دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دوازدهم، شماره بیست و چهارم
http://pec.gonbad.ac.ir

توالی زمانی ترکیب، تنوع و غنای گونه‌ای در مراتع آتش‌سوزی‌شده فریزی، استان خراسان رضوی

امیررضا حیرانی[1]، محمد فرزام[2]*، کمال‌الدین ناصری[3]، مارال بشیرزاده[4]

[1]دانشجوی دکتری احیاء اکوسیستم، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[2]استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[3]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[4]گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰

چکیده

آتش‌سوزی عاملی شایع، ویرانگر و فاجعه‌آمیز در بسیاری از اکوسیستم‌های مرتعی است که نقش اکولوژیکی بسیار مهمی دارد و می‌تواند تنوع و ترکیب گونه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. منطقه کوهستانی فریزی که در شمال غربی رشته کوه‌های بینالود در شمال شرق ایران واقع شده است، دربرگیرنده ویژگی‌های خاص اقلیمی و جغرافیایی بوده و زیستگاهی مناسب برای گونه‌های مختلف گیاهی است. هدف از این پژوهش بررسی تاثیرات آتش‌سوزی بر فلور، شکل زیستی، فرم رویشی، کلاس سنی گیاهان، تنوع و غنای گونه‌ای است. برای بررسی وقوع آتش‌سوزی، زمان پس از آخرین آتش‌سوزی در هر سایت با راهنمایی کارشناسان و مردم محلی منطقه فریزی مشخص شد. سایت‌های همگن اکولوژیک از آتش‌سوزی‌های دو سال اخیر (یک سایت با وقوع آتش‌سوزی در دو سال گذشته) و (دو سایت با وقوع آتش سوزی در ۱۱ و ۲۱ سال گذشته) و یک سایت شاهد (بدون آتش‌سوزی) با شرایط اکولوژیک مشابه انتخاب شد. سپس، به منظور ارزیابی پوشش گیاهی طی فصل‌های رویشی بهار و تابستان ۱۴۰۱، درون هر سایت با روش سیستماتیک-تصادفی دو ترانسکت به طول ۵۰ متر به شکل حرف T در طول و عرض دامنه (یک ترانسکت در طول دامنه و یک ترانسکت در عرض دامنه) ایجاد شد و بر روی هر کدام ۶ پلات (کوادرات) یک متر مربعی قرار گرفت. در هر سایت ۱۲ پلات و در مجموع ۴۸ پلات مستقر شد. ویژگی‌های فلوریستیک و شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای اندازه‌گیری شدند. در مجموع تعداد ۶۸ گونه گیاهی، متعلق به ۱۹ تیره شناسایی شدند. تروفیت‌ها (۳۶ درصد) و همی‌کریپتوفیت‌ها (۳۰ درصد) شکل‌های زیستی غالب در این منطقه هستند. فراوانی کاموفیت‌ها (۱۵ درصد) و فانروفیت‌ها (۱۲ درصد) در درجه بعدی قرار دارند. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه نشان‌داد که فاکتور زمان پس از آتش‌سوزی به طور معناداری باعث تغییرات تنوع در بین سایت‌ها شده است تغییرات تنوع با فاکتور زمان همبستگی بالایی دارد. غنای گونه‌ای در سایت ۱۱ سال بیشترین است و غنای گونه‌ای در سایت دو سال از سایت ۲۱ سال کمی بیشتر است اما برای شاخص q1 سایت دو سال و ۲۱ سال به هم نزدیک بوده و بیشترین مقدار تنوع در سایت ۱۱ سال است که نشان می‌دهد تنوع در فواصل زمانی متوسط بیشترین است. آتش‌سوزی در بلندمدت باعث افزایش فورب‌های چندساله، بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها شده است. بنابراین با توجه به میزان بارندگی و پتانسیل اکولوژیک منطقه، آتش‌سوزی به عنوان راهکار اجرایی جهت بهبود پوشش گیاهی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **آتش، اعداد هیل، شکل زیستی، غنای گونه‌ای، فرم رویشی**

مقدمه

آتش‌سوزی از پدیده‌هایی است که معمولاً در اکثر نقاط جهان اتفاق می‌افتد و می‌تواند ناشی از عوامل طبیعی و انسانی باشد، (Ardakani, 2009; Maleki et al, 2020). دگرگونی‌های ایجاد شده در اثر آن، پیامدهای اکولوژیک، محیطزیستی، اجتماعی-اقتصادی و اقلیمی فراوانی دارد (Liu et al, 2010; Rodrigues et al, 2013; Liu et al, 2020; Azizi et al, 2020). در دهه‌های اخیر، رخداد آتش‌سوزی‌های کنترل‌نشده در دنیا افزایش چشم‌گیری داشته است (Oliveira et al, 2021)،

*نویسنده مسئول: mjankju@um.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

به‌طوریکه ساتندرا و کائوشیک (Satendra and Kaushik, 2014) با بررسی آمار آتش‌سوزی ۶۴ کشور در دنیا، گزارش کردند که بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ به‌طور میانگین سالانه ۴۸۷۰۰۰ رخدادآتش‌سوزی در اکوسیستم‌های طبیعی ثبت شده است.

آتش‌سوزی یک پدیده کاتاستروفیک (آشفتگی ناگهانی یا وقایع ناگهانی) است که باعث تغییرات ساختاری در پوشش گیاهی می‌شود (حیرانی و همکاران، ۱۴۰۱). طیف گسترده‌ای از مطالعات نشان می‌دهد که آتش به طور قابل توجهی بر تنوع زیستی گیاهان، ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های مرتعی تأثیر می‌گذارد (Bashirzadeh et al, 2023; Omidipour et al., 2021; Bowman et al., 2016; Hurteau et al., 2014; Pausas & Ribeiro, 2013). به عنوان مثال، آتش می‌تواند تغییرات قابل توجهی در ترکیب گونه‌ها و غنای گونه‌ای از طریق کاهش اثرات رقابتی برخی از گیاهان چوبی مانند درختچه‌ها ایجاد کند. بنابراین وقوع آتش‌سوزی در زمان‌های کوتاه مدت ممکن است فراوانی علف‌های یکساله و چند ساله را افزایش دهد (Bahalkeh et al., 2021). پس از آتش‌سوزی، گیاهان بوته‌ای و خشبی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته و فضای مناسب برای رشد و گسترش گیاهان زیر اشکوب که اغلب گندمیان هستند، فراهم می‌شود؛ به‌طوریکه در سال‌های بعد از آتش‌سوزی، گندمیان چندساله گسترش پیدا می‌کنند (Guevara et al, 1999; Busses et al, 2000; Laughline et al, 2004). لذا آتش را می‌توان به عنوان متغیری بازدارنده در دینامیسم تکاملی اکوسیستم به سوی کلیماکس دانست. غالب‌شدن گندمیان را می‌توان به عنوان بستری مناسب جهت بروز و تکرار آتش‌سوزی معرفی کرد (Shokri et al, 2002). برخی شواهد نشان می‌دهند که علاوه بر تغییرات ترکیب گونه‌ها، ویژگی‌های عملکردی مانند شکل زندگی، ارتفاع گیاه، سطح برگ خاص، محتوای کربن و نیتروژن برگ در طول وقوع آتش‌سوزی تغییر می‌کنند (Abedi et al, 2022).

رژیم‌های آتش‌سوزی اختلالات طبیعی عمده‌ای هستند که بر جوامع گیاهی و اکوسیستم‌ها تأثیرات مثبت و منفی بسیاری می‌گذارند (Bowd et al. 2018). به عنوان مثال نقی‌پور برج و همکاران (۱۴۰۱)، به بررسی پاسخ جوانه‌زنی گراس‌ها و فورب‌های یکساله و چندساله به محصولات آتش در مراتع نیمه‌استپی و تغییرات درصد پوشش گونه‌های مورد مطالعه یک سال پس از آتش سوزی در عرصه پرداختند. نتایج نشان‌داد که از بین هشت گونه مورد بررسی، گونه‌های *Heteranthelium piliferum* و *Taeniatherum crinitum* نسبت به آتش‌سوزی سازگار بوده و آتش‌سوزی یکساله به صورت معنی‌داری سبب افزایش درصد پوشش این دو گونه شده است. اسدیان و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی اثر آتش‌سوزی بر برخی شاخص‌های تنوع زیستی و تعیین گونه‌های مقاوم به آتش در مراتع سولان شهر همدان پرداختند. نتایج نشان‌داد، گونه‌هایی مانند گون زرد، گون سفید و چوبک به آتش‌سوزی حساس هستند و گونه‌هایی مانند ورک به دلیل وجود ریشه‌های ریزومی و زیرزمینی گسترده نسبت به آتش سوزی بسیار مقاوم هستند. همچنین آتش‌سوزی در سال اول سبب تغییر در تنوع گیاهی منطقه آتش‌سوزی شد. در سالهای دوم و سوم اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های تنوع مشاهده نشد که نشان‌دهنده احیای این منطقه، دو سال پس از آتش‌سوزی بود. املشی و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات کمی پوشش‌های گیاهی و تعیین گونه‌های مقاوم به آتش در مراتع مشجر کرماک شهرستان رودبار گیلان پرداختند. نتایج همچنین ضمن اثر کوتاه مدت آتش بر صفات مورد مطالعه مشخص نمود که گونه‌هایی چون *Trachynia distachya* و *Arenaria serpyllifolia* از جمله گونه‌های مقاوم و گونه‌های *Ziziphora capitata* و *Vinca herbacea* از گونه‌های حساس به آتش‌سوزی در مرتع کرماک هستند. بنی‌هاشمی و نقی‌پور برح (۱۳۹۹)، به بررسی تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهان در اثر آتش سوزی در مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. تایج نشان‌داد که صفات گیاهی همچون ارتفاع گیاه، تولید، شاخص سطح برگSLA ، مساحت و وزن خشک برگ، درصد ترکیب گونه های گندمی، علفی و بوته ای، درصد ترکیب گیاهان با خوشخوراکی کلاس II وIII ، درصد ترکیب گونه های با اشکال زیستی همی کریپتوفیت و کامفیت در دو منطقه آتش سوزی و شاهد اختلاف معنی داری داشتند. غلامی و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر تغییرات ترکیب، تنوع زیستی و گروه‌های عملکردی در مراتع نیمه استپی زاگرس جنوبی پرداختند. نتایج نشان‌داد که ۱۷ گونه منحصراً در منطقه آتش سوزی، ۱۴ گونه منحصراً در منطقه شاهد و ۳۷ گونه مشترک بین

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

دو منطقه یافت شدند. ۲۱ گونه از نظر درصد تاج پوشش پاسخ معنی‌داری به آتش داشتند. آتش‌سوزی در منطقه باعث افزایش شاخص تنوع سیمپسون و شانون و شاخص غنای مارگالف شد. همچنین درصد تاج پوشش گیاهان یکساله، چند ساله، علف‌ها، فورب‌ها، تروفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها، همی کریپتوفیت‌ها و کامافیت‌ها نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. نبی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی اثر آتش‌سوزی و محصولات آن بر شکل‌های زیستی و کلاس‌های خوشخوراکی بانک بذر خاک مراتع نیمه استپی کرسنک، استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج نشان‌داد تروفیت‌ها در بانک بذر خاک و کامفیت‌ها در پوشش سطحی فراوان‌ترین شکل زیستی را تشکیل دادند. درصد فراوانی نسبی کلاس خوش خوراکی IIIدر اثر آتش‌سوزی افزایش معنی‌داری در بانک بذر خاک داشت، اما آتش‌سوزی در پوشش سطحی باعث کاهش معنی دار درصد فراوانی کلاس خو ش خوراکی III شد.

آتش‌سوزی در مراتع اخیراً به موضوعی جالب برای اکولوژیست‌ها تبدیل شده است و پایان نامه‌ها و مقالاتی هم دراین زمینه به رشته تحریر درآمده است. در این راستا پژوهش حاضر به بررسی توالی زمانی پوشش گیاهی پس از وقوع آتش‌سوزی در دوره‌های یک تا ۲۰ ساله و بررسی ارتباط بین تغییرات شاخص تنوع گیاهی و تغییرات فلور گیاهان در طی زمان پس از وقوع آتش‌سوزی می‌پردازد. همچنین تحقیق حاضر به دنبال یافتن پاسخ به سوالات زیر است: آیا آتش‌سوزی بطور کلی برای ترکیب فلوریستیکی گیاهان اصلی مرتعی یعنی گراس‌ها و فورب‌های جندساله در منطقه مفید یا مضر بوده؟ به‌طور کلی آیا آتش‌سوزی برای منطقه توصیه می‌شود؟ اگر آتش‌سوزی‌های هر دو سال یا هر ۱۰ و ۲۱ سال اتفاق بیافتد برای کدام شاخص‌های گیاهی مفید یا مضر است؟ چه توصیه مدیریتی برای کاهش آتش‌سوزی‌های مضر در مرتع است؟ محدودیت‌های این پژوهش چه بوده و چه پژوهش‌هایی برای رفع این محدودیت‌ها پیشنهاد می‌شود؟

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل بوته‌زارها و علفزارهای نیمه استپی (semi-steppe grasslands) منطقه فریزی واقع در شمال شرقی ایران (بین '25 °36 تا '33 °36 دقیقه شمالی و '51 °58 تا '04 °59 دقیقه شرقی) است. ارتفاع از ۱۴۰۰ متر تا ۳۰۰۰ متر متغیر است که معمولاً از جنوب به شمال افزایش می‌یابد (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه از ۲۳۰ میلی متر تا ۳۴۰ میلی متر با آب و هوای نیمه خشک سرد بر اساس روش آمبرژه متغیر است. فصل باران از پاییز (اواخر اکتبر) تا اوایل بهار و میانگین دمای سالانه ۷.۵ درجه سانتی گراد است (Memariani et al, 2009). مقادیر ارتفاع، بارندگی و دما از مجموعه داده WorldClim در وضوح ۳۰ اینچی به دست آمد (Hijmans et al, 2005). اجتماعات گیاهی معمولا تحت پوشش گیاهان علفی[2] و بوته‌ای‌ها[3] هستند.

معرفی سایت‌های مورد مطالعه

برای بررسی وقوع آتش‌سوزی، زمان پس از آخرین آتش‌سوزی برای هر سایت را از عکس‌های هوایی و اطلاعات زمان آتش‌سوزی ثبت شده توسط کارشناسان و مردم محلی منطقه فریزی استخراج شد. سایت‌های مورد مطالعه در دامنه‌های رو به شمال قرار گرفتند و شکل‌گیری زمین‌شناسی آنها بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی که نشان‌دهنده ترکیب این مکان‌ها از ماسه‌سنگ، شیل و کنگلومرا با مارن و سنگ آهک است، یکسان بود (Memariani et al, 2006).

سایت‌های همگن اکولوژیک (همه سایت‌ها در یک منطقه و یک ذخیره‌گاه گونه‌ای مشابه دارند) از آتش‌سوزی‌های دو سال اخیر (یک سایت با وقوع آتش‌سوزی در دو سال گذشته) و آتش‌سوزی‌های چندسال گذشته (دو سایت با وقوع آتش‌سوزی در ۱۱ و ۲۱ سال گذشته) و یک سایت شاهد (بدون آتش‌سوزی) با شرایط اکولوژیک مشابه انتخاب شد (جدول ۱).

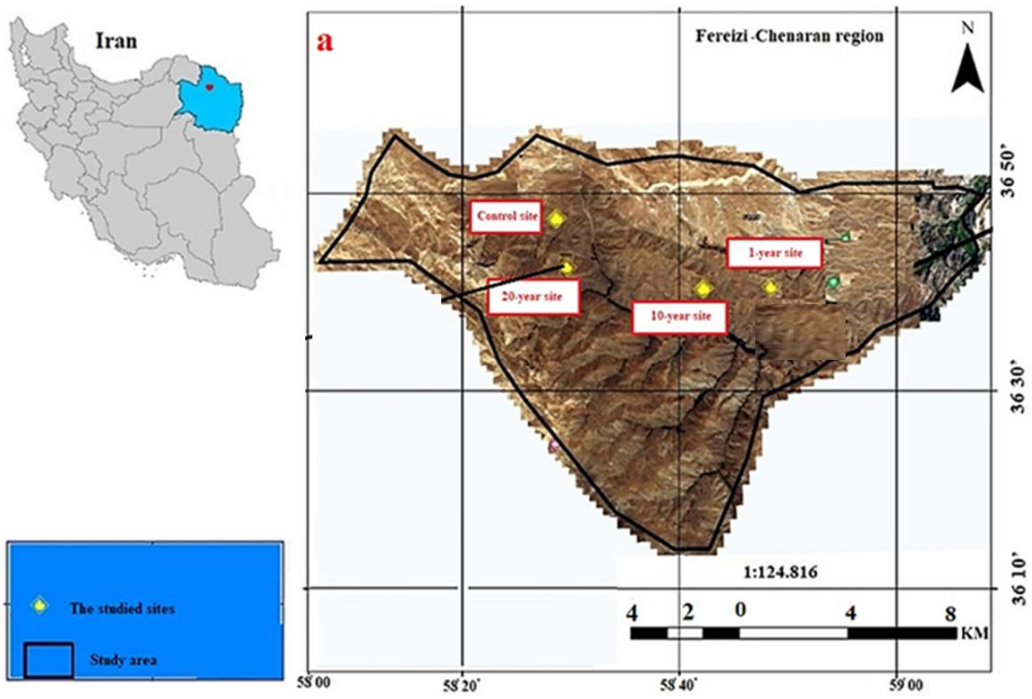
شدت آتش‌سوزی برای هر سایت بر اساس طبقه‌بندی‌های برآورد شد که شدت آتش‌سوزی بر اساس برخی شاخص‌های خاص محاسبه شد. این شاخص‌های خاص عبارتند از: ۱) آتش‌سوزی آشکار، ۲) پوشش علفی و ۳) درصد بوته‌ای‌ها، علفی‌ها و درختان سوخته‌شده (Heidary et al, 2017). در سایت دو ساله متوجه آتش‌سوزی زمین و سوزاندن اندام‌های پایین درخت شدیم. گیاهان علفی و برخی از بوته‌ای‌ها سوخته‌شده بودند. بین

[2]Herbaceous plants

[3]Shrubs

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

٪۲۵ تا ٪۳۰ از بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها سوخته‌شده بودند. این مشاهدات برای سایر محل‌های سوخته توسط کارکنان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان گلبهار ثبت شده است. در نهایت، در سایت شاهد هیچ گونه شواهدی مبنی بر سوخته‌شدن پوشش گیاهی در اثر آتش‌سوزی وجود نداشت و هیچ گونه زغالی روی ساقه درختان مشاهده نشد. بر اساس چنین شواهدی، همه مکان‌های سوخته سطح متوسط آتش را نشان می‌دهند. و بنابراین فقط بر ارزیابی اثرات زمان‌های پس از آخرین آتش‌سوزی بر فلور، شکل زیستی، تنوع و غنای گونه‌ای تمرکز شد. لذا تاکید می‌گردد که که شدت آتش‌سوزی متوسط رو به بالا گزارش شده است.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- ویژگی‌های سایت‌های مورد مطالعه: طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی، ارتفاع، بارش و زمان از آخرین آتش‌سوزی

سایت‌های مطالعه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	بارش (میلی متر)
سایت ۲ سال	58° 50'	36° 43'	2027	300
سایت ۱۱ سال	58° 43'	36° 33'	2062	302
سایت ۲۱ سال	58° 30'	36° 40'	2220	310
شاهد	58° 28'	36° 47'	2723	327

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در طی فصل‌های رویشی بهار و تابستان در سال ۱۴۰۱ صورت گرفت. برای تعیین تعداد ترانسکت، طول ترانسکت و تعداد و ابعاد پلات از روش ویتاکر و سطح حداقل با توجه به توپوگرافی، طول دامنه، تیپ پوشش گیاهی، ترکیب و تنوع گونه‌ای استفاده شد. دو ترانسکت عمود بر هم انتخاب شد تا در دو جهت طولی و عرضی نمونه باشد و تعداد پلات‌های روی آن با توجه به وسعت هر سایت و تعداد گونه‌های موجود در آن با روش منحنی سطح به گونه تعیین شد. بنابراین در هر سایت شش پلات روی هر ترانسکت و مجموع ۱۲ پلات ۵×۵ (۲۵ متر مربعی) برای درختچه‌ای‌ها و در داخل آن پلات ۱×۱ (یک متر مربعی) برای گیاهان یکساله مستقر شد. ریختار اصلی پوشش گیاهی منطقه فریزی از گراس‌ها و درختچه‌ها به شکل مناظر بوته‌زار نیمه‌خشک تشکیل شده است. گونه‌های گیاهی غالب سایت‌ها عبارتند از:

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

Lonicera nummulariifolia Jaub. & Spach. (Caprifoliaceae), Elymus hispidens (Opiz) Melderis (Poaceae), Phlomis cancellata Bunge (Lamiaceae), Juniperus polycarpos K. Koch (Cupressaceae), Cotoneaster nummularius Lindl. (Rosaceae), Poa bulbosa L. (Poaceae), Taeniatherum caput-medusae (L.) Nevski (Poaceae) and Astragalus verus Olivier. (Fabaceae).

شناسایی گیاهان: گیاهان آوندی در هر پلات به صورت کامل جمع‌آوری و به وسیله روزنامه و تخته پرس خشک شده، برای شناسایی به هرباریوم دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد منتقل و با کمک منابع فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1963-2015)، فلور رنگی ایران، فلور ایران (Assadi et al., 1988-2021)، کروموفیت‌های ایران (Ghahreman, 1994)، رستنی‌های ایران، فرهنگ نام‌های ایران، و رده‌بندی گیاهی شناسایی شدند. در هر پلات درصد تاج پوشش هر گونه‌های گیاهی با استفاده از مقیاس براون بلانکه اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین فراوانی گونه‌های گیاهی نیز یادداشت شد.

شکل زیستی (Life forms): برای طبقه‌بندی شکل‌های زیستی گیاهان روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آنها، شکل زیستی رانکایر (Raunkiaer, 1934) است. فرم رویشی رانکایر یکی از مشهور ترین روش‌های فیزیونومیک توصیف پوشش گیاهی است (Raunkiaer, 1934) وی یک طیف زیستی را بر پایه ارتفاع جوانه‌های تجدیدشونده در بالای سطح زمین طراحی کرد که شامل بخش‌های است که گیاه رشد رویشی خود را در فصل مناسب بعد آغاز می‌کند (مصداقی و عرفانیان، ۱۴۰۰). گروه‌های اصلی سیستم طبقه‌بندی شکل زیستی شامل: فانروفیت‌ها (Ph)، کامفیت‌ها (Ch)، همی‌کریپتوفیت‌ها (He)، کریپتوفیت‌ها (Cr) و تروفیت‌ها (Th) است (Raunkiaer, 1937). مشخص نمودن طیف شکل‌های زیستی گیاهان در یک منطقه، ابزاری برای پایش سریع وضعیت اقلیمی و سلامت اکوسیستم است (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۴).

کوروتیپ (Chorology): کوروتیپ هر تاکسون براساس داده‌های پراکندگی هر گونه (تقسیم‌بندی نواحی رویشی) با استفاده از منابع فلوری مختلف تعیین شد (Leonard, 1998; Akhani, 1998; Memariani et al, 2016a, ; Memariani et al, 2016b).

تغییرات فرم‌های رویشی (Growth form): اجتماعات گیاهی مراتع مرکب از انوع فرم‌های رویشی هستند که برای جذب رطوبت از اعماق خاک در فصول مختلف و با سرعت‌های متفاوت سازگار شده‌اند. انواع فرم‌های رویشی از نظر مورفولوژی و ریشه ثبت گردید: گندمی یکساله (Annual Grass)، گندمی چندساله (Perennial Grass)، گیاهان علفی (Forb)، بوته‌ای و درختچه‌ای (Shrubs) است (مصداقی، ۱۳۹۴).

کلاس سنی گیاهان: سن گیاهان به سه گروه یکساله ، دوساله و چندساله تقسیم‌بندی شد.

بسامد (فرکانس) یا تواتر: بسامد به معنای درجه احتمال وجود افراد جمعیت یک گونه گیاهی در تمامی سطح جامعه است. برای اندازه‌گیری این صفت کوادرات‌هایی به‌طور تصادفی در محدوده مورد بررسی مستقر شده و وجود هر گیاه در آن آماربرداری می‌شود. بدیهی است در اینجا تعداد افراد داخل هر کوادرات مطرح نیست، بلکه همین لندازه که افراد یک گونه در یک کوادرات مشاهده شوند (به هر تعداد)، کوادرات جزو آمار کوادرات‌های دارای گونه به‌حساب می‌آید.

تنوع و غنای گونه‌ای: تنوع زیستی به صورت اندازه‌گیری غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌های نادر و تنوع گونه‌های غالب در هر پلات با استفاده از اندازه‌گیری RoaQ و اندازه‌گیری اعداد هیل q=0، q=1 و q=2 بررسی شد. Q=0 غنای گونه‌ای یا همان تعداد گونه‌ها در هر پلات q = 1 اندازه‌گیری تنوع بر مبنای گونه‌های نادر و q= 2 اندازه‌گیری تنوع بر مبنای فراوانی گونه‌های غالب اندازه گیری شد (Chao et al., 2014). اعداد هیل پنج مزیت متمایز نسبت به سایر شاخص‌های تنوع ارائه می‌دهند. اول، اعداد هیل از یک اصل تکرار شهودی یا خاصیت دو برابری تبعیت می‌کنند. اگر دو مجموعه کاملاً متمایز (یعنی هیچ گونه مشترکی) دارای توزیع فراوانی نسبی یکسان باشند و مجموعه‌ها با وزن‌های مساوی ترکیب شوند، عدد هیل دو برابر می‌شود. مزیت دوم اعداد هیل این است که همه آنها در واحدهای تعداد مؤثر گونه‌ها بیان می‌شوند: تعداد گونه‌هایی که به همان اندازه فراوان هستند که برای نشان دادن همان ارزش اندازه‌گیری تنوع مورد نیاز است. سوم، شاخص‌های تنوع کلیدی، از جمله آنتروپی شانون و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

شاخص جینی سیمپسون ، می‌توانند با تبدیل‌های جبری ساده به اعداد هیل تبدیل شوند. چهارم، اعداد هیل را می‌توان به طور موثر تعمیم‌داد تا تنوع گونه‌ای، فیلوژنتیکی و عملکردی را در برگیرد و در نتیجه چارچوبی واحد برای اندازه‌گیری تنوع زیستی فراهم کند. پنجم، در مقایسه مجموعه‌های چندگانه، ارتباط مستقیمی بین اعداد هیل و شباهت (یا تمایز) ترکیبی گونه‌ها در میان مجموعه‌ها وجود دارد (Chao and Jost, 2012; Chao et al., 2014).

معادله کلی اعداد هیل عبارت است از:

$$N_A=\sum_{i=1}^{S}(p_i)^{(1/(1-A))}$$

که در آن:

NA : عدد تنوع یا درجات A ام تنوع

Pi: نسبتی از افراد (یا بیومس و غیره) که به گونه i تعلق دارند.

A: درجه عدد (A=0, 1, 2, ...)

نتایج

در مجموع تعداد ۶۸ گونه گیاهی، متعلق به ۱۹ تیره شناسایی شدند. براساس آنالیز داده‌های فلوریستیک، تیره‌های گندمیان (Poaceae)، کاسنیان (Asteraceae)، نعنائیان (Lamiaceae) و چتریان (Apiaceae) به ترتیب بیشترین گونه‌ها را دارند (شکل ۲). بیشترین تعداد گونه به ترتیب در سایت‌های ۲۱ سال، ۱۱ سال، دو سال و شاهد مشاهده شد (شکل ۳). تروفیت‌ها (۳۶ درصد) و همی‌کریپتوفیت‌ها (۳۰ درصد) شکل‌های زیستی غالب در این منطقه هستند. فراوانی کاموفیت‌ها (۱۵ درصد) و فانروفیت‌ها (۱۲ درصد) در درجه بعدی قرار دارند (شکل ۴). بیشترین فراوانی حضور شکل‌های زیستی تروفیت‌ها، همی‌کریپتوفیت‌ها و ژئوفیت‌ها به ترتیب در سایت‌های ۱۱ سال، شاهد و دوسال است. شکل‌های زیستی کاموفیت‌ها و فانروفیت‌ها در سایت ۲۱ سال بیشترین فراوانی حضور را داشتند. شکل زیستی ژئوفیت ر سایت ۲۱ سال حضور نداشت. (شکل ۵). از بین گونه‌های منطقه مورد مطالعه، ۶۷/۱۶ درصد به عناصر رویشی ایرانو-تورانی، ۱۳/۴۳ درصد به عناصر سه ناحیه‌ای و ۱۳/۴۲ درصد به عناصر دو ناحیه‌ای تعلق دارند (شکل ۶). گیاهان یکساله به‌ترتیب در سایت‌های آتش‌سوزی ۱۱ سال، ۲۱ سال و دوسال بیشترین فراوانی را داشتند و کمترین حضور در مرتع فاقد آتش‌سوزی بود و گیاهان چندساله در مرتع شاهد بیشترین فراوانی حضور را داشتند (شکل ۷).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

جدول۲- فهرست گونه‌های گیاهی همراه با نام تیره، شکل زیستی، فرم رویشی، کلاس سنی، پراکنش جغرافیایی و بسامد (وفور) آنها. علائم اختصاری: تروفیت (Th)، ژئوفیت (Ge)، فانروفیت (Ph)، همی‌کریپتوفیت (He) و کامفیت (Ch)/ ایرانو-تورانی (IT)، سه ناحیه‌ای (Tri-Regional) شامل IT-ES-M، دو ناحیه‌ای (Bi-regional) شامل IT-ES، IT-SS و IT-M و ناحیه جهان وطنی/ A= یکساله، P= چندساله، B=دوساله

گونه	خانواده	شکل زیستی	فرم رویشی	سن	کوروتیپ	وفور در هر سایت			
						2y	11y	21y	C
Taeniatherum caput-medusae (L.) Nevski	Poaceae	Th	Grass	A	IT-M	۰/۲	۰/۲۷	۰	۰/۰۴
Rumex tianschanicus Los.-Losinsk.	Polygonaceae	G.r	Forb	P	IT	۰/۰۴	۰/۱۳	۰	۰
Hordeum murinum L. subsp. leporinum (Link) Arcang.	Poaceae	Th	Grass	A	IT-M	۰/۰۴	۰	۰	۰
Veronica hederifolia L.	Scrophulariaceae	Th	forb	A	IT-ES-M	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۲۳	۰
Bromus tectorum L.	Poaceae	Th	Grass	A	PL	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۱	۰/۲۹
Arctium lappa L.	Asteraceae	He	Forb	P	IT-ES	۰/۰۴	۰	۰	۰
Eremurus luteus Baker	Liliaceae	G.r	Forb	P	IT	۰/۱۲	۰/۱۳	۰	۰/۱۲
Rosa beggeriana Schrenk	Rosaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۶
Eremurus spectabilis M.Bieb.	Liliaceae	G.r	Forb	P	IT	۰/۱۲	۰/۰۴	۰	۰
Elymus hispidus (Opiz.) Melderis subsp. hispidus	Poaceae	He	Grass	P	IT-ES-M	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶۸	۰/۶۶
Phlomis cancellata Bunge	Lamiaceae	He	Forb	P	IT	۰/۵۸	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۱۲
Poa bulbosa L.	Poaceae	He	Grass	P	IT-ES-M	۰/۴۱	۰/۲۲	۰/۱۳	۰
Silene brahuica Boiss.	Caryophyllaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰
Alyssum meniocoides Boiss. synonym of: *Meniocus meniocoides* (Boiss.) Hadač & Chrtek	Brassicaceae	Th	Forb	A	IT	۰/۱۶	۰/۱۳	۰	۰
Salvia ceratophylla L. synonym of: *Salvia verbenaca* L.	Lamiaceae	He	Forb	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰
Verbascum cheiranthifolium Boiss	Scrophulariaceae	He	Forb	B	IT	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۰۸
Bunium persicum (Boiss.) B.Fedtsch. synonym of: *Elwendia persica* (Boiss.) Pimenov & Kljuykov	Apiaceae	G.t	Forb	P	IT	۰/۱۲	۰	۰	۰

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

ادامه جدول ۲

گونه	خانواده	شکل زیستی	فرم رویشی	سن	کوروتیپ	وفور در هر سایت			
						2y	11y	21y	C
Lactuca serriola L.	Asteraceae	He	Forb	P	IT-ES-M	۰/۱۶	۰/۴	۰	۰/۰۴
Scandix stellata Banks & Sol.	Apiaceae	Th	Forb	A	IT-M	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۲	۰
Polygonum aviculare L.	Polygonaceae	Th	Forb	A	Cosm.	۰/۰۴	۰	۰/۱	۰
Viola occulta Lehm.	Violaceae	Th	Forb	A	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰
Lappula microcarpa (Ledeb.) Gürke	Asteraceae	Th	Forb	B	IT	۰/۰۸	۰/۱۸	۰	۰/۰۸
Lonicera nummulariifolia Jaub. & Spach	Caprifoliaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۱۲
Cymbolaena griffithii (A.Grey) Wagenitz synonym of: *Filago griffithii* (A.Gray) Andrés-Sánchez & Galbany	Asteraceae	Th	Forb	A	IT	۰/۰۸	۰	۰	۰
Perovskia abrotanoides Karel.	Lamiaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۰۲	۰
Cousinia freynii Bornm. & Sint	Asteraceae	He	Forb	P	IT	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۷	۰
Valerianella tuberculata (Boiss.) Christenh. & Byng	Valerianaceae	Th	Forb	A	IT	۰/۰۴	۰/۲۷	۰	۰
Papaver dubium L.	Papaveraceae	Th	Forb	A	PL	۰/۰۴	۰/۳۶	۰	۰
Serratula latifolia Boiss. synonym of: *Klasea latifolia* (Boiss.) L.Martins	Asteraceae	He	Forb	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰
Stipa arabica Trin. & Rupr.	Poaceae	He	Grass	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰/۲۵
Eremurus spectabilis M.Bieb.	Liliaceae s.l.	G.r	Forb	P	IT	۰/۰۸	۰/۱۳	۰	۰
Bromus danthoniae Trin.	Poaceae	Th	Grass	A	IT	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۲
Astragalus basineri Trautv.	Fabaceae	He	Shrub	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰
Melica persica Kunth subsp. canescens (Regel) P.H.Davis	Poaceae	He	Grass	P	IT	۰/۰۴	۰	۰	۰/۰۴
Scandix aucheri Boiss.	Apiaceae	Th	Forb	A	IT-ES	۰	۰/۱۳	۰/۰۲	۰
Callipeltis cucullaria (L.) DC.	Rubiaceae	Th	Forb	A	IT-M	۰	۰/۲۷	۰/۰۵	۰
Galium aparine L.	Rubiaceae	Th	Forb	A	PL	۰	۰/۲۷	۰	۰

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

ادامه جدول ۲

گونه	خانواده	شکل زیستی	فرم رویشی	سن	کوروتیپ	وفور در هر سایت			
						2y	11y	21y	C
Pennisetum orientale Rich.	Poaceae	He	Grass	P	IT-SS	۰	۰/۱۳	۰	۰
Ceratocephala falcata (L.) Pers.	Ranunculaceae	Th	Forb	A	IT-ES-M	۰	۰/۱۳	۰	۰
Ziziphora tenuior L.	Lamiaceae	Th	Forb	A	IT	۰	۰/۱۳	۰/۰۵	۰
Cotoneaster nummularius Fisch. & C.A.Mey.	Rosaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۱۲
Artemisia khorassanica Podl.	Asteraceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰/۰۹	۰	۰
Bromus pseudodanthoniae Drobov	Poaceae	Th	Grass	A	IT	۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰
Acantholimon erinaceum (Jaub. & Spach) Lincz.	Plumbaginaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰/۱۸	۰	۰/۲
Acanthophyllum glandulosum Bunge ex Boiss.	Caryophyllaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۰
Eryngium bungei Boiss.	Apiaceae	He	Forb	P	IT	۰	۰/۰۴	۰/۱	۰
Hypericum scabrum L.	Hypericaceae	He	Forb	P	IT	۰	۰/۰۴	۰	۰
Scabiosa olivieri Coult.	Dipsacaceae	Th	Forb	A	IT	۰	۰/۰۴	۰	۰
Artemisia kopetdaghensis Krasch., Popov & Lincz. ex Poljakov	Asteraceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۲۳	۰/۴۵
Colutea buhsei (Boiss.) Shapar.	Fabaceae	Ph	Shrub	P	IT-ES	۰	۰	۰/۱۵	۰
Androsace maxima L.	Primulaceae	Th	Forb	A	IT-ES-M	۰	۰	۰/۰۲	۰
Minuartia meyeri (Boiss.) Bornm.	Caryophyllaceae	Th	Forb	A	IT	۰	۰	۰/۰۲	۰
Cerasus microcarpa (C.A.Mey.) Boiss. subsp. *microcarpa*	Rosaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۱۸	۰
Astragalus verus Oliver	Fabaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۲۸	۰/۲۵
Amygdalus spinosissima Bunge. subsp. *turcomanica* (Lincz.) Browicz	Rosaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۰۵	۰
Galium humifusum M. Bieb.	Rubiaceae	He	Forb	P	IT-M	۰	۰	۰/۰۵	۰
Filago arvensis L.	Asteraceae	Th	Forb	A	IT-ES-M	۰	۰	۰/۰۲	۰
Ziziphora clinopodioides Lam.	Lamiaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۰۵	۰

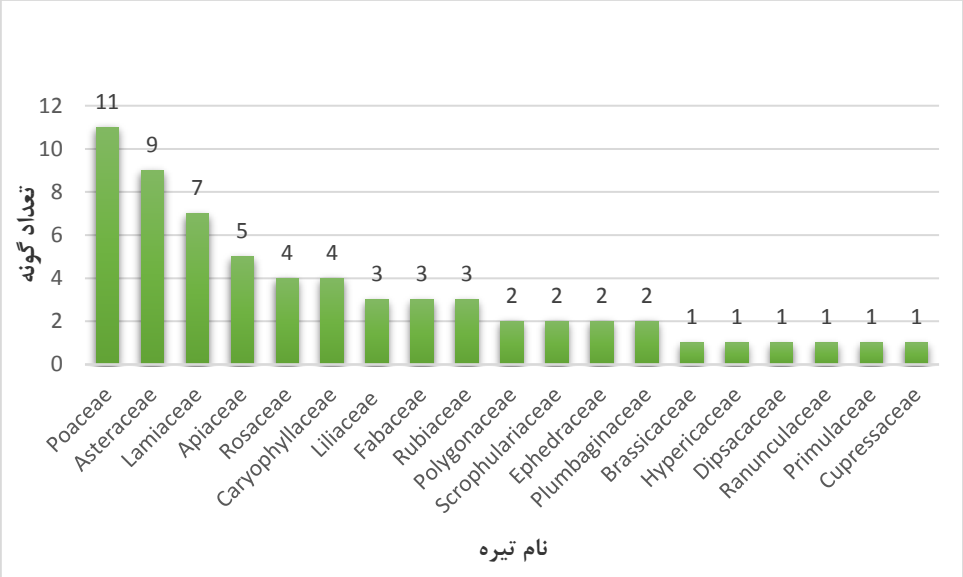
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

ادامه جدول ۲

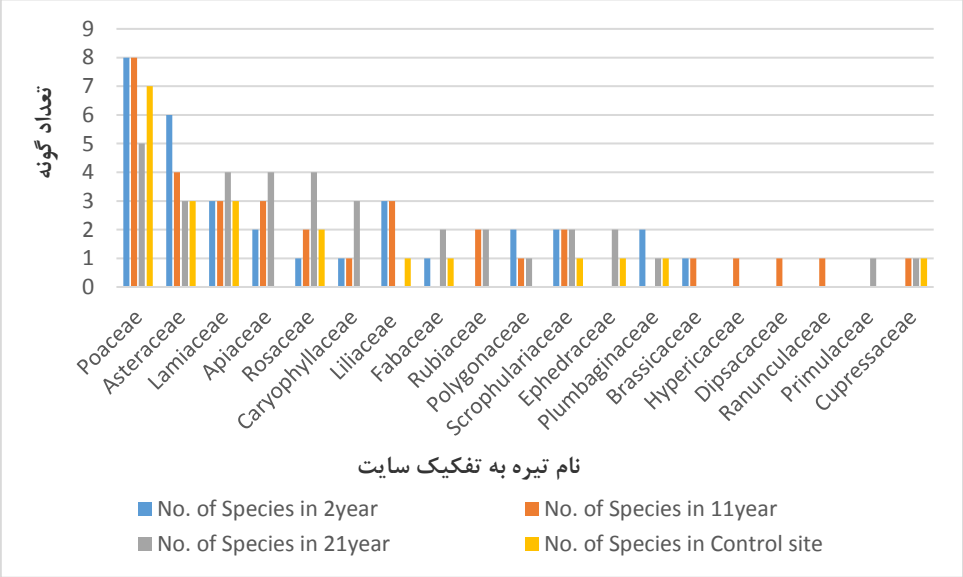
گونه	خانواده	شکل زیستی	فرم رویشی	سن	کوروتیپ	وفور در هر سایت			
						2y	11y	21y	C
Ephedra intermedia Schrenk & C.A.Mey.	Ephedraceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۵
Ferula ovina (Boiss.) Boiss.	Apiaceae	He	Forb	P	IT	۰	۰	۰/۰۵	۰
Arenaria leptoclados (Rchb.) Guss.	Caryophyllaceae	Th	Forb	A	IT-ES-M	۰	۰	۰/۰۷	۰
Ephedra major Host	Ephedraceae	Ph	Shrub	P	IT-ES-M	۰	۰	۰/۰۲	۰
Acantholimon pterostegium Bunge	Plumbaginaceae	Ch	Shrub	P	IT	۰	۰/۰۴	۰/۰۵	۰
Salvia chloroleuca Rech. f. & Aell.	Lamiaceae	He	Forb	P	IT	۰	۰	۰	۰/۱۶
Marrubium anisodon K.Koch	Lamiaceae	He	Forb	P	IT	۰	۰	۰	۰/۰۸
Arrhenatherum kotschyi Boiss.	Poaceae	He	Grass	P	IT	۰	۰/۰۴	۰	۰/۰۸
Juniperus polycarpos M. Bieb.	Cupressaceae	Ph	Shrub	P	IT	۰	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۸

Abbreviations as text and Figures: Age of plants: (A: Annual, B: Biennial or P: Perennial), Growth form: (Shrub, Grass and Forb), Life form spectrum: (Ph: Phanerophytes, Ch: Chamaephytes, He: Hemicryptophytes, G: Geophytes, Th: Therophytes) and Frequency.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

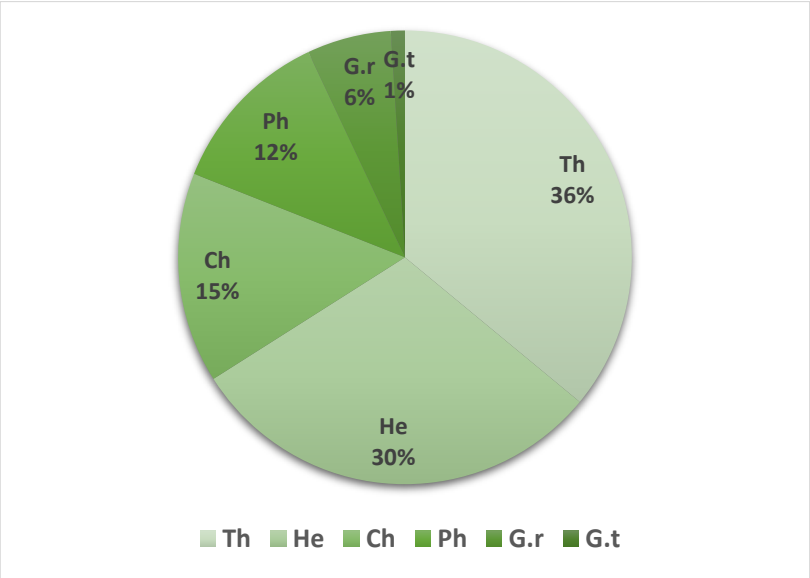


شکل ۲- نمودار تعداد گونه‌های تیره‌های گیاهان در منطقه مورد مطالعه

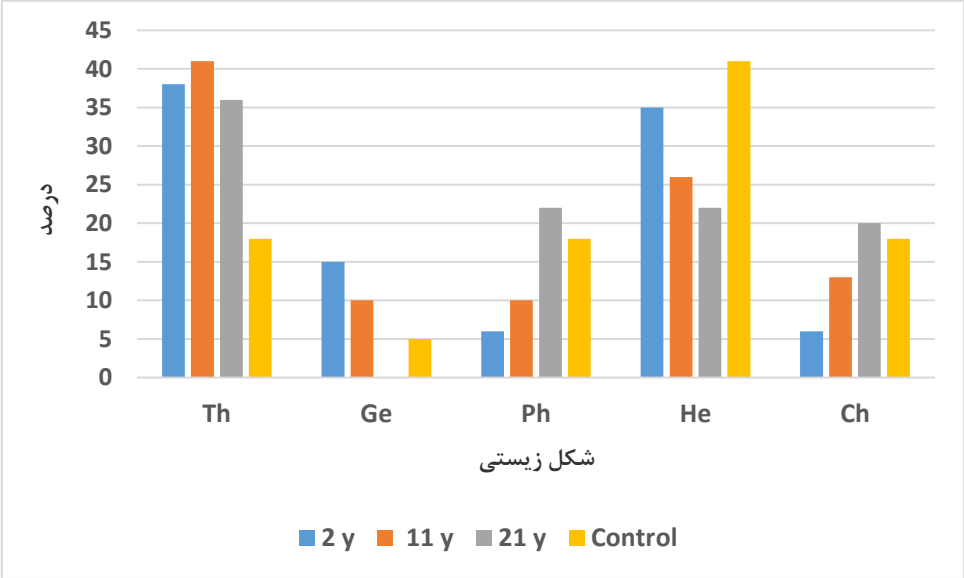


شکل ۳- نمودار مقایسه تعداد گونه‌های تیره‌های گیاهان به تفکیک هر سایت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

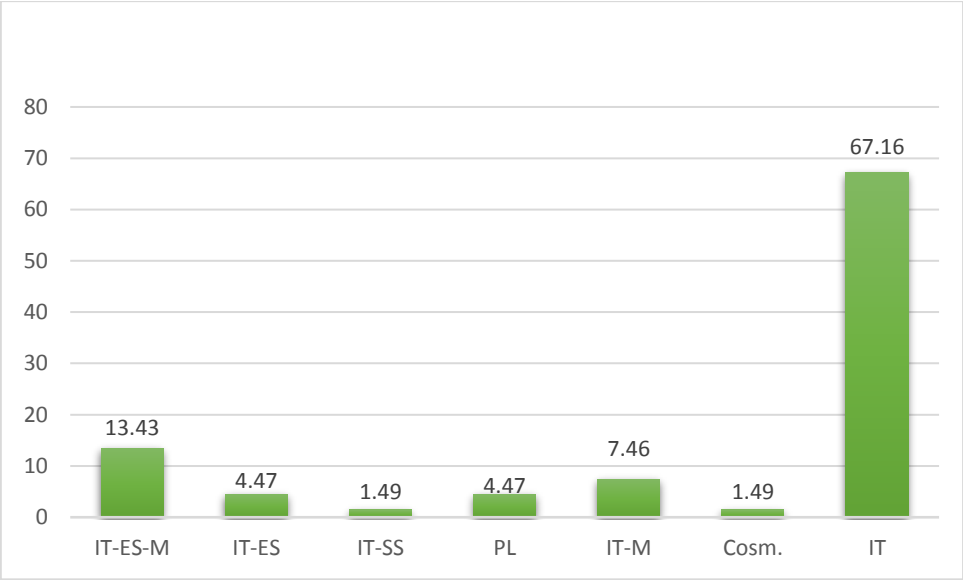


شکل ۴- شکل زیستی گیاهان در کل سایت‌های مورد مطالعه. تروفیت (Th)، ژئوفیت (Ge)، فانروفیت (Ph)، همی‌کریپتوفیت (He) و کامفیت (Ch)

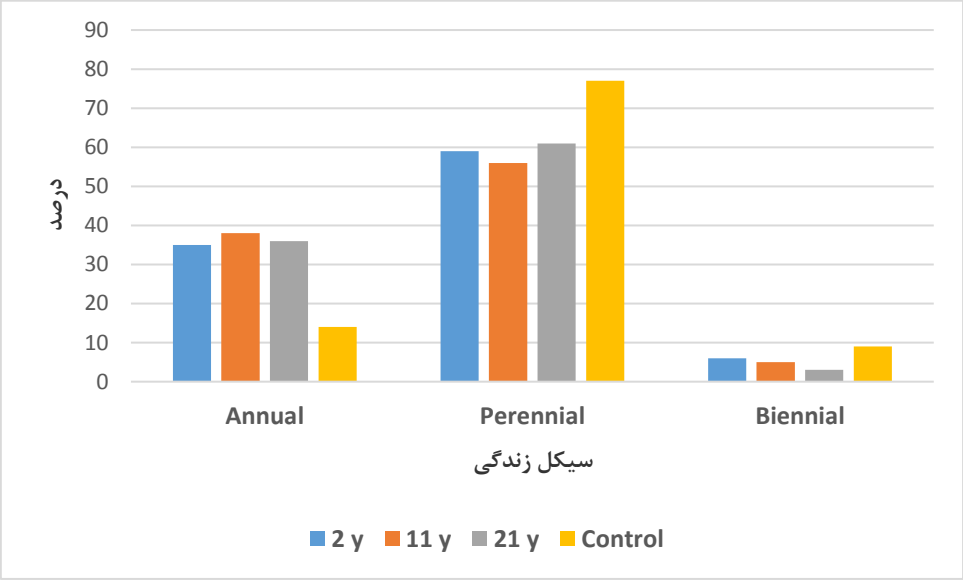


شکل ۵- نمودار مقایسه شکل‌های زیستی گیاهان به تفکیک هر سایت. تروفیت (Th)، ژئوفیت (Ge)، فانروفیت (Ph)، همی‌کریپتوفیت (He) و کامفیت (Ch)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

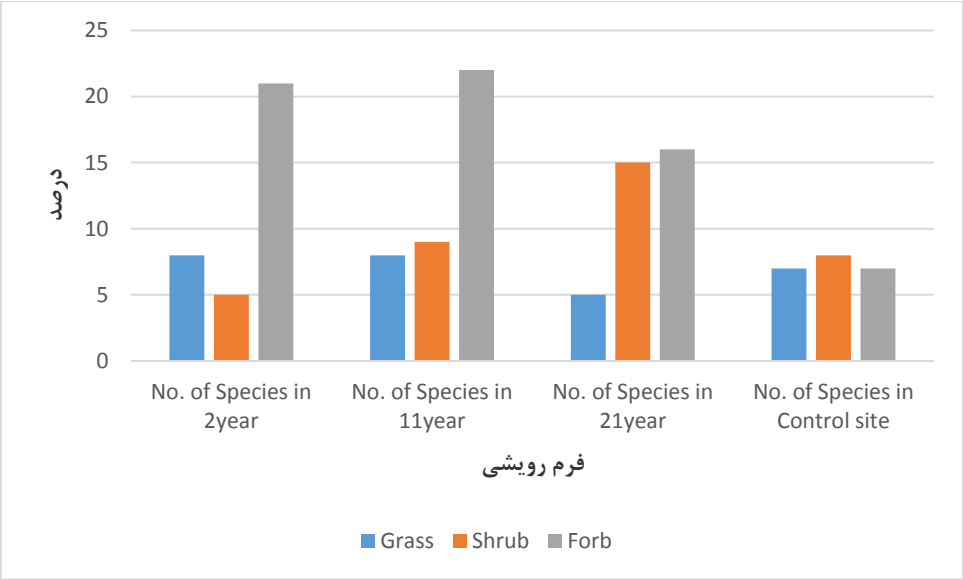


شکل ۶- سهم نسبی عناصر رویشی نواحی مختلف جغرافیای گیاهی در فلور مورد مطالعه منطقه فریزی: ایرانو-تورانی (IT)، سه ناحیه‌ای (Tri-Regional) شامل IT-ES-M، دو ناحیه‌ای (Bi-regional) شامل IT-ES، IT-SS و IT-M و ناحیه جهان وطنی



شکل ۷- سن گیاهان به تفکیک هر سایت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]



شکل ۸- فرم رویشی گیاهان به تفکیک هر سایت

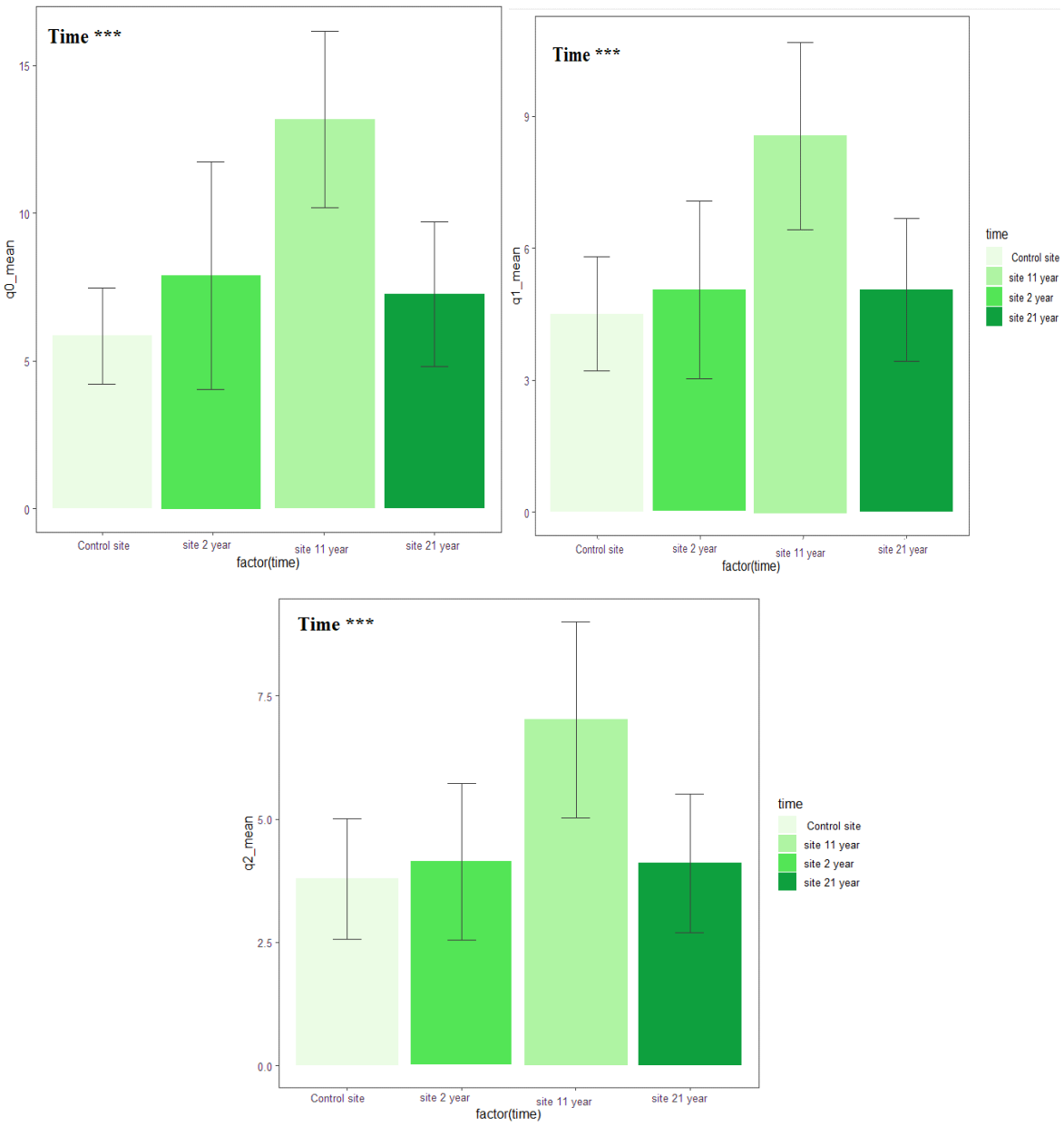
تغییرات در خصوصیات پوشش گیاهی و به خصوص فرم‌های رویشی گیاهان در شکل ۸ قابل مشاهده است. فرم رویشی فورب در سایت‌های ۱۱ سال و دوسال، فرم رویشی گراس در سایت های ۱۱ سال و دو سال و فرم رویشی شراب در سایت ۲۱ سال بیشترین فراوانی حضور گونه را دارد (شکل ۸). در نمودار سایت شاهد، فورب‌ها، شراب‌ها و گراس‌ها به شکلی کاملا یکنواخت در سطح مرتع پراکنده شده‌اند که این نمودار در مقایسه با نمودار سایت‌های دو، ۱۱ و ۲۱ به زیبایی تاثیر آتش بر فرم‌های رویشی را نشان می‌دهد.

در سایت ۲۱ سال گراس‌ها کمترین مقدار را دارند و فورب‌ها و شراب‌ها غالب هستند. سایت ۱۱ سال نیز مشابه سایت ۲۱ سال است با این تفاوت که فورب‌ها در مرتع غالب هستند. در سایت دوساله گونه‌های علفی یکساله نسبت به چوبی‌ها فراوان‌ترین بودند که نشان می‌دهد آتش‌سوزی سبب افزایش فضاهای خالی و هجوم گیاهان فرصت طلب نظیر علفی‌ها و گندمیان یکساله شده است. در سایت‌های ۱۱ سال و ۲۱ سال درختچه Lonicera nummulariifolia Jaub. & Spach فرکانس بالایی دارد که بیانگر جایگزینی گیاهان چوبی چندساله به جای گیاهان علفی و یکساله است.

جدول ۳. تاثیر فاکتور زمان پس از آتش‌سوزی بر روی شاخص‌های مختلف تنوع گونه‌ای نظیر q0، q1 و q2.

شاخص تنوع	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار P
q0	3	123.06	41.20	1.54e-06***
q1	3	120.84	15.72	2.26e-07***
q2	3	26.753	11.31	8.46e-06***

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]



شکل ۹- تغییرات تنوع با افزایش زمان پس از آتش‌سوزی. الف: q1، ب: q0 و پ: q2

بررسی تنوع گونه‌ای با استفاده از اعداد هیل در سایت‌های بررسی‌شده نشان‌داد که آتش‌سوزی باعث افزایش تنوع و غنای گونه‌ای می‌شود (شکل ۹ و جدول ۳). نتایج نشان‌داد تنوع در سایت ۱۱ سال بیشترین است و غنای گونه‌ای در سایت دو سال از سایت ۲۱ سال کمی بیشتر است اما برای دو شاخص q1 و q2 سایت دو سال و ۲۱ سال به هم نزدیک بوده و بیشترین مقدار تنوع در سایت ۱۱ سال است که نشان میدهد تنوع در فواصل زمانی متوسط بیشترین است (یعنی در فواصل زمانی کم و زیاد تنوع کم میشود). نتایج حاصل آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) جدول ۳ نشان می‌دهد که فاکتور زمان پس از آتش‌سوزی به طور معناداری باعث تغییرات تنوع در بین سایت‌ها شده است. در واقع تغییرات تنوع با فاکتور زمان همبستگی بالایی دارد که شکل ۹ نیز موید این نکته می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب فلوریستیک منطقه مطالعه: این منطقه از نظر جغرافیایی گیاهی به ناحیه ایران و تورانی تعلق دارد. تعلق ۶۷ درصد از گونه های گیاهی منطقه به کوروتایپ ایران و تورانی این مطلب را تایید می‌کند. ارجمندی و همکاران

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

(۱۴۰۲)، در امتداد گرادیان ارتفاعی در غرب کوه‌های آلاداغ (IT= 46.8 ٪)، آتشگاهی و همکاران (۲۰۲۲)، در شیب‌های شمالی مراتع هزار مسجد (IT= 56.3 ٪) سخنور و همکاران (۱۳۹۲) منطقه حفاظت شده هلالی در استان خراسان رضوی(IT= 56.3 ٪) ، رفیعی (۱۳۹۰) در مرتع نیمه خشک جوزک در استان خراسان شمالی (IT= 63%) امیری و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه فلوریستیک حوضه آبخیز تیرگان واقع در منطقه هزارمسجد، واثقی (۱۳۸۵) در مطالعه کوروتیپ‌های گیاهان در ارتفاعات کلات، زیرجان گناباد، وکیلی شهربابکی و همکاران (۱۳۸۰) در بررسی پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه میمند شهر بابک (استان کرمان)، در این نواحی بیشترین حضور را مربوط به گونه‌های ایران و توران دانسته‌اند که با توجه به واقع شدن این هفت نواحی در منطقه ایران و تورانی این نتایج منطقی است. در ناحیه ایرانو-تورانی تیره‌های Asteraceae، Brassicaceae، Fabaceae، Poaceae و Lamiaceae همواره جزء یکی از پنج تیره غالب هستند. همچنین شکل‌های زیستی همی‌کریپتوفیت و تروفیت، به تناوب غنی‌ترین شکل‌های زیستی از نظر تعداد گونه به حساب می‌آیند.

تغییرات فرم‌های رویشی و فرم‌های زیستی گیاه در گرادیان زمانی پس از آتش‌سوزی:

فرم رویشی فورب (گیاهان علفی) در سایت‌های ۱۱ سال و دوسال، فرم رویشی گراس (گندمیان) در سایت های ۱۱ سال و دو سال و فرم رویشی بوته‌ای و درختچه‌ای در سایت ۲۱ سال بیشترین فراوانی حضور گونه را دارد. گونه‌های بوته‌ای Artemisia ،Cotoneaster nummularius ،khorassanica Acantholimon erinaceum و Acanthophyllum glandulosum در سال‌های اولیه پس از آتش‌سوزی (سایت دو سال) جمعیت آن‌ها به‌شدت کاهش‌یافته بود ولی به‌تدریج در سال‌های ۱۱ و ۲۱ سال افزایش یافت. همچنین گونه‌های Colutea buhsei، Cerasus microcarpa، Astragalus verus، Amygdalus spinosissima، Ephedra major فقط در سایت‌های شاهد و ۲۱ سال مشاهده شد که نشان‌دهنده احیا گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای در بلندمدت است. گونه‌های Scandix stellate، Poa bulbosa، Veronica hederifolia، Cousinia freynii و Perovskia abrotanoides در همه مناطق سوخته حضور دارند (سایت دوسال، ۱۱ سال و ۲۱ سال) و در سایت شاهدمشاهده نشدند؛ لذا جزو گیاهان آتش‌دوست قرار می‌گیرند. گونه‌های Marrubium anisodon و Salvia chloroleuca فقط در سایت شاهد مشاهده شدند؛ لذا در گروه گیاهان حساس به آتش قرار می‌گیرند. گونه‌های Rosa beggeriana، Bromus tectorum، Lonicera nummulariifolia، Verbascum cheiranthifolium و Elymus hispidus در همه سایت‌ها مشاهده شدند؛ لذا در گروه گیاهان بی‌تفاوت نسبت به آتش‌سوزی قرار می‌گیرند.

مطالعات بسیاری اثر آتش‌سوزی در کاهش پوشش گونه‌های چوبی و خشبی و همچنین مقاومت گندمیان چندساله را در مقابل آن گزارش نموده‌اند (نقی‌پور برج و همکاران، ۱۳۹۹؛ نقی‌پور برج و همکاران، ۱۴۰۱). جوانه‌های رویشی بیشتر بوته‌ها در انتها یا امتداد ساقه‌ها قرار گرفته‌اند. بنابراین آتش‌سوزی اندام‌های هوایی می‌تواند سبب تضعیف بوته‌ای‌ها شود. گندمیان چندساله، به دلیل قرار گرفتن جوانه رویشی در سطح و زیر خاک، سازگاری بیشتری در مقایسه با گونه‌های چوبی و بوته‌ای نسبت به آتش‌سوزی دارند. کوتاه بودن میانگره‌های پایینی ساقه، قادر بودن به انجام رشد رویشی از طریق ریزوم یا استولون و قرار داشتن جوانه‌های مریستمی در قاعده ساقه، سبب محافظت این گیاهان در برابر آتش‌سوزی می‌شود (Guevara et al, 1999). آتش‌سوزی باعث کاهش درصد گراس‌های چندساله در مقایسه با منطقه شاهد شد. دلیل این کاهش را می‌توان از بین رفتن ذخایر سال قبل و تولید بذر کم در طول فصل رویش بیان داشت. به طور کلی دلیل کاهش گراس‌ها براساس شدت آتش‌سوزی، آثار مکانی و تنوع رفتار گراس‌ها در مواجهه با آتش مربوط باشد. سیاه‌منصور و همکاران (۱۳۹۴) کاهش گراس‌های چندساله را بعد از آتش‌سوزی گزارش کردند. در سایت دوسال و ۱۱ سال کاهش گیاهان چوبی و افزایش گیاهان علفی را مشاهده می‌کنیم که می‌توان بیان کرد جانشینی یا تغییرات گیاهی که بر اثر آتش‌سوزی صورت می‌گیرد، سکون یا بازگشت اکوسیستم به مراحل پایین‌تر در سیر طبیعی روند توالی اکولوژیک ایجاد می‌نماید (Rafiei et al, 2014).

تغییرات شاخص های تنوع گیاهی در گرادیان زمانی پس از آتش‌سوزی:

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

بررسی تنوع گونه‌ای با استفاده از اعداد هیل در سایت‌های بررسی‌شده نشان‌داد که آتش‌سوزی باعث افزایش تنوع و غنای گونه‌ای می‌شود. نتایج نشان‌داد تنوع در سایت ۱۱ سال بیشترین است و غنای گونه‌ای در سایت دو سال از سایت ۲۱ سال کمی بیشتر است اما برای دو شاخص q1 و q2 سایت دو سال و ۲۱ سال به هم نزدیک بوده و بیشترین مقدار تنوع در سایت ۱۱ سال است که نشان میدهد تنوع در فواصل زمانی متوسط بیشترین است (یعنی در فواصل زمانی کم و زیاد تنوع کم میشود). این نتیجه میتواند با فرضیه تنش متوسط توجیه شود که بیان میکند زمانی که تنشی رخ میدهد در سطح تنش متوسط بیشترین میزان تنوع قابل مشاهده است. هم چنین با فرضیه pyrodiversity-biodiversity میتوان میزان غنای بالای سایت دو سال را توجیه کرد که زمانی که اتش رخ میدهد بستری مناسب برای رشد دامنه وسیعی از گیاهان یکساله و فرصت طلب فراهم میشود که به شدت عرصه را پر میکنند و جای گیاهان چوبی را میگیرند (He et al, 2019). در واقع غنای کلی گونهها بلافاصله پس از آتشسوزی بیشتر می‌شود و به طور یکنواخت در طول زمان کاهش می‌یابد. علت این افزایش را با توجه به تعریف تنوع گونهای میتوان این گونه بیانکرد که تنوع گونهای از دو مؤلفه غنا و یکنواختی تشکیل شده است و با افزایش غنا تعداد گونهها و یکنواختی توزیع افراد گونهها تنوع گونهای پس از آتشسوزی بیشتر میشود (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج حاصل آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) نشان می‌دهد که فاکتور زمان پس از آتش‌سوزی به طور معناداری باعث تغییرات تنوع در بین سایت‌ها شده است. در واقع تغییرات تنوع با فاکتور زمان همبستگی بالایی دارد. نتایج مطالعه انجام‌شده در مراتع نیمه‌خشک و نیز در برخی از مناطق جنگلی نشان‌داد که اثر آتش‌سوزی بر کل گونه‌های گیاهی معنی‌دار بوده و باعث افزایش شاخص غنا و تنوع گونه‌ای شده است (Ghorbani et al, 2011). در مطالعات انجام‌شده دیگر (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۳)، این نتیجه به‌دست آمد که آتش‌سوزی در بلندمدت باعث افزایش شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی شده است. اما بررسی‌های انجام‌شده در مورد دینامیک و تنوع پوشش گیاهی مدیترانه‌ای نشان‌داد که آتش‌سوزی تاثیری در غنای گونه‌ای نداشته است (Capitanio and Carcaillet, 2008). حمزه و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند که شاخص تنوع شانون در بخش سوخته و میزان پوشش درختی کمتر از ۲۵ درصد بیشتر از بخش نسوخته با میزان پوشش درختی بالاتر از ۲۵ درصد بوده است که می‌تواند به‌دلیل ورود بعضی از گونه‌های یکساله به منطقه بعد از آتش‌سوزی باشد. این موضوع در مطالعه‌ای در یک مرتع نیمه‌استپی در جوزک خراسان شمالی نیز مانند منطقه سیراچال بوده است و آتش‌سوزی باعث افزایش تنوع به‌دلیل حضور گونه‌های یکساله شده است. افزایش تنوع را در منطقه آتش‌سوزی شده در کوه‌های گوموسان مشاهده شده است (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج اسدیان و همکاران (۱۴۰۰) . نتایج اسدیان و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان‌داد، آتش‌سوزی در سال اول، باعث تغییر در پوشش گیاهی و کاهش تنوع گیاهی در منطقه آتش‌سوزی شد. نتایج نشان‌داد، بین سال‌های مختلف پس از آتش‌سوزی، اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص‌های غنای گونه‌ای مارگالف و منهینیک وجود دارد و آتش‌سوزی موجب افزایش غنای گونه‌ای شد. که علت آن می‌تواند به کاهش رقابت بین گونه‌های مهاجم و کلاس III و سرعت رشد گونه‌های گندمی کلاس II و پهن‌برگان یک‌ساله و چند ساله مرتبط باشد. نتایج تحقیقات انجام‌شده توسط دیک و همکاران (۲۰۱۴) بیان می‌کند که اثر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی در فصل خواب موجب افزایش غنا و تنوع گونه‌ای می‌گردد و بعکس وقوع آتش‌سوزی در فصل رشد موجب کاهش تنوع گونه‌ای می‌شود. نتایج پژوهش محمدیان و همکاران (۱۳۹۹) بیانگر این است که در آتش‌سوزی ۱-۳ سال، شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشته است که موید نتایج این تحقیق در این مورد می‌باشد. از آنجایی که گیاهان مختلف ممکن است به منابع و شرایط زیستگاهی متفاوتی که در اثر آتش ایجاد می‌شوند وابسته باشند، استدلال شده است که آتش‌سوزی، محدوده وسیع‌تری از زیستگاه‌ها را تولید می‌کند که می‌تواند گونه‌های بیشتری را در کل منطقه حمایت کند. ناهمگونی محیطی ناشی از آتش به عنوان یک چارچوب مفید برای درک همزیستی گونه‌ها در مقیاس‌های محلی و منطقه‌ای در نظر گرفته می‌شود

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

Dantas et al., 2013; Bowman et al., 2016;)
(He, 2013; Pausas, 2015; He et al., 2019

اکنون در پاسخ به این سوال که آیا آتش‌سوزی بطور کلی برای ترکیب فلوریستیکی گیاهان اصلی مرتعی در منطقه مفید یا مضر بوده است می‌توان گفت: آتشسوزی در بلندمدت باعث افزایش فورب‌های چندساله، بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها شده است. بنابراین با توجه به میزان بارندگی و پتانسیل اکولوژیک منطقه، آتش‌سوزی به عنوان راهکار اجرایی جهت بهبود پوشش گیاهی توصیه می‌شود. با توجه به اینکه مدیریت پس از آتش‌سوزی از اهمیت بالایی برای احیای دوباره مناطق سوخته برخوردار است، پیشنهاد می‌شود عامل شدت چرای دام پس از وقوع آتش‌سوزی نیز در مطالعات آینده مورد بررسی قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود از طریق برگزاری کلاس‌ها و کارگاه‌های آموزشی و همچنین رسانه‌ها و وسایل ارتباط جمعی، آموزش‌های لازم و فرهنگ‌سازی در جهت جلوگیری از آتش‌سوزی در مراتع و پیشگیری و مقابله با آن انجام شود. برای بررسی سایت‌های آتش‌سوزی‌شده به دلیل شیب‌های خطرناک در طول مسیر و راه طولانی از امکانات و تجهیزات بیشتری استفاده شود. نکته مهم در مورد آتش‌سوزی، باید شدت و تکرار آتشسوزی در نظر گرفته شد و مطمئناً در اثر تکرار آتشسوزی و افزایش شدت آن اثر منفی و برگشتناپذیری بر پوشش گیاهی مرتع میگذارد. در صورتی که کاهش گونه‌های مرغوب مرتعی در سال‌های اولیه پس از آتش‌سوزی مشاهده شد، بذرپاشی (از گونه‌های بومی) می‌تواند در احیای مرتع و افزایش آن‌ها موثر باشد زیرا گونه‌هایی که بذرهایی با قابلیت انتقال و پراکنش بیشتری دارند، سریع‌تر مستقر می‌شوند.

منابع

ارجمندی، ع.، اجتهادی، ح.، معماریانی، ف.، مصداقی، م. ۱۴۰۲. بررسی تنوع گیاهی زیراشکوب اجتماعات گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی در غرب کوه‌های آلاداغ، شمال شرقی ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۱۰ (۱): ۷۴-۶۲.

اسدیان، ق.، ختار، م.، سیاه‌منصور، ر.، احمدیان، م. ۱۴۰۰. اثرآتش سوزی بر برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مراتع سولان (استان همدان). طبیعت ایران، (۵) ۶: ۷۳-۶۷.

املشی، ا.، مرادی، ا.، علیدوست، م.، ۱۴۰۰. اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات کمی پوشش‌های گیاهی و تعیین گونه‌های مقاوم به آتش در مراتع مشجر (مطالعه موردی مرتع کرماک شهرستان رودبار گیلان). تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران, ۱۹(۲), ۲۶۵-۲۵۱.

بهلکه، خ.، عابدی، م.، دیانتی تیلکی، ق. ۱۳۹۶. تغییرات اثر رقابتی بوته بالشتکی *Onobrychis cornuta* در جهت‌های مختلف جغرافیایی و تحت تأثیر آتش‌سوزی (مطالعه موردی پارک ملی گلستان). مرتع، ۱۱ (۳): ۳۴۲- ۳۵۲.

بهلکه، خ.، عابدی، م.، 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.

تمرتاش، ر.، طاطیان، م.، یوسفیان، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر آتش بر برخی از عوامل خاکی در یک بوم‌سازگان جلگه‌ای (مطالعه موردی: مراتع قشلاقی بهشهر). نشریه محیط زیست طبیعی، ۶۹ (۱): ۳۳-۲۱.

سیاه‌منصور، ر.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، جوادی، س.، طویلی، ع. ۱۳۹۴. بررسی اثر کوتاه مدت آتش سوزی بر فرم های رویشی و کلاس های خوش‌خوراکی در مراتع زاغهٔ لرستان. نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری, ۶۸(۳), ۵۱۷- ۵۳۱.

سیاه‌منصور، ر.، کمالی، ن. ۱۴۰۱. تغییرات پارامترهای پوشش‌گیاهی بر اثر آتش‌سوزی (مطالعه موردی: مراتع زیراشکوب سایت ویسیان لرستان). مرتع. ۱۶ (۴) :۸۳۰- ۸۴۵.

جنگجو، م. ۱۳۸۸. اصلاح و توسعه مرتع، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

حمزه، ب.، خوشنویس، م.، عشوری، پ.، مظفریان، م.، روانبخش، ه. ۱۳۹۹. اثر آتش‌سوزی بر شاخص ¯های تنوع گونه¯ های گیاهی، مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی سیراچال. یافته های نوین در علوم زیستی. ۷ (۱) :۱۰۵-۹۲

رضایی، ر.، احمدی، ع.، عبدی، ن.، ترنج زر، ح. ۱۴۰۱. تاثیر آتش‌سوزی بر ترکیب، تراکم و تنوع پوشش گیاهی و بانک بذر خاک (مطالعه موردی: مراتع کنگاور). مرتع، ۱۶ (۴): ۷۲۹-۷۴۴.

رفیعی، ف.، اجتهادی، ح.، جنگجو، م. ۱۳۹۳. بررسی تنوع گیاهی در زمان های مختلف پس از آتش سوزی در یک مرتع نیمه خشک. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)(علمی), ۲۷(۵), ۸۶۴-۸۵۴.

گودرزی، م.، عظیمی، م.، زندی اصفهان، الف.، کریمی، ق.، شاهمرادی، الف. ۱۳۹۴. بررسی اثر آتش‌سوزی بر روی پوشش علف گندمی‌ها. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳) ۲۲: ۵۶۲-۵۵۲.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

طلایی تبار، س.، طاطیان، م.، تمرتاش، ر.، طاطیان، م. ۱۳۹۵. اثر کوتاه‌مدت رفتار آتش بر ساختار پوشش گیاهی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در مراتع غیر مشجر درود فرامان. مجله مرتعداری، (۱)۳: ۱۸-۱.

مصداقی، م. ۱۳۹۴. مرتعداری در ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی سجاد.

مصداقی، م.، عرفانیان، م. ۱۴۰۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

محمدیان، ع.، اسدی‌بروجنی، الف.، ابراهیمی، ع.، طهماسبی، پ.، میرداودی، ح.، گودرزی، غ.، یوسفی، ی.، فرمهینی، ع.، سیاه‌منصور. ۱۳۹۸. اثر کوتاه‌مدت آتش‌سوزی بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استان مرکزی (مطالعه موردی: مراتع خسبیجان). مرتع، ۱۳ (۱):۶۴-۵۲.

نبی‌زاده، س.، نقی‌پور برج، ع.، طهماسبی، پ. ۱۳۹۹. اثر آتش‌سوزی و محصولات آن بر شکل‌های زیستی و کلاس‌های خوشخوراکی بانک بذر خاک (مطالعه موردی: مراتع نیمه استپی کرسنک، چهارمحال و بختیاری). مرتع. ۱۴ (۱): ۱۱۹-۱۰۶.

نقی‌پور برج، ع.، خواجه الدین، س.، بشری، ح.، ایروانی، م.، طهماسبی، پ. ۱۳۹۵. اثر آتش‌سوزی و چرا بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳) ۲۳: ۴۵۳-۴۴۲.

نقی‌پور برج، ع. ۱۳۹۹. اثر تلفیقی دوره آتش‌سوزی و شدت چرا بر شاخص‌های تنوع گیاهی در مراتع نیمه استپی چهارمحال بختیاری. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۱)۲۷: ۹۷-۸۴.

نقی پور برج، ع.، شریفی، م.، ابراهیمی، ع.، قهساره، ا.، نبی زاده، سینا. ۱۴۰۱. پاسخ جوانه‌زنی گراس‌ها و فورب‌های یکساله و چندساله به محصولات آتش در مراتع نیمه‌استپی. نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری, ۷۵(۱), ۱۶۸-۱۵۳.

نیکنام، پ.، عرفانزاده، ر.، قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۹۶. تاثیرآتش‌سوزی گیاهان بالشتکی بر بانک بذر خاک در مراتع کوهستانی، مطالعه موردی: حوزه واز، البرز مرکزی. مرتع، ۱۱ (۴) :-۴۷۴ ۴۸۵.

یدالله نژاد، س.، جعفریان، ز.، حیدری، ق.، تمرتاش، ر. ۱۴۰۰. تأثیر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: مراتع ورچشمه توسمال مازندران). تخریب و احیاء اراضی طبیعی، ۲ (۳) :۲۳-۱۲.، م.

Abedi, M., Omidipour, R., Hosseini, S.V., Bahalkeh, K., Gross, N. 2022. Fire disturbance effects on plant taxonomic and functional -diversity mediated by topographic exposure. Ecol. Evol. 12, e8552 .

Atashgahi, Z., Memariani, F., Jafari-Polgerd, V., Joharchi, M.R. 2022. Floristic composition and phytogeographical spectrum of Pistacia vera L. woodland remnants in northeastern Iran. Nordic Journal of Botany 2022: e03510.

Akhani, H. 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park. Stapfia 53: 1-411.

Ardakani, A., ValadaneZoj, M. J., Mansourian, A., 2009. The spatial analysis of fire across the country using RS and GIS. Journal of (In Persian).http:// journals. Msrt. ir/files/site1/rds_journals/911/article-911-444129. pdf.

Assadi M., Maassoumi A. A., Khatamsaz M. and Mozaffarian V. (eds.). 1988-2008. Flora of Iran. Vols. 1-60. Research Institute of Forests and Rangelands Publications. Tehran (in Persian).

Azizi, M., Khosravi, M., & Pourreza, M. 2020. Frequency of fire incidence in relation to Zagros forests and rangelands physiography (Kermanshah Province) using MODIS Active Fire Data. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 18(1), 42-55. doi: 10.22092/ijfrpr.2020.342093.1421

Bainbridge, D. 2012. A Guide for Desert and Dryland Restoration.

Bahalkeh, K., Abedi, M., Tilaki, D., Michalet, R. 2021. Fire slightly decreases on the short-term the competitive effects of a thorny cushion shrub in a semi-arid mountain steppe. Applied Vegetation Science, 24, e12575. https://doi.org/10.1111/avsc.12575

Bashirzadeh, M., Abedi, M., Shefferson, R.P., Farzam, M. 2023. Post-Fire Recovery of Plant Biodiversity Changes Depending on Time Intervals since Last Fire in Semiarid Shrublands. Fire, 6, 103. https://doi.org/10.3390 /fire6030103

Ballais, J., Bosc, M. 1994. The ignifracts of the Sainte- Victoire Mountain (Lower Provence, France). In Soil erosion and degradation as a consequence of forest fires (eds M Sala, JL Rubio), pp. 217–227. Spain: Logron˜o.

Busses, M. D., Simon, S.A., Riegel, G. M. 2000. Tree growth and under story response to low-severity prescribed burning in thinnedponderosa pine forest. F Centeral Oregon. Forest Science, 46:258-268.

Bowd, E.J., Lindenmayer, D.B., Banks, S.C., Blair, D.P. 2018. Logging and fire regimes alter plant communities. Ecol. Applicat., 28, 826–841.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

Mendoza plains (Argentina): composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. Journal of Arid Environments, 41: 27–35.

Glaser, B., Birk, J.J. 2012 State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de I´ndio). Geochim. Cosmochim. Acta 82, 39–51. (doi:10.1016/j.gca.2010.11.029)

Gholami, P., Mirzaei, M., Zandi, E., Eftekhari, A. 2020. Effects of Fire on Composition, Biodiversity, and Functional Groups Changes in Semi-Steppe Rangelands of Southern Zagros, Iran. 10. 39-48.

Ghorbani, J., Safaeian, N., Tamartash, R. 2011. Vegetation changes after the fire in semi-arid rangelands. International Fire Conference on Natural resources, Gorgan, 7 pp.

He, T., Lamont, B.B., Pausas, J.G. 2019. Fire as a key driver of Earth's biodiversity. Biol. Rev, 94, 1983–2010.

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 Ecol. Evol, 150, 247–256.

Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Inter. J. Climatol, 25, 1965–1978.

Hartford, R., Frandsen, W. 1992. When it's hot, it's hot or maybe it's not! (Surface flaming may not portend extensive soil heating). Int. J. Wildl. Fire 2, 139. (doi:10.1071/WF9920139)

Hurteau, M.D., Bradford, J.B., Fulé, P.Z., Taylor, A.H., Martin, K.L. 2014. Climate change, fire management, and ecological services in the southwestern US. For. Ecol. Manag.

Knicker, H. 2011. Pyrogenic organic matter in soil: its origin and occurrence, its chemistry and survival in soil environments. Q. Int. 243, 251–263. (doi:10. 1016/j.quaint.2011.02.037)

Laughline, D. C., Bakker, J. D., Stoddard, M. T., Daniels, M. L., Springer, J.D. 2004.Toward reference conditions: Wildfire effects on flora in an old-growth ponderosa pine forest. Ecological Management, 199:137-152.

Bird, M.I., Saiz, G., Wurster, C.M., McBeath, A. 2015. The pyrogenic carbon cycle. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 43, 273–298. (doi:10.1146/annurevearth- 060614-105038)

Blackwelder, E. 1927. Fire as an agent in rock weathering. J. Geol. 35, 134–141. (doi:10.1086/ 623392)

Bodı´M.B., Martin, D.A., Balfour, V.N., Santın, C., Doerr, S.H., Pereira, P., Cerda, A., Mataix-Solera, J. 2014. Wildland fire ash: production, composition and eco-hydrogeomorphic effects. Earth-Sci. Rev. 130, 103–127. (doi:10.1016/j.earscirev.2013.12.007)

Bowman, D.M.J.S., Perry, G.L., Higgins, S.I., Johnson, C.N., Fuhlendorf, S.D., Murphy, B.P. 2016. Pyrodiversity is the coupling of biodiversity and fire regimes in food webs. Philos. Trans. R. Soc. B., 371, 20150169.

Busse, M.D., Hubbert, K.R., Moghaddas, E.E.Y. 2014. Fuel reduction practices and their effects on soil quality. General Technical Report PSW-GTR-241, 156 pp.U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.

Capitanio, R., Carcaillet, C. 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: A discussion of succession models.Forest Ecology and Management, 255:431–439.

Chao, A., Jost, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. Ecology, 93, 2533–2547. [CrossRef]

Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K., Ellison, A.M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. Ecol. Monogr, 84, 45–67 .

Campbell, G., Jungbauer, J.J., Bidlake, W., Hungerford, R. 1994, Predicting the effect of temperature on soil thermal conductivity. Soil Sci. 158, 307–313. (doi:10.1097/00010694-199411000-00001)

Dantas, V. L., Batalha, M. A., Pausas, J. G. 2013. Fire drives functional thresholds on the savanna–forest transition. *Ecology* **94**, 2454–2463.

Guevara, J. C., Stasi, C. R., Wuillod, C. F., Estevez, O. R. 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

diversity predict ecosystem productivity better than species diversity? Ecological Indicators, 122, 107212. https:// doi.org/10.1016/j.ecoli nd.2020.107212

Pausas, J. G., Ribeiro, E. 2013. The global fire–productivity relationship.Global Ecology and Biogeography, 22, 728–736. https://doi.org/10.1111/geb.12043

Pausas, J.G. 2015. Bark thickness and fire regime. Functional Ecology **29**, 315–327.

Pereira, P., Jordan, A., Cerda, A., Martin, D. 2015. Editorial: the role of ash in fire-affected ecosystems. Catena 135, 10–12. (doi:10.1016/j.catena.2014. 11.016)

Raunkiaer C. 1934. The life form of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford.

Rechinger K. H. (ed.) 1963-2008. Flora Iranica, No. 1- 177. Akademische Durck–U. Verlagsanstalt, Graz.

Rodriguez, M., Miguel, J.S, Oliveira, S., Moreira, F. and Camia, A., 2013. An insight into spatial-temporal trends of fire ignitions and burned areas in the European Mediterranean countries. Journal of Earth Science and Engineering, 3: 497-505.

Shakesby, R.A., Doerr, S.H. 2006. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. Earth-Sci. Rev. 74, 269–307. (doi:10.1016/j.earscirev.2005.10.006)

Shokri, M., N. Safaian, A. Atrakchali, 2002. Investigation of the effects of fire on vegetation variations in Takhti Yeylagh-Golestan national park. Iranian J. of Natural Recourse, 55(2): 273- 281.

Satendra and Kaushik, A.D., 2014. Forest fire diaster management. National Institute of Disaster to forecast the number of east Kalimantan hotspots. Journal of Physics: Conference Series, 1351, 012085.

Leonard, J. 1988. Contribution a l'étude de la flore et de la végétation des desert d'Iran, Fascicule 8: Étude des aries de distribution, Les phytochories, Les chorotypes. Bulletin of the Jardin Botanique National de Belgique,190 pp., Meise.

Liu, Y., Stanturf, J., Goodrick, S. 2010. Trends in global wildfire potential in a changing climate. Forest Ecology and Management, 259: 685–697.

Liu, T., Mickley, L.J., Marlier, M.E., DeFries, R.S., Khan, M.d.F., Latif, M.T., Alexandra, K. 2020. Diagnosing spatial biases and uncertainties in global fire emissions inventories: Indonesia as regional case study. Remote Sensing of Environment, 237: 111557.

Maleki, M., malekani, L., Valizadeh Kamran, K. 2020. Modeling occurrence and the spread of forest fire using cellular automata approach (Case Study: Arasbaran protected area). Journal of Natural Environment, 73(1), 129-141. doi: 10.22059/jne.2020.286679.1785

Memariani, F., Joharchi, M.R., Ejtehadi, H., Emadzadeh, K.H. 2009. A cintribution of the flora and vegetation of Binalood mountain range. NE Iran: Floristic and Chrological studies in Fereizi. Ferdowsi Univ. Int. J. Biol. Sci, 1, 1–17.

Memariani, F., Zarrinpour, V., Akhani, H. 2016a. A review of plant diversity, vegetation, and phytogeography of the KhorassanKopet Dagh floristic province in the Irano-Turanian region (northeastern Iran– southern Turkmenistan). Phytotaxa 249: 8-30.

Memariani, F., Akhani, H., Joharchi, M.R. 2016b. Endemic plants of the Khorassan-Kopet Dagh floristic province in the Irano-Turanian region: diversity, distribution patterns and conservation status. Phytotaxa 249: 31-117.

Moody, J.A., Shakesby, R.A., Robichaud, P.R., Cannon, S.H., Martin, D.A. 2013. Current research issues related to post-wildfire runoff and erosion processes. Earth-Sci. Rev. 122, 10–37. (doi:10.1016/j.earscirev.2013.03.004)

Oliveira, S., Rocha, J., Sá, A., 2021. Wildfire risk modeling. Current Opinion in Environmental Science and Health, 23: 100274.

Omidipour, R., Tahmasebi, P., Faizabadi, M. F., Faramarzi, M., Ebrahimi, A. 2021. Does β

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]

Temporal succession of species composition, diversity and richness in the burnt rangelands of Farizi, Razavi Khorasan province

Amir Reza Heirany[1], Mohammad Farzam[*2], Kamaloddin Naseri[3], Maral Bashirzadeh[4]

[1]PhD Student of Ecosystem Restoration, Department of Range & Watershed Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
[2]Professor, Department of Range & Watershed Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
[3]Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
[4]Department of Range & Watershed Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Received: 2023/09/30; Accepted: 2024/07/10

Abstract

Fire is a common, destructive and catastrophic factor in many rangeland ecosystems, playing a crucial ecological role and affecting the diversity and composition of species. The Freizi mountain region, located in the northwest of the Binalud mountain range in northeastern Iran, has unique climatic and geographical features and provide a suitable habitat for various plant species.This research investigates the effects of fire on flora, life form, growth form, age class of plants, diversity and species richness. To investigate the occurrence of fire, the time since the last fire in each site was determined with guidance from experts and local people of Farizi region. Ecologically homogeneous sites were selected based on fire history: one site with a fire in the last two years, two sites with a fire in the last 11 and 21 years, and a control site (no fire) with similar ecological conditions.During the spring and summer growing seasons of 1401, two 50-meter long transects in the shape of the letter T (one along the length and one across the width of the range) were established at each site. Six one-square-meter plots were placed along each transect, resulting in 12 plots per site and a total of 48 plots. Floristic characteristics and indices of diversity and species richness were measured. A total of 68 plant species belonging to 19 genera were identified. Throphytes (36%) and hemicryptophytes (30%) were the dominant biological forms in this region, followed by chamophytes (15%) and phanrophytes (12%). The results of one-way analysis of variance showed that the time factor after the fire has significantly caused diversity changes among the sites. Diversity changes were highly correlated with time factor. The species richness was highest at the 11-year site, and slightly higher at the two-year site compared to the 21-year site. For the q1 index, the two-year and 21-year sites were similar, with the greatest variation at the 11- year site, indicating that variation is highest at medium time intervals. Long-term fires have increased the number of perennial forbs, shrubs, and shrubs. Therefore, according to the amount of rainfall and the ecological potential of the region, fire is recommended as an effective solution to improve the vegetation cover.

***Keywords*:** Fire, Hill numbers, Life form, Species richness, Growth form

*Corresponding author: ardavanica@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-10-18]