

فصلنامه علمی، اقتصادی، اجتماعی - سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

بهار ۱۳۹۶ - ۸۴ صفحه - ۳۰۰۰۰ ریال

ISSN 1735-0093

سوزمین ما، خانه ما، آینده ما

مروری بر آینده‌نگاری و چشم‌اندازسازی در اقدام‌های بیابان‌زدایی

نگاهی به پدیده گردوغبار مناطق جنوب و جنوب غرب ایران

بررسی اکولوژی دشت لوت

آشنایی با نرم‌افزار متن‌باز Collect Earth و کاربرد آن

ارزیابی تحمل به خشکی در چهار گونه از جنس Stipa

تعیین میزان تأثیرگذاری برخی فاکتورهای اقلیمی بر روی پدیده خشکیدگی

هشدار تغییر آب و هوا

بررسی فلوریستیک مراتع مشجر استان فارس

مقایسه و پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی جنگل‌های هیرکانی و زاگرس

روش‌های تشخیص و تعیین تاج تک درخت با داده‌های دورسنجی

ارزیابی و واسنجی مدل‌های نسبت تحویل رسوب SDR

راهنمای نگارش مقاله برای مجله جنگل و مرتع

رعایت دستورالعمل زیر در نگارش مقاله‌هایی که برای چاپ به مجله جنگل و مرتع ارسال می‌گردند ضروری است.

۱- نوع مقاله

مقاله‌های علمی- ترویجی در یکی از زمینه‌های منابع طبیعی که به زبان فارسی نوشته شده و برای نخستین بار منتشر می‌شود جهت چاپ مورد بررسی هیأت تحریریه مجله جنگل و مرتع قرار خواهد گرفت. هیأت تحریریه پس از طی مراحل داوری نظر خود را مبنی بر قبول یا رد مقاله توسط سردبیر مجله به نگارنده (نگارندگان) اعلام خواهد کرد.

۲- روش تدوین

مقاله به ترتیب از اجزای زیر تشکیل خواهد شد.

۱-۲- عنوان

عنوان باید خلاصه، گویا و بیانگر محتویات مقاله بوده و از ۱۵ واژه تجاوز نکند.

۲-۲- چکیده

چکیده باید مجموعه فشرده و گویایی از مقاله، با تأکید بر تشریح مسئله، روش کار و نتایج بوده و از ۱۲ سطر (حدود ۲۵۰ واژه) بیشتر نباشد.

۳-۲- واژه‌های کلیدی

حداکثر ۸ واژه کلیدی ویژه، درباره موضوع مقاله، بعد از چکیده ارائه شود.

۴-۲- مقدمه

مقدمه باید شامل طرح مسئله، اهمیت، فرضیه، مرور منابع علمی، جمع‌بندی نتایج حاصل از تحقیق‌های پیشین و شرح هدف باشد.

۵-۲- مواد و روش‌ها

در این قسمت، مواد و وسایل به کار رفته، شیوه اجرای تحقیق، طرح آماری و روش‌های شناسایی و ارزیابی توضیح داده می‌شود.

۶-۲- نتایج

تمامی نتایج کیفی و کمی به دست آمده در این قسمت ارائه می‌گردد. در صورت نیاز می‌توان موضوعات را طبقه‌بندی نموده و برای ارائه نتایج از یک نسخه از جدول، منحنی، نمودار و یا تصویر استفاده نمود.

۷-۲- بحث و نتیجه‌گیری

در این قسمت نتایج به دست آمده با توجه به هدف بررسی و یافته‌های سایر تحقیق‌ها، تجزیه و تحلیل شده و درباره آنها بحث و نتیجه‌گیری به عمل می‌آید. نگارنده در همین قسمت می‌تواند توصیه‌ها و پیشنهادها را لازم جهت انجام بررسی‌های بعدی را نیز ارائه کند.

۸-۲- منابع مورد استفاده

منابع مورد استفاده باید به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده (یا نام سازمان مربوطه در صورتی که فاقد نگارنده باشد) مرتب شود. چنانچه از یک نگارنده چند منبع مورد استفاده قرار گرفته باشد، ترتیب ارائه آنها بر حسب سال انتشار از قدیم به جدید است. در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه می‌شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس بقیه آنها به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب می‌شود. در تنظیم منابع، ابتدا مراجع فارسی و سپس مراجع خارجی به صورت پیوسته شماره گذاری می‌شوند. در مورد مقاله، نام خانوادگی و نام نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان اختصاری یا کامل مجله، شماره جلد، شماره مجله در داخل پراکنش و شماره اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد. در صورت وجود چند نگارنده پس از نوشتن نام خانوادگی و نام نگارنده اول، برای هر یک از نگارندگان دیگر ابتدا نام و سپس نام خانوادگی آنها نوشته خواهد شد. قبل از نوشتن نام نگارنده آخر، در منابع فارسی حروف (و) و در منابع خارجی علامت، خواهد آمد. در مورد کتاب نام خانوادگی و نام نگارنده (در صورت وجود چند نگارنده همانند مقاله عمل شود)، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب ذکر خواهد شد.

در مورد منابع خارجی، بعد از نام خانوادگی، حرف اول نام نگارنده با سال انتشار نوشته خواهد شد و در متن مقاله تنها نام خانوادگی نگارنده و سال انتشار به فارسی نوشته می‌شود. در این مورد می‌توان تنها شماره مربوط به نگارنده، در فهرست منابع فارسی یا خارجی را در داخل پراکنش ذکر نمود.

در تنظیم فهرست منابع برای کتاب و مقاله از الگوی زیر پیروی می‌شود:

- حبیبی کاسب، حسین، ۱۳۷۱. مبانی خاک‌شناسی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۱۱۸، تهران، ص ۴۲۳.

Panshin, A.J. & C. De Zeeuw, 1980. Textbook of Wood Technology, 4 th Ed., Mc Graw Hill Inc, New York., 722 pp.

- احمدی، حسن، محمدرضا اختصاصی، سادات فیض‌نیا و محمدجواد قانع باقی، ۱۳۸۱. بررسی روش‌های کنترل فرسایش بادی برای حفاظت راه‌آهن، مطالعه موردی: منطقه بافق، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵ (۳): ۳۲۷-۳۳۹.

۳- شیوه نگارش

مقاله در ۲ نسخه روی کاغذ سفید و به ابعاد ۲۸×۲۱ سانتی متر (A4) با رعایت ۳ سانتی متر حاشیه بالا و پایین و ۲ سانتی متر حاشیه راست و چپ ۱/۵، با قلم Nazanin و اندازه حروف ۱۲، با رعایت تمامی اصول نگارشی، بدون اشتباه و خط خوردگی در برنامه word xp تایپ شده و تعداد صفحات آن بیشتر از ۱۲ صفحه نباشد. همراه مقاله باید یک صفحه جداگانه که در آن عنوان کامل مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده (گان)، مرتبه علمی و نام گروه یا موسسه‌ای که نگارنده (گان) در آن مشغول کار می‌باشد، نام فرد مسئول مکاتبات همراه با نشانی و تلفن تماس و E-mail به پیوست ارسال و از ذکر مشخصات فوق در سایر صفحه‌های مقاله باید خودداری شود. دیسکت و یا لوح فشرده (CD) حاوی مقاله نیز باید همراه مقالات ارسال گردد. و همچنین می‌توانید به نشانی پست الکترونیکی مجله ارسال نمایید.

در تنظیم جداول، منحنی‌ها، اشکال و تصاویر رعایت نکات زیر الزامی است:

- اطلاعات جداول، نباید به صورت منحنی و یا به شکل دیگر در مقاله تکرار شوند. شماره و عنوان در بالای جدول ذکر گردد.

- هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به خود باشد، و چنانچه تمام ارقام جدول دارای واحد یکسان باشند، می‌توان واحد را در عنوان جدول ذکر نمود.

- توضیحات اضافی عنوان و متن جدول، به صورت زیرنویس ارائه می‌گردد. نتایج بررسی‌های آماری، باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود و در هر صفحه نباید بیش از دو جدول آورده شود.

- شکل‌های هر مقاله شامل منحنی، نمودار، عکس و نقشه بوده و همه به طور یکسان به عنوان شکل شماره گذاری می‌شوند. شکل‌ها باید به صورت سیاه و سفید با کیفیت و مناسب و مطلوب تهیه شده و شماره و عنوان آنها در پایین بیاید.

- عکس‌ها و نقشه‌ها باید واضح، مطالب آنها خوانا و دارای مقیاس باشند. نگارش نام نگارنده، عنوان مقاله و شماره هر شکل با مداد در پشت آن ضروری است. ذکر مآخذ عکس‌ها یا شکل‌هایی که از منابع دیگر اقتباس شده‌اند الزامی است.

- واحدهای استفاده شده در مقاله باید در سیستم متریک باشد.

- در صورتی که مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد و رساله دکتری باشد، ذکر اسامی کلیه نویسندگان (دانشجو، استادان راهنما و مشاور) الزامی است.



فصلنامه علمی، اجتماعی، اقتصادی

شماره ۱۱۲ - بهار ۹۶

- صاحب امتیاز: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
- مدیر مسئول و سردبیر: دکتر محمدحسین رزاقی
- مدیر فنی و داخلی: مهندس مسعود نایب‌عباسی
- هیأت تحریریه:

دکتر مصطفی ازکیا
دکتر منوچهر نمیرانیان
دکتر محمدحسین رزاقی
مهندس علی خلدبرین
دکتر محمد خسروشاهی
دکتر حسین آذرنبوند
دکتر حسین سعادت
مهندس مسعود نایب‌عباسی

- صفحه‌آرایی: مسعود نایب‌عباسی
- همکاران این شماره: دکتر وحید جعفریان
- مهندس حیدر ابراهیمی‌فر
- مهندس علیرضا بنی‌هاشمی

- ویراستار: مریم سعیدی
- حروفچینی و لیتوگرافی کامپیوتری: سبحان
- چاپ: انتخاب رسانه

نشانی: بزرگراه رسالت-نرسیده به خیابان دبستان پلاک ۱۳۶۶
تلفن: ۸۸۴۶۸۰۷۳

- محتوای مطالب و مقاله‌های مندرج در مجله جنگل و مرتع الزاما به مفهوم نظریات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور نمی‌باشد.

■ مجله در ویرایش، تلخیص و اصلاح مطالب ارسالی آزاد است.
نشانی: تهران-جاده لشکرک-بالا تر از مینی‌سیتی-سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور-دفتر مجله جنگل و مرتع
تلفن و دورنگار: ۲۲۴۸۸۵۳۴

- نشانی پایگاه مجله در اینترنت:

E-mail: jangalmarta@yahoo.com

Website: <http://Frw.org.ir>

- فصلنامه جنگل و مرتع را می‌توانید در سایت بانک اطلاعات نشریات کشور به نشانی زیر نیز مشاهده نمایید.
<http://www.magiran.com/jangalvamarta>

فهرست مطالب

- ۴ * سرمقاله: سرزمین ما، خانه ما، آینده ما
- ۶ * مروری بر آینده‌نگاری و چشم‌اندازسازی در اقدام‌های
بیابان زدایی
- ۹ * نگاهی به پدیده گردوغبار مناطق جنوب و جنوب
غرب ایران
- ۱۶ * بررسی اکولوژی دشت لوت
- ۲۴ * آشنایی با نرم‌افزار متن باز Collect Earth و کاربرد آن
- ۲۸ * ارزیابی تحمل به خشکی در چهارگونه از جنس *Stipa*
- ۳۲ * تعیین میزان تأثیرگذاری برخی فاکتورهای اقلیمی بر
روی پدیده خشکیدگی منابع جنگلی
- ۳۹ * هشدار تغییر آب و هوا
- ۴۸ * بررسی فلورسینیک مراتع مشجر استان فارس
- ۵۶ * مقایسه و پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی جنگل‌های
هیرکانی و زاگرس
- ۶۸ * روش‌های تشخیص و تعیین تاج تک درخت با
داده‌های دورسنجی
- ۷۴ * ارزیابی و واسنجی مدل‌های نسبت تحویل رسوب SDR

سرزمین ما، خانه ما، آینده ما

شعار امسال روز جهانی مقابله با بیابانزدایی **سرزمین ما، خانه ما، آینده ما** می باشد. از زمان تدوین متن کنوانسیون مقابله با بیابانزدایی در ۱۷ ژوئن ۱۹۹۷ (۲۷ خرداد ماه سال ۱۳۷۳) از طرف سازمان ملل متحد این روز به عنوان روز جهانی مقابله با بیابانزایی اعلام گردید و همه ساله در این روز در اغلب کشورهای جهان مراسمی برگزار می گردد.

هدف ملل متحد از برپایی این مراسم، حساس نمودن اذهان سیاستمداران و برنامه ریزان به فرآیند بیابانزایی، تخریب سرزمین، خشکسالی و تهدید روزافزون و پیامدهای مخرب این فرآیند بر جوامع بشر می باشد.

همان طور که در بیانیه روز جهانی اشاره شده است شعار امسال تأکیدی است بر توانایی سرزمین برای ایجاد فرصت ها و شرایط پایدار زندگی برای مردم در سرزمین مادری شان. در بخشی دیگر از بیانیه از دست دادن حاصلخیزی به عنوان محرکی برای انجام تخریب سرزمین را عامل اصلی مهاجرت اجباری محسوب می کند و مصداق آن را قاره آفریقا می داند که ۹۰ درصد اقتصاد و معیشت ساکنین آن وابسته به تولیدات کشاورزی در اراضی دیم می باشد. و سپس نتیجه گیری می نماید که اگر روش مدیریت سرزمین مان را تغییر ندهیم طی ۳۰ سال آینده بیش از یک میلیارد انسان در معرض آسیب قرار گرفته و چاره ای جز جنگیدن یا فرار نخواهند داشت.

- کنوانسیون مقابله با بیابانزایی در بیانیه گرامیداشت روز جهانی بیابان زدایی سال ۲۰۱۷ بر چالش مهاجرت به عنوان یکی از پیامدهای اصلی تخریب سرزمین تأکید دارد. چالشی که به تشدید منازعات محلی، بی ثباتی های سیاسی، ناامنی غذایی و فقر

منجر می گردد. به این ترتیب می توان اذعان نمود تخریب سرزمین می تواند به عنوان نقطه شروع چرخه معیوب تخریب سرزمین، فقر و درماندگی مهاجرت و بسیاری از کشمکش ها و چالش های اقتصادی اجتماعی و سیاسی کشورها در نظر گرفته شود. بیابانزایی فرایندی تشدیدشونده بوده و سرعت پیشرفت آن در هر مرحله بیش از مرحله قبل خواهد بود و هر چه جلوتر رود هزینه های فعالیت های احیایی بطور تصاعدی بالا می رود.

- سرزمین، بستر حیات بشر و توسعه پایدار به شمار رفته و به عنوان یک منبع بنیادین برای تولیدات غذایی، حفاظت از تنوع زیستی، عملکرد سیستم های منابع آب و ترسیب کربن در نظر گرفته می شود. مدیریت مناسب سرزمین می تواند از این منابع ارزشمند محافظت کرده و خدمات آن به جوامع انسانی را به حداکثر برساند. در مقابل، بیابانزایی، تخریب سرزمین و خشکسالی (DLDD) در طی قرن بیست و یکم بخصوص در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، رو به تشدید می باشد. عوامل بیوفیزیکی و انسانی متعددی در تشدید این فرایند موثر هستند. این عوامل بطور پیچیده ای با یکدیگر در ارتباط بوده و همپوشانی دارند.

در جهان امروز امنیت غذایی از چالش های مهم برنامه ریزان آمایش سرزمین و توسعه پایدار شناخته شده است.

در سال ۱۹۹۶ اجلاس جهانی غذا امنیت غذایی را به این صورت تعریف کرد:

زمانی امنیت غذایی وجود دارد که همه مردم در همه اوقات به غذای کافی، سالم و مغذی دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و غذای در دسترس نیازهای یک

رژیم تغذیه مطلوب با زندگی فعال و سالم را فراهم کند.

طبق بررسی های سازمان خواروبار جهانی (فائو) برای جمعیت ۹ میلیارد نفری جهان در سال ۲۰۵۰ حدود ۶۰ درصد غذا باید بیشتر تولید شود در حالی که در این راستا موانعی مانند محدودیت زمین های کشاورزی، کمبود آب، هزینه فزاینده انرژی، افت سرمایه گذاری، دشواری های تحقیقات کشاورزی و افزایش ضایعات غذایی وجود دارد. و تمام اینها علاوه بر چالش هایی از این رو سازمان خواروبار جهانی با توجه به چشم انداز امنیت غذایی در دهه های آینده جهان، تولید مواد غذایی در حال حاضر را هم با مشکلات گوناگونی روبه رو می داند. در کنار دشواری مذکور جامعه باید انتظار اثرات جانبی مانند احتمال کمبود تولید، خشکسالی، اختلافات سیاسی، گرانی هزینه های واردات و غیره را نیز داشته باشد. توسعه کشاورزی جهان برای تولید غذای بیشتر در نواحی درگیر با تنش آبی با خطرات جدی رو به رو شده است. بنا به گزارش شورای جهان آب سه عامل عمده در افزایش تقاضای برای آب بیش از همه موثر بوده است.

* افزایش فزاینده جمعیت

* توسعه صنایع و پیشرفت فناوری های

نوین

* توسعه کشاورزی و نیاز به غذای بیشتر

سیاره زمین تا چه زمانی می تواند خانه ما باشد؟

محققان می گویند از ۹ فرآیند مورد نیاز برای حفظ حیات بر روی زمین چهار مورد در سطح ناامن قرار گرفته است.

به نقل از یک تحقیق انسان ها منابع موجود

غذاهای با مصرف آب کمتر در سید غذایی جامعه از جمله روش‌های مفید در این زمینه هستند که رد پای آب در غذای جامعه را کاهش می‌دهد.

۱۰- با اقدام‌های مناسب در مدیریت منابع طبیعی و حفاظت خاک و آبخیزداری معادل ۳۰ میلیارد مترمکعب یعنی به میزان ۱۰٪ از تبخیر و تعرق نزولات آسمانی سالانه کشور صرفه‌جویی خواهد گردید.

۱۱- استفاده از آبیاری تکمیلی در

کشت‌های دیم در مناطقی که امکان‌پذیر است.

۱۲- اجرای روش‌های باز چرخانی آب و

باز یافت مناسب پساب‌ها و آب‌های خاکستری

و اثرات آنها در رفع کمبود آب کشاورزی در

بعضی از مناطق را نیز نباید از نظر دور داشت.

با توجه به موارد ذکر شده باید دست به

دست یکدیگر داده و با برنامه‌ریزی علمی

و عملی و تلاش در راستای برطرف نمودن

موانع، مهیا نمودن زمینه‌ها و استفاده بهینه از

امکانات موجود در سربیزی و اعتلای کشور

با از خود گذشتگی و سخت‌کوشی باید

کوشید و فراموش نکنیم که تنها یک زمین

داریم و تک‌تک ما وظیفه داریم زمین را به

مثابه میراثی ارزشمند و گران بها قدر بدانیم و

همانقدر که برای حفظ آراستگی و پاکیزگی

خانه خود کوشش می‌کنیم برای حفاظت از

زمین به عنوان خانه بزرگ خانواده ۷ میلیارد

نفری ساکنان این کره خاکی نیز بکوشیم

ارزش قایل شویم.

شهری هفت برابر افزایش یافته است، استفاده

از انرژی‌های اولیه با ضریب پنج برابری

افزایش یافته، در حالی که مقدار کودی که

استفاده می‌شود در حال حاضر هشت برابر

گذشته است.

چه باید کرد؟

به منظور افزایش تولید و حاصل‌خیزی

اراضی که موجب تأمین امنیت غذایی و

افزایش درآمد بهره‌برداران می‌گردد می‌توان به

راهکارهای زیر اشاره نمود:

۱- مدیریت صحیح منابع آب در تولید و

مصرف

۲- استفاده از سامانه‌های آبیاری پیشرفته و

تحت فشار در شرایط ممکن

۳- استفاده از بذور و نهال‌های اصلاح شده

و پیشرفته

۴- مدیریت منابع خاک از جمله: مدیریت

حفاظت خاک، مدیریت خاک‌ورزی، مدیریت

بقایای گیاهی، مدیریت کربن آلی خاک،

مدیریت حاصل‌خیزی، مدیریت موجودات

زنده خاک و رعایت تناوب زراعی مناسب

۵- افزایش سطح گلخانه‌های کشور در

مناطق مناسب

۶- تغییر زمان کشت بعضی از محصولات

از بهار به پاییز

۷- مدیریت مقابله با آفات و امراض

۸- اجرای برنامه آمایش سرزمین، تعیین

الگوی کشت منطقه‌ای و برنامه سیاست کشت

۹- اصلاح الگوی مصرف جامعه از موارد

ضروری جهت بهره‌برداری کارا و بهینه از

منابع آب و خاک کشور و تأمین هر چه

بیشتر سلامت مردم می‌باشد. جایگزین نمودن

و روی کره زمین که برای بقای بشر ضروری

هستند را با سرعتی از بین می‌برند که در

۱۰۰۰۰ سال گذشته بی‌سابقه بوده است.

کارشناسان سازمان ملل هشدار داده‌اند فقط

یک فرصت پانزده ساله باقی‌مانده که امکان

آن وجود دارد تا بتوان عواقب گرم شدن

هوای زمین را تا حدی کنترل کرده و مانع

از عواقب فاجعه‌بار آن شد برای استفاده از

آن فرصت باید استفاده از انرژی‌های پاک و

تجدیدشونده سه تا چهار برابر شود.

با روند فعلی تا سال ۲۱۰۰ دمای زمین ۳/۷

تا ۴/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا خواهد

کرد و سطح آب دریاها تا ۸۲ سانتی‌متر بالا

خواهد آمد که فاجعه‌آمیز خواهد بود.

تحقیقات نشان داده است که انسان‌ها با

سرعتی بی‌سابقه در ۱۰۰۰۰ سال گذشته

و توسط تجزیه سیستم‌های اراضی و آب

شیرین، انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار

مقادیر زیادی از مواد شیمیایی کشاورزی به

محیط زیست مشغول انهدام زیستگاه کره

خاکی می‌باشد. از ۹ فرآیندی که زیربنای

حیات بر روی زمین هستند چهار مورد یعنی

تغییرات آب و هوایی مبتنی بر دخالت انسان

از دست دادن تمامیت بیوسفر (زیست کره)،

تغییر سیستم اراضی و سطح بالای فسفر و

ازت جاری در اقیانوس‌ها به علت استفاده

از کودهای شیمیایی از سطح امن فراتر رفته

است.

سطح دی‌اکسیدکربن جو زمین (۳۹۵/۵)

واحد در میلیون) در نقطه اوج خود در تاریخ

است. مقدار نیتروژن وارد شده به اقیانوس‌ها

چهار برابر شده است. از سال ۱۹۵۰ جمعیت

۲۷ خرداد روز جهانی مقابله با بیابان‌زایی گرامی باد

مروری بر آینده‌نگاری و چشم‌اندازسازی در اقدام‌های بیابان‌زدایی

● سید جعفر سید اخلاقی - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
● مسعود نایب عباسی - عضو هیات علمی دانشگاه مهر اراک

مقدمه

روز جهانی مقابله با بیابان‌زایی و اثرات خشکسالی، روزی مهم در گاه‌شمار جهانی به‌شمار می‌آید. کنوانسیون مقاله با بیابان‌زایی سازمان ملل (UNCCD) شعار سال ۲۰۱۷ روز جهانی مقابله با بیابان‌زایی را «زمین ما، خانه ما، آینده ما» برگزیده است. انتخاب این شعار با هدف دستیابی به برجسته نمودن اهمیت تحقق استراتژی جامع بیابان‌زایی و همچنین مشارکت همه‌جانبه برای دستیابی به هدف خنثی‌سازی فرآیند تخریب سرزمین و تضمین آینده‌ای پایدار برای نسل کنونی و آتی اشاره دارد. از آنجاکه بیابان‌زایی، همراه با تغییرات آب و هوایی و کاهش تنوع زیستی، به عنوان بزرگترین چالش توسعه پایدار شناخته شده است ضرورت ایجاد می‌کند، با اتخاذ رویکردی آینده‌نگارانه نسبت به تدوین استراتژی و راهبرد آینده بیابان‌زدایی در ایران از طریق چشم‌اندازسازی اقدام شود.

آنچه مسلم است، یکی از ملزومات پیشرفت در هر زمینه‌ای، داشتن بینش لازم نسبت به محیط، تصمیم‌سازی به موقع و داشتن برنامه هدفمند جامع و مانع می‌باشد و این امر میسر نمی‌شود مگر اینکه امر آینده‌اندیشی به صورت صحیح و موفق انجام گیرد. سند ایجاد چشم‌انداز و راهبرد آینده در حوزه بیابان‌زایی و تخریب سرزمین می‌تواند دانش و اندیشه‌ای آینده‌نگرانه را در میان بخش‌های مختلف و ذی‌نفعان اعم از دولت، بخش خصوصی، نهادهای علمی دانش بنیان و سایر نهادها برای درک فرصت‌ها و تهدیدهای محتمل طی ۲۰ سال آینده، ایجاد نماید و آنگاه با ایجاد و تقویت همکاری‌های

بین بخشی، به جهت‌دهی فعالیت‌های آنان در راستای اهداف تعیین شده بپردازد.

سند آینده‌نگاری در اقدام‌های بیابان‌زایی اساساً با هدف تعیین اولویت‌های کلیدی و مهم، تدوین سیاست‌های دراز مدت، انتخاب راهبردها و راهکارهای مناسب، هدایت فعالیتهای تحقیق و توسعه و برنامه‌ریزی برای دوره ۱۴۱۴-۱۳۹۶ قابل تدوین است. در هر حوزه برنامه‌ریزی، آینده‌نگاری، یک روش تفکر مشارکتی، ساختار یافته و روشمند درباره آینده موضوع مورد نظر است. این روش در بیشتر کشورهای توسعه یافته در سطح ملی مورد استفاده قرار گرفته است. در آینده‌نگاری امروزی، ترسیم دورنماهای بدیل، یا به عبارت دیگر آینده‌های بدیل، از طریق روش سناریو انجام می‌شود. سناریوها به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کنند که منطق رویدادهای آینده را درک کرده و پیامد تصمیم کنونی بر محیط آینده را بهتر ارزیابی کنند. سناریوها نمایانگر آینده‌های بدیل هستند و سیاست‌گذار را به اتخاذ راهبردهایی دعوت می‌کنند که در تمام حالات راهگشا بوده و حتی در سخت‌ترین حالت نیز منافع کشور را تأمین کنند.

تاکنون هیچ سناریوی آینده‌نگارانه متقن و قابل اتکایی برای محیط زیست ایران به طور عام و محیط‌های بیابانی کشور به طور خاص نگاشته نشده است. این سناریوپردازی نیازمند مشارکت ذی‌نفعان، متخصصان گوناگون و آینده‌پژوهان و آینده‌نگاران باتجربه در این حوزه است. نگاشت این سند پیشران برنامه و اقدام‌های بخش بیابان‌زدایی جمهوری اسلامی خواهد بود.

اهداف تدوین گزارش سند آینده نگاری در زمینه بیابان‌زایی

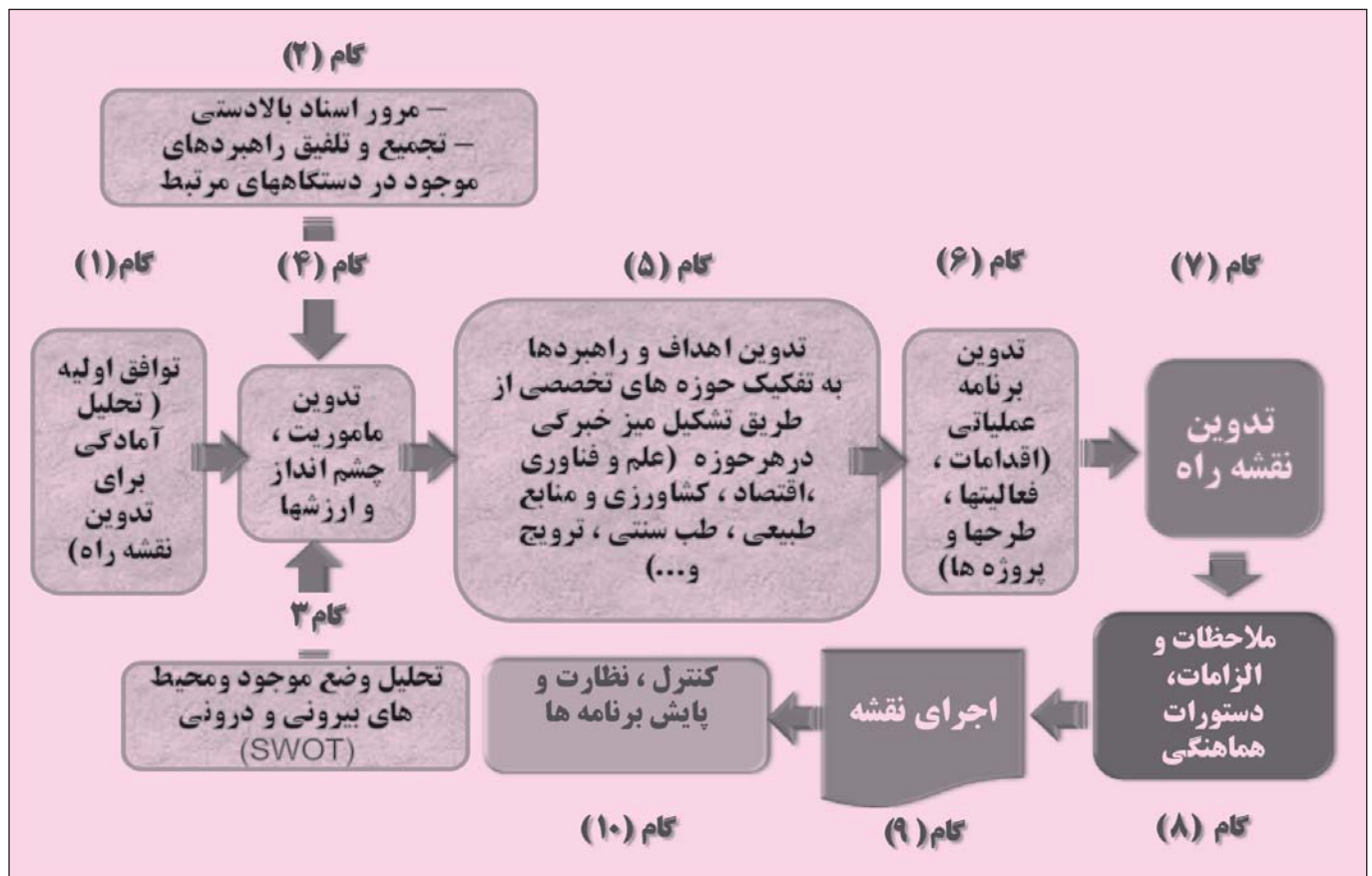
* انسجام بخشی، هم‌افزایی، و یکپارچه‌سازی برنامه‌ها و اقدام‌های در سطح دستگاه‌های اجرایی و ذی‌نفعان
* اجرایی‌سازی مقتدرانه و کارآمد برنامه اقدام ملی مقابله با بیابان‌زایی
* ایجاد گفت‌وگوهای جدی در حوزه آینده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در محافل داخلی
* تعیین راهبردها، اولویت‌ها، اقدام‌های و تدوین برنامه عملیاتی نهادهای ذی‌نفع و همکار

مرور اجمالی بر روش‌شناسی کار

در اجرا و روند تدوین و ارائه گزارش‌های سند آینده نگاری در زمینه بیابان‌زایی و تخریب سرزمین می‌توان از روش پانل خبرگی و روش‌های رایج در ترسیم نقشه راه (ره‌نگاشت) استفاده نمود. در این فرایند اقدام‌های زیر انجام می‌گیرد:
* تشکیل تیم آینده‌پژوهی (آینده‌نگاری) بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در سطح ملی.
* شناسایی چالش‌ها، فرصت‌ها، نیازهای آینده بخش بیابان‌زدایی کشور از طریق پانل خبرگان
* شکل‌گیری پانل تخصصی جهت تعیین معیارها و شاخص‌ها، انتخاب اولویت‌ها و اقدام‌های و معرفی آنها.
* اجرا و تدوین گزارش از طریق روش میز یا پانل خبرگی و تکنیک دلفی
* حمایت و پشتیبانی ستاد فرماندهی بیابان‌زدایی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و

شکل (۱): مدل فرایندی تدوین و نگاشت نقشه راه مقابله با بیابان‌زایی

ماخذ: سیداخلاقی (۱۳۹۵)



تغییرات اقلیمی مبتنی بر مداخلات انسان، از دست رفتن تمامیت بیوسفر (زیست کره)، تغییر سیستم اراضی و سطح بالای سفر و ازت جاری در اقیانوس‌ها به علت استفاده از کودهای شیمیایی، از سطح امن فراتر رفته است. متخصصان معتقدند جریان صنعتی شدن در ۲۰۰ سال اخیر حامل و حاوی دستاوردهای بسیار مخربی برای زندگی بشری بوده است. بر اساس پیش‌بینی یونسکو، با تداوم روندهای کنونی، تا سال ۲۰۲۵ دو سوم مردم جهان به شدت برای آب در مضیقه خواهند بود. آب فصل مشترک و عنصری کلیدی در بسیاری از چالش‌های جهان است. این چالش‌ها از بهداشت، کشاورزی و امنیت غذایی گرفته تا چالش‌های بیابان‌زایی، تخریب سرزمین و انرژی متنوع هستند. بیابان‌زایی (Desertification)، تخریب زمین و

ملی مقابله با بیابان‌زایی را اجرا خواهند نمود؟
* چگونه مطمئن شویم که به موقعیت مطلوب می‌رسیم؟ (پایش و ارزیابی)
با این رویکرد مراحل و گام‌های عملیاتی تدوین گزارش به شرح مدل فرایندی شکل (۱) پیشنهاد می‌گردد:

تحلیلی بر آینده بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در ایران و جهان

تحقیقات نشان می‌دهد: انسان با سرعتی بی‌سابقه و از طریق تجزیه سیستم‌های اراضی و آب شیرین، انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار مقادیر زیادی از مواد شیمیایی کشاورزی به محیط زیست، به شدت سرگرم انهدام زیست‌کره می‌باشند. بر این اساس از ۹ فرایندی که ضرورت ماندگاری و پایداری حیات بر روی زمین هستند، چهار فرایند

آبخیزداری) در جهت به کارگیری نتایج و یافته‌ها در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌ها.

فرایند تدوین گزارش آینده‌نگاری (نقشه راه)

گزارش آینده‌نگاری مقابله با مخاطرات بیابان‌زایی باید بتواند به سوال‌های زیر پاسخ دهد:

- * کشور در چه موقعیتی قرار دارد؟
- * کشور می‌خواهد به چه موقعیتی در چه بازه زمانی نائل شود؟ (هدف‌گذاری آینده مطلوب، ۲۰ ساله)
- * کشور چگونه می‌خواهد به موقعیت جدید برسد؟ (راهبرد و راه حل‌های مناسب و ممکن برای نیل به آینده مطلوب)
- * چه واحدها و یا نهادهایی (دولتی و خصوصی) برنامه‌های عملیاتی متناظر با اقدام



رویاری با بدترین فشارهای اقلیمی که ممکن است در آینده رخ دهد. نگاشت سند راهبرد آینده، پیشران اقدام‌های و هماهنگ‌کننده فعالیت‌های بیابان‌زدایی در کشور خواهد بود.

منابع

- ۱- نقشه جامع علمی کشور
- ۲- سیداخلاقی سیدجعفر (۱۳۹۵)، گزارش اول آینده‌نگاری گیاهان دارویی و طب سنتی ایران، معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری
- ۳- مقایسه الگوهای مختلف تدوین نقشه راه فن آوری، محسن شهریاری، آناهیتا احمدی، حسن جوادی، بهروز ارباب شیرانی، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران
- ۴- الگوریتم تدوین نقشه راه فناوری (تکنولوژی) برای محصولات نوظهور، امیرتوکلی کاشی، شرکت مهندسی هوافضای رها، وب سایت شرکت (www.raha.co.ir)
- ۵- [http://www.raha.co.ir/ReportDetails.aspx?section= management&Id=62](http://www.raha.co.ir/ReportDetails.aspx?section=management&Id=62)
- ۷- جزوه ضرورت نگاشت مسیر فن آوری برای صدا و سیما، سیدمرتضی موسویان، نشریه الکترونیکی «پیک آموزشی رسانه»

وحش به هشدارهای جدی رسیده‌اند. این در حالی است که چاره‌اندیشی برای هر یک از این عرصه‌ها با امور سیاسی، اجتماعی و اقتصادی متنوعی گره خورده و دشواری مضاعفی را سبب شده است. با تداوم روندهای کنونی، بعضی کارشناسان افق تحقق فاجعه زیست‌محیطی در سطح ملی را در حدود سه دهه تخمین می‌زنند. سه دهه، چهار دهه، یا بیشتر؛ این افق بسیار کوتاه‌تر از آن است که ایران به تمدن بزرگ اسلامی چشم داشته باشد. زمان حال تعیین‌کننده چگونگی کیفیت محیط زیست نسل‌های آینده است. کره زمین به شدت در حال تغییر است و این تغییرات به خوبی از فضا دیده می‌شود. برای رهایی از وضع موجود باید اندیشه کرد و راهکارهای ممکن را به کار انداخت. طراحی محصولات مورد نیاز سازگار با محیط‌زیست پایدار، حفظ یخچال‌های طبیعی، آموزش و آگاهی جامعه‌ها برای حفظ محیط‌زیست، توقف خسارات زیست‌محیطی از جمله این راهکارها است. آینده محیط زیست سیاره زمین در دست ماست و این ما هستیم که باید تصمیم بگیریم چه باید کرد. تعیین اقدام‌های مشترک با اهداف و شاخص‌های مشخص که انگیزه لازم را برای تبدیل این آرزو به واقعیت به وجود آورد و در نهایت ایجاد سازوکارهای لازم به منظور توانمندسازی جوامع آسیب‌دیده برای

خشکسالی دومین چالش جدی جهانی عصر حاضر است که به شدت امنیت انسان‌ها را در معرض تهدید قرار داده است. این در حالی است که اکوسیستم‌ها، تنوع زیستی و همچنین کالا و خدمات وابسته به آنها به شدت تحت فشار روزافزون قرار گرفته‌اند. به طوری که در این روند فقدان تنوع محصولات، جنگل‌زدایی، فرسایش سرزمین و تخریب زمین‌های زراعی، رشد رقابت روزافزون برای استفاده از منابع محدود آب و تأثیرات مخرب ناشی از تغییرات آب و هوایی را در بر داشته است. در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، همچون ایران، این چالش‌ها و فشار بر منابع طبیعی بیشتر قابل مشاهده است و در آینده نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای خواهند یافت. هر سال ۱۰۰ هزار هکتار به بیابان‌های کشور افزوده می‌شود. در حال حاضر از ۱۶۴ میلیون هکتار مساحت کشور ۳۲ میلیون هکتار در محدوده‌های بیابانی قرار دارند که از این میزان ۷ میلیون و ۴۰۰ هزار هکتار کانون‌های بحرانی هستند.

چند سالی است که هشدارهای زیست‌محیطی در سطح جهانی، منطقه‌ای و داخلی شنیده می‌شوند. این افق‌های دوردست آرام آرام فرا رسیده و مردم را در تنگنا قرار داده است. هم‌اکنون آلودگی هوا، آلودگی صوتی، نابودی جنگل‌ها، فرسایش خاک، آلودگی آب، کمبود آب و انقراض حیات

نگاهی به پدیده گرد و غبار مناطق جنوب و جنوب غرب ایران با تاکید بر استان خوزستان

- محمد خسروشاهی - دانشیار پژوهش بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور
- فاطمه درگاهیان - استادیار پژوهش بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور
- سکینه لطفی نسب اصل - استادیار پژوهش بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور

چکیده

گرد و غبار یکی از مولفه های مهم مناطق بیابانی است. در هر سال، تقریباً یک تا دو بلیون تن گرد و غبار وارد جو زمین می شود که معادل نیمی از کل ذرات موجود در تروپوسفر است. از آن جا که گرد و غبار جوی عمده ای از فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک حاره و جنب حاره منتج می شود و ایران نیز در این کمربند قرار گرفته است از این نظر کشور ما از اثرات نامطلوب این پدیده مصون نبوده و نمی باشد. علاوه بر اقلیم گسترده خشک و نیمه خشک ایران، مدیریت و بهره برداری های نادرست از منابع آب و خاک و پوشش گیاهی نیز موجب شده است که این پدیده در برخی از مناطق ایران به ویژه در استان هایی مانند خوزستان شدت گیرد و چه بسا اگر وضع بر همین منوال باشد انگیزه مهاجرت های اکولوژیکی ساکنان برخی از شهرهای تحت تاثیر این پدیده افزایش یابد. تجربه نشان داده است که بسترهای رسوبی شور تالاب ها و رودخانه های خشک نقش بسزایی در تولید گرد و غبار دارند. حداقل در مورد خوزستان چند کانون بزرگ گرد و غباری با ویژگی های متفاوت وجود دارد که اینها جدای از منشاءهای خارجی در کشور عراق، اردن و سوریه است. مشاهدات حاکی از آن است که کانون های مذکور به سبب شرایط خشکی مستولی بر دشت خوزستان در چندساله اخیر فعال تر شده اند. فعال شدن این کانون ها به ویژه در دو سه سال اخیر پیامدهای ناخوشایندی برای مردم خوزستان و مخصوصاً اهواز در پی داشته است. آنچنان که در پی طوفان گرد و غبار بهمن ماه ۱۳۹۵ بخش های زیادی از اهواز به خاموشی فرو رفت و متعاقب آن، مسایل و مشکلات قطعی آب نیز رقم خورد. مشکلات پیش آمده سبب شد تا علاوه بر بازدید مقامات بلند پایه کشور، وزیر جهاد کشاورزی شخصاً و به طور مستمر در منطقه حضور یابد و کارگروه هایی برای عملیات عرصه ای و برنامه های مطالعاتی و اجرایی تعیین و از اسفندماه همان سال شروع به کار کنند. بطور مشخص برنامه جنگلکاری و ایجاد پوشش گیاهی بعهدہ اداره کل منابع طبیعی خوزستان، مسئله تامین آب به عهده جهاد نصر و برنامه مطالعه و ارائه طریق علمی برای مقابله با کانون های گرد و غبار داخلی استان نیز به مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور محول گردید.

مقدمه

پدیده گرد و غبار که در سال های اخیر در ردیف بزرگترین مشکلات جدی زیست محیطی قرار گرفته است، خود یکی از مولفه های بیابانزایی محسوب می شود که با شتابی فزاینده و در مقیاسی فرامنطقه ای، کارایی سرزمین ها را کاسته و بر دامنه کیفی و کمی آلودگی های زیست محیطی افزوده است. پرداختن به سازوکار عمل فرایندهای پدیده گرد و غبار و کشف سهم هر یک از مؤلفه های مؤثر در آن از اهمیتی غیرقابل انکار برخوردار است که باید با عزمی برآمده از اراده ای معطوف به دانش و قدرت، با

وجود دارند که باید ضمن شناسایی دقیق آنها و با فراهم کردن زمینه مشارکت مردم و استفاده از روش های علمی و مورد تایید نسبت به مهار آنها اقدام کرد. مطالعات و تحقیقات نشان می دهد که طی دهه های اخیر پدیده گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی در بسیاری از مناطق دنیا باعث افزایش دما و کاهش بارندگی و در نتیجه خشکسالی های مکرر شده است. رخداد خشکسالی ها نیز منجر به کاهش پوشش گیاهی و افزایش گرد و غبار شده است. موقعیت جغرافیایی ایران که در شرق بیابان های بزرگ مانند صحرای بزرگ آفریقا و در مقیاس منطقه ای

همانگی بسیاری از نهادهای تصمیم گیری در حوضه های سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، نظامی و محیط زیست، به مهار آن مبادرت ورزید. در حال حاضر پدیده فرسایش بادی و گرد و غبار در بسیاری از مناطق ایران به ویژه در استان خوزستان مشکلات متعددی از جمله تهدید اراضی کشاورزی، راه ها، ساختارهای زیربنایی و مراکز جمعیتی و صنعتی و منابع آبی را بوجود آورده است. اگرچه بخش زیادی از مشکلات فوق ناشی از گرد و غبار وارده به کشور از مناطق جنوب و جنوب غرب است اما بسیاری از مناطق تولید گرد و غبار در داخل کشور

بیابان‌های سوریه، اردن، عربستان و عراق قرار گرفته موجب شده است که با تشکیل میدان باد در آنها و با حرکت به سمت ایران انتقال ذرات گرد و غبار به مناطق جنوب و جنوب غرب ایران و در پاره‌ای موارد مناطق مرکزی کشور صورت گیرد. از این نظر می‌توان گفت مهم‌ترین عامل اقلیمی، رخداد خشکسالی‌های مکرر است که به علت ضعف پوشش گیاهی به ویژه در مناطقی که قبلاً جزو سرزمین‌های تالابی بوده‌اند موجب انتقال ذرات گرد و غبار به ویژه در نیمه جنوب و جنوب غرب کشور می‌شود. بنابراین خشکسالی و گسترش بیابان‌زایی که ارمغان پدیده تغییرات اقلیمی طی دهه‌های اخیر است مهم‌ترین عامل طبیعی بروز و تشدید پدیده گردوغبار و حرکت ماسه‌های روان در نقاط مختلف کشور می‌باشند. علاوه بر شرایط هواشناسی، عوامل سطحی زمین، با تغییرپذیری ذاتی زمانی و مکانی خود، در تعیین میزان انتشار گرد و غبار اهمیت بسزایی دارند. پوشش گیاهی و الگوی فصلی آن در کنترل توسعه گرد و غبار مهم است. تقویت پوشش گیاهی موجب پایداری سطح و در نتیجه کاهش فرسایش بادی و گرد و غبار می‌شود. گیاهان زبری سطح را افزایش داده و در نتیجه سرعت باد را کاهش می‌دهند؛ سیستم ریشه گیاهان ذرات خاک را به هم چسبیده نگهداشته و با ایجاد سایه، رطوبت خاک را به طور موقت افزایش می‌دهند و بدین ترتیب قشر سطحی و خاک را تثبیت کرده و از حرکت باز می‌دارند. در بروز و یا تشدید این پدیده نقش عوامل انسانی مانند مدیریت ناصحیح کاربری اراضی و سدسازی‌های بی‌رویه و در نتیجه عدم رعایت حقابه تالاب‌ها کمتر از عوامل طبیعی نبوده و بر شدت و روند آن افزوده است. باید گفت انتشار گرد و غبار به صورت وقایعی پراکنده و گاه و بیگاه که در اندازه، زمان و غلظت ذرات متفاوت است در جو زمین رخ می‌دهد. گرد و غبار بسته به بزرگی رویداد، مواد شیمیایی همراه و فاصله‌ای که

طی می‌کند، از هر دو جنبه مثبت و منفی، نقش مهمی در محیط زیست بازی می‌کند. این اثرات را می‌توان به دو زیرمجموعه تقسیم کرد آنهایی که عمدتاً محلی هستند و آنهایی که در مقیاس منطقه‌ای یا جهانی تشکیل می‌شوند. در مقیاس محلی، گرد و غبار ضمن تحت تاثیر قرار دادن خاک، صیقل دادن سطوح بیابانی، شکل‌گیری سنگ‌فرش‌های بیابانی بر فتوستنز گیاهان به ویژه برای گیاهانی که برگ‌های کرکدار دارند نیز اثرات سوئی دارد؛ در مقیاس منطقه‌ای یا جهانی، اکوسیستم‌های قاره‌ای و دریایی، آب و هوای کره زمین، کیفیت هوا و میدان دید از این پدیده متاثر می‌شوند.

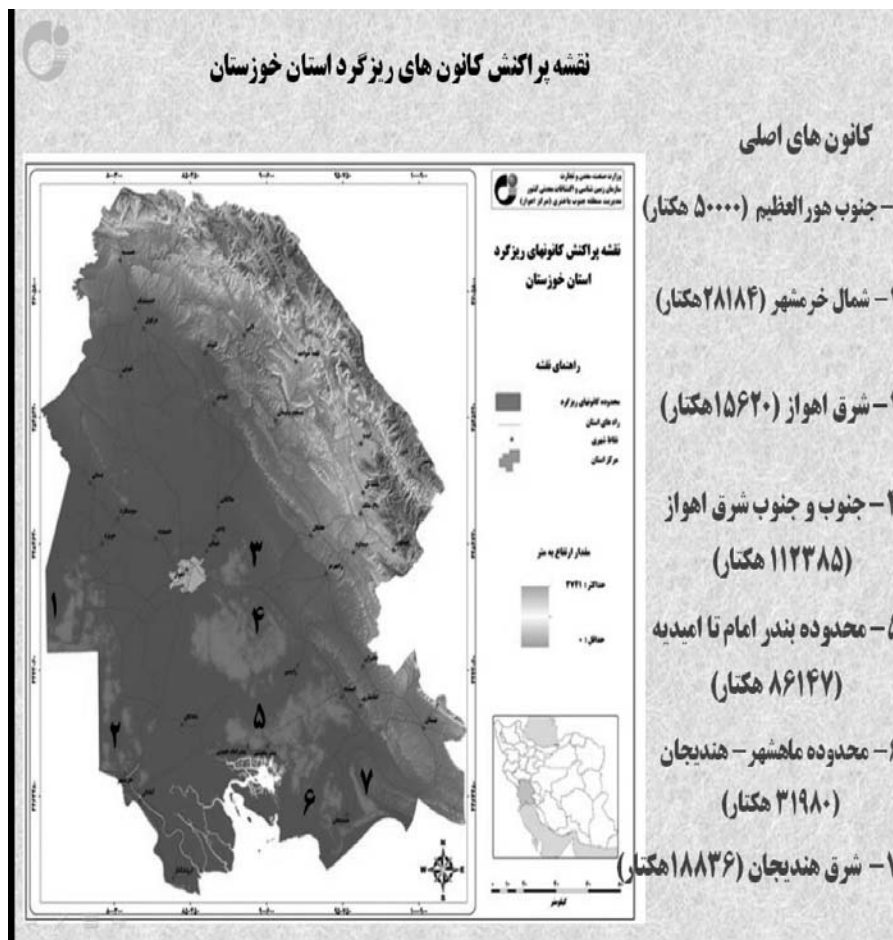
در استان خوزستان پدیده گرد و غبار از قدیم‌الایام کم و بیش وجود داشته است. به طور مثال؛ حمزه اصفهانی مؤلف کتاب سنی الملوک الارض والانبیاء درباره باد و گذر آن در آبادان می‌نویسد: "در سال ۲۳۴ هجری قمری باد سموم^۱ شدیدی وزید که مردم مانند آن ندیده بودند. مدت آن زیاد از ۵۰ روز بود. آغازش از سوم حزیران و انجامش آخر تموز، این باد کوفه، بغداد و واسط را فرا گرفت و به عبادان (آبادان) رسید و از اواسط به اهواز رفت و همگی رهگذران و کاروان‌ها را بکشت و چون به همدان رسید، مزارع را بسوخت و در صحرای سنجار موصل هر بشر و شجر و دابه را هلاک کرد و بازارهای موصل چند روز تعطیل شد و راه دهات از شهر منقطع گردید."

و یا در جای دیگری آمده است حوالی سال ۱۳۴۰ و پس از چند سال خشکسالی‌های پی در پی در خاورمیانه، دو باد سموم و تش باد آن چنان بر جنوب خوزستان گرد و غبار فرو ریختند که تمام روستاهای حد فاصل دلتای رود هندیجان تا شهر هندیجان در جنوب خوزستان و بر ساحل خلیج فارس، در زیر خروارها خاک و ماسه مدفون شدند. روستائیان خانه و زمین‌ها و زندگی‌شان را رها کردند و به شهرها مهاجرت کردند و همه روستاهای آن منطقه برای همیشه خالی

از سکنه شدند. جالب است در مطالعاتی که اخیراً برای شناسایی کانون‌های گرد و غبار خوزستان توسط سازمان زمین‌شناسی ایران صورت گرفته است منطقه هندیجان نیز در ردیف یکی از هفت کانون گرد و غباری است که شهر اهواز و مناطق اطراف را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بین‌النهرین و کانون‌های داخلی گرد و غبار در استان خوزستان

به عقیده بسیاری از صاحب‌نظران، پدیده گرد و غباری که استان خوزستان را تحت تاثیر قرار می‌دهد یک پدیده رایج است که شدت آن در سال‌های اخیر به علت خشکسالی‌ها و کاهش پوشش گیاهی، خشک شدن هورالعظیم و سدسازی بر روی دجله و فرات فزونی گرفته و هم‌اکنون دامنه تاثیرات آن به عرض‌های بالاتر نیز رسیده است. در همین زمینه چندین سال قبل برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) با انتشار گزارشی از وقایعی که در سطح مجموعه تالاب‌های بین‌النهرین در حد فاصل بین دو کشور ایران و عراق رخ داده بود، به کشورهای منطقه هشدار داد که عواقب این تخریب‌ها در دهه‌های آینده به یک بحران تبدیل خواهد شد. همان زمان سازمان ملل اعلام کرد امیدوار است، انتشار این گزارش به عنوان یک فراخوان برای کشورهای منطقه و همسایگان دجله و فرات جدی تلقی شود و راه را برای برقراری ارتباط هر چه بیشتر بین آنها به منظور بهره‌برداری عادلانه از منابع آب و برقراری صلح و امنیت هموار کند. اما متأسفانه این هشدارها از سوی هیچ یک از کشورهای منطقه جدی تلقی نشد. در گزارش UNEP آمده است که سدسازی و احداث شبکه‌های زهکشی و آبیاری، ۹۰ درصد از بزرگ‌ترین و زیباترین تالاب خاورمیانه را به بیابان و نم‌زار تبدیل کرده است. تالاب‌های بین‌النهرین در مت‌هالیه رودخانه کرخه و دجله و فرات قرار دارند. در نیم قرن گذشته ترکیه و عراق بیش از ۳۲



شکل ۱- نقشه پراکنش کانون‌های گرد و غبار در استان خوزستان

سد بزرگ روی دو رودخانه دجله و فرات احداث کردند و پروژه‌های بزرگ انتقال آب، نیز وسعت این مجموعه تالاب‌ها را به یک دهم مقدار طبیعی خود تقلیل داد. ایران نیز با ساخت سد در حوزه آبریز کرخه، ورودی آب هورالعظیم را کاهش داد. به این ترتیب اگر چه تا سال ۱۹۷۷ سدها و کانال‌های آبیاری متعددی در حوزه آبریز دجله و فرات در ایران و ترکیه و عراق و سوریه ساخته شد اما عمده تغییرات رخ داده در بین‌النهرین از سال ۱۹۷۷ آغاز شد. هر چند افکار عمومی، فاجعه نابودی بین‌النهرین را تنها به حکومت صدام حسین در دهه ۹۰ میلادی نسبت می‌دهد اما گزارش سازمان ملل نشان می‌دهد که دولت ترکیه بیشترین سهم را در سدسازی و مسدود کردن جریان آب دجله و فرات داشته است. طرح‌های مدیریت منابع آب دجله و فرات در ترکیه در سال ۱۹۷۷ آغاز شد و تا سال ۱۹۸۹ در قالب این برنامه ۲۲ سد و ۱۹ نیروگاه آبی ساخته شد که آب مورد نیاز ۱/۷ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی را با حجم ذخیره مخزن ۳۲ میلیارد مترمکعب تامین می‌کرد. در قالب همین پروژه در سال ۱۹۹۲ سد آتاتورک با حجم مخزن ۳۰ میلیارد متر مکعب به همراه تونل انتقال آب سانلیورفا احداث شد. مهم‌ترین سازه انسان ساخت روی دجله نیز سد ایلیسو در ترکیه است. می‌توان گفت عمده تغییرات تالاب‌های بین‌النهرین در فاصله سال‌های ۹۰ تا ۹۵ میلادی به وقوع پیوست به طوری که در این زمان از ۳۱۲۱ کیلومترمربع هور مرکزی تنها ۹۸ کیلومترمربع باقی ماند که نشان می‌دهد حدود ۹۷ درصد آن در مدت ۵ سال از بین رفته است. از آنجا که در حال حاضر بدلیل بروز جنگ و نا آرامی در کشورهای عربی همجوار انجام اقدامات مقابله با گرد و غبار امکان‌پذیر نیست لذا دولت توجه خود را به مقابله با کانون‌های گرد و غبار داخلی معطوف کرده است. از این رو شناسایی کانون‌های گرد و خاک استان خوزستان، در

۳۵۰۰۰۰ هکتار شناسایی شدند (شکل ۱).

روند رخداد‌های گرد و غبار استان خوزستان

با وجودی که ۲۲ استان کشور با پدیده گرد و غبار مواجه هستند اما استان خوزستان در سال‌های اخیر با بیشترین رخداد‌های گرد و غبارهای شدید مواجه بوده است. این رخدادها عمدتاً ناشی از کانون‌ها و منابع گرد و غبار خارج از مرزهای سیاسی کشورمان می‌باشد و تحت عنوان منابع گرد و غبار خارجی قلمداد می‌شود، در برخی موارد نیز رخداد‌های گرد و غبار ناشی از کانون‌های داخلی است که در سال‌های اخیر به دلایل عدیده‌های افزایش داشته است. کاهش نزولات جوی و تداوم رخداد

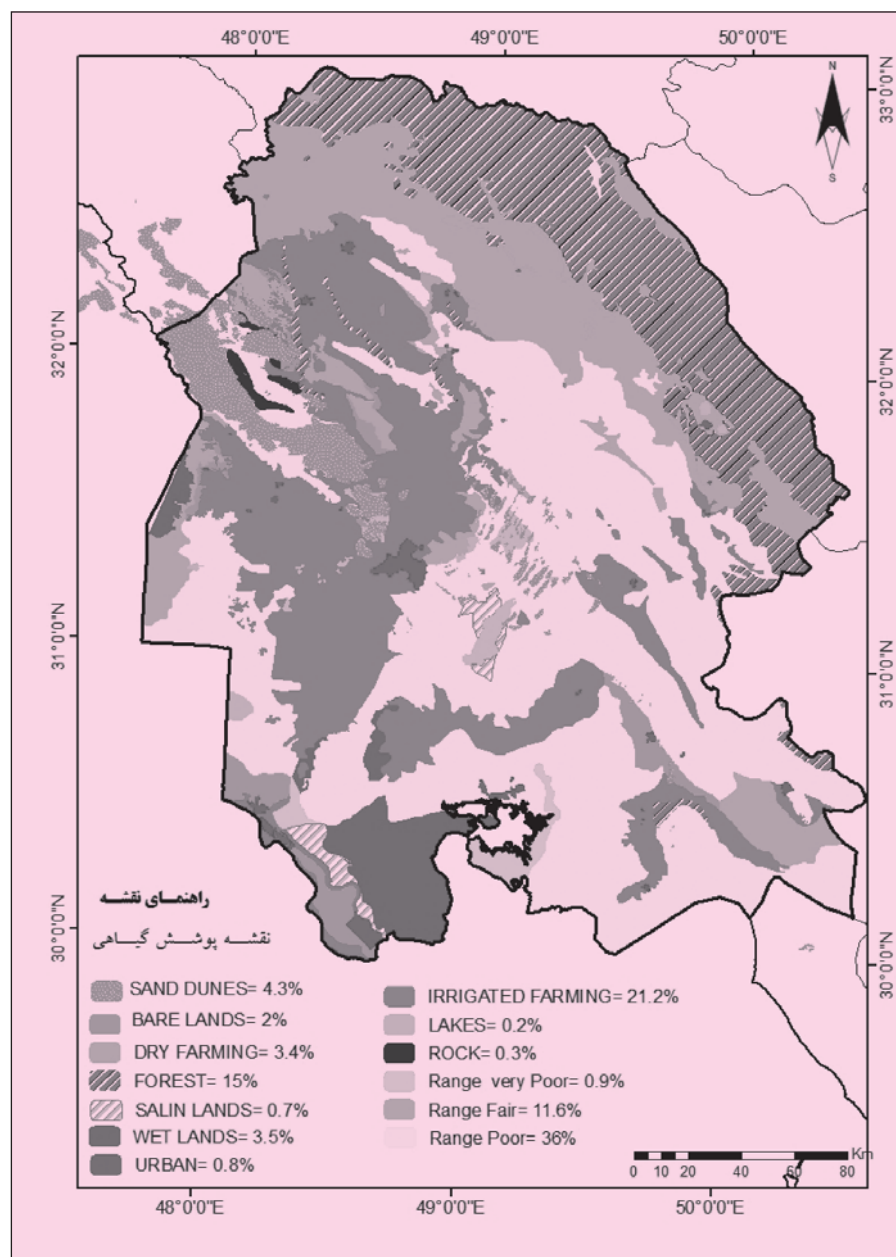
کمیت‌ه مقابله با گرد و غبار استان مطرح گردید و مطالعه شناسایی این کانون‌ها به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه جنوب باختری (اهواز) واگذار گردید. این مطالعه پس از بررسی در کمیته استانی، در جلسه ۴ آبان ماه ۱۳۹۴ ستاد ملی مقابله با ریزگردها ارائه و مقرر گردید نتایج این مطالعات مبنای اقدامات بعدی قرار گیرد. براساس گزارش ارایه شده، کانون‌های گرد و خاک استان خوزستان در قالب ۷ محدوده (ناحیه جنوب غرب هویزه، ناحیه شمال و شرق خرمشهر، ناحیه شرق اهواز، ناحیه جنوب و جنوب شرق اهواز، محدوده بندر امام- امیدیه، محدوده ماهشهر- هنديجان و محدوده شرق هنديجان) با سطحی معادل

خشکسالی‌ها در کل خاورمیانه و از جمله ایران و همچنین مدیریت ناصحیح آب موجود در استان که منشأ آن استان‌های ایلام، لرستان، کرمانشاه، همدان، اصفهان و به ویژه چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویراحمد است، منجر به از بین رفتن پوشش گیاهی مراتع فقیر در برخی قسمت‌ها و از بین رفتن کشاورزی دیم و در نتیجه فرسایش خاک و فعال شدن بیشتر کانون‌های داخلی در استان خوزستان شده است. بررسی کانون‌های گرد و غبار داخلی استان خوزستان نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از این کانون‌ها در مراتع فقیر و اراضی دیم رها شده واقع شده‌اند. بر اساس نقشه کاربری اراضی تهیه شده، حدود ۳۶ درصد از اراضی استان به مراتع فقیر اختصاص دارد (شکل ۲).

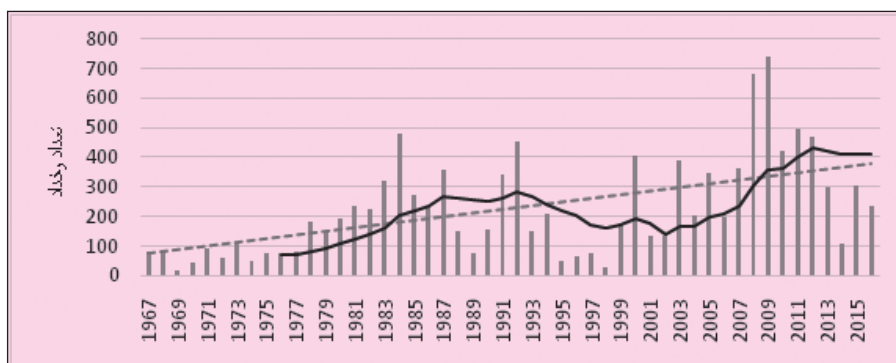
بررسی روند رخدادهای گرد و غبار خوزستان در نیم قرن اخیر

به منظور درک روند تغییرات این پدیده در استان خوزستان، در یک دوره آماری مشترک ۵۰ ساله ایستگاه اهواز به عنوان نمونه انتخاب گردید. بررسی بلند مدت مربوط به گزارشات رخدادهای گرد و غبار در ایستگاه سینوپتیک اهواز نشان می‌دهد که رخداد و وقوع این پدیده دارای روند افزایشی بوده و میانگین متحرک رخدادها نیز این روند را تایید می‌کند (شکل ۳).

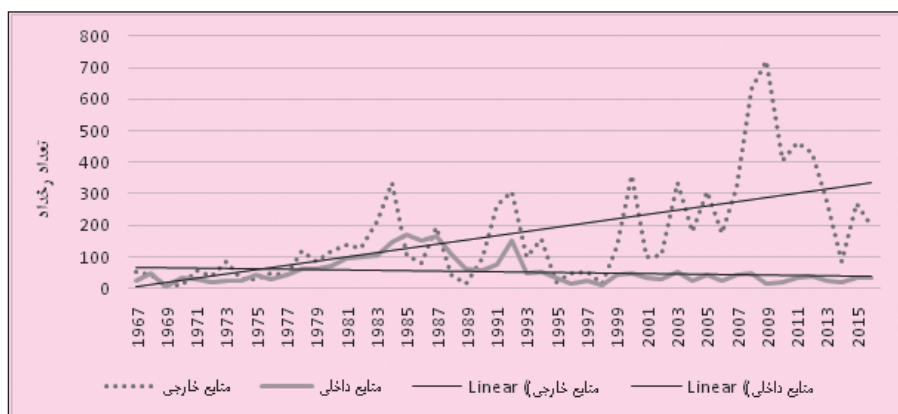
مقایسه رخداد گرد و غبارهای با منشأ داخلی و خارجی در استان خوزستان نیز با استفاده از داده‌های ۵۰ ساله ایستگاه سینوپتیک اهواز مورد بررسی قرار گرفت. گرد و غبارهای برون مرزی که اهواز را تحت تاثیر قرار می‌دهد عمدتاً از کشورهای عراق سوریه، عربستان و اردن و گاهی منابع دوردست‌تر از صحاری آفریقا می‌باشد. گرد و غبارهایی که در گزارشات هواشناسی با کد ۰۶ ثبت می‌شود به عنوان گرد و غبار از منابع خارجی محسوب می‌شود. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است گرد



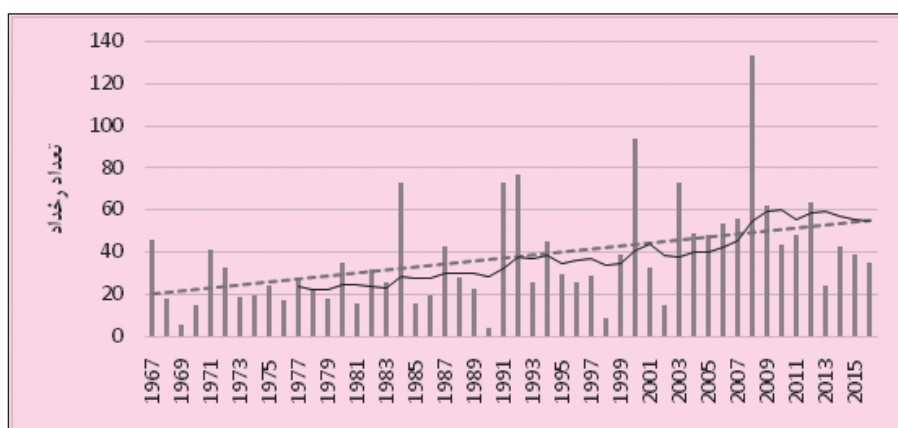
شکل ۲ - نقشه کاربری اراضی استان خوزستان



شکل ۳- نمودار روند تغییرات رخداد گرد و غبار ۵۰ ساله اخیر ایستگاه سینوپتیک اهواز ۱۹۶۷-۲۰۱۶



شکل ۴- روند تغییرات رخداد گرد و غبار از منابع داخلی و خارجی



شکل ۵- روند تغییرات رخداد دیدهای بحرانی در ایستگاه اهواز

و غبارهای با منشأ خارجی دارای روند افزایشی است بنابراین منبع اصلی گردوغباری که استان خوزستان و از جمله اهواز را تحت تاثیر قرار می‌دهد در خارج از مرزهای سیاسی کشور و به ویژه در کشور عراق است. تغییرات بلند مدت گرد و غبارهایی که منشأ داخلی دارند (کد ۰۷) و از کانون‌های داخلی منشأ می‌گیرند، در سال‌های اخیر روند قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهد هر چند که شدت و غلظت آنها بیشتر شده است.

روند تغییرات رخداد دیدهای بحرانی در ایستگاه اهواز

بر اساس تعریف سازمان جهانی هواشناسی زمانی که سرعت باد به بیش از ۱۵ متر بر ثانیه برسد و میدان دید افقی به کمتر از یک کیلومتر برسد، طوفان گردوغبار رخ داده است. طوفان‌های گرد و غبار بر اثر سرعت باد زیاد در منشأ گرد و غبار ایجاد می‌شوند و پس از طی مسافتی در مناطقی که سرعت باد کاهش یابد فرو می‌نشینند و می‌توانند میدان دید را در این مناطق به شدت کاهش دهند و دید را به حد شرایط بحرانی یعنی ۱۰۰۰ متر و کمتر برسانند در حالی که سرعت باد کم شده و حتی شرایط کاملاً آرام است. در مقاله حاضر روند تغییرات دیدهای بحرانی ایستگاه اهواز نیز بررسی گردید. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین متحرک ده ساله داده‌ها و روند کلی درازمدت رخداد دیدهای بحرانی، روند افزایشی را نشان می‌دهد (شکل ۵).

راهکارهای پیش‌بینی شده برای کاهش گرد و غبار اهواز

با عنایت به اینکه عملیات اجرایی مقابله با گرد و غبار با منشأ برون مرزی، مستلزم همکاری و هماهنگی‌های بین‌المللی و به ویژه کشورهای درگیر با این مسئله می‌باشد. از طرفی بدلیل وجود ناامنی و جنگ در منطقه مورد نظر در حال حاضر این کار

کاهش می‌دهند؛ سیستم ریشه گیاهان ذرات خاک را به هم چسبیده نگه داشته و با ایجاد سایه، رطوبت خاک را به طور موقت افزایش می‌دهند و بدین ترتیب قشر سطحی و خاک را تثبیت کرده و از حرکت باز می‌دارند. به همین دلیل راهکار اساسی مقابله با گرد و غبار برای کانون‌های گرد و غباری در درجه اول، جنگلکاری با گونه‌های مناسب و با توجه به شرایط اکولوژیکی مناطق در دستور کار قرار گرفت. بدین منظور اداره کل منابع طبیعی خوزستان با بسیج امکانات محلی در فاصله ماه‌های اسفند ۱۳۹۵ تا اردیبهشت ۱۳۹۶ اقدام به ۴ هزار هکتار جنگلکاری با گونه‌های پیشنهادی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور شامل کهور، گز و آتریپلکس نمود که این سطح در سال ۹۶ به حدود ۷ هزار هکتار خواهد رسید (شکل ۷).

میسر نیست، از این رو با تصمیم هیات دولت، وزارت جهاد کشاورزی موظف به ارائه برنامه کاری مقابله با گرد و غبار استان خوزستان گردید. با عنایت به سطح وسیع ۷ کانون گرد و غباری شناسایی شده، تثبیت کانون شماره ۴ که در فاصله نزدیک‌تری به اهواز قرار دارد در اولویت قرار گرفت (شکل ۶). از آنجا که برای مقابله با گرد و غبار علاوه بر شرایط هواشناسی که قبلاً مورد بحث قرار گرفت، عوامل سطحی زمین، نیز در تعیین میزان انتشار گرد و غبار اهمیت بسزایی دارند، از این رو ایجاد پوشش گیاهی در کنترل توسعه گرد و غبار مهم است زیرا تقویت پوشش گیاهی موجب پایداری سطح و در نتیجه کاهش فرسایش بادی و گرد و غبار می‌شود. گیاهان زبری سطح را افزایش داده و در نتیجه سرعت باد را



شکل ۶- نمایی از کفه‌های رسی- نمکی کانون‌های ریزگرد خوزستان



شکل ۷- عملیات جنگلکاری در کانون شماره ۴ گرد و غبار - جنوب شرق اهواز

با توجه به اینکه میزان رطوبت خاک سطحی نیز به عنوان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار روی شدت فرسایش بادی محسوب می‌شود. و از طرفی در برخی مناطق از کانون‌های گرد و غباری بدلیل شرایط حاد خاک‌شناسی و شوری زیاد امکان احیای بیولوژیکی آنها میسر نمی‌باشد از این رو راهکار ضربتی دوم که برای اقدام سریع مقابله با گرد و غبار کانون شماره ۴ در دستور کار قرار گرفت، مسئله مرطوب‌سازی خاک است. بدین منظور تامین آب مورد نیاز برای مرطوب‌سازی خاک و آبیاری نهال‌های کاشته شده به موسسه جهاد نصر واگذار گردید. موسسه مذکور با بسیج کلیه امکانات محلی احداث کانال آبی را با طول ۴۴ کیلومترکه از کانال آب پرورش ماهی منشعب می‌شود در دستور کار قرار داده است که بخش اعظم آن احداث شده است (شکل ۸ و ۹). برنامه مطالعه و ارائه طریق علمی برای مقابله با کانون‌های گرد و غبار داخلی استان نیز به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور است که برنامه کاری کانون شماره جنوب شرق اهواز به اتمام رسیده است و هم اکنون برنامه مطالعاتی میان مدت کل ۷ کانون گرد و غبار به مساحت ۳۵۰ هزار هکتار در دست تهیه است.

نتیجه‌گیری

گردو غبار جزء لاینفک ویژگی‌های اقلیمی مناطق خشک دنیا می‌باشد و رخدادهای گردو غبار در استان خوزستان با منشاء داخلی و خارجی نیز پدیده‌ای نوظهور نیست. آنچنان که به دلیل مسایل فرسایش بادی و گرد و غبار، استان خوزستان در ردیف اولین محل‌هایی بوده است که از ۵۰ سال پیش کارهای مربوط به تثبیت ماسه‌های روان در مناطقی مثل کرخه و الباجی اهواز شروع شده است. در زمان گذشته منابع گرد و غبار خارجی که ایران و از جمله خوزستان را تحت تاثیر قرار می‌داد در فاصله دورتری از ایران قرار داشت و بیشتر از صحرای افریقا و عربستان بود اما به دلیل

گردو غبارهای شدید و طولانی، چه بسا بحرانی‌تر خواهد شد. از طرفی مدیریت نادرست منابع آب در استان خوزستان و رخداد خشکسالی‌ها خود منجر به فعال شدن کانون‌های داخلی شده است که در صورت تداوم خشکسالی و مدیریت نامناسب منابع آب و عدم رعایت حقایق تالاب‌ها و هورها در این استان شاهد رخدادهایی نظیر ۸ بهمن ۹۵ در اهواز خواهیم بود مگر اینکه در سیاستگذاری‌ها و تصمیمات کلان مدیریتی به ویژه در بحث آب تجدید نظری جدی بعمل

تغییرات دهه‌های اخیر در مدیریت منابع آب و سدسازی در کشورهای ترکیه، سوریه و عراق و رخداد خشکسالی‌های پیاپی و در نتیجه خشک شدن تالاب‌ها و هورها، رخداد گرد و غبار با فراوانی و تداوم بیشتری این استان را تحت تاثیر قرار داده است در سال‌های آتی با تداوم روند سدسازی در کشور ترکیه و خشک‌تر شدن کشورهای سوریه و عراق و وجود شرایط بحرانی در نظام‌های سیاسی این کشورها و در صورت کاهش نزولات جوی در آنها شرایط ایران از نظر رخداد



شکل شماره ۸ و ۹ - طرح احداث کانال و عملیات اجرایی آن - زمان: اردیبهشت ۱۳۹۶

(2007) Case study of a dust storm over Hyderabad area, India: its impact on solar radiation using satellite data and ground measurements. Science of the Total Environment 384, 316-32.

2-Buseck, P.R. and Pósfai, M. (1999) airborne minerals and related aerosol particles: Effects on climate and the environment. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 96, 3372-9.

3- Engelstaedtor, S., Kohfeld, K. E., Tegen, L., and Harrison, S. P. (2003) Controls on dust emissions by vegetation and topographic depression: An evaluation using dust storm frequency data. Geophysical Research Letters 30.

4-Warren-Rhodes, K.A., Rhodes, K.L., Pointing, S.B. et al. (2006) Hypolithic cyanobacteria, dry limit of photosynthesis, and microbial ecology in the hyperarid Atacama Desert. Microbial Ecology 52, 389-98.

<https://fa.wikipedia.org>

به ایران می‌رسد. این باد در تابستان دایمی و با رطوبت کم می‌وزد. باد شمال در زمستان اغلب طوفان‌های ناگهانی به وجود می‌آورد؛ ولی در تابستان از ۱۵ خرداد تا آخر تیر (۴۰ روز) با نظم و شدت زیادی می‌وزد. «باد شرچی» از جنوب غربی می‌وزد و با عبور از خلیج فارس مرطوب شده و با توجه به بالا بودن درجه حرارت هوا تا حدود زیادی سنگین می‌شود و نفس کشیدن را به خصوص برای کسانی که مشکلات تنفسی دارند دشوار می‌کند. این باد بسیار نامطلوب است و سبب تغییرات کلی در آب و هوای آبادان می‌شود.

نوع سوم از بادهای آبادان «باد سموم» یا «سام» است که از عربستان می‌وزد و همیشه خاک و شن همراه دارد. این باد بسیار خشک، گرم و سوزنده است. وزش آن به هنگام تابش آفتاب مخصوصاً در میانه روز شخص را مسموم می‌کند. این گونه بادهای هر چند سالی یکبار در آبادان می‌وزد و آسمان روز را کاملاً تیره و تاریک می‌کند. البته همه ساله نوع ملایم‌تر آن می‌وزد که با خاک و گرد و غبار توأم است و تا حدودی شرایط عادی زندگی را دچار اختلال می‌کند.

منابع

1-Badarinath, K.V.S., Kharol, Shailesh Kumar, Kaskaoutis, D.G., and Kambezidis, H.D.

آید. در خاتمه باید به این نکته مهم اشاره شود که اگر با بسیج کلیه امکانات برای مقابله با پدیده گرد و غبار خوزستان در برنامه میان مدت، بطور کامل بتوان ۷ کانون شناسایی شده را مهار کرد فقط حدود ۱۰-۱۵ درصد گرد و غبار خوزستان مهار می‌شود در حالی که حدود ۹۰-۸۵ درصد گرد و غبار منشاء برون مرزی دارد که به سادگی امکان مهار آنها میسر نمی‌باشد. بنا براین در مصاحبه‌ها و سخنرانی مسئولین محترم ذیربط نباید این گونه به مردم القا شود که با اجرای این برنامه ضربتی خوزستان دیگر شاهد گرد و غبارهای بهمن ۹۵ یا ۹۳ نخواهد بود آنچنان که بعضاً در تشریح عملیات اجرایی مقابله با پدیده ریزگرد خوزستان توسط مسئولین این پندار وجود دارد. از این رو در صورت تکرار پدیده مشابه (که دور از انتظار هم نیست) دیگر حرفی برای قانع کردن مردم نخواهیم داشت.

پاورقی

۱- در استان خوزستان از سه نوع باد تحت عنوان بادهای آبادان یاد شده است. نخست «بادهای منظم فصلی» که در اثر تغییرات فشار هوا در فصل‌های مختلف سال به وجود می‌آیند. این بادهای معمولاً شدید نیستند مگر این که عامل جوی دیگری موجب تشدید آنها شود. دوم «بادهای محلی» که خود بر دو نوع است: «باد شمال» و «باد شرچی». باد شمال از جریان‌های مدیترانه‌ای است که

بررسی اکولوژی دشت لوت

● مهین حنیفه پور- دانشجوی دکتری بیابان زدایی، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
● ناصر مشهدی- استادیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان دانشگاه تهران

چکیده

بیابان لوت به سبب وجود ویژگی‌های طبیعی، توپوگرافی و تحت تاثیر شرایط اقلیمی خاص و برخوردار از شرایط ویژه به خصوص بکری و ناشناخته بودن بخش‌های فراوانی از این منطقه، یکی از منحصر به فردترین بیابان‌های جهان و به گونه‌ای قطب گرمائی کره زمین محسوب می‌گردد. بنابراین شناسایی قابلیت‌های بیابان‌لوت حائز اهمیت و ضروری است. در نوشتار حاضر سعی شده است که به بررسی اکولوژی (اقلیم، زمین شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی، وضعیت آب) آن پرداخته شود. طبق نتایج بدست آمده نزولات جوی در ارتفاعات می‌تواند از ۳۰۰ میلی متر در سال هم تجاوز کند در حالی که میزان نزولات جوی در مدخل حوزه بسیار کم و بحدود ۵۰ میلی متر و کمتر، در قسمت‌های شدیداً کویری حتی کمتر است. نوع خاک‌ها را عمدتاً گچ و نمک، سیلت، مارن، شن و ماسه و مقدار ناچیزی رس تشکیل می‌دهد. تحقیقات زمین‌شناسی درباره منطقه لوت بسیار کم و این دشت از نظر زمین‌شناسی مربوط به دوره‌های میوسن - پلیوسن است. تیپ‌های گیاهی از انواع گونه‌های خشکی پسند، شور پسند، گچ دوست و صخره دوست می‌باشد. بخش وسیعی از بیابان لوت که شنزارها - زمین‌های رسی - نمکزار و خاک‌های شور است عاری از پوشش گیاهی می‌باشد. پوشش سطحی زمین حدود ۸۵٪ توسط سنگریزه‌های سیاه اراضی وسیع بین آبراهه‌ها اراضی لخت قرار گرفته‌اند. مهم‌ترین منبع تأمین‌کننده آب منطقه منبع آب زیرزمینی است که توسط چاه‌ها و قنات استخراج می‌گردد. رود شور، تنها رود دایمی است که در اعماق کویر لوت جریان دارد و در طول سال پرآب است. از نظر ژئومورفولوژی شامل: کلوت، مرتفع‌ترین هرم‌های ماسه‌ای دنیا، پهنه‌های وسیع ماسه و ریگ، ناهمواری‌های ماسه‌ای بزرگترین نیکاهای جهان، دشت‌هایی با خاک‌های ریگی نظیر هامادا یا سنگفرش بیابان و... دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اکولوژی، دشت‌لوت، اقلیم، زمین شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی، وضعیت آب

مقدمه

معین (۱۳۸۲) کلمه لوت به معنی بی‌آب و علف است. واژه لوت به معنی بدترین شکل کویری است، به طوری که منطقه به صورت مرده و خاموش و کاملاً عقیم درآید و وارد شدن در آن به معنی مرگ و نابودی باشد. در مواردی به کفه‌های سفید و غبارآلود نمک هم لوت می‌گویند.

مناطق بیابانی و کویری یکی از بخش‌های ارزشمند طبیعت محسوب می‌گردند که متأسفانه در کشور ما مهجور مانده‌اند و ضمن آنکه بهره‌مندی از آنها نبرده‌ایم، به عنوان یک چالش، همواره مشکلات فراوانی را حاصل وجود آنها متصور بوده‌ایم و این در حالی است که در بسیاری کشورها که در کمربند بیابانی دنیا واقع شده‌اند به این مناطق نگاه ویژه‌ای از جهت منابع عظیم

اساس مطالعات کتابخانه‌ای، نتایج حاصل از تحقیقات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (بیابان) و بررسی در سایت‌های گوناگون می‌باشد.

موقعیت دشت لوت:

مستوفی (۱۳۵۱) کویر لوت، با ۸۰ هزار کیلومترمربع مساحت، حدود ۱۳ درصد از پهنای وسیعی از خاک کشور را دربرگرفته است که در جنوب شرقی ایران واقع شده است که در بخش شمالی آن کوهستان و در بخش میانی آن دشتی زیبا قرار دارد و مشرف‌بودن دو رشته کوه بلند به این نواحی بیابانی، تپه‌های ماسه‌ای فراوانی را به وجود آورده که از شمال خاوری به جنوب امتداد یافته و بلندی آنها گاهی به ۴۰۰ متر نیز می‌رسد. دشت لوت محدوده‌ای بین استان‌های خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان و کرمان، بین دو

تأمین انرژی، توسعه صنعت گردشگری و ایجاد فضاها و کارکردهای علمی و آموزشی به اینگونه مناطق وجود دارد. بیابان‌لوت به سبب وجود ویژگی‌های طبیعی، توپوگرافی و تحت تاثیر شرایط اقلیمی خاص و برخوردار از شرایط ویژه به خصوص بکری و ناشناخته بودن بخش‌های فراوانی از این منطقه، یکی از منحصر به فردترین بیابان‌های جهان محسوب می‌گردد. بنابراین شناسایی قابلیت‌های بیابان‌لوت حائز اهمیت و ضروری است. در نوشتار حاضر سعی شده است که به بررسی اکولوژی (اقلیم، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی، وضعیت آب) آن پرداخته شود.

مواد و روش

کلیه مباحث مطرح شده در این مقاله بر



شکل ۱- واحد های جغرافیایی دشت لوت

گسل نهندان در شرق و نای بند در غرب قرار دارد. از شمال به کوه شاه، ارتفاعات جنوبی خوسف (در جنوب بیرجند) و کوه نای بند و از مغرب به کوه های کرمان و از جنوب به جاده بم- زاهدان و از مشرق به کوه های سیستان و بلوچستان محدود است. احمدی (۱۳۸۶) دشت لوت از لحاظ شکل ناهمواری و پراکندگی عوارض جغرافیایی می توان به سه قسمت ذیل تقسیم کرد:

۱- **لوت شمالی** : از عناصر ریگ، شن و ماسه تشکیل شده است و حد جنوبی آن را بریدگی های نامنظم مشرف به چاله- رود شور بیرجند- تشکیل می دهد. ناهمواری های ماسه ای به شکل سفره های ماسه ای در آن وجود دارد. توده های ماسه ای در این منطقه به صورت پراکنده و به مقدار کم وجود دارد که ارتفاع آن اغلب بین ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر است. سطح وسیعی از لوت شمالی را تک کوه ها و تپه های پراکنده رسوبی و آتشفشانی پوشانیده است.

۲- **لوت مرکزی**: شگفت انگیزترین و وسیع ترین قسمت دشت لوت است. در قسمت های شرقی لوت مرکزی تپه ها و توده های عظیم و به هم پیوسته ماسه ای قرار گرفته و سطح قابل توجهی از لوت را به عرض متوسط ۵۲ کیلومتر و طول متوسط ۱۶۲ کیلومتر در لوت پوشانده است. لوت مرکزی مشخص ترین واحد جغرافیایی است که در آن نمونه های کامل انواع مختلف عوارض بیابانی دیده می شود.

۳- **لوت جنوبی**: که به آن لوت زنگی احمد هم گفته می شود. مسیل های زیادی از جنوب و جنوب شرقی و مشرق لوت جنوبی وارد این قسمت از لوت (لوت زنگی احمد) می شود. غنی ترین قسمت چاله لوت از نظر پوشش گیاهی است و بیشتر در قسمت های شمالی و مرکزی و غربی جنوب غربی متمرکز است اما قسمت جنوب شرقی و جنوبی آن از لحاظ پوشش گیاهی فقیر و حتی سطح های وسیعی به کلی فاقد گیاه است. این قسمت از چاله لوت را که از مناطق کشاورزی و

شمال و جنوب و محصور بودن بین ارتفاعات زاگرس در باختر و البرز در شمال مانع از نفوذ رطوبت گردیده است که موجب شده این منطقه شرایط اقلیمی ویژه ای داشته باشد. در فصل تابستان آب و هوای بسیار گرم همراه با بادهای خشک و سوزان و زمستان های سرد و خشک دارد. میزان نزولات جوی بسیار کم و به طور نامنظم در فصل زمستان و اوایل فصل بهار صورت می گیرد. حداقل و حداکثر دمای آن در زمستان و تابستان حدود ۹- و بیش از ۴۵ درجه سانتی گراد است. تبخیر از سطح این حوزه ها نیز بسیار زیاد و به بیش از ۲۵۰۰ میلیمتر در سال بالغ می گردد (میانگین تبخیر سالانه در شهرستان طبس در استان خراسان

مسکونی مهم حواشی لوت بشمار می رود از لحاظ پوشش گیاهی بویژه درخت های جنگلی (کهور) نسبت به سایر قسمت های چاله لوت غنی است (احمدی، ۱۳۸۶). شکل (۱) واحدهای جغرافیایی دشت لوت را نشان می دهد.

نتایج

۱- بررسی اقلیم

سالنامه آماری (۱۳۸۸) مجاورت این ناحیه با کویر لوت در خاور و دشت کویر در باختر موجب متأثر شدن این منطقه از آب و هوای خشک صحرایی شده است. بعلت قرارگیری در مرکز ایران و دوری از دریای



مساعد و حاصلخیز کم است، در مناطقی که خاک مناسب وجود دارد آب کافی در اختیار نیست. نوع خاک‌ها را عمدتاً گچ و نمک، سیلت، مارن، شن و ماسه و مقدار ناچیزی رس تشکیل می‌دهد و میزان بارندگی اندک و شدت تبخیر فوق‌العاده زیاد است و به علت خاصیت موئینگی، روند شور شدن کماکان ادامه دارد لذا امکان رویش گونه‌های گیاهی وجود نداشته و به تبع آن هیچ گونه جانوری نیز در منطقه مشاهده نمی‌گردد. شکل (۳)

۱-۲ دلایل شوری خاک

* زهکش سیلاب‌ها هنگام عبور از تشکیلات نمکدار که عمدتاً مربوط به دوران سوم زمین‌شناسی می‌باشند به طرف گودترین نقطه حوضه آبخیز سرازیر می‌شود املاح محلول را در خود حل کرده و به چاله‌ها حمل می‌کنند. این املاح پس از تبخیر در سطح زمین رسوب می‌کنند و در نتیجه خاک آن نقاط شور شده و کویر ایجاد می‌شود بطوری که هیچ گونه گیاهی نمی‌تواند در آنجا رشد نماید.

* املاح نمک در ساختمان خاک منطقه موجود بوده و به دلیل تبخیر شدید از طبقات زیرین در نتیجه خاصیت شعریه به سطح منتقل می‌شود و کویر ایجاد می‌شود.

* ممکن است به دلیل وجود گنبد‌های نمکی در منطقه و تخریب آن به تدریج کویر ایجاد گردد. (زهتابیان، ۱۳۸۷)

اطلاعات سینوپتیک ایستگاه بم نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه در طول دوره سال عمدتاً شمالی است. مقیمی (۱۳۸۳) طی بررسی انجام شده، جمع روزهایی که طی پنجاه سال گذشته هوای لوت توأم با گرد و خاک بوده ۷۵۰۰ روز بدست آمده است. این رقم نشان‌دهنده فراوانی بادهای طوفانی است؛ ولی این بادهای نسبت به بادهای گذشته اقلیمی از سرعت چندانی برخوردار نیستند. اشکال عمده بادی شامل پهنه‌های صاف و هموار (ورقه‌ای شکل)، رشته‌های عمودی، گنبدی، برخان، شبه برخان، تپه‌های عرضی، پارابولیک، خطی یا طولی و ستاره‌ای است.

نتایج حاصل از گلباد و گل‌طوفان‌های منطقه نشان می‌دهد که طی دوره آماری مورد مطالعه (۲۰۰۲-۲۰۰۸) جهت وزش باد شمالی است. با توجه به گل‌طوفان سالانه، بر اساس سرعت آستانه استاندارد فرسایش بادی (۶/۵ متر بر ثانیه)، تهیه شد، مشخص گردید که فراوانی بادهایی که دارای سرعتی کمتر از سرعت آستانه فرسایش بادی هستند، برابر ۴۷ درصد می‌باشد. این مسأله، نشان‌دهنده این است که بادهای توفانزا و تولیدکننده گرد و خاک، بیش از ۵۰ درصد از کل بادهای منطقه را شامل می‌شوند.

در پیوست، گراف، گلباد و گل‌طوفان‌های سالانه منطقه براساس ایستگاه سینوپتیک کرمان ترسیم شده است.

۲- خاکشناسی

محمودی و کردوانی (۱۳۴۹) میزان خاک

حدود ۴۰۷۵ میلیمتر) و از این رو هر گونه تولید و توسعه کشاورزی و صنعتی در این نواحی در گرو تهیه آب خواهد بود. رطوبت نسبی هوا کم بوده و متوسط آن در سال کمتر از ۵ درصد است. مسئله مهم در سنجش عوامل جوی فشار هوا و بادهاست. شناسایی جهت بادهای اصلی و فرعی و موسم وزش باد برای توجیه و بیان شکل ناهمواری‌های صحرائی و مخصوصاً تپه‌های شنی لازم است. شکل (۲) وضعیت بارش را در اواخر سال ۱۳۹۰ و اوایل ۱۳۹۱ نشان می‌دهد.

۱-۱ وضعیت نزولات جوی

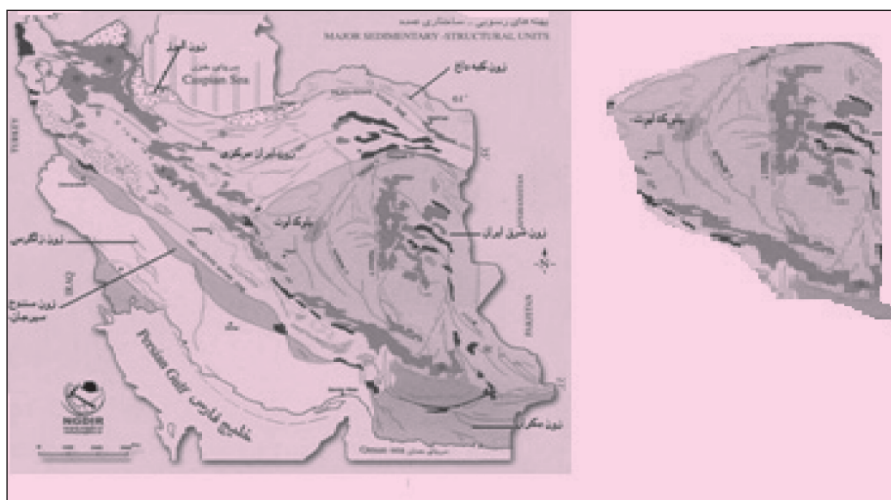
میزان بارش‌ها بسته به ارتفاع و موقعیت جغرافیایی به میزان زیادی تغییر می‌کند. بخش عمده‌ای از منطقه دارای ریزش‌های کمتر از ۲۰۰ mm است. این حوزه پهناور از منتهی‌الیه جنوبی حوزه به ارتفاعات سلسله جبال بارز و از سمت غرب به ارتفاعات شرق کرمان محدود می‌گردد. این ارتفاعات محل اصلی تغذیه منابع آبی حوزه لوت را تشکیل می‌دهند که ارتفاع آنها حتی تا ۴۰۰۰ هم می‌رسد و در فصل زمستان اغلب پوشیده از برف می‌باشند. نزولات جوی در این ارتفاعات می‌تواند در مواردی از ۳۰۰ میلی‌متر در سال هم تجاوز کند که ریزش‌های جوی اغلب در این ارتفاعات به صورت برف است. ارتفاعات شمال و غرب حوزه که به مراتب پست‌تر و از تشکیلات آتشفشانی یعنی از سنگ‌های آذرین و توف‌های سبز رنگ تشکیل تشکیل می‌شوند، اغلب خشک بوده و نزولات سالیانه در آنها بین ۱۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر بالغ می‌گردد. میزان نزولات جوی در مدخل حوزه بسیار کم و به حدود ۵۰ میلی‌متر و کمتر، در قسمت‌های شدیداً کویری حتی کمتر است. با توجه به فاصله بسیار زیاد بخش مرکزی نسبت به ارتفاعات اطراف، شاید نقاطی هم در مرکز چاله دارای سال‌های فاقد باران باشند. حوزه لوت دارای هوایی گرم و خشک و به شدت کم باران است.

۲-۱ تحلیل باد منطقه

علی اکبری و برومند (۱۳۸۵) نتایج حاصل از بررسی‌های نمودار گلباد با استفاده از



شکل ۳- خاک‌های شور



شکل ۴- وضعیت زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۳- زمین‌شناسی

موسوی (۱۳۷۰) تحقیقات زمین‌شناسی درباره منطقه لوت بسیار کم است. اطلاعات موجود قسمتی مربوط به نظریات آقای استوکلین زمین‌شناس سازمان زمین‌شناسی کشور است که ضمن بررسی تکنیک ایران دو توده مقاوم در منطقه لوت تشخیص داده و محور ساختمانی شمالی جنوبی مشرق ایران را که کوه‌های کرمان و سیستان و کوه‌های قاینات و طبس را تشکیل می‌دهد بواسطه برخورد فشار با این توده مقاوم دانسته است. احمدی (۱۳۸۶) در دو طرف دشت لوت تشکیلات رسوبی دوران دوم و توده‌های آتش‌نشانی بطور ناگهانی شکسته و خطوط گسل در جهت شمالی جنوبی دو طرف منطقه لوت را فرا گرفته است بطوری که از لحاظ ساختمانی لوت یک چاله شکسته و فرونشسته است که بنظر می‌رسد از اواسط دوران سوم به این طرف هیچ نوع فشاری بر رسوبات آن وارد نیامده است و شامل آن قسمت از شرق ایران می‌شود که در مغرب زون فلیش و بین آن و بلوک طبس واقع است. استحکام و پایداری آن را به تراکم و سخت‌شدگی سنگ‌های دگرگونی شده زیر ساخت آن نسبت می‌دهند که در تریاس میانی، بر اثر کوهزایی سیمیرین پیشین پدید آمده است. قدیمی‌ترین سنگ‌های این زون، شیست‌ها و رسوبات دگرگون شده است و در کل این دشت از نظر زمین‌شناسی مربوط به دوره‌های میوسن- پلیوسن است. شکل (۴) وضعیت زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۴- پوشش گیاهی

جزیره ای (۱۳۸۵) مناطق کویری بدلیل وجود خاک شور دارای پوشش گیاهی منحصر بفردی می‌باشند. گیاهانی که در این مناطق رشد می‌کنند، گیاهانی شورپسند هستند که علاوه بر جلوگیری از فرسایش و حفظ خاک نمادی از استقامت در گرمای کویر هستند. پوشش گیاهی موجود نیز با این

گونه اراضی و همچنین با آب و هوای این محیط، سازگاری یافته و تیپ‌های گیاهی از انواع گونه‌های خشکی پسند، شور پسند، گچ دوست و صخره دوست می‌باشد. زهتابیان (۱۳۹۰) تعیین تیپ گیاهی، نشان می‌دهد در نواحی پست حاشیه دشت لوت عمدتاً تیپ‌های گیاهان شورپسند، تاغ و گون و در ارتفاعات مشرف به این نقاط گیاهانی نظیر درمنه وجود دارند که گیاهان گروه اول ارزش غذایی کمی دارند. جالب توجه است که در تیپ‌های حاشیه کویر در میان گیاهان غیرخوشخوراک، گیاهانی با درجه خوشخوراکی متوسط و خوب دیده می‌شود. به جز مراتع ارتفاعات مرکزی، علوفه قابل برداشت در بسیاری از نقاط حاشیه کویر از ۲۰ کیلوگرم در هکتار هم کمتر است. ترک‌نژاد (۱۳۷۶) بخش وسیعی از بیابان لوت که شنزارها - زمین‌های رسی - نمکزار



شکل ۵- گونه گز، میزبان نیکا

و خاک‌های شور است عاری از پوشش گیاهی می‌باشد. در این مناطق استثنائی از حاشیه لوت باغات مرکبات و نخلستان‌های غنی و پر بار نیز در پناه و از برکت آب زیرزمینی ایجاد گردیده‌اند. در بخش جنوبی آن نزدیک به برخی از ارتفاعات پراکنده؛ با استفاده از آب‌های زیرزمینی کشت خرما و بعضی محصولات دیگر انجام می‌شود. طبق نتایج مطالعات میدانی پوشش گیاهی عمده منطقه کمتر از یک درصد و شامل بنه، ریش بز، پرند، اسکنبیل، دم گاوی، درمنه، اشنیان، آنا بازیس همراه با قیچ، تاغ، رمس، هندوانه ابوجهل و علف شور است. این پوشش اندکی بیشتر در مسیر آبراهه‌ها مشاهده شده و در اراضی وسیع بین آبراهه‌ها اراضی لخت قرار گرفته‌اند. پوشش سطحی زمین حدود ۸۵٪ توسط سنگریزه‌های سیاه رنگ آندزیت پوشیده شده است. گونه گز (Tamarix) از عمده‌ترین گونه‌های میزبان نیکاها است (شکل ۵). در بخش جنوبی آن نزدیک به برخی از ارتفاعات پراکنده؛ با استفاده از آب‌های زیرزمینی کشت خرما و بعضی محصولات دیگر انجام می‌شود.

۵- وضعیت آب

ابریشمی (۱۳۶۸) برخلاف تصور قبلی، آب‌های روان در اطراف دشت لوت کم نیستند وضع بسترهای خشک رودها و شست‌وشوی زمین در دشت‌ها و در داخل کلوت نمودار جریان بسیار زیاد آب در بعضی فصول است. در منطقه غربی بواسطه نزدیکی کوه‌های مرتفع کرمان به دشت لوت چندین رود از ارتفاعات سرچشمه گرفته و وارد چاله مرکزی می‌شوند و غالب این رودها در تمام سال آبی نسبتاً وافی دارند و با وجودی که سفر در اوایل زمستان و موسم خشکی انجام گرفت ملاحظه شد که رود شور در شمال غربی حوضه آب زیادی دارد و این آب‌ها در چاله‌های بین کلوت روی زمین پخش می‌شوند و چاله پای کلوت همیشه مرطوب است. در اطراف شهداد دو رود

آبیاری می‌رسند و بعضی آب‌ها به کلی شور و بی‌مصرف است. شور شدن آب این رودها بواسطه عبور از زمین‌های رسی و نمکی و ژئوسی است که تا حد اشباع مواد آنها در آب حل می‌شود و گسترش آب‌ها در چاله‌ها و حوضه‌ها باعث ازدیاد و پیدایش زمین‌های کویری شور می‌گردد. از اواخر دوران سوم به بعد منطقه لوت گاهی بصورت دریاچه کویری با آب زیاد بود و گاهی دریاچه خشک گشته و رسوبات کویری ته نشست نموده و گاهی شست‌وشوی زیاد زمین مواد کویری را شسته و کویرهای تازه‌ای ساخته است.

پیدایش و تشکیل زمین‌های شور و کویری دشت لوت بواسطه عمل آب انجام شده و این عمل بصورت مستمر تا امروز هم ادامه دارد و باید انتظار داشت که در آتیه هم زمین‌های کویری زیاده‌تر شده و دشت لوت وسیع‌تر گردد و اما در دشت لوت برخلاف دشت کویر چون اطراف حوضه را ارتفاعات فراگرفته و شیب دامنه‌ها و دشت‌ها زیاد است

بزرگ دیگر بطرف لوت می‌روند که مقدار کمی از آب آنها به مصرف آبیاری می‌رسد. در لوت جنوبی در کوهپایه پشو و کشتیت باز دو رود دائمی بطرف لوت جاری است و از ارتفاعات جنوب غربی هم آب‌های موسمی بطرف چاله جریان دارد. جنوب لوت آب‌های فراوانی دارد که جزء حوضه رود نرماشیری است. کوه‌های جنوبی بم سرچشمه بسیاری از آب‌های دائمی یا موسمی است که یا به باتلاق‌های محلی می‌ریزند و یا جزء حوضه نرماشیر و رودشور می‌شوند و از ارتفاعات جنوب شرقی و منطقه سیستان هم آب‌های زیادی به چاله جنوبی زنگی احمد می‌رسد.

با توصیف فوق باید قبول کرد که منطقه لوت بی‌آب نیست و همین آب فراوان اطراف است که در قرون متمادی به پیدایش و توسعه لوت کمک کرده است. آب‌های اطراف لوت شور است و شوری آنها متفاوت است بعضی از آب‌های شور مانند رود نرماشیر و رود شهداد و کشتیت با وجود شوری به مصرف

جدول ۱- وسعت و موقعیت آبی حوزه فلات مرکزی ایران

حوزه های آبریز	مساحت - کیلومتر مربع			میلیون مترمکعب		
	جمع کل	ارتفاعات	دشتهای	حجم ریزشهای جوی	حجم آبهای جاری ورودی به دشتهای	حجم تغذیه سالیانه سفره های زیرزمینی
حوض سلطان	۹۴۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳۴۰۰۰	۲۶۰۰۰	۳۶۰۰	۳۰۰۰
کویر گرمسار-سمنان	۳۰۰۰۰	۱۹۰۰۰	۱۱۰۰۰	۶۵۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰
دشت کویر	۱۴۳۰۰۰	۶۳۰۰۰	۸۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰
کویر نمک	۴۸۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۸۰۰۰	۶۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
کویر طبس	۴۴۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۸۰۰۰	۳۵۰۰	۲۰۰	۴۰۰
کویر لوت	۱۴۵۰۰۰	۵۵۰۰۰	۹۰۰۰۰	۱۲۵۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰
کویر بافق	۱۱۲۰۰۰	۶۰۰۰۰	۵۲۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰
ابرقو-سیرجان	۶۳۰۰۰	۲۵۰۰۰	۳۸۰۰۰	۸۰۰۰	۶۰۰	۸۰۰
گاوخونی	۳۹۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۴۰۰۰	۹۵۰۰	۱۴۰۰	۱۴۰۰
جیرفت-رودبار	۳۴۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰	۶۰۰



شکل ۶- رود شور، تنها رود دائمی

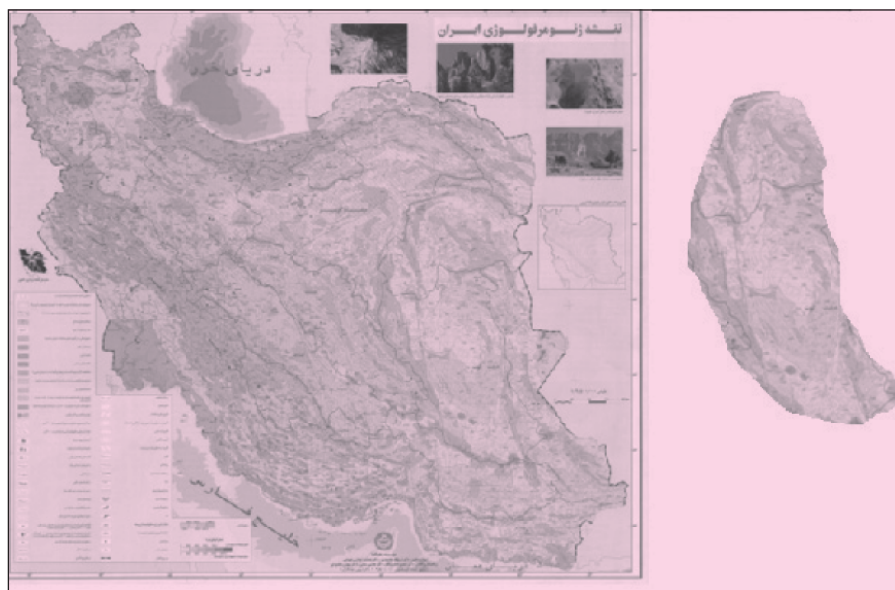
جریان آب بطرف چالۀ مرکزی راحت است و آب روی زمین نمی ماند تا کفهای مرطوب مانند دشت کویر ایجاد نماید. جدول (۱) وسعت و موقعیت آبی حوزه فلات مرکزی ایران را نشان می دهد.

۵-۱ منبع آبی منطقه

قبادیان (۱۳۶۹) مهم ترین منبع تأمین کننده آب منطقه منبع آب زیرزمینی است که توسط چاهها و قنات استخراج می گردد و مورد بهره برداری قرار می گیرد. این حوزه پهناور از منتهی الیه جنوبی حوزه به ارتفاعات سلسله جبال بارز و از سمت غرب به ارتفاعات شرق کرمان محدود میگردد. این ارتفاعات محل اصلی تغذیه منابع آبی حوزه لوت را تشکیل می دهند که ارتفاع آنها حتی تا ۴۰۰۰ متر هم می رسد و در فصل زمستان اغلب پوشیده از برف می باشند. در استان کرمان در هر سال ۴۰ میلیون متر مکعب آب که می تواند در حوزه کشاورزی استفاده شود به دلیل نبود طرح های نگهداری آب وارد کویر لوت می شود.

رود شور، تنها رود دائمی است (شکل ۶) که در اعماق کویر لوت جریان دارد و در

طول سال پر آب است. رود شور از کوه های شمال غرب بیرجند سرچشمه می گیرد. آب این رودخانه بسیار شور است و هر چه به چاله مرکزی لوت نزدیک تر می شود بر اثر



شکل ۷- وضعیت ژئومورفولوژی



شکل ۸- مناطق کویری و بیابانی

۷۵٪ کل کشور را به خوداختصاص داده است نمک طعام (Halite)، کلرور پتاسیم (Silvite)، سِلستین (Celestine) (ترکیبی از اکسید استرانسیم و سولفور)، گوگرد (Sulfur) شکل (۸).

نتیجه گیری

خوشبختانه ایران ما با توجه به شرایط

دشت لوت، شور هستند. در این مناطق مواد معدنی با ارزش اقتصادی زیادی وجود دارند که قابل استخراج و بهره‌برداری می‌باشند. این مواد قادر به جبران بخش یا حتی تمامی هزینه‌های احیاء مناطق کویری هستند. از جمله مواد معدنی موجود در عرصه‌های بیابانی و کویری موارد ذیل می‌باشد:

مناطق کویری و بیابانی ایران سطحی معادل

گذشتن از بسترهای شور و نیز تبخیز شدن آب غلظت املاح در آن به حدی زیاد می‌شود که در کناره‌های قسمت پایینی آن کیلومترها اثری از گیاه دیده نمی‌شود.

۶- ژئومورفولوژی

احمدی (۱۳۸۶) از عوارض ناهمواری قابل ملاحظه ناحیه کُلوْت در مغرب و تپه‌های ماسه‌ای در مشرق و چاله‌های مرکزی و دشت‌های اطراف است. در زیر به چند مورد از مهم‌ترین اشکال ژئومورفولوژی لوت اشاره ای می‌کنیم:

۱- کُلوْت: ناحیه کُلوْت جالب‌ترین شکل ناهمواری منطقه است. در مساحتی بطول تقریبی ۱۸۰ کیلومتر و عرض ۶۰ تا ۷۰ کیلومتر رشته‌های متوازی برجستگی و پستی با جهت شمال غربی و جنوب شرقی ادامه دارند.

۲- مرتفع‌ترین هرم‌های ماسه‌ای دنیا که ارتفاع برخی از هرم‌ها گاه به ۴۸۰ متر می‌رسد.

۳- پهنه‌های وسیع ماسه و ریگ با طیف رنگی قهوه‌ای روشن تا خاکستری و سیاه نظیر «گذار باروت».

۴- ناهمواری‌های ماسه‌ای به اشکال برخان- هرم‌های ماسه‌ای- سیف و تپه‌های طولی دیده می‌شود.

۵- بزرگترین نبکاهای جهان تپه‌های شنی پوشیده از گیاه که یکی از شگفتی‌های هم زیستی خاک و آب و گیاه است. این نبکاهای به گلدان بیابان نیز نامیده شده‌اند.

۶- دشت‌هایی با خاک‌های ریگی نظیر هامادا یا سنگفرش بیابان.

۷- نزدیک به یک سوم از تپه‌های ماسه‌ای دشت لوت متحرک و بقیه بوسیله ی درختان تاغ تثبیت شده‌اند. ارتفاع این تپه‌های تثبیت شده تا ۲۰۰ متر هم می‌رسد. شکل (۷) وضعیت ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. پیوست مقاله تصاویر زیبا از ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۷- مواد معدنی بیابان لوت

بسیاری از مناطق کویری ایران از جمله



خاصی که دارد یکی از متنوع ترین کشورهای دنیا از لحاظ تنوع زیست محیطی می باشد. در این بین بیابان لوت با ارزش های قابل توجهی که از لحاظ زیبایی های بصری و شرایط زیستی خاص از جمله کلوت ها، رود شور، پهنه های بازالتی و آتش فشانی، تپه های شنی، چاله ها، نیکاه ها، مناطق روستایی و نیز شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و بکری که دارد یکی از منحصر به فردترین بیابان های دنیاست که می تواند مقصدی برای بخش قابل توجهی از ساکنان کره زمین به خصوص در اروپا، آمریکای شمالی، آسیای شرق و جنوب شرق باشد.

ایجاد شغل و منبع درآمد برای ساکنان مناطق خشک و از جمله برای منطقه دشت لوت در درجه اول اهمیت قرار دارد پس از آن ارائه خدمات رفاهی، آموزشی و بهداشتی نیز از اهم امور است. در این صورت درصد گرایش ساکنان این آبادی ها به قاچاق مواد مخدر و اعتیاد کاهش می یابد.

باید توان اکولوژیکی منطقه حفظ شود و فقر پوشش گیاهی بیش از این تشدید نگردد. تمرکز و تجمع شبه روستاهای موجود در منطقه باعث برقراری ارتباط قوی تر ساکنان با سایر نواحی شده و امکان امداد رسانی و ارائه خدمات را تسهیل نموده و در هزینه های مربوطه کاهش چشم گیری را به وجود می آورد.

امید است با استفاده از این منابع خدادادی، امکان توسعه و ایجاد اشتغال در منطقه فراهم گردد. مسایل جهانگردی و توریستی و

جامعه شناسی از اموری است که توجه به آنها موجب رونق هر چه بیشتر اقتصادی اجتماعی منطقه خواهد گردید. بررسی این مسایل نیازمند پژوهش های خاص می باشد.

منابع

۱- ابریشمی، م؛ ۱۳۶۸؛ «جمع آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی»، آستان قدس رضوی.

۲- احمدی، ح؛ ۱۳۸۶، «ژئومرفولوژی کاربردی/ جلد دوم فرسایش بادی»، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- اطلس زمین شناسی ایران، ۱۳۸۲، انتشارات سازمان نقشه برداری.

۴- ترک نژاد، اح؛ ۱۳۷۶؛ «مبحثی در باب تعادل اکولوژیک و پایداری در توسعه»، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مرتع.

۵- جزیره ای، م ح؛ ۱۳۸۵، «جنگل کاری در خشکبوم»، انتشارات دانشگاه تهران.

۶- جعفری، م؛ ۱۳۸۵، «احیای مناطق خشک و بیابانی»، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- سالنامه آماری استان کرمان، ۱۳۸۸، سرزمین - آب و هوا.

۸- علی اکبری بیدختی؛ ع.ع و برومند؛ ن، ۱۳۸۵، «مطالعه ای بر بادهای گپ منطقه دشت لوت»، بیابان. جلد یازدهم. شماره ۱.

۹- قبادیان، ع؛ ۱۳۶۹؛ «سیمای طبیعی فلات ایران»، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۱۰- گودرزی، م؛ ۱۳۷۳؛ «مدیریت منابع آب در مناطق خشک ایران و جهان با تأکید بر حوزه مرکزی ایران»، سمینار کارشناسی ارشد

آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۱- لیتی؛ ج، (ترجمه: زهتابیان؛ غلامرضا و همکاران)، ۱۳۹۰، «بیابان ها و زیست بوم های بیابانی»، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲- مجموعه مقالات سمینار بررسی مسایل مناطق بیابانی و کویری ایران، جلد ۱ و ۲، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

۱۳- محمودی؛ ف و کردوانی؛ پ، مرداد ۱۳۴۹، «نمونه هایی از خاک های لوت زنگی و شبکه آب های دشت لوت»، گزارش های جغرافیایی؛ نشریه شماره یک.

۱۴- مستوفی؛ ا، ۱۳۵۱، «شهاد و جغرافیای تاریخی دشت لوت»، نشریه شماره ۸ گزارش های جغرافیایی.

۱۵- معین؛ م، ۱۳۸۲، «فرهنگ فارسی»، انتشارات راه رشد.

۱۶- مقیمی؛ ا، ۱۳۸۳، «فرآیندهای بادی و تغییرات اشکال سطحی در دشت لوت»، پژوهش های جغرافیایی، دانشگاه تهران.

۱۷- موسوی حریمی، ر؛ ۱۳۷۰؛ «رسوب شناسی»، آستان قدس رضوی.

۱۸- نقشه ژئو مرفولوژی قسمت جنوبی دشت لوت انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح مقیاس ۱:۶۰۰۰۰۰

۱۹- ویکنز؛ جی. ای. (ترجمه: زهتابیان؛ غلامرضا و همکاران)، ۱۳۸۷، «اکوفیزیولوژی گیاهان اقتصادی در مناطق خشک و نیمه خشک، سازگاری های موجودات زنده بیابانی»، انتشارات دانشگاه تهران.

20-www.irandeserts.com

آشنایی با نرم افزار متن باز Collect Earth و کاربردهای آن در ارزیابی تغییر کاربری‌ها

● احسان رنجبر - کارشناس ارشد خاک‌شناسی

● حسین بدری پور - دکترای علوم مرتع و مدیر اجرایی پروژه بین‌المللی خشکیدگی بلوط و بلایت شمشاد

● شهرام احمدی - دکترای جنگل‌داری

چکیده

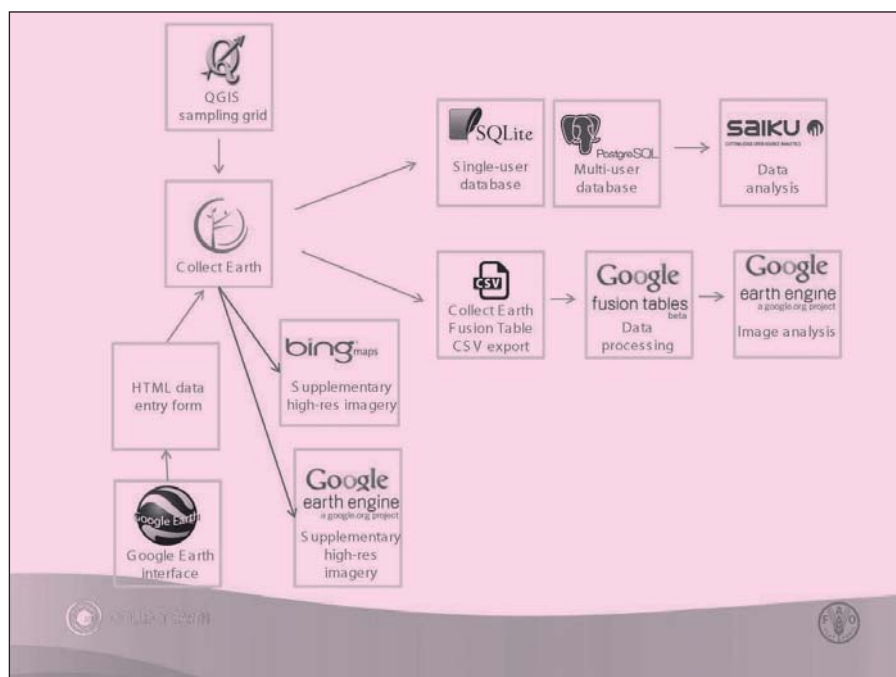
در قالب پروژه کمک‌های فنی فائو با عنوان "کمک به تقویت سازگاری جنگل‌های زاگرس در مقابل خشکیدگی بلوط و جنگل‌های خزر در مقابل بلایت شمشاد و راه‌اندازی سیستم ملی پایش جنگل" که پروژه‌ای برای تقویت ظرفیت‌های کارشناسی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور است و یکی از مولفه‌های چهارگانه‌اش راه‌اندازی سیستم ملی پایش جنگل است، برنامه‌ریزی شد تا دوره آموزشی کالکت‌ارث طی روزهای ۳۱ اردیبهشت تا ۴ خرداد ماه با حضور تعدادی از کارشناسان بخش مهندسی و جنگل استان‌های پایلوت پروژه (ایلام، فارس و مازندران - نوشهر)، کارشناسان ستاد سازمان و برخی از استان‌های کشور و تعدادی از کارشناسان وزارت جهادکشاورزی و سازمان حفاظت محیط‌زیست برگزار شود. مدرس دوره هم آقای جولیو مارکی کارشناس داده‌های مکانی دپارتمان جنگل فائو بود. با توجه به این که کارشناسان بخش‌های مهندسی و جنگل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در این دوره آموزشی شرکت نمودند، امید آن می‌رود با بررسی توانایی‌ها و کاستی‌های این نرم‌افزار و نیازهای بخش‌های تخصصی در مورد امکان بهره‌گیری از این نرم‌افزار تصمیم‌گیری و پس از آموزش نسبت به کاربری آن در سطح وسیع اقدام نمایند.

کالکت‌ارث نرم‌افزاری رایگان و متن باز برای پایش تغییرات کاربری می‌باشد که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) طراحی شده‌است. این نرم‌افزار با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های گوگل دسکتاپ و رایانش ابری، امکان دسترسی به بایگانی‌های متعدد و رایگان تصاویر ماهواره‌ای شامل بایگانی تصاویر ماهواره‌ای با دقت مکانی بالا (مانند گوگل ارث و بینگ مپس) و تصاویر ماهواره‌ای با دقت زمانی بالا (مانند گوگل ارث انجین GEE Code Editor، google earth engine code editor (GEE)، را فراهم می‌کند. در مجموع، این بایگانی‌ها دسترسی رایگان و آزاد به حجم زیادی از اطلاعات درباره وضعیت کنونی و گذشته اراضی در هر نقطه از جهان را فراهم می‌سازند. کالکت‌ارث تصاویر ماهواره‌ای موجود در بایگانی‌ها را به گونه‌ای در کنار هم گرد می‌آورد که می‌توان روش‌های خلاقانه‌ای برای پایش سرزمین طراحی و ابداع نمود. همچنین، این نرم‌افزار توانایی بالایی در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و در نتیجه ارزیابی کاربری اراضی دارد و با توجه به ابزارهای توانمند و امکان پیکربندی آسان آن برای کارشناسانی که تخصص برنامه‌نویسی و یا سنجش از دور ندارند ابزاری جامع و کاربرپسند در مقوله ارزیابی کاربری اراضی، تغییر کاربری اراضی، بلایای طبیعی، مدیریت پایدار منابع کمیاب و عملکرد زیست بوم می‌باشد.

مقدمه

امروزه بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای روشی معمول در جمع‌آوری و فراهم کردن اطلاعات لازم برای پایش کاربری اراضی و مطالعه‌ی تغییر کاربری اراضی و همچنین برآورد کمی تأثیرات بشر بر زیست بوم می‌باشد. این ارزیابی‌ها در دو مرحله‌ی تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای با دقت بالا (VHR) و نمونه‌برداری صحرائی از عرصه مورد مطالعه انجام می‌پذیرد. البته باید اذعان داشت که پایش اراضی از طریق سنجش از

دور همواره به دلیل هزینه بالای تهیه تصاویر ماهواره‌ای و تجاری بودن نرم‌افزارهای سنجش از دور و در نتیجه استفاده از ویرایش‌های قفل شکسته آن‌ها در ایران و همچنین به دلیل نیاز به سطح بالای مهارت‌های تکنیکی برای آنالیز تصاویر ماهواره‌ای، کاری دشوار و چالش برانگیز بوده است. اما سنجش از دور طی دهه‌های گذشته دچار تغییرات زیادی شده به نحوی که این تغییرات پایش سرزمین را برای کارشناسانی که تخصص سنجش از دور ندارند، بسیار آسان‌تر کرده است. در کنار کاهش قیمت بسیاری از تصاویر ماهواره‌ای، دسترسی رایگان به انواع تصاویر افزایش یافته و نرم‌افزارهای ساده و غیر تجاری زیادی تولید شده‌اند که فرایند تفسیر و تجزیه و تحلیل آن‌ها را آسان‌تر نموده است. در این راستا سازمان‌ها و نهادهای بسیاری قدم‌های بزرگی برداشته‌اند، اما سازمان زمین‌شناسی آمریکا و گوگل دو سازمان پیش‌تاز در این زمینه می‌باشند. سازمان زمین‌شناسی آمریکا در سال



شمای کلی کار با نرم‌افزار کالکت ارث

۲۰۰۸ بایگانی تصاویر ماهواره‌ای لند ست را در اختیار عموم قرار داد و گوگل در سال ۲۰۰۵ نرم‌افزار گوگل ارث را منتشر نمود که با استفاده از آن کاربران توانستند به‌طور رایگان به تصاویر ماهواره‌ای با دقت متوسط تا بسیار بالا دسترسی پیدا کنند.

نرم‌افزارهای رایگان و متن باز بسیاری در زمینه پایش سرزمین بر پایه استفاده از نقشه‌های گوگل ارث طراحی شده‌اند. از جمله این نرم‌افزارها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- Geo-Wiki

۲- GLCF Labeling Tools

۳- LACO-Wiki

۴- SkyTruth

۵- TimeSync

۶- Tomond

۷- VIEW-IT

اما در این میان یکی از توانمندترین و کاربر پسندترین نرم‌افزارها، نرم‌افزار کالکت‌ارث می‌باشد که در این مقاله به معرفی ساختار و نحوه عملکرد آن خواهیم پرداخت. این نرم‌افزار رایگان و متن باز بوده و توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) برای تسهیل در جمع‌آوری، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌های اراضی طراحی شده‌است. همچنین این نرم‌افزار به کاربران متخصص و غیر متخصص امکان استفاده از تکنولوژی گوگل را می‌دهد تا بتوانند به صورت رایگان به تصاویر ماهواره‌ای دسترسی داشته باشند و از آن طریق داده‌های مربوط به اراضی مورد مطالعه را جمع‌آوری نمایند. همچنین کالکت‌ارث امکان استفاده همزمان از تصاویر ماهواره‌ای با دقت مکانی و زمانی مختلف مانند دیجیتال گلوب، اسپات، سنتینل ۲، لندست و مودیس را از طریق گوگل ارث، بینگ مپس و گوگل ارث انجین فراهم می‌کند. به طور خلاصه آنچه که این نرم‌افزار را در میان سایر رقبا متمایز و توانمندتر می‌کند عبارت است از:

۱- امکان دسترسی به بایگانی تصاویر

کنار هم قرار دادن گوگل ارث، گوگل ارث انجین و بینگ مپس ارزیابی اراضی را از طریق تفسیر چند لایه تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر می‌کند. منظور از تفسیر چند لایه تصاویر ماهواره‌ای این است که کالکت‌ارث همزمان با نمایش تصاویر ماهواره‌ای با دقت مکانی و زمانی مورد نیاز، با اتصال به گوگل ارث انجین کد ادیتور می‌تواند شاخص‌های NDVI، EVI، NDWI را به صورت نمودار در اختیار کاربر قرار دهد. با مقایسه همزمان این شاخص‌ها که از ماهواره‌های لندست ۷ با بازه زمانی ۷ ماهه و مودیس با بازه زمانی ۱۶ روزه تهیه می‌شوند، با تصاویر ماهواره‌ای با ترکیب بانندی دلخواه، فرایند ارزیابی با دقت و اطمینان بیش‌تری انجام می‌پذیرد. با توجه به اینکه ماهواره‌های لندست ۷ و مودیس در سال ۱۹۹۹ به فضا پرتاب شدند، سری‌های زمانی ایندکس پوشش گیاهی مورد استفاده در کالکت‌ارث، از دقت زمانی ۱۶ ساله برخوردار بوده که این امر به آسانی امکان تشخیص تغییر کاربری اراضی با استفاده از نمودارهای یاد شده را فراهم می‌آورد. نرم‌افزار کالکت‌ارث با دسترسی به

ماهواره‌ای با دقت بالا که می‌توانند ارزیابی کاربری اراضی و تغییر پوشش گیاهی سرزمین را پشتیبانی نمایند،

۲- نمایش نمودارهای مربوط به تغییرات فصلی و سالانه ایندکس‌های پوشش گیاهی که توسط تصاویر ماهواره‌های لندست و مودیس در گوگل ارث انجین تولید می‌شوند،

۳- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از ابزار Saiku

۴- برخورداری از چهارچوبی توانمند در جمع‌آوری داده‌ها که قابلیت پیگیری بر اساس نیاز و سلیقه کاربر غیر حرفه‌ای را ممکن نموده است.

کالکت‌ارث دسترسی آزادی به سه بایگانی ارزشمند و غنی تصاویر ماهواره‌ای دارد که از لحاظ پوشش مکانی و زمان تصویربرداری بسیار جامع بوده و کاربر را قادر می‌سازد که هر نقطه از کره زمین را در هر بازه زمانی ارزیابی نماید. علاوه بر آن، بسیاری از تصاویر ماهواره‌ای دیگر که در این بایگانی وجود ندارد را می‌توان به نرم‌افزار Google Earth (pro) افزود و به راحتی با استفاده از کالکت‌ارث، اراضی را بر اساس آن‌ها ارزیابی نمود. کالکت‌ارث با در

بایگانی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ که طولانی‌ترین مدت تصویربرداری را در بین ماهواره‌های سنجنش از دور دارد، کاربران را قادر می‌سازد ارزیابی‌های طولانی مدتی را از سال ۱۹۸۴، زمانی که این ماهواره به فضا فرستاده شد، انجام دهند. البته نباید فراموش کرد که تمامی تصاویر لندست ۵ نه تنها از پیوستگی مکانی برخوردار نیستند بلکه امکان دسترسی به تمامی بازه‌های زمانی آن وجود ندارد. کالکت‌ارث نموداری را در ارث انجین در اختیار کاربر قرار می‌دهد که تعداد تصاویر لندست ۵ موجود در بایگانی و تاریخ تصویربرداری آنها را نشان می‌دهد.

از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد استفاده از کالکت‌ارث در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای این است که کاربر نیاز به هیچگونه مدل‌سازی و یا برون‌یابی رایانه‌ای برای تولید و به‌دست آوردن نتایج نهایی ندارد. این امر کاملاً با روش‌های سنجنش از دور معمول که در آنها عموماً ارزیابی سرزمین از طریق برون‌یابی نمونه‌های تعلیمی پراکنده در کل منطقه مورد مطالعه انجام می‌پذیرد، متفاوت است.

مروری بر ساختار و نحوه کارکرد نرم‌افزار Collect Earth

کالکت‌ارث سامانه‌ای برای پایش سرزمین می‌باشد که از چهار بخش اصلی تشکیل شده است: ۱- ورودی‌ها، ۲- ابزار جمع‌آوری اطلاعات، ۳- ابزار مدیریت داده‌ها، ۴- ابزارهای تحلیلی برای تصویرسازی نتایج و تولید خروجی.

ورودی‌ها پارامترهای لازم برای ابزار جمع‌آوری اطلاعات را تبیین می‌نمایند. داده‌های جمع‌آوری شده به صورت خودکار توسط سرورها مدیریت می‌شوند و درون پایگاه داده‌ها ذخیره می‌شوند. ابزارهای آنالیز داده‌ها برای تسهیل فرایند تفسیر ویژگی‌های سرزمین، به این پایگاه داده‌ها دسترسی پیدا می‌کنند. در مجموع، این چهار بخش در قالب شش نرم‌افزار، سه بایگانی تصاویر ماهواره‌ای، دو بایگانی تکمیلی داده‌ها و دو سرور ترسیم می‌شوند.

نرم‌افزار کالکت‌ارث به صورت رایگان و متن باز و به همراه یک راهنمای جامع در سایت www.openforis.org قابل دسترسی می‌باشد. این نرم‌افزار بر پایه **Java** طراحی شده و بر روی سیستم‌های عامل ویندوز، مک و لینوکس قابل اجرا است. بیش‌تر نرم‌افزارهای پشتیبان درون فایل نصب کالکت‌ارث قرار دارند و دیگر نرم‌افزارها مانند **Google** و **Open Foris Collect** به صورت رایگان در شبکه اینترنت موجود می‌باشند.

۱- ورودی‌های نرم‌افزار Collect Earth

کالکت‌ارث نرم‌افزاری است که امکان پیکربندی بر اساس سلیق و خواسته‌های کاربر را فراهم می‌نماید و می‌توان آن را برای رسیدن به تنوع زیادی از اهداف در فرایند تفسیر و پایش سرزمین در مقیاس ملی، منطقه‌ای یا محلی طراحی نمود. هر پیکربندی به صورت یک بسته‌ی مجزا و در قالب یک پروژه (CEP) ذخیره می‌شود. این فایل CEP در بر دارنده پارامترهای لازم برای شکل دهی ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد. ورودی‌های CEP را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ۱- فرم جمع‌آوری داده؛ ۲- طراحی نمونه‌برداری؛ ۳- اطلاعات توصیفی منطقه؛ ۴- فایل پلات؛ ۵- داده‌های مکانی تکمیلی؛ ۶- فایل مشخصات پروژه.

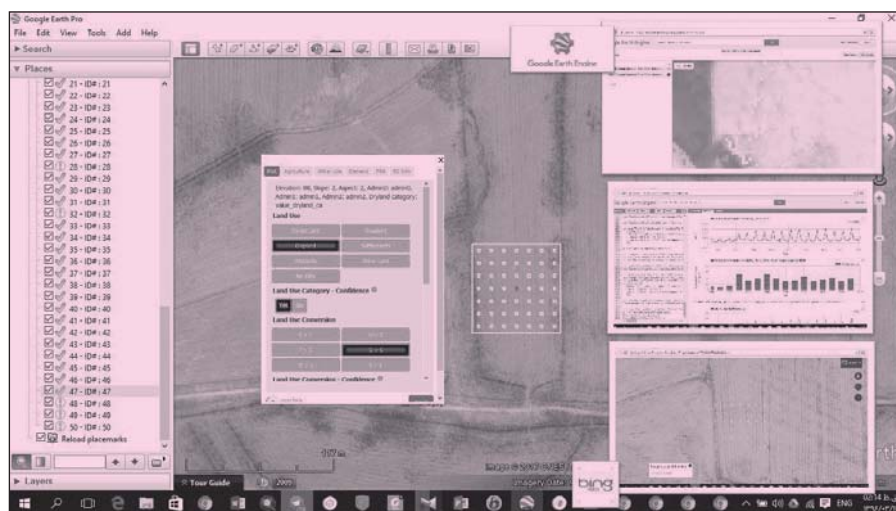
هر یک از این ورودی‌ها را می‌توان به آسانی بر اساس ملزومات و اهداف پروژه پیکربندی و طراحی نمود.

فرم جمع‌آوری داده از یک سری پنجره‌های ورود اطلاعات و فیلدهای متنی تشکیل شده است. این پنجره‌ها و فیلدها کاربر را در مسیر ذخیره اطلاعات توصیفی یک عرصه خاص راهنمایی می‌کند. اگرچه کاربر می‌تواند با توجه به هدف و پروژه خود فرم‌ها را با استفاده از نرم‌افزار متن باز **Open Foris Collect** که آن هم توسط فائو طراحی شده است، تهیه نماید، اما فرم‌های

از پیش تهیه شده‌ی زیادی نیز بر روی شبکه وجود دارد که می‌توان از آنها استفاده نمود. طرح نمونه‌برداری، پراکنش مکانی سایت‌های مطالعاتی مورد ارزیابی را مشخص می‌نماید. محدوده سایت‌های مورد ارزیابی در کالکت‌ارث توسط پلات‌ها مشخص می‌شود. فایل پلات یک فایل CSV شامل مختصات جغرافیایی و کد مخصوص هر پلات به همراه داده‌های تکمیلی می‌باشد که می‌تواند برای آنالیز سودمند باشد اما این داده‌ها توسط کاربر وارد نمی‌شوند (مانند ارتفاع، اقلیم، داده‌های خاک و غیره) بلکه می‌توانند در **GEE Code Editor** یا هر نرم‌افزار GIS تهیه و به فایل CSV وارد شود.

اندازه و شکل پلات‌ها و تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر پلات را می‌توان در فایل CSV مشخصات پروژه مشخص نمود. درصد پوشش عوارض داخل هر پلات (مانند پوشش درختی، اراضی کشاورزی، جاده‌ها و غیره) بر اساس نقاط نمونه قابل محاسبه است. همچنین کاربر می‌تواند مشخص کند که کدام بایگانی تصاویر ماهواره‌ای در ارزیابی مورد استفاده قرار گیرد.

ابزار جمع‌آوری اطلاعات شامل تصاویر ماهواره‌ای، محدوده مرز پلات و نقاط نمونه‌برداری در هر پلات و همچنین نمودارهایی که ایندکس‌های پوشش گیاهی وضع موجود و گذشته‌ی محدوده‌ی داخل پلات را نشان می‌دهند، می‌باشد. علاوه بر آن، فرم جمع‌آوری داده‌های کالکت‌ارث که کاربر را به صورت سیستماتیک و ساختاریافته برای ذخیره اطلاعات توصیفی پلات راهنمایی می‌کند نیز از این جمله می‌باشد. روند جمع‌آوری داده با اجرا کردن نرم‌افزار کالکت‌ارث و باز شدن خودکار گوگل‌ارث، بینگ مپس، **GEE** و **GEE Code Editor** آغاز می‌شود و کاربر با دسترسی به بایگانی سه نوع تصویر ماهواره (گوگل‌ارث، بینگ مپس و **GEE**) و یک بایگانی داده‌های گرفته شده از تصاویر (**GEE Code Editor**)، داده‌ها را جمع‌آوری می‌کند. بینگ مپس یک سرویس



نحوه ارزیابی پلات‌ها و ورود اطلاعات در نرم‌افزار

می‌توان در کنار آن انواع نمودارهای مختلف را تولید نمود. جداول و نمودارهای تولید شده را می‌توان به فرمت‌های معمول و رایج مانند PDF، XLS و JPG استخراج نمود.

نتیجه‌گیری

کالکت‌ارث با امکان دسترسی رایگان به آرشیو تصاویر ماهواره‌ای و در دسترس بودن آنالیز تصاویر توسط کارشناسان فاقد تخصص سنجش از دور، نقش قابل‌توجهی در عمومی‌شدن سنجش از دور در ده سال گذشته داشته است. با تغییر ورودی‌های کالکت‌ارث مانند فرم‌های جمع‌آوری اطلاعات، طرح نمونه برداری و اندازه پلات، کاربران به آسانی می‌توانند کالکت‌ارث را به گونه‌ای پیکربندی کنند که با اهدافشان در مهم‌ترین نوآوری در کالکت‌ارث آن است که این نرم‌افزار به همه افراد امکان ارزیابی هر منطقه از جهان با استفاده از ابزارهای رایگان و متن باز، تصاویر ماهواره‌ای با دقت بالا و دسترسی رایگان به صورت آنلاین، و تفسیر بصری چندلایه را می‌دهد.

منبع

وبسایت <http://www.openforis.org>

تحت شبکه با مالکیت شرکت میکروسافت است که تصاویر ماهواره‌ای با دقت بالا (VHR) از سایت دیجیتال گلوب را با دیگر سایت‌های تامین‌کننده تصاویر ترکیب می‌کند. GEE نیز یک پایگاه رایش ابری برای دسترسی، به تصویر کشیدن و پردازش کردن تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. بایگانی آن شامل تصاویر تهیه شده توسط لندست، مودیس و سنتینل بوده که مجموعاً پوشش کامل کره زمین، پیوستگی زمانی (از سال ۱۹۷۲ اکنون) و دقت مکانی از ۵۰۰ متر تا ۱۰ متر را فراهم می‌کنند. گوگل‌ارث به کاربران اجازه مشاهده رایگان تصاویر ماهواره‌ای با دقت مکانی متوسط، بالا و بسیار بالا (۳۰ متر تا کمتر از یک متر) که توسط لندست، دیجیتال گلوب (شامل ایکونوس و کوئیک‌برد)، اسپات و غیره تامین شده‌اند را نیز می‌دهد. برخلاف گوگل مپس، گوگل‌ارث لایه‌های مختلف تصاویر ماهواره‌ای با زمان‌های مختلف تصویربرداری در بسیاری از نقاط زمین را ارائه می‌نماید. برای برخی از پلات‌ها، همان تصاویر موجود و بایگانی تصاویر قدیمی‌تر در گوگل‌ارث برای ارزیابی کاربری اراضی و تغییر پوشش گیاهی کافی است. اجماع کالکت‌ارث با GEE Code Editor و پردازش خودکار تصاویر ماهواره‌ای سال‌های مختلف، به کاربران امکان بهره‌برداری از امکاناتی و رای تفسیر پایه‌ای و قابل مشاهده تصاویر که به صورت معمول انجام می‌شود، را می‌دهد. GEE Code Editor در کالکت‌ارث به صورت پیش‌فرض و به طور همزمان.

الف- ایندکس پوشش گیاهی فصلی (۱۵ ماهه) و سالانه (۱۵ ساله) مانند NDVI، NDWI و EVI، تهیه شده از ماهواره‌های لندست ۷، لندست ۸ و مودیس را به صورت نمودارهای خطی و.

ب- ترکیبات باندی حقیقی و مادون قرمز تصاویر ماهواره‌ای لندست و سنتینل ۲ با بازه زمانی زیاد را نشان می‌دهد.

ساختار پایگاه داده‌ها در کالکت‌ارث شامل: ۱- داده‌هایی که به صورت دستی

ارزیابی تحمل به خشکی در چهار گونه از جنس *Stipa* بر اساس شاخص‌های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه

● مجتبی اخوان ارمکی - دکتری علوم مرتع
● علی حاجی بگلو - دانشجوی دکتری علوم مرتع

چکیده

خشکی از جمله تنش‌های محیطی مهم است که بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد. برای شناسایی مکانیزم‌های مقاومت به تنش در چهار گونه از جنس *Stipa* آزمایشی با چهار سطح مختلف پتانسیل‌های اسمزی حاصل از PEG ۶۰۰۰ شامل صفر، -۳، -۶ و -۹ بار بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در محیط هیدروپونیک به اجرا درآمد. از گونه‌های *St.orientalis*, *St.barbata*, *St.pennata* و *St.caragana* در این مطالعه استفاده گردید. در این آزمایش، طول ریشه چه، طول ساقه چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، وزن تر گیاهچه، نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش تنش خشکی، فاکتورهای نسبت ریشه چه به ساقه چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه افزایش و سایر صفات به طور قابل توجهی کاهش یافتند. این کاهش در تمامی صفات مورد ارزیابی در تغییر پتانسیل از -۶ به -۹ مگاپاسکال حداکثر بود. به طور کلی در میان گونه‌های مورد آزمایش، گونه *St.pennata* در پتانسیل‌های مورد مطالعه جوانه زنی مناسبی را نشان داد و از این نظر بر سایر گونه‌ها برتری معنی‌داری داشت. از پارامترهای مورد ارزیابی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر بیشترین واکنش را به تغییر پتانسیل آب نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: بذر، *Stipa*، تنش خشکی، جوانه زنی

مقدمه

تنش‌های محیطی، بخصوص تنش آبی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولیدات گیاهی در دنیا است. گیاهان در مقابل خشکی از طریق تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی در تمام اندام‌های خود پاسخ می‌دهند. (Bagheri Kamal, 2006). بطور کلی گیاهچه‌های جوان به خشکی حساسترند و تفاوت‌های ژنتیکی در مقابله با خشکی ممکن است در گیاهچه آشکار شود و همین امر فرصت مفیدی برای به‌گزینی و انتخاب است. با توجه به اینکه حساسترین مرحله زندگی یک گیاه، مرحله جوانه‌زنی و مرحله‌ای است که گیاه هنوز به صورت نهال کوچکی است، با موفقیت گذراندن این دوره نقش مهمی را در مراحل دیگر استقرار گیاه خواهد داشت (Peymanifar, 2004). قابلیت دسترسی به آب با ازدیاد

زراعی صورت گرفته و در رابطه با گیاهان مرتعی تحقیقات بیشتری نیاز است (Behro et al., 2009; Colom, and Vazzana, 2011; Flaxas et al., 2010; Panda et al., 2010; Wang et al., 2007) که لازم است در این زمینه تحقیقات وسیع و دامنه‌داری صورت گیرد. ولر و همکاران اظهار داشتند گراس‌های متحمل به تنش خشکی دارای بقای بیشتر برگ‌ها و پنجه‌ها در فصل خشکی، کاهش تعرق و جذب آب بیشتر از خاک می‌باشند. جیانگ و هانگ به کاهش پتانسیل اسمزی گراس‌ها طی تنش گرمایی و خشکی اشاره داشتند و سهم عمده این کاهش به خاطر افزایش مواد معدنی و الی بوده است. جانسون و باست یکی از عوامل مقاومت به خشکی را افزایش کارایی مصرف آب (افزایش تولید به ازای آب مصرفی) در چهار گونه گراس فصل سرد تحت تنش

نیروی اسمزی (مواد محلول) و نیروی ماتریک (مکش) کاهش می‌یابد. تحقیقات بسیاری در مورد تاثیر کمبود آب بر رشد و نمو گیاهان انجام شده است (Johenson and Bassett, 2007) این تحقیقات حاکی است که کاهش رشد به دلایل مختلفی حادث می‌شود. وقتی گیاهان به آب کافی دسترسی نداشته باشند، مقدار مواد بازدارنده رشد از جمله آبسزیک اسید، در گیاهان افزایش می‌یابد. از طرفی برخی از محققان (Jiang and Huang, 2005; Pennisi, 2008) کاهش مقدار هورمون‌های محرک رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها در گیاه را بر اثر کمبود آب گزارش کرده اند (Emmerich and P.Hardegre, 2008; Mosenzadeh et al., 2006). بررسی‌های انجام شده در زمینه مقاومت به تنش خشکی گیاهان بیشتر روی گیاهان

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیل خشکی با استفاده از PEG ۶۰۰۰

نوع محلول (پتانسیل خشکی)	مقدار محلول	مقدار PEG ۶۰۰۰
۳- مگاپاسکال	۴۰۰ میلی لیتر	۵۵/۲ گرم
۶- مگاپاسکال	۴۰۰ میلی لیتر	۷۵/۶ گرم
۹- مگاپاسکال	۴۰۰ میلی لیتر	۱۰۰/۴ گرم

خشکی معرفی کردند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تحمل به خشکی چهار گونه از جنس *Stipa* بر شاخص‌های جوانه‌زنی می‌باشد تا بتوان گونه‌های مقاوم را شناخته و جهت اصلاح و احیاء مناطق خشک معرفی کرد. دلیل انتخاب این گونه‌ها تولید علوفه قابل توجه و خوشخوراکی بالای آن است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شد. عوامل آزمایش شامل چهار گونه جنس *Stipa* (*St. orientalis*, *St. barbata*, *St. pennata*, *St. caragana*) و پتانسیل رطوبتی با چهار سطح (صفر، ۳-، ۶- و ۹- مگاپاسکال) بود. برای ارزیابی مقاومت به خشکی در مرحله جوانه زنی و ایجاد سطوح مختلف پتانسیل آب از پلی اتیلن

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده تأثیر بسیار معنی دار تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه زنی است. به طور کلی با افزایش تنش خشکی، نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه افزایش و بقیه صفات روند کاهشی نشان داد و از این نظر تفاوت معنی دار بین سطوح تنش وجود دارد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اختلاف بسیار معنی‌داری بین شاخص‌های

گلایکول ۶۰۰۰ استفاده شد. پتانسیل‌های مختلف آب طبق جدول ۱ ایجاد گردید. برای ایجاد پتانسیل صفر بار از آب مقطر استفاده شد (Lahouti and Rahimzadeh, 2002). با توجه به تفاوت تعداد بذور جوانه زده در هر پتری دیش، برای از بین بردن اثر تعداد، در تجزیه و تحلیل داده‌ها آماره کوواریانس انجام شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد.

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس صفات جوانه زنی گونه‌های جنس *Stipa* در سطوح تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	نسبت ریشه چه به ساقه چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
تیمار خشکی	۳	۴۳۰۳**	۱۳۰/۶۷**	۹۳۲۸۵**	۳۸۷۵۱**	۷/۱۶۲**	۲۴۸۸۵۵**	۲۰۱۲۱۱**	۰/۲۰۱۷**	۰/۰۰۳۴**	۰/۳۷۵۷**
گونه	۳	۴۱۳۵**	۸۴/۸۱**	۵۰۰۶**	۵۲۸/NS۱	۱/۴۳۲**	۸۰۱۱**	۱۸۱۳۵**	۰/۰۱۲۵**	۰/۰۰۰۳ NS	۰/۰۳۱۵**
گونه در خشکی	۹	۱۵۳/۱ NS	۲/۵۸ NS	۳۱۵/۶ NS	۲۸۳/۴ NS	۰/۲۴۴ NS	۹۱۷/۹ NS	۷۶۱/۵ NS	۰/۰۰۳۳ NS	۰/۰۰۰۳ NS	۰/۰۱۰۸**
خطا	۱۹۲	۲۶۰/۹	۹/۵۴	۵۰۲	۳۷۴/۳	۰/۳۱۳	۱۴۶۲	۱۹۴۲	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات		۲۰/۴۰	۳۸/۹۵	۲۵/۶۳	۲۷/۲۹	۵۴/۲۲	۲۴/۱۷	۳۳/۳۲	۲۱/۴۰	۲۱/۹۵	۲۵/۶۳

** = معنی دار در سطح ۱ درصد * = معنی دار در سطح ۵ درصد NS: غیر معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح خشکی برای صفات مورد سنجش در گونه‌های جنس *Stipa*

تیمار خشکی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	نسب ریشه چه به ساقه چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (g)	وزن خشک گیاهچه (g)	وزن خشک به تر گیاهچه (g)
شاهد	۸۳/۰۸ a	۸/۸۷ a	۱۳۰/۲۴ a	۸۹/۴۱ a	c ۰/۶۸	۲۱۹/۶۵ a	۱۸۳/۸۱ a	۰/۳۴ a	۰/۰۵ b	۰/۱۴ d
۳- مگاپاسکال	۸۵/۶۲ a	۹/۱۶ a	b ۱۱۱/۰۷	۹۲/۷۴ a	۰/۸۵ bc	۲۰۳/۸۱ b	۱۷۶/۳۲ a	۰/۲۷ b	۰/۰۶ a	۰/۲۲ c
۶- مگاپاسکال	۸۲/۳۱ a	۸/۰۲ a	c ۷۳/۸۹	۶۷/۹۹ b	۱/۰۶ b	۱۴۱/۸۸ c	۱۱۹/۳۲ b	۰/۲۴ c	۰/۰۶ a	۰/۲۷ b
۹- مگاپاسکال	۶۵/۶۹ b	۵/۶۶ b	d ۳۴/۴۵	۳۳/۳۸ c	۱/۵۴ a	۶۷/۴۶ d	۴۹/۵۴ c	۰/۲۰ d	۰/۰۶ a	۰/۳۴ a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند

جوانه زنی گونه‌های مورد آزمایش نشان داد. مقایسه میانگین‌های صفات جوانه‌زنی (جدول ۴) برای گونه‌های مختلف نشان داد که بذور گونه *St.orientalis* دارای کمیت بهتری برای شاخص‌های جوانه‌زنی می‌باشد. به طور کلی در بین گونه‌های مورد آزمایش، گونه *St.barbata* از نظر صفات جوانه زنی، ارزش کمتری داشته و اختلاف معنی داری در برخی صفات با بقیه گونه‌ها دارد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین دو فاکتور آزمایش (گونه در خشکی) اثر متقابل معنی داری به جز نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه در بین فاکتورهای اندازه‌گیری وجود ندارد. البته این کاهش در بین گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد، بطوریکه در گونه‌های متحمل به تنش خشکی، تا سطح اسمزی ۳- مگاپاسکال اختلاف معنی داری با شاهد مشاهده نمی‌شود (جدول ۵).

بحث

مولفه‌های مورد بررسی نشان داد که تنش خشکی بر کلیه مولفه‌های رشد اثر منفی داشت.

گردید که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه زنی، طول ساقه چه، طول ریشه چه و نسبت این دو کاهش یافته است (Grandillo et al., 2007). در مطالعه که توسط پارمر و مورانجام شد درصد جوانه زنی بذور ذرت با افزایش فشار اسمزی کاهش یافته است. نتایج حاصل از این تحقیق نیز روند کاهش درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه را همانند مطالعات بالا نشان می‌دهد. به طوری که کمترین مقدار جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه در تیمار ۹- مگاپاسکال و حداکثر این مقادیر در تیمار شاهد و تیمار ۳- مگاپاسکال مشاهده می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده علت وقوع این امر را می‌توان نتیجه افزایش غلظت محلول پلی اتیلن گلیکول و همچنین افزایش فشار و پتانسیل اسمزی محیط کشت دانست. که منجر به کاهش جذب آب توسط بذور شده و همچنین مانع از ادامه فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌گردد. در طی تحقیقاتی که در زمینه مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی انجام شد، نتایج متفاوتی به دست آمده است. به طوری که برخی از گیاهان در مرحله جوانه

به طوری که جوانه زنی از ۸۳/۰۸ و ۸۵/۶۲ درصد در پتانسیل‌های صفر و ۳- مگاپاسکال به ۶۵/۶۹ درصد در پتانسیل ۹- مگاپاسکال رسید. در تنش شدید (۹- مگاپاسکال)، طول گیاهچه کاهش چشمگیری نشان داد و مقدار آن از ۲۱/۹ سانتیمتر در تیمار شاهد به ۶/۷ سانتیمتر در تیمار ۹- مگاپاسکال رسید. بیشترین مقدار طول ریشه چه با مقدار ۹/۲ سانتیمتر در تیمار ۳- مگاپاسکال و کمترین آن با ۳/۳ سانتیمتر در تیمار ۹- مگاپاسکال ایجاد شد. طول ساقه چه نیز در تنش شدید خشکی از خود واکنش نشان داده و کاهش زیادی نسبت به تیمار شاهد داشته است در این مورد می‌توان گفت که پلی اتیلن گلیکول مانع طویل شدن هیپوکتیل شده است. در مطالعه تاثیر پتانسیل اسمزی روی کلیه مولفه ها، تفاوت معنی داری میان شاهد و تیمار ۳- مگاپاسکال وجود نداشت، اگرچه بیشترین کاهش در تیمار ۹- مگاپاسکال مشاهده شد، اما در این پتانسیل هیچکدام از صفات مورد بررسی به صفر نرسید. با توجه به آزمایشی که بر روی برخی گیاهان انجام شد، مشخص

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات مربوط به جوانه زنی در گونه‌های جنس *Stipa*

نام	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	نسب ریشه چه به ساقه (mm)	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (g)	وزن خشک گیاهچه (g)	وزن خشک به تر گیاهچه (g)
<i>St.orientalis</i>	a ۹۱/۷۵ a	a ۹/۵۹ a	۹۲/۰۹ ab	۷۵/۱۶ a	۰/۹۹ b	۱۶۷/۲۵ ab	a ۱۵۶/۲۱ a	۰/۲۸ a	۰/۰۶ a	۰/۲۳ cb
<i>St.barbata</i>	c ۷۰/۸۸ c	c ۶/۵۷ c	۸۴/۷۳ b	۶۹/۴۰ a	۱/۰۲ b	۱۵۳/۸۹ cb	b ۱۱۷/۵۰ b	۰/۲۵ c	۰/۰۶ a	۰/۲۵ ab
<i>St.caragana</i>	bc ۷۶/۵۰ bc	b ۸/۲۱ b	۷۵/۰۲ c	۶۷/۵۹ a	۱/۲۷ a	۱۴۲/۶۳ c	b ۱۱۸/۷۰ b	۰/۲۵ cb	۰/۰۶ ab	۰/۲۷ a
<i>St.pennata</i>	b ۸۰/۳۳ b	b ۷/۸۰ b	۹۸/۷۱ a	۷۱/۸۷ a	۰/۸۶ b	۱۷۰/۴۹ a	a ۱۴۱/۵۰ a	۰/۲۸ ab	۰/۰۵ b	۰/۲۱ c

جدول ۵- میانگین درصد جوانه زنی و شاخص حساسیت به خشکی درصد جوانه زنی در چهار گونه جنس *Stipa* در سطوح مختلف پتانسیل آب

منشاء بذر	۰	۳- مگاپاسکال	۶- مگاپاسکال	۹- مگاپاسکال	تجزیه مرکب
<i>St.oreintalis</i>	۹۵ a	۵ a۹	۹۴ a	۸۲ ca	۹۱/۷۵ a
<i>St.barbata</i>	۷۷ ca	۷۸ ca	۷۰ cb	۵۷ d	۷۰/۸۸ c
<i>St.caragana</i>	۷۸ ca	۸۳ ca	۸۵ ca	۵۸ d	۷۶/۵۰ bc
<i>St.pennata</i>	۸۳ ca	۸۷ ab	۸۳ ca	۶۷ cd	۸۰/۳۳ b

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند

- in four cool-season grasses. *Crop Sci.* 31: 157-162.
11. Kaul, A., and Shankar, V., (2007). Ecology of seed germination of chenopod shrub *Haloxylon salicornicum*. *Tropical ecology* 29:110-115.
 12. Lahouti, M., Rahimzadeh, R., (2002). *Plant physiology*, Vol 1, Astan ghods Razavi press, 591 pages.
 13. Mosenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K., Farrahi-Aschtiani, S., (2006). Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit. *Environmental and Experimental Botany* 56: 314-322
 14. Panda, R. K., S. K. Behera, and P. S. Kashypa. (2010). Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agricultural and Food Engineering*, 66: 181-203
 15. Parmer, M. T& R.P. More. (2009). Carbowax 6000, Maintol, Sodiumchloride for simulating drought condition in germination studies of corn (*Zea mays*) of strong and weak vigor. *Agron. J.* P.192-195.
 16. Pennisi, E., (2008). The blue revolution, drop-by-drop, gene by gene. *Science*. Doi: 10. 1126. *Science*. 320: 5873.171
 17. Peymanifar, B., (2004). Study of some bio ecology characteristics in arid and semi arid regions. The second symposium on desertification and various methods of desertification, Research institute of Forests and Rangelands.
 18. Volaire, F., Conejero, G. and Leliever, F., (2006). Drought survival and dehydration tolerance in *Dactylis glomerata* and *Poa bulbosa*. *Aust. J. Plant physiology*, 28: 743-754.
 - C., (2011). Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and drought sensitive weeping lovegrass plants. *Environmental Experimental Botany* 49: 135-144
 4. Cowling, R.M., Roux, P.W., Pieterse, A.J.H., (2006). The Karoo biome: a preliminary synthesis: Part 1. Physical environment. South African National Scientific Programmes Report 124:1-100.
 5. Emmerich, W.E. and S. P.Hardegre, (2008). Seed germination in polyethylene glycol solution. Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. *Crop Sci.* 31:454-458.
 6. Flaxas, J., J.M., Escalona, & Medrano, H., (2010). Water stress induces differenet levels of photosynthesis and electron transport rate regulation in grapevines. *Plant, cell and environment*. 22:39-48.
 7. Grandillo, S., Tanksley, SD., Zamir, D., (2007). Exploitation of natural biodiversity through genomics. In: Varshney, RK., Tubersa (eds). *Genomics-assisted crop improvement*, vol 1: genomics approaches and platforms. Springer, Dordrecht, pp 121-150
 8. Hoffman, T., Ashwell, A., (2009). *Nature Divided Land Degradation in South Africa*. University of Cape Town, pp. 99-100. ISBN: 1-9197-1354-9.
 9. Jiang, Y., & B. Huang (2005). Osmotic adjustment and root growth associated with droght preconditioning enhanced heat tolerance in Kentocky bluegrass, *Crop Sci.* 41: 1168-1173.
 10. Johenson, R. C., and L. M., Bassett, (2007). Carbon isotope discrimination and water use efficiency زنی در برابر تنش خشکی مقاومت کمی از خود نشان داده و نسبت به آن حساس بوده اند، اما در مراحل دیگر رشد از خود مقاومت بیشتری نشان داده اند (Cowling et al., 2006) همچنین برخی دیگر از گیاهان وجود داشته اند که نتیجه معکوسی نسبت به نتیجه ذکر شده در بالا از خود نشان داده اند، لذا صرف مقاومت به خشکی در مرحله جوانه زنی نمی تواند بیانگر مقاومت گیاه در مراحل دیگر رشد باشد (Hoffman and Ashwell, 2009) ولی به طور کلی در گیاهانی که دارای مقاومت و رشد بیشتر ریشه چه و ساقه چه در این مرحله باشند در مرحله گیاهیچه و مراحل دیگر نیز مقاومت بیشتری به خشکی از خود نشان خواهند داد (Kaul and Shankar, 2007;) (Parmer and More, 2009) انجام این گونه تحقیقات در بخش های اجرایی مختلف می توان به افزایش آگاهی محققین و کمک به آنها در زمینه شناخت بهتر از درجه مقاومت به خشکی هر یک از گونه های خشکی پسند با محدوده مقاومت به خشکی متفاوت در مناطق مختلف کشور، کمک به افزایش پوشش گیاهی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک و در نهایت کمک به افزایش ذخیره علوفه ای مورد نیاز دام ها و همچنین کمک به حفاظت آب و خاک نام برد.

منابع

تعیین میزان تاثیر گذاری برخی فاکتورهای اقلیمی بر روی پدیده خشکیدگی منابع جنگلی با استفاده از روش PCAGIS (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)

● مجتبی نساجی زواره- دکترای اقلیم، عضو هیأت علمی مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

● عباس عبدا...زاده- کارشناس ارشد پیامدهای تغییر اقلیم در جنگل

● محسن الهی- دانشجوی دکترای جنگل، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در سالیان اخیر خشکیدگی‌های مختلف در جنگل‌های زاگرس به وقوع پیوسته که در بسیاری مناطق منجر به نابودی درختان جنگلی شده است. مرگ‌ومیر درختی از پدیده‌های مهمی است که عموماً در پی وقوع تغییرات اقلیمی ظهور پیدا کرده یا تشدید می‌شوند. این تحقیق در صدد است در شهرستان کرمانشاه، تعیین میزان تاثیرگذاری برخی فاکتورهای اقلیمی بر روی پدیده خشکیدگی را به انجام برساند و راهکارهایی را جهت جلوگیری از ادامه روند خشکیدگی و مرگ‌ومیر درختی ارائه نماید. از آنجا که از دیدگاه اقلیمی عوامل مختلفی همچون بارندگی، درجه حرارت، تشعشع خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی در به وجود آمدن این پدیده تاثیرگذار بوده‌اند، لذا بعد از تفکیک کاربری جنگل و تعیین درجات مختلف ضعف فیزیولوژیک منابع جنگلی توسط شاخص مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای، اقدام به ورود نقشه ضعف فیزیولوژیک به عنوان متغیر وابسته و نقشه‌های فاکتورهای اقلیمی به عنوان متغیر مستقل به مدل PCAGIS گردید. نتایج نشان داد مهمترین عامل اقلیمی تاثیرگذار بر پدیده خشکیدگی بارندگی است. لذا در منطقه مورد مطالعه اقداماتی که باعث جبران خسارات ناشی از کاهش بارش می‌گردند در اولویت قرار دارند. به این منظور در منطقه مورد مطالعه می‌توان بعد از ایجاد بستر مناسب برای زادآوری یا نهالکاری اقدام به ایجاد سازه‌هایی نمود که باعث ذخیره آب باران می‌گردند و برای مدت بیشتری خاک را مرطوب نگه می‌دارند. از جمله می‌توان به ایجاد تشک‌های بزرگ در اطراف نهال‌ها، بانک‌بندی در عرصه، چاله‌های ذخیره آب و غیره اشاره کرد. بعد از فاکتور بارش، فاکتورهای دما و تشعشع خورشیدی بیشترین تاثیر معنی‌دار را بر پدیده خشکیدگی دارند. با توجه به این بخش از نتایج، از دیگر اقدامات کارآمدی که می‌توان انجام داد، مدل‌سازی وجوه شیب شمال و شمال شرقی برای کاشت و توسعه‌ی گونه‌های مناسب است، زیرا در این وجوه دریافت تشعشع خورشیدی در حداقل است و به دنبال آن دما نیز کاهش پیدا می‌کند. در وجوه دیگر نیز می‌توان از درختان مادر و مدل حرکتی سایه آنها در طول روز و در فصل گرما به عنوان پرستار استفاده کرد.

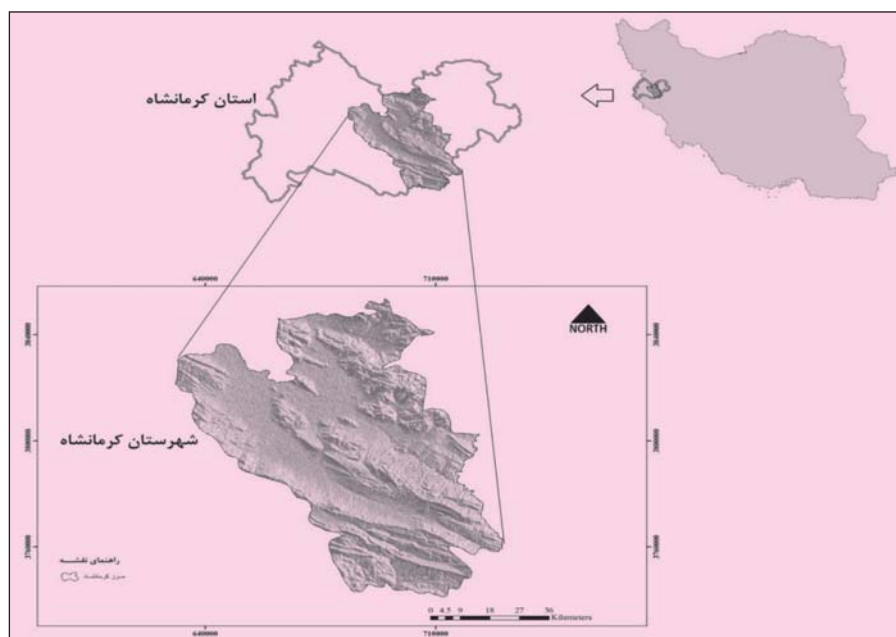
واژه‌های کلیدی: خشکیدگی، کرمانشاه، جنگل، PCAGIS

مقدمه

ناحیه رویشی زاگرس که به جنگل‌های بلوط غرب شهرت دارند با وسعت ۶ میلیون هکتار، بیش از ۴۰ درصد جنگل‌های کشور را تشکیل داده که از جنوب آذربایجان غربی تا استان فارس پراکنش دارند. این ناحیه رویشی از نظر وسعت، پراکنش، تنوع گونه‌ای، محصولات فرعی و فرآورده‌های جنگلی حائز اهمیت می‌باشد و در عین حال یکی از مهمترین منابع بیولوژیکی و ذخایر ژنتیکی

ایران به شمار می‌آیند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳).

در سالیان اخیر خشکیدگی‌های مختلف در جنگل‌های زاگرس به وقوع پیوسته که در بسیاری مناطق منجر به نابودی درختان جنگلی شده است. بر اساس گزارشات موجود، مناطق آلوده شده بیشتر در استان‌های فارس، ایلام، لرستان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد و خوزستان پراکنش یافته است (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۲). مرگ و میر درختی از پدیده‌های مهمی است که عموماً در پی وقوع تغییرات اقلیمی ظهور پیدا کرده یا تشدید می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). پدیده خشکیدگی و مرگ و میر درختان و درختچه‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک همواره به عنوان یکی از چالش‌های بزرگ اکوسیستم مطرح بوده است (حمزه پور و همکاران، ۱۳۹۰). از حدود دو قرن پیش اغلب جنگل‌های دنیا با این چالش بزرگ مواجه شده‌اند که به ویژه این موضوع در



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان کرمانشاه

غرب، از شمال به شهرستان‌های جوانرود و کامیاران (استان کردستان) و از جنوب به شهرستان شیروان و چرداول (استان ایلام) منتهی می‌شود. موقعیت جغرافیایی شهرستان در شکل ۱ قابل مشاهده است. کرمانشاه در بین طول شرقی ۶۱°۳۰'۹۶" تا ۷۳°۴۶'۰۷" و عرض شمالی ۳۷°۳۷'۰۳" تا ۳۷°۴۱'۱۶"۵۶ قرار گرفته است. بر حسب سیستم UTM قرار گرفته است.

روش انجام تحقیق

تحقیق حاضر در دو مرحله توجیهی و تفصیلی به انجام رسید. در مرحله اول با مطالعه منابع و پرس و جو، اطلاعاتی در مورد منابع جنگلی شهرستان کرمانشاه کسب شد. سپس تصویر ماهواره لندست ۸ (سال ۲۰۱۴) برای شهرستان تهیه گردید، تصحیحات مورد نیاز بر روی تصاویر انجام شد.

برای انجام تصحیح هندسی باید دانست که معمولاً تصاویر رقومی دارای انحراف‌هایی هستند و این گونه تصاویر نمی‌توانند به عنوان نقشه مورد استفاده قرار گیرند. از جمله این انحراف‌ها می‌توان به تغییرات در ارتفاع و سرعت سکوی سنجنده، انحنای

گویای مقدار پایین‌تر سلامتی جنگل در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۲۰۱۴ بود.

برخی محققان خشکی را معمول‌ترین و اصلی‌ترین عاملی دانسته‌اند که تنش را در درختان بلوط ایجاد کرده و موجب کاهش چند عامله می‌شود (Kabrick et al., ۲۰۰۸)، لذا فاکتورهای اقلیمی همچون بارندگی، درجه حرارت، تشعشع خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی که در ایجاد خشکی و به تبع آن در به وجود آمدن این پدیده تأثیرگذار بوده‌اند در نظر گرفته شدند. مطالعه شرایط اقلیمی گذشته تا به امروز که منتج به وجود این چنین جنگل‌هایی در منطقه مورد مطالعه شده و آگاهی از میزان تأثیرگذاری این فاکتورها بر پدیده خشکیدگی و اولویت‌بندی آنها، به مدیریت و برنامه‌ریزی سهل‌تر برای این منابع ارزشمند کمک می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان کرمانشاه با مساحت ۵۸۸۲۴۴/۲ هکتار از شرق به شهرستان‌های صحنه و هرسین، از غرب به شهرستان اسلام‌آباد

جنگل‌های بلوط دنیا به مساله حادی تبدیل شده است (Kabrick et al., ۲۰۰۸).

در زمینه خشکیدگی درختان و درختچه‌های جنگلی مطالعات متعددی صورت گرفته است که به برخی از آنها اشاره می‌شود. مرادی و همکاران (۱۳۸۸) در جنگل‌های کردستان به ارزیابی قابلیت داده‌های سنجنده IRS-LISS III و SPOT-HRG در شناسایی و تفکیک طبقات گلازنی پرداختند. نتایج نشان داد تفکیک‌پذیری طبقات در دامنه‌های شمالی بهتر از دامنه‌های جنوبی است. برازمند و همکاران (۱۳۹۰) بر روی جنگل شست کلاته گرگان در بررسی امکان تشخیص سرخشکیدگی تاج درختان با استفاده از تصاویر ماهواره Quickbird به این نتیجه رسیدند که میزان صحت کلی برای درختان سرخشکیده ۸۳ درصد است. در پژوهشی Brockhaus و همکاران (۱۹۹۲) مقایسه‌ای بین داده‌های لندست TM و HRV اسپات برای مشخص کردن دامنه برگ‌ریزی در جنگل‌های سوزنی برگ آمریکا به انجام رساندند. آنها بیان کردند این سنجنده‌ها نمی‌توانند میزان دقیق درصد سرخشکیدگی را پیش‌بینی کنند. در تحقیقی Gonzales و همکاران (۲۰۰۷) آستانه تغییرات اقلیمی را بر روی سرخشکیدگی جنگل‌های ساحل آفریقا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از کاهش تراکم درختان با ارتفاع کمتر از ۳ متر بود. در تحقیقی Pasher و King (۲۰۰۹) نقشه پراکنش خشکه‌دارها را در جنگل‌های پهن برگ واقع در پارک گاستینو کانادا با استفاده از عکس‌های هوایی رقومی با قدرت تفکیک مکانی زیاد تهیه کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد و نیز عکس‌های هوایی می‌توانند در این زمینه بکار گرفته شوند. Bochenek و همکاران (۲۰۱۵) وضعیت سلامت جنگل را از طریق استخراج شاخص‌های گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای NOAA AVHRR و تحلیل روابط آنها با پارامترهای هواشناسی ارزیابی کردند. نتایج

ArcMap به عنوان متغیر مستقل وارد مدل Principal Components شدند. سپس میزان تأثیرگذاری هر فاکتور اقلیمی بر روی خشکیدگی درختان منطقه مشخص شد.

نتایج

بیشترین منابع جنگلی شهرستان کرمانشاه در قسمت جنوب و غرب پراکنده است (شکل ۲).

به جهت آگاهی از ضعف فیزیولوژیک ایجاد شده در جنگل‌های شهرستان، شاخص NDVI محاسبه شد (شکل ۳) و سپس به منظور درجه‌بندی ضعف و خشکیدگی عناصر جنگلی، طبقه‌بندی نرمال شده شاخص NDVI انجام شد (شکل ۴).

قابل ذکر است با انجام این طبقه‌بندی، تفکیک‌پذیری بخش‌های جنگلی دچار ضعف فیزیولوژیک از قسمت‌های سالم انجام می‌گیرد (شکل ۵).

به منظور تهیه نقشه‌های اقلیمی و استفاده از مقدار عددی نقشه‌های اقلیمی در روش PCAGIS ابتدا اطلاعات فاکتورهای اقلیمی ایستگاه‌های کرمانشاه و اطراف از سازمان هواشناسی تهیه شد (جدول ۱ و شکل ۶).

بعد از استخراج و مرتب‌سازی داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های مورد مطالعه از بدو تاسیس تا سال ۲۰۱۴، اقدام به تهیه نقشه‌ها به

تاج پوشش واکنش نشان می‌دهد. مقدار این شاخص بین ۱- تا ۱+ است. محدوده تغییرات معمول برای پوشش گیاهی ۰/۲ تا ۰/۸ است که به منظور درجه‌بندی ضعف و خشکیدگی عناصر جنگلی، طبقه‌بندی نرمال شده تصویر انجام شد.

به منظور تهیه نقشه‌های اقلیمی و استفاده از مقدار عددی نقشه‌های اقلیمی در روش PCAGIS ابتدا داده‌های اقلیمی خام مربوط به ایستگاه‌های کرمانشاه و اطراف، از سازمان هواشناسی تهیه شد. موقعیت ایستگاه‌ها در قالب لایه نقطه‌ای وارد محیط Arc Map و برای تبدیل داده‌ها از نقاط مشاهده شده در موضوعات پیوسته از درونیایی استفاده شد و لایه‌ی پیوسته فاکتورهای اقلیمی مورد نظر (بارندگی، درجه‌حرارت، تشعشع خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی) تهیه گردید. به منظور تهیه لایه تشعشع خورشیدی نیز در محیط Arc Map از مدل Solar Radiation مطابق با سال‌های آماری استفاده شد.

از آنجا که فاکتورهای اقلیمی فوق‌الذکر با ترکیب‌های متفاوت می‌توانند بر روی پدیده خشکیدگی تأثیر بگذارند، لذا به منظور تشخیص مهمترین عامل تأثیرگذار، لایه مقدار عددی خشکیدگی به عنوان متغیر وابسته و لایه‌های پیوسته فاکتورهای اقلیمی در محیط

زمین، جابجایی و پستی و بلندی اشاره کرد. منظور از تصحیح هندسی جبران انحراف‌ها است. در این مطالعه برای تصحیح هندسی از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش و نقاط کنترل زمینی استفاده شد. تصحیح رادیومتریک نیز توسط $\cos(t)$ انجام شد.

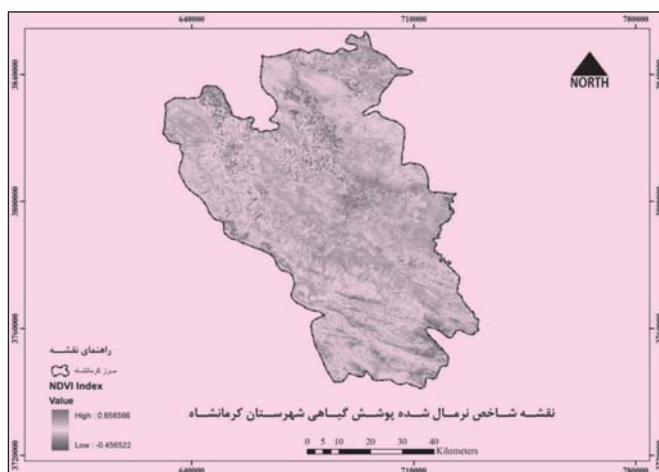
سپس به جهت آگاهی از ضعف فیزیولوژیک ایجاد شده در جنگل‌های شهرستان، شاخص NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) محاسبه شد.

این شاخص برای تصاویر Landsat ۸ از رابطه (۱) محاسبه می‌شود (Dandan and Xulin, ۲۰۱۴).

رابطه ۱-

$$NDVI = \frac{(Band\ 5 - Band\ 4)}{(Band\ 5 + Band\ 4)}$$

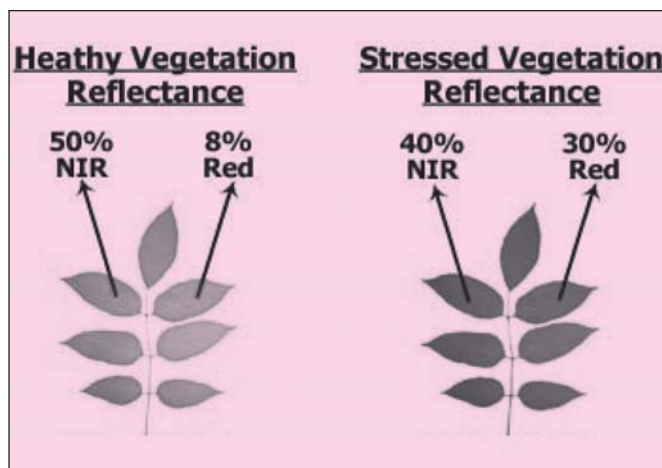
در این رابطه برای ارزیابی خشکیدگی و ضعف فیزیولوژیک پوشش جنگلی، محوریت باند ۵ لحاظ می‌شود. این طیف برای اکولوژی مهم است، زیرا سلامت گیاهان را نشان می‌دهد. آب موجود در برگ‌های گیاهان طول موج‌ها را به سمت آسمان پراکنده کرده و گیاهان در این باند بیشترین بازتاب را دارند. شاخص NDVI نسبت به تغییر در مقدار بیومس، مقدار کلروفیل و تنش در مقدار آب



شکل ۳- نقشه شاخص نرمال شده پوشش گیاهی



شکل ۲- نقشه پراکنش مناطق جنگلی



شکل ۵- تفکیک پذیری برگ‌های سالم از ناسالم توسط طبقه‌بندی نرمال شده



شکل ۴- نقشه مقدار عددی پدیده خشکیدگی

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	موقعیت مکانی بر حسب سیستم UTM	
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ایلام	۶۳۲۹۳۶/۶۱	۳۷۲۲۴۲۲/۹۸
ایوان غرب	۶۲۱۸۳۲/۴۱	۳۷۴۴۴۵۶/۰۲
دره شهر	۷۱۰۳۴۶/۲۶	۴۲۲۳۳۳۰/۰۲
خرم آباد	۸۰۵۲۷۳/۳۲	۳۷۰۴۱۵۰/۳۶
اسلام آباد غرب	۶۳۵۲۶۳/۵۹	۳۷۷۶۰۶۳/۰۶
کرمانشاه	۶۹۷۷۴۶/۸۲	۳۸۰۳۰۵۸/۴۴
جوانرود	۶۴۱۱۵۸/۰۲	۳۸۴۹۲۲۴/۳۷
کامیاران	۶۷۰۸۸۴/۶۷	۳۸۶۹۰۴۲/۱۳
سنقر	۷۲۶۷۹۹/۰۸	۳۸۵۹۸۴۱/۰۳

بیشترین مقدار رطوبت نسبی سالیانه می‌باشند. شیب تغییرات فشار هوا عامل اصلی ایجاد حرکت هوا به صورت باد است. باد بر خلاف عناصر دیگر هواشناسی، یک بردار تلقی می‌شود. بردار باد نظیر هر بردار دیگر دارای جهت و اندازه ای است که این اندازه معرف سرعت باد می‌باشد.

با توجه به اینکه واحد سرعت در داده‌های هواشناسی نات یا گره‌دریایی می‌باشد و یک نات معادل ۱/۸۵۲ کیلومتر در ساعت است،

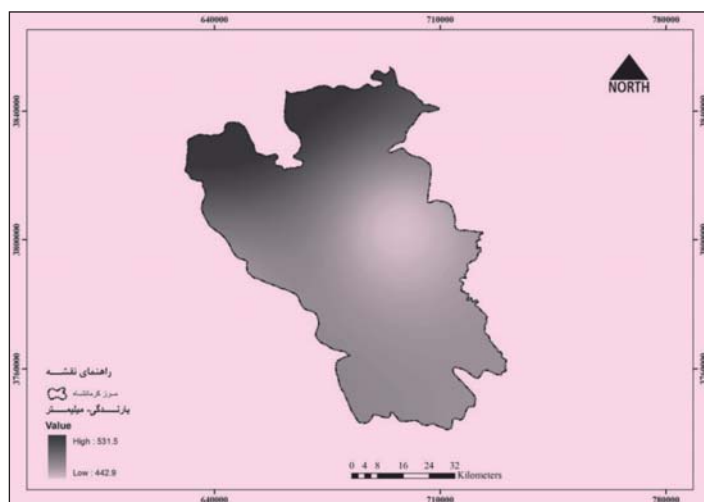
شهرستان کرمانشاه نشان می‌دهد شمال شرقی شهرستان دارای کمترین مقدار دمای سالیانه و بخش جنوبی و شمال غربی دارای بیشترین مقدار دمای سالیانه می‌باشند که به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۵/۷ درجه سانتی گراد است.

کمترین و بیشترین مقدار میانگین رطوبت نسبی سالیانه در شهرستان کرمانشاه به ترتیب ۳۸ و ۳۹/۳ درصد است. همانطور که در نقشه مشخص است بخش کوچکی در شمال شهرستان، جنوب شرقی و مرکز آن دارای

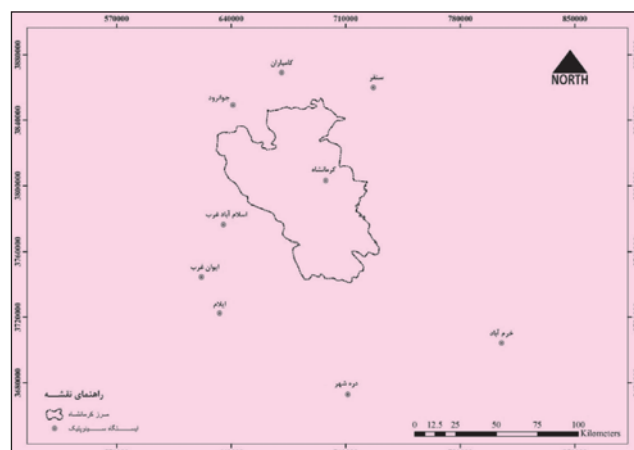
روش عددی شد. نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین بارندگی سالیانه، میانگین دمای سالیانه و میانگین رطوبت نسبی سالیانه به ترتیب در شکل‌های ۷، ۸ و ۹ قابل مشاهده می‌باشد.

نقشه پیوسته بارش سالیانه شهرستان کرمانشاه نشان می‌دهد تقریباً از جنوب به سمت شمال شهرستان مقدار بارش افزایش پیدا می‌کند و مقدار عددی آن به ترتیب ۴۴۳ و ۵۳۱/۵ میلی‌متر است.

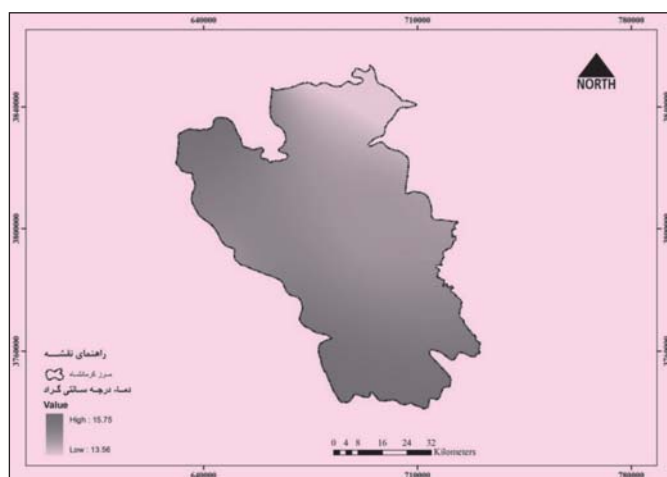
نقشه پیوسته میانگین دمای سالیانه



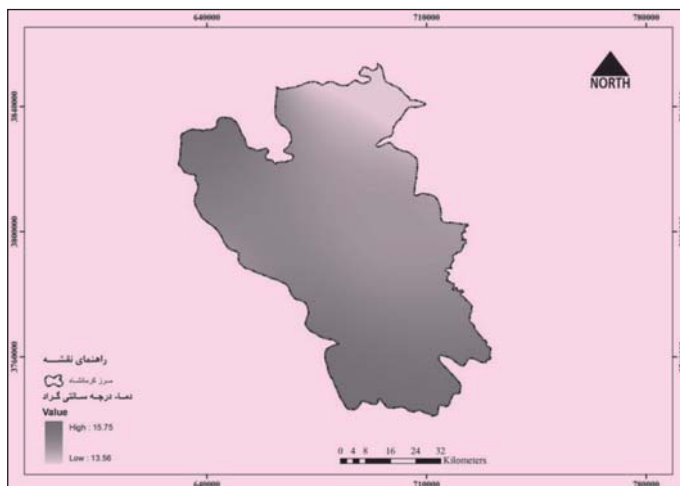
شکل ۷- نقشه مجموع بارندگی سالیانه



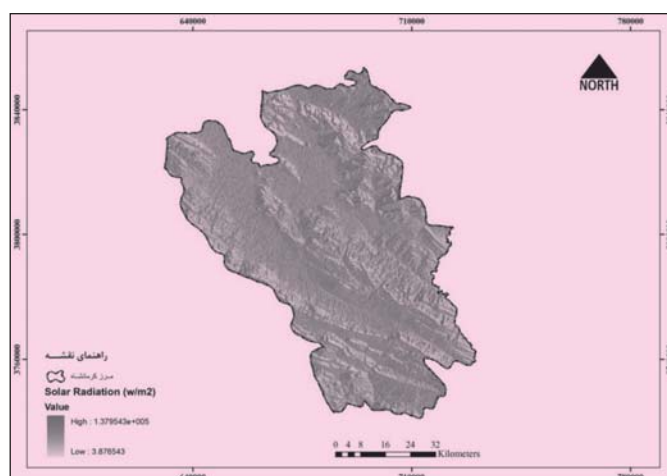
شکل ۶- نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه



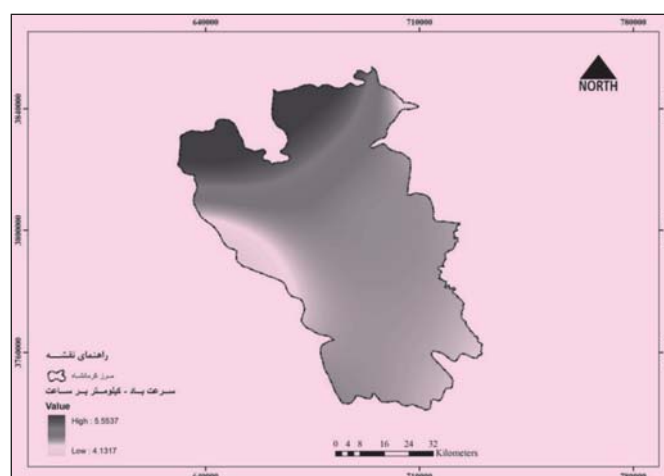
شکل ۹- نقشه میانگین رطوبت نسبی سالیانه



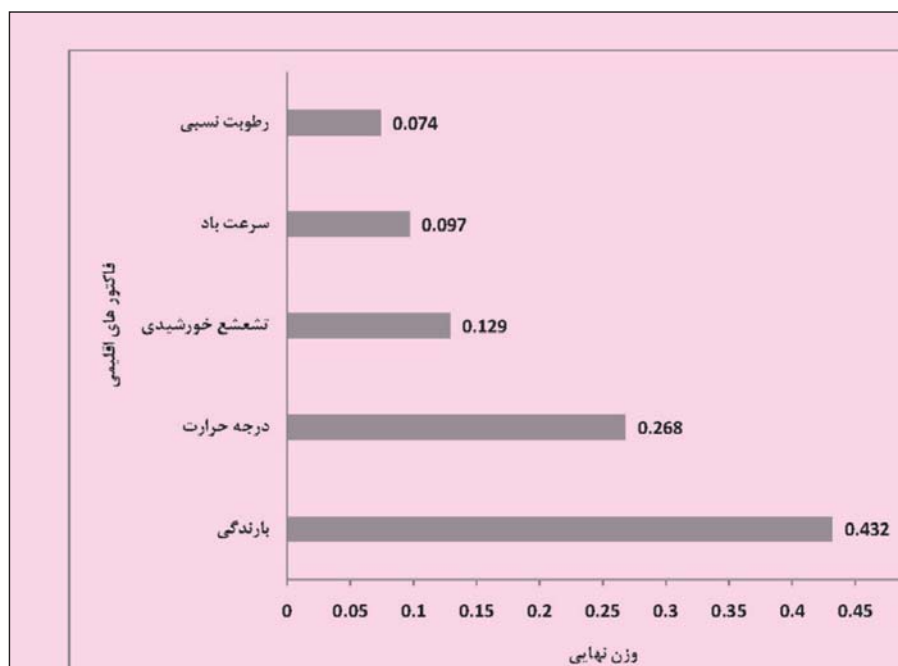
شکل ۸- نقشه میانگین دمای سالیانه



شکل ۱۱- نقشه میزان تشعشع خورشیدی



شکل ۱۰- نقشه میانگین سرعت باد سالیانه



شکل ۱۲- وزن و تأثیر هر یک از عوامل اقلیمی بر روی پدیده خشکیدگی

می‌توان گفت به این دلیل ضعف فیزیولوژیک ایجاد شده بیش از دیگر فاکتورها تحت تأثیر بارش بوده است؛ از طرف دیگر دومین فاکتور اقلیمی وزن با حدوداً ۲۷ درصد تأثیر، درجه حرارت است که در منطقه مورد مطالعه با ایجاد اثرات متقابل همراه با بارش، باعث ایجاد ضعف فیزیولوژیک و به وجود آمدن پدیده خشکیدگی در نقاط مختلف منطقه شده است. از آنجا که در تحقیق حاضر روش PCAGIS برای اولین بار در این زمینه تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا امکان مقایسه این بخش از نتایج با نتایج تحقیقات دیگر وجود ندارد.

با توجه به این نتایج، ارائه راهکارهای بازدارنده خشکیدگی و مرگ و میر درختی در جنگل‌های منطقه سهل تر می‌شود و با دانستن اولویت‌ها، مدیریت کارآمدتری وجود خواهد داشت. لذا در منطقه مورد مطالعه اقداماتی که باعث جبران خسارات ناشی از کاهش بارش می‌گردند در اولویت قرار دارند. از جمله می‌توان به ایجاد تشک‌های بزرگ در اطراف نهال‌ها، بانکت‌بندی در عرصه، چاله‌های ذخیره آب و غیره اشاره کرد.

منابع جنگلی بیشتری برخوردار است ولی بالعکس در قسمت‌های شمالی منابع جنگلی بسیار محدودی (در حد چند لکه کوچک) وجود دارد. دلیل این اتفاق اکولوژیک این است که استقرار منابع جنگلی تنها به وجود بارندگی وابسته نیست و شکل ۳ نشان می‌دهد که در بخش‌های شمالی پوشش گیاهی نسبتاً انبوهی وجود دارد که ممکن است کشاورزی، باغات و یا مراتع باشند.

شکل ۱۲ میزان تأثیرگذاری فاکتورهای اقلیمی مورد مطالعه بر روی ایجاد ضعف فیزیولوژیک منابع جنگلی را نشان می‌دهد. این بخش از نتایج تحقیق نشان می‌دهد فاکتورهای بارندگی، درجه حرارت، تشنع خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی به ترتیب از بیشترین به کمترین تأثیر را در ضعف فیزیولوژیکی ایجاد شده برای منابع جنگلی منطقه دارند.

فاکتور بارندگی حدوداً ۴۳ درصد در ایجاد ضعف فیزیولوژیکی تأثیرگذار است. از آنجا که در عرض‌های میانی (مثل ایران) با کاهش بارش تحت تأثیر تغییر اقلیم، شدت بارش افزایش ولی فراوانی آن کاهش می‌یابد، لذا

لذا داده‌های سرعت باد از واحدها به کیلومتر در ساعت تبدیل گردیدند و سپس نقشه سرعت باد شهرستان تهیه شد (شکل ۱۰).

نقشه تشنع تابش خورشید نیز با ورود نقشه جهت و میانگین ارتفاعی تمامی وجه‌های شیب شهرستان به مدل Solar Radiation در محیط GIS و بر اساس سال‌های آماری ایستگاه‌های هواشناسی تهیه گردید (شکل ۱۱). تشنع خورشیدی بر حسب توان خورشیدی (w/m^2) محاسبه گردیده است.

سپس میزان تأثیرگذاری هر عامل اقلیمی در ایجاد پدیده خشکیدگی در شهرستان کرمانشاه بدست آمد (شکل ۱۲).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین عوامل در ساختار کره‌زمین اقلیم می‌باشد که کلیه مظاهر طبیعی از آن متأثر می‌شوند. تغییر معنی‌دار در متوسط داده‌های هواشناسی در طی یک دوره زمانی معین تغییر اقلیم نامیده می‌شود (Mander, ۱۹۹۴) و مرگ و میر درختی از پدیده‌های مهمی است که عموماً در پی وقوع تغییرات اقلیمی ظهور پیدا کرده یا تشدید می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). تغییر اقلیم قبلاً بر حسب سناریوهای مختلف مدل‌های تغییر اقلیم نشان داده شده است. این سناریوها افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی ناشی از تغییرات اقلیمی را در نقاط مختلف جهان از جمله ایران پیش‌بینی کرده اند (جهانبخش و همکاران، ۱۳۸۹). آشکارسازی تغییر اقلیم قبلاً در غرب ایران (قیامی‌شماسی و همکاران، ۱۳۹۰) و به طور خاص در استان کرمانشاه (Loghmanpour et al., ۲۰۱۲) به اثبات رسیده است و می‌توان اینچنین استنباط کرد که به دنبال آن پدیده خشکیدگی نیز اتفاق افتاده است.

در نقشه پراکنش منابع جنگلی شهرستان (شکل ۲) قابل مشاهده است که قسمت‌های جنوبی شهرستان با وجود بارندگی کمتر، از

Sensing, 2 (2): 10-14.

12- Gonzalez, P., Tucker, C.J. and Sy, H., 2007. Climate-induced dieback of forest species and a shift of vegetation zones across west Africa. Ecological Society of America Annual Meeting Abstracts, 92: OOS 42-8.

13-Kabrick, J.M., Dey, D.C., Jensen, R.G. and Wallendorf, M., 2008. The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. Forest Ecology and Management, 255(5-6): 1409-1417.

14-Loghmanpour, M., Vardanian, Z., Kiadaliri, H. and Elahi, M. 2012. To Review Climate Change Effects on Basic Resources (A Case Study of These Effects on Zagros Forests), International Conference on Applied Life Sciences (ICALS), Turkey, September 10-12.

15- Mander, W.J. 1994. Dictionary of global climatic change. 2nd Revised ed. VCL Press. London.

16-Pasher, J. and King, D.J., 2009. Mapping dead wood distribution in a temperate hardwood forest using high resolution airborne imagery. Forest Ecology and Management, 258: 1536-1548.

ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران.

۶- قیامی‌شماسی، ف. معروفی، ص. سبزی‌پرور، ع. زارع ابیانه، ح. و حیدری، م. ۱۳۹۰. آشکار سازی تغییر اقلیم در غرب ایران با توجه به تغییرات دما، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۶ (۲): ۱۰-۲۵.

۷- مرادی، ا. اولادی‌قادی‌کلائی، ج. فلاح، ا. و فاتحی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی قابلیت داده‌های سنجنده SPOT-HRG و IRS-LISS III در شناسایی و تفکیک طبقات گلازنی در زاگرس شمالی (مطالعه موردی: جنگل‌های گلازنی شده بانه کردستان)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷ (۳): ۴۶۳-۴۵۰.

۸- مهدوی، ع.، میرزایی، ج. و کرمی، ا. ۱۳۹۳. وضعیت درختان خشکیده در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های منطقه‌ی بیوره استان ایلام)، نشریه توسعه پایدار جنگل، ۱ (۴): ۳۴۰-۳۲۹.

9- Bochenek, Z., Ziolkowski, D. and Bartold, M. 2015. Forest Condition Assessment Through Analyzing Relations Between Meteorological Parameters Describing Climate Changes And Vegetation Indices Derived From Low-Resolution Satellite Data. Igarss, 2(3): 3341-3344.

10- Brockhaus, J.A., Khorram, S., Bruk, R.I. and Campbell, M.V., 1992. A comparison of Landsat TM and Spot HRV data for use in the development of forest defoliation. International Journal of Remote sensing, 13 (16): 3235-3240.

11- Dandan, X. and Xulin, G. 2014. Compare NDVI extracted from Landsat 8 imagery with that from Landsat 7 imagery. American Journal of Remote

بعد از فاکتور بارش، فاکتورهای دما و تشعشع خورشیدی بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر پدیده خشکیدگی دارند، لذا از اقدامات دیگر که برای جلوگیری از پیشروی پدیده خشکیدگی می‌توان انجام داد مدل‌سازی وجوه شیب شمال و شمال شرقی برای کاشت و توسعه‌ی گونه‌های مناسب است، زیرا در این وجوه دریافت تشعشع خورشیدی در حداقل است و به دنبال آن دما نیز کاهش پیدا می‌کند. در وجوه دیگر نیز می‌توان از درختان مادر و مدل حرکتی سایه آنها در طول روز و در فصل گرما به عنوان پرستار استفاده کرد.

منابع

۱- برازمند، س. شتابی‌جویباری، ش. و عبدی، ا. ۱۳۹۰. بررسی امکان تشخیص سرخشکیدگی تاج درختان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی Quickbird (مطالعه موردی: جنگل شصت کلاته گرگان)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۴): ۴۷۷-۴۶۶.

۲- جهانبخش، س. هادیانی، م. رضایی‌بنفشه، م. و دین‌پژوه، ی. ۱۳۸۹. مدل سازی پارامترهای تغییر اقلیم در استان مازندران، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیادانان جهان اسلام، زاهدان، ۲۵ فروردین.

۳- حسینی، ا.، حسینی، س.م.، رحمانی، ا. و آزادفر، د. ۱۳۹۱. تأثیر مرگ و میر درختی بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۴: ۵۷۷-۵۶۵.

۴- حمزه‌پور، م.، کیادلیری، ه. و بردبار، س.ک. ۱۳۹۰. بررسی مقدماتی خشکیدگی در درختان بلوط ایرانی (Q.brantii Lindl.) در دشت برم کازرون، استان فارس، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲: ۳۶۳-۳۵۲.

۵- ذاکری، ف.، حجتی، س.م. و کیادلیری، ه. ۱۳۹۲. تحلیلی بر روند خشکیدگی و زوال جنگل‌های زاگرس. سومین کنفرانس برنامه

هشدار تغییر آب و هوا

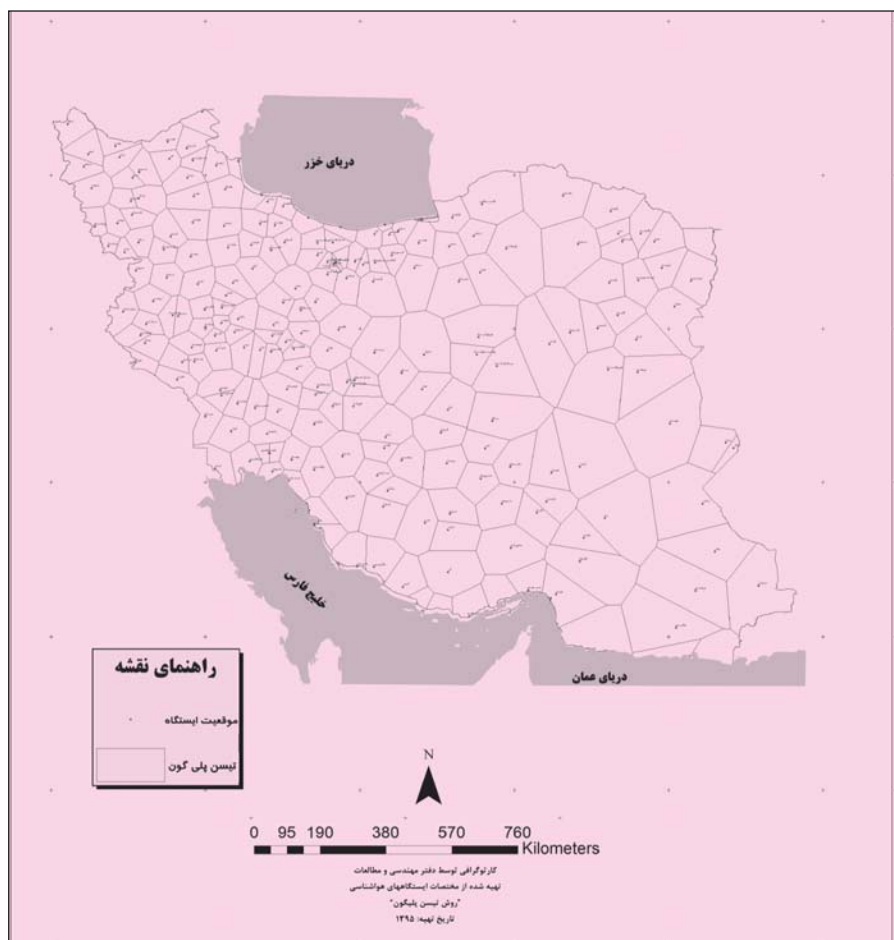
● محمدرضا شالفروش - کارشناس ارشد هواشناسی

چکیده

از آنجا که فقط اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک کشور از بدو تاسیس تا سال ۱۳۹۱ در دسترس بودند، لذا جهت تحلیل‌ها از آمار هواشناسی ۲۱۸ ایستگاه سینوپتیک استفاده شد، لذا پس از تکمیل و تطویل پارامترهای هواشناسی در دوره‌های فوق نتایج زیر حاصل شد. روند افزایش دما برای ۹۱ درصد ایستگاه‌های مورد بررسی مثبت است و هر صد سال ۱/۳ درجه سانتی‌گراد میانگین دمای سالانه کشور افزایش می‌یابد و بالعکس روند تغییرات بارندگی سالانه در دوره فوق برای ۸۷ درصد ایستگاه‌ها کاهشی بوده و میانگین بارندگی سالانه کشور هر صد سال ۲۴/۵ میلیمتر برآورد شده است. این روند تغییرات کاهش بارندگی در استان‌های گلستان، کرمانشاه و کردستان بیشتر از سایر استان‌ها است. همچنین تغییرات وسعت مناطق بیابانی و فرا بیابانی از ۹۷/۵ میلیون هکتار در دوره اول به ۱۱۰ میلیون هکتار در دوره سوم افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌رسد تا سال ۱۴۲۹ وسعت اقلیم فوق به ۱۲۴ میلیون هکتار افزایش یابد. مشروح نتایج حاصل در مبحث نتیجه‌گیری اشاره خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: دمای سالانه، همبستگی، بارندگی سالانه، نیاز آبی سالانه، اقلیم و بیلان.

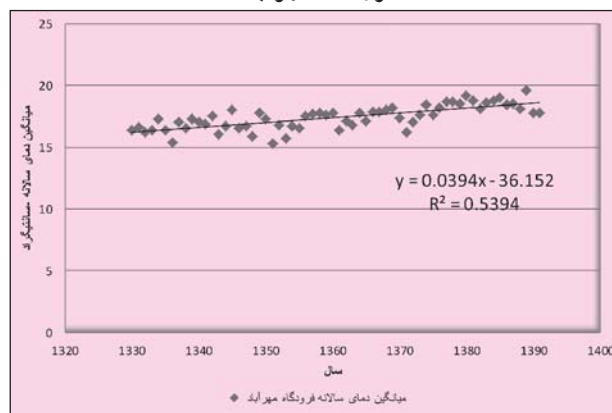
نقشه شماره ۱: موقعیت ایستگاه‌ها و سطح اثر ایستگاه‌ها



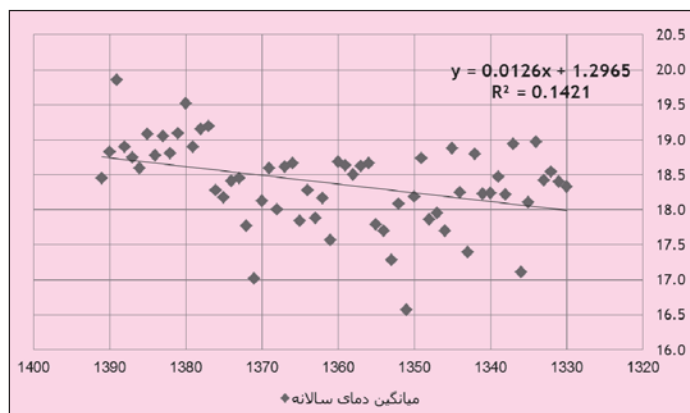
مقدمه

رشد جمعیت، افزایش استفاده از انرژی‌های حاصل از سوخت فسیلی، صنعتی شدن موجب افزایش گاز کربنیک و در نتیجه گرم شدن کره زمین گشته است، لذا در این مقاله سعی گردیده ضمن بررسی تغییرات اقلیمی و بیلان آبی ایران در سه دوره مختلف (۱۳۴۷-۶۱)، (۱۳۶۲-۷۶) و (۱۳۷۷-۹۱)، پارامترهای مزبور برای سال ۱۴۲۹ معادل ۲۰۵۰ میلادی برآورد گردد، علاوه بر این در این مقاله تاثیر تغییرات اقلیمی بر تغییرات مساحت جنگل‌ها، مراتع، بیابان و بخش کشاورزی کشور مورد بررسی قرار گرفته است. شایان ذکر است دوره (۱۳۶۲-۷۶) نتایج حالت میانی دارد، لذا به منظور جلوگیری از حجیم شدن گزارش فقط چند نقشه در این دوره ارائه شده و اکثر قیاس‌ها بین دوره اول (۱۳۴۷-۶۱) و دوره سوم (۱۳۷۷-۹۱) می‌باشد.

نمودار شماره ۱- روند تغییرات میانگین دمای سالانه
فرودگاه مهرآباد



نمودار شماره ۲- روند تغییرات دمای کشور (۹۱-۱۳۳۰)



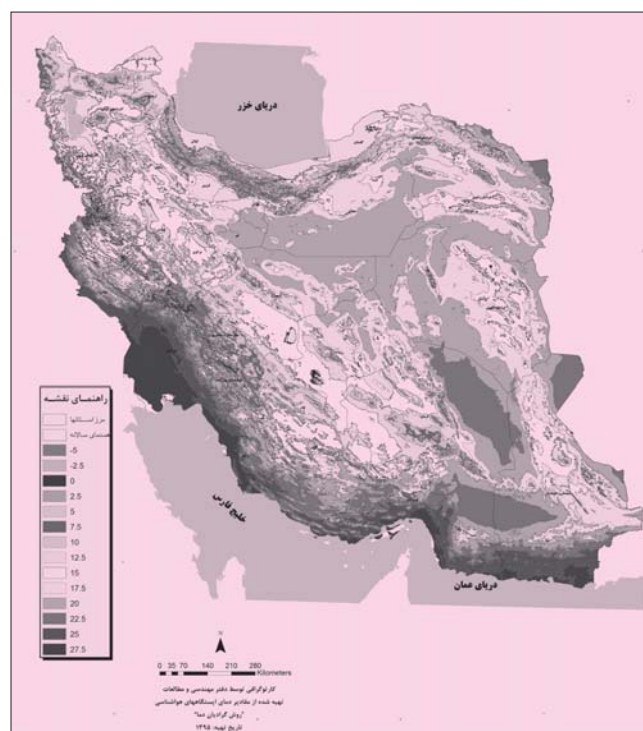
مواد و روش‌ها

پس از استخراج آمار دمای سالانه، بارندگی سالانه، متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (ژانویه)، ۲۱۶ ایستگاه سینوپتیک و دو ایستگاه کلیماتولوژی از سالنامه‌های سازمان هواشناسی کشور در دوره آماری ۹۱-۱۳۳۰ و آمارسازی بارندگی و دما به ترتیب با استفاده از روش نسبت‌ها و تفاضل‌ها اقدام به تهیه نقشه‌های همباران سالانه، همدمای

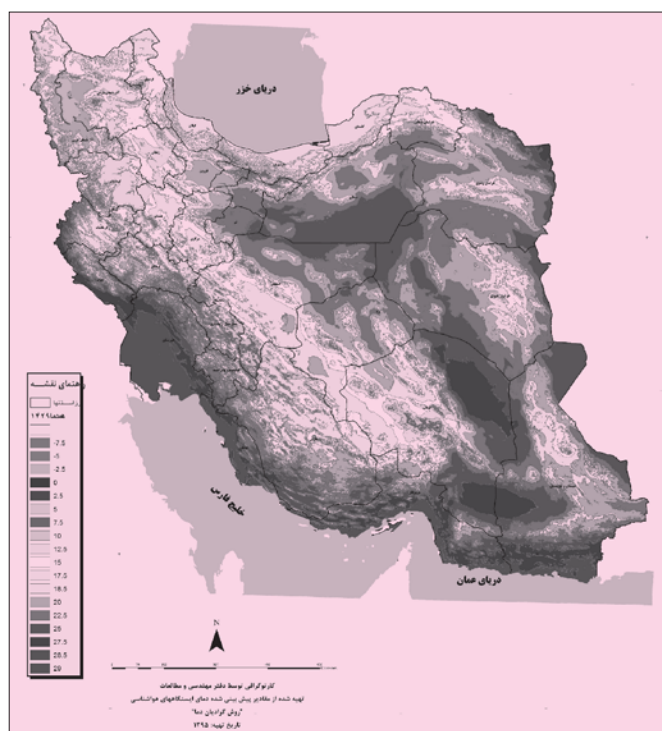
سالانه، متوسط حداقل همدمای در سردترین ماه سال، پهنه‌بندی اقلیم و بیلان آبی سالانه در سه دوره آماری (۶۱-۱۳۴۷)، (۷۶-۱۳۶۲) و (۹۱-۱۳۷۷) گردید. شایان ذکر است که در تهیه نقشه‌های مزبور از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید، همچنین لازم به تذکر است که در ترسیم نقشه‌های همباران از روش انترپولاسیون و برای تهیه نقشه‌های همدمای، ابتدا کشور به سه محدوده خیزی،

فلات مرکزی و حوزه خلیج فارس و دریای عمان تقسیم گردید و سپس با بهره‌گیری از معادلات گرادیان دما در هر یک از محدوده‌های فوق و نقاط ارتفاعی (dem) ۹۰متری تصاویر لنت ست، نقشه‌های اخیرالذکر ترسیم گردید، بدیهی است با در اختیار داشتن لایه‌های اطلاعاتی فوق امکان تهیه نقشه‌های اقلیم (دمارتن اصلاح شده) و بیلان آبی سالانه (کوتاین) قابل انجام است.

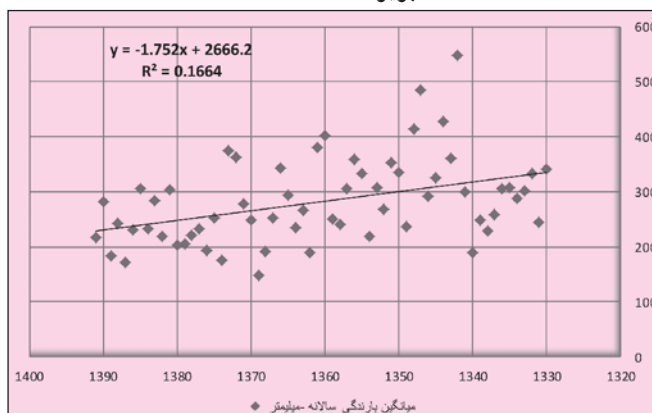
نقشه شماره ۲: همدمای سالانه در دوره آماری ۶۱-۱۳۴۷ «سانتی‌گراد»



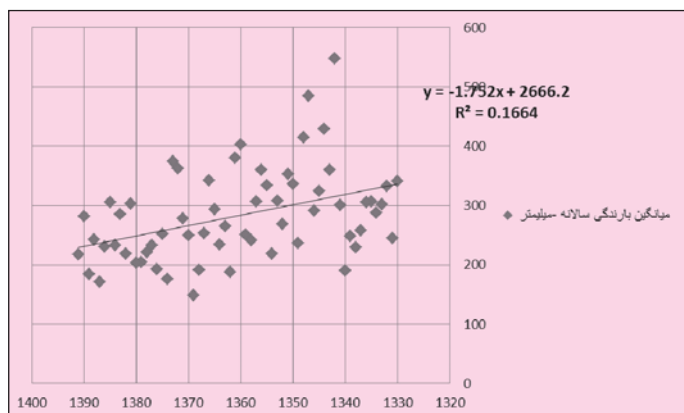
نقشه شماره ۱-۲: همدمای سالانه در سال ۱۴۲۹ «سانتی‌گراد»



نمودار شماره ۳- میانگین بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک تبریز (۱۳۳۰-۹۱)



نمودار شماره ۴- میانگین بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک تبریز (۱۳۳۰-۹۱)



برای تهیه نقشه‌های پارامترهای فوق‌الذکر در سال ۱۴۲۹ (۲۰۵۰ میلادی)، ابتدا روند تغییرات هر یک از این پارامترها (بارندگی سالانه، دمای سالانه و متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال) به ازای سال‌های متوالی برای هر یک از ایستگاه‌ها به صورت معادلات خطی مورد بررسی قرار گرفت، سپس با بهره‌گیری از این معادلات پارامترهای فوق برای هر یک از ایستگاه‌ها به ازای سال ۱۴۲۹ برآورد گردید. واضح است با این آمار جدید برای سال ۱۴۲۹ امکان تهیه نقشه‌های مورد اشاره وجود خواهد داشت، بدیهی است با انطباق نقشه نپ‌های جنگلی کشور با هم‌باران سال ۱۴۲۹ و نیز با توجه به حداقل

نیاز آبی تپ‌های جنگلی می‌توان احتمال خشک شدن بعضی از گونه‌های جنگلی در اثر عامل کاهش بارندگی پیش‌بینی نمود. برای برآورد نیاز آبی سالانه محصولات زراعی و باغی به ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد، با استفاده از اطلاعات نرم‌افزار NETWAT که از سوی سازمان هواشناسی و وزارت جهاد کشاورزی منتشر شده است، نیاز آبی سالانه ۳۹ محصول زراعی و باغی و مرتعی استخراج و سپس همبستگی نیاز آبی و دمای سالانه ایستگاه‌ها برای هر یک از محدوده‌های به صورت خطی مورد بررسی قرار گرفت، بدیهی است با استفاده از این معادلات امکان برآورد نیاز آبی هریک از

محصولات با افزایش یک درجه سانتی‌گراد وجود خواهد داشت. نقشه شماره (۱) موقعیت ایستگاه‌ها و سطح اثر آنها را نسبت به کشور ارائه نموده است.

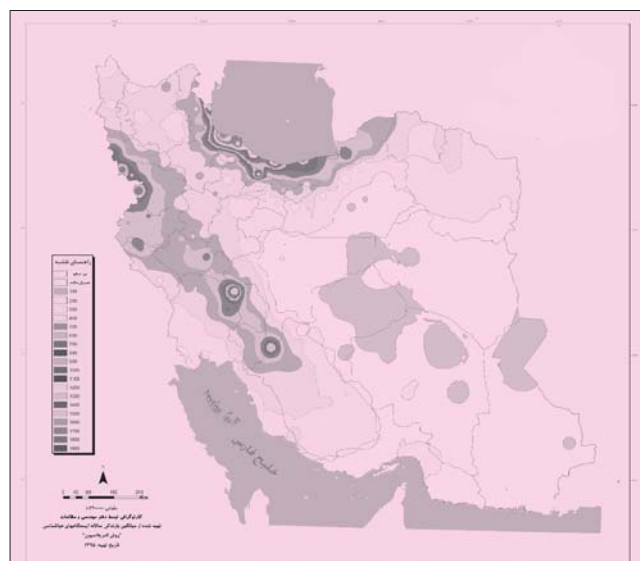
بحث و نتیجه‌گیری

الف- بررسی تغییرات میانگین دمای سالانه:

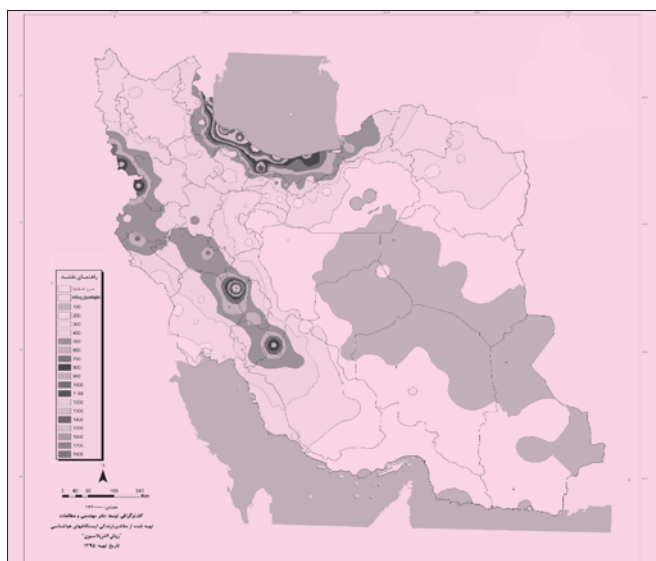
۱- روند تغییرات دمای شهرها

در بررسی همبستگی دمای هریک از ایستگاه‌ها به ازای سال‌های متوالی، ضریب همبستگی ۹۱ درصد ایستگاه‌ها مثبت بود، که نمایانگر این مطلب است که تغییرات دمای سالانه ۹۱ درصد ایستگاه‌ها به ازای سال‌های

نقشه شماره ۳: هم‌باران سالانه در دوره آماری ۶۱-۱۳۴۷ «میلی‌متر»



نقشه شماره ۴: هم‌باران سالانه در دوره آماری ۹۱-۱۳۷۷ «میلی‌متر»



جدول شماره ۱ - بررسی تغییرات متوسط بارندگی استان‌ها و کشوری در سه دوره مختلف آماری

نام استان	مساحت	متوسط بارندگی سالانه				تغییرات نسبت به دوره اول
		۱۳۴۷-۶۱	۱۳۷۷-۹۱	تغییرات نسبت به دوره قبل	۱۴۲۹	تغییرات نسبت به دوره قبل
	(هزار هکتار)	(میلیمتر)	(میلیمتر)	درصد	(میلیمتر)	درصد
اردبیل	۱۷۷۶۱۱	۴۴۸,۹	۴۰۳,۸	- ۱۰,۰	۳۳۹,۸	- ۲۴,۳
اصفهان	۱۰۶۷۴۲۰	۱۹۲,۵	۱۶۹,۶	- ۱۱,۹	۱۶۶,۹	- ۱۳,۳
البرز	۵۱۷۷۴	۴۹۸,۵	۴۷۹,۲	- ۳,۹	۴۳۶,۹	- ۱۲,۴
ایلام	۱۹۸۴۶۹	۴۲۹,۹	۳۶۸,۶	- ۱۴,۳	۲۹۶,۷	- ۳۱,۰
آذربایجان شرقی	۴۵۷۰۱۳	۳۳۰,۷	۲۷۳,۵	- ۱۷,۳	۲۳۲,۰	- ۲۹,۸
آذربایجان غربی	۴۱۷۸۷۸	۴۱۳,۴	۳۳۹,۶	- ۱۷,۹	۲۷۳,۴	- ۳۳,۹
بوشهر	۲۲۵۳۹۷	۲۹۹,۱	۲۸۲,۴	- ۵,۶	۲۸۹,۸	- ۳,۱
تهران	۱۳۶۳۸۷	۳۳۳,۷	۳۱۶,۷	- ۵,۱	۲۹۹,۸	- ۱۰,۱
چهارمحال و بختیاری	۱۶۳۰۶۹	۵۶۳,۱	۵۳۸,۷	- ۴,۳	۵۰۴,۳	- ۱۰,۴
خراسان جنوبی	۱۴۸۷۲۸۰	۱۴۱,۶	۹۰,۱	- ۳۶,۴	۱۰۰,۰	- ۲۹,۴
خراسان رضوی	۱۱۷۲۳۰۸	۲۳۴,۰	۲۰۶,۱	- ۱۱,۹	۱۷۹,۱	- ۲۳,۵
خراسان شمالی	۲۸۲۲۱۰	۳۰۹,۱	۲۷۳,۳	- ۱۱,۶	۲۵۸,۳	- ۱۶,۴
خوزستان	۶۱۹۷۵۷	۳۶۰,۴	۳۱۶,۶	- ۱۲,۲	۲۷۲,۳	- ۲۴,۵
زنجان	۲۱۷۸۲۹	۳۸۵,۸	۳۵۱,۲	- ۹,۰	۲۹۲,۹	- ۲۴,۱
سمنان	۹۷۱۹۲۷	۲۰۹,۵	۱۸۱,۸	- ۱۳,۲	۱۵۴,۶	- ۲۶,۲
سیستان و بلوچستان	۱۷۸۴۵۵۰	۱۳۲,۴	۱۰۱,۳	- ۲۳,۵	۹۶,۷	- ۲۷,۰
فارس	۱۲۲۷۷۵۸	۲۹۳,۱	۲۵۵,۸	- ۱۲,۷	۲۵۷,۴	- ۱۲,۲
قزوین	۱۵۵۷۷۵	۴۰۷,۴	۳۸۳,۰	- ۶,۰	۳۶۵,۱	- ۱۰,۴
قم	۱۱۵۱۳۸	۲۴۹,۳	۱۹۳,۲	- ۲۲,۵	۱۳۷,۸	- ۴۴,۷
کهگیلویه و بویراحمد	۱۵۵۱۳۲	۵۱۰,۷	۴۶۶,۰	- ۸,۸	۴۱۵,۱	- ۱۸,۷
کردستان	۲۹۰۰۵۲	۵۳۸,۳	۴۳۴,۳	- ۱۹,۳	۳۰۲,۶	- ۴۳,۸
کرمان	۱۷۹۳۵۹۰	۱۲۹,۸	۱۰۱,۶	- ۲۱,۷	۱۰۹,۸	- ۱۵,۴
کرمانشاه	۲۴۸۱۱۸	۵۳۲,۰	۴۲۵,۲	- ۲۰,۱	۲۹۲,۶	- ۴۵,۰
گلستان	۲۰۱۸۵۹	۴۹۷,۹	۴۱۲,۰	- ۱۷,۲	۲۹۱,۰	- ۴۱,۶
گیلان	۱۳۸۹۶۹	۹۵۴,۱	۹۱۷,۲	- ۳,۹	۸۰۴,۵	- ۱۵,۷
لرستان	۲۸۱۹۹۶	۴۸۴,۹	۴۲۸,۵	- ۱۱,۶	۳۵۶,۹	- ۲۶,۴
مازندران	۲۳۷۹۲۶	۶۷۱,۲	۶۴۸,۳	- ۳,۴	۶۰۵,۴	- ۹,۸
مرکزی	۲۹۰۸۴۰	۳۲۲,۳	۲۸۲,۵	- ۱۲,۳	۲۲۴,۳	- ۳۰,۴
هرمزگان	۶۹۷۶۱۱	۱۶۹,۹	۱۴۱,۹	- ۱۶,۴	۱۱۶,۲	- ۳۱,۶
همدان	۱۹۳۲۹۰	۳۸۰,۱	۳۵۶,۴	- ۶,۲	۲۷۲,۰	- ۲۸,۴
یزد	۷۳۵۵۱۷	۹۴,۰	۸۰,۲	- ۱۴,۷	۱۰۰,۳	۶,۷
متوسط کشوری	۱۶۱۹۴۴۵۲	۲۵۳	۲۱۹,۲	- ۱۳,۴	۱۹۹,۰	- ۲۱,۳
max	۱۷۹۳۵۹۰,۰	۹۵۴,۱	۹۱۷,۲	- ۳,۴	۲۰۵۰,۰	- ۴۵,۰
min	۵۱۷۷۴,۴	۹۴,۰	۸۰,۲	- ۳۶,۴	۹۶,۷	۶,۷

جدول شماره ۲- اولویت بندی استانهای کشور از لحاظ کاهش بارش تا سال ۱۴۲۹

ردیف	کلاس بندی	درصد تغییرات	نام استانها
۱	بحرانی شدید	$7/34 >$	کردستان، کرمانشاه و گلستان
۲	بحرانی نسبتاً شدید	$7/34 - 4/24$	قم، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، خراسان جنوبی، خوزستان، همدان، سمنان، سیستان و بلوچستان، لرستان، مرکزی و هرمزگان
۳	بحرانی نرمال	$4/24 - 1/14$	اردبیل، خراسان رضوی، خراسان شمالی، زنجان، کهگیلویه و بویر احمد، کرمان و گیلان
۴	بحرانی نسبتاً کم	$1/14 - 8/3$	البرز، تهران، چهارمحال و بختیاری، فارس، قزوین و مازندران
۵	بحرانی	$> 8/3$	بوشهر و یزد

متوالی روبه افزایش است.

به عنوان مثال روند تغییرات دمای سالانه ایستگاه مهرآباد به ازای سالهای متوالی ترسیم و در نمودار شماره (۱) منعکس گردید، به استناد این نمودار هر صد سال دمای تهران ۳/۹ درجه سانتیگراد می باشد.

۲- روند تغییرات متوسط دمای سالانه کشوری

با توجه به سطح اثر ایستگاهها متوسط دمای کشور به ازای هر سال برآورد گردید، روند تغییرات میانگین دمای سالانه در نمودار شماره (۲) منعکس گردید، همانطور که از این نمودار ملاحظه می شود، تغییرات دما به ازای هر صد سال ۱/۳ درجه سانتیگراد است. و سردترین میانگین دمای سالانه کشوری در دوره در سال ۱۳۵۱ به میزان ۱۶/۶ درجه سانتیگراد و گرم ترین همین پارامتر در سال ۱۳۸۹ به میزان ۱۹/۸ مشاهده شد.

۳- مقایسه نقشه های همدمای سالانه در دوره های اول و سوم

با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و معادلات گرادیان دمای سالانه در سه محدوده خزری، فلات مرکزی و خلیج فارس و دریای عمان در دوره های فوق نقشه های همدمای ترسیم و در نقشه های ۲ و ۱-۲ ارائه گردید.

همانطور که از این دو نقشه ملاحظه می شود تغییرات دمای در دوره ۶۱-۱۳۴۷ بین ۵- تا ۲۷/۵ درجه سانتیگراد است، در حالی که در دوره ۹۱-۱۳۷۷ بین ۵- تا ۳۰

درجه سانتیگراد است، بعلاوه متوسط دمای کشور در دوره اول ۱۶ درجه سانتیگراد و در دوره سوم ۱۷/۳ درجه است و تغییرات دما در اکثر نقاط کشور مشهود است.

۴- پیش بینی دمای سالانه در سال ۱۴۲۹
پس از برآورد دمای سالانه ایستگاهها در سال مزبور نقشه همدمای سالانه ترسیم گردید، که در نقشه شماره (۱-۲) عرضه شد. براساس اطلاعات این نقشه متوسط دمای سالانه کشور ۲۰/۷ سانتیگراد تخمین زده شده است. که نسبت به دوره اول ۴/۷ درجه متوسط دمای کشور افزایش یافته است.

ب- میانگین بارندگی سالانه:

۱- تغییرات بارندگی سالانه ایستگاهها
در بررسی همبستگی بارندگی هر یک از ایستگاهها به ازای سالهای متوالی، ضریب همبستگی ۸۷ درصد ایستگاهها منفی بود، که نمایانگر این مطلب است که تغییرات بارندگی سالانه اکثریت ایستگاهها به ازای سالهای متوالی روبه کاهش است.

به عنوان نمونه روند تغییرات بارندگی ایستگاه تبریز به ازای سالهای متوالی ترسیم و در نمودار شماره (۳) ارائه گردید، لازم به ذکر است بیشترین بارندگی سالانه این ایستگاه در سال ۱۳۴۲ به میزان ۵۴۷/۵ میلی متر و کمترین در سال ۱۳۶۹ به میزان ۱۴۸ میلی متر مشاهده شده است.

۲- تغییرات متوسط بارندگی کشور
تغییرات متوسط بارندگی کشور به ازای سالهای متوالی، در نمودار شماره (۴) عرضه

شده است، لازم به ذکر است متوسط بارندگی در هر سال با بهره گیری سطح اثر ایستگاهها و بارندگی سالانه همان ایستگاهها برآورد شده است. همانطور که از این نمودار ملاحظه می شود، تغییرات بارندگی سالانه کشور به ازای هر صد سال ۲۴/۵ میلی متر کاهش است.

۳- مقایسه نقشه های همباران سالانه در دوره های اول و سوم

با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بارندگی سالانه ایستگاهها در دوره های فوق نقشه های همباران ترسیم و در نقشه های سه و چهار ارائه گردید.

همانطور که از مقایسه این دو نقشه ملاحظه می شود کاهش بارندگی سالانه در تمام نقاط کشور قابل مشاهده است.

براساس اطلاعات این نقشه متوسط بارندگی سالانه در دوره اول ۲۵۳ میلیمتر و در دوره سوم ۲۱۹/۲ میلی متر برآورد شده است.

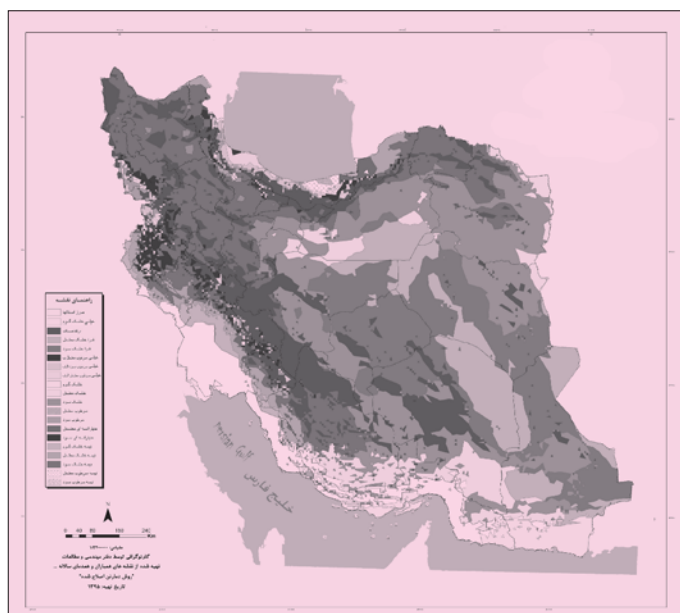
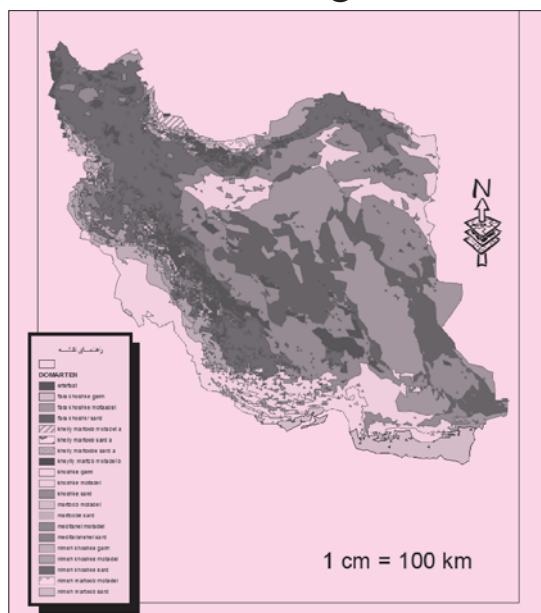
۴- پیش بینی بارندگی سالانه در سال ۱۴۲۹

پس از برآورد بارندگی سالانه ایستگاهها در سال مزبور نقشه همباران سالانه ترسیم گردید. براساس اطلاعات این نقشه متوسط بارندگی کشور ۱۹۹ میلی متر تخمین زده شده است.

بدیهی است با بهره گیری از لایه های اطلاعاتی نقشه ها و مرز استانها و سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان برآورد متوسط بارندگی سالانه هر یک از استانها وجود

نقشه شماره ۳: پهنه‌بندی اقلیم به روش دمارتن اصلاح شده ۶۱-۱۳۴۷

نقشه شماره ۱-۶: پهنه‌بندی اقلیم به روش دمارتن اصلاح شده ۷۶-۱۳۶۲



دارد، که نتایج در جدول شماره (۱) منعکس شده است. بر اساس اطلاعات جدول مزبور درصد تغییرات متوسط بارندگی هر یک از استان‌ها در سال ۱۴۲۹ نسبت به متوسط همین پارامتر در دوره اول به استثنای استان یزد، بقیه استان‌ها روند منفی دارد، که نمایانگر کاهش بارندگی استان‌ها در سال ۱۴۲۹ است، همچنین اطلاعات نسبت اخیرالذکر قابل تقسیم‌بندی به پنج کلاس بحرانی شدید، بحرانی نسبتاً شدید، بحرانی نرمال، بحرانی نسبتاً کم و بحرانی کم می‌باشد، که نتایج در جدول شماره (۲) منعکس شده است. به استناد اطلاعات این جدول استان‌های گلستان، کرمانشاه و کردستان بحرانی‌ترین استان‌ها از نظر کاهش بارندگی را شامل می‌شوند و درصد تغییرات بیش از ۳۴/۷- است.

ج - نقشه پهنه‌بندی اقلیم:

۱- با بهره‌گیری از لایه‌های اطلاعاتی بارندگی سالانه، دمای سالانه و متوسط حداقل همدمای در سردترین ماه سال، نقشه پهنه‌بندی مناطق هم اقلیم برای دوره‌های اول تا سوم ترسیم و به صورت نقشه‌های (۶)، (۱-۶) ارائه گردید، همانطور که از مقایسه این دو نقشه ملاحظه می‌شود وسعت مناطق

فراخشک و خشک از ۹۷/۵ میلیون هکتار در دوره اول به ۱۱۰/۷ میلیون هکتار افزایش پیدا کرده است، همچنین اقلیم ارتفاعات که متأثر از گرم شدن زمین می‌باشد به میزان ۱۴/۱ میلیون هکتار کاهش یافته است، به عبارت دیگر با گرم شدن زمین، خط برف به ترازهای بالاتر صعود نموده است. علاوه بر این گستره‌ای از ارتفاعات زاگرس از اقلیم مدیترانه‌ای سرد و ارتفاعات در دوره اول به اقلیم نیمه خشک سرد در دوره سوم تغییر پیدا کرده است. در نقشه (۱-۶) روند تغییرات اقلیمی میانی از دوره اول تا سوم مشهود است.

۲- پیش‌بینی نقشه پهنه‌بندی اقلیم در سال ۱۴۲۹

با بهره‌گیری از نقشه‌های همباران و همدمای سالانه و متوسط حداقل همدمای سردترین ماه سال در سال مزبور و با استفاده از روش دمارتن اصلاح شده، نقشه پهنه‌بندی اقلیم کشور در سال ۱۴۲۹ به صورت نقشه پیش‌بینی گردید. شایان ذکر است وسعت مناطق اقلیم فراخشک و خشک در دوره سوم از ۱۱۰/۷ میلیون هکتار به ۱۲۴ میلیون هکتار افزایش می‌یابد و اقلیم ارتفاعات از ۱۰/۳ میلیون هکتار در دوره سوم تا ۷/۵

میلیون هکتار در سال ۱۴۲۹ افزایش پیدا می‌کند.

د- بیان آبی سالانه:

۱- با بهره‌گیری از روش کوتاین و لایه‌های اطلاعاتی همباران سالانه و دمای سالانه، نقشه‌های بیان سالانه در دوره‌های فوق ترسیم گردید.

در مقایسه بیان آبی کشور در دو دوره اول و سوم، ۹/۹ میلیارد مترمکعب کاهش ملاحظه گردید، به عبارت دیگر بیان سالانه در دوره اول ۷۵/۲ میلیارد مترمکعب می‌باشد، که این پارامتر در دوره سوم به ۶۵/۳ میلیارد مترمکعب کاهش تغییر یافته است.

۲- با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی بارندگی و میانگین دمای سالانه و روش کوتاین، نقشه بیان آبی سالانه در سال ۱۴۲۹ تهیه گردید، همانطور که از این نقشه قابل برآورد است، میزان بیان آبی سالانه کشور در سال ۱۴۲۹، ۵۴ میلیارد مترمکعب برآورد شده است، که در حدود ۱۷/۳ درصد کاهش نشان می‌دهد.

ه - تاثیر تغییر اقلیم بر جنگل:

۱- با کاهش بارندگی در دوره سوم، در حدود یک میلیون و دویست هزار هکتار

جنگل‌های بلوط خشک شده است.

۲- تغییر کاربری‌های از جنگل به مرتع
۳- پیش‌بینی خشک شدن ۱۴/۹ درصد اراضی جنگلی نظیر بادامک، زرشک، تاغ.... در بعضی مناطق کشور تنها به دلیل کاهش بارندگی، نقشه شماره ده موقعیت مناطق جنگلهای در مخاطره را ارائه نموده است. شایان ذکر است وسعت و درصد جنگل‌های خشک شده به تفکیک استان‌ها تا سال ۱۴۲۹ در جدول شماره سه ارائه شده است. شایان ذکر است اسامی استان‌هایی که اطلاعات آنها در جدول شماره سه نیست، تغییرات بارندگی در سال ۱۴۲۹ تغییراتی بر وسعت تغییرات جنگلی احتمالا نخواهد داشت.

و- تاثیر تغییر اقلیم بر مراتع:

۱- با کاهش بارندگی در دوره اخیرالذکر، در حدود ۱۵/۳ میلیون هکتار از اراضی مرتعی درجه ۳، بیابان شده است.
۲- ۴/۷ میلیون هکتار مراتع درجه یک به درجه دو تبدیل شده است.
۳- در حدود ۱۳/۹ میلیون هکتار مراتع درجه دو به درجه سه تبدیل گردید.
۴- تغییر گونه‌های مرتعی و جایگزینی گونه‌های مهاجر

ز- تاثیر اقلیم بر بخش کشاورزی:

بدیهی است با افزایش دما، نیاز آبی سالانه محصولات افزوده می‌شود، با استفاده از روابط خطی بین نیاز آبی ۳۹ محصول و دما که قبلاً توسط اینجانب در مقاله قبلی ارائه شده بود، نیاز آبی سالانه محصولات فوق به ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد برآورد و نتایج در جدول شماره (۴) منعکس گردید. در این قسمت به دلیل حجیم شدن این مقاله، نیاز آبی عمده محصولات نواحی مرکزی عرضه گردید.

با بهره‌گیری از آمار کشاورزی در سال ۹۲-۱۳۹۱، سطح اراضی آبی محصولات گندم، جو، ذرت دانه‌ای، نخود، لوبیا، عدس، پنبه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، یونجه، سیب،

جدول شماره (۳)- پیش‌بینی تغییرات وسعت جنگل‌ها در سال ۱۴۲۹ به تفکیک استان‌ها

نام استان	کل وسعت (هکتار)	وسعت جنگلهای خشک شده (هکتار)	درصد کاهش
آذربایجان شرقی	۱۴۵۴۰۳	۱۳۲۶۵.۱	۹.۱
اصفهان	۸۰۲۴۶۹.۸	۲۴۳۲۹۳.۹	۳۰.۳
ایلام	۱۰۷۹۷۲۷.۶	۲۷۲۸۹.۳	۲.۵
خراسان جنوبی	۲۲۰۷۶۷۹.۷	۱۱۳۳۷۶۵	۵۱.۴
خراسان رضوی	۹۸۲۸۳۴.۶	۶۲۷۶۱.۷	۶.۴
خراسان شمالی	۶۵۷۵۸۰.۷	۱۳۷۳۵۴.۶	۲۰.۹
سمنان	۴۷۲۱۱۵.۸	۱۶۳۲۵.۸	۳.۵
سیستان و بلوچستان	۱۵۶۸۹۴۸.۸	۲۸۳۲۷۱	۱۸.۱
فارس	۳۰۸۷۳۷۶.۲	۸۶۶۲۷.۸	۲.۸
کردستان	۲۱۹۰۲۹.۱	۶۵۹.۲	۰.۳
کرمان	۲۲۲۰۹۴۷.۵	۹۹۰۹۲۴.۶	۴۴.۶
کرمانشاه	۹۰۰۷۴۸	۲۲۳۸.۵	۰.۲
گلستان	۵۴۲۵۸۱	۷۶۰۸۵.۴	۱۴.۰
هرمزگان	۱۴۲۱۵۶۱.۸	۱۶۷۶۳۸.۴	۱۱.۸
همدان	۱۴۲۸.۸	۶۵۹.۲	۴۶.۱
یزد	۱۰۱۳۳۹۳.۶	۳۲۴۰۲۵.۳	۳۲.۰

۴- تغییر اقلیم می‌تواند باعث مرگ و میر آبزیان و بالا آمدن سطح دریاها و خسارت به بنادر و تاسیسات شود. شایان ذکر است در پنجاه سال اخیر ۲۰ سانتیمتر ارتفاع آب اقیانوس‌ها بالاتر آمده است و خیلی از مرجان‌ها در شرف نابودی است.
۵ - کاهش بارندگی باعث کاهش تراکم پوشش گیاهی و در نتیجه افزایش فرسایش خاک می‌شود.

۶- بر اساس اطلاعات مدیریت منابع آب کشور ۱۰۴۱ سد (اعم از در دست مطالعه، در دست اجرا و در دست بهره‌برداری) در کشور وجود دارد، که آب قابل تنظیم ۵۱/۵ میلیارد مترمکعب برآورد شده است، در صورتی که ۲ درصد آب موجود در مخزن سد تبخیر شود، با احداث این تعداد سدها، در حدود یک میلیارد مترمکعب، میزان آب شیرین

آلو، انگور، بادام و گردو کشور در حدود ۴/۵ میلیون هکتار محاسبه شد، اگر یک درجه دما افزایش یابد برای به دست آوردن همین میزان محصولات لازمست ۱/۷ میلیارد متر مکعب آب اضافه‌تر مصرف شود. جزئیات این محاسبات در جدول شماره (۵) اشاره شده است.

ح- تاثیر تغییر اقلیم بر دریاچه و تالاب‌ها و سایر موارد:

۱- بیش از ۷۰ درصد تالاب‌های کشور خشک شده است.
۲- تعداد دشت‌های ممنوعه از ۱۵ دشت در سال ۱۳۴۷ به ۳۲۰ دشت در سال ۱۳۹۳ رسیده است
۳- فرونشست زمین در استان‌های فارس، همدان و تهران.....مشاهده شده است.

جدول شماره ۴- افزایش نیاز آبی سالانه عمده ترین محصولات زراعی و باغی منطقه مرکزی به ازای افزایش یک درجه سانتیگراد دما

نوع محصول	نیاز آبی سالانه (میلیمتر)	نیاز آبی سالانه (مترمکعب در هکتار)
آفتابگردان	۴۳,۵	۴۳۵
اسپرس	۳۲,۲	۳۲۲
انگور	۳۲	۳۲۰
انار	۱۵,۵	۱۵۵
انواع آلو	۵۸,۷	۵۸۷
بادام	۱۲۸,۶	۱۲۸۶
جو	۲۸,۲	۲۸۲
پنبه	۱۲۰,۲	۱۲۰۲
پیاز	۴۸,۸	۴۸۸
پسته	۳۷,۲	۳۷۲
خیار	۱۹,۲	۱۹۲
چغندر قند	۷۱,۴	۷۱۴
توتون	۱۶,۵	۱۶۵
خریزه	۵۹,۸	۵۹۸
ذرت دانه ای	۲۹	۲۹۰
ذرت علوفه ای	۳۷,۱	۳۷۱
زردآلو	۹۰,۹	۹۰۹
سبزیجات	۳۳,۹	۳۳۹
سبزیجات برگی	۲۴	۲۴۰
سیب	۱۱۶,۶	۱۱۶۶
سرگوم	۸۳,۴	۸۳۴
سیب زمینی	۶۱,۳	۶۱۳
شبدر	۳۵,۲	۳۵۲
شفقالو و شلیل	۳۵,۳	۳۵۳
عدس	۵۸,۸	۵۸۸
گردو	۷۱,۶	۷۱۶
گلایی	۷۷,۹	۷۷۹
گندم	۲۴,۵	۲۴۵
گوچه فرنگی	۶۳,۷	۶۳۷
گیلاس و آلبالو	۶۵,۱	۶۵۱
گرمک و طالبی	۴۷,۴	۴۷۴
لویا	۳۱,۴	۳۱۴
ماش	۷۴,۶	۷۴۶
نخود	۴۳,۵	۴۳۵
هلو	۱۴۹,۵	۱۴۹۵
هندوانه	۵۷,۴	۵۷۴
یونجه	۶۵	۶۵۰

سالانه کشور کاهش می‌یابد، در صورتی که با عملیات آبخیزداری و احداث سدهای زیر زمینی، ضمن بهبود کیفیت منابع آب و تغذیه سفره‌های زیرزمینی، میزان تبخیر کاهش می‌یابد.

۷- براساس بررسی‌های انجام شده، آلودگی هوا چهارمین عامل مرگ‌ومیر شناخته شده است و سالانه در حدود ۳ میلیون نفر در دنیا بخاطر این عامل جان خود را از دست می‌دهند، که از این میزان بر اساس آمار بهداشت جهانی ۲۶۰۰۰ ایرانی به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم در سال ۱۳۹۱ در ایران کشته شده‌اند.

۸- بدیهی است با کاهش منابع آب، تولیدات محصولات کشاورزی و دامپروری به شدت کاهش می‌یابد.

۹- با کاهش تاج پوشش، خسارات سیل افزایش می‌یابد.

۱۰- وجود گازهای آلاینده در جو علاوه بر خسارت بر موجودات، باعث خسارت به آبیه و اقتصاد کشور می‌شود.

نتیجه گیری

هرچند که عامل تغییر آب و هوا تنها به دست بشر نیست، ولیکن می‌توان با راهکارهای مناسب جلوی خسارات بیشتر ناشی از تغییر آب و هوا را گرفت، لازم به ذکر است در حال حاضر ۹۴ درصد گاز طبیعی استخراج شده، صرف سوخت می‌شود و فقط ۶ درصد در صنایع پتروشیمی گاز طبیعی دارای ارزش افزوده است، از این بابت سالانه به دولت ۵ هزار میلیارد دلار خسارت وارد می‌شود، در ایران علاوه بر وجود منابع زیاد انرژی فسیلی، امکان استفاده از انرژی‌های نو نظیر انرژی خورشید، باد..... وجود دارد، که می‌تواند ضمن کاهش گازهای آلوده‌کننده جو، نقش موثری در اقتصاد کشور داشته باشد. بدیهی است هرآنچه که از تولید، بیشتر مصرف شود، می‌تواند موجب خسارات جبران‌ناپذیر ایجاد نماید، لذا به نظر می‌رسد در برنامه‌ریزی‌های آتی بودجه کلان

جدول شماره ۵- افزایش حجم آب مورد نیاز برای محصولات آبی کشور به ازای افزایش یک درجه سانتیگراد (۹۲-۱۳۹۱)

نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	نیاز آبی (میلیمتر)	حجم آب مورد نیاز (میلیون متر مکعب)
گندم	۲۳۹۹۹۸۷	۲۴۵	۵۸۸,۰
جو	۷۱۴۹۹۷	۲۸۲	۲۰۱,۶
ذرت دانه ای	۲۹۰۰۰۰	۲۹۰	۸۴,۱
نخود	۱۲۰۰۰	۴۳۵	۵,۲
لوبیا	۱۱۱۰۰۱	۳۱۴	۳۴,۹
عدس	۸۲۰۰	۵۸۸	۴,۸
پنبه	۷۸۷۱۸	۱۲۰۲	۹۴,۶
سیب زمینی	۱۵۸۲۴۴	۶۱۳	۹۷,۰
گوجه فرنگی	۱۴۹۲۳۲	۶۳۷	۹۵,۱
یونجه	۵۶۴۹۲	۶۵۰	۳۶,۷
سیب	۱۹۷۳۴۷,۵	۱۱۶۶	۲۳۰,۱
آلو	۲۵۳۴۱,۷	۵۸۷	۱۴,۹
انگور	۱۶۶۶۳۹,۹	۳۲۰	۵۳,۳
بادام	۶۱۳۲۳	۱۲۸۶	۷۸,۹
گردو	۱۲۴۸۴۳,۲	۷۱۶	۸۹,۴
جمع	۴۵۵۴۳۶۶,۳		۱۷۰۸,۶

شود
۱۶- از رسانه‌ها در زمینه فرهنگ‌سازی بیشتر استفاده شود
۱۷- عملیات بیابانزدایی در مناطق مساعد صورت پذیرد
۱۸- اقدامات اجرایی بر اساس نقشه اصلاح کاربری اراضی اقدام شود.
۱۹- نوع مصالح استفاده در ساخت بنا در راستای کاهش استفاده از انرژی اصلاح شود
۲۰- عمر مفید ابنیه افزایش یابد.
این دستگاه می‌تواند نقش موثری در کاهش آلودگی هوا و جلوگیری از تغییر آب و هوا ایفا نماید، ممانعت از تغییر کاربری‌ها، اجرای طرح‌های جنگلکاری، مرتعداری و آبخیزداری، بیابانزدایی و طرح‌های حفاظتی، ترویج و مشارکت مردمی، فرهنگ‌سازی از جمله وظایف این دستگاه می‌باشد، که برآیند این فعالیت‌ها برقراری اکوسیستم پایدار می‌باشد. شایان ذکر است هزینه اجرای عملیات آبخیزداری در یک حوزه معادل احداث یک سد بزرگ است، مجدداً لازم به ذکر است که جنگل‌های شمال تنها اکسیژن ۱۹ میلیون نفر را تامین می‌نماید و در چند سال آینده منابع آب‌های زیر زمینی کشور به اتمام خواهد رسید، لذا از هم اکنون لازمست در تصمیمات تجدید نظر شود.

منابع

- وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور ۱۳۸۴، پروژه بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی ایران (تعیین آب مورد نیاز محصولات زراعی و باغی ایران نرم‌افزار (net wat)
- سالنامه‌های سازمان هواشناسی کشور (۹۱-۱۳۳۰)
- هیدرولوژی کاربردی، دکتر محمد مهدوی، دانشیار دانشگاه تهران، جلد اول، تیرماه ۱۳۷۱

۶- فرهنگ‌سازی و آموزش و ترویج صورت پذیرد
۷- آب دریاها جهت استفاده در کشاورزی شیرین شود.
۸- کشت‌های گلخانه رواج پیدا نماید
۹- الگوی کشت اصلاح شود
۱۰- از آبیاری قطره‌ای حتی‌المقدور استفاده شود.
۱۱- عملیات آبخیزداری و احداث سدهای زیرزمینی براساس مطالعات اقدام شود.
۱۲- فاضلاب شهری و روستائی تکمیل شود
۱۳- سیستم حمل و نقل اصلاح شود و مترو، راه‌آهن، مونوریل و اتوبوس برقی جایگزین وسائط نقلیه بنزینی شود
۱۴- دامداری سنتی تبدیل به صنعتی شود.
۱۵- قوانین منابع طبیعی اصلاح و اجرا

کشور از سوی سازمان مدیریت برنامه‌ریزی کشور لازمست ضمن هماهنگی دستگاه‌ها و به منظور حفظ سلامتی مردم، اشتغالزایی و سایر خسارات ناشی از تغییر آب و هوا که تاثیر مختصری از آن که در بالا اشاره شد، مورد بررسی عمیق‌تر قرار گیرد، اقدامات زیر صورت پذیرد:
۱- سدسازی متوقف شود و سیستم‌های آبیاری در پائین دست تکمیل و اصلاح شود.
۲- به جای استفاده از سوخت‌های فسیلی از انرژی‌های تجدید پذیر و پاک استفاده شود.
۳- تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ تا حد ممکن کاهش یابد
۴- وسائط نقلیه، هیبریدی شوند و دستگاه‌های خانگی نظیر اجاق گاز، برقی شوند و یا حداقل انرژی را مصرف نمایند
۵- جنگل‌ها و مراتع احیا شوند

بررسی فلوریستیک مراتع مشجر استان فارس (مطالعه موردی منطقه ماهور ممسنی)

- پرویز غلامی - دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- جمشید قربانی - دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

بررسی فلور هر منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا فهرست گیاهان، شناسنامه ای مفید برای هر منطقه و پتانسیل های آن به حساب می آید. از آنجا که مراتع قشلاقی منطقه ماهور ممسنی واقع در استان فارس جزئی از منطقه رویشی جنگل های زاگرس می باشد که از لحاظ تنوع زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است بنابراین هدف از این مطالعه معرفی فلور، شکل زیستی و تنوع گونه ای مراتع این منطقه است. عملیات برداشت میدانی با روش پیمایش صحرایی در فصل رویش و در مراحل مختلف فنولوژی در منطقه اجرا شد. سپس نمونه های گیاهی بر اساس روش مرسوم مطالعات تاکسونومیک منطقه ای جمع آوری و با استفاده از منابع موجود شناسایی و تیره، جنس و گونه هر یک از آنها تعیین گردید. نتایج نشان داد که ۳۹ تیره گیاهی با ۱۳۶ گونه در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند که از این میان گیاهان تیره پروانه آسها (Papilionaceae)، کاسنی (Compositae) و گندمیان (Gramineae) به ترتیب بیشترین تعداد گونه را دارا بودند و ۷ تیره با دارا بودن ۲ گونه گیاهی و همچنین ۱۶ تیره تنها با یک گونه در پوشش گیاهی منطقه حضور داشتند. جهت بررسی تنوع گونه ای منطقه از شاخص های سیمپسون و شانون- واینر و برای غنای گونه ای از شاخص های مارگالف و منهینیک از نرم افزار PAST استفاده و همه این شاخص ها محاسبه شدند. شاخص تنوع سیمپسون و شانون - واینر به ترتیب ۰/۸۵ و ۲/۲۸ و شاخص غنای مارگالف و منهینیک نیز به ترتیب ۲/۷۶ و ۱/۵۱ به دست آمد که حاکی از تنوع و غنای بالای منطقه می باشد.

واژه های کلیدی: فرم رویشی، فرم زیستی، تنوع شانون، ماهور ممسنی، استان فارس.

مقدمه

مرتع اکوسیستم طبیعی است که دربرگیرنده منابع عظیمی از ذخایر ژنتیکی و تنوعی از گونه های گیاهی است که بخش بزرگی از تنوع زیستی را در خود جای داده است (۲۳). پایداری و سلامت اکوسیستم های طبیعی به غنا و تنوع گونه ای وابسته است و با انهدام زیستگاه های طبیعی، تنوع زیستی و به تبع آن غنای گونه ای کاهش می یابد (۱۶). تنوع گونه ای قسمتی از تنوع زیستی است که به طور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی زیست محیطی به عنوان یکی از شاخص های مهم و سریع در تعیین وضعیت اکوسیستم ها مورد بررسی قرار گرفته و از طریق آن می توان پویایی جوامع گیاهی را بررسی کرد (۲۵). اهمیت مطالعه تنوع گونه های گیاهی کشور به عنوان یک بستر لازم برای مطالعات مختلف بوم شناختی، زیست محیطی، مرتعداری،

جنگلداری، آبخیزداری، کشاورزی و ... غیر قابل انکار می باشد، از طرفی با توجه به اثرات عوامل متعدد روی بقاء، انتشار و ادامه حیات گونه های گیاهی و امکان از بین رفتن و انقراض بعضی از گونه های حائز اهمیت، شناسایی هر چه سریعتر چنین گونه هایی را در عرصه های مختلف و برنامه ریزی جهت حفظ آنها را می طلبد (۱۷). بنابراین با توجه به نقش اساسی فلور هر منطقه که درحقیقت نتیجه واکنش های جامعه زیستی در برابر شرایط محیطی کنونی و همچنین در ارتباط مستقیم با تکامل گیاهان در دوران گذشته بوده و با توجه به نقش شناسایی گیاهان در علوم زیستی و در شناخت توان طبیعی محیط و بهره گیری معقول تر از محیط زیست و بهسازی آن، شناسایی علمی گیاهان چه از نظر پژوهشی و چه از نظر کاربردی اهمیت بنیادی و کلیدی پیدا کرده است (۲). از

جمله تحقیقات مرتبط در زمینه تنوع و غنای گونه ای می توان به تحقیقات آخانی (۲۰۰۰)، بتولی (۱۳۸۲)، میر داودی و زاهدی پور (۱۳۸۴)، بهمنش و همکاران (۱۳۸۷)، جوری و همکاران (۱۳۸۷) و خلیفه زاده و همکاران (۱۳۸۸) اشاره کرد که اذعان داشتند تنوع و غنای گونه ای از نظر اکولوژیکی دارای اهمیت زیادی بوده و با افزایش آنها، پایداری مرتع بیشتر خواهد شد. از پژوهش هایی که در زمینه مطالعات فلوریستیک مناطق خشک و نیمه خشک کشور صورت گرفته است که می توان به مطالعات عصری و مرادی (۱۳۸۳)، مصداقی و رشتیان (۱۳۸۴)، صفی خانی و همکاران (۱۳۸۵)، اکبری نیا و همکاران (۱۳۸۵)، غلامی و همکاران (۱۳۸۵)، اکبرزاده (۱۳۸۶) و پوررضایی و همکاران (۱۳۸۹) اشاره کرد. این تحقیق با هدف مطالعه فلوریستیک و برآورد شاخص های تنوع

گونه‌ای گیاهی در منطقه هزار بلوط یکی از زیر بخش‌های ماهور پشت بند شهرستان ممسنی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از هزار بلوط یکی از زیر بخش‌های ماهور پشت بند است که در شمال غرب استان فارس و غرب و جنوب غربی شهرستان نورآباد ممسنی واقع شده است (طول شرقی $51^{\circ} 23' 03''$ تا $51^{\circ} 13' 25''$ و عرض شمالی $29^{\circ} 43' 43''$ تا $29^{\circ} 43' 00''$). حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا به ترتیب ۱۲۰۰ و ۱۴۰۰ متر می‌باشد. متوسط درجه حرارت در طول سال $17/7$ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه آن $450-550$ میلی‌متر بوده و اقلیم منطقه به روش دومارتن نیمه خشک می‌باشد. از لحاظ زمین شناسی در ناحیه چین خوردگی‌های زاگرس قرار گرفته و مربوط به دوران سوم زمین شناسی می‌باشد.

بررسی های صحرایی این پژوهش در فصل رویش انجام شد. جهت بررسی فلور منطقه، با پیمایش صحرایی و پیش از شروع فصل چرا و در مراحل مختلف فنولوژی، اقدام به شناسایی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه شد. همزمان با جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی، یادداشت‌های مربوط به وضعیت بوم‌شناختی و شکل زیستی هر یک از گونه‌های گیاهی به صورت مستقیم بر روی زمین انجام گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده به هرباریوم منتقل و با استفاده از وسایل لازم پرس و خشک شدند. نمونه‌های هرباریومی آماده شده با استفاده از فلورهای

مختلف شناسایی شدند. برای طبقه‌بندی شکل زیستی گیاهان از طبقه‌بندی رانکیه به دلیل کاربردی بودن آن (فراوانی گونه‌ها با شکل زیستی یکسان نشان‌دهنده شرایط اقلیمی مشخص است) استفاده شد. جهت پردازش و آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای محاسبه تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای طبقات پوشش گیاهی از نرم‌افزار PAST استفاده گردید.

نتایج

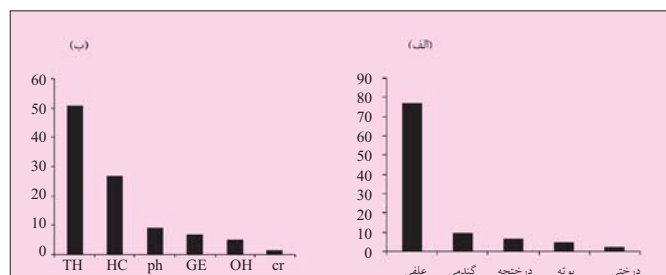
فلور منطقه مورد مطالعه که در مورد گونه‌ها، تیره، فرم رویشی، طیف بیولوژیکی و طول عمر گونه‌ها بدست آمد که در جدول (۱) تشریح شده است. بررسی گیاهان منطقه نشان داد که حدود ۳۷ تیره، ۱۰۵ جنس و ۱۳۵ گونه گیاهی در منطقه مطالعاتی وجود دارد. بیشتر گیاهان منطقه با $18/51$ درصد فراوانی به تیره Papilionaceae تعلق دارند و تیره‌های Compositae و Gramineae به ترتیب با $14/81$ و $11/11$ درصد فراوانی بعد از تیره Papilionaceae قرار دارند (شکل ۱الف). غالب گیاهان منطقه از نظر طول عمر بیولوژیک یکساله (A) می‌باشند که دارای فراوانی $55/56$ درصد می‌باشند (شکل ۱ب). غالبیت فراوانی پوشش گیاهی منطقه از نظر فرم رویشی متعلق به پهن‌برگان علفی (شکل ۲الف) و از نظر فرم زیستی متعلق به تروفیت‌ها (شکل ۲ب) می‌باشد.

در این مطالعه مقادیر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای نیز محاسبه گردید. میانگین مقدار شاخص‌های تنوع (شانون- واینر و

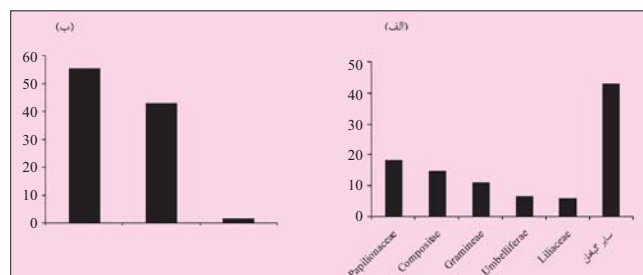
سیمپسون) و غنای گونه‌ای (مارگالف و منهنیک) برآورد گردید که این مقادیر برای شاخص تنوع شانون- واینر $2/28$ و شاخص تنوع سیمپسون $0/85$ می‌باشد. همچنین مقادیر غنای منهنیک $1/51$ و غنای مارگالف نیز $2/76$ به دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری

گونه‌های مختلف گیاهی از لحاظ ویژگی‌های رشد، نحوه تولید مثل و واکنش به چرا با هم متفاوت هستند. بنابراین در گام نخست باید گونه‌های گیاهی یک منطقه را شناسایی کرد، زیرا با توجه به گونه‌های مختلف در ترکیب گیاهی، می‌بایست عملیات مدیریتی متفاوتی به کار گرفته شود تا ضمن حفظ وضع موجود و ارتقاء آن در آینده، از انقراض گونه‌های با ارزش جلوگیری شود. در عین حال، لازم است با خصوصیات و شکل زیستی گونه‌های گیاهی موجود در یک منطقه آشنا بود تا به بهترین وجه راهکارهای اصلاح و احیای گونه‌های با ارزش و کنترل گونه‌های مهاجم و سمی به کار گرفته شود. بررسی شکل زیستی گیاهان منطقه بیانگر وجود تنوع نسبتاً خوب در اشکال زیستی آن است که به دلیل سازگاری گیاهان منطقه به شرایط اقلیمی و خاکی است (۱۱) و (۱۴). هر گونه گیاهی دارای گستره اکولوژیک خاص خود است و دارای توان تحمل شرایط محیطی معینی است (۲ و ۹). شکل زیستی گیاهان منطقه نشان می‌دهد که تروفیت‌ها با $51/11$ درصد بیشترین فراوانی را دارا می‌باشند و شکل زیستی غالب منطقه است. تروفیت‌ها که دوره زندگی خود را در فاصله زمانی شرایط



شکل ۲- فراوانی فرم‌های رویشی (الف) و فرم‌های زیستی (ب) گیاهان موجود در پوشش گیاهی منطقه ماهور ممسنی



شکل ۱- فراوانی تیره‌های گیاهی (الف) و طول عمر بیولوژیک (ب) گیاهان موجود در پوشش گیاهی منطقه ماهور ممسنی

جدول ۱- جدول لیست فلورستیک پوشش گیاهی مراتع مشجر منطقه ماهور ممسنی ماهور ممسنی، استان فارس

طول عمر	فرم زیستی	فرم رویشی	نام علمی تیره	نام فارسی گونه	نام علمی گونه
P	Ph	درختچه‌ای	Aceraceae	کیکم شیرازی	<i>Acer monspessulanum</i> ,
A	TH	علفی	Ranunculaceae	گل خروسک	<i>Adonis aestivalis</i> L.
A	HC	گندمی	Gramineae	گندم نیای شیرازی	<i>Aegilops kotschy</i> Boiss.
P	GE	علفی	Papilionaceae	خارشتر	<i>Alhagi camelerum</i> Fisch.
P	GE	علفی	Liliaceae	پیاز بیابانی	<i>Allium borszczowii</i> Regel.
P	GE	علفی	Liliaceae	پیاز یزدی	<i>Allium jesdianum</i> Boiss & Buhse.
P	GE	علفی	Liliaceae	پیاز گل زرد	<i>Allium scabriscapum</i> Boiss& Ky.
P	GE	علفی	Liliaceae	پیاز دشتی	<i>Allium stamineum</i> Boiss.
P	GE	علفی	Liliaceae	پیاز رودباری	<i>Allium erubescens</i> C.Koch.
P	Ph	درختچه ای	Rosaceae	بادام کوهی	<i>Amygdalus scoparia</i> Spach.
A	TH	علفی	Primulaceae	آناغالیس	<i>Anagalis arvensis</i> L.
A	TH	علفی	Compositae	بابونه شیرازی	<i>Anthemis pseudocotula</i> Boiss.
A	TH	علفی	Boraginaceae	گل عسلی	<i>Arnebia deumbens</i> (Vent.) Coss.& Kral
P	CH	بوته‌ای	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus eriostylus</i> Boiss. & Haussk
P	CH	بوته‌ای	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus fasciculifolius</i> Boiss.
P	CH	بوته‌ای	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus remotijugus</i> Boiss.
P	CH	بوته‌ای	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus rhodosemius</i> Boiss.
P	CH	بوته‌ای	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus talimansurensis</i> Sirj. & Rech. F.
P	CH	علفی	Papilionaceae	گونه‌ای گون	<i>Astragalus hamosus</i> L.
A	TH	گندمی	Gramineae	یولاف پوچ	<i>Avena fatua</i> L.
A	TH	علفی	Liliaceae	تمشکین عشق آبادی	<i>Bellevalia saviczii</i> Woron.
A	TH	علفی	Podophyllaceae	علف کبکی	<i>Bongardia chrysogonum</i> (L.) Boiss.
A	TH	گندمی	Gramineae	جارو علفی نازا	<i>Bromus sterilis</i> L.
A	TH	گندمی	Gramineae	جارو علفی هرز	<i>Bromus danthoniae</i> Trin.
P	HC	علفی	Umbelliferae	چترگندمی سرنیزه ای	<i>Bupleurum lancifolium</i> Hornem.
A	TH	علفی	Compositae	همیشه بهار شیرازی	<i>Calendula aurantiaca kotschy</i> ex Boiss.
P	HC	علفی	Capparidaceae	لگجی	<i>Capparis spinosa</i> L.
A	HC	علفی	Cruciferae	کیسه کشیش	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus
A	HC	علفی	Cruciferae	ازمک	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.
A	HC	علفی	Compositae	گل گندم مهاجر	<i>Centaurea bruguieriana</i> (DC.) Hand

ادامه جدول ۱-

طول عمر	فرم زیستی	فرم رویشی	نام علمی تیره	نام فارسی گونه	نام علمی گونه
P	HC	علفی	Compositae	گونه‌ای گل گندم	<i>Centaurea</i> sp. L.
A	TH	علفی	Compositae	-	<i>Chardinia orientalis</i> Desf.
A	TH	علفی	Cruciferae	گونه‌ای خردل سپری	<i>Clypeola</i> sp. L.
P	Ph	درختچه‌ای	Rosaceae	زالزالک	<i>Crataegus aronia</i> (L.) Bosc.
A	TH	علفی	Compositae	ریش قوش شاهوئی	<i>Crepis connexa</i> Babcock.
A	TH	علفی	Compositae	ریش قوش یکساله	<i>Crepis kotschyana</i> (Boiss.) Boiss.
A	TH	علفی	Compositae	ریش قوش	<i>Crepis sancta</i> (L.) Babcock.
A	TH	علفی	Compositae	سیاه فندق	<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris.) Vis.
P	Ph	درختچه ای	Thymelaceae	خوشک	<i>Daphne mucronata</i> Royle.
P	PH	درختچه ای	Papilionaceae	باردلنگ	<i>Ebenus stellata</i> Boiss.
A	HC	علفی	Compositae	شکر تیغال	<i>Echinops cephalotes</i> DC.
P	PH	درختچه	Ephedraceae	ارمک رونده	<i>Ephedra foliata</i> Boiss. & Kotschy.
A	TH	علفی	Geraniaceae	نوک لک لکی دراز	<i>Erodium ciconium</i> (Jusl.) L'Her. Ex Aiton
A	TH	علفی	Geraniaceae	نوک لک لکی هرز	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.
P	HC	علفی	Umbelliferae	زول	<i>Eryngium billardieri</i> F. Delaroche
A	TH	علفی	Euphorbiaceae	شیرسگ	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.
P	HC	علفی	Umbelliferae	غازیاغی	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.
P	Ph	درختچه ای	Moraceae	انجیر وحشی دالکی	<i>Ficus johannis</i> Boiss.
A	TH	علفی	Compositae	گل پنبه	<i>Filago desertorum</i> L.
A	TH	علفی	Fumariaceae	شاه تره گل ریز	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.
A	TH	علفی	Rubiaceae	بی تی راخ	<i>Galium aparine</i> L.
A	TH	علفی	Rubiaceae	نوعی شیرپنیر	<i>Galium</i> sp. L.
P	TH	علفی	Gentiannaceae	گل سپاس	<i>Gentiana olivieri</i> Griseb.
A	TH	علفی	Geraniaceae	سوزن چوپان	<i>Geranium rotundifolium</i> L.
P	HC	علفی	Papilionaceae	برگ‌دایره‌ای شیرین بیان	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.
P	HC	علفی	Compositae	کنگر خوراکی	<i>Gundelia tournefortii</i> L.
P	HC	علفی	Caryophyllaceae	گچ دوست مزرعه روی	<i>Gypsophila bicolor</i> (Freyn & Sint.) Grossh.
A	TH	علفی	cistaceae	گل آفتابی اروپائی	<i>Helianthemum ledifolium</i> (L.) Miller.
A	TH	علفی	Gramineae	دگر گل گندمی	<i>Heteranthelium piliferum</i> (Bank & Soland.)

ادامه جدول ۱-

طول عمر	فرم زیستی	فرم رویشی	نام علمی تیره	نام فارسی گونه	نام علمی گونه
A	TH	علفی	Papilionaceae	نعل اسب یک نیامی	Hippocrepis unisiliquosa L.
A	TH	گندمی	Gramineae	جو هرز	Hordeum glaucum Steud.
A	TH	گندمی	Gramineae	جوی وحشی	Hordeum spontaneum C. Koch
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه سکه ای	Hymenocarpus circinnatus (L.) Savi.
P	HC	علفی	Hypericaceae	گل راعی مزرعه	Hypericum triquetrifolium Turra.
P	GE	علفی	Iridaceae	گونه ای زنبق	Iris sp. L.
P	GE	علفی	Amaryllidaceae	خیارک	Ixiolirion tataricum (Pall.) Herb.
A	TH	علفی	Compositae	هزارپائی ظریف	Koelpinia tenuissima Pavl.& Lipsch.
P	HC	علفی	Compositae	گونه ای کاهو	Lactuca sp. L.
P	HC	علفی	Umbelliferae	زیره وحشی	Lagoecia cuminoides L.
A	TH	علفی	Labiatae	-	Lallemantia sp. Fisch. et Mey.
A	TH	علفی	Papilionaceae	خلر یکساله	Lathyrus annuus L.
A	TH	علفی	Papilionaceae	خلر راست	Lathyrus conspicuus L.
A	TH	علفی	Linaceae	کتان زرد شرقی	Linum mucronatum Bertol.
A	TH	علفی	Linaceae	کتان گرمسیری	Linum strictum L.
A	TH	گندمی	Gramineae	چچم ایرانی	Lolium persicum Boiss.& Hohen. ex Boiss
A	TH	گندمی	Gramineae	چچم درفشی	Lolium loliaceum (Bory& Chaub.) Hand.
A	TH	گندمی	Gramineae	دم روباهک	Lophochloa phleoides (Vill.) Reichenb.
A	TH	علفی	Cruciferae	شب بوی صحرایی	Malcolmia africana (L.) R. Br.
A	TH	علفی	Malvaceae	گونه ای پنیرک	Malva sp. L.
A	TH	علفی	Compositae	بابونه اروپایی زرد	Matricaria aurea (Loefl.) Schultz- Bip.
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه حلزونی	Medicago scutellata Mill.
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه تاجدار	Medicago cornuta (L.) Bartalini
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه دایره ای	Medicago orbicularis (L.) Bartalini
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه چندشکلی	Medicago polymorpha L.
A	TH	علفی	Papilionaceae	یونجه سخت	Medicago rigidula (L.) All.
P	Cr	علفی	Liliaceae	کلاغک ظریف	Muscari tenuiflorum Tausch.
P	HC	علفی	Papilionaceae	اسپرس تاج خروسی	Onobrychis crista-galli (L.) Lam.
P	HC	علفی	Compositae	خار پنبه برگه نازک	Onopordon leptolepis DC.
P	HC	علفی	Boraginaceae	زنگوله ای تیغالی	Onosma bulbosum DC.

ادامه جدول ۱-

طول عمر	فرم زیستی	فرم رویشی	نام علمی تیره	نام فارسی گونه	نام علمی گونه
P	HC	علفی	Scrophulariaceae	سنبل باتلاقی قفقازی	<i>Pedicularis comosa</i> L.
A,P	TH	علفی	Zygophyllaceae	اسفند	<i>Peganum harmala</i> L.
A	TH	گندمی	Gramineae	دانه قناری	<i>Phalaris minor</i> Retz.
P	Cr	علفی	Labiatae	گوش بره	<i>Phlomis olivieri</i> Benth.
P	HC	علفی	Umbelliferae	ترتیزک باغی	<i>Pimpinella affinis</i> Ledeb.
P	HC	علفی	Umbelliferae	جعفری کوهی	<i>Pimpinella eriocarpa</i> Banks & Soland
P	Ph	درختی	Anacardiaceae	میوه کرکی بنه	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.
P	Ph	درختی	Anacardiaceae	خینجوک	<i>Pistacia khinjuk</i> Stocks.
A	HC	علفی	Plantaginaceae	بارهنگ کتانی	<i>Plantago psyllium</i> L.
A	HC	علفی	Plantaginaceae	بارهنگ تخم مرغی	<i>Plantago ovata</i> Forssk.
A,P	GE	علفی	Gramineae	چمن پیازک دار	<i>Poa bulbosa</i> L.
A	HC	علفی	Liliaceae	نجم آبی سان	<i>Puschkinia hyacinthoides</i> Bak.
P	Ph	درختی	Fagaceae	بلوط	<i>Quercus persica</i> Jaub & spach.
P	HC	علفی	Ranunculaceae	آلاله	<i>Ranunculus arvensis</i> L.
P	HC	علفی	Ranunculaceae	گونه ای آلاله	<i>Ranunculus</i> sp. L.
P	Ph	درختچه ای	Rhamnaceae	سیاه تنگرس فارسی	<i>Rhamnus persica</i> Boiss. & Hohen.
A	TH	علفی	Papaveraceae	گل عروسک بنفش	<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.
P	HC	علفی	Labiatae	مریم گلی لوله ای	<i>Salvia macrosiphon</i> Boiss.
P	HC	علفی	Rosaceae	توت روباهی	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.
A	TH	علفی	Dipsacaceae	طوسک	<i>Scabiosa rotata</i> M.B.
A	TH	علفی	Umbelliferae	شانه ونوس	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.
P	CH	بوته	Compositae	گاو چاق کن	<i>Scariolla orientalis</i> (Boiss.) sojak.
P	HC	علفی	Papilionaceae	دم عقربی	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.
P	HC	علفی	Compositae	شنگ اسبی کاکل قهوه ای	<i>Scorzonera phaeopappa</i> (Boiss.) Boiss.
P	HC	علفی	Scrophulariaceae	گونه ای گل میمونی	<i>Scrophularia</i> sp. L.
A	TH	علفی	Crassullaceae	ناز قرمز	<i>Sedum rubens</i> L.
A	TH	علفی	Compositae	پیر گیاه آورومانی	<i>Senecio doriiformis</i> DC.
P	HC	علفی	Caryophyllaceae	سیلن هرز	<i>Silene conoidea</i> L.
A	TH	علفی	Cruciferae	خردل زاگرسی	<i>Sinapis aucheri</i> (Boiss.) O. E. Schulz.
P	HC	علفی	Labiatae	سنبله ای ارغوانی	<i>Stachys inflata</i> Benth.

ادامه جدول ۱-

طول عمر	فرم زیستی	فرم رویشی	نام علمی تیره	نام فارسی گونه	نام علمی گونه
P	HC	علفی	Umbelliferae	-	Szovitsia sp. Fisch. & C. A. Mey.
A	TH	گندمی	Gramineae	گیسو چمن	Taeniatherum crinitum (Schreb.) Nevski.
P	HC	علفی	Labiatae	مریم نخودی	Teucrium polium L.
A	TH	علفی	Umbelliferae	ماستونک	Torilis arvensis (Huds.) Link.
A	TH	گندمی	Gramineae	گیس بافته	Trachynia distachya (L.) Link.
A	TH	علفی	Papilionaceae	شبدر نمدی	Trifolium tomentosum L.
A	TH	علفی	Papilionaceae	شنبليله تک گل لوبدار	Trigonella monantha C. A. Mey
A	TH	گندمی	Gramineae	گندم زراعی	Triticum sp. L.
A	TH	علفی	Caryophyllaceae	صابونک دندانه زرد	Vaccaria pyramidata Medicus.
A	TH	علفی	Valerianaceae	گونه ای شیرینک	Valerianella sp. Mill.
A	TH	علفی	Valerianaceae	شیرینک متورم	Valerianella vesicaria (L.) Moench.
A	TH	علفی	Papilionaceae	ماشک پرسپیولسی	Vicia michauxii Spreng.
A	TH	علفی	Papilionaceae	ماشک تک گل	Vicia monantha Retz.
A	TH	علفی	Papilionaceae	ماشک برگ پهن	Vicia narbonensis L.
P	Ph	درختچه ای	Rhamnaceae	رملیک	Ziziphus nummularia (Burm. F.) Wighth
A	TH	علفی	Compositae	خورشید صبح ریش دار	Zoegea crinita Boiss.

با شرایط اکولوژیک منطقه است. این گیاهان با روش های متنوعی از جمله ذخیره آب، استفاده از آب زیرزمینی و کاهش نیاز آبی با شیوه های مختلف نظیر ریختن برگ ها و کاهش سطح رویشی تکامل یافته اند (۲۰) و به طور کلی از طریق تحمل خشکی یا به وسیله سازگاری فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی یا آناتومیکی که منجر به کاهش اتلاف آب می گردد، متحمل دوره های کم آبی می شوند. بالا بودن فراوانی گونه های تـروفیت و همی کریپتوفیت نشان دهنده سازگاری این اشکال زیستی به شرایط محیطی خشک منطقه است که با نتایج پژوهش عصری (۱۳۸۲) و حمزه (۱۳۷۴) مطابقت دارد. و میانگین مقدار شاخص شانون - واینر ۲/۲۸ است که مقادیر شاخص شانون - واینر بین ۱/۵ تا ۳/۵ تغییر می کند. در موارد استثنایی

تفاوت شکل های زیستی در محیط های مختلف اساس تشکیل ساختار اجتماعات گیاهی می باشد (۱). گیاهان با مکانیسم های مختلف خود را با شرایط محیطی سازگار می سازند. تروفیت ها با مکانیسم گریز از خشکی خود را قادر می سازند که در دوره خشکی در خواب باشند و یا این که چرخه زندگی خود را در شرایط مناسب از نظر رطوبت تکمیل کنند. تروفیت ها در مناطق بیابانی به هنگام بارندگی رشد کرده و دانه تولید می کنند و این دانه ها دوره های خشکی را به خواب می گذرانند. این گیاهان به جای تحمل دوره های خشکی طولانی، بیشتر از خشکی اجتناب می کنند و در طی فصل خشک از بین می روند (۲۰). پس از تروفیت ها، همی کریپتوفیت ها با ۲۶/۶۶ درصد قرار دارند که نشان دهنده سازگاری آنها

مرطوب حاکم بر منطقه (اواسط اسفند تا اوایل خرداد) می گذرانند لذا در فصول خشک منطقه فقط بقایای این گیاهان در لابلای پوشش گیاهی منطقه دیده می شود. فراوانی گونه های گیاهی یک ساله در ترکیب پوشش گیاهی و وجود میکروتراس های بسیار زیاد در منطقه، نشان دهنده تخریب اکوسیستم منطقه می باشد. از آنجا که در محدوده منطقه روستاهای زیادی وجود دارد، شخم و تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی و رها سازی آنها پس از چند سال کشت، چرای زودرس و بیش از حد دام در مراتع حریم روستاها و خشکسالی های اخیر را می توان از عوامل اصلی وفور گیاهان یکساله و مهاجم در منطقه عنوان کرد (۲۴). شکل زیستی گیاهان انعکاسی از سازش آنها با شرایط محیطی به ویژه عوامل اقلیمی است و

- می‌تواند کمتر از ۱/۵ یا بیشتر از ۳/۵ باشد به طوری که در جامعه‌ای که فقط یک گونه داشته باشد، مقدار آن صفر و در جامعه‌ای که توزیع گونه‌ها کاملاً یکنواخت باشد، مقدار آن حداکثر و بیشتر از ۷ است (۲۲).
- تعداد زیادی از گونه‌ها به علت بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع به مناطق معدودی که دور از دسترس می‌باشند محدود هستند، می‌طلبند که دستگاه‌های اجرایی در امر حفاظت از عرصه‌های منابع طبیعی نظارت بیشتری داشته باشند، تا فرصت تجدید حیات، زادآوری و بقای زیستی گیاهان تداوم یابد. به نظر می‌رسد تحت سیستم مدیریت فعلی، بیشتر گونه‌هایی که در محیط دیده می‌شوند توانسته‌اند خود را با شرایط سخت محیطی تطبیق دهند و به رشد و بقای خود ادامه دهند. از این رو انتخاب هر استراتژی که باعث تقویت پوشش گیاهی و جلوگیری از انقراض گونه‌های گیاهی ضروری می‌گردد به نظر می‌رسد.
- منابع**
- ۱- ابراهیم کبریا، خدیجه، ۳۸۱. بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی و چرا بر تغییرات درصد پوشش گیاهی و تنوع در زیرحوزه سفید آب هراز، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران، ۸۲ ص.
 - ۲- اکبرزاده، محمد، ۱۳۸۰. رسته بندی جوامع گیاهی مراتع ییلاقی حوزه آبخیز واز مازندران. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۵۱: ۹۸-۱۰۳.
 - ۳- اکبرزاده، محمد، ۱۳۸۶. بررسی فلورستیک، شکل زیستی و کورولوژی گیاهان مراتع ییلاقی واز مازندران، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۵: ۱۹۹-۱۹۸.
 - ۴- اکبری‌نیا، احمد، پرویز باباخانلو، و ولی‌اله مظفریان، ۱۳۸۵. بررسی فلورستیک و ویژگی‌های زیستی گیاهان دارویی استان قزوین، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۲: ۷۶-۷۰.
 - ۵- بتولی، حمید. ۱۳۸۲. تنوع زیستی و غنای گونه‌ای عناصر گیاهی ذخیره‌گاه قزاق کاشان، پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۸۵-۱۰۳.
 - ۶- بهمنش، بهاره، غلام‌علی حشمتی و معصومه باغانی، ۱۳۸۷. تعیین تنوع گونه‌ای گیاهان دارویی مراتع کوهستانی چهار باغ استان گلستان، مرتع، ۴ (۶): ۱۴۱-۱۵۰.
 - ۷- پوررضایی، جواد، فرج‌اله ترینان، جهانبخش پابرنج، و معصومه دیفرخش، ۱۳۸۹. بررسی‌های فلورستیک و جغرافیای گیاهی حوضه آبخیز تنگ بن بهبهان، مجله جنگل ایران، ۱۲ (۱): ۳۷-۴۹.
 - ۸- جوری، محمدحسن، بهاره تم‌زاد، مریم شکری، و بدرالسادات بنی‌هاشمی، ۱۳۸۷. مقایسه شاخص‌های تنوع و غنا در ارزیابی سلامتی مراتع کوهستانی (مطالعه موردی: مراتع حوزه آبخیز صفارود رامسر)، مرتع، ۲ (۸): ۳۵۶-۳۴۴.
 - ۹- حمزه، بهنام. ۱۳۷۴. جوامع گیاهی جزیره قشم، ارتباط آنها با برخی عوامل اکولوژیک و تهیه نقشه پوشش گیاهی، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی، دانشگاه تهران، ۳۷۲ ص.
 - ۱۰- خلیفه‌زاده، رستم، منصور مصداقی، و سپهری، ع، ۱۳۸۸. بررسی غنای گونه‌ای و فرم‌های حیاتی در واحدهای مختلف اراضی (مطالعه موردی: مراتع نیمه خشک حسین آباد تاکستان)، مرتع، ۳ (۴): ۵۵۸-۵۴۶.
 - ۱۱- زارع زاده، عباس، سید محمد میروکیلی، و علی میرحسینی، ۱۳۸۶. معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان دره دام گاهان مهریز (استان یزد)، پژوهش و سازندگی، ۷۴: ۱۲۹-۱۳۷.
 - ۱۲- صفی‌حانی، کیوان، محمدرضا رحیمی‌نژاد، و رمضان کلوندی، ۱۳۸۵. بررسی فلورستیک و تعیین اشکال زیستی گیاهان منطقه حفاظت شده خان گرمز در استان همدان، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۰: ۷۸-۷۰.
 - ۱۳- عصری، یونس. و ایوب مرادی، ۱۳۸۳. بررسی فلورستیک و ویژگی‌های زیستی گیاهان تالاب امیر کلاهی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۱): ۹-۱.
 - ۱۴- عصری، یونس، ۱۳۸۲. تنوع گیاهی در ذخیره‌گاه بیوسفر کویر، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۳۰۶ صفحه.
 - ۱۵- غلامی، علی، حمید اجتهادی، فرشته قاسم‌زاده، ف. و جواد قرشی‌الحسینی، ۱۳۸۵. تنوع زیستی گونه‌های گیاهی اطراف منطقه حفاظت شده دریاچه بزنگان، مجله زیست شناسی ایران، ۹ (۴): ۴۰۷-۳۹۸.
 - ۱۶- مصداقی، منصور، ۱۳۷۸. مرتعداری در ایران. چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۲۵۹ صفحه.
 - ۱۷- مصداقی، منصور، ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۷ صفحه.
 - ۱۸- مصداقی، منصور، و آناهیتا رشتیان، ۱۳۸۴. بررسی ترکیب فلورستیک و غنای گونه‌ای مراتع قشلاقی یکه چنار در استان گلستان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۱): ۱۰-۱.
 - ۱۹- میردادی، حمیدرضا. و حجت‌اله زاهدی‌پور، ۱۳۸۴. تعیین مدل مناسب تنوع گونه‌ای برای جوامع گیاهی کویر میزان اراک و تأثیر برخی از عوامل اکولوژیک بر آن، مجله پژوهش و سازندگی، ۶۸: ۵۶-۶۵.
 - ۲۰- نجفی تیره شبانکاره، کیان، ۱۳۷۳. ویژگی‌های پوشش گیاهی در مناطق بیابانی و مکانیسم‌های مقاومت به خشکی در آنها، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان هرمزگان، (گزارش چاپ نشده)، ۲۰ صفحه.
- 21- Akhani, H, 2000. Species diversity in Golestan national park. Collection of paleoecology and biodiversity articles., Pp. 217-237.
- 22- Chen, Y.N., H, Zilliacus., W.H, Zhang., F, Li, & Y.P, Chen, 2006. Ground-water level affect plant species diversity along the lower reaches of the Tarim river, western China, Journal of Arid Environment. 66: 231-246.
- 23- Mc Cann, K. S, 2000. The diversity-stability debate, Nature, 405: 228-233.
- 24-Solinska, G. B., Namura, O. A. & Symonides, E. 1997 Long term dynamics of a relict forest in an urban area. Floristica et Geobotanica 42 (2): 423-479.
- 25- Wilson, S.D. & D, Tilman, 2002. Quadratic variation in old-field species richness a long gradient of disturbance and nitrogen. Journal of Ecology. 83: 492-504.

مقایسه و پهنه‌بندی نقشه خطر آتش‌سوزی جنگل‌های هیرکانی و زاگرس با استفاده از GIS و AHP (مطالعه موردی: جنگل‌های سراوان و زریوار)

- احسان فرهی آشتیانی - دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان
- صبری باقر رسولی - مدرس گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گرمیان، کلاز، عراق
- علی حسین رعیتی فرد - دانشجوی دکترای جغرافیا، برنامه ریزی شهری و منطقه ای پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان

چکیده

مشخص شدن مناطق حساس به آتش‌سوزی برای مدیران مربوطه در انجام اقدامات کنترلی و پیشگیری از آتش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت جنگل‌های زاگرس و هیرکانی و حساسیت زیاد این مناطق به آتش‌سوزی، در این تحقیق قصد داریم پارامترهای مختلف موثر در آتش‌سوزی‌های این مناطق را مورد بررسی قرار دهیم و نهایتاً نقشه‌های مناطق حساس به حریق را تهیه نماییم. بر اساس آمار آتش‌سوزی‌های اعلام شده در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، مناطق عمده آتش‌سوزی که دارای بیشترین وسعت و تکرار بودند شناسایی گردیدند و برداشت زمینی این مناطق با GPS انجام گرفت. ارزش دهی درون و برون لایه ای انجام شد، تلفیق نقشه‌ها جهت تهیه نقشه پیش‌بینی نقاط بحرانی صورت گرفت. برای ارزیابی مدل بدست آمده توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نقشه‌های پراکنش آتش‌سوزی و نقشه‌های پهنه‌بندی با هم تلفیق شدند. نتایج مدل AHP نشان داد که در منطقه زریوار عامل درجه حرارت و در منطقه سراوان عامل تراکم پوشش گیاهی منطقه، مهمترین عوامل در آتش‌سوزی‌های این مناطق می باشند. نتایج بدست آمده از درصد طبقات مختلف خطر نشان داد که هر دو منطقه در دامنه‌ای از خطر متوسط رو به خطرناک قرار دارند. بنابراین اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از آتش‌سوزی‌های آینده در جنگل‌های این مناطق به کمک ابزارها و سیستم‌های توانمند اطلاعات مکانی ضروری است. همچنین نتایج نشان می دهد که این روش برای تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی مناسب بوده و می‌تواند کاربرد موفقیت آمیزی برای اداره منابع طبیعی و سایر ادارات مرتبط در این زمینه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پهنه بندی، خطر، AHP، GIS

مقدمه

با افزایش جمعیت بشر آتش‌سوزی‌های وابسته به انسان جایگزین آتش‌سوزی‌های طبیعی در بسیاری از مناطق شده‌اند. آتش که یکی از عوامل تخریب جنگل به حساب می‌آید از نظر میزان ضرر و زیانی که به بار می‌آورد در مناطق مختلف اهمیت متفاوت دارد زیرا شدت و در نتیجه صدمات ناشی از آن، تابع شرایط اقلیمی و توپوگرافی محلی است که در آن روی می‌دهد (جزیره‌ای، ۱۳۸۴).

از قرن بیستم، افزایش آتش‌سوزی‌ها به دست انسان وضعیتی ایجاد کرد که آتش تبدیل به تهدیدی بزرگ برای جنگل‌ها شده است. یک اثر اکولوژیکی مهم آتش‌سوزی،

کاهش بارش و تشدید وقوع بادهای شدید و طوفانی، باعث ایجاد حریق با شدت‌های مختلف در عرصه‌های منابع طبیعی می‌شود. مفهوم خطر آتش‌سوزی هم به احتمال وقوع آتش‌سوزی و هم به شدت آتش‌سوزی اشاره می‌کند (FAO., ۱۹۸۶). نواحی دارای خطر آتش‌سوزی، مکان‌هایی هستند که احتمال شروع آتش‌سوزی در این مکان‌ها بیشتر است و از آنجا به سهولت می‌تواند به دیگر مناطق گسترش پیدا کند (Jaiswal et al., ۲۰۰۲). شناخت رفتار آتش پس از به وجود آمدن در جنگل، فاکتورهای مؤثر در ایجاد محیط مستعد آتش‌سوزی و عواملی که بر رفتار و حرکت آتش تأثیرگذار هستند، جهت

افزایش احتمال آتش‌سوزی در سال‌های بعد به علت وجود درختان خشک و بیمار، باز شدن جنگل و خشک شدن به وسیله نور خورشید و همچنین افزایش گونه‌های مستعد آتش‌سوزی است (Nasi, ۲۰۰۳). در اکثر مطالعات صورت گرفته در زمینه آتش‌سوزی، سهل‌انگاری انسان، حریق‌های عمدی و برخی عوامل مانند طول دوره خشکی، تجمع پوشش گیاهی حساس، تغییر در ساختار و ترکیب گونه‌ها، وقوع خشکسالی و تغییر کاربری به عنوان مهمترین دلایل بروز آتش‌سوزی عنوان شده است. تغییرات اقلیمی نیز یکی از عوامل مهمی است که با تحت تأثیر قرار دادن عناصر مختلف اقلیمی از جمله افزایش دما،

جلوگیری از ایجاد آتش‌سوزی و همچنین کنترل آن پس از به وقوع پیوستن در جنگل لازم و ضروری می‌باشند (Chuvieco & Congatlon., ۱۹۸۹).

خطر آتش‌سوزی به فاکتورهای پایدار متعددی جهت شروع سوختن و انتشار آن، همانند ساختار و تراکم گیاهان، توپوگرافی، فعالیت‌های انسانی و الگوهای آب و هوایی بستگی دارد. این فاکتورها روزانه تغییر نکرده و در یک زمان طولانی و یا حداقل در کل زمان فصل آتش‌سوزی ثابت هستند (Chuvieco et al., ۱۹۹۷). لذا در این تحقیق سعی گردید به تعیین نقش برخی از فاکتورهای مهم و مؤثر در آتش‌سوزی در جنگل‌های شمال و غرب کشور و مدل‌سازی و تهیه نقشه‌ی خطر آتش‌سوزی و مقایسه الویت بندی عوامل مؤثر در آتش‌سوزی در جنگل‌های این دو منطقه پرداخته شود.

از جمله مطالعات انجام شده در مورد آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

امین املشی (۱۳۸۶) به بررسی نوع و علت آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گیلان پرداخت و در این بررسی آمار حریق جنگل‌های این منطقه طی سالهای ۱۳۷۹-۱۳۷۷ مطالعه و نتایج نشان داد که حدود ۸۱ درصد آتش‌سوزی‌ها طی ماه‌های مرداد، آذر و دی به وقوع پیوسته است که وزش بادهای گرم و خشک را در وقوع چنین پدیده‌ای مؤثر می‌داند. جلیلود و بسطام (۱۳۸۷) با بررسی علل بروز آتش‌سوزی در اکوسیستم‌های طبیعی و راه کارهای جلوگیری از آن به این نتیجه رسیدند که بحرانی‌ترین مناطق کشور از نظر آتش‌سوزی استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، کردستان، کرمانشاه می‌باشند. محمدی (۱۳۸۸) در پژوهشی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک GIS به تهیه نقشه‌ی خطر آتش‌سوزی در جنگل‌های پایه در استان کرمانشاه اقدام نمود. نتایج حاصل از وزن دهی بر اساس AHP نشان دادند که میزان بارندگی بیشترین تاثیر و

جهت دامنه کمترین تاثیر را در وقوع و انتشار آتش‌سوزی‌های این منطقه دارند. همچنین حدود ۹۰ درصد از مناطق آتش‌سوزی شده در پهنه‌هایی با خطر زیاد قرار دارند. Mohammadi et al (۲۰۱۳) در تحقیقی که در جنگل‌های سروآباد در استان کردستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش رگرسیون لجستیک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان بارندگی بیشترین تاثیر را در وقوع آتش‌سوزی‌های این منطقه دارد.

در منابع خارجی نیز مطالعات مشابهی انجام شده است به عنوان مثال Chandra et al (۲۰۰۶) نقشه‌ی خطر آتش‌سوزی را برای منطقه‌ی گارهوآل هیمالیا با کاربرد تکنولوژی سنجنش از دور تهیه نمودند. در این تحقیق نقشه‌های مناطق دارای خطر آتش‌سوزی جنگل توسط داده‌های سنجنش از دور و متغیرهای توپوگرافی مؤثر در ظهور آتش‌سوزی تهیه شد و نواحی با خطر زیاد، متوسط و کم مشخص گردیدند. William et al (۲۰۱۱) در پژوهشی به میزان تاثیر توپوگرافی و آب و هوا در الگوی آتش‌سوزی در کوهستان‌های آمریکا پرداختند. برای این کار نقشه‌های مناطق سوخته در طول سالهای ۱۹۳۰ تا ۲۰۰۳ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که آب و هوا نقش مؤثری در هر دو الگوی زمانی و مکانی آتش‌سوزی دارد. همچنین بیشتر آتش‌سوزی‌ها در جهت‌های جنوبی و ارتفاعات پایین بوقوع پیوسته است.

اهمیت مطالعه آتش‌سوزی در ایران

وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع ایران که دارای اقلیم و پوشش گیاهی متفاوتی هستند به کرات روی می‌دهد. به عنوان مثال در جنگل‌های غرب ایران در سال ۱۳۷۶، ۳۰۰ فقره آتش‌سوزی به وقع پیوست که در نتیجه ۱۵۰۰ هکتار مرتع و ۴۰۰ هکتار جنگل از بین رفت. در سال ۱۳۷۷، ۵۲ فقره آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان اتفاق افتاد. بین سال‌های ۱۳۷۰ الی ۱۳۷۶، ۳۰۳۶ فقره حریق در کشور اتفاق افتاد که در پی آن ۱۳۷۰۰ هکتار از اراضی منابع طبیعی سوخت.

در سال ۱۳۸۹ آتش‌سوزی در جنگل‌های ایران شدت فزاینده‌ای به خود گرفت بطوریکه برخی پایگاه‌های خبری از رشد ۱۰۰ درصدی آتش‌سوزی نسبت به سال‌های گذشته گزارش داده‌اند. در اولین سمینار بین المللی بررسی آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های منابع طبیعی در استان گلستان بیان شد که در سال ۱۳۸۹، تعداد ۵۵۵ مورد آتش‌سوزی در جنگل‌های کشور رخ داده است.

بر روی کره زمین هر پدیده‌ای که رخ می‌دهد روابط پیچیده‌ای بین اجزاء مختلف آن وجود دارد که به راحتی قابل درک نیستند. استفاده از مدل‌ها راهی ساده برای شناسایی این فرآیندهای پیچیده به شمار می‌رود. در مطالعه آتش‌سوزی، از مدل‌ها برای شناسایی عوامل مختلف و مؤثر در وقوع آتش و پیش بینی رفتار و نحوه گسترش آتش استفاده می‌شود. تهیه نقشه مناطق بحرانی و حساس به آتش (با توسعه مدل‌های مربوط به آتش) یکی از اصول اولیه مدیریتی در عرصه‌های منابع طبیعی به شمار می‌رود. مشخص شدن مناطق بحرانی به آتش برای مدیران مسئول در انجام اقدامات کنترلی و پیشگیری از آتش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی جامع و دقیق خسارات ناشی از آتش در جنگل و شناسایی به موقع محل و منشأ آن، با در اختیار داشتن نقشه نقاط بحرانی به حریق آسانتر خواهد بود. با توجه به اهمیت جنگل‌های زاگرس در معیشت جنگل‌نشینان و همچنین نقشی که این جنگل‌ها در حفاظت از آب و خاک دارند و همچنین نظر به این که این اکوسیستم‌ها همانند اکوسیستم‌های مدیرانه‌ای نسبت به آتش‌سوزی بحرانی هستند و همچنین با توجه به اهمیت بسیار زیاد جنگل‌های هیرکانی و آتش‌سوزی‌های سالیانه بسیار زیاد در این جنگل‌ها، در این تحقیق قصد داریم بین پارامترهای مؤثر در آتش‌سوزی‌های این مناطق مقایسه انجام دهیم.

مواد و روش کار

مناطق مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های زاگرس،

دشت باریکی است در راستای شمال غربی- جنوب شرقی که از دو سو به وسیله ارتفاعات محصور شده و در میانه آن دریاچه آب شیرین زریوار قرار دارد. دریاچه زریوار در استان کردستان دریاچه کوچکی است که در شمال غرب شهرستان مریوان در مختصات جغرافیایی $35^{\circ} 30'$ تا $46^{\circ} 10'$ طول شرقی و $35^{\circ} 30'$ تا $35^{\circ} 37'$ عرض شمالی واقع شده است. کمترین نقطه ارتفاعی در محدوده مورد مطالعه 1300 متر و بلندترین نقطه ارتفاعی 1880 متر از سطح دریا ارتفاع دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه $8236/5$ هکتار است که از این میزان، $1122/83$ هکتار به پوشش گیاهی اطراف دریاچه و $860/25$ هکتار به پهنه آبی تالاب اختصاص دارد (بی نام، ۱۳۸۳-الف). منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های شمال کشور، سری یک و سه جنگل سراوان در حومه شهرستان رشت می باشد که در حوزه جنگلداری رودبار واقع شده است و این سری از شمال به اراضی شهر رشت و از جنوب به جنگلکاری سراوان و باقیمانده جنگلهای کچا (سری دو) و از غرب به سری عزیزکیان و از شرق به رودخانه سیاهرود و مسیر لوله گاز محدود می گردد. این منطقه در ارتفاع 50 تا 600 متر از سطح دریا واقع شده است که اکثریت سطح سری در ارتفاع 350 متر واقع شده است. سری ۱ و ۳ سراوان (کچا) بین طول جغرافیایی $49^{\circ} 39'$ تا $33'$ و 49° و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 30'$ تا $37^{\circ} 8'$ واقع شده است. کل منطقه مورد مطالعه 8937 هکتار مساحت دارد که سطحی معادل $790/8$ هکتار جنگلکاری می باشد.

روش تحقیق

فرآیند وقوع آتش‌سوزی در هر ناحیه به تعدادی فاکتور وابسته است، برای همین ابتدا باید فاکتورهای مؤثر در وقوع آتش مشخص شوند که به شرح زیر انتخاب گردیدند:

- پوشش گیاهی: نقشه تراکم پوشش گیاهی رویشگاه منطقه سراوان که در کتابچه طرح منطقه موجود بود و نقشه تراکم پوشش گیاهی در جنگل‌های اطراف دریاچه زریوار

که به دلیل در دسترس نبودن با استفاده از داده‌های ماهواره SPOT ۵ برآورد گردید، به عنوان فاکتور پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفت.

- فاصله از جاده‌ها و مناطق مسکونی بعنوان فاکتورهای انسانی در نظر گرفته شدند. جهت تهیه این نقشه‌ها، نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس $1:25000$ مورد استفاده قرار گرفت.
- شیب و جهت منطقه که بر روی رفتار آتش مؤثر هستند نیز بعنوان فاکتورهای فیزیوگرافی در نظر گرفته شدند. این نقشه‌ها نیز با استفاده از نقشه‌های DEM تهیه شده و در محیط ArcGIS تهیه گردیدند.

- در بین فاکتورهای اقلیمی برای این تحقیق عامل دما و بارندگی بصورت نقشه‌های هم‌دما و هم‌باران در نظر گرفته شدند. مطالعات درجه حرارت و بارندگی مناطق نیز با استفاده از آمار ایستگاههای موجود در اطراف مناطق و با روش درون یابی در محیط نرم افزار ArcGIS صورت گرفته است. از آنجایی که از آتش‌سوزی‌های رخ داده در سال‌های 1388 و 1389 جهت اعتبار سنجی مدل استفاده گردید، بنابراین آمار درجه حرارت و بارندگی‌های این دو سال نیز برای تهیه نقشه‌های هم دما و هم باران مورد استفاده قرار گرفت.

- فاصله از رودخانه‌ها هم بعنوان عامل هیدرولوژی مؤثر در آتش‌سوزی ارزیابی شد که با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه شد.

محاسبه وزن معیارها و تهیه نقشه خطر

جهت تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی در مناطق مذکور لازم بود که نقشه‌های تهیه شده در مراحل قبل با یکدیگر ترکیب شوند. برای این کار عوامل مؤثر انتخاب شده به دو صورت ارزش‌گذاری شدند:

ابتدا ارزش‌گذاری درون لایه ای است که با توجه به نظر متخصصان و دیگر منابع علمی، هر کدام از فاکتورهای مورد بررسی به چند طبقه تقسیم شده و به هر طبقه ارزشی تعلق می گیرد. سپس ارزش دهی برون لایه

ای انجام شد که برای این کار از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. لذا برای هر منطقه، پرسش نامه‌ای تهیه و در اختیار اساتید دانشگاهها و کارشناسان آتش‌سوزی جنگل قرار گرفت و سپس فاکتورها با استفاده از روش مقایسه دو به دو ارزش‌گذاری شدند. پس از ارزش‌گذاری عوامل، نقشه‌ها روی هم‌گذاری شده و در نهایت نقشه خطر آتش‌سوزی تهیه شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت بر روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد.

تعداد نمونه لازم جهت اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

جهت بدست آوردن تعداد نمونه لازم برای وزن‌دهی به وسیله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از روش کوکران با فرمول زیر استفاده شد (وکیلی فرد و نظری، ۱۳۹۰):

$$n = \frac{Nt^2pq}{(N-1)d^2 + t^2pq}$$

- n: تعداد نمونه مورد نیاز
 - N: تعداد افراد جامعه
 - t: استیودنت در سطح اطمینان ۹۵ درصد
 - d: دقت مورد نظر در این بررسی
 = ۵ درصد

- p: احتمال مساعد وقوع = ۰/۵
 - q: احتمال نامساعد وقوع = ۰/۵

اعتبار سنجی مدل

با توجه به آمار ادارات منابع طبیعی شهرستان‌های رشت و مریوان، آتش‌سوزی‌های به وقوع پیوسته در سال‌های 1388 و 1389 در مناطق مورد مطالعه که دارای بیشترین مساحت بوده‌اند مشخص شدند و برداشت این مناطق با دستگاه GPS

انجام گردید. پلی‌گون‌های برداشت شده به محیط نرم افزار Global Mapper وارد شدند، پردازش‌های اولیه بر روی آنها انجام گرفت و سپس به محیط نرم افزار ArcGIS وارد شدند. پس از بدست آمدن مدل توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و همپوشانی نقشه‌ها در محیط نرم افزار ArcGIS و تهیه نقشه مناطق بحرانی، مناطق آتش‌سوزی شده با نقشه نهایی بدست آمده همپوشانی شده و اعتبار سنجی مدل صورت گرفت.

نتایج

نقشه‌های طبقات بر اساس چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب و یک طبقه مناطق مسطح با استفاده از نقشه‌های DEM تهیه گردید.

نقشه‌های شیب مناطق نیز با استفاده از نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع تهیه و طبقه‌بندی گردید. از آنجایی که وضعیت توپوگرافی در دو منطقه متفاوت می باشد بنابراین طبقه‌بندی نقشه‌های شیب نیز بر اساس توپوگرافی مناطق به دو صورت متفاوت شکل گرفت. در منطقه سراوان طبقه بندی بصورت طبقه‌های ۵-۰ درصد، ۱۰-۵ درصد، ۲۵-۱۰ درصد، ۳۵-۲۵ درصد و بیشتر از ۳۵ درصد و در منطقه زریوار به طبقه‌های کمتر از ۱۰ درصد، ۲۰-۱۰ درصد، ۳۰-۲۰ درصد و بیشتر از ۵۰ درصد تقسیم شد.

روستاهای موجود در مناطق مشخص شدند و نقشه‌های فاصله از مناطق مسکونی تهیه شد. نقشه‌های مذکور به پنج طبقه کمتر از ۵۰۰ متر، ۵۰۰-۱۰۰۰، ۱۰۰۰-۱۵۰۰، ۱۵۰۰-۲۰۰۰ و بیشتر از ۲۰۰۰ متر فاصله از مناطق مسکونی طبقه‌بندی شد.

جهت تهیه نقشه‌های فاصله از جاده‌ها، ابتدا جاده‌های مناطق مشخص و در محیط نرم افزار ArcGIS بصورت وکتوری درآمده سپس بافرهایی به فواصل کمتر از ۲۰۰ متر، ۲۰۰-۴۰۰، ۴۰۰-۶۰۰، ۶۰۰-۸۰۰ و بیشتر از ۸۰۰ متر در اطراف آن‌ها تهیه شد.

آبراهه‌های موجود در مناطق از روی نقشه‌های توپوگرافی مشخص شده، سپس

نقشه‌های فاصله از آبراهه‌ها در طبقات کمتر از ۵۰ متر، ۵۰-۱۰۰، ۱۰۰-۱۵۰، ۱۵۰-۲۰۰ و بیشتر از ۲۰۰ متر تهیه گردید.

با توجه به اینکه مساحت و اختلاف ارتفاع مناطق مورد مطالعه به اندازه‌ای نیست که بین نقاط مختلف آن از نظر دما و بارندگی تفاوتی وجود داشته باشد، بنابراین نقشه‌های هم‌دما و هم باران بصورت یک طبقه تهیه شده است.

در مورد فاکتور پوشش گیاهی، از آنجایی که در جنگل‌های غرب، حدود ۹۰ درصد تیپ گیاهی، بلوط می‌باشد و از نظر نوع سوخت در تیپ‌های مختلف بلوط هم تفاوتی چندانی وجود ندارد (رشیدی، ۱۳۹۲)، بنابراین این معیار برای هر دو منطقه بصورت طبقات تراکمی در نظر گرفته شده است. نقشه تراکم پوشش گیاهی منطقه سراوان که در کتابچه طرح جنگلداری منطقه موجود بود مورد استفاده قرار گرفت که شامل چهار طبقه بدون تاج پوشش، پوشش ۴۰-۱۰ درصد، ۷۰-۴۰ درصد و بیشتر از ۷۰ درصد می‌باشد.

در مورد نقشه تراکم پوشش گیاهی در جنگل‌های اطراف دریاچه زریوار با توجه به در دسترس نبودن، اقدام به تهیه آن گردید. جهت تهیه این نقشه، تصویر ماهواره SPOT ۵ مورد استفاده قرار گرفت. این تصویر توسط شرکت عرضه کننده (SPOT IMAGE) از نظر رادیومتری و هندسی در سطح Ortho (تصحیح هندسی همراه با رفع اثر جابجایی ناشی از پستی و بلندی) مورد تصحیح قرار گرفته بود. به منظور اطمینان و بررسی وضعیت هندسی داده‌ها، از جاده‌های منطقه که از نقشه توپوگرافی استخراج شدند، نیز استفاده شد. انطباق لایه راه‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده تطابق هندسی مناسب داده ماهواره‌ای و عدم لزوم تصحیح هندسی آن بود. جهت طبقه‌بندی تراکم جنگل‌های این منطقه، طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال (ML) استفاده گردید. در این روش نمونه‌های تعلیمی به عنوان واقعیت زمینی منظور شدند. صحت کلی معادل ۷۱/۳۸ درصد و ضریب کاپا معادل ۰/۶۹ بدست آمد. یعنی

۷۱/۳۸ درصد پیکسل‌های نمونه‌های تعلیمی به کمک این طبقه‌بندی کننده درست طبقه‌بندی شده‌اند. نقشه بدست آمده وارد نرم افزار ArcGIS شده و به فرمت وکتوری تبدیل شد. نقشه نهایی بدست آمده شامل طبقات: بدون پوشش جنگلی، پوشش ۲۵-۵ درصد، ۵۰-۲۵ درصد و بیشتر از ۵۰ درصد می‌باشد.

نتایج ارزش‌گذاری درون لایه‌ای

به منظور ارزش‌گذاری درون لایه‌ای، هر یک از لایه‌های اطلاعاتی به صورت جداگانه بر اساس ارزشی که برای آتش‌سوزی می‌توانند داشته باشند و با استفاده از نظر کارشناسان و منابع علمی معتبر، طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری شدند. حدود ارزش‌گذاری طبقات درون لایه‌ای بین ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد. کد ۵ نشان‌دهنده بیشترین تأثیر در آتش‌سوزی و کد ۱ نشان دهنده کمترین تأثیر در بروز و انتشار آتش‌سوزی می‌باشد (جدول ۱ و ۲).

نتایج بدست آمده از ارزش‌گذاری

برون لایه‌ای

هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده به نسبت تأثیر در آتش‌سوزی دارای ارزشی متفاوت می‌باشند. بنابراین لایه‌ها باید نسبت به یکدیگر وزن‌دهی شده و لایه‌های دارای اهمیت بیشتر در رأس کار قرار گیرند. برای این کار با استفاده از نظر کارشناسی و مقایسه دو به دو عناصر ماتریس مربوطه، وزن هر یک از معیارها بدست آمد. بدین منظور تعداد افراد جامعه که اساتید و کارشناسان منابع طبیعی و متخصص در امر آتش‌سوزی و AHP بودند ۲۵ نفر در نظر گرفته شدند (N=۲۵) و با استفاده از فرمول کوکران تعداد نمونه مورد نیاز ۲۲ نفر (S=۲۲) محاسبه شد. به منظور تکمیل فرم‌های نظرسنجی برای هر منطقه، از ۲۲ نفر از کارشناسان، نظرسنجی انجام شد و درصد خطای هر یک از فرم‌ها محاسبه گردید. بر طبق نظر ساعتی اگر نسبت ناسازگاری هر پرسش نامه از ۰/۱ بیشتر باشد تصمیم گیرنده باید در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند. از این رو نظراتی که اختلاف کلی با سایر نظرات داشتند از جمع‌بندی حذف شدند. برای منطقه

معادله ۱: خطر آتش‌سوزی در منطقه دریاچه زریوار

+ (فاصله از جاده * ۰/۱۰۲) + (فاصله از مناطق مسکونی * ۰/۱۲۹) + (درجه حرارت * ۰/۳۸۸) + (فاصله از آبراهه‌ها * ۰/۰۵۵) + (شیب * ۰/۰۵۷) + (جهت دامنه * ۰/۰۶۲) + (بارندگی * ۰/۰۸۱) + (تراکم پوشش گیاهی * ۰/۰۸۲)

جدول ۱- وزن‌دهی درون لایه‌ای برای منطقه سراوان

کد	شیب (درصد)	جهت	فاصله از جاده (متر)	فاصله از آبراهه (متر)	تراکم جنگل	فاصله از مناطق مسکونی (متر)	دما (سانتیگراد)	بارندگی (میلیمتر)
۱	۰-۵	شمال	۸۰۰ <	۰-۵۰	-	۰-۵۰۰	۲۵	۱۰۱۶-۱۰۶۳
۲	۵-۱۰	شرق	۶۰۰-۸۰۰	۵۰-۱۰۰	بدون تاج	۵۰۰-۱۰۰۰		
۳	۱۰-۲۵	مسطح	۴۰۰-۶۰۰	۱۰۰-۱۵۰	پوشش	۱۰۰۰-۱۵۰۰		
۴	۲۵-۳۵	غرب	۲۰۰-۴۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۴۰-۷۰	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰		
۵	۳۵ <	جنوب	۰-۲۰۰	۲۰۰ <	۷۰ <	۲۰۰۰ <		

معادله ۲: خطر آتش‌سوزی در منطقه سراوان

+ (فاصله از جاده * ۰/۰۹۱) + (فاصله از مناطق مسکونی * ۰/۱۱۴) + (تراکم پوشش گیاهی * ۰/۴۲۶) + (جهت دامنه * ۰/۰۵۲) + (بارندگی * ۰/۰۵۳) + (فاصله از آبراهه‌ها * ۰/۰۶۳) + (شیب * ۰/۰۷۴) + (درجه حرارت * ۰/۰۷۷)

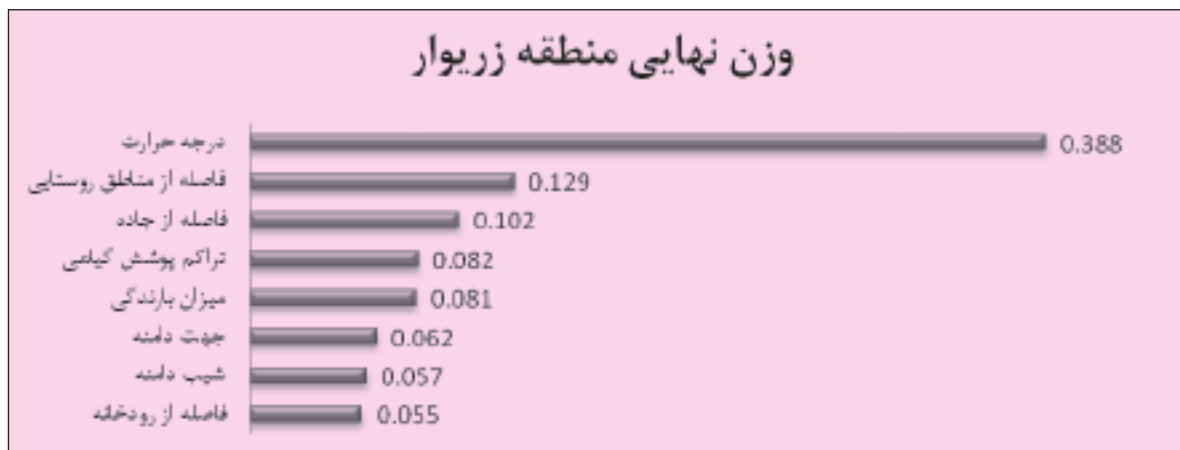
جدول ۲- وزن‌دهی درون لایه‌ای برای منطقه زریوار

کد	شیب (درصد)	جهت	فاصله از جاده (متر)	فاصله از آبراهه (متر)	تراکم جنگل	فاصله از مناطق مسکونی (متر)	دما (سانتیگراد)	بارندگی (میلیمتر)
۱	۰-۱۰	مسطح	۰-۲۰۰	۰-۵۰	-	۰-۵۰۰	۲۳,۳۴-۲۵,۵۲	۷۱۲-۷۵۸
۲	۱۰-۲۰	شمال	۲۰۰-۴۰۰	۵۰-۱۰۰	بدون پوشش جنگلی	۵۰۰-۱۰۰۰		
۳	۲۰-۳۰	شرق	۴۰۰-۶۰۰	۱۰۰-۱۵۰	۵-۲۵	۱۰۰۰-۱۵۰۰		
۴	۳۰-۵۰	غرب	۶۰۰-۸۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۵-۵۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰		
۵	۵۰ <	جنوب	۸۰۰ <	۲۰۰ <	۵۰ <	۲۰۰۰ <		

سراوان از ۲۲ فرم پر شده ۳ فرم درصد خطای بالای ۰/۱ داشتند و حذف گردید و فرم نهایی AHP برای این منطقه با میانگین هندسی از ۱۹ فرم تهیه گردید. برای منطقه اطراف دریاچه زریوار نیز از ۲۲ فرم تهیه شده، ۲ فرم درصد خطای بالای ۰/۱ داشتند و حذف گردید و فرم نهایی AHP برای این منطقه با میانگین هندسی از ۲۰ فرم تهیه شد. با توجه به توضیحات ارائه شده وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تأثیر آنها

می‌دهد که مقایسات جفتی در ماتریس‌های AHP در سطح قابل قبولی است. نتایج این پژوهش بر اساس نمودار خروجی از روش AHP برای منطقه زریوار نشان می‌دهد که موثرترین عامل در بروز آتش‌سوزی از دیدگاه کارشناسان که برپایه تصمیم‌گیری گروهی بدست آمده است عامل درجه حرارت می‌باشد که وزن ۰/۳۸۸ را به خود گرفته است. ترتیب اهمیت دیگر فاکتورهای بررسی شده در این منطقه شامل:

در آتش‌سوزی می‌باشد در محیط نرم‌افزار Expert choice محاسبه گردید. با توجه به مقادیر کمی وزن هر یک از عوامل، نقشه‌ی وزنی هر عامل تهیه و در نهایت اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از لایه‌های وزنی و ضریب وزنی مربوط به هریک از عوامل گردید. درصد خطا (IR) برای فرم نهایی AHP منطقه زریوار معادل ۰/۰۸ و برای منطقه سراوان ۰/۰۴ بدست آمد که کمتر از ۰/۱ می‌باشند و نشان



شکل ۱- وزن نهایی عوامل مؤثر در بروز آتش‌سوزی در منطقه زریوار



شکل ۲- وزن نهایی عوامل مؤثر در بروز آتش‌سوزی در منطقه سراوان

نقشه‌ها در محیط GIS با هم تلفیق گردیده و نقشه‌ی نهایی تهیه شد. دامنه وزنی نقشه نهایی بدست آمده به پنج طبقه تقسیم و در نتیجه نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق بحرانی برای هر دو منطقه سراوان و زریوار با پنج طبقه بسیار کم خطر، کم خطر، خطر متوسط، خطرناک و پرخطر تهیه گردید (اشکال ۳ و ۴).

اعتبارسنجی مدل

جهت ارزیابی مدل بدست آمده توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نقشه آتش‌سوزی‌های صورت گرفته در مناطق و نقشه‌های پهنه‌بندی با هم تلفیق شدند (اشکال ۵ و ۶).

محاسبه‌ی مساحت و درصد هر کدام از طبقه‌های خطر آتش‌سوزی در مناطق مورد مطالعه نشان از حساسیت متوسط به بالای

صورت معادله ۲ نوشت:

نقشه‌های مناطق آتش‌سوزی شده در مناطق مورد مطالعه

همان‌گونه که توضیح داده شد، مناطق جنگلی که طبق آمار موجود در ادارات منابع طبیعی شهرستان‌های رشت و مریوان در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در آنها آتش‌سوزی بوقوع پیوسته بود و دارای مساحت بیشتر از یک هکتار بودند مشخص گردید و با استفاده از GPS، موقعیت مکانی آن‌ها در سیستم جهانی UTM مشخص شد. مساحت محل‌های آتش‌سوزی شده به شرح جداول ۳ و ۴ می‌باشد.

نقشه پهنه‌بندی مناطق بحرانی

جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی بر اساس وزن‌های بدست آمده در نرم افزار EC، کل

فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده، تراکم پوشش گیاهی، مقدار بارندگی، جهت دامنه، شیب منطقه و در نهایت فاصله از آبراهه ها می‌باشد. درصد خطای خروجی نرم افزار ۰/۰۸ می باشد که قابل قبول است. بر اساس این نمودار می توان مدل مورد استفاده برای منطقه زریوار را به صورت معادله ۱ نوشت:

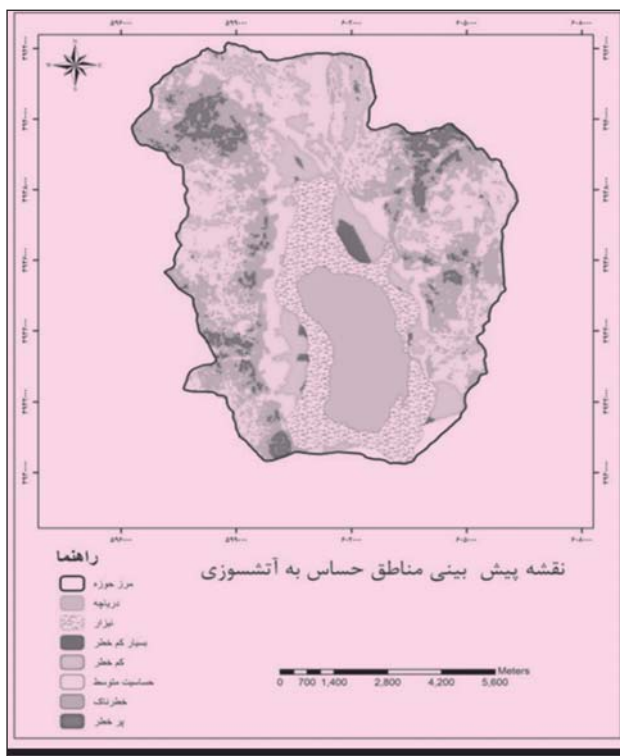
در نمودار خروجی از روش AHP برای منطقه سراوان، فاکتور تراکم پوشش گیاهی بیشترین وزن داشته (۰/۴۲۶) و سپس لایه‌های فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده، دما، شیب، فاصله از آبراهه، بارندگی و جهت در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. درصد خطای خروجی نرم افزار ۰/۰۴ می باشد که قابل قبول است. بر اساس این نمودار می توان مدل مورد استفاده برای منطقه سراوان را به

جدول ۳- مساحت مناطق آتش‌سوزی شده در منطقه زریوار (واحد: هکتار)

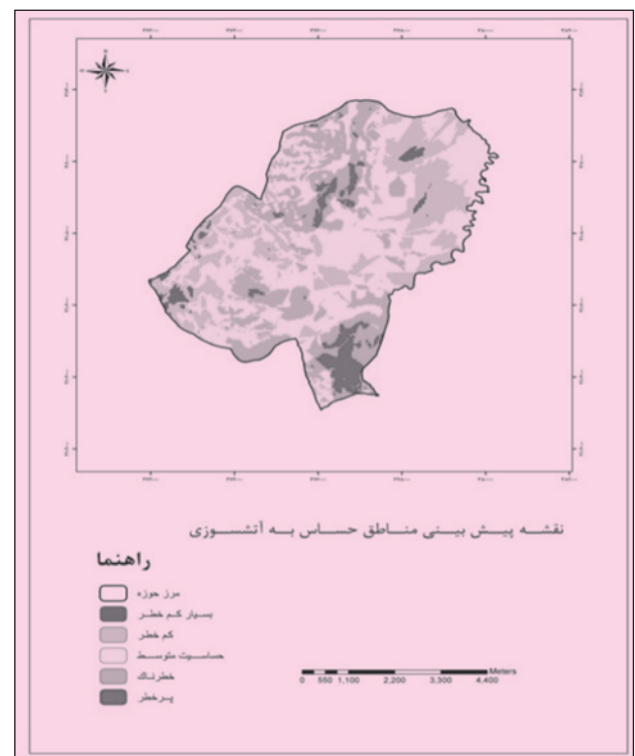
مناطق آتش‌سوزی	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۴	شماره ۵	شماره ۶	شماره ۷	شماره ۸	شماره ۹	شماره ۱۰	کل
مساحت	۴۰	۴	۳۸	۳	۲۴	۲۱	۵	۱۹	۱۹	۲۷	۲۰۰

جدول ۴- مساحت مناطق آتش‌سوزی شده در منطقه سراوان (واحد: هکتار)

مناطق آتش‌سوزی	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۴	شماره ۵	شماره ۶	شماره ۷	شماره ۸	شماره ۹	کل
مساحت	۶	۱۱	۹	۵	۶	۴	۹	۷	۷	۶۴



شکل ۴- نقشه پیش بینی مناطق حساس به آتش‌سوزی در منطقه زریوار



شکل ۳- نقشه پیش بینی مناطق حساس به آتش‌سوزی در منطقه سراوان

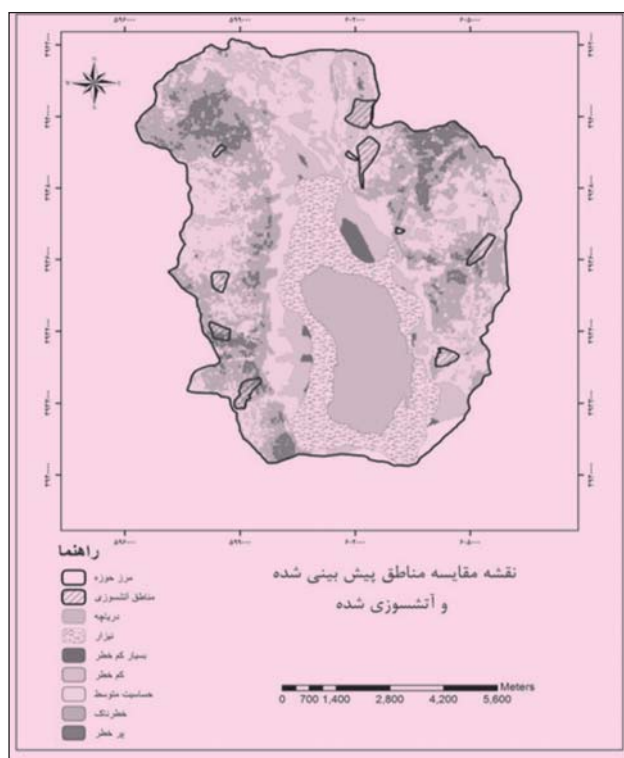
آبان ماه لغایت پایان بهمن ماه صورت پذیرفته که می‌توان علت آن را به خزان درختان و وزش بادهای گرم نسبت داد البته سوء استفاده خلافکاران از شرایط مناسب طبیعی برای آتش‌سوزی را باید به عنوان یک عامل بسیار موثر مد نظر قرار داد. همچنین ویژگی‌های اقلیمی متفاوت در سطح استان گیلان باعث شده رخداد حریق در جنگل‌های استان نیز

نشان داد که پوشش گیاهی و عامل انسانی (فاصله از مناطق مسکونی) مهمترین عوامل ایجاد آتش‌سوزی می‌باشند که نوع اقلیم منطقه باعث تشدید آتش گردیده است. بررسی نتایج حاصل از تحقیق امین املشی (۱۳۸۶) تایید کننده نتایج بدست آمده است و نشان داد که ۶۹ درصد آتش‌سوزی‌های به وقوع پیوسته در جنگل‌های گیلان از اوایل

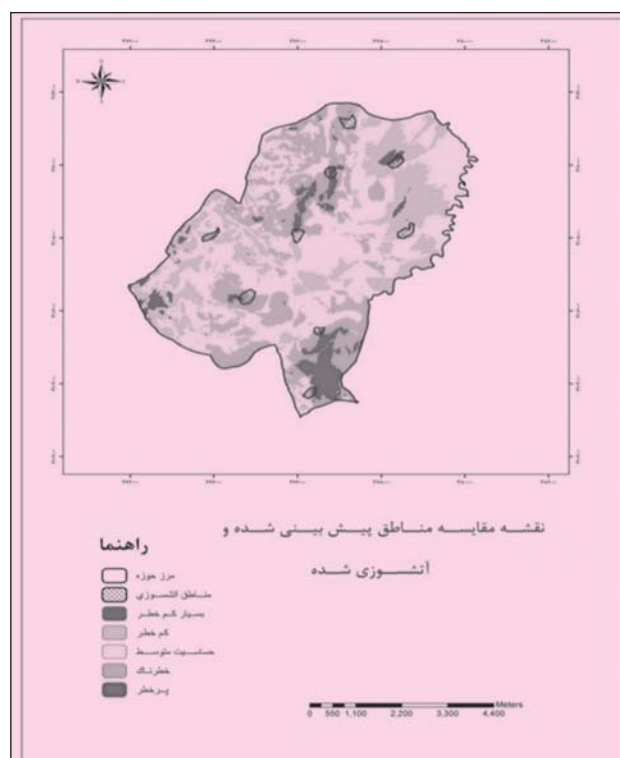
مناطق مورد مطالعه به آتش‌سوزی می‌باشد (جدول ۵ و ۶). همچنین محاسبه درصد مناطق آتش‌سوزی شده در طبقات خطر نقشه پهنه بندی شده که در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است، نشان دهنده دقت بالای این روش می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از تحقیق در منطقه سراوان



شکل ۶- نقشه مقایسه مناطق پیش بینی شده و آتش‌سوزی شده در منطقه زریوار



شکل ۵- نقشه مقایسه مناطق پیش بینی شده و آتش‌سوزی شده در منطقه سراوان

در جهت کاهش هزینه‌ها اعم از هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی، اقدامات مناسبی را اعمال نمود (نیر آبادی و همکاران، ۱۳۸۶). افزون بر این از آنجا که در این روش به دلیل اهمیت و شیوه‌های محاسباتی لحاظ شده در آن می‌توان عوامل بیشتری را دخالت داد این روش می‌تواند روش جامع‌تر و کامل‌تری در مقایسه با سایر روش‌های متداول باشد. در تعیین الویت‌ها به دلیل امکان بکارگیری معیارهای کمی و کیفی متعدد در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، تعیین وزن مشخصه‌ها براساس این روش مناسب به نظر می‌رسد. احمدی (۱۳۸۱)، ستوده (۱۳۸۱)، عزیزی و همکاران (۱۳۸۱) و Huang.B (۲۰۰۳) نیز این روش را چارچوب مناسبی برای تصمیم‌گیری گروهی دانسته‌اند. بنابراین انتخاب کارشناسان مرتبط یکی از موارد مهم و تاثیرگذار در نتایج خواهد بود.

بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق بحرانی
با وجود ضرورت تعیین نواحی پرخطر

وزش بادهای تند، همانند جنگل‌های شمال، می‌تواند از مهم‌ترین فاکتورهای ایجاد آتش در این جنگل‌ها به شمار روند. همچنین به علت توریستی بودن منطقه و تردد زیاد انسان، قرار گرفتن عامل انسانی در درجه دوم ارزش دهی به فاکتورها قابل توجه می‌باشد.

بررسی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل لایه‌های مختلف با استفاده از AHP

در این تحقیق پس از تعیین لایه‌های مورد استفاده، اقدام به ارزش‌گذاری لایه‌ها شد که برای این کار از روش ارزش‌گذاری چند معیاری استفاده شد. این کار علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، این مزیت را دارد که می‌توان از نظرات افراد مختلف بهره‌برد. علاوه بر آن امکان استفاده از معیارهای کمی و کیفی نیز وجود دارد که در روش سنتی مقدور نمی‌باشد (قجر، ۱۳۸۴). با توجه به طیف وسیع طبقه‌بندی که در روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده می‌گردد، قدرت تصمیم‌گیری بالاتر رفته و می‌توان با نتایج حاصله

تابعی از خصوصیات اقلیمی گردد. در استان گیلان در سال ۷۴ بیشترین تعداد آتش‌سوزی در بیشترین سطح اتفاق افتاده است که خشکی هوا، وزش باد و کمبود بارندگی در این سال از جمله عوامل اصلی محسوب شده که شرایط مساعدی را برای ایجاد آتش‌سوزی‌های عمده فراهم آورده است.

همچنین نتایج حاصل از وزن دهی به فاکتورهای موثر در آتش‌سوزی در جنگل‌های اطراف دریاچه زریوار نشان داد که فاکتور درجه حرارت و فاصله از مناطق مسکونی مهمترین عوامل در ایجاد آتش‌سوزی می‌باشند. در جنگل‌های زاگرس نیز سالانه با افزایش دما و خشک شدن پوشش گیاهی، شاهد آتش‌سوزی‌های متعدد و گسترده‌ای در این مناطق بوده‌ایم که منجر به نابودی منابع طبیعی، تخریب محیط زیست و اکوسیستم، نابودی محصولات کشاورزی، تفریح‌گاه‌های جنگلی، چراگاه‌ها و... می‌شوند. عوامل متعددی مانند گرمای هوا و انباشت و تخمیر برگ‌های خشک درختان و به دنبال آن

جدول ۵- مساحت و درصد طبقات مختلف خطر در منطقه سراوان

طبقات	پرخطر	خطرناک	خطر متوسط	کم خطر	بسیار کم خطر
وسعت طبقات (هکتار)	۲/۸	۱۵/۶	۳۰/۷۵	۱۳/۸	۰/۹
وسعت طبقات (درصد)	۴/۳۹	۲۴/۴۲	۴۸/۰۴	۲۱/۶۷	۱/۴۵

جدول ۶- مساحت و درصد طبقات مختلف خطر در منطقه زیریوار

طبقات	پرخطر	خطرناک	خطر متوسط	کم خطر	بسیار کم خطر
وسعت طبقات (هکتار)	۳۰۳	۱۸۰۰	۲۹۰۱	۱۰۵۸	۱۸۶
وسعت طبقات (درصد)	۴/۸۶	۲۸/۷۹	۴۶/۴	۱۶/۹۳	۲/۹۹

جدول ۷- درصد نواحی آتش‌سوزی شده واقع در مناطق پهنه‌بندی در منطقه سراوان

مناطق پهنه‌بندی	پرخطر	خطرناک	خطر متوسط	کم خطر	بسیار کم خطر
مناطق آتش‌سوزی شده (درصد)	۱۲/۵	۲۹/۶۸	۳۴/۳۷	۱۸/۷۵	۴/۶۸

جدول ۸- درصد نواحی آتش‌سوزی شده واقع در مناطق پهنه‌بندی در منطقه زیریوار

مناطق پهنه‌بندی	پرخطر	خطرناک	خطر متوسط	کم خطر	بسیار کم خطر
مناطق آتش‌سوزی شده (درصد)	۰	۲۷/۵	۴۸	۲۴/۵	۰

آتش‌سوزی در کشور، انجام اینکار با استفاده از روش‌های معمول، دشوار و پرهزینه است، زیرا وقوع حریق در یک ناحیه وابسته به عوامل مختلف انسانی، طبیعی و زیست محیطی است. در صورت وجود اطلاعات جامع و کافی از نقاط مختلف کشور می‌توان با استفاده از روش‌های تحلیل مکانی در محیط GIS نسبت به تعیین نواحی پرخطر و طبقه‌بندی مناطق مختلف کشور از این منظر اقدام نمود و همچنین در صورت در دسترس نبودن اطلاعات می‌توان از روش‌های نوین و کارآمد همانند استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات لازم را فراهم نمود.

این تحقیق به درک فاکتورهای اساسی خطر آتش‌سوزی جنگل در نواحی مورد بررسی کمک شایانی خواهد نمود. تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بدون در نظر گرفتن ارزش هر یک از لایه‌های اطلاعاتی و واحدهای مربوط به آنها نمی‌تواند نتایج درستی را در

بیشتر در کف جنگل یا به عبارت دیگر وجود ماده سوختنی بیشتر، بنابراین فاکتور تراکم پوشش گیاهی در جنگل‌های شمال مهمتر از جنگل‌های غرب تشخیص داده شده است. در تحقیقات قبلی انجام شده از جمله محمدی (۱۳۸۸)، Almedia (۱۹۹۴)، Jaiswal et al (۲۰۰۴)، Erten et al (۲۰۰۲) و Dong et al (۲۰۰۵) عامل پوشش گیاهی به صورت تیپ گیاهی در نظر گرفته شده است. از آنجایی که در جنگل‌های غرب، حدود ۹۰ درصد تیپ گیاهی بلوط می‌باشد و از نظر نوع سوخت در تیپ‌های مختلف بلوط هم تفاوتی وجود ندارد (رشیدی، ۱۳۹۲)، بنابراین این معیار بصورت طبقات تراکمی در نظر گرفته شده است. اگرچه در جنگل‌های شمال کشور تنوع گونه‌ای بسیار بیشتر می‌باشد و بین گونه‌ها نیز تفاوت زیادی در حساسیت به آتش‌سوزی وجود دارد اما از آنجایی که این تحقیق به مقایسه عوامل موثر در آتش‌سوزی در جنگل‌های شمال و غرب

بر داشته باشد (نیر آبادی و همکاران، ۱۳۸۶). پوشش گیاهی همان ماده سوختنی قابل اشتعال است و محیط را برای آتش‌سوزی مساعد می‌کند. فاکتور تراکم پوشش گیاهی بعنوان مهمترین عامل آتش‌سوزی در جنگل‌های سراوان تشخیص داده شد. در جنگل‌های منطقه دریاچه زیریوار، این فاکتور بعنوان چهارمین عامل تشخیص داده شده است. تراکم پوشش گیاهی به دلیل اینکه مقدار سوخت در آتش‌سوزی را تعیین می‌کند، می‌توان به عنوان یکی از مهمترین عوامل مؤثر در ایجاد آتش‌سوزی ذکر کرد. بدیهی است که هر چه تراکم پوشش گیاهی بیشتر باشد، احتمال وقوع و در نتیجه انتشار آن بیشتر خواهد بود. بنابراین در این مطالعه نیز در طبقات مختلف فاکتور تراکم پوشش گیاهی، بیشترین ارزش به طبقات دارای تراکم بیشتر داده شده است. همچنین به دلیل تراکم بیشتر جنگل‌های شمال نسبت به جنگل‌های غرب و وجود لاشبرگ

کشور می‌پردازد، بنابراین باید فاکتورها یکسان در نظر گرفته شوند.

فاصله از مناطق مسکونی در هر دو منطقه فاکتور دوم از نظر اهمیت می‌باشد. از آنجایی که در نزدیکی مناطق مسکونی به عرصه‌های طبیعی، میزان آتش‌سوزی نیز بیشتر است (Giglio, 2006)، بنابراین با افزایش فاصله از این مناطق تعداد آتش‌سوزی‌ها کمتر می‌شود. آتش‌سوزی‌هایی که انسان موجب بروز آن می‌شود از نظر تعداد مهمترین عامل آتش‌سوزی در سطح جهان به شمار می‌رود (حسینعلی و رجبی، 1384). اگر چه انسان مهمترین عامل در ایجاد آتش‌سوزی می‌باشد اما می‌توان گفت در وقوع و گسترش آتش نقش دوگانه‌ای دارد. در نزدیکی مناطق مسکونی و جاده‌ها تعداد موارد وقوع آتش‌سوزی بیشتر است اما از آنجا که آتش توسط خود انسان مهار می‌شود، بنابراین در نزدیکی این مناطق آتش سریع‌تر خاموش می‌شود. اما در مناطق دورتر تعداد موارد وقوع آتش‌سوزی کمتر است ولی در صورتی که آتش‌سوزی رخ دهد به علت دسترسی دیرتر انسان به مهار آتش‌سوزی، انتشار آن بیشتر است. همچنین به دلیل وجود دریاچه زریوار و پارک جنگلی سراوان در مناطق مورد مطالعه که به عنوان مناطق توریستی محسوب می‌شوند و رفت و آمد زیاد انسانها و افزایش تعداد بازدیدکنندگان طبیعت، متعاقباً افزایش عوامل ایجاد آتش‌سوزی را در بر خواهد داشت. نتایج حاصل از این قسمت از مطالعه با نتایج محمدی (1388)، Jaiswal et al (1994)، Almedia (2004)، Erten et al (2002)، al و Dong (2005) et al یکسان بوده است.

فاصله از جاده در هر دو منطقه، فاکتور سوم دارای اهمیت می‌باشد. از آنجایی که در نزدیکی جاده‌ها، فعالیت‌های انسانی بیشتر می‌باشد بنابراین با کاهش فاصله از جاده‌ها تعداد آتش‌سوزی‌ها افزایش می‌یابد. در کلیه منابع مورد بررسی بیشترین آتش‌سوزی در مناطق جنگلی در نزدیک ترین فاصله از جاده‌ها اتفاق افتاده است. البته می‌توان چنین عنوان کرد که عامل جاده هم در زمینه آتش‌سوزی

دارای نقش دوگانه است: در نزدیکی جاده‌ها تعداد موارد وقوع آتش‌سوزی بیشتر است زیرا حضور گردشگران و عوامل انسانی سبب افزایش حریق در جنگل می‌شود اما جاده می‌تواند به عنوان آتش بر نیز عمل نماید و همچنین با فراهم نمودن امکان دسترسی به منطقه، مهار آتش‌سوزی را فراهم نماید. اما خسارات وارده از فعالیت‌های انسانی و راه‌ها بسیار بیشتر از آن است که بتوان نقش جاده را در کاهش وقوع آتش نشان داد. نتایج حاصل از این قسمت از مطالعه با نتایج محمدی (1388)، Jaiswal et al (1994)، Almedia (2004)، Erten et al (2002)، al و Dong (2005) et al یکسان می‌باشد.

دما را چهارمین فاکتور تاثیر گذار در آتش‌سوزی در منطقه سراوان می‌توان عنوان کرد در صورتی که در منطقه زریوار دما مهمترین عامل در ایجاد آتش‌سوزی تشخیص داده شده است. با توجه به منحنی آمبروترومیک منطقه زریوار، فصل خشک در این منطقه پنج ماه از سال بوده و از اوایل خرداد ماه شروع شده و تا اواخر مهر ماه ادامه می‌یابد. همچنین با توجه به آمار بدست آمده از اداره منابع طبیعی، 90 درصد آتش‌سوزی‌های منطقه در فصل خشک (فصل آتش‌سوزی) بوقوع می‌پیوندد. در حالی که با توجه به منحنی آمبروترومیک در استان گیلان، فصل خشک مشاهده نمی‌شود. می‌توان گفت که در مناطقی که از نظر شرایط توپوگرافی، پوشش گیاهی، عوامل انسانی و غیره ... یکسان باشد و تنها تفاوت در درجه حرارت باشد، در منطقه‌ای که درجه حرارت بیشتر است احتمال وقوع آتش بالاتر است. این یک امر طبیعی است و در ضمن نتایج بدست آمده از تحقیقات محمدی (1388)، William (2003)، Erten et al (2004)، mohammadi (2013) و نیز مؤید همین مطلب است.

شیب دامنه هم نقش مهمی در آتش‌سوزی ایفا می‌کند. گیاهان در شیب‌های بالا اساساً خشک هستند (Pandey & Barik, 2006).

طبیعی است که گیاهان خشک و متراکم نسبت به گیاهان مرطوب و تنک بیشتر مستعد آتش‌سوزی باشند (Harrington, 1988). همچنین سرعت حرکت آتش در شیب‌های بالا افزایش می‌یابد. در طبقات شیب بیشترین خطر در طبقه سوم و چهارم بوده که با نتایج محمدی (1388)، Jaiswal et al (1994)، Almedia (2004)، Erten et al (2002)، al و Dong (2005) et al مطابقت دارد.

فاصله از آبراهه لایه ی دیگری است که می‌تواند نقش دوگانه‌ای در بروز و انتشار آتش‌سوزی ایفا کند. نقش افزایش آنرا می‌توان این گونه اعلام کرد که در نزدیکی منابع آبی فعالیت‌های انسانی بیشتر و می‌توان گفت که احتمال وقوع حریق بیشتر است. اما یک نقش اصلی کاهنده نیز می‌توان برای این فاکتور اعلام کرد، این که در نزدیکی منابع آبی رطوبت بیشتر است و این رطوبت زیاد، نقش مهار کننده و کاهنده آتش را به خوبی ایفا می‌کند. شدت و سرعت توسعه آتش‌سوزی بستگی معکوس به رطوبت ماده سوختنی دارد. بنابراین احتمال وقوع آتش‌سوزی در نزدیکی این منابع کمتر است. پس هر چه فاصله از منابع آبی کمتر شود احتمال وقوع و انتشار آتش کمتر است. در مناطق مورد مطالعه بیشترین آتش‌سوزی در فاصله بیشتر از 200 متر از آبراهه اتفاق افتاده است. نتایج محمدی و همکاران (1388) و Dong et al (2005) نیز نتایج بدست آمده را تایید می‌کنند.

بارندگی لایه ی دیگری است که می‌تواند نقش دوگانه‌ای در بروز و انتشار آتش‌سوزی ایفا کند. منطقه سراوان از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی جزو مناطق خیلی مرطوب می‌باشد و در تمام فصول سال شاهد بارندگی هستیم. جنگل‌های منطقه دریاچه زریوار از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی جزء مناطق مرطوب از نوع مدیترانه‌ای می‌باشد و ریزش باران به صورت باران‌های پاییزه و زمستانه بوده که از اواسط مهر تا اردیبهشت ماه سال بعد ادامه

پیشنهادهای

➤ توسعه مدل‌های گوناگون مبتنی بر شبیه‌سازی و مدل‌های ریاضی در کشورهای در حال توسعه مثل ایران باید مورد توجه قرار گیرد زیرا روش‌های سنتی در عصر حاضر کارایی کمی دارد و نظریه‌های سنتی برای شرایط جهان کنونی تناسب کمتری دارد.

➤ استفاده از GIS در تهیه مدل رقومی ارتفاع و تلفیق لایه‌های مختلف و استخراج اطلاعات مورد نیاز جهت تجزیه و تحلیل نهایی، به دلیل بهره‌گرفتن از کامپیوتر از سرعت و دقت بالایی برخوردار است و به عنوان یک بازوی قوی برای مدیریت در تولید، ذخیره‌سازی و به هنگام کردن حجم عظیمی از داده‌ها با سرعت زیاد مطرح می‌باشد. به خصوص برای ارائه و نمایش مناطق انجام کار ایزاری بسیار سودمند می‌باشد. از آنجا که در جنگلداری با حجم عظیمی از داده‌ها روبه‌رو هستیم، پیشنهاد می‌گردد ادارات منابع طبیعی استان‌ها، پایگاه اطلاعاتی GIS برای حوزه‌های مدیریتی خود داشته باشند.

➤ پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی در آتش‌سوزی، فاکتورهایی نظیر عمق و رطوبت لاشبرگ کف جنگل مورد بررسی قرار گیرد.

➤ پیشنهاد می‌شود در مطالعات دیگر از شاخص‌های مختلف هواشناسی استفاده گردد و با هم مقایسه شوند.

➤ تهیه نقشه‌های خطر آتش‌سوزی در سطح کشور برای مدیریت آتش‌سوزی در جنگل‌ها کمک شایانی خواهد نمود لذا ضروریست در دستور کار سازمان جنگل‌ها قرار گیرد و برای تمامی مناطق جنگلی تهیه شود.

➤ با توجه به اینکه مناطق مطالعه شده جزء مناطق توریستی می‌باشند و فعالیت و رفت و آمد انسان در آنها بیشتر است، بنابراین جهت کنترل آتش‌سوزی نیاز به یک سیستم مدیریتی منسجم و اکیپ اطفای حریق و دیده‌بانی با تجهیزات مناسب داریم. به علت توریستی بودن مناطق و فاصله زیاد ایستگاه آتش‌نشانی از این محل‌ها، توصیه می‌شود یک پایگاه

می‌تواند نقش کمتری در بروز آتش‌سوزی ایفا کند. در دو منطقه بر اساس مطالعات انجام شده، بیشترین خطر در جهت‌های جنوبی است. جهت‌های جنوبی به دلیل دریافت نور خورشید بیشتر، خشک‌تر هستند و احتمال آتش‌سوزی در آنها بیشتر است. پس از دامنه‌های جنوبی، دامنه غربی خشک‌تر بوده و در نتیجه وزن بیشتری به خود اختصاص می‌دهند. دامنه‌های شرقی، شمالی و مناطق مسطح به ترتیب کمترین احتمال آتش‌سوزی را دارند. نتایج محمدی (۱۳۸۸)، Erten et al (۲۰۰۴) و (۲۰۰۵) Dong et al مؤید همین مطلب است.

نقشه بدست آمده از سراوان به پنج طبقه از دامنه بسیار کم خطر تا پرخطر تقسیم‌بندی شده است: به این ترتیب که به طور کلی ۲۹ درصد ناحیه در منطقه خطرناک، ۴۸ درصد در منطقه متوسط، ۲۳ درصد در منطقه کم خطر قرار دارند. این نتایج نشان دهنده ریسک پذیری نسبتاً بالای جنگل‌های سراوان رشت می‌باشد. در منطقه زریوار ۴/۸۶ درصد از کل منطقه در طبقه پرخطر قرار دارد. ۲۸/۷۹ درصد در طبقه خطرناک، ۴۶/۴ درصد در طبقه با خطر متوسط، ۱۶/۹۳ درصد در طبقه کم خطر و تنها ۲/۹۹ درصد از منطقه در طبقه بدون خطر قرار دارد. این نتایج نشان دهنده ریسک پذیری نسبتاً بالای جنگل‌های حوزه دریاچه زریوار می‌باشد. بنابراین اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از آتش‌سوزی‌های آینده در جنگل‌های این مناطق به کمک ابزارها و سیستم‌های توانمند اطلاعات مکانی ضروری است.

بدیهی است چنین تحقیقی نقش مهمی را در بررسی و ارزیابی میزان حساسیت عرصه‌های جنگلی و اتخاذ تصمیمات مدیریتی صحیح اطفای حریق در برابر این پدیده ایفا می‌کند که در صورت عدم چاره‌اندیشی صحیح این مقدار پوشش سبز موجود نیز از بین می‌رود. بر اساس این نقشه ها می‌توان تأسیسات و امکانات مورد نیاز را برای مقابله با آتش‌سوزی تأمین نمود.

دارد و در موارد جزئی در فصل تابستان نیز ریزش‌هایی مشاهده می‌شود. از میان فصول و ماههای سال عمدتاً بارندگی‌های زمستان و بهار است که کیفیت و کمیت پوشش گیاهی را برای فصول آتش‌سوزی (اواخر بهار و فصل تابستان) مشخص می‌کند و از میان این فصول نیز بارندگی فصل بهار اساسی‌ترین نقش را در کیفیت و کمیت پوشش علوفه‌ای و بوته‌ای ایفا می‌کند. از آنجا که اکثر آتش‌سوزی‌ها از پوشش علوفه‌ای شروع می‌شود، لذا بارش‌های بهاری تأثیر بسزایی در پتانسیل آتش‌سوزی خواهد داشت. جدا از اینکه در بهار با چه وضعیتی از بارندگی و سلامت و تراکم پوشش گیاهی و علوفه ای روبرو هستیم، در تابستان این علوفه‌ها با توجه به کمبود یا فقدان بارندگی و رطوبت کافی در این فصل خشک می‌شوند. لذا هر چه پوشش علوفه‌ای متراکم‌تر و مرتفع‌تر تحت تأثیر بارندگی‌های بیشتر در فصل بهار داشته باشیم، پوشش علوفه‌ای خشک بیشتر و مرتفع‌تری در تابستان داشته و متعاقباً با احتمال آتش‌سوزی بالاتری روبه‌رو هستیم. بنابراین هرچه مقدار بارندگی در فصل بهار در یک منطقه بیشتر باشد، تراکم پوشش علفی در تابستان بیشتر و در نتیجه احتمال وقوع و گسترش آتش‌سوزی در فصول گرم بیشتر است. رحیمی و اسماعیلی (۱۳۸۹) افزایش بارندگی را عامل افزایش آتش‌سوزی دانسته‌اند. از دیدگاه دیگر که در نتایج محمدی (۱۳۸۸) و (۲۰۰۵) Dong et al نیز مشاهده می‌شود، افزایش بارندگی سبب کاهش آتش‌سوزی می‌شود به عبارت دیگر اقلیم خشک، ناحیه را مستعد آتش‌سوزی می‌کند. در وزن دهی لایه‌ها نیز فاکتور بارندگی در جنگل‌های زریوار مهمتر از جنگل‌های سراوان تشخیص داده شده است. علت آن را می‌توان در همین امر بررسی کرد که جنگل‌های زریوار اقلیم خشک تری نسبت به جنگل‌های سراوان دارند و از این منظر مستعدتر می‌باشند.

جهت دامنه لایه ی دیگری است که

PP: 1-2.

17- Dong, X., Li-min, D., Guo-fan, S., Lei, T. and Hui, W. 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe forestry Bureau, Jilir China. Journal of Forestry Research. pp: 169-174.

18- Erten, E., Kurgun, V. and Muusaoglu, N. 2004. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS a case study. European Journal Operational Research:1-7.

19- Flannigan, M. D. and Harrington, J. B. 1988. A study of the relation of meteorological variables to monthly provincial area burned by wild fire in Canada 1953 – 80, Applied Meteorology, 27: 441 – 452.

20- Giglio, L. 2006, MODIS collection 4 active fire product user's guide version 2.2. Science systems and application

21- Huang, B., C. R. Long and Y.S. Liew. 2003, GIS-AHP model for HAZMAT routing with security considerations. 6th international conference on ITS(ITSC2003), China.

22- Jaiswal, R.k., Mukherjee, S., Raju, K.D. And Saxena, R. 2002, Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation: 1-10

کردستان، دانشکده منابع طبیعی.

۹- ستوده. ا، ۱۳۸۱، رعایت اصول زیست مهندسی در مسیر یابی راه آهن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

۱۰- عزیزی. م، امیری. س، و فائزی‌پور. م، ۱۳۸۱، تعیین شاخص‌های موثر در انتخاب محل استقرار واحدهای تخته چند لایه و روکش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵(۴): ۵۵۷-۵۴۳.

۱۱- قجر. ا، ۱۳۸۴، بررسی و ارائه مناسب‌ترین شبکه جاده به منظور مدیریت بهینه جنگلداری، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، ۶۵ صفحه.

۱۲- محمدی، ف، ۱۳۸۸، تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS در بخشی از جنگل‌های پاوه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کردستان، دانشکده منابع طبیعی.

۱۳- وکیلی فرد، ح و نظری، ف، ۱۳۹۱، عوامل موثر بر پیاده سازی نظام حسابداری تعهدی در موسسات تابعه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. فصلنامه حسابداری سلامت، دوره اول، شماره اول، شماره پیاپی (۱). ۱۱۱-۱۲۵.

14- Almedia, R., 1994, Forest fire risk areas and definition of the prevention priority planning actions using GIS: 1-9.

15- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. And Spurr, S.H. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons, USA: 774p.

16- Chandra, S. And Aurora, M. K. 2006, Forest fire risk zonation mapping using remote sensing technology (proceedings paper). Journal of spies (abstract).

سیار در نزدیکی هر دو منطقه احداث گردند تا آتش‌سوزی‌های موردی را با سرعت زیاد و در کمترین وقت خاموش نماید.

منابع

۱- احمدی. ه، ۱۳۸۱، مسیر یابی براساس اصول زیست محیطی با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲- امین املشی. م، ۱۳۸۶، بررسی نوع و علل آتش سوزی در جنگل‌های استان گیلان، دومین همایش ملی گیاه پزشکی جنگل‌ها و مراتع، در عرصه جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها، ص ۱۲۸-۱۲۹.

۳- بی نام، الف، ۱۳۸۳، طرح جنگلداری چند منظوره حوزه باغان و چناره شهرستان مریوان، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، ۵۹ صفحه.

۴- جزیره‌ای، م، ح، ۱۳۸۴، نگهداشت جنگل، چاپ اول، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۲۳۱ صفحه.

۵- جلیلود. ج، و بسطام. ر، ۱۳۸۷، بررسی علل بروز آتش سوزی در اکوسیستم‌های طبیعی و راه کارهای جلوگیری از آن، همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاه‌شناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری ساری ۱۳۸۷.

۶- حسینعلی، ف و رجبی، ع، ۱۳۸۴، شبیه‌سازی آتش‌سوزی جنگل با استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی. همایش ژئوماتیک، ۱۰ صفحه.

۷- رحیمی، ا و اسماعیلی، ع، ۱۳۸۹، بررسی پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS و تکنیک‌های سنجش از دور، منطقه مورد مطالعه: جنگل‌های شهرستان مریوان. اولین کنفرانس بین المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا.

۸- رشیدی. ش، ۱۳۹۲، بررسی میزان حساسیت به آتش‌سوزی گونه‌های جنگلی مورد استفاده در جنگلکاری‌های استان کردستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه

روش‌های تشخیص و تعیین تاج تک درخت با داده‌های دورسنجی

● حامد صادقیان - دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

● زهرا عزیزی - استادیار تمام‌وقت، گروه سنجش از دور، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی،

واحد علوم و تحقیقات تهران

● اصغر حسینی - دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

چکیده

مدیریت مؤثر جنگل نیازمند اطلاعات دقیق و به موقع است. وضوح بالای تصاویر سنجش از دور فرصت بالقوه مناسبی جهت تجزیه و تحلیل خود کار جنگل با دقت بالا و هزینه‌های مناسب فراهم می‌کند. در تحقیقات اخیر با هدف اندازه‌گیری درخت الگوریتم‌های متعددی مبتنی بر تشخیص و تعیین تاج تک درخت به صورت خودکار تولید شده است. در حالی که لیدار تبدیل به یک منبع داده کارآمد برای اندازه‌گیری ساختار جنگل شده است و حضور فزاینده‌ای در تحقیقات اخیر نشان داده، برنامه‌های موجود در تجزیه و تحلیل تاج تک درخت همچنان از سوی تصاویر طیفی به دلیل استفاده گسترده، بر داده‌های لیدار که اغلب هزینه‌های سنگینی دارد برتری دارند. بر این اساس، در تحقیق حاضر روش‌های مرتبط با تشخیص و تعیین تاج درختان از تصاویر طیفی شناسایی و شرح داده شده‌اند. انواع تصاویر، ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه و الگوریتم‌های اعمال شده مورد بررسی قرار گرفت و تأثیر این فاکتورها برای هر روش ارزیابی گردید. همچنین در این تحقیق دقت بررسی و ارزیابی کمی روش‌ها برای تشخیص و تعیین تاج درخت بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، تاج تک درخت، تصویر، تعیین، تشخیص

مقدمه

جنگل‌ها نقش مهمی در اکوسیستم جهانی، محیط زیست، اقتصاد و جوامع بشری دارند لذا مدیریت جنگل‌ها حایز اهمیت فراوان است. فواید مدیریت جنگل‌ها تنها فراهم کردن منابع تجدیدپذیر برای فعالیت‌های انسانی مانند ساخت و ساز و تفریح و تفرج نیست بلکه حفاظت از تنوع زیستی، نگهداری چرخه‌های مواد غذایی و انرژی و جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک از اهم کارکردهای جنگل می‌باشد. پایه و اساس مدیریت جنگل بدست آوردن اطلاعات دقیق از موجودی جنگل می‌باشد. پارامترهای مرسوم برای اندازه‌گیری جنگل غالباً شامل میانگین سطح مقطع، ارتفاع متوسط، میانگین سنی، تراکم تاج پوشش و پارامترهای تک‌درخت مانند موقعیت، گونه درختی و اندازه تاج درخت می‌باشد [۱]. اندازه‌گیری و عملیات میدانی اغلب فرایندی هزینه‌بر و وقت‌گیر است. امروزه وجود داده‌های دورسنجی و مزایای

این داده‌ها (مناسب بودن برای مناطق وسیع، نیاز به حضور کمتر در منطقه، هزینه کمتر، سرعت بالاتر، امکان اتوماسیون، امکان کنترل بیشتر بر پردازش‌ها و ...) شرایط مناسبی برای بررسی و تحقیق در سطح جنگل و درخت فراهم نموده‌اند.

تکنولوژی سنجش از راه دور به سرعت از اوایل دهه ۱۹۵۰ توسعه یافته و در حال حاضر سنسورهای هوابرد و ماهواره‌ای قادرند تصاویر رقومی با قدرت تفکیک مکانی بالا (کمتر از متر) و مقرون به صرفه بدست آورند. تولید سیستم‌های مدرن کامپیوتری و افزایش سرعت توسعه نرم‌افزارها، قدرت تجزیه و تحلیل اتوماتیک تصاویر رقومی را برای شناسایی ویژگی‌های اشیاء تسهیل کرده است. این روند توسعه منابع مانده‌گاری از داده‌ها و فرصت‌ها را برای تفسیر اتوماتیک جنگل در سطح درخت که نیازمند شناسایی و تعیین تاج تک درختان می‌باشد فراهم نموده است. ابزار شناسایی و تعیین تاج تک درخت

این داده‌ها (مناسب بودن برای مناطق وسیع، نیاز به حضور کمتر در منطقه، هزینه کمتر، سرعت بالاتر، امکان اتوماسیون، امکان کنترل بیشتر بر پردازش‌ها و ...) شرایط مناسبی برای بررسی و تحقیق در سطح جنگل و درخت فراهم نموده‌اند.

برای برآورد اندازه تاج، تراکم تاج پوشش و نوع گونه‌های درختی استفاده می‌شوند. تعیین و تشخیص دقیق تک درخت در علوم جنگل حیاتی است، و تجزیه و تحلیل در مقیاس‌های چندگانه نقش درختان را در عملکرد جنگل آشکار می‌سازد.

تحقیقات در مورد تشخیص و تعیین اتوماتیک درخت از تصاویر دیجیتال به واسطه دهه ۱۹۸۰ برمی‌گردد. در همین راستا، شنگ و همکاران [۲] از تکنیک‌های فتوگرامتری در عکس‌های هوایی برای شناسایی، مدل‌سازی و اندازه‌گیری تک درختان سوزنی برگ استفاده کردند.

در اواسط دهه ۱۹۹۰ گوجیون [۳] الگوریتم پس دره (Valley-Followin) را ارائه داد که براساس قوانین پایه این الگوریتم تاج کامل درختان سوزنی برگ با کشف سایه‌ها توسط الگوریتم با استفاده از تصاویر هوایی دیجیتال با قدرت تفکیک مکانی ۳۶ سانتی متری انجام شد. در همان دوران، بررسی

مقیاس‌های متعدد در تصاویر با وضوح بالاتر برای برآورد مساحت تاج درختان انجام شد و بر این اساس مدل تطبیق الگو (Template Matching) برای تشخیص تک درخت معرفی شد [۴]. پس از آن سایر الگوریتم‌های تقسیم بندی تصویر مانند ناحیه در حال رشد (Region Growing) و تقسیم بندی حوضه (Watershed Segmentation) برای تشخیص و تعیین تاج درخت نیز معرفی گردیدند. گوجیون و لیکی [۵]، این روش‌ها را براساس اطلاعات در حال استخراج به ۳ دسته تقسیم نمودند: تشخیص موقعیت درخت، پارامترهای ابعاد تاج و تعیین تاج کامل.

این واژه‌ها برای اکثر روش‌ها مشابه می‌باشند، تشخیص تاج یک قدم مهم قبل از تعیین تاج است و دقت تشخیص تاج تا حد زیادی بر روی دقت تعیین تاج تأثیر می‌گذارد. با این حال، روش‌های گزارش شده از لحاظ الگوریتم‌های مورد استفاده به دلیل شرایط خاص منطقه مورد مطالعه، انواع تصاویر قابل استفاده و دقت ارزیابی روش‌های در نظر گرفته شده، متفاوت هستند.

اخیراً فناوری سنسجش از دور بهبود یافته است و گسترش داده‌های نوری با کیفیت بالا و لیدار، به طور فزاینده‌ای تشخیص تک درخت را ممکن ساخته است. تشخیص و تعیین تک درختان در علوم جنگل حیاتی است، و مطالعه جمعیت تک درختان و مدل‌سازی رشد [۶]، درک درستی از زیستگاه و رفتار حیات وحش، و اندازه‌گیری دقیق از زیست توده در جنگل را ممکن می‌سازد [۷]. امروزه داده‌های LIDAR به عنوان منبعی برای اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل تک درخت و جنگل پدید تولید می‌شوند. چن و همکاران [۸] در پژوهش خود بیان کردند که ابر نقاط مترام لیدار امکان اندازه‌گیری ساختار عمودی دقیقی از تاج درخت فراهم می‌نماید. مالتامو و همکاران [۹] از داده‌های لیدار برای برآورد میانگین ارتفاع درخت، حجم ساقه و بیومس پایه و چن و همکاران [۸] از داده‌های

لیدار جهت استخراج اطلاعات تک درخت مانند قطر تاج و ارتفاع درخت استفاده کردند. همزمان با تحولات در فن‌آوری LIDAR وضوح تصاویر فضایی نوری نیز افزایش یافته است. الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصاویر که اغلب در مقیاس‌های کوچک با توجه به ناهمگونی بالای محلی به کندی عمل می‌کنند توسعه یافته [۱۰] و در نتیجه تصاویر با وضوح بهتر سبب تغییراتی در روش‌های پردازش تصاویر شدند، یکی از این روش‌ها تجزیه و تحلیل تصویر مبتنی بر شیء پایه می‌باشد (OBIA). روش OBIA تصاویر را از طریق استفاده از زمینه‌های طیفی و فضایی تبدیل به اشیاء ارزشمند می‌کند [۱۱]. روش OBIA ذاتاً چند مقیاسی است، و عملاً تصاویر در آن به صورت سلسله مراتبی هستند. در مقیاس توده، کی و همکاران [۱۲] ترکیبی از لیدار و تصاویر نوری را برای طبقه‌بندی گونه‌های درخت استفاده کردند.

لیدار هوابرد به عنوان یک روش نویدبخش برای مدل سازی تاج پوشش جنگل و جایگزینی برای آماربرداری زمینی از جنگل شناخته شده است. برانتبرگ [۱۳]، ثابت کرد که تشخیص و تعیین تک درخت در جنگل‌های مترام شمال اروپا با استفاده از داده لیزر امکان‌پذیر می‌باشد. پویسکو و همکاران [۱۴] ارتفاع درخت را در سطح پلات با استفاده از داده‌های لیدار و بر اساس فیلترهای محلی با یک اندازه پنجره متغیر با موفقیت برآورد کردند. لیکوهمکاران [۱۵]، ثابت کردند که ارتفاع درختان می‌تواند با دقت خوب از داده‌های لیدار هوابرد اندازه‌گیری شود. یو و همکاران [۱۶] اولین کسانی بودند که استفاده از داده‌های اسکن‌لیزری را برای بررسی تشخیص تغییر تک درختان در جنگلهای شمالی اروپا نشان دادند. لیف اسکای و همکاران [۱۷] نیز نشان دادند لیدار هوابرد اغلب برای جنگل‌های سوزنی برگ وسیله خوبی برای تخمین دیگر پارامترهای جنگل مانند حجم یا میانگین ارتفاع درخت است.

هدف این تحقیق مرور و بررسی تحقیقات منتشر شده در تشخیص و تعیین اتوماتیک تاج درخت با استفاده از داده‌های دورسنجی می‌باشد. همانطور که در بالا اشاره شد، الگوریتم‌های متعدد و آزمایش‌های مختلفی در مناطق مختلف جهان و با کمک انواع تصویر تا کنون انجام شده است. از این موضوع می‌توان استنباط کرد که تغییر در هر یک از این عوامل، نتایج و دقت‌های متفاوتی را تولید می‌کند. بنابراین تدوین و تحلیل اطلاعات در مورد انواع تصاویر و داده مورد استفاده قرار گرفته، تفاوت در مناطق مورد مطالعه و همچنین نوع الگوریتم‌ها ضرورت دارد.

روش کار

ابتدا مطالعات انجام شده در زمینه مرتبط با موضوع تحقیق جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت سپس بر اساس نوع داده مورد استفاده در تحقیق، شرایط منطقه و الگوریتم به کار گرفته شده در تحقیق دسته‌بندی‌هایی انجام شد. مراحل انجام کار به شرح زیر انجام شد:

- انواع داده: در این مرحله نوع داده مورد بررسی در تحقیقات ابتدا به عکس و تصویر دسته‌بندی شد سپس قدرت تفکیک مکانی به عنوان عاملی برای تفکیک نوع داده بررسی شد.
- انواع شرایط جنگل: بر حسب طبیعی یا دست‌کاشت بودن، سوزنی‌برگ یا پهن برگ بودن و نیز وضعیت عرض دسته‌بندی انجام گرفت.

- پیش پردازش و بهبود تصویر: هدف از پیش پردازش در زمینه تشخیص و تعیین تاج درخت شبیه به اکثر برنامه‌های سنسجش از دور است. این سنسجش شامل حذف خطای تصویر برای اکتساب داده‌ها و افزایش تشخیص تفاوت بین اشیاء (مانند تاج درخت) و پس زمینه (منطقه سایه‌دار) است. یکی دیگر از اهداف پیش پردازش برای ماسک کردن مناطق بی‌ربط (ابرها و غیر جنگل) است. لذا براین مبنی روش پیش پردازش برای هر تحقیق مشخص و دسته‌بندی شد.
- الگوریتم‌های تشخیص و تعیین درخت:

در طول دو دهه گذشته، انواع گسترده‌ای از الگوریتم‌های تشخیص و تعیین درخت توسعه داده شده است. ویژگی‌های یک روش خاص تا حد زیادی می‌تواند بر روی نتایج تشخیص و تعیین تاج درخت تأثیر گذارد، بنابراین یک برنامه خاص می‌تواند توصیف‌هایی نظیر شمارش درخت، تراکم پایه‌ای جنگل و ترکیب گونه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. حتی در همان محیط، بازده روش‌های مختلف ممکن است نتایج متفاوت داشته باشد. بنابراین انتخاب یک الگوریتم مناسب دارای اهمیت قابل توجهی است.

در این مطالعه ابتدا الگوریتم‌های بکارگرفته شده در تحقیقات به دو گروه تقسیم شدند، الگوریتم‌های تشخیص درخت و الگوریتم‌های تعیین درخت. تشخیص درخت در واقع فرآیندی برای پیدا کردن نوک درخت یا مکان‌یابی درختان تعریف شده است و مفهوم تعیین تاج درخت تعیین اتوماتیک محدوده تاج درخت می‌باشد. در ادامه مطالعات انجام شده برحسب بکارگیری انواع الگوریتم دسته بندی شدند.

- داده‌های مرجع: ارزیابی کمی، تشخیص و تعیین تاج درخت شامل برآورد مقایسه مکان‌های درخت و یا مرزهای تاج با داده‌های مرجع است. لذا در این مطالعه انواع روش‌های جمع‌آوری داده به‌عنوان مرجع ارزیابی استخراج شد همچنین انواع روش‌های ارزیابی نتایج تشخیص و تفکیک درخت نیز مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تصاویر هوایی به مدت طولانی رایج‌ترین منبع سنجش از راه دور برای اطلاعات موجودی جنگل بوده است [۱]، و بنابراین انجام مطالعات با استفاده از تصاویر هوایی برای تشخیص و تعیین تک درخت در اغلب تحقیقات رایج است [۱۸]. در رابطه با نوع سنسورهای گزارش شده نیز، غالباً از نوع CASI (Compact Airborne

Spectrographic Imager) هستند که این سیستم Push Broom امکان تهیه تصاویر چند طیفی مادون قرمز نزدیک و مرئی را با قدرت تفکیک مکانی متوسط به بالا برای ۸ بانده طیفی فراهم می‌نماید [۱۹ و ۱۸]. با بهبود قابل توجه در قدرت تفکیک مکانی در تصاویر ماهواره‌ای در طول دهه گذشته، محققان شروع به بررسی استفاده از داده‌های ماهواره‌ای کرده‌اند. افزایش دسترسی به اطلاعات بوسیله قدرت تفکیک مکانی بالای ماهواره‌ها به عنوان مثال IKONOS، QuickBird، WorldView و OrbView، یک دیدگاه در حال توسعه در مقایسه با عکس‌های هوایی فراهم می‌کند.

گوچیون و لیکي [۲۰]، تصاویر پانکروماتیک IKONOS را با قدرت تفکیک مکانی یک متر، برای تعیین تاج درخت‌های فردی مورد استفاده قرار دادند و نتایج قابل قبولی (به طور متوسط خطای شمارش درخت ۱۵٪) درون یک جنگل سوزنی برگ بدست آوردند. در تحقیقات اولیه توسط کی و کواکنباش [۲۱] از تصاویر ماهواره‌ای QuickBird با قدرت تفکیک مکانی ۶۱ سانتی‌متر در باند پانکروماتیک و ۲۴۴ سانتی‌متر در باندهای طیفی برای تشخیص و تعیین تاج درخت استفاده شده است.

به طور کلی جداسازی روش‌های موجود برای تشخیص و تعیین تاج درخت براساس تفاوت در میزان روشنایی میان تاج درخت و پس زمینه است. اما این تمایز تا حد زیادی به ارتباط میان وضوح تصاویر هوایی و اندازه تاج بستگی دارد. تصاویر با وضوح بسیار بالا (تصاویری با قدرت تفکیک مکانی ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر) ممکن است جزئیات بسیار زیادی در ارتباط با تاج فراهم کند، شاخه‌ها و سایه‌های شاخه‌ها احتمالاً موجب تغییرات زیادی در درون تاج تک درخت می‌شوند به گونه‌ای که تاج تک درخت‌ها را می‌توان تقسیم نمود. با این حال هر چه وضوح کاهش یابد، تمایز بین منطقه تاج و پس‌زمینه نیز، به خصوص برای تاج درختان کوچک کاهش

می‌یابد، در نتیجه لبه‌های تاج کمتر قابل تشخیص می‌باشد.

ارتباط میان وضوح تصویر و اندازه تاج درخت برای توسعه الگوریتم و همچنین به عنوان نتایج دقت و صحت مهم است. پولیوت و همکاران [۲۲]، تأثیر اندازه پیکسل را برای تعیین دقت تاج‌های درختان سوزنی‌برگ شش تا ده ساله مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه نشان داد که نسبت مطلوب میان قطر تاج و اندازه پیکسل زمینی برای برنامه آنها ۱۵:۱ بود. در این مطالعه مجموعه‌ای از نسبت‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و دریافتند نسبت‌های کوچکتر به عنوان مثال ۳:۱ مرزهای مشخص تاج درخت را فراهم نمی‌کند در حالی که نسبت‌های بزرگتر به عنوان مثال ۱۹:۱ بیش از اندازه تغییرات در درون تاج را شامل می‌شود. مطالعات محدودی به صورت صریح رابطه میان قدرت تفکیک مکانی و اندازه تاج و تأثیر آن بر نتایج تعیین تاج را تحت شرایط مختلف جنگلی مورد بحث قرار می‌دهد. بسیاری از مطالعات فاقد اطلاعات ابعاد تاج در بحث کاربرد آنها هستند، به این ترتیب خلاصه کردن مطالعات موجود از نظر رابطه اندازه تاج و وضوح دشوار است. در میان مطالعاتی که در آن اطلاعات اندازه تاج در دسترس بود، غالباً نسبت قطر تاج به اندازه پیکسل بین ۱۰:۱ و ۵:۱ قرار داشت [۲۳].

انواع شرایط جنگل

تشخیص تاج تک درخت‌ها در شرایط مختلف جنگل، از جمله جنگل‌های طبیعی [۱۹]، جنگلکاری‌ها [۲۲] و حتی جنگل‌های شهری [۲] از اهداف پردازش خودکار تصاویر دیجیتال می‌باشد، اغلب این مطالعات مربوط به سوزنی برگان است و تعداد کمتری در جنگل‌های آمیخته [۲۰ و ۱۹] و پهن‌برگ [۲۴ و ۲۵] انجام شده است. دو دلیل اصلی برای اینکه بیشتر تحقیقات در جنگل‌های سوزنی برگ صورت می‌گیرد وجود دارد. اول، بسیاری از مطالعات انجام شده در مناطقی با عرض جغرافیایی بالا صورت گرفته که در آن درختان سوزنی برگ

تیپ غالب جنگل می‌باشد و دیگری آنکه شکل تاج درختان سوزنی برگ منظم‌تر است و لذا قابلیت استخراج مرز تاج با الگوریتم‌های خودکار آسان‌تر می‌باشد [۲۶].

پیش پردازش و بهبود تصویر

پیش پردازش برای داده‌های تصویر چند طیفی شامل انتخاب و یا استخراج مناسب‌ترین باند تصویر می‌باشد [۵]. غالباً باند مادون قرمز نزدیک بدلیل حساسیت آن نسبت به تفاوت پوشش گیاهی برای تشخیص و تعیین تاج مورد استفاده بوده است. کواکنباش و همکاران [۲۷] از متوسط باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز و همچنین مجموع این دو باند استفاده کردند اما متوجه شدند تفاوت کمی در نتایج، زمانی که تنها از باند مادون قرمز نزدیک برای مقایسه استفاده می‌کنند وجود دارد. برای برنامه‌های با استفاده از رنگ طبیعی، عموماً باند سبز انتخاب شده است [۵]. برای تصاویر با قدرت تفکیک طیفی بالاتر، روش‌های انتقال تصویر برای بدست آوردن مناسب‌ترین باند، مورد استفاده قرار گرفت. باتینگ و لوکاس [۱۹] نشان دادند که استفاده از نسبت بین باند قرمز مرئی، مادون قرمز نزدیک و ترکیبات محدوده طیفی قرمز، قادر به تشخیص بهتر نوک درخت و حاشیه تاج است. پولیوت و همکاران [۲۲] گزارش کردند که تفاوت مطلق بین مادون قرمز نزدیک و باند قرمز سبب کاهش واکنش طیفی خاک و پیکسل‌های غیر از نوک تاج در تصاویر با کیفیت بسیار بالا (۵ سانتی‌متر) شده است.

توپوگرافی می‌تواند چالش‌هایی در هنگام تعیین تاج درخت ایجاد کند. تصاویر بدست آمده در مناطقی با شرایط مختلف توپوگرافی نیاز به ارتوکردن تصاویر دارند به گونه‌ای که موقعیت نوک درخت قابل مقایسه با اندازه‌گیری‌های زمینی شود [۲۸]. تصاویر از راه دور همانند اثرات توپوگرافی تحت تأثیر اثرات رادیومتری نیز قرار دارند. تابش اندازه‌گیری شده توسط سنسور در طول همان جسم بدلیل تغییر در عواملی مانند روشنایی صحنه، شرایط جوی و زوایای در حال بازدید

متفاوت است. به عنوان مثال، هندسه دیدن عامل مهمی برای تغییر در تصاویر هوایی است، در حالی که اثرات جوی تأثیر قابل توجهی در بسیاری از تصاویر ماهواره‌ای را سبب می‌شوند. لیکی و همکاران [۲۹] روشی تجربی را برای تصحیح اثر بازتاب دو طرفه (bidirectional) توسط مدل سازی تغییرات تابش در سراسر تصاویر توسعه دادند. این روش بعداً به طور گسترده‌ای در پژوهش‌های گوجیون و لیکی مورد استفاده قرار گرفت [۲۰]. هنگامی که زمین مسطح و یا مناطق مورد مطالعه کوچک باشد معمولاً تصحیحات توپوگرافی استفاده می‌شود.

در تمام مطالعات مورد بررسی، استخراج مناطق جنگلی از تصویر قبل از روش تشخیص و تعیین انجام شده بود به گونه‌ای که الگوریتم‌ها فقط روی مناطق تحت پوشش با تاج‌ها و منطقه سایه‌دار استفاده شده بود. علاوه بر این، مناطق غیر جنگلی، مانند خاک، درختچه، و یا مواد گیاهی، غالباً به عنوان پیکسل‌های روشن نشان داده شده و در نتیجه ممکن است به اشتباه به عنوان تاج درختان شناسایی شوند. بنابراین تولید یک ماسک از جنگل همواره یک مرحله پیش‌پردازش حیاتی است.

- الگوریتم‌های تشخیص و تعیین درخت روش تشخیص درخت در مقالات به طور کلی به چهار دسته (حداکثر فیلتر محلی (Local maximum filtering)، تصویر باینری (Image binarization)، آنالیز مقیاس (Scale analysis)، تطبیق الگو (Template matching)) و روش‌های تعیین درخت به سه دسته (پس دره (valley following)، ناحیه در حال رشد (Region-growing) و تقسیم بندی حوزه (Watershed-segmentation)) تقسیم شدند. در جدول ۱ و ۲ به ترتیب و بصورت خلاصه به نمونه‌هایی از الگوریتم‌های تشخیص و تعیین تاج تک درخت اشاره شده است.

- روش‌های ارزیابی دقت و صحت

نتایج نشان داد، ارزیابی کمی، تشخیص

و تعیین تاج درخت شامل برآورد مقایسه مکان‌های درخت و یا مرزهای تاج با داده‌های مرجع است. دو منبع داده مرجع معمولاً در تحقیقات گذشته ذکر شده است: تفسیر بصری از تصاویر مورد استفاده در تجزیه و تحلیل و جمع‌آوری اطلاعات در عرصه. در بیشتر مطالعات انجام شده تفسیر بصری تصاویر ورودی به دلیل کارآمد بودن این روش صورت گرفته است.

- ارزیابی دقت و صحت

برای تشخیص تک درخت، روش‌های ارزیابی دقت و صحت شامل هر دو ارزیابی در سطح پلات و ارزیابی در سطح تک درخت می‌باشد [۳۰]. دقت در سطح پلات (PLA) نشان‌دهنده مجموع نسبت درختان صحیح شناسایی شده است. این محاسبه از طریق مقایسه تعداد کل درختان شناسایی شده (d) به تعداد مرجع (N) (معادله ۱) می‌باشد و به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود [۲۰ و ۱۸]. با این حال تجزیه و تحلیل دقت طرح هیچ اطلاعاتی در مورد دقت محل درخت فراهم نمی‌کند و دقت گزارش شده ممکن است به دلیل خطای کمیسیون گمراه‌کننده باشد [۳۰].

$$PLA = d/n \quad (1)$$

برای تعیین تاج درخت، ارزیابی کامل علاوه بر ارزیابی دقت تشخیص، همچنین شامل تعیین میزان درستی مطابقت درختان با تاج مرجع می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

درآینده تشخیص و تعیین تاج درخت شامل الگوریتم‌های در حال توسعه مناسب جهت انواع مختلف تصاویر و شرایط مختلف جنگل می‌شود. الگوریتم‌ها در آینده ممکن است با قابلیت‌های الگوریتم‌های موجود، با استفاده از الگوی بازتاب تاج درخت و همچنین اندازه تاج، شکل یا ویژگی‌های رنگ ترکیب شود و با استفاده از دانش حرفه‌ای در جنگل به تعیین تاج درخت با اندازه‌های مختلف و تراکم‌های مختلف بپردازد. انتظار می‌رود داده‌های LIDAR و داده‌های حاصل از پرواز پهپادها

جدول ۱- خلاصه‌ای از الگوریتم‌های تشخیص تاج تک درخت با ذکر نوع داده و شرایط جنگل و محقق

الگوریتم	مثال	داده	شرایط جنگل
Local Maximum Filtering	Wulder et al. (۲۰۰۰)	تصویر MEIS-II با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر	جنگلکاری- پهن برگ
	Culvenor (۲۰۰۲)	تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر	جنگل طبیعی- پهن برگ
	Wang et al. (۲۰۰۴)	تصویر CASI با قدرت تفکیک مکانی ۰/۶ متر	جنگلکاری- پهن برگ
	Pouliot et al. (۲۰۰۲)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۵ سانتی‌متر	جنگلکاری- پهن برگ
Image Binarization	Walsworth and King (۱۹۹۹a, ۱۹۹۹b)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۰/۴۷ متر	جنگلکاری- پهن برگ
	Pitkañen (۲۰۰۱)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ متر	جنگلکاری- سوزنی برگ
Scale Analysis	Culvenor (۲۰۰۰)	تصویر شبیه‌سازی شده با وضوح‌های متفاوت	جنگل شبیه‌سازی شده - سوزنی برگ
	Pouliot and King (۲۰۰۵)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۵ سانتی‌متر عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۶ سانتی‌متر عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ سانتی‌متر	جنگلکاری- پهن برگ جوان جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ جنگلکاری- پهن برگ مسن
	Brandtberg (۱۹۹۸, ۱۹۹۹a, ۱۹۹۹b)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ سانتی‌متر	جنگل طبیعی- پهن برگ- سوزنی برگ
Template Matching	Pollock (۱۹۹۹)	تصویر MEIS-II با قدرت تفکیک مکانی ۰/۳۶ متر تصویر CASI دارای قدرت تفکیک ۰/۶ متر	جنگل طبیعی- پهن برگ- سوزنی برگ جنگل طبیعی- سوزنی برگ
	Larsen (۱۹۹۷)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ سانتی‌متر	جنگلکاری- سوزنی برگ
	Quackenbush et al. (۲۰۰۰)	عکس هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۰/۶ متر	پایه‌های سوزنی برگ

aerial images. Photogramm. Eng. Remote Sensing, 67: 957-965.

3- Gougeon FA. 1995a. A crown-following approach to the automatic delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images. Canadian Journal of Remote Sensing, 21: 274-284.

4- Pollock RJ. 1996. The automatic recognition of individual trees in aerial images of forests based on a synthetic tree crown model. PhD dissertation, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

5- Gougeon FA, Leckie DG. 2003. Forest information extraction from high spatial resolution images using

خواهد شد. از آنجا که از انواع روش‌های ارزیابی دقت استفاده می‌شود، نتیجه‌گیری بهترین وضوح تصویر برای تعیین تاج فراتر از محدوده این بررسی بود. ارزیابی تحقیقات در مورد وضوح مناسب تصویر در رابطه با اندازه مختلف تاج نیازمند یک چهارچوبی با دقت یکسان جهت انتخاب مناسب‌ترین تصاویر می‌باشد.

منابع

1- Kangas A, MALTAMO M. 2006. Forest Inventory: Methodology and Applications (Managing Forest Ecosystem) (The Netherlands: Springer).

2- Sheng Y, Gong P, Biging GS. 2001. Model-based conifer-crown surface reconstruction from high-resolution

در آینده بیشتر در دسترس باشند که ادغام تصاویر نوری با قدرت تفکیک مکانی بالا و ساختار عمودی داده‌های ارائه شده توسط آنها باعث تحریک تحقیقات بیشتری جهت توسعه الگوریتم‌های تشخیص برای ارائه اطلاعات دقیق‌تری از تک درخت خواهد شد. همچنین استفاده از تصاویر نوری استریو با وضوح بسیار بالا طی سالان اخیر مورد توجه قرار گرفته است. مدل سطح دیجیتال تولید شده توسط تصاویر استریو پتانسیل زیادی برای استخراج اطلاعات درخت فردی دارا می‌باشد. پژوهش‌های آینده نیز شامل استخراج دقیق از پارامترهای موجودی جنگل با استفاده از تعیین تاج درخت، مانند برآوردهای حجم درخت، ترکیب گونه‌ها و اطلاعات در مورد سلامتی درخت‌های فردی جهت بهبود برآورد خودکار موجودی جنگل و آنالیز آن

جدول ۲- خلاصه‌ای از الگوریتم‌های تعیین تاج تک درخت با ذکر نوع داده و شرایط جنگل و محقق

الگوریتم	مثال	تصاویر	شرایط جنگل
Valley Following	Gougeon(1995a)	تصویر MEIS-II با قدرت تفکیک مکانی ۰/۳۱ متر	جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ
	Gougeon(1999)	تصویر CASI با قدرت تفکیک مکانی ۰/۶۱ متر	جنگلکاری- سوزنی برگ
	Leckie et al.(2003b)	تصویر CASI با قدرت تفکیک مکانی ۰/۶۱ متر	جنگلکاری- سوزنی برگ
	Gougeon and Leckie (2006)	تصویر IKONOS با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ متر	جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ
Region Growing	Culvenor(2002)	تصویر ویدئو چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر	جنگلکاری- سوزنی برگ
	Bunting and Lucas (2006)	تصویر CASI با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر	پایه‌های بالغ جنگل همراه با گونه‌های مخلوط
	Pouliot et al.(2002)	تصویر هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۵ سانتی متر	جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ
	Erikson (2003)	عکس‌های هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ سانتی متر	جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ
Watershed Segmentation	Wang et al.(2004)	تصویر CASI با قدرت تفکیک مکانی ۰/۶ متر	جنگلکاری- پهن برگ و سوزنی برگ
	Lamar et al.(2005)	عکس‌های هوایی با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ سانتی متر	جنگل طبیعی- پهن برگ و سوزنی برگ

data for object-based forest species classification. Remote Sens. Environ, 114: 1141-1154.

13- Brandtberg T. 1999. Automatic Individual Tree-based Analysis of High Spatial Resolution Remotely Sensed Data, Ph.D. dissertation, Acta Universitatis, Agriculturae Sueciae, Silviculturae 118, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

14- Quackenbush LJ, Hopkins PF, Kinn GJ. 2000. Using template correlation to identify individual trees in high resolution imagery. In Proceedings of the 2000 ASPRS Annual Conference, Washington, DC (Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing).

trees in a Savanna woodland using small footprint LiDAR data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 72: 923-932.

9- Maltamo M, Eerikainen K, Packalen P, Hyypä J. 2006. Estimation of stem volume using laser scanning-based canopy height metrics. Forestry, 79: 217-229.

10- Kelly M, Blanchard S, Kersten E, Koy K. 2011. Object-based analysis of imagery in support of public health: new avenues of research. Remote Sens, 3: 2321-2345.

11- Blaschke T. 2010. Object-based image analysis for remote sensing. ISPRS J. Photogramm, 65: 2-16.

12- Ke Y, Quackenbush LJ, Im J. 2010. Synergistic use of QuickBird multispectral imagery and LIDAR

an individual tree crown approach. Information Report BC-X-396, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre (Victoria, Canada: Pacific Forestry Centre).

6- Vepakomma U, Stonge B, Kneeshaw D. 2011. Response of a boreal forest to canopy opening: assessing vertical and lateral tree growth with multi-temporal lidar data. Ecol, 21: 99-121.

7- Zhao F, Sweitzer RA, Guo Q, Kelly M. 2012. Characterizing habitats associated with fisher den structures in the Southern Sierra Nevada, California using discrete return lidar. Forest Ecol. Manag, 280: 112-119.

8- Chen Q, Baldocchi D, Gong P, Kelly M. 2006. Isolating individual

ارزیابی و واسنجی مدل‌های نسبت تحویل رسوب SDR (مطالعه موردی حوزه آبخیز کورکور سر – نوشهر)

● زهرا ابراهیمی-کارشناس ارشد آبخیزداری، مرکز آموزش منابع طبیعی مهندس کریم ساعی کلارآباد

● غلامرضا زهتاییان-استاد گروه مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشگاه تهران

● جمال قدوسی استاد، گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

در پژوهش انجام شده با هدف دستیابی به مناسب‌ترین مدل یا روش برآورد نسبت تحویل رسوب از طریق ارزیابی اعتبارسنجی متداول‌ترین مدل‌های موجود اقدام به انتخاب تعداد ۷ مدل گردیده و مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفته اند، به طوریکه اطلاعات مورد نیاز وارد سیستم‌های اطلاعات شده و سپس با محاسبه مقادیر نسبت تحویل رسوب در فوق مناسبترین مدل با انجام آزمونهای آماری خطای نسبی و ضریب تغییرات در مقایسه با مقدار نسبت تحویل رسوب براساس داده‌های اندازه گیری شده مورد شناسایی قرار گرفته است بر این اساس مشخص شده است که مدل مبتنی بر مشخصات فیزیوگرافی حوزه آبخیز به شرح $SDR^{۰.۳۰} = SLP^{۰.۶۷/۰}$ مناسبترین مدل با توجه به دارا بودن حداقل مقادیر خطای نسبی و ضریب تغییرات در مقایسه با سایر مدل‌های مورد آزمون در این تحقیق می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خاک، تولید رسوب، نسبت تحویل رسوب، ضریب رسوب‌دهی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

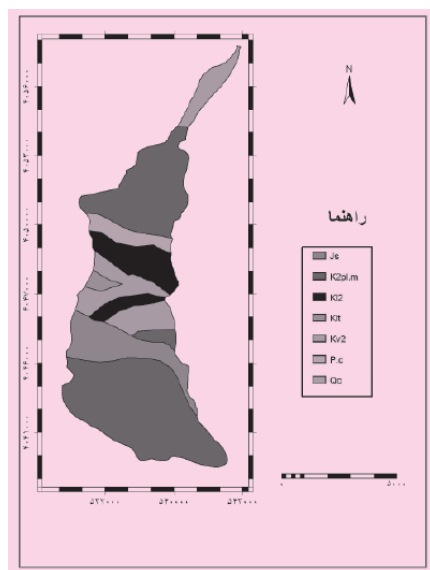
مقدمه

با در نظر گرفتن چگونگی پیدایش خاک و اینکه برای تشکیل یک سانتی متر خاک بیش از ۳۰۰ سال، زمان نیاز است، می‌توان به اهمیت و ارزش خاک و به عظمت خسارت ناشی از تخریب این منبع حیاتی پی برد. به علاوه شرایط ویژه اقلیمی در مناطق خشک و نیمه خشک مانند شرایط حاکم بر ۹۰ درصد از وسعت ۱۶۵ میلیون هکتاری ایران موجب بروز فرسایش شدید خاک، تشدید و بروز بلایای طبیعی نظیر سیل و در نتیجه بروز معضلات عدیده اقتصادی و اجتماعی گردیده است. در این میان، فرسایش خاک اولین مرحله در فرآیند تولید رسوب است که خود ناشی از رخداد فرسایش و حمل مواد فرسایش یافته می‌باشد. در فرسایش آبی بخشی از خاک فرسایش یافته تولید جریان آب حمل شده به صورت رسوب از یک حوزه آبخیز خارج می‌شود، در حالی که بخشی دیگر ممکن است از داخل جریان آب و یا مناطق دیگر رسوب نماید. در هر حال به درصدی

از فرسایش کل یا فرسایش ناخالص، نسبت تحویل رسوب گفته می‌شود که به یک نقطه مشخصی از سیستم زهکشی، انتقال می‌یابد. به نسبت محل رسوب گاهی اوقات ضریب انتقال نیز گفته می‌شود که از طریق نسبت بار رسوب در خروجی یک حوزه آبخیز به فرسایش کل در سراسر آن به دست می‌آید (Meade, Milliman ۱۹۸۳). نسبت تحویل رسوب به وسیله عوامل متعددی مثل منبع رسوب، بافت، نزدیکی به سیستم جریان، تراکم کانال‌های جریان، مساحت حوزه آبخیز، شیب زمین، طول حوزه آبخیز، نوع استفاده از اراضی، پوشش زمین، مقدار و شدت بارندگی و سرعت و حجم رواناب‌های سطحی بستگی دارد. اما به طور مثال در مدل‌های ابداع شده برای برآورد نسبت رسوب‌دهی در مقیاس حوزه آبخیز براساس مساحت که عمدتاً به عنوان منحنی‌های نسبت تحویل رسوب نامیده می‌شوند. ملاحظه می‌شود که تنها از عامل مساحت استفاده می‌شود. نتیجه مطالعات انجام شده بیان گر این است که حوزه ای که از مواد رسوبی دانه درشت تشکیل شده و آن فرسایش ورقه ای و شیارهای غالب است، دارای نسبت تحویل رسوب کمتری در مقایسه با حوزه آبخیزی است که متشکل از مواد رسوبی ریزدانه بوده و در آن فرسایش خندقی غالب بوده، و در حوزه آبخیزی که دارای شیب زیادتر است نسبت حمل رسوب و در نتیجه تحویل رسوب، نسبت به حوزه آبخیز با شیب اندک، کمتر است.

نتایج حاصل از پژوهش انجام شده توسط (بارثولیک، ۲۰۰۵) در مؤسسه تحقیقات آب دانشگاه ایالتی میشگان - آمریکا در حوزه آبخیز Great Lakes نشان داده است که محاسبه مقدار فرسایش با استفاده از فرمول‌های جهانی فرسایش و محاسبه یا برآورد نسبت تحویل رسوب با استفاده از مطالعات تجربی که رسوب را به یک یا چند عامل مرتبط می‌نماید بسیار مناسب تر از استفاده از مدل‌های پارامتریک می‌باشد.

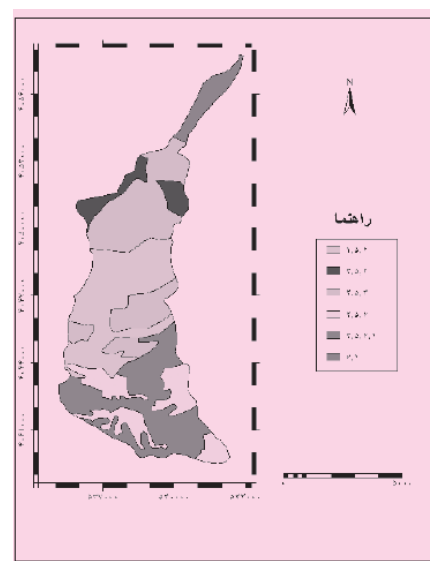
اولین تحقیقات در زمینه فرسایش خاک در سال‌های ۱۸۷۷ و ۱۸۹۵ توسط ولنی انجام



شکل ۳- نقشه زمین شناسی



شکل شماره ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۱- نقشه خاکشناسی

موقعیت و حدود جغرافیایی حوزه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کورکورسر در شمال ایران با مساحت ۵۸,۸۸ کیلومتر مربع می باشد و از نظر تقسیمات سیاسی در استان مازندران شهرستان نوشهر و از لحاظ تقسیمات هیدرولوژیکی به عنوان یکی از زیر حوضه‌های آبریز مازندران محسوب می‌گردد که در طول جغرافیایی ۲۴° ۵۱' تا ۵۱° ۲۹' شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹° ۳۶' تا ۳۶° ۴۰' شمالی واقع شده است. این حوزه دارای جهت شمالی جنوبی می‌باشد و مساحت حوزه ۵۸/۸۸ کیلومتر مربع می‌باشد. بیشتر سازندهای زمین شناسی حوزه آبخیز مورد مطالعه از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده که قسمت اعظم آنها متعلق به دوران دوم زمین‌شناسی (مزوزوئیک) می‌باشد این در حالی است که بقیه سنگ‌های رسوبی متعلق به دوران سوم زمین شناسی می‌باشد و بخشی از سنگ‌ها نیز مربوط به توده‌های نفوذی دوران دوم می‌باشد. حوزه آبخیز کورکورسر از نظر مرفولوژی متشکل از دو تیپ یا واحد جلگه و کوهستان می‌باشد. به طوری که تیپ یا واحد کوهستان دارای خاک رسی بافت نسبتاً سنگین تا سنگین است. به

A: مساحت حوزه (برحسب مایل مربع)
 R_0 = ارتفاع مقدار رواناب سالیانه (برحسب اینچ)
 مدل موومنگ

رابطه (۲):

$$SDR = 1.29 + 1.37 \ln RC + 0.025 \ln A$$

که در آن:

A: مساحت حوزه آبخیز (برحسب Km^2)
 RC : تراکم شیارها و خندق‌ها در حوزه آبخیز (برحسب Km^2/Km^2)

مدل‌ها و روش‌های ارائه شده برای برآورد نسبت تحویل رسوب از نظر ساختاری نیز یکسان نبوده و به طور عمده نیز از مدل‌های تجربی با روابط رگرسیونی هستند از این رو نه تنها واسنجی یک مدل معین نمی‌تواند نیاز برای برآورد نسبت تحویل رسوب در یک حوزه آبخیز به تنهایی کافی باشد بلکه ضرورت دارد با انتخاب مدل‌های مختلف با ساختارهای متفاوت، اقدام به واسنجی مدل‌ها و مقایسه نتایج شده و سپس مدل یا مدل‌های مناسب با تعیین دقت آنها از طریق تطبیق با مقادیر محاسبه شده نسبت تحویل رسوب معرفی شوند.

شده که وی اثر پوشش گیاهی در جلوگیری از فرسایش و برخورد ذرات باران به سطح خاک به عنوان عوامل اساسی در فرسایش خاک بیان نموده و تأثیر پوشش گیاهی در جلوگیری از برخورد قطرات باران به سطح خاک دانسته است (رفاهی، ۱۳۸۲)

استفانو، فرو (۲۰۰۲) با تحقیق در زمینه رابطه بین مقدار فرسایش و تولید رسوب از یک سو و نسبت تحویل رسوب با نوع دانه‌بندی رسوبات از سوی دیگر به این نتیجه دست یافته‌اند که مدل‌ها مبتنی آنالیز پارامتریک و بر مبنای لحاظ خصوصیات رسوبات حمل شده و یا قابل حمل از حوزه آبخیز جهت برآورد نسبت تحویل رسوب دارای دقت بیشتری در اکثر آبخیزهای واقع در مناطق نیمه خشک می‌باشند.

ماتخلر و بوئی (۱۹۷۵)، با انجام مطالعه و پژوهش درباره نسبت تحویل رسوب دهی در حوزه آبخیز در منطقه Pigeon Roost Greek واقع در ایالت می‌سی‌سی‌سی آمریکا رابطه (۱) به شرح زیر را ارائه کرده است:

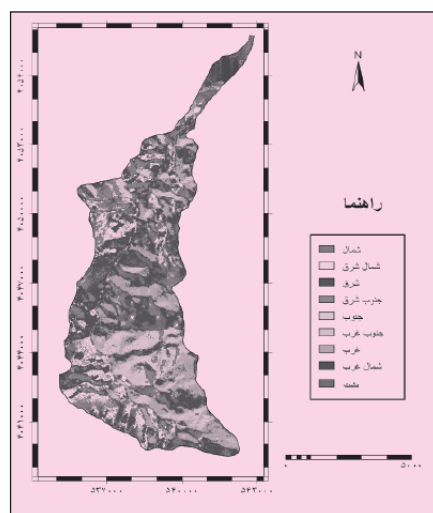
رابطه (۱):

$$SDR = 0.488 - 0.006A + 0.001R_0$$

که در آن:



شکل ۵- نقشه طبقات شیب



شکل ۴- نقشه جهت شیب

همین دلیل این خاک‌ها دارای نفوذپذیری کم تا حداکثر در حد متوسط است. به همین دلیل نیز ضریب رواناب در واحد کوهستان زیاد می‌باشد. به هر حال pH این خاک‌ها اسیدی تا خنثی است که علت آن نیز شستشوی کامل آهک در اثر بارندگی‌های زیاد در منطقه می‌باشد. پوشش گیاهی این حوزه متشکل و مشتمل بر ۹ تیپ گیاهی متفاوت در قالب سه فرم رویشی درختی و درختچه ای در مناطق جنگلی و باغات، بوته ای و درختچه ای در مناطق بوته زار و علفی و خنثی در اراضی و مناطق زراعی و بوته زار می‌باشد که ویژگی‌های آنها به شرح زیر می‌باشد.

تیپ ممرز، انجیلی - تیپ انجیلی، ممرز- تیپ ممرز، بلوط - تیپ راش، تیپ راش- ممرز، تیپ ممرز، افرا
رودخانه اصلی حوزه آبخیز کورکورسر با طول ۲۴/۱۴۵ کیلومتر که دارای سرشاخه‌های فرعی متعددی است.

مواد و روش‌ها

- محاسبه مقدار فرسایش در حوزه آبخیز مورد مطالعه با توجه به مشخص بودن مقدار رسوب براساس داده‌های رسوب سنجی با به‌کارگیری مدل EPM به دلیل اثبات کاربرد این مدل با اطمینان بیشتر از ۹۵ درصد (سطح اطمینان ۹۵ درصد) در مناطق مشابه منطقه مورد تحقیق و براساس تقسیمات واحدهای کاری همگن مبتنی بر خصوصیات زمین محیطی در تطبیق با شاخص‌های لحاظ شده در مدل مذکور و در قالب انواع مختلف کاربری اراضی. بطوری که ابتدا اقدام به ارزیابی مدل یاد

تحویل رسوب انتخاب شده مشتمل بر دو گروه از مدل‌های مبتنی بر فقط مساحت حوزه آبخیز و مدل‌های که مبتنی بر برخی از خصوصیات فیزیوگرافی آبخیز در قالب روابط زیر از طریق واسنجی میزان دقت آنها در مقایسه با مقدار نسبت تحویل رسوب مشاهده شده:

الف: مدل‌های مبتنی بر مساحت آبخیز به شرح روابط ۴ تا ۸:

$$\text{رابطه (۴)} \quad \text{SDR} = 0/33 A - 0/2236$$

که در آن،

A = مساحت حوزه آبخیز بر حسب مایل بر مربع است.

رابطه (۵)

$$\text{SDR} = 0/127097 - 0/134958(A)^{-0/417762}$$

که در آن،

A = مساحت حوزه آبخیز بر حسب مایل

شده از طریق واسنجی اعتبار آن در برآورد مقدار رسوب در منطقه تحقیق گردیده و با توجه به اینکه در این مدل با محاسبه ضریب رسوبدهی (نسبت تحویل رسوب) اقدام به محاسبه فرسایش پس از تعیین مقدار رسوب با توجه به رابطه (۳) به شرح زیر می‌شود.

رابطه (۳)

$$\text{SDR} = \frac{S_y}{S_e}$$

که در آن:

SDR: نسبت تحویل رسوب

Sy: مقدار رسوب تحویلی (به صورت

رسوب کل یا رسوب ویژه بر حسب تن در

سال یا تن در کیلومتر مربع در سال)

Se: مقدار فرسایش (به صورت فرسایش

کل با فرسایش ویژه بر حسب تن در سال یا

تن در کیلومتر مربع در سال) است

- ارزیابی هر یک از مدل برآورد نسبت

جدول ۱- انواع کاربری اراضی مساحت تحت پوشش هر یک از آنها

ردیف	نوع کاربری	مساحت		موقعیت مکانی
		هکتار	درصد	
۱	جنگل	۵۶۲۳/۵۵	۹۵/۵	بخش‌های میانی و جنوبی آبخیز
۲	اراضی آبی - شالیزار	۲۱۸/۳۸	۳/۷۰	بخش شمالی حوزه آبخیز تا ساحل دریا
۳	بوته‌زار	۲۹/۴۸	۰/۵۰	بخش کوچکی از جنوب غربی آبخیز

مربع می‌باشد.

رابطه (۶)

$$SDR = (A)^{-0/2}$$

که در آن،

A = مساحت حوزه آبخیز برحسب کیلومتر مربع می‌باشد.

رابطه (۷)

$$\log SDR = 1/7935 - 0/4191 \log(A)$$

که در آن،

A = مساحت حوزه آبخیز برحسب کیلومتر مربع می‌باشد.

$$SDR = 0/42 (A)^{-0/125^{(8)}}$$

که در آن،

A = مساحت حوزه آبخیز بر حسب مایل مربع می‌باشد.

ب: مدل‌های مبتنی بر خصوصیات فیزیوگرافی آبخیز به شرح روابط ۱۰ و ۹ می‌باشد:

رابطه (۹)

$$SDR = 0/627 SLP^{0/403}$$

که در آن،

SLP = شیب آبراهه اصلی حوزه آبخیز برحسب درصد است.

رابطه (۱۰)

$$\log SDR = 0/294259 + 0/2362 \log(R/L)$$

که در آن،

R = اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پایین‌ترین نقطه حوزه آبخیز در محل خروج آبراهه اصلی از آبخیز بر حسب متر و L = طول آبراهه اصلی در حوزه آبخیز می‌باشد.

واسنجی و ارزیابی مدل‌های انتخابی برآورد

و مشخص شدن میزان دقت و خطای مدل EPM اقدام به محاسبه مقادیر فرسایش و رسوب در هر یک از انواع کاربری‌های اراضی با توجه به ویژگی‌های شیب و جهت اراضی مورد بررسی براساس مطالعات توپوگرافی و تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاع حوزه آبخیز مورد مطالعه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی گردیده است.

الف: ضریب شدت فرسایش

ب: فرسایش و رسوب ویژه

لازم به توضیح است که با توجه به روابط ۱-۱ و $T = \frac{t}{10} + 0/1^{0/5}$ و محاسبه متوسط ارتفاع بارندگی سالانه با استفاده از نقشه‌های همباران و همدمای از طریق قطع دادن آنها با نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز از طریق میان‌یابی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین و محاسبه شده است

توضیح اینکه وزن مخصوص رسوبات با توجه به نوع آنها معادل ۱/۱ تن در هر متر مکعب در محاسبات است منظور شده است.

نسبت تحویل رسوب از طریق مقایسه مقادیر برآورد شده نسبت‌های تحویل رسوب با به کارگیری مدل‌های پنج مدل مبتنی بر مساحت و دو مدل مبتنی بر خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز با مقدار نسبت تحویل رسوب محاسبه شده با استفاده از داده‌های فرسایش و رسوب اندازه‌گیری و ثبت شده در آبخیز مورد مطالعه با بهره‌گیری از روش‌های آماری خطاهای نسبی و ضریب تغییرات صورت گرفته است. به طوری که مناسب ترین مدل با استفاده از روش‌های مذکور مدلی است که دارای کمترین خطای نسبی و کمتر میزان ضریب تغییرات در مقایسه با مقدار نسبت تحویل رسوب اندازه‌گیری در حوزه آبخیز.

نتایج

نسبت تحویل رسوب اندازه‌گیری شده با توجه به در دسترس بودن مقادیر رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه هیدرومتری موجود در خروجی حوزه آبخیز کورکورسر و محاسبه مقدار فرسایش براساس واسنجی

جدول ۲- طبقات شیب زمین و مساحت تحت پوشش آنها

کلاس شیب	طبقه بندی شیب	مساحت (هکتار)	مساحت درصد
۱	۰-۲	۲۳۱/۰۱	۳/۹۲
۲	۲-۵	۲۰۶/۱۷۵	۳/۵۰
۳	۵-۱۵	۹۲۳/۴۱	۱۵/۶۸۲
۴	۱۵-۲۵	۱۴۵۱/۱۷۲	۲۴/۶۴
۵	۲۵-۳۵	۱۱۸۴/۱۸۵	۲۰/۱۱
۶	۳۵-۵۰	۹۸۴/۷۹	۱۶/۷۲
۷	> ۵۰	۹۰۴/۰۷	۱۵/۳۵

جدول ۳- وضعیت جهت دامنه اراضی و مساحت تحت پوشش آنها

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
جهت جغرافیایی دامنه ها	شمالی	شمال شرقی	شمال غربی	شرقی	غربی	جنوبی	جنوب شرقی	جنوب غربی	دشت
مساحت (هکتار)	۶۴۸/۵۸	۸۲۶/۵	۱۱۰۲/۲۴	۶۹۸/۶۸	۹۷۵/۶۳	۳۶۸/۱۵۲	۴۲۸/۹۴۵	۴۷۶/۰۲۵	۳۵۴/۵۳
مساحت (درصد)	۱۱/۰۱	۱۴/۰۳	۱۸/۷۱	۱۱/۸۶	۱۶/۵۶	۶/۲۵	۷/۲	۸/۰۸	۶/۰۲

جدول ۴- متوسط رسوب سالانه درحوزه

متوسط رسوب معلق	۸۴۵۲/۵۳
متوسط بار کف	۲۱۱۳/۱۳
متوسط رسوب کل سالانه	۱۰۵۶۵/۶۶
رسوب ویژه (تن در هکتار در سال)	۱/۷۹
*بار کف؛ معادل ۲۵٪ بار معلق (morgan، ۱۹۹۶، علیزاده، ۱۳۷۸)	

جدول ۵- ضریب شدت فرسایش به تفکیک انواع کاربری‌های اراضی در حوزه آبخیز کورکورسر

انواع کاربری	ضریب شدت فرسایش
جنگل	۰/۶
اراضی آبی - شالیزار	۰/۱۳
بوته زار	۲/۳

جدول ۶- مقادیر فرسایش ویژه به تفکیک انواع کاربری‌های اراضی در حوزه آبخیز کورکورسر

انواع کاربری	متوسط ارتفاع بارندگی سالانه (میلی متر)	ضریب دمای هوا (t)	فرسایش ویژه (ترکیب در کیلومتر مربع در سال)	فرسایش ویژه (تن در کیلومتر مربع در سال)
جنگل	۸۵۶/۴۶	۰/۹۸	۸۳۸/۷۲	۹۲۲/۵۹
اراضی آبی - شالیزار	۱۱۵۴/۳	۱/۲۹	۲۱۹/۵۵	۲۴۱/۵
بوته زار	۵۶۴	۱/۰۲	۶۳۰۰/۸۷	۶۹۳۰/۷۷
متوسط	-	-	۸۴۲/۶۳	۹۲۶/۸۹

توضیح اینکه وزن مخصوص رسوبات با توجه به نوع آنها معادل ۱/۱ تن در هر مترمکعب در محاسبات است منظور شده است.

جدول ۷- مقادیر ضریب رسوبدهی به تفکیک نوع کاربری اراضی در آبخیز کورکورسر

نوع کاربری	ارتفاع متوسط آبخیز (کیلومتر)	ارتفاع نقطه خروجی (کیلومتر)	اختلاف ارتفاع بین حداکثر و حداقل ارتفاع (کیلومتر)	محیط حوزه آبخیز (کیلومتر متر)	طول آبخیز L (کیلومتر)	ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز
اراضی آبی - شالیزار	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰-	۰/۰۴	۸/۹۱۳	۳/۵۸۶	۰/۱۷
جنگل	۱/۷۸۶	۰/۰۶۰	۱/۷۲	۴۱/۷	۱۴/۳۹۱	۱/۳
بوته زار	۱/۵۸۳	۱/۵۶	۰/۰۲	۳/۹۰۹	۰/۱۳۷	۰/۱۱

برآورد نسبت تحویل رسوب

با توجه به محاسبات انجام شده به شرح بیان شده در فوق میزان فرسایش ویژه با توجه به محاسبات مربوط به ضرایب شدت فرسایش، برابر با ۹/۲۷ تن در هکتار در سال در آبخیز مورد مطالعه می‌باشد. بر این اساس میزان نسبت تحویل رسوب مشاهده شده (SDR) در آبخیز کورکورسر با توجه به آمار

رسوب ثبت شده از سال ۱۳۴۹ تا ۱۳۸۲ در خروجی آبخیز طبق محاسبات انجام شده در قالب روابط ۱۱ و برابر با ۰/۱۹ بدست آمده است.

$$\text{رابطه (۱۱)} \quad \text{SDR} = \frac{\text{رسوب ویژه}}{\text{فرسایش ویژه}}$$

$$\text{رابطه (۱۲)} \quad \text{SDR} = \frac{۱/۷۹}{۹/۲۷} = ۰/۱۹$$

لازم به توضیح است مقدار نسبت تحویل رسوب (SDR) معادل ۰/۱۹ مبنای مقایسه نتایج حاصل در برآورد نسبت تحویل رسوب از نوع مدل‌های تجربی هستند که ساختار و اساس آنها مبتنی بر تجزیه و تحلیل‌های همبستگی نسبت تحویل رسوب با خصوصیات حوزه آبخیز است. اما از آنجا که مدل‌ها مبتنی بر لحاظ عوامل مختلف مربوط

جدول ۸- مقادیر رسوب ویژه و رسوب کل حوزه آبخیز کورکورسر

نوع کاربری	فرسایش ویژه wsp (متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)	ضریب رسوبدهی	رسوب ویژه (متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)	مساحت اراضی کاربری (کیلومتر مربع)	رسوب کل (متر مکعب در سال)	رسوب کل (تن در سال)
جنگل	۸۳۷/۷۲	۱/۳	۱۰۹۰/۳۳۶	۵۶/۲۳۵	۶۱۳۰۹/۵۹۳	۷۹۷۰۲/۴۷
اراضی آبی	۲۱۹/۱۵۵	۰/۱۷	۳۷/۲۵۶	۲/۱۸۳	۱۰۵/۷۳۲	۱۳۷/۴۵
بوته زار	۶۳۰/۰۸۷	۰/۱۱	۶۹۳/۰۹۵	۰/۲۹۴	۲۰۴/۳۲	۲۶۵/۶۱۶
متوسط وزنی رسوب	-	-	-	-	-	۷۶۱۲۷/۶۰

جدول ۹- مساحت تحت پوشش انواع کاربری‌های اراضی

مساحت	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی - شالیزار	بوته زار	جمع کل مساحت
کیلومتر مربع	۵۶/۲۳۵۵	۲/۱۸۳۸	۲۹۴۸	۵۸/۸۸	
مایل مربع	۲۱/۷۱۲	۰/۸۴۳	۰/۱۱۳۸	۲۲/۷۳۳	

جدول ۱۰- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۱ $SDR = ۰/۲۲۳۶ A - ۰/۳۳۲$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
مساحت (مایل مربع)	۵۶/۲۳۵۵	۲/۱۸۳۸	۲۹۴۸	۰/۲۹۴۸	۵۸/۸۸	۰/۱۴۱
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۱۳۴۸	۲۷۸۷	۰/۴۷۵۹	۰/۱۳۳۴		

جدول ۱۱- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل $SDR = ۰/۱۲۷۰۹۷ A - ۰/۱۳۴۹۵۸ (A) - ۰/۴۱۷۷۶۲$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
مساحت (مایل مربع)	۲۱/۷۱۲	۰/۸۴۳	۰/۱۱۳۸	۲۲/۷۳۳	۰/۱۴۶۹	۰/۱۵۵
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۱۴۸۶	۰/۳۰۰۴	۰/۴۳۳۰			

به خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز می‌باشند، از این رو، در این تحقیق دو گروه از مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. بنابراین با در نظر گرفتن انتخاب ۷ مدل براساس ارزیابی مدل‌های ۷ گانه مورد بحث به شرح زیر می‌باشند.

الف - مدل‌های مبتنی بر مساحت حوزه آبخیز شامل:

الف-۱. مدل شماره ۱ به شرح:

$$SDR = ۰/۲۲۳۶ A - ۰/۳۳۲$$

الف-۲. مدل شماره ۲ به شرح:

$$SDR = ۰/۴۱۷۷۶۲ (A) - ۰/۱۳۴۹۵۸$$

$$- ۰/۱۲۷۰۹۷$$

الف-۳. مدل شماره ۳ به شرح:

$$SDR = A^{-۰/۲}$$

الف-۴. مدل شماره ۴ به شرح:

$$\log SDR = 1/7935 - 0/4191 \log(A)$$

الف-۵. مدل شماره ۵ به شرح:

$$SDR = ۰/۴۲ A - ۰/۱۲۵$$

که در آنها A: مساحت آبخیز می‌باشد.

ب- مدل‌های مبتنی بر حوزه آبخیز

ب-۱. مدل شماره ۶ به شرح:

$$SDR = ۰/۴۰۳ A^{۰/۶۲۷}$$

جدول ۱۲- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۳ $SDR = A^{-0.2}$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
مساحت برحسب km^2	۵۶/۲۳۵۵	۲/۱۸۳۸	۰/۲۹۴۸	۵۸/۸۸	۰/۴۴۴	
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۴۴۶۶	۰/۳۸۲۰	۰/۷۸۳۲	۰/۴۴۲۵		

جدول ۱۳- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۴ $\log = 1/7935 - 0/4191 \log(A)$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
مساحت برحسب km^2	۵۶/۲۳۵۵	۲/۱۸۳۸	۰/۲۹۴۸	۵۸/۸۸	۰/۱۳۱	
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۱۱۴۸	۰/۴۴۸۱	۱/۰۳	۰/۱۱۲۶		

جدول ۱۴- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۵ $SDR = 0/42 (A)^{-0/125}$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
مساحت (مایل مربع)	۲۱/۷۱۲	۰/۸۴۳	۰/۱۱۳۸	۲۲/۷۳۳	۰/۲۹۱	
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۲۸۵۸	۰/۴۲۹	۰/۵۵۱	۰/۲۸۴۲		

جدول ۱۵- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۶ $SDR = 0/627 SLP^{-0/403}$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
شیب آبراهه اصلی	۷/۲	۱/۶۶	۷/۴۶	۶/۷	۰/۲۱۲	
نسبت تحویل رسوب برآورده شده	۰/۲۱۷	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۲۱		

جدول ۱۶- مقادیر برآورد نسبت رسوبدهی براساس مدل ۷ $\log SDR = 0/294259 + 0/82362 \log (R/L)$

پارامتر	نوع کاربری اراضی	جنگل	اراضی آبی	بوته زار	در کل آبخیز کورکورسر	متوسط وزنی SDR در سه کاربری
اختلاف ارتفاع مرتفع ترین پست‌ترین نقاط در مسیر آبراهه اصلی	۱۷۴۰	۶۰	۴۰	۱۹۷۸	۰/۲۵۸	
طول آبراهه اصلی (m)	۱۹۸۴۵/۷۳	۴۱۸۴/۰۲	۱۳۵/۵	۲۴۰۲۹/۷۵		
مقدار SDR	۰/۲۶۵	۰/۰۵	۰/۷۲	۰/۲۵۱		

جدول ۱۷- مقادیر خطای نسبی متوسط وزنی مدل‌های مورد آزمون بر اساس ترتیب صعودی

شماره مدل	۱	۲	۷	۵	۱	۴	۳	۸
خطای نسبی	۰.۱	۰.۲۲	۰.۲۶	۰.۳۵	۰.۳۵	۰.۴۵	۰.۵۷	۰.۸۴

جدول ۱۸- مقادیر خطای نسبی کل مدل‌های مورد آزمون بر اساس ترتیب صعودی

شماره مدل	۶	۷	۲	۵	۱	۳	۴	۸
خطای نسبی	۰.۰۹	۰.۲۴	۰.۳۰	۰.۳۳	۰.۴۳	۰.۵۷	۰.۷	۰.۷۹

جدول ۱۹- مقادیر محاسبه شده ضریب تغییرات وزنی مدل‌ها براساس ترتیب صعودی

ضریب تغییرات (CV) درصد	انحراف از معیار S	مقدار xi	شماره مدل
۳/۸	۰/۰۰۸	۰/۲۱۲	۶
۸/۳	۰/۰۱۳	۰/۱۵۵	۲
۹/۶۸	۰/۰۲۵	۰/۲۵۸	۷
۱۲/۷	۰/۰۱۸	۰/۱۴۱	۱
۱۳/۰۵	۰/۰۳۸	۰/۲۹۱	۵
۱۶/۷	۰/۰۲۲	۰/۱۳۱	۴
۲۱/۶	۰/۰۹۶	۰/۴۴۴	۳
۳۱/۷۵	۰/۳۸۱	۱/۲	۸

جدول ۲۰- مقادیر محاسبه شده ضریب تغییرات وزنی مدل‌ها براساس ترتیب صعودی

ضریب تغییرات (CV) درصد	انحراف از معیار S	مقدار xi	شماره مدل
۱	۰/۰۰۲	۰/۱۹۷	۶
۶/۸	۰/۰۱	۰/۱۴۶	۲
۱۰/۵	۰/۰۳	۰/۲۸۴	۵
۱۲/۵	۰/۰۴	۰/۳۱۹	۷
۱۵	۰/۰۲۰	۰/۱۳۳	۱
۱۵/۹	۰/۱۴۷	۰/۹۲	۸
۲۰/۳	۰/۰۹	۰/۴۴۲	۳
۲۵/۸	۰/۰۲۹	۰/۱۱۲	۴

ب-۲. مدل شماره ۷ به شرح :
 $\log SDR = 0/294259 + 0/2362 \log (R/L)$

که در آنها SLP شیب آبراهه اصلی حوزه آبخیز، R اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پایین‌ترین نقاط آبراهه اصلی و L: طول آبراهه اصلی می‌باشد.

به این ترتیب اقدام به واسنجی مدل گردیده که نتایج به دست آمده به شرح زیر می‌باشد:
 - نتایج حاصل از برآورد نسبت تحویل براساس مدل‌های مبتنی بر مساحت حوزه.

واسنجی مدل‌های مبتنی بر شیب و طول آبراهه اصلی حوزه آبخیز

این مدل‌ها مبتنی بر متوسط شیب حوزه آبخیز و طول آبراهه اصلی هستند با توجه به محاسبه مقادیر شیب حوزه آبخیز با استفاده از نقشه شیب و جدول ۴-۱ و مشخص نمودن مرتفع‌ترین و پست‌ترین (بلندترین و کم‌ارتفاع‌ترین) نقاط حوزه آبخیز در مسیر آبراهه اصلی همراه با محاسبه طول آبراهه، اقدام به برآورد نسبت تحویل رسوب با استفاده از مدل‌های ۶ و ۷ گردیده است که نتایج در جداول ۱۵ و ۱۶ ارائه شده است.

ارزیابی دقت مدل‌های برآورد نسبت تحویل رسوب

الف- روش مقایسه خطای نسبی
 برای مشخص کردن مناسب‌ترین مدل برآورد نسبت تحویل رسوب بر اساس به کارگیری روش مقایسه خطای نسبی، مقدار خطای نسبی براساس رابطه ۱۳ به شرح زیر محاسبه شده است.

$$E_r = \frac{SDR_o - SDR_e}{SDR_o} \times 100$$

که در آن:

E_r = خطای نسبی (درصد)،

SDR_o = نسبت تحویل رسوب مشاهده شده، و

SDR_e = نسبت تحویل رسوب برآورد شده است.

ب- روش مقایسه ضریب تغییرات

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

رابطه (۱۳)

جهت دستیابی و تعیین مناسب‌ترین مدل

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum x_i}$$

رابطه (۱۴)

برآورد نسبت تحویل رسوب براساس به

$$s = \sqrt{s^2}$$

رابطه (۱۵)

کارگیری روش مقایسه ضریب تغییرات،

مقدار ضریب تغییرات (CV) براساس روابط

۱۳ تا ۱۵ به شرح زیر محاسبه شده است:

که در آنها:

$$CV = \text{ضریب تغییرات (درصد)}, S^2 =$$

واریانس

$$Xi = \text{مقدار نسبت تحویل رسوب برآورد}$$

$$\bar{X} = \text{میانگین نسبت تحویل رسوب}$$

مشاهده شده،

$$S = \text{انحراف از معیار است.}$$

به این ترتیب مقادیر ضریب تغییرات محاسبه شده وزنی و کل مربوط به نتیجه حاصل از برآورد نسبت تحویل رسوب با استفاده از مدل‌های انتخابی مورد آزمون به ترتیب در جداول ۱۹ و ۲۰ ارائه شده است.

جمع بندی و نتیجه گیری

الف- مدل شماره ۶ به شرح رابطه زیر:

رابطه (۱۶)

$$SDR = 0.627 SLP^{0.403}$$

با توجه به داشتن حداقل خطای نسبی به ترتیب با خطاهای نسبی متوسط وزنی کل معادل ۰/۱ و ۰/۰۹ ارائه شده در مقایسه با سایر مدل ها، مناسب‌ترین مدل برای حوزه آبخیز مورد مطالعه و آبخیزهای دارای شرایط مشابه اقلیمی مشخصات زیست محیطی است.

ب- براساس مقادیر محاسبه شده ضریب تغییرات مدل شماره ۶: به صورت زیر:

رابطه (۱۷)

$$SDR = 0.627 SLP^{0.403}$$

با توجه به داشتن حداقل ضریب تغییرات (به ترتیب ضریب تغییرات متوسط وزنی و کل معادل ۳/۸ و ۱ درصد) ارائه شده مناسب ترین مدل در بین مدل‌های مورد آزمون در حوزه آبخیز کورکورسر و سایر آبخیزهای دارای شرایط اقلیمی و مشخصات زیست محیطی مشابه می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و پژوهش‌های انجام شده درباره‌ی دستیابی به مناسب‌ترین مدل یا مدل‌های برآورد نسبت تحویل رسوب در جهان و ایران ملاحظه می‌شود که تاکنون اقدام به معرفی مدل فراگیر با کاربرد گسترده برای برآورد نسبت تحویل

رسوب در جهان و ایران شده است. به طور مثال نتایج حاصل از مطالعات (Brune, ۱۹۵۷)، (Gottschalk, ۱۹۵۱)، (Roehl, ۱۹۵۳)، (Woodburn, ۱۹۵۴)، (Maner, ۱۹۵۷)، (Roehl, ۱۹۶۲) حاکی است که مدل‌های برآورد نسبت تحویل رسوب مبتنی بر مساحت آبخیز به طور کلی با محدودیت زیاد برای استفاده در حوزه‌های آبخیز غیرمشابه از نظر شکل، اندازه و خصوصیات اقلیمی و عوامل مؤثر بر رخداد فرسایش و رفتار هیدرولوژیکی می‌باشد. علاوه تحقیق یاد شده علت اصلی عدم کاربرد گسترده مدل‌های مورد بحث را ساختار مدل‌های مبتنی بر مساحت را بر روابط رگرسیونی تشخیص داده اند. در همین زمینه (Vonani, ۱۹۷۵) و سرویس حفاظت خاک آمریکا (۱۹۸۳) با بررسی مدل‌های برآورد نسبت تحویل رسوب به این نتیجه دست یافته اند که علت اصلی در عدم کاربرد وسیع مدل‌های برآورد نسبت تحویل رسوب مبتنی بر مساحت حوزه آبخیز علاوه بر متکی بودن آنها به معادلات رگرسیونی، نوع و بافت خاک می‌باشد. به نحوی که مشخص شده است اگر بافت خاک در دو حوزه آبخیز که از نظر کلیه عوامل اقلیمی و زیست محیطی دیگر یکسان هستند تغییر یابد در این صورت مقدار نسبت تحویل رسوب نیز در آنها تغییر می‌کند. به طوری که در آبخیزهایی با خاک دارای بافت سیلتی یا رسی میزان نسبت تحویل رسوب بسیار زیاده‌تر از آبخیزهای مشابه با بافت شنی می‌باشد.

منابع

- (۱)- احمدی، ح، ۱۳۷۸، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، چاپ سوم، تهران، دانشگاه تهران، ۶۸۸ صفحه.
- (۲)- همیشگی، ص، ۱۳۸۵، واسنجی ۹ مدل SDR مطالعه موردی حوزه آبخیز لوارک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس ۱۴۶ صفحه.
- (۳)- قدوسی، ج، ۱۳۸۴، معرفی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب، جزوه درسی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران ۱۰۱ صفحه.
- (۴)- مهدوی، م، ۱۳۷۸، هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ پنجم، تهران، دانشگاه تهران، ۳۷۳ صفحه.
- (5)-Dillaha, T.A., Byler, R.K., Awa, T.W., Jones, P.N., Heatwole, C.D., Mostaghimi, S. and Shanholtz, V.O. (1987). Estimating sediment delivery ratios using geographic information systems.
- (6)-Ferro, V. and Minacapilli, M. (1995). Sediment delivery processes at basin scale. Hydrological Sciences Journal, 40: 703-716.
- (7)-Ferro, V. and Stefano, D. (2002). Sediment delivery processes and the spatial distribution of caesium-137 in a small Sicilian basin Hydrological Processes, 12: 701711
- (8)-Glymph, M. J. (1954). Studies of sediment yields from watersheds Int. Union of Geod. and Geophys., Int. Assoc. Hydrol. 10th Gen. Assem., Rome, Italy, Part 1, p. 178-191
- (9)-Gottschalk, L. C. (1948). Analysis and use of reservoir sedimentation data. Fed. Inter-Agency Sediment. Conf. Proc., Denver, Colo., p. 131-138.

OUR LAND. OUR HOME.



OUR FUTURE.



United Nations
Convention to Combat
Desertification

۱۷ ژوئن ۲۰۱۷ روز جهانی مقابله با بیابان‌زایی

سرزمین ما، خانه ما، آینده ما



۲۷ خرداد ۱۳۹۶ روز جهانی مقابله با بیابان زایی



سرزمین ما ، خانه ما ، آینده ما



Our Land , Our Home , Our Future



United Nations
Convention to Combat
Desertification

17 June 2017 World Day to Combat Desertification