

مروری بر مطالعات آتش‌سوزی در اکوسیستم‌های طبیعی ایران از سال ۱۳۷۷-۱۴۰۲

آیلین فرجی^{۱*}، محمدرضا طاطیان^۲، مینا نعمتی^۳ سیدداود صالحی^۴

۱. دانش آموخته دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی گرایش سازه‌های آبی، کارشناس آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، ایران
۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹

چکیده

بررسی اثرات آتش بر ویژگی‌های مختلف اکوسیستم‌ها دارای اهمیت به‌سزایی در مدیریت و به‌کارگیری آن به عنوان یک ابزار مدیریتی است. مقاله حاضر در صدد است تا به جمع‌آوری تمامی مقالات منتشر شده در این پژوهش بین سال‌های ۱۳۷۷-۱۴۰۲، علاوه بر دسته‌بندی و جمع‌بندی نتایج آنها، نگاهی به جنبه‌های کمتر دیده شده آن نیز داشته باشد. تمامی مقالات مجله‌ای از دو پایگاه Magiran و SID و همچنین مقالات همایشی از سایت Civilica جمع‌آوری گردید. برای جستجوی مقالات از کلیدواژه «آتش» استفاده گردید. ۱۹۲ مقاله مجله‌ای و ۲۴۹ مقاله همایشی انتخاب و بررسی شدند. نتایج نشان داد که ۸۲ تا از مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها (۱۳۰ مورد) از سال ۱۳۹۱ و ۸۵ درصد از مقالات مجله‌ای (۸۲ عدد) از سال ۱۳۹۲ به بعد منتشر شده‌اند. بیشترین میزان انتشار مقالات مجله‌ای مربوط به سال ۱۳۹۵ تا ۹۶ (۳۰ مورد) بود که بیانگر روند رو به رشد و شتابان تحقیقات در این زمینه است. تفکیک استانی انتشار مقالات نیز نشان داد که بیشتر محل تحقیق سه استان شمالی گلستان (۲۷ مورد)، مازندران (۲۳ مورد) و گیلان (۱۳ مورد) است. جنگل با بیش از ۷۰ درصد مقالات، سهم بیشتری در مطالعات آتش دارد. تقسیم‌بندی مقالات در سه گروه تجربی، مدل‌سازی و مروری نیز نشان داد که بیش از ۶۵ درصد مقالات از نوع تجربی بوده است. بررسی دوره زمانی تحقیقات نیز نشان داد که دوره زمانی یکساله (۶۰ درصد)، دو تا سه ساله (۲۳ درصد) و چهار تا ده ساله (۱۵ درصد) دارای بیشترین حجم مقالات بودند و دوره زمانی بلندمدت (بیش از ده سال) تنها محدود به دو مورد مقاله بود. رژیم‌های آتش‌سوزی در حال حاضر به دلیل عوامل متعدد تغییر جهانی، به ویژه تغییرات آب و هوا، استفاده از زمین، و تأثیر مستقیم انسان از طریق اشتعال و سرکوب، در حال تغییر هستند. بنابراین درک بهتر محرک‌ها، الگوها و تأثیرات این رژیم‌های آتش‌سوزی در حال تغییر در حال حاضر و ادامه در آینده بسیار مهم است.

کلید واژه‌ها: مرتع، تنوع‌زیستی، جنگل، خاک، Civilica، SID

سرآغاز

آتش به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی و یک نیروی طبیعی، نقش زیادی در پایداری و عملکرد اکوسیستم‌های مرتعی دارد (Bento-Goncalves et al., 2012). همچنین آتش به عنوان یکی از اصلی‌ترین مکانیسم‌ها، تنوع گونه‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تکامل گونه‌های گیاهی می‌شود (Knorr et al., 2016). از طرفی دیگر، آتش به عنوان یکی از قدیمی‌ترین روش‌های اصلاح اکوسیستم‌ها مطرح بوده که به وسیله بشر برای کنترل و از بین بردن گیاهان نامرغوب به کار رفته است و از هجوم بوته‌ها به علفزارها جلوگیری می‌کند (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۸۹). آتش‌سوزی یکی از عوامل تأثیرگذار بر مقدار فرسایش خاک نیز می‌باشد (ادهمی مجرد و همکاران، ۱۳۹۰). طبق تحقیقات محرک‌های اصلی تخریب خاک در اکوسیستم‌های جنگلی، جنگل‌زدایی، آتش‌سوزی، فرسایش و آلودگی خاک هستند (Silverio et al., 2019; Fernandez-Garcia et al., 2019). زیرا در مواقع خشکسالی ممکن است سطح زمین را به مدت طولانی بدون پوشش کند و دمای خاک را افزایش دهد (Houbensak et al., 2009); همچنین از طرفی دیگر آتش‌سوزی به عنوان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های تخریب جنگل‌ها و مراتع (Zhang and Biswas, 2017) از جمله در ناحیه رویشی زاگرس مورد توجه بوده است که می‌تواند موجب کاهش مقدار تولید علوفه مرتع و مستعد شدن خاک‌ها نسبت به فرسایش شوند (Limb et al., 2016). همچنین آتش‌سوزی باعث تغییر فیزیولوژی، میزان و بازدهی فتوسنتز پوشش گیاهی می‌شود (Barnes et al., 1998). برخی از مطالعات آتش‌سوزی را یک فرآیند مختل‌کننده مسیر توالی گزارش کرده‌اند (Moghadam, 2001; Shokri et al., 2006; Cassei et al., 2009). در صورتی که آتش‌سوزی مهارشده طبق اصول اعمال شود یکی از عوامل مدیریت، اصلاح مراتع و پوشش گیاهی و از بین برنده گونه‌های مهاجم و نامرغوب در اکوسیستم‌های مختلف می‌باشد (Limb et al., 2016). همچنین آتش می‌تواند موجب حذف گیاهان بوته‌ای خشبی و بهبود تولید علوفه می‌شود (شریفی و ایمانی، ۲۰۰۶). آتش‌سوزی نقش قابل توجهی در حاصلخیزی خاک داشته همچنین ترکیب و خصوصیات بیوفیزیکی رویشگاه را تغییر می‌دهد (Barmpoutiset al., 2020). آتش‌سوزی ممکن است در مقابل کاهش ظرفیت چرا به واسطه

هجوم گیاهان چوبی، اقدام پیش‌گیرانه باشد یا برای افزایش تولید علوفه از طریق تبدیل بوته‌زار به مرتع علفی طرح‌ریزی شود. کاهش یا به تأخیر افتادن رشد گیاهان چوبی، فرصت توزیع بهتر دام و استفاده یکنواخت‌تر از علوفه از جمله سایر تأثیرات وقوع آتش می‌باشد (Mesdaghi, 2009).

آتش‌سوزی می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر روی ویژگی‌های مختلف خاک و جوامع گیاهی بگذارد. همچنین تأثیر آتش بر روی مواد آلی خاک از جمله مباحث قدیمی و جذاب در میان محققین بوده است (Wensby and Wyrill, 1973). تحقیقات نشان داده است که آتش دارای تأثیر معنی‌داری بر مقدار ماده آلی خاک، مقدار دی‌اکسید کربن اکوسیستم و همچنین میزان ترسیب کربن خاک دارد (Ansley et al., 2006; Aghbeshi et al., 2022) که بر فرآیند تغییر اقلیم اثر می‌گذارد (Limb et al., 2022; Jones et al., 2016). از طرفی دیگر، شرایط محیطی وقوع آتش و نوع اکوسیستم بر میزان و نوع اثرات آتش بر خاک، اثرگذار است (Rau et al., 2009, 2010); برای مثال آتش در مناطق میان‌کوهی تأثیر کمی بر ذخیره کربن خاک دارد (Rau et al., 2009, 2010) در حالی که در مناطق استپی (غالبیت بوته‌ای‌ها) آتش موجب کاهش معنی‌دار کربن خاک در کنار عناصر دیگری از قبیل نیتروژن خاک خواهد شد (Bradley et al., 2006; Prater and Delucia, 2006; Rau et al., 2011). تکرار آتش نیز از عوامل تأثیرگذار بر خاک بوده که می‌تواند بر میزان محتوای نیتروژن و کربن لاشبرگ تأثیرگذار باشد (Jones et al., 2015).

آتش‌سوزی‌های بزرگ تقریباً سالانه در بسیاری از مناطق جهان به وقوع می‌پیوندند، زیرا رژیم‌های آتش‌سوزی با گرم شدن دما و تغییر الگوهای بارش در حال تغییر هستند. کاهش رطوبت سوخت و افزایش مدت زمان آب و هوای گرم و خشک، مناطق وسیعی از سوخت‌های خشک را ایجاد می‌کند که احتمال اشتعال و حمل آتش در مدت زمان طولانی‌تری دارند (Loboda, 2009). مرز تحقیقاتی کلیدی درک چگونگی تغییر متغیرهای آب و هوایی (دما، بارش، تغییرات در توالی شرایط شدید مرطوب و خشک و احتمال اشتعال) باید جنبه‌های کنترلی رژیم‌های آتش را تغییر دهد. تنوع بالایی در روابط آتش-اقلیم در داخل و بین اکوسیستم‌ها وجود دارد و روابط آتش-اقلیم در طول زمان تغییر کرده است (Sherriff & Veblen, 2008). برخی از این تنوع به دلیل تفاوت در ترکیب گونه‌ها، ساختار پوشش گیاهی و آب و

چاهوکی، ۱۳۸۹) (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش کار گردآوری اطلاعات

در تحقیق حاضر، گردآوری اطلاعات از سایت‌های مرجع مقالات انجام گردید. در این راستا، مقالات مجله‌ای از دو سایت بانک اطلاعات نشریات کشور (<http://www.magiran.com>) و پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (<http://www.sid.ir>) و همچنین مقالات همایشی از سایت مرجع دانش معرف به سیویلیکا (<https://www.civilica.com>) دریافت گردید. در همه سایت‌های مذکور، از کلید واژه «آتش» در عنوان برای یافتن مقالات مرتبط استفاده گردید. با توجه به اینکه آتش تنها مربوط به رشته‌های منابع طبیعی نیست، پس از دریافت اطلاعات مربوطه، تنها مقالات آتش که در حوزه منابع طبیعی اجرا شده باشد مورد بررسی قرار گرفتند. به عبارت دیگر در بانک اطلاعاتی پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و بانک اطلاعات نشریات کشور به ترتیب از مجموع ۱۳۶۴ و ۶۰۰ مقاله دارای کلمه آتش در عنوان، تنها به ترتیب ۱۲۴ و ۶۸ مقاله برای بررسی و جمع‌بندی نهایی انتخاب گردید. با توجه به همپوشانی و وجود برخی مقالات در دو سایت مذکور، با حذف موارد مشابه، در نهایت ۱۹۲ مقاله مجله‌ای انتخاب و بررسی گردیدند. همچنین برای مقالات همایشی از که در سایت سیویلیکا نمایه شده بودند نیز از میان ۱۳۵۶ مقاله، تنها ۲۱۷ مقاله انتخاب گردید. لازم به ذکر است به دلیل عدم دسترسی به مقالات همایشی، در جمع‌بندی نهایی تنها روند انتشار مقالات همایشی بررسی گردیده و سایر تجزیه و تحلیل‌ها، براساس اطلاعات مقالات مجله‌ای انجام پذیرفته است. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار

هوا در یک منطقه است (Gartner et al., 2012). با گذشت زمان، تغییرات در ترکیب گونه‌ها ممکن است نحوه محدود کردن اقلیم فعالیت آتش‌سوزی را تغییر دهد (Boer et al., 2016). در سیستم‌هایی که سوخت فراوان است اما معمولاً برای سوزاندن بیش از حد مرطوب است، انتظار می‌رود تغییرات به سمت آب و هوای گرم‌تر و خشک‌تر باعث کاهش رطوبت سوخت و افزایش فعالیت آتش‌سوزی شود (McKenzie & Littell, 2017). انجام مطالعات در زمینه بررسی تأثیرات آتش در ایران دارای سابقه حدود ۳۰ ساله‌ای (ثبت شده در منابع) است که از قدیمی‌ترین این مطالعات می‌توان به صفائیان و شکری (۱۳۷۷)، زارع‌مایوان و معماریانی (۱۳۷۸)، زارع‌مایوان و معماریانی (۱۳۸۱) و همچنین شکری و همکاران (۱۳۸۱) اشاره نمود که جزو اولین تحقیقات در زمینه اثرات مختلف آتش بوده که در منطقه پارک ملی گلستان به انجام رسیده است. پس از این مقالات بیش از ۱۰۰ مقاله در مجلات معتبر داخلی و بیش از ۱۵۰ مقاله در همایش‌های داخلی به چاپ رسیده است که در تحقیق حاضر درصد هستیم تا با رویکرد علمی و آماری به دسته‌بندی و جمع‌بندی این مقالات پرداخته شد. در این راستا اطلاعات اساسی مقالات جمع‌آوری و در مواردی مهم از قبیل سال انتشار، محل مورد بررسی (منطقه مورد مطالعه)، نوع تحقیق (تجربی، مدلسازی، مروری)، دوره زمانی (وقوع آتش تا نمونه‌برداری) و همچنین اثرات آن بر ویژگی‌های مهم گیاهی و تولید مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

ایران کشوری در خاورمیانه است که در مختصات جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی جای دارد و از شمال به آذربایجان، ارمنستان، ترکمنستان و دریای خزر از شرق به پاکستان و افغانستان، از جنوب به خلیج فارس و دریای عمان و از غرب به ترکیه و عراق می‌رسد. همچنین جزیره‌هایی را در خلیج فارس در اختیار دارد. کل وسعت ایران، ۱/۶۴۸/۱۹۵ کیلومترمربع است که ۱۱۶/۶۰۰ کیلومتر مربع آن را آب‌های این کشور تشکیل می‌دهند. کشور ایران دارای اقلیم خشک- نیمه‌خشک و دارای میانگین بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. مساحت مراتع و جنگل‌های کشور به ترتیب ۸۱ میلیون و ۱۸۶ هزار هکتار و ۷ میلیون و ۳۵ هزار هکتار می‌باشد (آذرینوند و زارع

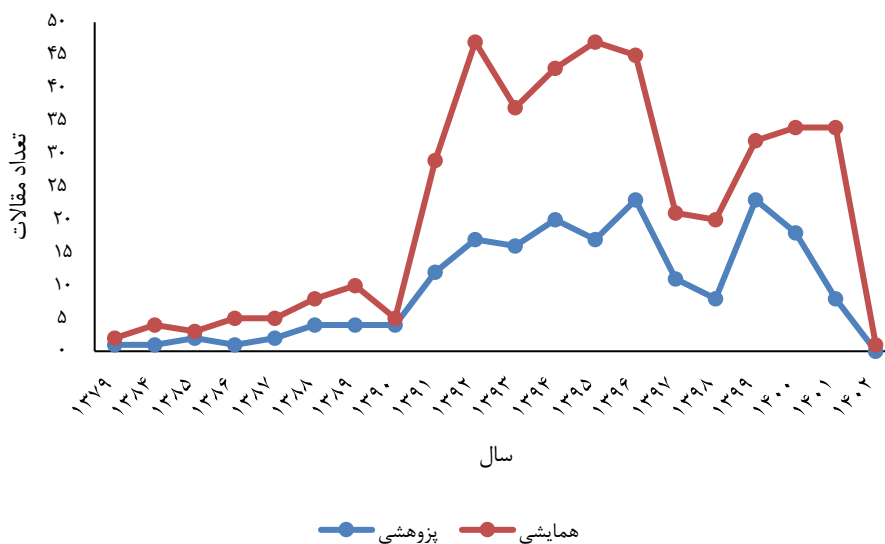
Excel استفاده شد.

نتایج

روند انتشار مقالات

بررسی روند انتشار سالانه مقالات آتش نشان داد که در مقالات مجله‌ای، اولین مقالات منتشر شده مربوط به سال ۱۳۷۷ (صفائیان و شکری، ۱۳۷۷) و در مقالات همایشی اولین مورد انتشار مربوط به سال ۱۳۷۹ (توکلی و همکاران، ۱۳۷۹) بودند

(شکل ۱). نتایج نشان داد که انتشار مقالات همایشی از سال ۱۳۹۱ و مقالات مجله‌ای از سال ۱۳۹۲ شتاب بیشتری گرفته است به صورتی که ۲۱۷ مقاله همایشی (۸۲ درصد کل مقالات همایشی) و ۱۹۲ مقاله مجله‌ای (۸۵ درصد کل مقالات مجله‌ای) از تاریخ‌های مذکور به بعد منتشر شده‌اند. همچنین بیشترین تعداد انتشار مقالات همایشی مربوط به سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۶ (۳۰ مقاله در سال) و مقالات مجله‌ای مربوط به سال ۱۴۰۰ (۲۳ مقاله در سال) بود (شکل ۲).



شکل (۲): روند سالانه انتشار مقالات از آغاز تا سال ۱۴۰۲

تفکیک مقالات براساس نوع اکوسیستم (مرتع، جنگل و جنگل و مرتع)

این جمع‌آوری با هدف بررسی نوع اکوسیستم و بررسی تمرکز مکانی پژوهش‌ها صورت پذیرفته است. برای این منظور اکوسیستم در ۳ کلاس مرتع، جنگل و جنگل - مرتع تقسیم‌بندی شد. نتایج نشان داد که اکوسیستم جنگل (۱۳۵) بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده است و بعد از آن مرتع (۵۶) و جنگل و مرتع (۱۳) قرار گرفتند (شکل ۵).

به منظور بررسی منطقه‌ای (مکانی) انتشار مقالات در استان‌های مختلف کشور و اینکه کدام مناطق بیشترین و کمترین تحقیقات را در زمینه آتش‌سوزی انجام داده‌اند، تعداد مقالات موجود در هر استان تفکیک گردید. بررسی تعداد انتشار مقالات آتش‌سوزی در استان‌های مختلف نشان داد که بیشترین تحقیقات انجام شده مربوط به استان‌های شمالی کشور می‌باشد. به عبارت دیگر، سه استان گلستان (۳۲)، مازندران (۲۳) و گیلان (۱۸) دارای بیشترین تحقیقات در زمینه آتش و تأثیرات مختلف آن بوده‌اند و کمترین تعداد مقالات مربوط به استان‌های اردبیل (۱)، اراک (۱) و تهران (۱) بوده است (شکل ۳ و ۴).



(پ)

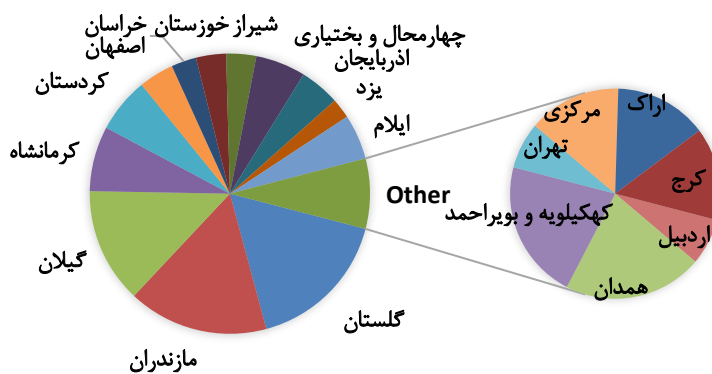


(الف)



(ب)

شکل (۳): نمونه تصاویر از آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع در نقاط مختلف کشور (الف) و (ب): استان گلستان (ب): استان مازندران



شکل (۴): سهم استان‌های مختلف کشور در مطالعات صورت گرفته بر روی آتش (فقط مقالات مجله‌ای منظور شده است)

بر می‌گیرند (شکل ۶).

تفکیک مقالات براساس دوره زمانی آتش‌سوزی

یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر روی میزان و شدت اثرات آتش، دوره زمانی آتش است (Limb et al., 2016; Heydari et al., 2017). به همین دلیل، تحقیقات مورد بررسی در چهار گروه زمانی تقسیم‌بندی شدند. نتایج نشان داد که بیشتر تحقیقات صورت گرفته دارای بازه زمانی یکساله بوده‌اند. به عبارتی دیگر، ۶۰ درصد (۱۰۲ مقاله) در بازه زمانی یکساله به انجام رسیده‌اند.

نوع مقالات منتشر شده

برای آگاهی از نوع مقالات منتشر شده در زمینه اثرات آتش، اطلاعات موجود از مقالات در سه گروه (مقالات مدل‌سازی، مقالات تجربی و مقالات مروری) تقسیم‌بندی کردند. نتایج نشان داد که سهم بیشتر مقالات منتشر شده مربوط به مطالعات تجربی است که بیش از ۶۸ درصد از کل انتشارات را به خود اختصاص دادند. همچنین مقالات مدل‌سازی نیز دارای سهم ۳۰ درصدی از انتشارات در راستای آتش بودند. در صورتی که مقالات مروری تنها بخش بسیار کمی از کل مقالات منتشر شده (۲ درصد) را در

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل موثر در آتش‌سوزی

سهام عمده‌ای از آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده در استان گلستان مربوط به پارک ملی گلستان بوده که هر ساله موارد بسیاری از وقوع آتش‌سوزی در این منطقه گزارش می‌شود (Abedi et al., 2017). از جمله دلایل دیگر وقوع آتش در مناطق شمالی وجود زیاد گیاهان خاردار و بوته‌ای (Scrubland) است که بصورت ویژه‌ای در مناطق شرقی جنگل‌های هیرکانی مشاهده می‌گردند و به دلیل تولید زیتوده زیاد، دارای حساسیت زیادی به آتش هستند (Akhami, 1998). همچنین Abedi و همکاران (2017) گزارش نمودند که اثرات متقابل فشار هوای بالا در مناطق غربی جنگل‌های هیرکانی و فشار پایین هوا در مناطق مرکزی آسیا در شرق منجر به ایجاد بادهای قوی شده است که اکوسیستم‌های این مناطق را به وقوع آتش حساس کرده است (Abedi et al., 2017).

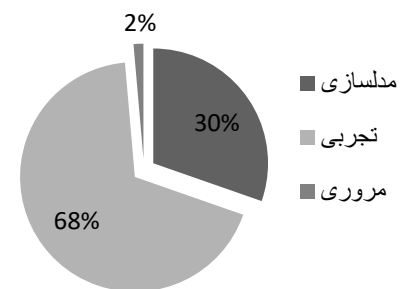
از طرفی دیگر، بسیاری از تحقیقات نشان داده است که علت اصلی در بسیاری از آتش‌سوزی‌ها، عوامل انسانی است (بانج‌شفیعی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Heydari و همکاران، 2017). با توجه به این که در فصل گرما (تابستان) اکوسیستم‌های طبیعی حساسیت بالایی نسبت به آتش دارند (Akhami, 1998; Abedi et al., 2017) و مقصد گردشگری بسیاری از ایرانیان شهرهای شمالی کشور بوده، افزایش آتش و انتشار مقالات مربوطه به آن در شمال کشور طبیعی به نظر می‌رسد. خشکی هوا در بسیاری از موارد به دلیل وقوع خشکسالی، نیز از عوامل مهم در ایجاد آتش بوده به طوری که بر اساس آمار ثبت شده، بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۶ بیش از ۳۰۰۰ فقره آتش‌سوزی در کشور به وقوع پیوسته است (بانج‌شفیعی و همکاران، ۱۳۸۹). این آمار در حالی است که تنها در یک سال بعد از این دوره (۱۳۷۷) به دلیل خشکسالی گسترده و شدید، نزدیک به ۱۰۰۰ مورد آتش‌سوزی ثبت شده به وقوع پیوسته است (همت‌بلند، ۱۳۸۷).

تولید

از تمامی مقالات مورد بررسی ۳۵ مورد (باغستانی میبیدی و همکاران، ۱۳۸۶) به بررسی اثر آتش بر تولید گونه‌های مرتعی پرداخته است. این مطالعه بیانگر تأثیر منفی آتش‌سوزی بر تولید گونه سالسولا (*Salsola rigida*) است و دلیل آن کاهش



شکل (۵): بررسی نوع اکوسیستم مقالات انجام شده



شکل (۶): بررسی نوع تحقیقات منتشر شده در مورد آتش و اثرات آن

همچنین بخش زیادی از مقالات در بازه زمانی دو تا سه سال (۲۳ درصد و ۵۱ مقاله) و چهار تا ده ساله (۱۵ درصد و ۳۷ مقاله) صورت گرفته است. در طرف مقابل، کمترین تعداد مقالات مربوط به تحقیقات بلندمدت بوده است. به عبارت دیگر، پژوهش‌ها دارای دوره زمانی بیشتر از ده سال تنها محدود به ۲ مقاله (۲/۴ درصد) بوده است (شکل ۷).



شکل (۷): بررسی دوره زمانی مورد بررسی در مقالات منتشر شده (تنها مقالات تجربی مورد بررسی قرار گرفته‌اند)

پوربابایی، ۱۳۹۰، Atrak، Capitanio & Carcaillet, 2008; Chaei, 2000). همچنین در مورد اثر کوتاه‌مدت آتش‌سوزی بر تغییرات پوشش گیاهی نتایج نشان داده است که تراکم، پوشش و تولید علفه کلاس‌های خوشخوراکی I، II و III در منطقه افزایش پیدا کرده همچنین گونه‌های یکساله کاهش و مقدار پهن‌برگان افزایش یافت (به‌لکه و همکاران، ۱۳۹۷؛ میرداودی و همکاران، ۱۳۹۸) می‌توان دلیل آن را تغییر در منابع قابل دسترس (افزایش سرعت تجزیه مواد)، ایجاد فضای مناسب (در اثر از بین رفتن بیوماس و لاشبرگ سطح خاک) بیان کرد (Zida et al., 2007).

خاک

از همه مقالات مورد بررسی ۶۰ مورد از این مقالات به تأثیر آتش بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پرداخته‌اند از این میان ۱۷ مورد اثرات مثبت و باعث افزایش فسفر، پتاسیم، Ec، pH و نیتروژن شده‌اند (تمرتاش و همکاران، ۱۳۹۵؛ بانج شفیی و همکاران، ۱۳۸۹؛ شریفی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۳؛ همت بلند و همکاران، ۱۳۸۹)، علت افزایش فسفر قابل دسترس خاک را، پس از آتش‌سوزی، برگشت فسفر ناشی از سوختن مواد آلی و علت ماندن آن را تحرک کم فسفر در خاک اعلام کرده‌اند (Oluwole et al., 2008). افزایش نیتروژن را هم می‌توان به عنوان نتیجه مستقیم حاصل از افزایش دمای خاک دانست (همت بلند و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین علت افزایش پتاسیم را اضافه شدن خاکستر حاصل از بقایای گیاهی سوخته و وارد شدن آن به خاک گزارش کرده‌اند (Ramezanpoor and Nowroozi, 2012). از این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت آتش‌سوزی به دلیل بازگرداندن مواد آلی ناشی از افتادن اندام‌های هوایی گیاهان سوخته شده سبب افزایش ماده آلی خاک می‌شود. از طرف دیگر، سوختن مواد آلی سبب رهاسازی عناصر و افزایش غنای عناصر معدنی قابل دسترس خاک می‌شود. بنابراین، به نظر می‌رسد آتش‌سوزی حاصل‌خیزی خاک را بالا می‌برد. محمودی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که آتش باعث کاهش کربنات کلسیم می‌شود و کاهش مختصر در میزان کربنات کلسیم در اثر آتش‌سوزی می‌تواند ناشی از حذف خاکستر تحت تأثیر عوامل طبیعی مانند بارش، باد و فرسایش باشد (Montaya et al., 2014). همچنین نوع گونه گیاهی که در معرض آتش‌سوزی است، در

اندام‌های هوایی در اثر آتش‌سوزی (Limp et al., 2016) بیان شد.

بانک بذر خاک

از بین تمامی مقالات مورد بررسی ۲۷ مورد به بررسی تأثیر آتش بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر پرداخته‌اند که به نتایج بعضی از مقالات اشاره می‌شود؛ براساس گزارش‌ها آتش تأثیر منفی بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر در مناطق مورد مطالعه داشته است (سرابی و همکاران، ۱۳۹۴؛ باشماغی و همکاران، ۱۳۹۶؛ نیکنام و همکاران، ۱۳۹۶؛ نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۳؛ عباسی موصلو و همکاران، ۱۳۸۸)؛ دلیل این موضوع علاوه بر از بین رفتن بذرها در اثر حرارت بالای آتش در فاصله کوتاه پس از آتش‌سوزی، تغییرات فیزیولوژیک بذرها و تغییر خصوصیات خاک ذکر شده است (Esque et al., 2010; Heydari et al., 2017). همچنین آتش می‌تواند اثرات مثبتی بر شاخص‌های تنوع پوشش رو زمینی و بانک بذر داشته باشد (Heydari et al., 2017). تحقیقی Heydari و همکاران (2017) نشان دادند که شدت کم آتش باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های تنوع آلفا و بتا در مقایسه با تیمار بدون آتش و آتش شدید دارد. عامل مهم و تأثیرگذار در نوع اثرات شدت آتش و میزان حاصل‌خیزی اکوسیستم است (Kinloch & Friedel, 2005).

در سال‌های اخیر رویکرد جدیدی که در مطالعات آتش از سوی برخی محققین اتخاذ شده بررسی تأثیر محصولات آتش است که در این زمینه می‌توان به بررسی تأثیر انواع دود مایع و گازی (زکی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Abedi et al., 2017) و خاکستر (Naghypour et al., 2016؛ نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره کرد.

تنوع و تراکم گونه‌ای

از بین مقالات موجود بیش از ۴۲ مقاله به بررسی تأثیر آتش بر تنوع گونه‌ای، غنا و تراکم پرداخته است و نتایج آن‌ها نشان داد که تراکم، تنوع و غنای گونه‌ای بعد از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد (جمشیدی باختر و همکاران، ۱۳۹۲؛ رفیعی و همکاران، ۱۳۹۳؛ چمانده و همکاران، ۱۳۹۶). بیشترین دلیل آن کاهش گیاهان رقابت‌کننده چندساله، ایجاد فضای خالی، شرایط مناسب رطوبتی و حاصل‌خیزی خاک می‌باشد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۳؛

نتیجه‌گیری

از زمان انتشار اولیه مقاله تاکنون که قریب به سی سال سپری شده است، بیش از ۱۵۰ مورد مقاله مجله‌ای و ۲۰۰ مورد مقاله همایشی منتشر شده است. مقالات مختلف هر کدام بخشی از موارد وسیع و گسترده تأثیرات آتش بر انواع مختلف اکوسیستم‌ها از قبیل جنگل و مرتع را پوشش داده‌اند. هر چند بخش‌های زیادی توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته‌اند، بخش‌های از قبیل ویژگی‌های مختلف خاک، فراوانی، تولید و تراکم گیاهی، فرسایش خاک، بانک بذر خاک و شاخص‌های تنوع گیاهی بیشتر مورد توجه بوده‌اند.

از طرفی دیگر، برخی از بخش‌ها (اثر آتش بر جوامع حیوانی مناطق مختلف و تأثیر انسان‌ها بر آتش‌سوزی) و ویژگی‌های اکوسیستم (تنوع کارکردی (صفات گیاهی)) کمتر مورد توجه قرار گرفته و نیازمند تغییر نگاه محقق و محور قراردادن سایر بخش‌ها از قبیل عملکردهای اکوسیستمی است. در این بین، تحقیقات در زمینه اثرات اقتصادی و اجتماعی آتش نیز بسیار محدود و ناکافی است که نیازمند طراحی و اجرای تحقیقاتی در این راستا است. استفاده از رویکردهای نوین در تحقیقات، بررسی جنبه‌های کمتر دیده شده و همچنین بررسی تأثیرات درازمدت آتش می‌تواند کمک شایانی در راستای درک بهتر اثرات آتش بر اکوسیستم‌های مختلف داشته باشد. تقریباً غیرممکن است که الگوهای آتش‌سوزی در سراسر جهان را بدون در نظر گرفتن تأثیر انسان در نظر بگیریم و پیش‌بینی کنیم. اثرات انسانی را با اجرای الگوریتم‌های اشتعال و سرکوب انسانی متغیر منطقه‌ای براساس تراکم جمعیت و شدت نسبتاً بالا و خاک‌های آلی عمیق تشخیص می‌دهند (Van der Werf et al., 2017; Randerson et al., 2006; Oris et al., 2013; Rogers et al., 2020). همچنین اثرات متفاوتی بر جوامع بیولوژیکی دارند. با این حال، تا به امروز، به دلیل کمیاب بودن مطالعات طولانی‌مدت، میزان چنین اثراتی نامشخص است. این پژوهش نشان داد که بیشتر مقالات منتشر شده بر روی مطالعه کوتاه مدت (یعنی ۲ تا ۳ سال پس از یک رویداد آتش‌سوزی) و واکنش‌های جوامع مختلف به آتش متمرکز شده‌اند. در مقابل، مطالعات میان مدت و بلندمدت (۴-۵ و بیش از ۵ سال پس از آتش‌سوزی) کمیاب‌تر و بر مجموعه‌های خاص متمرکز هستند.

تغییر مقدار کربنات کلسیم خاک موثر است (Jhariya & Singh, 2021). آتش‌سوزی‌های جنگلی تأثیر قابل‌توجهی بر بیولوژیکی، شیمیایی، و خصوصیات فیزیکی خاک (Panico et al., 2020; Ribeiro-Kumara et al., 2020). در هنگام آتش‌سوزی، انتقال حرارت از سوختن زیتوده در سطح و داخل خاک است مسئول مستقیم تغییراتی است که رخ می‌دهد. اثرات آتش‌سوزی بر خواص خاک تابعی از شدت مدت و فرکانس است که شدت آتش‌سوزی را تشکیل می‌دهند (Alcaniz et al., 2018; Lucas-Borja et al., 2020; Fernandez-Garcia et al., 2021).

فرسایش خاک

۱۰ مقاله به بررسی تأثیر آتش بر فرسایش پاشمانی پرداخته است و مشاهده شد که آتش‌سوزی باعث افزایش حساسیت سطح خاک به فرسایش می‌شود (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ بهارلویی و همکاران، ۱۳۹۴) دلیل آن را می‌توان تخریب پوشش گیاهی و نبود لاشبرگ در سطح خاک و کاهش پایداری خاکدانه‌ها عنوان کرد (Kavian et al., 2014; Hiedary et al., 2014).

میکروارگانیزم‌های خاک

۱۵ مقاله به بررسی شدت آتش‌سوزی بر ماکروفن خاک پرداخته است که می‌توان به مقالات پوررضا و همکاران (۱۳۹۲) و بخشنده و همکاران (۱۳۹۶) اشاره کرد که گزارش کردند شدت ضعیف آتش تأثیری در ماکروفن‌های خاک ندارد و در شدت زیاد باعث کاهش ماکروفن می‌شود. دلیل آن را می‌توان گفت که در سوختگی میانه ۱۳ ماه پس از آتش‌سوزی به دلیل وجود بازمانده اجساد سایر جانداران در خاک، منبع تغذیه‌ای برای ماکروفن خاک فراهم بوده و برای مدتی توانسته‌اند از این منبع استفاده کرده و جمعیت آن‌ها نسبت به جایگاه نسوخته کاهش معنی‌داری نداشته باشد، ولی کاهش آن‌ها در ۲۰ ماه پس از آتش‌سوزی، پیامد کاهش منابع تغذیه‌ای بوده است (Underwood & Quinn, 2010).

منابع

- آذرینوند، ح. و زارع چاهوکی، م. ا. ۱۳۸۹. اصلاح مراتع. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم.
- ادهمی‌مجرد، م. مستوری، م. و هنردوست، ف. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از روش فرانسویلا، (مطالعه موردی: عرصه‌های منابع طبیعی استان گلستان). نخستین همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی، گرگان، ایران. ۱-۱۲.
- اکبرزاده، ع. قربانی دشتکی، ش. خوراسگانی، م. ن. محمدی، ج. و تقی‌زاده مهرجردی، ر. ۱۳۹۶. تأثیر آتش‌سوزی بر آبگریزی و مقدار و عوامل فرسایش خاک در جنگل‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر. مجله جنگل ایران، انجمن جنگل‌بانی ایران. سال نهم. شماره ۱.
- باشماغی، م. عرفانزاده، ر. و عابدی، م. ۱۳۹۶. اثر شدت آتش بر تراکم بذر خاک گروه‌های کارکردی گیاهان (مطالعه موردی پارک ملی گلستان). مجله منابع طبیعی ایران، مرتع و آبخیزداری. دوره ۷۰ شماره ۱
- باغستانی‌میبدی، ن. و تقی‌زارع، ع. ۱۳۸۶. رفتار آتش بر تولید گونه‌های مرتعی و امکان استفاده از آن در اصلاح مراتع استپی استان یزد. مجله علمی پژوهشی مرتع، سال اول. شماره چهارم.
- بانج شفیعی، ع. اکبری‌نیا، م. جلالی، غ. و علیجانپور، ا. ۱۳۸۸. تأثیر آتش‌سوزی جنگل بر رویش قطری گونه‌های راشو ممرز (مطالعه موردی: جنگل خیرود). مجله چوب و صنوبر ایران. جلد ۱۷- شماره ۳.
- بانج‌شفیعی، ع. اکبری‌نیا، م. عزیزی، پ. و اسحاقی‌راد، ج. ۱۳۸۹. تأثیر آتش‌سوزی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک جنگل در شمال ایران (مطالعه موردی: جنگل خیرود کنار). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۱۸. شماره ۳.
- بخشنده سواد رودباری، م. ملک‌نیا، ر. بانج شفیعی، ع. زرگران، م. ر. و باده‌یان، ض. ۱۳۹۶. تأثیر آتش‌سوزی بر تنوع گونه‌های ماکروفون خاک (بررسی موردی: جنگل‌های سردشت، آذربایجان غربی). جنگل ایران. شماره ۲
- بهارلویی، د. قربانی دشتکی، ش. خلیل مقدم، ب. نادری، م. و طهماسبی، پ. ۱۳۹۴. تأثیر آتش‌سوزی بر فرسایش پاشمانی خاک در مراتع نیمه‌استپی کرسنگ، چهار محال و بختیاری. نشریه آب و خاک. جلد ۲۹. شماره ۴.
- بهلکه، خ. عابدی، م. و دیانتی تیلکی، ق. ۱۳۹۷. اثر آتش‌سوزی بر روابط زیستی گیاه بالشتکی اسپرس در علفزارهای کوهستانی پارک ملی گلستان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۵ (۱): ۱۴۰-۱۵۱.
- پور بابایی، ح. ۱۳۹۱. اثرات بلندمدت آتش‌سوزی بر تنوع گونه‌های علفی در جنگل‌های شمال ایران، مطالعه موردی رودبار استان گیلان. همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در گرگان، ۸ صفحه.
- پوررضا، م. حسینی، س. م. صفری سنجانی، ع. ا. متینی‌زاده، م. و وارن دیک. ۱۳۹۲. اثر شدت آتش‌سوزی بر ماکروفون خاک در جنگل‌های شاخه زاد بلوط ایرانی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۲۱. شماره ۴. ۷۴۱-۷۲۹.
- تمرتاش، ر. طاطیان، م. ر. یوسفیان، م. و نبوی، س. ج. ۱۳۹۵. بررسی آتش بر برخی از عوامل خاکی در یک بوم‌سازگان جلگه‌ای (مطالعه موردی: مراتع قشقایی بهشهر). محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹ شماره ۱. ۲۱-۳۳.
- توکلی، ب. جمال‌زاده، ف. و توکلی، ع. ۱۳۷۹. بررسی وضعیت آتش‌سوزی در مناطق جنگلی استان گیلان طی سال‌های ۷۱-۷۸. همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعه پایدار، رامسر سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۴ صفحه.
- جمشیدی باختر، ع. مروی مهاجر، م. ر. ثاقب طالبی، خ. نمیرانیان، م. و معروفی، ع. ۱۳۹۲. تغییرات تنوع گونه‌ای بعد از آتش‌سوزی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی جنگل‌های مریوان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۲۱. شماره ۳. صفحه ۵۴۱-۵۲۹.

- چمانده، ج. الوانی‌نژاد، س. و غلامی، پ. بررسی ترکیب و تنوع گیاهان علفی پس از آتش‌سوزی در جنگل‌های بلوط ایرانی، زاگرس جنوبی. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل. جلد ۲۴. شماره سوم.
- حیدری، ج. قربانی دشتکی، ش. رئیسی، ف. و طهماسبی، پ. ۱۳۹۳. تاثیر آتش‌سوزی مراتع بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و پارامترهای نفوذ آب با استفاده از آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی. نشریه آب و خاک. جلد ۲۸. شماره ۵.
- حیدری، م. و فرامرزی، م. ۱۳۹۳. اثرات کوتاه مدت آتش‌سوزی با شدت‌های مختلف بر ترکیب و تنوع بانک بذر خاک در اکوسیستم جنگلی زاگرس، شهرستان سیروان. بوم‌شناسی کاربردی. سال سوم شماره نهم.
- رفیعی، ف. اجتهادی، ح. و جنگجو، م. ۱۳۹۳. بررسی تنوع گیاهی در زمان‌های مختلف پس از آتش‌سوزی در یک مرتع نیمه‌خشک. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۷. شماره ۵.
- زارع مایوان، ح. و معاریان، ف. ۱۳۷۸. ارزش‌گذاری کارکردها و خدمات اکوسیستمی مناطق آسیب دیده پارک ملی گلستان در اثر آتش‌سوزی‌های ۱۳۷۴. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۴۳: ۹۵-۹۷.
- زکی، ا. عابدی، م. نقی‌نژاد، ع. و عرفانزاده، ر. ۱۳۹۵. پاسخ جوانه‌زنی بذرهای گروه‌های مختلف کارکردی به تیمارهای دود مایع و گازی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۳۰. شماره ۴.
- سرابی، س. ابراهیمی، ا. اسمعیلی، م. م. و روحانی، ح. اثر آتش‌سوزی بر تراکم و تنوع بانک بذر خاک (مطالعه موردی: مراتع حاجی قوشان گنبد کاووس). پژوهش‌های آب‌خیزداری - پژوهش و سازندگی. شماره ۱۰۶.
- شکری، م. صفاییان، ن. و اترک چالی، ع.ن. ۱۳۸۱. بررسی پیامد آتش بر پوشش گیاهی تخته ییلاق پارک ملی گلستان. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵. شماره ۲.
- شریفی، ز. نظری، چ. محمدی سمانی، ک. و شعبانیان، ن. ۱۳۹۴. اثر سه سال آتش‌سوزی متوالی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک جنگلی در اطراف دریاچه زریوار مریوان. تحقیقات آب و هوا ایران. دوره ۴۶. شماره ۳.
- صفاییان، ن. و شکری، م. ۱۳۷۷. نقش آتش به عنوان یک فاکتور اکولوژیک در اکوسیستم‌های مرتعی، مجله منابع طبیعی ایران. ۵۱(۲): ۵۳-۶۱
- عباسی موصولو، ح. قربانی پاشاکلائی، ج. صفاییان، ن. و تمرتاش، ر. ۱۳۸۸. اثر آتش‌سوزی پوشش گیاهی بر ترکیب گونه‌ای بانک بذر خاک در پارک ملی بوم شیراز. نشریه مرتع. دوره ۳. شماره ۴.
- محمودی، ع. و بوستانی، ح. ر. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر فراهمی برخی عناصر غذایی و خصوصیات شیمیایی خاک مرتعی (مطالعه موردی: مراتع مروارید، منطقه داراب). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابانی ایران. سال ششم. شماره ۱۶.
- میرداودی، ح. ر. گودرزی، غ. یوسفی، ی. فرمهینی، ع. و سیاه منصور، ر. ۱۳۹۸. اثر کوتاه مدت آتش‌سوزی بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استان مرکزی (مطالعه موردی: مراتع خسیبجان). نشریه علمی پژوهشی مرتع، ۱۳ (۱): ۵۲-۶۴
- نقی پور برج، ع.ا. خواجه‌الدین، س.ج. بشری، ح. ایروانی، م. و طهماسبی، پ. ۱۳۹۵. اثر آتش‌سوزی و چرا بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر خاک در مراتع نیمه استپی زاگرس مرکزی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۲۳- شماره ۳- ۴۴۳-۴۴۲
- نقی پور برج، ع.ا. خواجه‌الدین، س.ج. بشری، ح. طهماسبی، پ. و ایروانی، ج. ۱۳۹۳. اثر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذر سه گونه غالب در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی. بوم‌شناسی کاربردی سال سوم. شماره نهم.
- نیکنام، پ. عرفانزاده، ر. و قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۹۶. تاثیر آتش‌سوزی گیاهان بالشتکی بر بانک بذر خاک در مراتع کوهستانی، مطالعه موردی، حوزه واز، البرز مرکزی. نشریه علمی پژوهشی مرتع، سال یازدهم. شماره ۴. ۴۷۴-۴۸۵

- همت بلند، ا. اکبری‌نیا، م. و بانج شفیعی، ع. ۱۳۸۹. اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در جنگل‌های بلوط مریوان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۱۸. شماره ۲.
- Abedi, M.; Zeki, E.; Erfanzadeh, R.; & Naghinezhad, A. 2017. Germination patterns of the scrublands in response to smoke: The role of functional groups and the effect of smoke treatment method. South African Journal of Botany. SAJB-01699; No of Pages 6.
- Akhani, H. 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran. *Stapfia*. 53. 1-411.
- Agbeshi, A.; Abuger, S.; Darkwa, T.; & Awouh, R. 2022. A review of the effects of forest fire on soil properties. *J. For. Res.* 33:1419–1441.
- Alcaniz, M.; Outeiro, L.; Francos, M.; & Ubeda, X. 2018. Effects of prescribed fires on soil properties: a review. *Sci Total Environ* 613:944–957
- Ansley, R.J.; Boutton, T.W.; & Skjemstad, J.O. 2006. Soil Organic Carbon and black carbon storage and dynamics under different fire regimes in temperate mixed – grass savanna. *Global Biogeochemical Cycle* 20, 11.
- Atrakchaei, A. 2000. Effects of fire on vegetation change in Golestan National Park. MSc thesis, University of Mazandaran, 85 p.
- Barmpoutis, P.; Papaiono. P.; Dimitropoulos. K.; & Grammalidis. N. 2020. A Review on Early Forest Fire Detection Systems Using Optical Remote Sensing. *Sensors*, 20, 6442; doi: 103390/s20226442
- Barnes, B.V.; Zak, D.R, Denton. S.R.; & Spurr, S.H. 1998. *Forest Ecology*. John Wiley and Sons, USA, 774 p.
- Bento- Goncalves, A.; Vieira, A.; Ubeda, X.; & Martin. D. 2012. Fire and soils: key concepts and recent advances. *Geoderma* 191:3–13
- Boer, M. M.; Bowman, D. M. J. S.; Murphy, B. P.; Cary, G. J.; Cochrane, M. A.; Fensham, R. J. & Bradstock, R. A. 2016. Future changes in climatic water balance determine potential for transformational shifts in Australian fire regimes. *Environmental Research Letters*, 11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/6/065002>
- Bradley, B.A., Houghtonw, R.A., Mustard, J.F. & Hamburg, S.P. 2006. Invasive grass reduces above ground carbon stocks in shrubland of the Western US. *Global Change Biology*. 9, 973-982.
- Capitanio, R.; & Carcaillet, C. 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: A discussion of succession models. *Forest Ecology and Management*, 255:431–439.
- Cassie, L.; Smith, J.E.; & Cromack, K. 2009. Invasive plant species and soil microbial response to wildfire burn severity in the Cascade Range of Oregon. *Applied Soil Ecology*, 42:150- 159.
- Esposite, A.; Strumia, S.; Capporaso, S.; & Mazzoleni, S. 2006. The effect of fire intensity on soil seed bank in Mediterranean macchia. *Forest Ecology and management*, 234-207
- Esque, T. C.; Young, J. A.; Tracy, C. R. 2010. Short-term effects of experimental fires on a Mojave Desert seed bank. *Journal of Arid Environments*, 74(10): 1302-1308.
- Fattahi, B.; & Tahmasebi, A. 2010. Fire influence on vegetation changes of Zagros mountainous rangelands (Case study: Hamadan province). *Rangeland*, 4(2): 228-239.
- Fernandez-Garcia, V.; Marcos, E.; Huerta, S.; & Calvo, L. 2021. Soil-vegetation relationships in Mediterranean forests after fire. *For Ecosyst* 8(1):1–13
- Gartner, M. H.; Veblen, T. T.; Sherriff, R. L.; & Schoennagel, T. L. 2012. Proximity to grasslands influences fire frequency and sensitivity to climate variability in ponderosa pine forests of the Colorado Front Range. *International Journal of Wildland Fire*, 21, 562–571.
- González-Pérez, J.A.; González-Vila, F.J.; Almendros, G.; & Knicker, H. 2004. The effect of fire on soil organic matter– A review. *Environmental. International* 30: 855- 870.

- Haubensak, K.; D'Antonio, C.; & Wixon, D. 2009. Effects of fire and environmental variables on plant structure and composition in grazed salt desert shrublands of the Great Basin (USA). *Journal of Arid Environments* 73: 643–650.
- Heidary, J.; Ghorbani Dashtaki, Sh.; Raiesi, F.; & Tahmasebi, P. 2014. Effect of rangeland fire on soil physical properties and water infiltration parameters using principle component analysis. *Journal of Water and Soil*, 28(5), 964-975.
- Heydari, M.; Omidipour, R.; Abedi, M.; & Baskin, C. 2017. Effects of fire disturbance on alpha and beta diversity and on beta diversity components of soil seed banks and aboveground vegetation. *Plant Ecology and Evolution*, 150(3), 247-256.
- Jhariya, M.K.; & Singh, L. 2021. Effect of fire severity on soil properties in a seasonally dry forest ecosystem of Central India. *Int J Environ Sci Technol* 2021:1–12
- Jones, R.; Chambers, J.C.; Johnson, D.W.; Blank, R.R.; & Board, D.I. 2015. Effect of repeated burning on plant and soil carbon and nitrogen in cheatgrass (*Bromus tectorum*) dominate ecosystems. *Plant and soil*. 386, 47-64.
- Jones, M.; Abadzoughlo, J.; & Seraverbek, S. 2022. Global and Regional Trends and Drivers of Fire under Climate Change. *Review of Geophysics*. 1-76.
- Kavian, A.; Azmoodeh, A.; & Solaimani, K. 2014. Deforestation effects on soil properties, runoff and erosion in northern Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(5): 1941-1950.
- Kinloch, J.E.; & Friedel, M.H. 2005. Soil seed reserves in arid grazing lands of central Australia. Part 1: seed bank and vegetation dynamics. *Journal of Arid Environments* 60: 133–161.
- Knorr, W.; Arneith, A.; & Jiang, L. 2016. Demographic controls of future global fire risk. *Nat Clim Change* 6(8):781–785
- Kruk, B.C.; & Benech-Arnold, R.L. 2000. Evaluation of dormancy and germination responses to temperature in *Carduus acanthoides* and *Anagallis arvensis* using a screening system, and relationship with field-observed emergence patterns. *Seed Science Research* 10: 77-88.
- Limb, R.; Fuhlendorf, S.; Engle, D.; & Miller, R. 2016. Synthesis Paper: Assessment of Research on Rangeland Fire as a Management Practice. *Rangeland Ecology & Management*.
- Loboda, T. V. 2009. Modeling fire danger in data-poor regions: A case study from the Russian Far East. *International Journal of Wildland Fire*, 18, 19–35. <https://doi.org/10.1071/WF07094>
- Lucas-Borja, M.E.; Ortega, R.; Miralles, I.; Plaza-Alvarez, P.A.; Gonzalez- Romero, J.; Pena-Molina, E.; Moya, D.; Zema, D.A.; Wagenbrenner, J.W.; & De las Heras, J. 2020. Effects of wildfire and logging on soil functionality in the short-term in *Pinus halepensis* Mill. *Forests. Eur J for Res* 139:935–945
- McKenzie, D.; & Littell, J. S. 2017. Climate change and the eco-hydrology of fire: Will area burned increase in a warming western USA? *Ecological Applications*, 27, 26–36. <https://doi.org/10.1002/eap.1420>
- Mesdaghi, M. 2009. Range management (principles and practices). 736p.
- Moghadam, M. R. 2001. Range and Range Management in Iran, 2th edition. Tehran University, Iran, 452p.
- Montoya, S.; Marín, G.; & Ortega, E. 2014. Impact of prescribed burning on soil properties in a Mediterranean area (Granada, SW Spain). *Spanish Journal of Soil Science*, 1(4): 88-98.
- Naghipour, A.; Bashari, H.; Khajeddin, S.J.; Tahmasebi, P.; & Irvani, M. 2016. Effects of smoke, ash and heat shock on seed germination of seven species from Central Zagros rangelands in the semi-arid region of Iran. *African Journal of Range & Forage Science*
- Oluwole, F. A.; Sambo, J. M.; & Sikhalazo, D. 2008. Long-term effects of different burning frequencies on the dry savannah grassland in South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 3 (2):147-153.
- Oris, F.; Asselin, H.; Ali, A. A.; Finsinger Wand Bergeron, Y. 2014 Effect of increased fire activity on global warming in the boreal forest *Environ. Rev.* 22 2016–19

- Owensby, C.E.; & Wyrill, J.B. 1973. Effect of range burning on Kansas Flint Hills soil. *Journal of Range Management*. 26, 185-188.
- Panico, S.C.; Ceccherini, M.T.; Memoli, V.; Maisto, G.; Pietramellara, G.; Barile, R.; & De Marco, A. 2020. Effects of different vegetation types on burnt soil properties and microbial communities. *Int J Wildland Fire* 29(7):628–636
- Pereira, P.; Úbeda, X.; & Martín, D.A. 2012. Fire severity effects on ash chemical composition and water-extractable elements. *Geoderma* 191:105-114.
- Ribeiro-Kumara, C.; Pumpanen, J.; Heinonsalo, J.; Metslaid, M.; Orumaa, A.; Jogiste, K.; Berninger, F.; & Koster, K. 2020. Long-term effects of forest fires on soil greenhouse gas emissions and extracellular enzyme activities in a hemiboreal forest. *Sci Total Environ* 718:135291
- Prater, M.R.; & Delucia, E.H. 2006. Non- native grasses alter evapotranspiration and energy balance in Great Basin sagebrush communities. *Agricultural and forest Meteorology* 139, 154-163.
- Ramezanpor, H.; & Norozi, M. 2012. The effect of floods and forest fire on some soil characteri. *Lacan in Gilan. Journal of Science and Technology of Agriculture and natural resurces. Water and soil sciences*. 16. 11 p.
- Randerson, J. T. et al. 2006. the impact of boreal forest fire on climate warming *Science* 314 1130–2
- Rau, B.M.; Johnson, D.W.; Blank, R.R.; & Chambers, J.C. 2009. Soil carbon and nitrogen in s great basin pinyon-juniper woodland: influence of vegetation burning and time. *Journal of arid Environment*. 73, 472- 479.
- Rau, B.M.; Tausch, R.J.; Reinen, A.; Johnson. D.W.; Chambers. J.C.; Blank, R.R.; & Lucchest, A. 2010. Influence of prescribed fire and ecosystem biomass carbon and nitrogen in pinyon juniper woodland. *Rangeland Ecology & Management*. 63, 197-201.
- Rau, B.M.; Johnson, D.W.; Blank, B.R.; Luccheis, A.; Caldwell, T.G.; & Schupp, E.W. 2011. Transition from sagebrush steppe to annual grass (*Bromus tectorum*): influence on below ground carbon and nitrogen. *Rangeland ecology and management* 64, 139- 147.
- Rogers, BM.; Neilson, R P.; Drapek, R.; Lenihan, J.M.; Wells, J. R.; & Bachelet Dand Law, B. E. 2020. Impacts of climate change on fire regimes and carbon stocks of the US Pacific Northwest *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 116: G03037.
- Sharifi, J.; & Iemanie, A. A. 2006. An evaluation of the effect of controlled firing on plant cover change and variety composition in semi-steppe rangelands of Ardebil province (Case study: Khalkhal preserved research rangeland). *Iranian Journal of Natural resources*, 59(2): 517-526.
- Sherriff, R. L.; & Veblen, T. T. 2008. Variability in fire-climate relationships in ponderosa pine forests in the Colorado Front Range. *International Journal of Wild land Fire*, 17, 50–59.
- Shokri, M.; Safaian, N. A.; & Atrakchali, A. 2002. Investigation of the effects of fire on vegetation variations in Takhti Yeylagh- Golestan National Park. *Iranian Journal of Natural Resources*, 55(2): 273-281.
- Silverio, D.V.; Brando, P.M.; Bustamante, M.M.; Putz, F.E.; Marra, D.M.; Levick, S.R.; & Trumbore. S.E. 2019. Fire, fragmentation, and windstorms: a recipe for tropical forest degradation. *J Ecol* 107(2):656–667
- Underwood, E.C.; & Quinn, J.F. 2010. Response of ants and spiders to prescribed fire in oak woodlands of California. *Journal of Insect Conservation*, 14:359–366.
- Zhang, Y.; & Biswas, A. 2017. The effects of forest fire on soil organic matter and nutrients in boreal forests of North America: a review. *Adapt Soil Manage* 2017:465–476
- Zida, D.; Sawadogo, L.; Tigabu, M.; & Oden, P.C. 2007. Dynamics of sapling population in savanna woodlands of Burkina Faso subjected to grazing, early fire and selective tree cutting for a decade. *Forest Ecology and Management*, 243: 102- 115.

A Review of Fire Studies in Iran's Natural Ecosystems From 1998- 2023

Ailin Faraji^{1*}, Mohammadreza Tatian², Mina Nemati³, Seyed Davood Salehi⁴

1. Graduated PhD in rangeland Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2. Associate Professor of rangeland and Watershed Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3. Master's degree in agricultural engineering majoring in water structures, Watershed expert of the General Department of Natural Resources of Mazandaran-Sari province
4. Master's degree in Watershed Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

(Received: 2024/04/07

Accepted: 2023/11/01)

Abstract

Examining the effects of fire on various ecosystem characteristics is crucial for effective management and for using fire as a management tool. This article aims to compile and review all research articles published on this topic between 1998 and 2023. In addition to categorizing and summarizing the results, it also explores less-studied aspects of fire research. Journal articles were collected from the Magiran and SID databases, while conference papers were sourced from the Civilica website, using the keyword "fire." A total of 192 journal articles and 249 conference papers were selected and reviewed. The findings show that 82 out of 130 conference papers were published after 2013, and 85% of journal articles (82) were also published post-2013. The highest number of journal publications occurred between 2015 and 2016 (30 articles), indicating a growing and accelerating trend in fire research. A provincial breakdown of the studies revealed that most research was conducted in Iran's three northern provinces: Golestan (27 studies), Mazandaran (23 studies), and Guilan (13 studies). Forest ecosystems were the focus of more than 70% of the articles. The articles were categorized into three groups—experimental, modeling, and review—revealing that over 65% of the studies were experimental. In terms of research duration, 60% of the studies were conducted over a one-year period, 23% spanned two to three years, and 15% covered four to ten years. Only two articles reported on long-term studies (over ten years). Given that fire regimes are changing due to various global drivers, particularly climate change, land use, and human activities like ignition and suppression, it is essential to better understand the drivers, patterns, and impacts of these shifting fire regimes now and in the future.

Keywords: Rangeland, Biodiversity, Forest, Soil, Civilica, SID

* Corresponding author:

DOI: 10.22034/eiat.2025.217695

Email: farajiailin69@gmail.com