

سلامی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

**پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی در عرصه‌های مرتعی و جنگلی با استفاده از
تکنیک‌های سنجش از دور و شاخص خشکی کچ - بایرام
(مطالعه موردی: استان اصفهان)**

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - بیابان‌زدایی

ندا عباسی

اساتید راهنما:

دکتر رضا جعفری

دکتر سعید سلطانی

تابستان ۱۳۹۲



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی - بیابان زدایی خانم ندا عباسی

تحت عنوان

**پهنه بندی پتانسیل آتش سوزی در عرصه های مرتعی و جنگلی با استفاده از تکنیک های
سنجش از دور و شاخص خشکی کچ - بایرام (مطالعه موردی: استان اصفهان)**

در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۱۸ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| دکتر رضا جعفری | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر سعید سلطانی | ۲- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر صالحی | ۳- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر سعید پورمنافی | ۴- استاد داور |
| دکتر حسین بشری | ۵- استاد داور |
| دکتر محمدرضا وهابی | معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده |

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق
موضوع پایان‌نامه متعلق به دانشگاه
صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هفت
فهرست اشکال	یازده
فهرست جداول	چهارده
چکیده	۱
فصل اول: مقدمه	۲
۱-۱- کلیات	۲
۲-۱- تقسیم‌بندی آتش‌سوزی‌ها	۳
۱-۲-۱- آتش‌سوزی طبیعی	۴
۲-۲-۱- آتش‌سوزی از قیل برنامه‌ریزی شده	۴
۳-۲-۱- آتش‌سوزی تشدیددی	۴
۳-۱- شرح و بیان مسئله	۴
۴-۱- روش‌های پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از داده‌های زمینی:	۵
۱-۴-۱- روش تحلیل سلسله مراتبی	۵
۲-۴-۱- استفاده از شاخص نستروف	۵
۳-۴-۱- ضریب تجربی فرانسیلا	۵
۴-۴-۱- شاخص مک آرتور	۵
۵-۴-۱- شاخص مولگان	۶
۶-۴-۱- شاخص خشکسالی کچ-بایرام	۶
۵-۱- اهداف مطالعه	۶
۱-۵-۱- هدف اصلی	۶
۲-۵-۱- اهداف فرعی	۶
۶-۱- فرضیات، اهمیت و کاربردها	۷

۸.....	فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته
۹.....	۱-۲- بررسی مطالعات انجام شده بر روی شاخص خشکی کچ- بایرام
۱۱.....	۲-۲- مطالعات انجام شده در زمینه محاسبه دمای زمین (LST)
۱۷.....	۳-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی
۲۵.....	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۲۶.....	۱-۳- منطقه مطالعاتی
۲۶.....	۲-۳- داده‌های مورد نیاز
۲۶.....	۱-۲-۳- داده‌های هواشناسی
۲۷.....	۲-۲-۳- داده‌های سنجش از دور
۲۷.....	۱-۲-۲-۳- مشخصات ماهواره ترا سنجنده مودیس
۲۹.....	۳-۳- شاخص خشکی کچ- بایرام KBDI
۲۹.....	۱-۳-۳- روش محاسبه شاخص خشکی کچ- بایرام (باتوجه به مثال جدول ۳-۴)
۳۲.....	۲-۳-۳- تفسیر شاخص خشکی
۳۳.....	۴-۳- پیش پردازش تصاویر ماهواره ای
۳۳.....	۵-۳- روش‌های مورد استفاده در پهنه‌بندی دما
۳۳.....	۱-۵-۳- الگوریتم سوپرینا و همکاران
۳۳.....	۱-۱-۵-۳- تخمین توان تشعشعی سطحی
۳۴.....	۲-۱-۵-۳- تخمین محتوای بخار آب
۳۵.....	۳-۱-۵-۳- محاسبه دمای تابشی
۳۵.....	۲-۵-۳- الگوریتم کول و کاسیلیس (۱۹۷۷)
۳۵.....	۳-۵-۳- الگوریتم یولیویری و همکاران (۱۹۹۴)
۳۶.....	۴-۵-۳- الگوریتم ویدال و همکاران
۳۶.....	۶-۳- پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از سنجش از دور

۳۷	فصل چهارم: نتایج و بحث
۳۸	۱-۴-۱- شاخص خشکی کج-بایرام
۳۸	۱-۴-۱-۱- جداول و نمودارهای ایستگاه‌های استان
۳۸	۱-۴-۱-۱-۱- ایستگاه سمیرم
۴۱	۱-۴-۱-۲- ایستگاه فریدون شهر
۴۴	۱-۴-۱-۳- ایستگاه اصفهان
۴۶	۱-۴-۱-۴- ایستگاه اردستان
۴۸	۱-۴-۱-۵- ایستگاه داران
۵۰	۱-۴-۱-۶- ایستگاه گلپایگان
۵۲	۱-۴-۱-۷- ایستگاه کبوترآباد
۵۴	۱-۴-۱-۸- ایستگاه کاشان
۵۶	۱-۴-۱-۹- ایستگاه خور و بیابانک
۵۸	۱-۴-۱-۱۰- ایستگاه میمه
۶۰	۱-۴-۱-۱۱- ایستگاه نائین
۶۲	۱-۴-۱-۱۲- ایستگاه نطنز
۶۴	۱-۴-۱-۱۳- ایستگاه شهرضا
۶۶	۱-۴-۱-۱۴- ایستگاه شرق اصفهان
۶۸	۱-۴-۱-۱۵- ایستگاه زرین شهر
۷۰	۱-۴-۱-۱۶- ایستگاه خوانسار
۷۲	۱-۴-۱-۱۷- ایستگاه نجف آباد
۷۴	۱-۴-۲- نمودارهای تغییرات سالانه شاخص خشکی در ایستگاه‌ها
۸۰	۱-۴-۳- نقشه‌های پتانسیل آتش‌سوزی در سطح استان اصفهان

۸۸.....	۴-۱-۴- پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ- بایرام
۹۳.....	۴-۲- تهیه نقشه دمای سطح زمین
۹۳.....	۴-۲-۱- الگوریتم سوپرینا و همکاران
۱۰۳.....	۴-۲-۲- الگوریتم کول و کاسیلیس (۱۹۷۷)
۱۰۵.....	۴-۲-۳- الگوریتم یولیویری و همکاران (۱۹۹۴)
۱۰۶.....	۴-۲-۴- الگوریتم ویدال (۱۹۹۱)
۱۱۰.....	۴-۳- پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از دمای سطح زمین و شاخص خشکی کچ- بایرام
۱۱۲.....	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۱۹.....	پیشنهادات
۱۲۰.....	فهرست منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲۶.....	شکل ۳-۱- محدوده منطقه مطالعاتی استان اصفهان
۳۹.....	شکل ۴-۱- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۹ ساله ایستگاه سمیرم
۴۱.....	شکل ۴-۲- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه فریدون شهر
۴۴.....	شکل ۴-۳- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه اصفهان
۴۶.....	شکل ۴-۴- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۶ ساله ایستگاه اردستان
۴۸.....	شکل ۴-۵- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه داران
۵۰.....	شکل ۴-۶- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه گلپایگان
۵۲.....	شکل ۴-۷- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه کبوترآباد
۵۶.....	شکل ۴-۸- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه کاشان
۵۸.....	شکل ۴-۹- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه خورویابانک
۶۰.....	شکل ۴-۱۰- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه میمه
۶۲.....	شکل ۴-۱۱- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه نائین
۶۴.....	شکل ۴-۱۲- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه نطنز
۶۶.....	شکل ۴-۱۳- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه شهرضا
۶۸.....	شکل ۴-۱۴- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۷ ساله ایستگاه شرق اصفهان
۷۰.....	شکل ۴-۱۵- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۶ ساله ایستگاه زرین شهر
۷۲.....	شکل ۴-۱۶- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۶ ساله ایستگاه خوانسار
۷۴.....	شکل ۴-۱۷- نمودار تغییرات بارش، دما و شاخص خشکی امروز در طول دوره آماری ۸ ساله ایستگاه نجف آباد
۷۵.....	شکل ۴-۱۸- نمودار تغییرات ماهانه شاخص خشکی کچ-بایرام در ایستگاه‌ها در سال ۲۰۰۶
۷۶.....	شکل ۴-۱۹- نمودار تغییرات ماهانه شاخص خشکی کچ-بایرام در ایستگاه‌ها در سال ۲۰۰۷
۷۷.....	شکل ۴-۲۰- نمودار تغییرات ماهانه شاخص خشکی کچ-بایرام در ایستگاه‌ها در سال ۲۰۰۸
۷۸.....	شکل ۴-۲۱- نمودار تغییرات ماهانه شاخص خشکی کچ-بایرام در ایستگاه‌ها در سال ۲۰۰۹
۷۹.....	شکل ۴-۲۲- نمودار تغییرات ماهانه شاخص خشکی کچ-بایرام در ایستگاه‌ها در سال ۲۰۱۰
۸۰.....	شکل ۴-۲۳- نقشه متوسط سالانه شاخص خشکی استان اصفهان در سال ۲۰۰۶

- شکل ۴-۲۴- نقشه متوسط سالانه شاخص خشکی استان اصفهان در سال ۲۰۰۷..... ۸۱
- شکل ۴-۲۵- نقشه متوسط سالانه شاخص خشکی استان اصفهان در سال ۲۰۰۸..... ۸۲
- شکل ۴-۲۶- نقشه متوسط سالانه شاخص خشکی استان اصفهان در سال ۲۰۰۹..... ۸۳
- شکل ۴-۲۷- نقشه متوسط سالانه شاخص خشکی استان اصفهان در سال ۲۰۱۰..... ۸۴
- شکل ۴-۲۸- نقشه متوسط دوره آماری ۵ ساله شاخص خشکی استان اصفهان..... ۸۵
- شکل ۴-۲۹- نقشه‌های حداکثر (الف) و حداقل (ب) دوره آماری ۵ ساله شاخص خشکی استان اصفهان..... ۸۶
- شکل ۴-۳۰- نقشه پراکنش آتش‌سوزی در استان اصفهان، سال ۲۰۱۰..... ۸۷
- شکل ۴-۳۱- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ-بایرام با دوره آماری ۵ ساله بوسیله طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن..... ۸۸
- شکل ۴-۳۲- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ-بایرام با دوره آماری ۵ ساله بوسیله طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه..... ۸۹
- شکل ۴-۳۳- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ-بایرام با دوره آماری ۵ ساله بوسیله طبقه‌بندی اقلیمی گوسن..... ۹۰
- شکل ۴-۳۴- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ-بایرام با دوره آماری ۵ ساله بوسیله طبقه‌بندی اقلیمی کوپن..... ۹۱
- شکل ۴-۳۵- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی شاخص خشکی کچ-بایرام با دوره آماری ۵ ساله بوسیله طبقه‌بندی اقلیمی چندمتغیره..... ۹۲
- شکل ۴-۳۶- نقشه شاخص گیاهی NDVI استان اصفهان..... ۹۴
- شکل ۴-۳۷- نقشه توان تشعشعی سطح استان اصفهان..... ۹۵
- شکل ۴-۳۸- نقشه محتوای بخار آب اتمسفری استان اصفهان بر حسب gr/cm^2 به روش سوپرینا و همکاران..... ۹۷
- شکل ۴-۳۹- نقشه محتوای بخار آب اتمسفری استان اصفهان بر حسب gr/cm^2 به روش مائو..... ۹۷
- شکل ۴-۴۰- نقشه محتوای بخار آب اتمسفری ایران در سازمان ناسا..... ۹۸
- شکل ۴-۴۱- نقشه دمای سطح زمین استان اصفهان با استفاده از الگوریتم سوپرینا..... ۹۹
- شکل ۴-۴۲- نقشه دمای سطح زمین استان اصفهان با استفاده از الگوریتم سابمائو..... ۹۹
- شکل ۴-۴۳- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش سوپرینا و دماهای مشاهداتی..... ۱۰۱
- شکل ۴-۴۴- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش سابمائو و دماهای مشاهداتی..... ۱۰۱
- شکل ۴-۴۵- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش سوپرینا و سابمائو..... ۱۰۲
- شکل ۴-۴۶- نقشه دمای سطح زمین استان اصفهان با استفاده از الگوریتم کول و کاسیلیس..... ۱۰۳
- شکل ۴-۴۷- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش کول و کاسیلیس و دماهای مشاهداتی..... ۱۰۳
- شکل ۴-۴۸- نقشه دمای سطح زمین استان اصفهان با استفاده از الگوریتم یولیویری..... ۱۰۵
- شکل ۴-۴۹- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش یولیویری و دماهای مشاهداتی..... ۱۰۵

- شکل ۴-۵۰- نقشه دمای سطح زمین استان اصفهان با استفاده از الگوریتم ویدال ۱۰۶
- شکل ۴-۵۱- نمودار همبستگی بین داده‌های دمایی محاسبه شده در روش ویدال و دماهای مشاهداتی ۱۰۶
- شکل ۴-۵۲- نقشه متوسط دمای استان اصفهان در ۲۰۱۰/۷/۱۸ ۱۰۸
- شکل ۴-۵۳- پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی استان اصفهان با استفاده از داده‌های دمایی سنجنده مودیس و شاخص خشکی کچ-بایرام در تاریخ ۱۳۸۹/۴/۲۷ (۲۰۱۰/۷/۱۸) ۱۱۰
- شکل ۴-۵۴- نمودار همبستگی بین پتانسیل آتش‌سوزی محاسبه شده به وسیله داده‌های دمایی الگوریتم سوپرینا و داده‌های دمایی ایستگاه‌های هواشناسی ۱۱۱

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۷.....	جدول ۳-۱- داده‌های هواشناسی روزانه ایستگاه‌ها در تاریخ ۲۷/۱۸/۲۰۱۰ تا ۲۷.....
۲۸.....	جدول ۳-۲- مشخصات سنجنده مودیس
۲۹.....	جدول ۳-۳- دو نسخه معادله محاسبه شاخص کچ- بایرام ۲۹
۳۰.....	جدول ۳-۴- شاخص خشکی
۳۲.....	جدول ۳-۵- شرایط رطوبتی خاک و پتانسیل آتش سوزی
۴۰.....	جدول ۴-۱- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه سمیرم
۴۳.....	جدول ۴-۲- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه فریدون شهر
۴۵.....	جدول ۴-۳- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه اصفهان
۴۷.....	جدول ۴-۴- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه اردستان
۴۹.....	جدول ۴-۵- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه داران
۵۱.....	جدول ۴-۶- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه گلپایگان
۵۳.....	جدول ۴-۷- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ایستگاه کوثرآباد ۲۰۱۰
۵۵.....	جدول ۴-۸- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه کاشان
۵۷.....	جدول ۴-۹- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه خور و بیابانک
۵۹.....	جدول ۴-۱۰- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه میمه
۶۱.....	جدول ۴-۱۱- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه نائین
۶۳.....	جدول ۴-۱۲- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه نظنز
۶۵.....	جدول ۴-۱۳- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه شهرضا
۶۷.....	جدول ۴-۱۴- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه شرق اصفهان
۶۹.....	جدول ۴-۱۵- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه زرین شهر
۷۱.....	جدول ۴-۱۶- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه خوانسار
۷۳.....	جدول ۴-۱۷- تغییرات شاخص خشکی امروز و سطح خشکی در ماه‌ها و سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ ایستگاه نجف‌آباد
۹۶.....	جدول ۴-۱۸- توان تشعشعی برخی مواد
۱۰۰.....	جدول ۴-۱۹- متوسط دماهای محاسباتی توسط الگوریتم‌های سوپرینا و سابماتو
۱۰۷.....	جدول ۴-۲۰- متوسط دماهای محاسباتی توسط الگوریتم‌های کول و کاسیلیس، یولیویری و ویدال

چکیده:

کمبود منابع آب و خشکسالی‌های اخیر در کشور ما به چالش عمده‌ای تبدیل شده است. افزایش خشکی ممکن است پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع را افزایش دهد و اثرات منفی زیادی بر محیط زیست و زندگی بشر بر جای گذارد. در دهه‌های اخیر روش‌های مختلفی به منظور پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع از جمله شاخص خشکی کچ-بایرام ارائه گردیده است، که داده‌های ورودی این شاخص می‌تواند داده‌های هواشناسی و یا داده‌های دمای سطح زمین حاصل از داده‌های ماهواره‌ای باشد. بنابراین هدف اصلی تحقیق حاضر پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع استان اصفهان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و اقلیمی می‌باشد. شاخص کچ-بایرام بر اساس محتوای رطوبتی خاک است و دامنه خشکی خاک را بین ۰ (حداقل کمبود رطوبت خاک با احتمال آتش‌سوزی کم) تا ۸۰۰ (حداکثر کمبود رطوبت خاک با احتمال آتش‌سوزی شدید) نشان می‌دهد. جهت محاسبه این شاخص داده‌های حداکثر دمای روزانه، بارش روزانه و متوسط بارش سالانه از ۱۷ ایستگاه هواشناسی استان تهیه گردید. علاوه بر استفاده از داده‌های هواشناسی، ۵ الگوریتم سابلئو، کول و کاسیلیس، یولیویری و ویدال بر روی تصویر ماهواره‌ای سنجنده مودیس در تاریخ ۱۸ جولای ۲۰۱۰ جهت استخراج دمای سطح زمین اعمال گردید. نقشه پتانسیل آتش‌سوزی بر اساس داده‌های هواشناسی و شاخص خشکی کچ-بایرام تولید و طبقه‌بندی گردید، سپس صحت این شاخص به کمک پنج روش طبقه‌بندی اقلیمی شامل دومارتن، آمبرژه، گوسن، کوپن و چند متغیره مورد ارزیابی قرار گرفت. در بین الگوریتم‌های دمای سطح زمین، الگوریتمی که دارای بالاترین همبستگی با داده‌های دمایی ایستگاه‌های هواشناسی بود جهت تعیین پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از شاخص KBDI مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم سوپرینا دارای بالاترین میزان همبستگی ($> 80\%$) بود که حداکثر اختلاف دمایی در الگوریتم سوپرینا با داده‌های دمای مشاهداتی ۲/۵ درجه کلون در ایستگاه زرین‌شهر و حداقل اختلاف دمایی ۰/۱۲۲ درجه کلون در ایستگاه میمه می‌باشد. لذا جهت پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای از داده‌های دمایی به دست آمده در الگوریتم سوپرینا استفاده گردید. مطابق با نتایج به دست آمده، بیش از ۹۹٪ همبستگی بین شاخص KBDI استخراج شده از طریق داده‌های اقلیمی و داده‌های دمایی ماهواره‌ای نشان می‌دهد که داده‌های سنجنش از دور می‌تواند جهت پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی در منطقه مطالعاتی مورد استفاده قرار گیرد. حداکثر و حداقل پتانسیل آتش‌سوزی در مناطق شرقی و غربی استان به ترتیب مشاهده گردید. مقایسه بین پوشش گیاهی و نقشه‌های پتانسیل آتش‌سوزی استخراج شده از منطقه نشان داد که احتمال آتش‌سوزی در مناطق شرقی به علت پوشش گیاهی کم و پراکنده، کم می‌باشد در حالی که در مناطق غربی به علت پوشش گیاهی متراکم‌تر در صورت بروز خشکسالی پتانسیل آتش‌سوزی افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: شاخص خشکی کچ-بایرام، طبقه‌بندی اقلیمی، پهنه‌بندی آتش‌سوزی، MODIS، دمای سطح زمین.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع باعث نابودی بخش مهمی از محیط زیست بشر، آلودگی هوا و از بین رفتن ثروت‌ها و امکانات بسیاری می‌شود و جان انسان‌های ساکن در مجاورت جنگل را با مخاطرات جدی مواجه می‌کند و علاوه بر این گونه‌های ارزشمند گیاهی و جانوری را از بین می‌برد [۴]. آتش‌سوزی در مراتع و جنگل‌ها یکی از عمده‌ترین وقایع خطرناکی است که جوامع گیاهی را تهدید کرده، باعث لخت و عریان شدن بستر طبیعی گشته و خسارات جبران‌ناپذیری همچون فرسایش خاک، بروز سیلاب‌های ویرانگر می‌گردد. [۸]. تنها در سال ۱۹۹۴ میلادی، ایالات متحده بیش از یک میلیارد دلار هزینه برای مقابله با آتش‌سوزی جنگل‌های این کشور صرف نمود و در این سال ۳۳ نفر در مقابله با این پدیده ویرانگر جان خود را از دست دادند. بنابراین تلاش بسیاری صرف پیش‌بینی و جلوگیری از وقوع آتش‌سوزی‌های مهیب می‌گردد [۴]. آتش‌سوزی مناطق بکر و طبیعی یک پدیده تکراری در خیلی از اکوسیستم‌های زمینی است. در مقیاس جهانی، آتش‌سوزی‌های پوشش گیاهی با انتشار گازها به جو نقش انکارناپذیری بر روی چرخه‌های اقلیمی جهانی دارند [۷۴]. از اواخر آگوست تا اوایل سپتامبر ۲۰۰۷ یونان بدترین آتش‌سوزی طی ۵۰ سال گذشته را تحمل کرد، که در مجموع ۲۷۰۰ کیلومتر مربع از جنگل‌ها، درختان زیتون و مزارع به وسیله آتش‌سوزی تخریب شد [۵۰]. نیوزیلند سالانه حدود ۳۰۰۰ آتش‌سوزی طبیعی پوشش گیاهی تجربه می‌کند که حدود ۷۰۰۰ هکتار از زمین‌های روستایی را می‌سوزاند [۵۵]. آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع نه فقط از دیدگاه محیط زیست بلکه از نقطه نظر اقتصادی و اجتماعی و امنیتی یکی از اصلی‌ترین موضوعات و نگرانی‌ها در

بسیاری از نقاط جهان می‌باشد [۱۵]. بیشتر آتش‌سوزی‌های مراتع در مراعاتی با وضعیت خوب اتفاق می‌افتد و بیشتر در ترسالی‌ها شاهد حریق‌های غیر عمدی هستیم که در اثر سهل‌انگاری دامداران، روستائیان و طبیعت‌گردان ایجاد می‌شود [۵]. یکی از اثرات مهم و قابل توجه خشکسالی‌ها آماده شدن بستر مناسب جهت ایجاد حریق و آتش‌سوزی در مناطق جنگلی و مراتع می‌باشد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی به منظور پایش و بررسی روند خشکسالی در کشور این امکان را فراهم می‌کند تا ضمن پایش این روند، مناطق مستعد جهت آتش‌سوزی را شناسایی و اقدامات لازم جهت مقابله با آن فراهم آورد [۱۸]. در بخش شمالی ایران بیشترین آتش‌سوزیها از آگوست تا پایان دسامبر وقتی که کاهش در رطوبت و افزایش در شدت باد اتفاق می‌افتد، رخ می‌دهد، در حالیکه در بخش شرقی ایران در تابستان و زمستان بیشتر مستعد آتش‌سوزی است. در مرکز و جنوب ایران افزایش دما و خشکی باعث آتش‌سوزی‌های شدید می‌شود [۳۳]. بر طبق گزارشات منتشر شده از طرف سازمان خوار و بار جهانی هر ساله حدود ۰/۰۶ درصد از جنگل‌های ایران در اثر آتش‌سوزی از بین می‌روند [۱۹]. در اولین سمینار ملی بررسی آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های منابع طبیعی بیان شد که در سال ۱۳۸۹، تعداد ۱۰۸۴۵ مورد آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور رخ داده است [۶]. یکی از معضلات پیش روی مدیریت مراتع و جنگل‌های استان سیستان و بلوچستان آتش‌سوزی‌هایی است که سالانه خسارات زیست محیطی و مالی بالایی را به این استان وارد می‌کند [۷]. بر اساس آمار سازمان منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۱۳۸۹ تعداد ۱۹۰ آتش‌سوزی در استان رخ داده است که باعث وارد آمدن خسارات زیادی به عرصه‌های مرتعی و جنگلی گردیده است.

در طول دهه‌های گذشته، با پیشرفت تکنولوژی ماهواره‌ای سنجش از دور، سنجنده‌های فضایی برای مأموریت‌های مختلف به طور گسترده جهت تعیین آتش‌سوزی‌های فعال و تخمین پتانسیل خطر آتش‌سوزی استفاده شده‌اند [۴۶]. مدل‌های خطر آتش‌سوزی ابزارهای با ارزشی برای مدیریت آتش‌سوزی و مبارزه با آتش‌سوزی هستند اما جمع‌آوری داده برای ورودی این مدل‌ها از لحاظ منابع پولی و زمانی و انسانی هزینه‌بر هستند. سنجش از دور به عنوان راه حلی برای این مسئله توسعه پیدا کرده است. برخی مطالعات از شاخص‌های طیفی سنجش از دوری جهت ارزیابی خطر آتش‌سوزی استفاده می‌کنند [۷۴]. در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای تا جهانی، مطالعات زیادی در جهت کشف و ارزیابی مناطق آتش گرفته و یا در حال حریق با استفاده از سنجنده^۱ AVHRR به خاطر قدرت تفکیک زمانی بالای آن صورت گرفته‌است، اما طی سال‌های اخیر سنجنده^۲ MODIS با تفکیک‌پذیری‌های مکانی ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ متر و ۳۶ باند در محدوده مرئی تا مادون قرمز حرارتی، فصل جدیدی را برای مطالعات آتش‌سوزی پیش روی محققین گشوده‌است [۱۵].

۲-۱- تقسیم‌بندی آتش‌سوزی‌ها

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع را بر حسب منشأ ایجاد می‌توان به ۳ دسته تقسیم نمود:

^۱ Advanced Very High Resolution Radiometer

^۲ Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

۱-۲-۱- آتش‌سوزی طبیعی

در این زمینه علل مختلفی وجود دارد. تابش نور خورشید مهم‌ترین علت آتش‌سوزی طبیعی در جنگلها می‌باشد. بالاترین درجه حرارت را جهت‌های جنوبی دارند زیرا اولاً خاک در بعد از ظهر خشک‌تر و ثانیاً شدت تابش خورشید در بعد از ظهر بیشتر می‌شود و به طور کلی جهات جنوبی دو الی سه برابر جهات شمالی نور و حرارت دریافت می‌کنند [۲۶]. عامل دیگر رعد و برق است که این عامل عمده‌ترین دلیل شروع آتش‌سوزی‌ها در نواحی جنگلی نظیر آمریکا به شمار می‌رود [۴].

۱-۲-۲- آتش‌سوزی از قبل برنامه‌ریزی شده

این نوع آتش‌سوزی‌ها در مناطق در معرض آتش‌سوزی شدید و به صورت عمدی و کاملاً کنترل شده، برای جلوگیری از آتش‌سوزی‌های مهیب، انجام می‌پذیرد [۴].

۱-۲-۳- آتش‌سوزی تشدید

نوع دیگری از آتش‌سوزی است که انسان عامل آن است و از نظر تعداد مهم‌ترین عامل آتش‌سوزی در سطح جهان به شمار می‌رود [۴]. ورود به جنگل‌ها برای کار، شکار و بی‌توجهی افراد، حضور روستائیان، گردشگران از جمله دلایل آتش‌سوزی تشدید می‌باشد [۲۶].

۱-۳- شرح و بیان مسئله

با توجه به این که خشکسالی‌های سال‌های اخیر و همین‌طور کمبود منابع آب در کشور به چالش عمده‌ای تبدیل شده است، یکی از حوادثی که به دنبال این پدیده در کشور ما اتفاق می‌افتد پدیده آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع است. بیشتر جنبه‌های آتش‌سوزی هزینه‌بر هستند که شامل از دست رفتن دارایی‌ها و آسیب اکولوژیک می‌باشد. آتش‌سوزی به عنوان یک عامل مهم برای جلوگیری از هجوم بوته‌ها به علفزارها و کنترل گیاهان نامرغوب مطرح است. این عامل در زمان خشک‌سالی‌ها با افزایش دمای خاک به اندام‌های زیرزمینی گیاه لطمات زیادی وارد نموده و در صورت همراهی چرای مفرط از عوامل تخریب مراتع به شمار می‌رود [۸]. پیش‌بینی صحیح و به موقع رویداد آتش‌سوزی می‌تواند این هزینه‌ها را کاهش دهد. استفاده از داده‌های زمینی به علت دقت بالا در بسیاری از مطالعات قابل مشاهده است. شاخص‌های متعددی جهت پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از داده‌های زمینی به وجود آمده‌اند. در اغلب این شاخص‌ها دما و بارش دو پارامتر اساسی هستند، که از ایستگاه‌های هواشناسی که اغلب به طور پراکنده قرار دارند، به دست می‌آیند. به دلیل کاربرد این داده‌ها در مقیاس‌های کوچک (مناطق کم‌وسعت)، جهت استفاده در مقیاس‌های بزرگ‌تر (مناطق وسیع) درون‌یابی می‌شوند و به مقیاس‌های بزرگ‌تر تعمیم داده می‌شوند. اگر چه داده‌های زمینی دارای دقت بالایی هستند ولی این داده‌ها در مقیاس‌های وسیع در دسترس نیستند. به همین دلیل استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و تکنیک سنجش از دور مادون قرمز حرارتی می‌تواند تا حدودی بر این محدودیت غلبه کند. سنجش از دور، فن‌آوری و علمی است که به وسیله آن بدون تماس فیزیکی با اشیاء می‌توان از آنها اطلاعات به دست آورد. سنجش از دور مادون قرمز حرارتی، فن‌آوری و علمی است که به وسیله آن (اما بدون تماس فیزیکی) می‌توان مشخصه‌های یک شیء و یا پدیده را بدون نیاز به منبع نور تعیین، اندازه‌گیری و یا تجزیه و تحلیل کرد [۲۲].

داده‌های سنجش از دور به دلیل دسترسی راحت و سریع، ارزان بودن و به هنگام بودن، و پوشش زمانی و مکانی بالا می‌توانند راهگشای بسیاری از مطالعات در ابعاد وسیع باشند. با توجه به مطالب گفته شده و ارزش بالای تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات آتش‌سوزی می‌توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های اقلیمی به پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در مناطق مختلف پرداخت.

۴-۱- روش‌های پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از داده‌های زمینی:

۱-۴-۱- روش تحلیل سلسله‌مراتبی^۱

در این روش تهیه نقشه نواحی دارای خطر آتش‌سوزی به عنوان مثال کاربری جنگل بر پایه عوامل پوشش گیاهی، فیزیوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت منطقه)، اقلیمی (دما و بارندگی)، انسانی (جمعیت) و فاصله از جاده‌ها و رودخانه‌ها انجام می‌گیرد. با به کارگیری روش تحلیل سلسله‌مراتبی (با توجه به این که در وقوع آتش‌سوزی، عوامل با دامنه تأثیر متفاوتی دخالت دارند، برای تعیین ضریب اهمیت هر یک از عوامل از فرآیند سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود). عوامل مؤثر در بروز و انتشار آتش‌سوزی به صورت زوجی مقایسه و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تأثیر آنها است، محاسبه می‌شود. با توجه به مقادیر کمی زون هر یک از عوامل، نقشه وزنی هر یک از عوامل تهیه و سپس اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از لایه‌های وزنی مربوط به هر یک از عوامل می‌گردد. در نهایت پنج طبقه از دامنه پتانسیل آتش‌سوزی جنگل از خیلی زیاد تا خیلی کم مشتق می‌شوند [۱۹،۲۶،۲۵].

۲-۴-۱- استفاده از شاخص نستروف^۲

شاخص نستروف، در سال ۱۹۴۹ جهت طبق‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی توسط نستروف توسعه یافت. داده‌های مورد نیاز این شاخص، روزهای بدون بارش، دمای دماسنج خشک^۳ و دمای نقطه شبنم می‌باشد. این شاخص هر روز تا زمانی که بارشی بیش از ۳ میلیمتر رخ دهد افزایش می‌یابد. پس از بارش شروع به کاهش و به صفر رسیدن می‌کند. این شاخص در چهار طبقه شدت آتش‌سوزی را معین می‌کند [۳۵].

۳-۴-۱- ضریب تجربی فرانسیلا

ضریب تجربی فرانسیلا با تکیه بر دو عامل درجه حرارت حداکثر (درجه سانتی‌گراد) و میانگین رطوبت نسبی حداقل (درصد) و نمودار تعیین ضریب خطر آتش‌سوزی نسبت به برآورد ضریب و درجه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی احتمالی اقدام می‌نماید. پس از برآورد احتمال خطر و تهیه نقشه‌های جداگانه خطر آتش‌سوزی برای ماه‌های سال، امکان تطبیق نقشه‌های فوق با داده‌ها و نقشه‌های سنوات قبل از لحاظ زمانی و مکانی فراهم می‌گردد [۱].

۴-۴-۱- شاخص مک آر تور

این شاخص میزان پتانسیل آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را با استفاده از دمای حداکثر هوا، حداقل رطوبت نسبی هوا، حداکثر سرعت باد و شاخص خشکی محیط محاسبه می‌کند. با محاسبه میزان خطر آتش‌سوزی به صورت

¹ Analytical Hierarchy Process, AHP

¹ Nesterov

² Dry Bulb Temperature

تجمعی در یک فصل، می‌توان پتانسیل آتش‌سوزی در یک منطقه را به صورت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد درجه‌بندی نمود [۴].

۱-۴-۵- شاخص مولگان

این شاخص با استفاده از دمای هوا، کمبود فشار بخار اشباع، تعداد روزهایی که از وقوع آخرین بارش گذشته و روزهای مختلف پس از وقوع آخرین بارش می‌توان آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع را تعیین کرد. در این صورت دامنه اعداد ۰ تا بیش از ۴۰۰۰ می‌باشد که در پنج طبقه بدون خطر، کم خطر، خطر متوسط، خطر زیاد و خیلی زیاد می‌توان میزان حساسیت به آتش‌سوزی را تعیین نمود [۴].

۱-۴-۶- شاخص خشکسالی کچ-بایرام^۱

محتوای رطوبتی خاک در لایه بالایی خاک، تأثیر مهمی بر آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع دارد. این شاخص قابلیت اشتعال مواد آلی بالای خاک را نشان می‌دهد. پارامترهای مورد نیاز برای این شاخص عبارتند از:

۱- دمای حداکثر روزانه

۲- بارش روزانه

۳- متوسط بارش سالانه

این شاخص کمبود رطوبت خاک را در عمق ۱۸ اینچی از سطح خاک برآورد می‌کند. دامنه خشکی خاک در شاخص کچ-بایرام بین ۰ (حداقل کمبود رطوبت خاک با احتمال آتش‌سوزی کم) تا ۸۰۰ (حداکثر کمبود رطوبت خاک با احتمال آتش‌سوزی شدید) می‌باشد [۴۵]. با توجه به اینکه (۱) این روش به داده‌های میدانی نیاز ندارد، (۲) داده‌های اقلیمی استفاده شده در آن کم می‌باشد و تنها شامل دما و بارش است، (۳) اندازه‌گیری این داده‌ها راحت و کم هزینه می‌باشد، (۴) شیوه کار مرحله بندی شده است و محاسبات راحت می‌باشد و (۵) نیازی به نقشه کاربری زمین، خاک، توپوگرافی ندارد، لذا در این مطالعه از این شاخص جهت پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی استفاده شده است.

۱-۵- اهداف مطالعه

۱-۵-۱- هدف اصلی

هدف اصلی تحقیق حاضر پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و اقلیمی می‌باشد. با توجه به مطالب گفته شده و ارزش بالای تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات آتش‌سوزی، بنابراین در این مطالعه از داده‌های اقلیمی استخراج شده از سنجنده‌های ماهواره‌ای و شاخص خشکی Keetch-Byram به

³ Keetch-Byram Drought Index

منظور پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی در عرصه‌های مرتعی و جنگلی استان اصفهان استفاده می‌گردد. با استفاده از نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان مناطق مختلف استان را از نظر پتانسیل آتش‌سوزی بررسی کرد و مناطق با احتمال بالای آتش‌سوزی را مشخص نمود، در نتیجه با مشخص شدن این مناطق و با برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح مناطق دارای پتانسیل بالای آتش‌سوزی می‌توان از خسارات احتمالی که به این مناطق در اثر آتش‌سوزی وارد می‌شود، کاست. همان‌طور که می‌دانیم، یکی از عوامل تأثیرگذار در مدیریت آتش‌سوزی، در دست داشتن اطلاعات و نقشه‌های مرتبط با میزان خطر و یا پتانسیل آتش‌سوزی می‌باشد.

۱-۵-۲- اهداف فرعی

۱- بررسی پتانسیل شاخص Keetch-Byram در پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی.

۲- پهنه‌بندی دمایی استان با استفاده از داده‌های اقلیمی.

۳- پهنه‌بندی دمایی استان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای.

۴- تهیه نقشه پراکنش آتش‌سوزی مراتع و جنگل‌ها در استان اصفهان.

۱-۶- فرضیات، اهمیت و کاربردها

-پهنه‌بندی احتمال بروز آتش‌سوزی مراتع و جنگل‌ها با دقت بالا امکان‌پذیر است.

-پهنه‌بندی دمایی استان با استفاده از باندهای حرارتی مودیس از صحت بالایی برخوردار است.

-شاخص کچ-بایرام دارای پتانسیل بالایی در پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی می‌باشد.

اهمیت آگاهی از میزان دما می‌تواند برای بسیاری از مطالعات توازن گرمای سطحی، برآورد تبخیر و تعرق، تهیه نقشه‌های دمای پایین و یخبندان، بررسی تغییر اقلیم منطقه با توجه به توپوگرافی و کاربری زمین و یا پایش رشد محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مطالعه آتش‌سوزی مراتع و جنگل‌ها از لحاظ خساراتی که به بار می‌آورد در کشورها و مناطق مختلف جهان اهمیت بسزایی دارد. در اثر آتش‌سوزی ارزش حفاظتی گیاهان کاهش می‌یابد و صدمه به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک وارد می‌شود. در نتیجه با مطالعه آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع می‌توان از خساراتی همچون تخریب پوشش گیاهی، جلوگیری از بروز سیلاب‌های مخرب و همچنین آزادسازی گازهای گلخانه‌ای کاست و هزینه‌ها را کاهش داد. با استفاده از این مطالعه می‌توان نه تنها در نواحی مختلف استان بلکه در کل کشور نواحی مستعد آتش‌سوزی را تعیین نمود. در نتیجه با تعیین نمودن این مناطق می‌توان به حفاظت از این مناطق پرداخت.

فصل دوم

مروری بر مطالعات گذشته

در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی به منظور پهنه‌بندی آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع از طریق داده‌های سنجش از دور و اطلاعات هواشناسی به کمک الگوریتم‌های مختلف صورت گرفته‌است. شاخص‌های متعددی جهت پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی با استفاده از داده‌های زمینی به وجود آمده‌اند که می‌توان از جمله آنها به شاخص خشکی کچ-بایرام اشاره کرد. در اغلب این شاخص‌ها دما و بارش دو پارامتر اساسی هستند. احتیاج گسترده به اطلاعات دمایی در یک مقیاس بزرگ برای مطالعات محیطی و فعالیت‌های مدیریتی منابع زمینی، استخراج دمای سطح زمین از طریق داده‌های سنجش از دور را به یک موضوع مهم در دهه‌های اخیر مبدل ساخته‌است. در این فصل ابتدا به بررسی مطالعات انجام شده بر روی شاخص خشکی کچ-بایرام پرداخته می‌شود. از آنجا که اطلاع از دمای سطح زمین و الگوهای رفتاری آن در فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک، به ویژه در شرایط جوی گرم و خشک بسیار مهم است، به طوریکه در هر مطالعه مرتبط با زمین دمای سطح زمین نیز مطالعه می‌شود، بنابراین به مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در تعیین دمای سطح نیز پرداخته می‌شود، سپس مطالعات مربوط به استفاده از داده‌های سنجش از دوری و شاخص‌های اقلیمی پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی مورد بررسی قرار می‌گیرد.