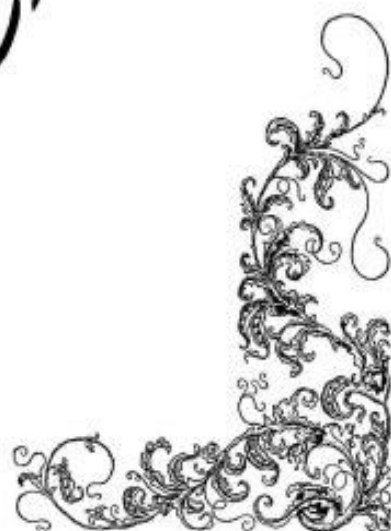


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتَى
إِنَّ رَبَّهُ لَسَدِيدٌ
إِلَىٰ عَرْشِهِ الرَّحِيمُ
الَّذِي يُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ
وَيُدْخِلُهُمْ فِي الْأَرْوَاحِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتَى
إِنَّ رَبَّهُ لَسَدِيدٌ
إِلَىٰ عَرْشِهِ الرَّحِيمُ



فهرست مطالب

فصل اول: کلیات، مقدمه، اهداف، مفاهیم، تعاریف	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- اهداف تحقیق و ضرورت انجام آن	۳
۱-۳- تعاریف و مفاهیم	۵
فصل دوم: پیشینه تحقیق	۱۸
۲- سابقه تحقیق	۱۸
۲-۱- تهیه اطلس بیابانزایی	۱۸
۲-۱-۱- سابقه تحقیق در خارج کشور	۱۸
۲-۱-۲- سابقه تحقیق در ایران	۲۰
۲-۲- تدوین مدل عملیاتی پایش بیابانزایی	۲۳
۲-۲-۱- سابقه تحقیق در خارج کشور	۲۳
۲-۲-۲- سابقه تحقیق در ایران	۲۵
۲-۳- تدوین مدل عملیاتی سیستم هشدار اولیه بیابانزایی	۲۶
۲-۳-۱- سابقه تحقیق در خارج کشور	۲۶
۲-۳-۲- سابقه تحقیق در ایران	۲۸
۲-۳-۳- سیستم‌های هشدار اولیه موجود در کشور	۲۸
فصل سوم: مواد و روش‌ها	۳۰
۳-۱- شناخت محدوده مطالعاتی	۳۳
۳-۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده دشت گرمسار	۳۳
۳-۱-۲- هواشناسی و اقلیم	۳۳
۳-۱-۲-۱- مشخصات ایستگاه‌های موجود در منطقه	۳۳
۳-۱-۲-۲- عوامل هواشناسی	۳۴
۳-۱-۲-۳- اقلیم منطقه	۳۹

- ۳-۱-۳- ژئومورفولوژی دشت گرمسار..... ۴۰
- ۳-۱-۳-۱- مناطق کوهستانی ۴۱
- ۳-۱-۳-۲- دشت کم ارتفاع..... ۴۲
- ۳-۱-۳-۳- چینه شناسی ۴۲
- ۳-۱-۳-۴- خاک ۴۲
- ۳-۱-۳-۵- پوشش گیاهی ۴۳
- ۳-۲-۲- روش تحقیق ۴۳
- ۳-۲-۱- مدل بیابانزایی مورد استفاده ۴۳
- ۳-۲-۲- روش ارزیابی وضعیت بیابانزایی ۴۶
- ۳-۲-۲-۱- معیارها و شاخص های پایش بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه ۴۶
- ۳-۲-۳- معیار اقلیم ۴۷
- ۳-۲-۳-۱- شاخص بارش سالانه ۴۸
- ۳-۲-۳-۲- شاخص خشکی ۴۸
- ۳-۲-۳-۳- شاخص خشکسالی ۴۹
- ۳-۲-۳-۴- شاخص استمرار خشکسالی ۵۳
- ۳-۲-۴- معیار آب ۵۴
- ۳-۲-۴-۱- شاخص نوسانات و افت سطح آب زیرزمینی ۵۶
- ۳-۲-۴-۲- شاخص کیفیت آب ۵۷
- فصل چهارم نتایج..... ۶۱**
- ۴- نتایج ۶۱
- ۴-۱- تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از پایش ۶۱
- ۴-۱-۱- تجزیه و تحلیل معیارها، شاخص های پایش ۶۱
- ۴-۱-۱-۱- معیار اقلیم ۶۱
- ۴-۱-۱-۲- معیار آب ۶۹

۷۵.....	۲-۱-۴- تجزیه و تحلیل معیارها و شدت بیابان‌زایی در دشت گرمسار.....
۷۵.....	۱-۲-۱-۴- معیارهای بیابان‌زایی.....
۷۸.....	۲-۲-۱-۴- شدت بیابان‌زایی.....
۷۹.....	۲-۴- تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی.....
۷۹.....	۱-۲-۴- تجزیه و تحلیل معیارها، شاخص‌های سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی.....
۷۹.....	۱-۱-۲-۴- معیار اقلیم.....
۸۸.....	۲-۱-۲-۴- معیار آب.....
۱۰۰.....	فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری
۹۸.....	۱-۵- بحث و نتیجه‌گیری.....
۱۰۵.....	۲-۵- برنامه اجرایی استقرار سیستم‌های هشدار اولیه بیابان‌زایی.....
۱۰۷.....	۱-۲-۵- جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای پایش و سیستم هشدار اولیه.....
۱۰۷.....	۱-۱-۲-۵- آمار بارندگی.....
۱۰۷.....	۲-۱-۲-۵- وضعیت خشکسالی.....
۱۰۷.....	۳-۱-۲-۵- آب و آبیاری.....
۱۰۸.....	۴-۱-۲-۵- خاک.....
۱۰۹.....	۵-۱-۲-۵- جمعیت.....
۱۰۹.....	۶-۱-۲-۵- وضعیت اقتصادی.....
۱۰۹.....	۳-۵- مدیریت سیستم هشدار اولیه.....
۱۱۲.....	۴-۵- پیشنهادات.....
۱۱۴.....	منابع
۱۱۵.....	منابع.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- فازهای ۳ گانه سیستم‌های هشدار اولیه (استراتژی جهانی کاهش بلایای طبیعی)..... ۱۳
- شکل (۱-۲) پراکنش جغرافیایی سیستم‌های هشدار اولیه ۲۷
- شکل (۲-۲) ساختار سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی در یک پروژه پایلوت (کنوانسیون بیابان‌زدایی (UNCCD 2002) ۲۸
- موقعیت محدوده مورد مطالعه ۳۲
- شکل (۱-۳) تغییرات درجه حرارت میانگین ماهانه گرمسار در دراز مدت ۳۶
- شکل (۲-۳) تغییرات درجه حرارت سالیانه گرمسار در دراز مدت ۳۷
- شکل (۳-۳) تغییرات درجه حرارت سالیانه ده نمک در دراز مدت ۳۷
- شکل (۴-۳) درصد میانگین ماهانه تبخیر و تعرق گرمسار در دراز مدت ۳۸
- شکل (۵-۳) درصد تبخیر و تعرق سالیانه ده نمک در دراز مدت ۳۸
- شکل (۶-۳) تغییرات رطوبت نسبی و درجه حرارت در دراز مدت در ایستگاه گرمسار ۳۹
- شکل (۷-۳) معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی مدل IMDPA ۴۵
- شکل (۸-۳) معیار اقلیم و شاخص‌های آن ۴۸
- شکل (۹-۲) موقعیت چاه‌های نمونه جهت بررسی کمی آب براساس ۷۵ حلقه چاه پیزومتری ۵۹
- شکل (۱۰-۲) موقعیت چاه‌های نمونه برای بررسی کیفیت آب ۵۹
- شکل (۱-۴) میانگین طولانی مدت بارندگی سالیانه دشت گرمسار در دوره‌ی ۱۳۹۱-۱۳۶۵ ۶۲
- شکل (۲-۴) نقشه کلاس بیابان‌زایی براساس شاخص بارش ۶۳
- شکل (۳-۴) نقشه کلاس بیابان‌زایی براساس شاخص خشکی ۶۴
- شکل (۴-۴) نقشه کلاس بیابان‌زایی براساس شاخص خشکسالی ۶۵
- شکل (۵-۴) نقشه کلاس بیابان‌زایی براساس شاخص تداوم خشکسالی ۶۶
- شکل (۶-۴) نقشه وضعیت بیابان‌زایی معیار اقلیم ۶۸
- شکل (۷-۴) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص نوسانات سطح سفره در طول دوره‌های آماری مورد مطالعه ۷۰
- شکل (۸-۴) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص هدایت الکتریکی در طول دوره‌های آماری مورد مطالعه ۷۲
- شکل (۹-۴) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص نسبت جذب سدیم در طول دوره‌های آماری مورد مطالعه ۷۳

- شکل (۴-۱۰) نقشه وضعیت بیابان‌زایی معیار آب..... ۷۵
- شکل (۴-۱۱) تجزیه و تحلیل متوسط وزنی معیارهای آب و اقلیم در دشت گرمسار دوره ۷۵-۱۳۷۳... ۷۶
- شکل (۴-۱۲) تجزیه و تحلیل متوسط وزنی معیارهای آب و اقلیم در دشت گرمسار دوره ۸۱-۱۳۷۵... ۷۷
- شکل (۴-۱۳) تجزیه و تحلیل متوسط وزنی معیارهای آب و اقلیم در دشت گرمسار دوره ۸۸-۱۳۸۱... ۷۷
- شکل (۴-۱۴) تجزیه و تحلیل متوسط وزنی معیارهای آب و اقلیم در دشت گرمسار دوره ۹۰-۱۳۸۸... ۷۷
- شکل (۴-۱۵) نقشه وضعیت بیابان‌زایی دشت گرمسار ۷۸
- شکل (۴-۱۶) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص میزان بارش طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ۸۰
- شکل (۴-۱۷) نقشه مناطق تحت هشدار از منظر شاخص میزان بارش طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ۸۱
- شکل (۴-۱۸) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص خشکی طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ۸۳
- شکل (۴-۲۰) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی شاخص خشکسالی طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ۸۶
- شکل (۴-۲۱) نقشه مناطق تحت هشدار از منظر شاخص خشکسالی طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ۸۷
- شکل (۴-۲۲) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی از منظر شاخص نوسانات سطح سفره طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱... ۸۹
- شکل (۴-۲۳) نقشه مناطق تحت هشدار از منظر شاخص نوسانات سطح سفره طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱... ۹۰
- شکل (۴-۲۴) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی از منظر شاخص هدایت الکتریکی طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱..... ۹۲
- شکل (۴-۲۵) نقشه مناطق تحت هشدار از منظر شاخص هدایت الکتریکی طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱..... ۹۳
- شکل (۴-۲۶) نقشه‌ی کلاس بیابان‌زایی از منظر شاخص نسبت جذب سدیم طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱.... ۹۴
- شکل (۴-۲۷) نقشه مناطق تحت هشدار از منظر نسبت جذب سدیم طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱..... ۹۶
- شکل ۵-۱ مدل پیشنهادی سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی ۱۰۶

فهرست جداول

- جدول (۱-۱) طبقه‌بندی شاخص خشکی ۸
- جدول (۲-۱) پراکنش مناطق خشک جهان، تیپ‌های پوشش گیاهی عمده، و جمعیت انسانی ۹
- جدول (۱-۳) مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی ۳۴
- جدول (۲-۳) مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه ۳۴
- جدول (۳-۳) مشخصات ایستگاه‌های باران سنجی منطقه ۳۴
- جدول (۴-۳) پارامترهای آماری بارندگی‌های سالانه ایستگاه‌های منطقه ۳۵
- جدول (۵-۳) توزیع فصلی بارندگی ایستگاه‌های مطالعه شده در دراز مدت ۳۶
- جدول (۶-۳) تعیین نوع اقلیم با استفاده از روش دومارتن ۴۰
- جدول (۷-۳) توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی ۴۷
- جدول (۸-۳) مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک براساس روش (SPI) ۵۳
- جدول (۹-۳) تعیین امتیاز شاخص‌های معیار اقلیم در روش IMDPA ۵۴
- جدول (۱۰-۳) تعیین امتیاز شاخص‌های معیار آب در مدل IMDPA ۵۸
- جدول (۱-۴) وسعت کلاس‌های شاخص بارش در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۶۳
- جدول (۲-۴) وسعت کلاس‌های شاخص خشکی در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۶۴
- جدول (۳-۴) طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک براساس روش SPI ۶۵
- جدول (۴-۴) وسعت کلاس‌های شاخص تداوم خشکسالی در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۶۷
- جدول (۵-۴) میانگین وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر بر معیار اقلیم در دوره ۱۳۷۳-۷۵ ۶۷
- جدول (۶-۴) میانگین وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر بر معیار اقلیم در دوره ۱۳۷۵-۸۱ ۶۷
- جدول (۷-۴) میانگین وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر بر معیار اقلیم در دوره ۱۳۸۱-۸۸ ۶۸
- جدول (۸-۴) میانگین وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر بر معیار اقلیم در دوره ۱۳۸۸-۹۰ ۶۸
- جدول (۹-۴) وسعت کلاس‌های معیار اقلیم در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۶۹
- جدول (۱۰-۴) وسعت کلاس‌های شاخص نوسانات سطح سفره در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۰
- جدول (۱۱-۴) وسعت کلاس‌های شاخص هدایت الکتریکی در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۲

- جدول (۱۲-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص نسبت جذب سدیم در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۳...۷۴
- جدول (۱۳-۴) متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های موثر بر تخریب منابع آب در دوره ۱۳۷۳-۷۵..... ۷۴
- جدول (۱۴-۴) متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های موثر بر تخریب منابع آب در دوره ۱۳۷۵-۸۱..... ۷۴
- جدول (۱۵-۴) متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های موثر بر تخریب منابع آب در دوره ۱۳۸۱-۸۸..... ۷۴
- جدول (۱۶-۴) متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های موثر بر تخریب منابع آب در دوره ۱۳۸۸-۹۰..... ۷۴
- جدول (۱۷-۴) وسعت کلاسه‌های معیار آب در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۵.....
- جدول (۱۸-۴) متوسط وزنی ارزش کمی معیارها در دوره‌ی آماری ۱۳۷۳-۷۵..... ۷۶
- جدول (۱۹-۴) متوسط وزنی ارزش کمی معیارها در دوره‌ی آماری ۱۳۷۵-۸۱..... ۷۶
- جدول (۲۰-۴) متوسط وزنی ارزش کمی معیارها در دوره‌ی آماری ۱۳۸۱-۸۸..... ۷۶
- جدول (۲۱-۴) متوسط وزنی ارزش کمی معیارها در دوره‌ی آماری ۱۳۸۸-۹۰..... ۷۶
- جدول (۲۲-۴) توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۹.....
- جدول (۲۳-۴) متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی در چهار دوره‌ی آماری مورد مطالعه ۷۹.....
- جدول (۲۴-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص بارش از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۰
- جدول (۲۵-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص بارش از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۲
- جدول (۲۶-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص خشکی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۳
- جدول (۲۷-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص خشکی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۵
- جدول (۲۸-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص خشکسالی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۶
- جدول (۲۹-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص خشکسالی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۸
- جدول (۳۰-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص نوسانات سطح سفره از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۸۹
- جدول (۳۱-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص نوسانات سطح سفره از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۹۱
- جدول (۳۲-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص هدایت الکتریکی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۹۳
- جدول (۳۳-۴) وسعت کلاسه‌های شاخص نسبت جذب سدیم از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۹۵
- جدول (۳۴-۴) وسعت مناطق تحت هشدار از منظر شاخص نسبت جذب سدیم از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰..... ۹۶



فصل اول

كليات:

مقدمه، اهداف،

مفاهيم، تعاريف

۱-۱- مقدمه

بیش از ۸۰ درصد از سرزمین ایران در قلمروی شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک تا خشک نیمه مرطوب قرار دارد، در نتیجه به سبب مجموعه شرایط اقلیمی و ویژگی‌های طبیعی حاکم بر آن، بخش عمده‌ای از زیست بوم‌های این سرزمین در برابر شیوه‌های بهره‌برداری نامناسب بسیار حساس و شکننده بوده و بالقوه و یا در عمل در معرض پدیده بیابان‌زایی قرار دارد.

آثار و شواهد تاریخی نشان می‌دهد که مردم ایران زمین از دیرباز با زیست بوم بیابان آشنا بوده و از طریق اتخاذ روش‌های پایدار برای بهره‌برداری از منابع محیطی چون آب، خاک، پوشش گیاهی به نوعی از همزیستی با بیابان دست یافته‌اند. با این همه طی یک قرن اخیر روند رو به رشد افزایش جمعیت و تغییر ساختارهای اقتصادی و اجتماعی از یک سو و از طرفی بروز تغییراتی در شرایط اقلیمی باعث به هم خوردن تعادل طبیعی بین انسان و روابط اجتماعی و بنیان‌های اقتصادی شده است. متأسفانه این تغییرات روند روبه رشدی نیز داشته است و نه تنها در کشور ما بلکه در بسیاری از مناطق خشک جهان به شدت در حال گسترش است. تا آنجا که امروزه پدیده بیابان‌زایی به عنوان یکی از بارزترین وجوه تخریب محیط زیست و انهدام منابع طبیعی در جهان مطرح گردیده و طی چند دهه گذشته کوشش‌های جهانی فراوانی جهت مقابله با گسترش این پدیده و تعدیل آثار زیانبار آن صورت گرفته است که از مهم‌ترین این اقدامات می‌باید به موضوع کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی و تقلیل اثرات خشکسالی از سوی سازمان ملل متحد اشاره نمود^۱ (UNCCD, 2005).

جمهوری اسلامی ایران با پذیرش این کنوانسیون، سومین کشوری بود که آن را امضاء کرد و پس از طی مراحل قانونی و طرح آن در صحن عمومی مجلس شورای اسلامی و تصویب آن به عنوان قانون الحاق جمهوری اسلامی ایران به معاهده بین‌المللی مقابله با بیابان‌زایی و تقلیل اثرات خشکسالی رسماً به عنوان یکی از کشورهای متعهد به مفاد این کنوانسیون گردید و بر اساس آن متعهد گردید که مفاد و مصوبات نشست‌ها و جلسات معاهده فوق را به اجرا درآورد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). براساس مفاد کنوانسیون بیابان‌زدایی کشورها ملزم به معرفی معیارهای پایش، ارزیابی بیابان‌زایی و ایجاد سیستم هشدار اولیه^۲ هستند که در این تحقیق سعی می‌شود نحوه استقرار یک سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی ارائه شود.

ارزیابی بیابان‌زایی براساس تعیین معیارها و شاخص‌های مناسب مربوط به بخش‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی و شناسایی عوامل موثر در فرایندهای تخریب اراضی میسر می‌گردد. با مشخص شدن معیارها و شاخص‌های مربوط به هر منطقه و همچنین پایش آنها در طی دوره‌های زمانی، امکان تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی برای پی بردن به عوامل اصلی بیابان‌زایی و اثرات ناشی از آن، همچنین توسعه و ابداع سیستم‌های هشدار اولیه برای بیابان‌زایی امکان‌پذیر است. به عبارت دیگر می‌توان چنین گفت که معیارها، شاخص‌ها، پایش، ارزیابی و سیستم هشدار اولیه به عنوان اجزای لاینفک یک سیستم جامع مطالعه بیابان‌زایی و مدیریت پایدار منابع طبیعی می‌باشند.

^۱. United Nations Convention to Combat Desertification

^۲. Early Warning System

با توجه به اهمیت معضل بیابان‌زایی، طراحی و ارائه‌ی سیستم‌های هشدار اولیه بیابان‌زایی به عنوان ابزار کلیدی در راستای کاهش حوادث و اثرات منفی آن بر کیفیت زندگی بشر، باید در اولویت قرار گیرد. این چنین سیستمی نیاز به انعکاس صحیح و مناسب از مقیاس‌های مکانی و زمانی داشته تا بتواند تشخیص مناسب و صحیحی از وقوع بیابان‌زایی ارائه نماید.

در این تحقیق سعی می‌شود علی‌رغم جدید بودن موضوع، روند استقرار سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی به صورت پایلوت و الگو در منطقه گرمسار براساس فرض‌های زیر ارائه شود:

- بیابان‌زایی در منطقه اتفاق افتاده است و تخریب اراضی کماکان ادامه دارد.
- سیستم‌های مربوط به پایش با توجه به داده‌ها، اطلاعات میدانی و کارهای میدانی، وضعیت تخریب اراضی و معیارها و شاخص‌های موثر بر بیابان‌زایی را مرتب ثبت می‌کند و وضعیت بیابان‌زایی را در قالب نقشه و مدل در طول زمان بررسی و ارائه می‌کند (خروجی‌های پایش).
- با توجه به داده‌های حاصل از پایش می‌توان معیارها و شاخص‌های ارزیابی و سیستم‌های هشدار اولیه را شناسایی و تدوین نمود.

۱-۲- اهداف تحقیق و ضرورت انجام آن

پس از وقوع هر فاجعه‌ای خسارات جبران ناپذیری بر مردم و دولت‌ها وارد می‌شود که بخشی از این خسارات به واسطه‌ی عدم آگاهی از وقوع پدیده‌های مخرب و بخشی نیز مربوط به عدم آمادگی جهت مواجهه با شرایط نامناسب می‌باشد. برای کنترل بیابان‌زایی نیز به مانند سایر بلایای طبیعی نیازمند تدوین برنامه‌ای جامع می‌باشیم که لازمه تدوین برنامه، شناسایی دقیق ریسک و آسیب‌پذیری نقاط و جمعیت وابسته و سپس تهیه برنامه جهت مواجهه با شرایط می‌باشد.

با راه‌اندازی و استقرار سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی، معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی به طور سیستماتیک جمع‌آوری و آنالیز می‌شود و نسبت به آستانه‌ها کنترل می‌شوند تا در صورت بروز هر گونه تخریب احتمالی، هشدار لازم به اطلاع بهره‌بردار و دستگاه مرتبط رسانده شود تا تصمیمات لازم را اتخاذ نمایند و از تخریب اراضی جلوگیری نمایند.

پایش که عبارتست از پیگیری تغییرات در طول زمان، نشان می‌دهد که معیارها و شاخص‌های مورد نظر در عرصه‌ای مشخص چه تغییراتی در بازه زمانی داشته است و روند تغییرات مثبت، ثابت و یا منفی بوده است. تغییرات حادث شده می‌تواند به دلیل تغییرات عوامل مختلف مانند عملیات مدیریتی (بهره‌برداری اشتباه، آبیاری نامناسب)، اقلیم (بارش، حرارت) و یا سیاست‌های دولت (قیمت تضمینی خرید کالا) و غیره باشد که لازم است علاوه بر ثبت تغییرات پارامترهای بیوفیزیکی، تغییرات عوامل تأثیرگذار اقتصادی- اجتماعی، سیاسی و نظایر آن هم ثبت شود تا به سرعت علل تغییرات مخرب شناسایی و نسبت به رفع آنها اقدام نمود.

هدف اصلی از راه‌اندازی این سیستم را می‌توان به نوعی، ایجاد آمادگی برای خطر و اتخاذ تصمیمات مقتضی برای کاهش اثرات و اجتناب از مواجهه با خطر دانست. هشدار سریع یکی از عوامل اصلی برای کاهش ریسک سوانح است.

با توجه به اینکه در حال حاضر هیچ نظام و سامانه‌ای برای پایش تغییرات معیارها و شاخص‌های پایداری عرصه در کشور وجود ندارد، تا زمانی که عرصه کاملاً تخریب نشده، متوجه تخریب و سیر روند نزولی عرصه نشده و بنابراین هیچ برنامه و یا عکس‌العملی هم برای کنترل عامل تخریب و یا معکوس نمودن روند آن هم در پیش گرفته نمی‌شود. این تحقیق کاری جدید و بنیادی می‌باشد و در عین حال به گسترش مرزهای دانش کمک می‌کند و به عنوان یک پژوهش کاربردی می‌تواند نسخه‌ی خوبی برای مسئولین و دست‌اندرکاران کشور محسوب شود. لذا اهداف تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشد:

تهیه اطلس بیابان‌زایی منطقه به صورت رقومی و تصویری: این اطلس شامل لایه‌های اطلاعاتی از معیارهای بیابان‌زایی است که هر یک در چهار کلاس (کم، متوسط، شدید، خیلی شدید) طبقه‌بندی شده، همراه با راهنمای مشخصات شاخص‌های مؤثر و جداول اندازه‌های کمی آن‌ها و تصاویری گویا از اثرات بیابان‌زایی شاخص‌های مورد ارزیابی، است.

تهیه مدل منطقه‌ای پایش معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی: مدل پایش طراحی شده به عنوان یک ابزار مدیریتی، ساز و کار مناسب و لازم را برای پایش مستمر، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده در بررسی میزان تأثیرگذاری فعالیت‌ها و اقدامات پیش‌بینی شده جهت مقابله با پدیده بیابان‌زایی را فراهم می‌نماید.

تدوین و ارائه برنامه استقرار سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی: به منظور شناخت به هنگام انحرافات نامناسب در پارامترهای مورد سنجش (در بخش پایش) و اعلان و اطلاع‌رسانی به هنگام به افراد و دستگاه‌های ذیربط برای اعمال تغییرات نامناسب در شیوه مدیریت اراضی است.

مراحل تهیه سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی به شرح ذیل می‌باشد:

- جمع‌آوری کلیه آمار و اطلاعات داخل و خارج از کشور در ارتباط با سیستم هشدار اولیه
- اصول سیستم‌های هشدار اولیه
- بررسی نتایج مطالعه کالیبراسیون معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی و انتخاب سهل‌الوصول‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌ها جهت هشدار (اطلاعاتی که از بخش پایش در اختیار هشدار قرار خواهد گرفت)
- تعیین آستانه‌های هر شاخص

۳-۱- تعاریف و مفاهیم

در ابتدای این تحقیق لازم است با مفاهیمی که در یک سیستم هشدار کاربرد دارد آشنا گردیم. در منابع مختلف برای واژه‌هایی مانند مناطق خشک، بیابان، بیابان‌زایی، فرسایش، تخریب سرزمین، تعاریف مختلف و گاهاً متضادی ارائه شده است که بهتر است در بدو امر، برای نزدیک شدن افکار و اذهان تعاریف بازنگاری و هماهنگ‌سازی انجام شود.

کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی و تقلیل اثرات خشکسالی با بررسی منابع مختلف و هم‌اندیشی‌های بسیار، تلاش نمود تعاریف مرتبط را به گونه‌ای تبیین نماید که ضمن گویا بودن، بیانگر اهداف اجرایی، شمول عرصه مبتلایه هم باشد. در اینجا برخی از تعاریف ارائه شده در متن کنوانسیون جهت روشن شدن اذهان بیان می‌گردد البته در بخش‌های دیگر تعاریف دیگری هم که مورد قبول برخی مجامع علمی است ارائه می‌شود.

الف- بیابان^۱، برای واژه بیابان تعاریف و تعبیر زیادی شده است که بیشتر آنها صرفاً از دیدگاه اقلیم‌شناسی، مفاهیم ناقص و غیرمبسطی را از مناطق بیابانی ارائه می‌دهند، در حالی که عوامل دیگری از جمله پوشش گیاهی، کاهش توان بیولوژیکی اکوسیستم‌ها، شدت فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک، منابع آب و نهایتاً تنگ شدن عرصه برای زیست ساکنین اکوسیستم‌ها از مواردی است که باید بیابان را با آن محک زد. بر این اساس^۲ UNEP در سال ۱۹۷۷ تعریفی از بیابان ارائه داد که طبق آن بیابان به اکوسیستم زوال یافته‌ای اطلاق می‌گردد که پتانسیل تولید بیولوژیک خود را یا از دست داده یا در حال از دست دادن است.

ب- بیابان‌زایی^۳، به معنی تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب ناشی از عوامل مختلف از جمله تغییرات آب و هوا و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. این پدیده اثرات بسیار وسیع و گسترده، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به ویژه فقر گسترده و تخریب منابع را به دنبال داشته از جمله:

- تهدید تخریب ۷۳ درصد کل مراتع جهان (۳/۳ میلیارد هکتار)
 - افت توان تولید خاک در ۴۷ درصد مناطق خشک جهان
 - غیرقابل استفاده شدن ۵۰ تا ۷۰ هزار کیلومتر مربع اراضی حاصلخیز در سال
 - ۴۲ میلیارد دلار خسارت سالانه به محصولات کشاورزی جهان (کوفی عنان ۲۰۰۵)
- در ایران:
- حدود ۱۰۰ میلیون هکتار از اراضی در معرض پدیده بیابان‌زایی است که عبارتند از:
 - ۷۵ میلیون هکتار در معرض فرسایش آبی
 - ۲۰ میلیون هکتار در معرض فرسایش بادی

¹. Desert

². United Nations Environment Programme

³. Desertification

- ۵ میلیون هکتار در معرض سایر تخریب‌های شیمیایی و فیزیکی که خود شامل: ۲ میلیون هکتار در معرض کاهش حاصلخیزی، ۲ میلیون هکتار در معرض شوری‌زایی و ۱ میلیون هکتار در معرض سایر تخریب‌ها
- پ- بیابان‌زدایی یا مقابله با بیابان‌زایی^۱، فعالیت‌هایی را شامل می‌شود که بخشی از توسعه جامع سرزمین در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب را در راستای توسعه پایدار در بر گرفته و هدف آن عبارتست از:
 - ۱- جلوگیری و یا کاهش تخریب سرزمین،
 - ۲- احیاء زمین‌های نسبتاً تخریب شده،
 - ۳- احیاء زمین‌های نسبتاً بیابانی شده.
- ت- خشکسالی^۲، به معنی پدیده‌ای است که به صورت طبیعی در هنگامی که میزان بارندگی به مراتب کمتر از سطوح ثبت شده عادی بوده اتفاق افتاده و باعث عدم تعادل شدید آب‌شناسی می‌شود که اثر منفی بر روی سیستم‌های تولید منابع زمینی می‌گذارد.
- ث- کاهش اثرات خشکسالی^۳، به معنی فعالیت‌های مربوط به پیش‌بینی خشکسالی می‌باشد که برای کاهش آسیب‌پذیری جامعه و سیستم‌های طبیعی در مقابل خشکسالی به نحوی که به بیابان‌زدایی مربوط می‌شود در نظر گرفته شده‌اند.
- ج- سرزمین^۴، به معنی سیستم زمینی تولید بیولوژیکی می‌باشد که متشکل از خاک، پوشش گیاهی و سایر موجودات زنده و فرآیندهای محیط‌شناسی و آب‌شناسی بوده و در داخل سیستم عمل می‌کنند.
- چ- تخریب سرزمین^۵، به معنی کاهش یا از دست رفتن توان تولید بیولوژیک یا اقتصادی و ترکیب اراضی دیم، آبی، مرتع، چراگاه، جنگل، بوته‌زار در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از سرزمین یا از یک فرآیند یا ترکیبی از فرآیندها از جمله فرآیندهای ناشی از فعالیت‌های انسانی و شیوه‌های سکونتی می‌باشد (UNEP, 2005)^۶، مانند:
 - ۱- فرسایش خاک ناشی از باد و یا آب
 - ۲- زوال خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و یا اقتصادی
 - ۳- نابودی دراز مدت پوشش گیاهی طبیعی
- ح- مناطق خشک، نیمه خشک، خشک نیمه مرطوب به معنی مناطقی به جز مناطق قطبی می‌باشد که در آن نسبت میزان بارندگی به پتانسیل تبخیر در محدوده ۰/۰۵ تا ۰/۶۵ قرار دارد.
- خ- مناطق مبتلایه^۷، به معنی مناطق خشک یا نیمه خشک و یا خشک نیمه مرطوب می‌باشد که از بیابان‌زایی آسیب دیده است.

1. Combat Desertification

2. Drought

3. Mitigating The Effects of Drought

4. Land

5. Land degradation

6. United Nation Environment Program

7. Areas Affected

ی- کشورهای مبتلایه^۱، به معنی کشورهایی است که سرزمین آنها، تماماً یا بخشی، مناطق آسیب دیده را در بر می‌گیرد.

۱-۳-۱- مناطق خشک^۲

برای طبقه‌بندی مناطق خشک عقاید و نظرهای مختلفی وجود دارد که بسیار متباین بوده و ناهمخوانی فراوان دارد. به عقیده بوبک، ماه خشک ماهی است که کمتر از ۱۰ میلی‌متر بارندگی دارد. بر این مبنا، منطقه‌ای که بارش سالانه آن از حداکثر ۱۲۰ میلی‌متر کمتر باشد، منطقه خشک شناخته می‌شود (بذرافشان، ۱۳۸۱).

طبق برآورد لوهوئرو^۳ (۱۹۹۶) اگر بارندگی سالانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر باشد، با مناطق بیابانی سر و کار داریم. در صورتیکه این مقدار ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر باشد منطقه خشک و در صورتی که بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر باشد منطقه نیمه خشک خواهد بود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

به عقیده کیهان، اگر بارندگی بین صفر تا ۲۵۰ میلی‌متر باشد منطقه مورد مطالعه خشک است ولی چنانچه این مقدار به ۲۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر برسد این مناطق نیمه خشک خواهند بود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). به پیشنهاد کردوانی، اگر بارندگی سالانه صفر تا ۵۰ میلی‌متر باشد، بیابان واقعی و چنانچه ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر باشد مناطق خشک بیابانی و در صورتی که ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر باشد، مناطق خشک و در حالی که ۲۵۰ تا ۴۰۰ (۴۵۰) میلی‌متر باشد مناطق نیمه خشک خواهیم داشت (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

جزیره‌ای هم پیشنهاد نمود:

- اگر بارندگی سالانه محلی تا ۱۰۰ میلی‌متر باشد، اقلیم فراخشک.
- اگر بارندگی سالانه محلی ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر باشد، اقلیم خشک.
- اگر بارندگی سالانه محلی ۲۵۰ تا ۴۰۰ (۴۵۰) میلی‌متر باشد، اقلیم نیمه خشک.
- اگر بارندگی سالانه محلی ۴۰۰ (۴۵۰) تا ۶۰۰ میلی‌متر باشد، اقلیم مرطوب.

با امعان نظر به تعاریف فوق‌الذکر که تنها گوشه‌ای از تعاریف ارائه شده برای منطقه خشک می‌باشد، لذا چاره‌ای نبوده جزء اینکه تعریف دبیرخانه کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی و تقلیل اثرات خشکسالی به لحاظ هماهنگ‌سازی، انتخاب شود که در اینجا همان تعریف درج شده در متن کنوانسیون و طبقه‌بندی‌های مربوطه به قرار ذیل ارائه شده است:

بهتر است برای تعریف مناطق خشک از شاخص خشکی استفاده شود که از حاصل تقسیم میانگین بارش سالانه بر میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه محاسبه می‌شود و در صورتیکه P/PET منطقه‌ای بین ۰/۶۵-۰/۰۵ باشد، آن منطقه دارای اقلیم خشک می‌باشد (میدلتون و توماس، ۱۹۷۷)^۴

1. Countries Affected

2. Arid Zone

3. Le Hou, 'erou, 1996

4. Middleton and Thomas, 1977.

به طوری که در مجموع حدود ۵/۲ میلیارد هکتار یا نزدیک به ۴۰ درصد سطح کره زمین دارای اقلیم خشک می‌باشد که در جدول ۲ و ۳ پراکنش مناطق خشک جهان، تیپ‌های پوشش گیاهی عمده، و جمعیت انسانی ارائه شده است.

جدول (۱-۱) طبقه‌بندی شاخص خشکی

شاخص خشکی	اقلیم	درصد از مناطق خشک
۰/۲۰ - ۰/۰۵	خشک	٪۳۰
۰/۲۰ - ۰/۵۰	نیمه خشک	٪۴۵
۰/۵۰ - ۰/۶۵	خشک نیمه مرطوب	٪۲۵

جدول (۱-۲) پراکنش مناطق خشک جهان، تیپ‌های پوشش گیاهی عمده و جمعیت انسانی

الف - پراکنش مناطق خشک (میلیون هکتار) ^۱	مناطق خشک	مناطق نیمه خشک	مناطق خشک نیمه مرطوب	درصد از مناطق خشک جهان	درصد از مساحت قاره ها
آسیا	۶۲۵/۷	۶۹۳/۴	۳۵۲/۷	۳۲/۳	۳۹/۳
آفریقا	۵۰۳/۵	۵۱۳/۸	۲۶۸/۷	۲۴/۹	۴۳/۴
اروپا	۱۱/۰	۱۰۵/۲	۱۸۳/۵	۵/۸	۳۱/۵
آمریکای جنوبی	۴۴/۵	۲۶۴/۵	۲۰۷/۰	۱۰/۰	۲۹/۲
آمریکای شمالی	۸۱/۵	۴۱۹/۴	۲۳۱/۵	۱۴/۲	۳۳/۴
اقیانوسیه	۳۰۳/۰	۳۰۹/۰	۵۱/۳	۱۲/۸	۷۵/۲
در سطح جهان	(۱۵۶۹/۳۰)	(۲۳۰۵/۴۵)	(۱۲۹۵/۲۵)	۱۰۰/۰	۳۹/۷٪ جهان
ب - پراکنش انواع پوشش گیاهی (میلیون هکتار) ^۲	مناطق خشک	مناطق نیمه خشک	مناطق خشک نیمه مرطوب	کل	درصد از مساحت قاره ها
بوته زار	۶۸۳	۵۳۴	۵۰	۱۲۶۸	۲۴
اراضی زراعی	۴۷	۵۳۰	۴۷۵	۱۰۵۲	۲۰
ساوانا	۸۳	۴۰۲	۳۰۳	۷۸۸	۱۵
گراسلند	۱۸۱	۴۷۳	۶۵	۷۱۹	۱۳
جنگل	۱۱	۱۴۰	۲۸۴	۴۳۶	۸
مناطق شهری / صنعتی	۲۶	۸۲	۶۶	۱۷۳	۳
سایر موارد ^۳	۵۵۹	۲۱۳	۱۴۹	۹۲۲	۱۷
در سطح جهان	۱۵۹۱	۲۳۷۴	۱۳۹۱	۵۳۵۶	۱۰۰
ج - پراکنش جمعیت انسانی (%) ^۴	مناطق خشک	مناطق نیمه خشک	مناطق خشک نیمه مرطوب	درصد از جمعیت ساکن در مناطق خشک	
آسیا (شامل روسیه)	۵	۱۸	۱۹	۴۲	
آفریقا	۶	۱۸	۱۷	۴۱	
اروپا	۰	۵	۲۰	۲۵	
آمریکای جنوبی	۲	۱۶	۱۲	۳۰	
آمریکای شمالی	۲	۱۶	۵	۲۳	
آمریکای مرکزی و کارائیب	۶	۱۱	۸	۲۵	
اقیانوسیه	۱	۵	۱۹	۲۵	
در سطح جهان	۴	۴	۱۷	۳۷	

^۱ Reynolds (2001)

^۲ GLCCD 1998, ESRI 1993, UNEP/GRID 1991

^۳ شامل مناطق عاری از پوشش و یا با پوشش بسیار تنک؛ آبهای آزاد، تالابهای دایمی، برف و یخ، و جزیره ها

^۴ GLCCD 1998, ESRI 1993, UNEP/GRID 1991

همانگونه که جدول فوق نشان می‌دهد مناطق خشک عمدتاً به عنوان مرتع مورد استفاده می‌باشند (بیش از ۷۵ درصد مناطق خشک) در حالی که حدود ۲۰ درصد مزارع دیم و یا آبی هستند. از نظر طبقه‌بندی پوشش گیاهی، بوته‌زار تیپ پوشش گیاهی غالب می‌باشد (حدود ۲۴ درصد) و مزارع ۲۰ درصد، ساوانا ۱۵ درصد، گراسلند ۱۳ درصد، جنگل ۸ درصد و مناطق شهری ۳ درصد. حدود ۴۲ درصد مردم آسیا، ۴۱ درصد مردم آفریقا و ۳۰-۲۵ درصد مردم سایر نقاط جهان در مناطق خشک سکنی داشته و روزگار می‌گذرانند که این درصدها معادل جمعیتی بالغ بر ۲ میلیارد نفر می‌باشد.

۱-۳-۳-۱ عوامل بیابان‌زایی در ایران

به طور کلی دو عامل، علل بیابان‌زایی می‌باشند اول، عامل انسانی و دوم عامل طبیعی که عامل طبیعی خود به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۱- عوامل اقلیمی ۲- عوامل زمینی

در نتیجه محورهای بیابان‌زایی به سه قسمت تقسیم می‌شوند:

۱- انسان

۲- عوامل اقلیمی و آب و هوایی

۳- عوامل زمینی

۱- فعالیت‌های انسانی: این فعالیت‌ها، بسیار وسیع بوده که قابل شمارش نیستند و در اینجا به صورت تیترا بیان می‌گردند:

رشد فزاینده جمعیت: طی سنوات ۳۵ تا ۷۵، دو برابر شد که به تبع آن:

- افزایش نیاز ← افزایش فشار به منابع پایه ← تشدید ناپایداری و تخریب سرزمین (بیابان‌زایی)

- بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب‌های زیرزمینی و افت سطح سفره

- افزایش تعداد چاه عمیق و نیمه عمیق از ۴۷۱۳۷ حلقه در سال ۵۲ به ۴۵۰۶۵۳ حلقه در سال ۸۱ (در طول ۳۰ سال حدود ۱۰ برابر)

- ۳/۸ میلیارد متر مکعب بیابان منفی آب دشت‌ها

- شیوه‌های نامناسب آبیاری (بالغ بر ۷۵ درصد به شیوه غرقابی)

- شخم در جهت شیب و آیش بلند مدت اراضی زراعی حساس به فرسایش

- عدم تعادل دام و ظرفیت مرتع (۴۶ میلیون واحد دامی، دام مازاد)

- بوته‌کشی، تخریب و تبدیل غیر اصولی جنگل‌ها و مراتع (چرای دام در جنگل‌ها)

- تخریب ناشی از برداشت غیر اصولی از معادن سطحی (۱۵۰۰ هزار هکتار)

که در مجموع شامل:

- بیابان‌زایی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی

- بیابان‌زایی ناشی از فعالیت‌های دامداری و مرتعداری

- بیابان‌زایی ناشی از زوال پوشش گیاهی (قطع درختان و بوته کنی)

- بیابان‌زایی ناشی از تکنولوژی

۱-۱-۵- سیستم پایش بیابان‌زایی^۱

از پایش به عنوان جزء لاینفک سیستم هشدار اولیه یاد می‌شود. پایش به مفهوم عام یعنی پیگیری و تعقیب تغییرات است که این تغییرات می‌تواند به هر دلیلی باشد. بخشی از وظیفه سیستم هشدار اولیه را سامانه پایش انجام می‌دهد یعنی داده‌های پارامترهای مورد نیاز سیستم هشدار اولیه را سامانه پایش گردآوری و به مرکز مدیریت سیستم هشدار اولیه ارسال می‌نماید.

مفهوم پایش در مدیریت جامع و در سطوح مدیریت محلی، منطقه‌ای و ملی و یا یک حوزه آبخیز جمع‌آوری و ذخیره نظام‌مند آمار و اطلاعات از فعالیت‌ها، پروژه‌ها، طرح‌ها و برنامه‌ها و استراتژی‌هایی است که امکان ارزیابی و گزارش شرایط کلی محدوده مورد نظر را فراهم می‌نماید، می‌باشد. از اهداف پایش فراهم نمودن امکان اندازه‌گیری فعالیت‌های انجام شده و نتایج به دست آمده از آنهاست، نتایجی که ممکن است مستقیم و یا غیر مستقیم حاصل شوند و رابطه نتایج و فعالیت‌ها در مرحله ارزیابی مورد آزمون قرار گیرد.

۱-۳-۶- سیستم هشدار اولیه

استراتژی جهانی کاهش بلایای طبیعی^۲ که از سوی سازمان ملل متحد برای هدایت و رهبری کشورها جهت اتخاذ تدابیر و سیاست‌های مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری در مقابل بلایای طبیعی از اوایل قرن حاضر شکل گرفته است، مسئول پیگیری راه‌اندازی و استقرار سیستم‌های هشدار اولیه بلایای طبیعی از قبیل تسونامی، طوفان، سیل و غیره می‌باشد، سیستم هشدار اولیه^۳ (سریع) را چنین تشریح کرده است:

هشدار سریع یکی از عوامل اصلی برای کاهش ریسک سوانح است. این عامل باعث جلوگیری از تلفات جانی و مالی می‌شود و تاثیرات منفی اقتصادی و مادی ناشی از سوانح را کاهش می‌دهد. برای تاثیرگذاری هر چه بیشتر، سیستم هشدار اولیه باید جوامعی را که در معرض خطر قرار دارند به طور فعال مشارکت دهد، آموزش و آگاهی عمومی در زمینه خطرات تسهیل گردد، پیام‌ها و هشدارها به طور موثر منتشر شوند و اطمینان حاصل شود که افراد همواره در شرایط آمادگی هستند. در شکل (۱-۱) شمایی از نحوه عملکرد سیستم‌های هشدار اولیه ارائه شده است.

¹. Desertification Monitoring System

². United Nations International Strategy for Disaster Reduction

³. Early Warning System