگاه‌ها با فعالیت بیشتر به ویژه در فصول بحرانی به منظور استفاده بهینه از تمامی پتانسیل‌های موجود در منطقه حریق.



ب- عوامل اجرایی: سازماندهی و تفکیک وظایف و تعیین توان عوامل مختلف اجرایی دست‌اندرکار در امر اطفاء حریق جنگل‌ها و مراتع.

ج- پایگاه عملیاتی: ایجاد پایگاه به منظور تقویت سیستم کنترل و مراقبت از عرصه‌های بحرانی، ایجاد امکان حضور به‌موقع نیروها در عرصه‌های بحرانی، ایجاد امکان اعزام سریع‌تر ادوات و تجهیزات مورد نیاز به منطقه حریق.

۲- مدیریت عملیات اطفاء حریق:

اقسام آتش‌سوزی از نظر سطح

آتش‌سوزی جنگل:

• کوچک: کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع.

• متوسط: کمتر از ۵۰۰۰ متر مربع.

• بزرگ: بیشتر از ۵۰۰۰ متر مربع.

• آتش‌سوزی مرتع:

• کوچک: کمتر از ۵۰۰۰ متر مربع.

• متوسط: کمتر از ۱۰۰۰۰ متر مربع.

• بزرگ: بیشتر از ۱۰۰۰۰ متر مربع.

• گروه‌های اعزامی

• افراد اعزامی

• آتش‌سوزی کوچک: دو تا سه نفر

• آتش‌سوزی متوسط: یک گروه

• آتش‌سوزی بزرگ: چند گروه

هرگروه شامل: یک نفر مدیر حریق - سه نفر عامل اطفاء - یک نفر بی‌سیم‌چی

و امدادگر

۳- عملیات اطفاء حریق

الف- کنترل: کنترل و مهار آتش‌سوزی و جلوگیری از توسعه آن.

ب- اطفاء حریق: خاموش کردن و مهار کامل آتش‌سوزی.

ج- مراقبت بعد از حریق: اجرای اقدامات احتیاطی به منظور جلوگیری از بروز مجدد آتش سوزی.

### کنترل و اطفاء حریق به دو روش انجام می شود:

#### روش مستقیم:

به‌طور معمول برای آتش‌سوزی‌های کوچک، که اطفای سریع آن‌ها ممکن باشد، حمله مستقیم قبل از هرگونه امکان گسترش آتش مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع حمله دسته‌ای از آتش‌نشان‌های زنده مجهز به وسایل دستی، اعم از وسایل آب‌پاش و سرد کردن آتش، تجهیزات حذف سوخت یا خفه کردن حریق به کار گرفته می‌شوند و یا از هواپیما و بالگرد آتش‌نشان استفاده می‌شود. چنانچه حمله مستقیم به شکل مناسبی طراحی نشده و انجام نگیرد می‌تواند خطرناک باشد. حمله مستقیم نیازمند هماهنگی به وسیله «سیستم فرماندهی حادثه» است، قبل از آن که یک حمله مستقیم شروع شود، فرمانده حادثه بایستی منابع در دسترس را مشخص کرده، بهترین راه حمله به آتش را تعیین کند. حمله مستقیم برای آتش‌نشان‌ها خطرناک است زیرا آن‌ها بایستی در دود و حرارت، نزدیک به آتش فعالیت کنند.



اصول اعمال روش مستقیم:

- اگر باد ملایم باشد می‌توان با احاطه حریق و کوبیدن آن عمل کرد.
- اگر باد شدید باشد بایستی از دو پهلو عملیات اطفاء صورت پذیرد.

**روش غیرمستقیم:**

به طور معمول برای مبارزه با آتش‌سوزی‌های بزرگ، شدید و گسترده که به‌کارگیری حمله مستقیم غیرممکن و بسیار خطرناک است، انجام می‌شود. ایجاد «خط آتش» که اقدامی فوق‌العاده تخصصی، خطرناک و مستلزم برخورداری از وسایل کافی و افراد مجرب و کار آزموده است، در سرلوحه اقدامات حمله غیرمستقیم می‌باشد. «خط آتش» عبارت است از ایجاد آتش‌سوزی عمدی دقیقاً حساب شده، برای هدایت آتش‌سوزی اصلی به سمتی که مواد سوختنی آن در اثر حریق عمدی به طور کامل سوخته و از بین رفته، در نتیجه حریق اصلی با رسیدن به آن محل، به علت در اختیار نداشتن سوخت، متوقف و خاموش می‌شود. همچنان که قبلاً اشاره شد، ایجاد خط آتش، روشی فوق‌العاده تخصصی و خطرناک بوده و با کوچک‌ترین اشتباه علاوه بر عدم موفقیت در اطفای حریق اصلی، آتش‌سوزی شدید و خطرناک‌تری نیز به طور عمد تولید می‌شود.

ایجاد آتش‌بر در مسیر، به منظور قطع ارتباط قطب پیش‌رونده حریق با ادوات مختلف همچنین ایجاد نوار با آتش‌سوزی مهار شده و هدف مواد سوختنی با ابزارهای مختلف (در مناطق شیب‌دار، آتش‌بر بایستی عمیق باشد تا از سرایت حریق در اثر غلتیدن قطعات مشتعل به نقاط پائین دست جلوگیری شود).

اصول اعمال روش غیر مستقیم

- در زمان وقوع حریق با فاصله معینی که بستگی به سرعت باد و به تبع سرعت گسترش حریق داشته و در خلاف جهت باد با از بین بردن مواد اشتعال‌زا نظیر، علف‌ها، بوته‌ها، درختچه‌ها و درختان با ایجاد آتش بر با بلدزر، تراکتور مجهز به دیسک، بیل و شن کش آتش‌بر یا Fire break ایجاد می‌شود.
- در زمانی که احساس خطر توسعه آتش‌سوزی تاجی وجود دارد بایستی

درختان مسیر با اره موتوری قطع شود و اطفاء هوایی حریق توسط چرخ‌بال و هواپیما در دستور کار قرار گیرد.



یکی از تکنیک‌های بحث‌برانگیز در مدیریت آتش‌سوزی جنگل، آتش‌سوزی مصنوعی کنترل شده است. در این روش آتش‌سوزی‌های کوچکی برپا می‌کنند تا از میزان مواد اشتعال‌پذیر برای یک آتش‌سوزی بزرگ احتمالی بکاهند. برخی از آتش‌سوزی‌ها که در مناطق دورافتاده جنگلی روی می‌دهند می‌توانند موجب ویرانی گسترده خانه‌ها و دیگر دارایی‌های انسان که حد فاصل میان طبیعت و مناطق مسکونی قرار دارند شوند.

### ۵-۲ تجهیزات اطفاء حریق

الف- تجهیزات انفرادی: موتورسیکلت، لباس کار نسوز، کفش، کلاه، عینک، ماسک، پابند، دوربین، بیل، و...

ب- تجهیزات گروهی: خودروهای آتش‌نشانان جنگل، وسایل پرنده از جمله بالگرد، هواپیماهای بدون سرنشین، هواپیماهای با سرنشین، پمپ‌های آب‌پاش، شارژر دستگاه‌های خاموش‌کننده و .....

ج- سایر تجهیزات: کانکس سیار، وسایل نقلیه اطفاء حریق.

### تجهیزات مورد نیاز در گشت با وسایل نقلیه ( اتومبیل )

- دستگاه‌های اطفای حریق خودرویی (روت فایر، واتر جت و...).
- کپسول‌های شارژ شده حسب مورد و متناسب با تعداد دستگاه‌های موجود.
- خاموش کننده (FLEX PAC) ۲ عدد.
- مخزن ۲۰ و ۱۰ لیتری ۳ عدد.
- کپسول آتش‌نشانی ۱ عدد.
- آتش کوب ۳ عدد.
- بیل ۳ عدد.
- شن کش ۳ عدد.
- مچ‌بند و پابند ۴ جفت.
- ماسک ۴ عدد.
- عینک ۴ عدد.
- چراغ قوه اضطراری ۱ عدد.
- پتو ۲ عدد.
- غذای فاسد نشدنی (ویژه عملیات) به اندازه هشت وعده.
- جعبه کمک‌های اولیه ۱ عدد.
- بی‌سیم ۱ دستگاه.
- SPG ۱ دستگاه.

### تجهیزات مورد نیاز در گشت با وسایل نقلیه (موتورسیکلت)

- خاموش کننده (CAP XELF) ۱ عدد.
- بی‌سیم ۱ دستگاه.
- SPG ۱ دستگاه.
- ماسک ۱ عدد.
- عینک ۱ عدد.

- مچ‌بند و پابند ۲ جفت.
- تاشو یا تبر کلنگ ۱ عدد.

## ۶-۲ چگونگی ساختار آتش‌سوزی جنگل و مراتع

موقعیتی که در آن‌جا حریق شروع شده است "ناحیه مبدأ" نامیده می‌شود. چنانچه آتش‌سوزی پیشرفت کرده و به سمت محل‌های جدید حرکت کند، سریع‌ترین ناحیه جابه‌جایی یا جناح پیش‌رونده آتش «راس آتش» نامیده می‌شود. چنانچه آتش بزرگ‌تر شود، ناحیه نزدیک به ناحیه مبدأ «پاشنه آتش» و یا «دنباله آتش» نامیده می‌شود. چنانچه آتش‌سوزی رشد کند، تغییر در جهت وزش باد یا شرایط جغرافیایی می‌تواند باعث شود که آتش در یک امتداد باریک (کم عرض) حرکت کند. به طوری که جدا از راس آتش به نظر برسد، این حالت را «انگشت» می‌نامند. انگشت می‌تواند رشد کند و جهت یا امتداد ثانوی‌های را برای حرکت آتش‌سوزی ایجاد کند. یک ناحیه محترق نشده (آتش نگرفته)، بین یک انگشت و راس آتش «اجاق» نامیده می‌شود. اجاق برای آتش‌نشان‌ها محل خطرناکی است زیرا بخشی از سوخت محترق نشده است که از سه طرف به وسیله آتش‌سوزی محصور شده است.

قسمتی از زمینی که از آتش در امان مانده، ولی به وسیله زمین مشتعل شده محاصره شده است، «جزیره» نامیده می‌شود. آتش‌سوزی جدید که خارج از محیط آتش‌سوزی اصلی شروع می‌شود، «آتش نقطه‌ای» نام دارد. آتش‌سوزی نقطه‌ای به طور معمول از گیاهان مشتعل به صورت نیم سوز یا جرقه شروع می‌شود که در اثر جریان همرفت ناشی از آتش‌سوزی، تا فاصله به نسبت دور پرتاب شده است. «سبز» و «سیاه» اصطلاحاتی است که به طور معمول به وسیله آتش‌نشان‌های جنگل به کار برده می‌شود. سبز ناحیه سوخت‌های محترق نشده را توصیف می‌کند. این ناحیه شامل سوخت‌های محترق نشده‌ای است که به نسبت ناحیه سیاه، بسیار مستعد آتش‌سوزی هستند. سیاه برای ناحیه‌ای به کار می‌رود که قبلاً مشتعل شده باشد. ناحیه سیاه شامل مقدار اندکی سوخت محترق نشده است. این ناحیه به طور معمول

برای آتش‌نشان‌ها به نسبت ایمن می‌باشد.

نظر به این که درختان جنگلی در طبقه اول مواد قابل اشتعال (جامدات قابل اشتعال) قرار دارند لذا بهترین ماده خاموش کننده در حریق جنگل آب است و آتش‌نشانان می‌توانند با استفاده از آب به اطفای حریق جنگل اقدام کنند. با توجه به وسعت حریق، حجم آب مورد نیاز تغییر می‌کند. می‌توان آب را در منابع و استخرها و یا لوله‌کشی در جنگل ذخیره کرده و یا توسط تانکرهای آب به محل منتقل کرد. روش دیگر در مهار حریق جنگل ایجاد فضای (معابر) جدا کننده در جنگل می‌باشد. در این روش راه‌های عریض و طولیلی (با عرض حدود ۵۰ متر و در طول جنگل) در جهت عمود بر مسیر جریان باد در جنگل احداث می‌شود. با انجام شن‌ریزی در این معابر و پیشگیری از رشد گیاهان، مسیر امنی برای خاتمه آتش‌سوزی تعبیه می‌شود (به این معابر «آتش‌بر» نیز اطلاق می‌شود). از همین مسیر می‌توان برای دسترسی آتش‌نشانان به جنگل و محاصره حریق بهره‌برداری کرد. گاهی آتش‌بر را در جنگل درختان سوزنی برگ با کاشت گونه‌هایی از درختان پهن برگ و دیر سوز ایجاد می‌کنند.

در آتش‌سوزی‌های سطحی ریختن خاک و پاشیدن آب بسیار موثر است. در صورت محدود بودن آتش با استفاده از آتش‌کوب می‌توان به اطفاء اقدام کرد. وقتی سطح آتش گسترده باشد با اقدامات اطفایی از دو یا چند جهت باید از پیشرفت آتش جلوگیری شود.

در آتش‌سوزی‌های تاجی در ابتدا باید بخشی از درختان اطراف منطقه آتش‌سوزی را قطع کرد تا از سرایت آتش به درختان دیگر جلوگیری شود، در غیراین صورت باید در مسیر پیشروی آتش با ایجاد آتش‌بر از سرایت آتش به دیگر درختان ممانعت کرد. حرکت آتش در آتش‌سوزی تاجی سریع‌تر از دیگر آتش‌سوزی‌هاست.

در آتش‌سوزی داخل خاک جنگل (زیرزمینی) بهترین روش در پیشگیری از حرکت و توسعه آتش ایجاد خندق یا کانال‌های آب در مسیر پیشروی آتش است. به طوری که کف آن به خاک رسیده باشد.

حمله موثر و ایمن برای اطفای آتش‌سوزی جنگل مستلزم در نظر گرفتن تاثیر عوامل مربوط به شرایط آب و هوایی و شرایط جغرافیایی بر رفتار آتش است. زیرا این عوامل می‌توانند یک‌باره جهت و سرعت حرکت آتش‌سوزی را تغییر داده، مشکلات متعددی را باعث شوند. از این نظر بایستی آتش‌نشان‌ها موضوعات مشترکی که برای توصیف قسمت‌های مختلف آتش بکار می‌رود را درک کرده (دریابند و بفهمند) و به «فرمانده حادثه» گزارش کنند.

### راه‌های مبارزه با انواع آتش‌سوزی در جنگل:

#### ۱- آتش‌سوزی سطحی:

برای مبارزه با آتش‌سوزی سطحی، چنانچه وسعت آتش و پوشش گیاهی جنگل پر و درهم نباشد با کمک گونی‌های خیس، کوبیدن به وسیله بیل‌های دسته بلند، ریختن خاک و یا پاشیدن آب می‌توان آتش را خاموش کرد. اما اگر وسعت آتش زیاد باشد، به طوری که از روبه‌رو مبارزه با آن ممکن نباشد، بهتر است از دو طرف اقدام کرد تا به تدریج وسعت آتش کم شود. در هنگام آتش‌سوزی، اگر از دو طرف برای خاموش کردن آتش اقدام شود کار خاموش کردن، بهتر انجام می‌شود. اگر دامنه آتش‌سوزی به اندازه‌ای زیاد باشد که با راه‌های بالا نتوان آن را خاموش کرد، در این صورت با ایجاد آتش‌بر باید جلو پیشرفت آتش را گرفت.

#### ۲- آتش‌سوزی تاجی:

هنگام آتش‌سوزی تاجی قبل از هر کاری، باید تعدادی از درختان سوزنی‌ا طرف منطقه را قطع کرد تا از سرایت آتش به دیگر درختان جلوگیری شود و به این ترتیب خاموش کردن آتش آسان‌تر است. باید دانست آتش‌سوزی تاجی خیلی سریع پیشروی می‌کند. از این‌رو ابتدا جنگل‌هایی را که درختان سوزنی‌برگ دارند و زود آتش می‌گیرند به قسمت‌های کوچک تقسیم می‌کنند، آن‌گاه هر یک از قسمت‌ها را به وسیله خط‌های آتش‌بر از هم جدا می‌کنند. اگر آتش‌بر از نوع درختان پهن‌برگ باشد، درخت‌هایی را که در سمت آتش قرار دارند قطع می‌کنند تا فاصله مناسب بین



آتش و قسمت‌های جنگل ایجاد شود.

### ۳- آتش‌سوزی تنه‌ای:

اگر تنه درختان خشک، پوسیده و تو خالی آتش بگیرند، باید سوراخ تنه درختان را از خاک پر کرد تا آتش خاموش شود. چنانچه آتش به تنه درختان رسیده باشد، قبل از قطع درخت ابتدا باید گیاهان اطراف را از بین ببریم. آنگاه با وسایل آتش‌نشانی آتش را خاموش کنیم تا به جاهای دیگر سرایت نکند.

### ۴- آتش‌سوزی زیرزمینی:

اگر در مسیر حرکت آتش زیرزمینی، خندق یا گودالی حفر کنند، چنانچه عمق این گودال به اندازه‌ای باشد که کف آن به خاک برسد، از پیشروی آتش زیرزمینی جلوگیری می‌شود.

## ۲-۷ روش‌های اطفای حریق جنگل

راه‌های مختلفی برای مهار آتش‌سوزی وجود دارد که در هر منطقه بر اساس امکانات و تجهیزات قابل اعمال است. آتش‌سوزی جنگل را می‌توان به کمک سرد کردن سوخت، جدا کردن سوخت از آتش و خفه کردن آتش خاموش کرد. که برمبنای شکستن اضلاع مثلث آتش ابداع شده‌اند و در واقع روش‌های اصلی اطفای آتش هستند:

### ۱-۲-۷ استفاده از آب

آب در صورت فراوانی و قابل دسترس بودن، بهترین و سریع‌ترین ابزار است که می‌تواند در اطفای حریق به کار رود. آب با ایجاد برودت در محیط در حقیقت یکی از سه عنصر اصلی ایجاد حریق یعنی درجه حرارت را حذف و به این ترتیب ادامه آتش‌سوزی را غیرممکن می‌کند. تامین آب در مناطق می‌تواند با توجه به شرایط منطقه به وسیله تانکرهای آتش‌نشانی، استفاده از پمپ‌های فشار و شلنگ، استفاده از پمپ‌های کوچک پشتی و حتی استفاده از سطل و دیگر ظروف انجام گیرد.

در استفاده از آب به عنوان عامل اطفای حریق حاشیه منطقه آتش گرفته را مورد حمله قرار می‌دهند و به تدریج از حاشیه به مرکز آتش پیشروی می‌کنند تا نهایتاً به خاموشی کامل آتش منجر شود. از آن جایی که تامین آب در مناطق، مشکل عمده است (به‌ویژه در مناطقی که شرایط نامساعدی از نظر دسترسی به آب دارند)، باید تمهیداتی به کار برده شود تا حداکثر بهره‌دهی با حداقل مصرف آب حاصل شود. حمل و نقل و انتقال و رله نمودن آب:

در حریق‌های جنگل مسئله مهم، تأمین آب مورد نیاز می‌باشد که این امر به‌وسیله رله آب صورت می‌گیرد. در رله آب باید قدرت پمپ‌ها و میزان ظرفیت منبع تانکر آب، همچنین توجه به شناسایی منابع آب، تشخیص و طراحی قبلی به منظور محل و انتقال آب و نیز شناخت پمپ‌ها و چگونگی انجام محاسبات آبدهی نازل‌ها و قطرهای معادل و... در نظر گرفته شود. چنانچه در نزدیکی محل حریق و یا حادثه منابع تأمین کننده آب وجود نداشته باشد، آب را به یکی از روش‌های زیر از مسافت دور به محل حریق یا حادثه انتقال می‌دهند. که هدف از انجام رله بازدهی ممکنه با حداقل تجهیزات می‌باشد.

(۱) رله مدار باز:

در رله مدار باز، آب از منبع آب توسط یک پمپ قوی به داخل حوضچه‌ای منتقل و اتومبیل‌های آتش‌نشانی از حوضچه مزبور توسط پمپ آبیگری، و سپس آب را به محل حریق منتقل می‌کنند. در این رله، پمپ‌های اول قوی‌ترین پمپ‌ها هستند.

(۲) رله مدار بسته:

در حریق‌هایی که ازدحام جمعیت وجود داشته و نیز فاصله منبع آب تا محل حریق زیاد نمی‌باشد از رله مدار بسته استفاده می‌کنند. در رله مدار بسته الزامی است فاصله پمپ اول و دوم دو بند کمتر از فاصله بین پمپ‌های بعدی باشد. زیرا مقداری از فشار پمپ اول صرف کشیدن آب از منبع آب می‌شود.

(۳) رله رفت و برگشتی:

در حریق‌هایی که فاصله منابع آبیگری از محل حریق زیاد است، از رله رفت و برگشت استفاده می‌شود. در رله رفت و برگشت سالم‌ترین پمپ با بازدهی بالا و حجیم بودن منبع آب در محل حریق درگیر می‌شود و بقیه پمپ‌ها به صورت رفت و برگشتی به آن آب‌رسانی می‌کنند. در رله رفت و برگشتی می‌توان به صورت ترمینال نیز عمل کرد. بدین صورت که خودروهای تانکر دار آتش‌نشانی آب منابع خود را در یک خودرو با گنجایش بالا از نظر مخزن آب تخلیه کرده و از آن اتومبیل جهت آبدهی به خودرو تانکر دار درگیر در محل حریق استفاده می‌شود.

در این روش باید به‌گونه‌ای عمل شود که اولاً آب به صورت بارانی پخش شود و ثانیاً خروج آب به‌وسیله شیرهای خاص، مثلاً فشاری کنترل شود تا در هر لحظه که نیاز نیست، آب بی‌هوده مصرف نشود. اصولاً در مناطق با توجه به این که آب کافی همیشه در دسترس نیست، باید به این مساله توجه کرد که آب به عنوان فاکتور کاهش‌دهنده درجه حرارت، نهایتاً برای حذف یکی از فاکتورهای عامل حریق به کار گرفته و از این فرصت جهت اجرای دیگر عملیات اطفای حریق بهره‌گیری شود. مهار آتش‌سوزی زمانی می‌تواند تضمین شود که اقدامات کنترلی دیگر از قبیل انتقال مواد سوختی از مسیر آتش، دسترسی به مواد ضدآتش یا پاشیدن شن در مسیر حرکت آتش به کار گرفته شود.

#### ۲-۷-۲ استفاده از ماسه و خاک

بررسی‌ها نشان می‌دهد، ماسه و خاک همچون آب با حرکتی کندتر و ملایم‌تر همان نقش آب را در سرد کردن آتش و کاهش درجه حرارت ایفا می‌کنند. ماسه و خاک باید به گونه‌ای موزون و یک‌نواخت به نحوی به سمت آتش پرتاب شود که لایه‌ای نازک را روی آتش ایجاد کند و این عمل باید همچون آب، از حاشیه و پایه آتش آغاز و به مرکز گسترش یابد.



پرتاب یکنواخت، سریع و متوالی بدون فاصله از عوامل موثر در کاهش درجه حرارت و نهایتاً خاموش کردن آتش است. پاشیدن ماسه روی سرشاخه‌های آتش‌گرفته در مناطق پوشیده از درختچه می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب در کنترل آتش عمل کند. در اطفای حریق به وسیله ماسه به هیچ عنوان نباید مطمئن شد که کپه‌های آتش در زیر ماسه کاملاً بی‌خطر هستند. آتش ممکن است برای زمانی طولانی در زیر خاک به صورت غیرفعال باقی بماند و به محض فراهم شدن شرایط مجدداً شعله‌ور شود. برای مطمئن شدن باید پس از تثبیت آتش‌سوزی روی آتش تا حد امکان کنار زده و برای خاموشی کامل کپه‌های آتش تا مرز اطمینان اقدام شود.

### ۳-۷-۲ سرد کردن سوخت

برای سرد کردن سوخت، آب به کار برده می‌شود. در آتش‌سوزی‌های جنگل و مرتع، آب طبق همان اصولی به کار برده می‌شود که در آتش‌سوزی بناهای مختلف به کار می‌رود، اما روش‌های به کار بردن آب ممکن است متفاوت باشد. وسایل استفاده از آب برای اطفاء آتش‌سوزی جنگل در دامنه به نسبت وسیع شامل «تلمبه کوله پستی»، انواع موتور پمپ‌های قابل حمل به وسیله نفر، انواع کامیون‌ها و خودروهای آتش‌نشانی جنگل تا هواپیما و بالگرد آتش‌نشان آب پاش می‌شوند.



«تلمبه کوله پشتی» وسیله ساده و موثری است که به‌ویژه برای مبارزه با آتش‌سوزی‌های کوچک ناشی از سوخت‌های سبک به‌کار می‌رود. این وسیله با گنجایش‌های بین ۴ تا ۸ گالن ساخته شده و آتش‌نشان می‌تواند آن را شبیه به کوله پشتی به دوش خود انداخته و تلمبه آن با حرکت دست به‌کار می‌افتد. موتور پمپ‌های بنزینی قابل حمل و نقل به‌وسیله نفر، از دیگر وسایل به‌کار بردن آب برای اطفاء حریق جنگل است. این موتور پمپ‌ها در قدرت‌های مختلف ساخته شده است. یک نمونه آن به «پمپ شناور» معروف است. این پمپ توانایی مکش آب از منابع کم عمق را دارد.



از آن جایی که ممکن است بر حسب مورد، فاصله بین منابع آب قابل دسترسی تا ناحیه آتش‌سوزی به نسبت زیاد باشد، گاهی مواقع بایستی برای آبرسانی و مبارزه با آتش از چند یا چندین موتور پمپ بین مسیر و چند بند لوله برزنتی یا لاستیکی مخصوص استفاده کرد. خودروهای ویژه آتش‌نشانی جنگل از نظر نوع شاسی، ظرفیت مخزن، قدرت حرکت و مانور در جاده‌های کوهستانی و ناهموار با خودروهای آتش‌نشانی شهری و صنعتی قدری متفاوت هستند.

#### ۴-۷-۲ جدا کردن و حذف سوخت

در این روش با تکنیک‌های موجود بین سوخت و آتش جدایی می‌اندازند. استفاده از تکنیک آتش‌بر یکی از این روش‌ها است. آتش‌بر یا آتش‌شکن، در واقع سدی برای متوقف ساختن آتش‌سوزی و جلوگیری از گسترش آتش می‌باشد. همچنین به منزله سنگری است که آتش‌نشان‌ها می‌توانند در پشت آن مستقر شده، تجهیزات اطفایی خود را علیه آتش به کار برند. آتش‌بر در واقع قطعه زمین باریکی است که از هرگونه پوشش مرده و زنده، مواد آلی و زغال سنگ موجود در سطح خاک، بوته‌های کوتاه، نهال‌های جوان، درختان افتاده، درختان خشکیده سرپا و... پاک شده است. برای جدا کردن و حذف سوخت تجهیزات و ابزار آلات مختلفی شامل تجهیزات قطع و برش

درخت اعم از تبر، اره دستی، اره موتوری و تجهیزات جمع آوری مقطوعات و سوختها اعم از شن کش، بیل و کج بیل را می توان نام برد.



از ترکیب دو یا چند وسیله دستی ابزار جالبی ابداع شده است که آتش نشانها را قادر می سازد تا با حمل بار کم تر و سبک تر تجهیزات کاملی در اختیار داشته باشند. «مک لود» که از ترکیب کج بیل و شن کش ساخته شده و «پولاسی»، وسیله دو سری که یک سر آن تبر و سر دیگر آن کج بیل یا کلنگ است، از جمله این ابزار جالب هستند. انواع شیارکنها که برای ایجاد آتش شکن یا آتش بر ساخته شده اند از دیگر

وسایل جدا کردن یا حذف سوخت هستند.

### ۵-۷-۲ خفه کردن یا قطع اکسیژن

این روش، سومین روشی است که برای مبارزه با آتش‌سوزی‌های جنگل و مرتع به‌کار می‌رود. «آتش‌کوب» از جمله وسایلی است که برای خفه کردن آتش‌سوزی جنگل به‌کار می‌رود. آتش‌نشان‌ها به کمک این وسیله و با وارد کردن ضربات به آتش (کوبیدن آتش) سطح آن را به طور موقت پوشانده، مانع رسیدن هوا به آتش می‌شوند و بدین ترتیب آتش را خفه می‌کنند. آتش‌کوب وسیله‌ای است تقریباً به اندازه و شکل بیل کارگری دارای دسته‌ای از جنس چوب و یک قسمت لاستیکی که از یک نوع لاستیک ضخیم به شکل بریده بریده ساخته شده است که قابلیت حمل و کار کردن به وسیله یک شخص را دارد و یکی از مهمترین ابزارها برای خاموش کردن حریق‌های کوچک و متوسط مخصوصاً در مراتع درجه پایین است.





بازدهی و قابلیت خاموش کردن آتش توسط این وسیله با درجه انبوهی و تراکم جنگل و مرتع رابطه عکس دارد. به عبارتی هر چه جنگل یا مرتع انبوه‌تر و متراکم‌تر باشد، در نتیجه آتش‌سوزی بزرگ‌تر شده و قدرت آتشکوب کمتر می‌شود. اما در مراتع و جنگل‌هایی مشابه جنگل‌های غرب ایران که تراکم و انبوهی زیاد نداشته و صعب‌العبور هستند، بهترین وسیله برای انجام واکنش، مهار و کنترل سریع آتش‌سوزی است تا از وسیع شدن آن جلوگیری شود.

پاشیدن خاک به کمک بیل به روی آتش یکی دیگر از روش‌های خفه کردن آتش‌سوزی جنگل است. استفاده از مواد شیمیایی اطفای حریق مثل انواع کف‌ها و کف‌سازهای مخصوص آتش‌نشانی، مانند کافس، علاوه بر سرد کردن حریق، با پوشاندن سوخت گیاهی در واقع مانع رسیدن اکسیژن هوا به آن شده و آتش را خفه می‌کنند.

#### ۶-۷-۲ آتش‌سوزی متقابل

گاهی برای جلوگیری از پیشرفت آتش قسمتی از جنگل را در جبهه جلو زیر نظر افراد مجرب آتش می‌زنند تا از سرایت آتش به نقاط دور دست و سطح وسیع جلوگیری شود.

#### ۷-۷-۲ آتش‌نشانی هوایی

راهبردها برای جلوگیری، تشخیص و خاموش کردن آتش‌سوزی جنگل در طی سال‌ها دگرگون شده و متخصصان مدیریت آتش‌سوزی جنگل، آتش‌نشان‌ها را به استفاده از تکنولوژی نوین و انجام مطالعه و پژوهش بیشتر در این ارتباط تشویق می‌کنند. آتش‌نشانی هوایی گونه‌ای از عملیات مقابله با آتش است که در آن از مسیر هوا و هواگرد به منظور عملیات اطفاء آتش استفاده می‌شود. این گونه عملیات بیشتر در آتش‌سوزی‌های گسترده جنگل‌ها و مراتع و مهار آتش‌سوزی‌های مناطقی که از راه‌های زمینی غیرقابل دسترسی هستند، انجام می‌شود. در این گونه عملیات از اقسام

مختلف هواگرد که توانایی حمل مواد ضد آتش را دارند استفاده می‌شود. ولی هواپیما، بالگرد و ادوات پرنده دو گونه پر کاربرد در این گونه ماموریت‌ها به حساب می‌آیند. از بالگرد علاوه بر استفاده فوق‌الذکر می‌توان در آتش‌سوزی‌ها به عنوان دیده‌بان هوایی برای هدایت بهتر عملیات، جابه‌جایی ماموران آتش‌نشانی، جابه‌جایی ابزار و تجهیزات آتش‌نشانی و... نیز استفاده کرد.

روش استفاده از مخازن آب که پس از پر شدن از آب یا مایعات ضد آتش، با استفاده از هواگرد بر روی محل آتش‌سوزی پاشیده می‌شود، تا به امروز به عنوان روشی استاندارد برای اطفاء حریق هوایی به کار می‌رود. آب، رکن اصلی مواد اطفایی این‌گونه آتش‌سوزی‌ها محسوب می‌شود. اما دیگر مواد اطفایی نیز به عنوان مواد کندکننده اشتعال در این‌گونه موارد استفاده می‌شود. از پرکاربردترین مواد ضد آتش مورد استفاده در این عملیات‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- محلول ترکیبی آب با سدیم متابورات.
- محلول ترکیبی آمونیوم سولفات به همراه پالی گورسکیت و رس.
- محلول ترکیبی دی‌آمونیم فسفات و صمغ گوار.

با توجه به افزایش آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع در ایران که به موجب افزایش گرمای هوا به وقوع پیوسته، نیروی هوا-فضای سپاه پاسداران انقلاب اسلامی تصمیم به پیشگامی در زمینه استفاده از عملیات اطفاء هوایی برای مهار آتش‌های وسیع گرفته و به موجب این اقدام، یک فروند ایلوشین ایل-۷۶ و یک فروند توپولف ۱۵۴ را به هواپیمای آتش‌نشان تبدیل کرده است. ایلوشین مزبور (تصویر صفحه بعد) قادر به حمل تانکرهای مخصوص مایعات مجموعاً به ظرفیت ۴۰ الی ۴۳ هزار لیتر است و می‌تواند در مدت ۱۰ الی ۱۵ ثانیه آن‌ها را تخلیه کند. در حالی‌که توپولف مزبور قادر به بارگیری حدود ۲۰ هزار لیتر مایعات اطفاء حریق است و مدت زمان لازم برای تخلیه آن‌ها بالغ بر ۱۰ ثانیه برآورد شده است.



به طور معمول هنگام وقوع آتش‌سوزی جنگل حتی چنانچه شرایط خیلی خطرناک نباشد، دو فروند هواپیما عملیات اطفاء حریق را انجام می‌دهند. البته نه به این صورت که هر دو هواپیما هم زمان مواد اطفایی خود را روی منطقه آتش‌سوزی خالی کنند، بلکه عملیات آن‌ها به صورت چرخشی انجام می‌گیرد. به عبارت روشن‌تر زمانی که یکی از هواپیماهای آتش‌نشان به منطقه آتش‌سوزی رسیده مشغول اجرای عملیات آب‌پاشی بر روی هدف می‌باشد، یک فروند دیگر هواپیمای آتش‌نشان در حال آبگیری و رساندن سریع خود به محل مذکور است. دو فروند هواپیمای درگیر در حادثه تا خاتمه آتش‌سوزی این عملیات را تکرار می‌کنند.

سبب یا سطل آبکشی و حمل آن تا محل حریق از دیگر تجهیزات آتش‌نشانی از راه آسمان است. این مخازن از مواد مختلف اعم از فلز، مواد مرکب و... ساخته شده و با گنجایش‌های مختلف از ۲۷۵ لیتر تا ۹۸۴۰ لیتر عرضه شده‌اند. این مخازن در حالت عادی جدا از بالگرد مربوطه نگهداری می‌شوند، ولی در هنگام نیاز می‌توان آن را به سرعت به زیر بالگرد متصل کرده و مورد استفاده قرار داد. این مخازن توانایی آبکشی سریع از منابع مختلف آب اعم از دریا، دریاچه، رودخانه، نهر، استخر شنا و دیگر منابع موجود حتی تانکرهای روباز را دارد. نوعی از آن‌ها توانایی آبکشی از منابعی با عمق کم (حدود ۳۰ سانتی‌متر) را نیز دارد. دیگر مواد اطفایی را نیز می‌توان به کمک این

سبدها مورد استفاده قرار دارد. در زیر این سبدها دریچه قابل کنترل برای تخلیه آب تعبیه شده است.

امروزه پهپادها نیز برای عملیات آتش‌نشانی از طریق هوا به کار گرفته می‌شوند. با فرستادن پهپادها می‌توان بدون استفاده از نیروی انسانی در مناطق حادثه دیده، شرایط را بررسی کرده و افراد حاضر در آن مناطق را پیدا و شناسایی کرد. در آتش‌سوزی‌ها با نصب دوربین حرارتی می‌توان در هر لحظه دما را با دقت حدود یک درجه سانتی‌گراد مشاهده کرد. این پهپادها با توجه به سرعت عملکرد و دسترسی سریع‌تر به مناطق غیرقابل دسترس، امکان شناسایی و تحلیل را قبل از عملیات برای آتش‌نشان‌ها فراهم می‌کنند تا با آگاهی کامل عملیات خود را برنامه‌ریزی و عملی کنند. در آتش‌سوزی‌های وسیع جنگلی و مراتع که آتش در سطح وسیعی گسترش یافته می‌توان محدوده‌های بزرگ را از بالا بررسی کرد و با بررسی مناطقی که آتش به آن نرسیده است، احتمال جهت گسترش آتش را پیش‌بینی کرد.



## ۸-۲ اقدامات بعد از آتش‌سوزی

پس از آن که آتش‌سوزی جنگل مهار شد لازم است از قسمت‌هایی که سوخته شده بازدید به عمل آورده و هر درختی را که هنوز در حال سوختن می‌باشد خاموش و یا در صورت لزوم آن‌ها را قطع کرد. گرده بینه‌ها و کنده‌های درختان و شاخ و برگ

را که همچنان در حال سوختن می‌باشد باید خاموش کرد. (لکه‌گیری بعد از حریق)

## ۹-۲ حفاظت و ایمنی در مقابله با آتش‌سوزی جنگل

اساساً حرفه آتش‌نشانی، حرفه خطرناکی است و حفاظت و ایمنی فردی در آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بهای کوچک‌ترین خطا و یا اشتباهی در این راه، از دست دادن سلامتی، جان آتش‌نشان و یا افراد در معرض حادثه خواهد بود. مبارزه با آتش‌سوزی جنگل همان خطراتی را در پی دارد که آتش‌نشان‌ها را هنگام مبارزه با آتش‌سوزی بناها تهدید می‌کند. البته به آن خطرات بایستی مخاطرات عبور از جاده‌های ناهموار، سقوط از بلندی و سقوط درختان را نیز اضافه کرد. از این نظر آتش‌نشان‌ها هنگام مبارزه با آتش‌سوزی جنگل بایستی به طور کامل به خطرات موجود در اطراف خود واقف باشند و موارد ایمنی را کاملاً رعایت کنند. رعایت احتیاط کامل هنگام رانندگی در جاده‌های ناهموار و کوهستانی، دوری جستن از شیب‌ها و پرتگاه‌هایی که خطر سقوط دارند، رعایت موارد ایمنی هنگام استفاده از ابزار و تجهیزات مختلف بر حسب نوع آن‌ها، به عنوان نمونه رعایت موارد ایمنی در به‌کار بردن اره موتوری و دیگر وسایل تیز و برنده، رعایت احتیاط هنگام عبور در جنگل به‌ویژه زمانی که به علت دود، بخار و غبار میدان دید، کاهش یافته باشد. (برای اجتناب از سقوط در گودال یا پرتاب از شیب‌ها و دره‌ها) و ...

برقراری کامل ارتباط، از جمله ارتباط مستقیم، بین آتش‌نشان‌ها و فرمانده عملیات به منظور اخذ دستورات و همچنین اخذ اطلاعات در مورد جهت وزش باد و شرایط آب‌وهوایی از مراکز ذیربط (مثل اداره هواشناسی)، نکته بسیار مهمی است که به ویژه با ایمنی افراد درگیر در مبارزه با آتش رابطه مستقیم دارد. اطلاع فوری از تغییر جهت وزش باد و انحراف مسیر حرکت آتش که می‌تواند جان افراد را با خطر جدی روبه‌رو سازد، دستور عقب‌نشینی و تغییر موضع افراد، اهمیت برقراری این ارتباطات را بیشتر مشخص می‌کند.



استفاده از وسایل حفاظت فردی نکته مهم دیگری است که هر آتش‌نشان جنگل باید آن را به خوبی رعایت کند. استفاده از لباس عملیات که با پارچه مقاوم مثل «تومکس» تهیه شده باشد. کلاه ایمنی مرغوب و استاندارد، عینک حفاظتی، دستکش و پوتین ایمنی از مهمترین تجهیزات هر آتش‌نشان است. لازم به ذکر است، استفاده از لباس عملیاتی که در عملیات اطفای آتش‌سوزی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای مبارزه در آتش‌سوزی جنگل مناسب نیست. برای حفاظت از دستگاه تنفسی، هنگامی که دود زیاد غلیظ و متراکم نباشد، استفاده از ماسک فیلتردار و در شرایطی که خطر دوده سمی یا دود غلیظ در میان باشد، استفاده از «دستگاه تنفسی با هوای فشرده» توصیه شده است.

حفاظ یا «پناهگاه آتش» یکی از مهمترین وسایل حفاظت و ایمنی است که هر آتش‌نشان در جنگل بایستی همراه داشته، نحوه استفاده از آن را به خوبی فرا گرفته و تمرین کند. این وسیله حفاظتی می‌تواند تا ۹۵ درصد حرارت تابشی آتش‌سوزی‌ها را برای مدت کوتاهی منعکس کند.

## خودآزمایی

۱. خسارت‌های ناشی از آتش‌سوزی در منابع طبیعی نظیر جنگل‌ها و مراتع چیست؟
۲. مثلث آتش در جنگل را تشریح کنید.
۳. مراحل کلی احتراق را در آتش‌سوزی جنگل ذکر کنید.
۴. روش‌های حمل و نقل و انتقال آب در آتش‌سوزی‌های جنگل‌ها و مراتع را بیان کنید.
۵. در حریق‌های جنگل انتقال حرارت به چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟
۶. انواع آتش‌سوزی جنگل را به اختصار شرح دهید.
۷. عوامل بروز آتش‌سوزی در منابع طبیعی را ذکر کنید.
۸. عوامل موثر در توسعه و شدت آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بیان کنید.
۹. زمان‌های بحرانی یا فصل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع در نقاط مختلف کشور چه زمان‌هایی است؟
۱۰. برخی از مهمترین روش‌های پیشگیری از آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را بیان کنید.
۱۱. ساختار کلی آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را شرح دهید.
۱۲. روش‌های مورد استفاده در اطفای حریق جنگل‌ها را نام برده و به اختصار توضیح دهید.
۱۳. راه‌های مبارزه با هر یک از انواع آتش‌سوزی جنگل را به اختصار بیان کنید.
۱۴. چند نمونه از تجهیزات آتش‌نشانی مورد استفاده برای خاموش کردن آتش در جنگل‌ها و مراتع را نام ببرید.
۱۵. آتش‌کوب چیست؟
۱۶. آتش‌بر یا آتش‌شکن چیست؟
۱۷. روش‌های حمله مستقیم و غیرمستقیم برای مهار آتش در جنگل‌ها و مراتع را تشریح کنید.
۱۸. آتش‌نشانی هوایی چگونه انجام می‌شود؟
۱۹. حفاظت و ایمنی در مبارزه با آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع شامل چه مواردی است؟

## منابع و مأخذ

۱. آتش ستیزان (ایمنی و آتش‌نشانی)؛ <http://atashsetizan.blogspot.com>
۲. آتش‌سوزی جنگل ؛ <https://fa.wikipedia.org>
۳. استانداردهای صلاحیت و مواد آموزشی (برای مدیریت آتش جنگل)؛ حمید گشتاسب و رقیه جهدی؛ انتشارات دانشکده محیط زیست ؛ ۱۳۹۷
۴. توصیه و هشدارهای ایمنی در خصوص جنگل‌ها و بوستان‌ها ؛ سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی اهواز
۵. حریق در جنگل‌ها؛ آرش بشیری؛ <http://ghoghnoos125.blogfa.com> ؛ ۱۳۸۶
۶. حریق جنگل؛ <http://www.mardankhatar.blogspot.com> ؛ ۱۳۸۹
۷. حمایت جنگل؛ محمد حسین جزیره ای ؛ ۱۳۳۸
۸. در مبارزه با آتش‌سوزی جنگل چه باید بکنیم؟ سازمان آتش‌نشانی قائم شهر؛ ۱۳۹۵
۹. دستورالعمل طرح جامع مدیریت پیشگیری و اطفاء حریق در جنگل‌ها و مراتع کشور (اقدامات قبل، حین و بعد از وقوع آتش‌سوزی)؛ یگان حفاظت سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری؛ ۱۳۹۱
۱۰. سیمای حریق در جنگل‌ها و مراتع در سال‌های (۸۲ تا ۸۶)
۱۱. طرح ایجاد ناوگان اطفاء حریق؛ یگان حفاظت سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری؛ ۱۳۸۷
۱۲. کتاب جامع آتش‌نشانی «از تئوری تا عملیات»؛ مهندس عبدالله جعفری، انتشارات سازمان بنادر و دریانوردی ؛ ۱۳۸۹
۱۳. مبانی مهارت‌های آتش‌نشانی در عملیات؛ دکتر عباس اکبرزاده، دکتر محمد شکرزاده، مریم
۱۴. معیارها و شاخص‌های جنگل‌داری پایدار؛ منجمیان؛ ۱۳۸۳
۱۵. Forest Fire Fighting In Iran, 2008. NRCG, FRW



## لیست عناوین بسته آموزشی راهنمای محیطبان

- ۱- امداد و نجات (اصول و مبانی)
- ۲- امداد و نجات (سوانح و حوادث)
- ۳- امداد و نجات (اطفاء حریق)
- ۴- کمک‌های اولیه (اصول و مبانی)
- ۵- کمک‌های اولیه (سوختگی و مسمومیت)
- ۶- کمک‌های اولیه (گزیدگی و گاز گرفتگی حیوانات)
- ۷- کمک‌های اولیه (خونریزی و شکستگی)
- ۸- کنترل خشم
- ۹- سلاح سازمانی
- ۱۰- بازرسی نفر، خودرو و اماکن
- ۱۱- دستگیری و بازداشت
- ۱۲- تنوع گیاهی ایران
- ۱۳- پیشگیری و اطفاء حریق در جنگل‌ها و مراتع
- ۱۴- جهت‌یابی و نقشه‌خوانی
- ۱۵- جی پی اس
- ۱۶- بی سیم
- ۱۷- حفاظت اطلاعات
- ۱۸- سلامتی و بهداشت
- ۱۹- ارتباط مؤثر با جوامع محلی
- ۲۰- شناخت مناطق حفاظت شده
- ۲۱- ضابطین دادگستری
- ۲۲- شناخت و حفاظت محیط‌زیست
- ۲۳- آلاینده‌های محیط‌زیست (آلودگی آب و خاک)
- ۲۴- آلاینده‌های محیط‌زیست (آلودگی صوت و پرتو)
- ۲۵- آلاینده‌های محیط‌زیست (آلودگی هوا و گرد و غبار)
- ۲۶- حیات وحش (مبانی فنون مدیریت حیات وحش)
- ۲۷- حیات وحش (آشنایی با آبیان)
- ۲۸- حیات وحش (پستانداران ایران)
- ۲۹- حیات وحش (بیماری‌های حیات وحش)
- ۳۰- مبانی قوانین و مقررات محیط‌زیست



سازمان حفاظت محیط زیست  
معاونت آموزش و مشارکت های مردمی  
مرکز آموزش محیط زیست و تربیت محیط بان



دانشگاه آزاد  
محیط زیست