

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

دستورالعمل
اجرای قرق مراتع با مشارکت بهره‌برداران



نام نویسندگان
مسیب حشمتی^۱ و محمد قیطوری^۱

^۱دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

بهار ۱۴۰۰

پیشگفتار

خدایا بیامرز بر من گناهمانی که: دگرگون سازد نعمت‌ها را؛ بی‌اثر کند دعا را؛ و موجب نزول بلا گردد.^۱

گونه‌های علوفه‌ای مراتع ایران، به‌ویژه در رویشگاه زاگرس چهار نقش کلیدی و حیاتی دارند:

- هر ساله میلیون‌ها تن علوفه سرشار از عناصر و ترکیبات غذایی مغذی را بطور مجانی برای تغذیه

دامداری ایران فراهم می‌آورند؛

- قابلیت زیاد ذخیره و ترسیب کربن خاک مراتع یک اتکای قابل اطمینان در رویکرد مقابله با تغییرات اقلیمی است؛

- تاج‌پوشش گیاهی گسترده گیاهان مرتعی به همراه ریشه افشان، متراکم و سطحی غالب آنها عامل

اساسی حفاظت خاک، تقویت رطوبت و تغذیه آبهای زیرزمینی است؛ و

- کم‌هزینه‌ترین، موثرترین و پایدارترین نقش را در کنترل چالش‌های سیل، کم‌آبی و گرد و غبار دارند.

بنابراین اگر کسی واقعا دنبال کنترل این چالش‌ها در استان‌های خوزستان، لرستان، ایلام، بوشهر و فارس باشد، ناگزیر، هیچ گریزی بر حفظ مراتع و جنگل‌های بالادست حوزه‌های آبخیز زاگرس از جمله کرخه، دز، کارون و مارون ندارد.

هیچگاه اقدامات سازه‌ای با پشتیبانی و تخصیص هزاران میلیارد پول و در اختیار داشتن حجم هراسناکی از لودر و بولدوزر و اقدامات سازه‌ای نمی‌تواند هم‌قد و هم‌پای گونه‌های گیاهی موجود در عرصه‌های منابع طبیعی لگامی بر مهار این چالش‌های سهمگین که هر سال بیش از سال قبل، جان و مال و خاک این سرزمین را به تباهی می‌کشانند، باشد. صرف هر نوع هزینه بدون پشتوانه حفاظت از پوشش گیاهی دوی این درد جانکاه نیست. گرچه موضوع از روز روشن‌تر است، اما نتایج این پژوهش خود سندی است ارزشمند در زمینه نقش قرق در پایداری مراتع.

این دستورالعمل برگرفته از نتایج پنج سال پژوهش و روندیابی یکی از کم‌نظیرترین، موثرترین و موفق‌ترین کار مشارکتی است که حاصل تلاش سه گروه عشایر ذینفع، اداره کل منابع طبیعی و مرکز تحقیقات است. سطح وسیع قرق، دوره قرق (حدود ده هزار هکتار برای پنج سال) و رعایت دقیق آن توسط دامداران قابل توجه است. نکته مهم دیگر، پایش سالانه تاثیرات قرق بر پوشش گیاهی و کیفیت خاک با استفاده از

^۱ بخشی از دعای کمیل. مطابق این دعای عبرت‌آموز، تخریب و زوال پوشش گیاهی ارزشمند منابع طبیعی و ضایع کردن آنها رخت بر بستن نعمت‌های خدادادی است.

نمونه‌برداری سالانه و نیز ارزیابی انگیزه و عوامل مشارکت عشایر در این روند بود که یک کار جامع با مشارکت همه‌جانبه به سرانجام رسید.

قرق از سال ۱۳۹۴ با تلاش بی‌نظیر همکاران اداره منابع طبیعی شهرستان کرد (دالاهو) شروع شد. عشایر ذیحق و بزرگان آنان به‌ویژه آقایان سید نصرالدین حیدری، سید فریدون و سید عابدین حیدری نقش کلیدی در متقاعد کردن عشایر داشتند. نقش آقای سید نصرالدین نه تنها به قرق، بلکه پرهیز از شکار حیات وحش منطقه بود که کاملاً رعایت شد. غالب دامداران نسبت به اهمیت قرق و حتی برای برنامه پساقرق در قالب مدیریت چرای تناوبی و تاخیری و بذریابی داشتند. همچنین سه موضوع انگیزه مشارکت، تاثیر قرق بر ویژگی‌های خاک (فیزیکی، شیمیایی، ترسیب کربن و پایداری خاک) و تاثیر آن بر پوشش گیاهان مرتعی بطور مستمر و سالانه در دو منطقه چرا و تحت قرق مورد ارزیابی قرار گرفت.

این مشارکت سه جانبه برای ارزیابی قرق می‌تواند اگوی مناسبی هم برای توسعه آن در سایر مناطق و هم رویکردی مناسب برای مبارزه با پیامدهای تغییرات اقلیمی مورد توجه جدی قرار است. هدف از این نشریه معرفی این روند و ارائه پیشنهاداتی برای انجام آن می‌باشد. لازم است از مساعدت‌های بی‌دریغ و صمیمانه اداره منابع طبیعی شهرستان دالاهو از جمله همکاران گرانقدر آقایان دکتر تاسه، مهندس قنبری، مهندس فارغی، مهندس یاری و مهندس کدیوریان و نیز عشایر منطقه و بزرگان آن‌ها کمال سپاسگزاری به‌عمل آید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	۱- مقدمه
۴	۲- سیمای کلی مراتع دالاهو
۶	۳- دستورالعمل اجرایی قرق
۱۰	۴- دستورالعمل ارزیابی سالانه قرق
۱۰	۴-۱- انتخاب منطقه شاهد
۱۰	۴-۲- مشخص کردن ترانسکت ثابت در دو منطقه قرق و شاهد
۱۲	۴-۳- آزمایشات خاک مورد نیاز
۱۲	۴-۴- ارزیابی پوشش گیاهی
۱۲	۴-۵- روش محاسبه نرخ سالانه ذخیره کربن
۱۳	۴-۶- ارزیابی فرسایش پذیری و روند تغییر اشکال فرسایش
۱۳	۴-۷- روش تجزیه آماری داده‌ها
۱۳	۴-۸- ارزیابی انگیزه و دیدگاه دامداران در مورد قرق
۱۵	۵- خلاصه‌ای از نتایج قرق دالاهو
۲۰	۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۲۲	منابع مورد استفاده

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۹	جدول ۱- عوامل تاثیرگذار در انجام پروژه قرق مراتع دالاهو

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱- موقعیت مراتع دالاهو در استان کرمانشاه و کشور
۸	شکل ۲- اقدامات ضروری در اجرای موفق و موثر پروژه قرق مرتع
۱۱	شکل ۳- نقاط نمونه برداری در مناطق قرق و شاهد مراتع دالاهو
۱۱	شکل ۴- ارزیابی گونه‌های گیاهی در طول ترانسکت در محدوده قرق (سال چهارم)
۱۵	شکل ۵- مراتع دالاهو؛ محل اطراق عشایر در شهریور ۱۳۹۲ ...
۱۸	شکل ۶- تصویر ازدیاد و شادابی گیاهان مرتعی، گونه درختی شن (سمت چپ) و بلوط....
۱۹	شکل ۷- تصویر ازدیاد زادآوری گونه‌های مختلف گیاهی از جمله گیاهان دارویی
۱۹	شکل ۸- تصویرافزایش قابل ملاحظه گونه‌های گندمیان بر اثر قرق و ریشه افشان.....

چکیده

قرق دوره‌ای و برنامه‌ریزی شده مراتع نقش اساسی در نجات گونه‌های در معرض انقراض به همراه افزایش پایداری خاک و حفظ رطوبت اکوسیستم‌های مرتعی دارد. هدف از تدوین این دستورالعمل، ارائه دستورالعمل اجرایی انجام موفق و موثر پروژه قرق مراتع است که بر پایه نتایج و تجربیات موفق قرق ۱۰ هزار هکتار از مراتع ییلاقی دالاهو در استان کرمانشاه (۹۹-۱۳۹۴) ارائه می‌گردد. در این تحقیق مشارکت دامداران در قرق و تأثیرات آن بر خاک و پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج این تحقیق، حدود ۷۵ درصد دامداران اعتقاد داشتند که قرق موجب بهبود قابل توجه پوشش گیاهی گردیده است. به نظر آنان عوامل تخریب مراتع به ترتیب اهمیت شامل چرای مفرط، تخریب مراتع قشلاقی، چرای زودرس، از بین رفتن مراتع میان‌بند و حضور دامداران غیرمجاز است. همچنین، آنان به تبعیت از توصیه یکی از بزرگان مورد احترام از ورود دام به منطقه، ضمن پرهیز از چرای دام در محدوده قرق، از شکار حیات وحش مراتع نیز خودداری کردند. این فرد و سایر سران عشایر اطلاعات درخور توجهی در مورد تعادل دام و مرتع، لزوم اعمال مدیریت چرای دام و پایداری محیط زیست دارند. قرق منجر به افزایش چشمگیر تاج‌پوشش گیاهی به گیاهان خوشخوراک مرتعی گردید. همچنین ویژگی کلیدی خاک شامل خاکدانه‌ها، کربن آلی و عناصر غذایی افزایش قابل توجه یافت. برای انجام قرق مناسب همکاری و تعامل دامداران، بزرگان آنها، اداره منابع طبیعی و مرکز تحقیقات (برای بررسی روند تغییرات) ضروری بوده و لازم است محدوده قرق، مدت قرق و محل تامین علوفه دامداران ذینفع مشخص شود و برنامه چرای کنترل شده و مطابق ظرفیت برای بعداز قرق فراهم گردد.

کلمات کلیدی: پوشش گیاهی؛ سران عشایر؛ دامداران مجاز؛ مراتع دالاهو

۱- مقدمه

قرق مراتع یکی از مهمترین راهکارهای کم‌هزینه، موثر و سهل‌الوصول حفظ گیاهان ارزشمند در حال انقراض مراتع است که عواید زیادی برای تولید علوفه و حفاظت از مراتع دارد. این امر در زمانی که به‌دلیل تغییرات اقلیمی رخ داده و هم‌زمان با آن تخریب عرصه‌های منابع طبیعی به‌دلیل فعالیت‌های انسانی روندی تشدید دارد، اهمیت بیشتری دارد. امروزه تخریب جنگل‌ها و مراتع در همه اشکال آن مهمترین شاخص نابودی تنوع زیستی و تشدید پیامدهای تغییرات اقلیمی است. بر اساس گزارش مرکز آمار ایران به نقل از سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری سطح فعلی جنگل‌ها نسبت به چند دهه گذشته حدود شش میلیون هکتار کاهش یافته است (بی‌نام، ۱۳۹۲). همین‌طور مراتع هم از نظر وسعت و هم از نظر کیفیت افت چشم‌گیری نسبت به گذشته داشته است. بررسی‌های میدانی در نقاط مختلف کشور نشان می‌دهد که مراتع تحت سیطره چرای زودرس، چرای بیش از حد ظرفیت، تغییر کاربری، فعالیت‌های غیراصولی عمرانی (جاده، شبکه گاز، معادن روباز و ...)، گسترش فضای شهری، آتش سوزی و بوته‌کشی رو به زوال هستند. به‌عنوان نمونه مراتع مراوه‌تپه در چند دهه پیش با مساحت حدود ۷۰۰ هزار هکتار و ظرفیت تولید علوفه ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار منشاء تعلیف ۲/۵ میلیون واحد دامی بود که امروزه دچار تخریب شدید شده و در حال تبدیل به بیابان است و مراتع سمیرم، دشت مغان، دیواندره کردستان نیز دچار تخریب شده است (ریاضی، ۱۳۶۹).

مساحت مراتع ایران از ۹۰ میلیون هکتار در سال ۱۳۸۲ به حدود ۸۴/۸ میلیون هکتار در سال ۱۳۹۱ تقلیل یافته است. همچنین در این مدت سطح مراتع خوب و متوسط تقلیل یافته‌اند و به مراتع فقیر تبدیل شده‌اند. مهم‌ترین پیامد افزایش مراتع فقیر، کاهش تولید علوفه، هدر رفت منابع آب، تشدید خطرات سیل، فرسایش و بیابان‌زایی است.

از سویی هرساله هزینه‌های قابل توجهی صرف حفاظت از منابع طبیعی و کنترل روند تخریب آنها صورت می‌گیرد که متأسفانه به دلیل عوامل اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و عوامل خارج از توان و کنترل سازمان متولی (سازمان جنگل‌ها و مراتع) کمتر قرین موفقیت بوده است. حفظ مراتع و بهره‌برداری پایدار از مراتع تحقق بخش

قابل توجهی از توسعه پایدار است، زیرا مراتع بیشترین سطح اکوسیستم‌های جهان را تشکیل می‌دهند. کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷، توسعه پایدار را به صورت ساده زیر تعریف کرده است: توسعه‌ای که نیاز انسان امروز را تامین می‌کند، بدون آنکه توانایی نسل‌های آینده را در برآورده کردن نیازهایشان به مخاطره بیفکند، به عبارت دیگر توسعه پایدار فرایندی است که در آن بهره‌برداری از منابع طبیعی، جهت‌گیری سرمایه‌گذاری‌ها و توسعه تکنولوژیکی و تغییرات بنیادین، همگی به صورت هماهنگ و برای افزایش قابلیت‌های نسل امروز و همچنین نسل‌های آینده در تامین نیازهایشان است (دوامی، ۱۳۷۸).

دستیابی به بهره‌برداری پایدار از مراتع منوط به دو اقدام کلیدی است که عبارتند از قرق دوره‌ای مراتع و مدیریت چرای دام که هر دو لازم و ملزوم یکدیگر هستند. ضرورت این موضوع در وقوع خشکسالی‌های ممتد دو چندان است، زیرا حفظ اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی و خاک آن‌ها مهمترین راهکار مقابله با پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی است (Allen و همکاران^۲، ۲۰۱۰). مطالعات بابایی فینی و علیجانی (۱۳۹۲)، بیانگر وقوع خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید در ایران از جمله غرب، شرق و جنوب شرق است. در چنین شرایطی تخریب منابع طبیعی پیامدهای ناگوار و نگران کننده‌ای را به سلامت عمومی و پایداری فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی تحمیل کرده که با تداوم آن، درونمای نگران کننده‌ای نیز برای آینده ترسیم کرده است که افزون بر تشدید پدیده‌های سیل، کم‌آبی، فرسایش خاک و بیابان‌زایی است. بنابراین، حفظ مراتع که بیشترین مساحت کشور را دارند، اتکای اصلی کاهش خشکسالی، حفظ رطوبت خاک و مقابله با بحران‌های ناشی از تغییرات اقلیمی است.

در منطقه زاگرس، به‌ویژه استان کرمانشاه چرای زود رس و بیش از حد ظرفیت^۳ قابل توجه است که نقش مهمی در کاهش و زوال گیاهان خوشخوراک، کاهش ماده آلی خاک، افزایش ضریب رواناب و تشدید سیل‌خیزی دارد. هدف از انتشار نشریه حاضر ارائه راهکار مناسب قرق است که بر اساس نتایج پنج سال پژوهش

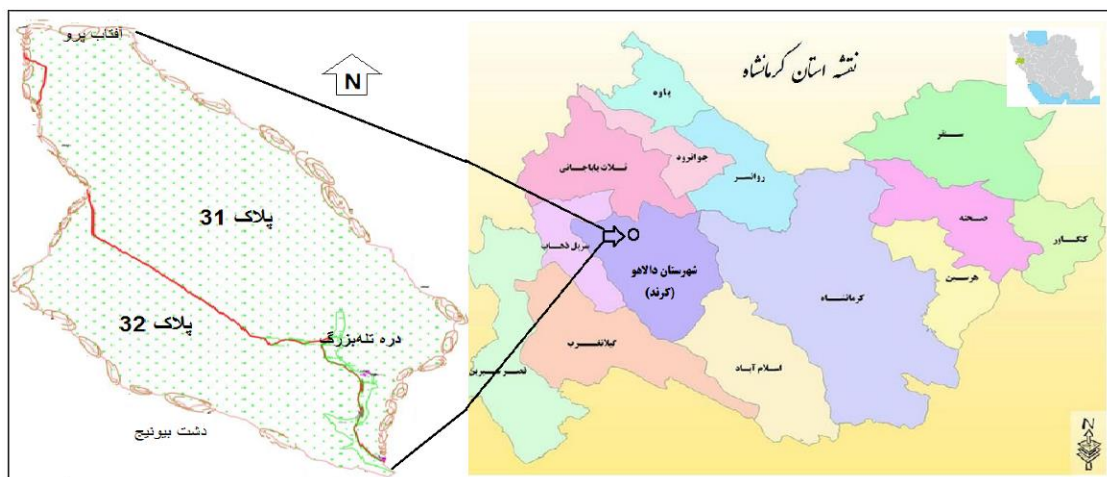
^۲ Allen

^۳ Early grazing and overgrazing

پیرامون اثرات قرق مراتع دالاهو در استان کرمانشاه انجام یافت. دو موضوع این بررسی مهم است؛ اول عوامل تاثیر گذار بر قرق مراتع کدامند؟ و دوم قرق کدام ویژگی‌های کلیدی و مهم خاک و پوشش گیاهی را بهبود می‌بخشد؟

۲- سیمای کلی مراتع دالاهو

مراتع دالاهو در شمال غرب شهر کرد با ارتفاع حدود ۲۱۰۰ متری سطح دریا (غرب استان کرمانشاه) قرار دارد. مساحت مراتع فوق بالغ بر ۱۵ هزار هکتار است که به دلیل ارتفاع زیاد، برخورداری از بارندگی مناسب سالانه، و تنوع گیاهی یکی از مراتع ییلاقی بی‌نظیر در سطح کشور است. فرم‌های رویش گیاهی آن متشکل از انواع درختچه (بادام، زالزالک، بلوط‌های شاخه زاد کم ارتفاع)، بوته (انواع گون‌ها، و گیاهان خاردار)، گراس (بروموس‌ها، انواع آگروپایرون و یکساله‌ها) و پهن برگان علفی (از جنس لگوم‌ها و سایر پهن برگان) می‌باشد. این مراتع محل چرای دام عشایر در فصل بهار و تابستان است که در فصل قشلاق به مراتع گرمسیری منطقه قصرشیرین کوچ می‌کنند. متأسفانه مراتع قشلاقی قصرشیرین دچار تغییر کاربری‌های گسترده (طرح سامانه گرمسیری)، عدم رعایت پروانه چرا و دام مازاد است و همین موضوع عشایر را وادار به کوچ زودهنگام بهاره و فشار مضاعف بر مراتع ییلاقی از جمله دالاهو کرده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مراتع دالاهو در کشور ایران، استان کرمانشاه، شهرستان دالاهو

بر اساس مشاهدات میدانی (اوایل سال ۱۳۹۳)، خاک و پوشش گیاهی این مراتع به دلیل چرای زودرس و بیش از حد ظرفیت دچار تخریب شدید شده بود، به طوری که تاج پوشش گیاهی کمتر از ۴۰ درصد و سطح خاک لخت بین ۵۰ تا ۷۰ درصد بود. همچنین در اواسط فصل چرا به بعد به ندرت آثاری از گیاهان مرتعی طبقه ۱ و ۲ مشاهده می شد. فرسایش سطحی شدید با آثار کوبیدگی خاک قابل ملاحظه بود و حتی آثار چرای دام بر روی شاخ و برگ بوته ها و درختچه ها و درختان نیز مشهود بود. افزون بر این، حیات وحش منطقه نیز به شدت آسیب دیده بود.

در سال ۱۳۹۳ با پیگیری کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه، قریب به ۱۰ هزار هکتار از این مراتع با نظر موافق عشایر ذینفع و هماهنگی با متنفذین آن ها شروع شد که تا سال ۱۳۹۹ ادامه داشت. غالب این عشایر و سران آن ها نسبت به حفاظت از مراتع و اهمیت چرای تاخیری و قرق آشنایی دارند و خود نیز در این زمینه همکاری و اهتمام لازم را دارند. آن ها نیز به پاس پیروی از توصیه اکید سلسله مراتب قبیله ای خود که به دور از اجبار و مبتنی بر عقیده و سنت محلی خودشان است، نه تنها قرق را رعایت می کنند، بلکه از شکار کبک، عقاب، خرس و سایر جانوران نادر منطقه نیز خودداری می کنند (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۸).

در صورتی که بتوان با اتکای به این زمینه مشارکتی که شاید در نوع خود بی نظیر باشد، می توان برنامه سامانه چرای تاخیری و تناوبی را در منطقه اعمال کرد که این موضوع به اداره کل منابع طبیعی اعلام شد. جالب این که در مصاحبه با عشایر برخی از آن ها پیشنهاداتی دائر بر کشت گونه های در حال انقراض، قرق سالانه، چرای تاخیری، حذف دامداران غیرمجاز و مدیریت منابع آب شرب دام را داشتند (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از این فرصت منجر به بهبود سطح معیشت خانوار^۴ از طریق تولید علوفه (افزایش کیفیت و کمیت علوفه مراتع)، کاهش هزینه های تولید (خرید علوفه مورد نیاز) و تردد کمتر دام (تبدیل انرژی به گوشت) خواهد شد. ضمن اینکه می تواند یک آگوی مناسب را در سطح کشور معرفی کند.

^۴ livelihood resilience

۳- دستورالعمل اجرایی قرق

انجام موفقیت آمیز قرق منوط به یک بررسی اجمالی برای پاسخگویی به پرسش‌های مهم و کلیدی متعددی است که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

۱- آیا مرتع مورد نظر دارای طرح مرتعداری که در آن ظرفیت، تعداد دام مجاز، دوره چرا و دامداران

مجاز مشخص شده باشند، هست؟

۲- آیا افراد صاحب نفوذ در بین دامداران وجود دارد؟

۳- دامداران ذینفع در قرق و افراد صاحب نفوذ تا چه میزان با برنامه قرق نظر موافق دارند؟

۴- آیا بین دامداران تضاد^۵ جدی وجود دارد؟

۵- آیا منبعی برای تامین علوفه و محل چرای دام در دوره قرق وجود دارد؟

۶- آیا مرتع مورد نظر واجد منطقه یا مناطق کلید هست؟

۷- منابع سامانه/های عرفی در چه وضعیتی است؟ این منابع شامل سرمایه‌هایی است که در تولید،

درآمدزایی و سطح معیشت دامداران ذینفع نقش بسزایی دارند که عمدتاً شامل موارد زیر هستند:

- ✓ گیاهان علوفه‌ای مرتع؛
- ✓ منابع آب (چشمه، چاه و ..)؛
- ✓ تعداد و ترکیب دام و احیاناً حیات وحش منتفع از مرتع؛
- ✓ دارایی‌ها و امکانات دامداران برای حمایت از صنعت دامپروری از جمله تهیه علوفه مورد نیاز، تدارک خدمات بهداشتی و رفاهی خانوار، خدمات دامپزشکی، و
- ✓ کیفیت نیروی انسانی (سطح سواد، تجربه و مهارت آنان در مدیریت واحد دامپروری).

بنابر این، لازم است ابتدا یک تیم کارشناسی متشکل از متخصصین زیر تشکیل گردد:

- یک کارشناس پژوهشی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی با تخصص منابع طبیعی مرتعداری

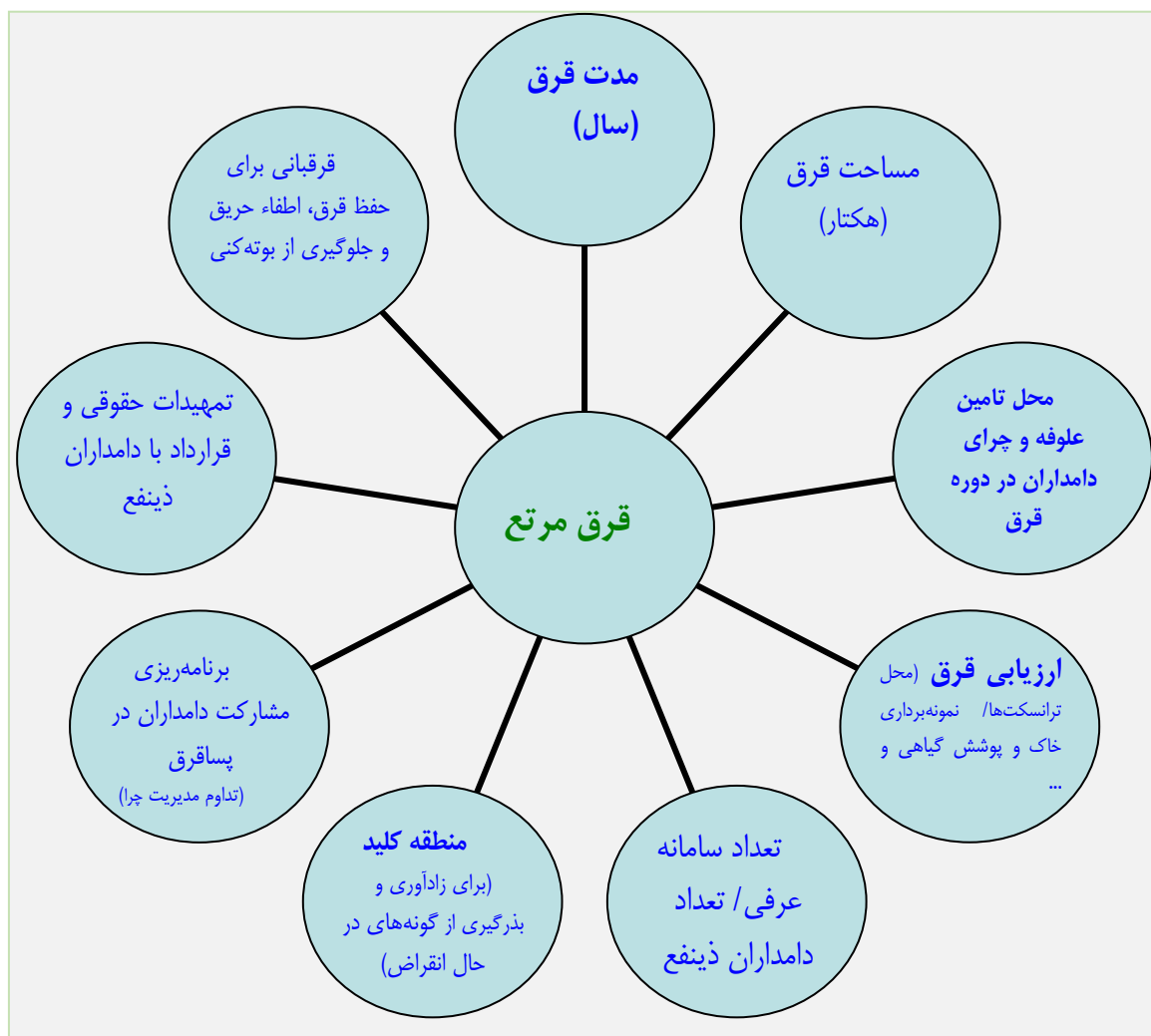
یا آبخیزداری؛

- یکی از کارشناسان اداره منابع طبیعی شهرستان مورد نظر (ترجیحا اداره مرتع)؛ و

- یکی از کارشناسان آشنا با دامداران منطقه (ترجیحا از واحد ترویج و آموزش منابع طبیعی).

این کارشناسان ضمن بازدید از منطقه و حضور در بین دامداران و برگزاری نشست اولیه با بزرگان آنها، گزارش اولیه با محوریت سوالات مطرح شده را تهیه خواهند کرد.

در مرحله بعدی، لازم است طرح قرق تدوین و برای تصویب به کمیته فنی اداره کل منابع طبیعی استان ارسال گردد. در این طرح لازم است مطابق شکل ۲، اقدامات ضروری مشخص گردد که شامل نه موضوع مهم خواهد بود. دوره قرق، مساحت قرق، دامداران ذینفع، محل نمونه‌برداری، قرقبانی، تمهیدات حقوقی و مواردی از این قبیل است تا قرق با موفقیت اجرا شد. نکته مهم در قرق برنامه بعداز قرق یا پساقرق است که ممکن است به یکباره تمام نتایج آن از بین برود. برای رفع این نقیصه لازم است، با دامداران نسبت به قطعه‌بندی منطقه قرق و اعمال برنامه چرای تاخیری و تناوبی توام با قرق و نیز حفظ بخشی (ولو با مساحت اندک) به عنوان منطقه کلید برای زادآوری و بذرگیری گونه‌های در حال انقراض تخصیص یابد.



شکل ۲- اقدامات ضروری در اجرای موفق و موثر پروژه قرق مرتع

در اینجا لازم است به چگونگی اجرای برنامه قرق مراتع دالاهو و عوامل تاثیرگذار اشاره گردد. این برنامه با مشارکت موثر سران عشایر، اداره کل منابع طبیعی (به‌ویژه اداره منابع طبیعی شهرستان دالاهو)، دامداران ذینفع و مرکز تحقیقات^۶ به سرانجام رسید (جدول ۱). شاخص‌ترین فرد سران عشایر سید نصرالدین حیدری است. بنابر اظهار کارشناسان اداره منابع طبیعی شهرستان دالاهو، دستخط این فرد در هامش نامه اداره منابع طبیعی،

^۶ بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

موجب پایبندی کامل غالب دامداران به قرق و تعامل با اداره منابع طبیعی بوده است.^۷ سید نصرالدین حیدری فردی با نفوذ در بین ساکنین محلی منطقه دالاهو (کرنده‌غرب و گهواره) است و در میان غالب عشایر ایل‌های گوران و قلخانی از احترام ویژه‌ای برخوردار است. آن‌ها در خلال مصاحبه پایبندی خود را به پیروی از توصیه ایشان دائر بر رعایت موارد زیر اعلام داشتند:

رعایت دقیق قرق مراتع دالاهو؛

- ۱- پرهیز اکید از شکار کبک، روباه، خرگوش و خرس و هر نوع حیوان نادر موجود در منطقه؛
- ۲- خودداری از شکستن درختان و زغال‌گیری (به‌جز استفاده از شاخه‌های خشکیده و برخی بوته‌ها برای پخت و پز) و
- ۳- پرهیز از نزاع با عشایر دیگر و الزام به پیگیری موضوع از راه قانونی (جدول ۱).

جدول ۱- عوامل تاثیرگذار در انجام پروژه قرق مراتع دالاهو

ردیف	نوع اقدام/فعالیت	نقش موثر(فردی/اداری)
۱	توجیه نظر موافق و مشارکت عشایر به انجام پروژه قرق	سران عشایر و اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه
۲	مشخص کردن محل چرای دام دامداران در زمان قرق	اداره منابع طبیعی شهرستان دالاهو و سران عشایر
۳	گماردن قرقبان در محل	اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه
۴	ارزیابی دوره‌ای قرق و تاثیرات آن بر پوشش گیاهی و خاک	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه و کارشناسان مرتع اداره کل منابع طبیعی
۵	نظارت/ رسیدگی به شکایات و درخواست‌های احتمالی	ادارات منابع طبیعی و امور عشایر دالاهو

۴- دستورالعمل ارزیابی سالانه قرق

برای بررسی مقایسه‌ای تاثیرات قرق لازم است مراحل زیر انجام گیرد:

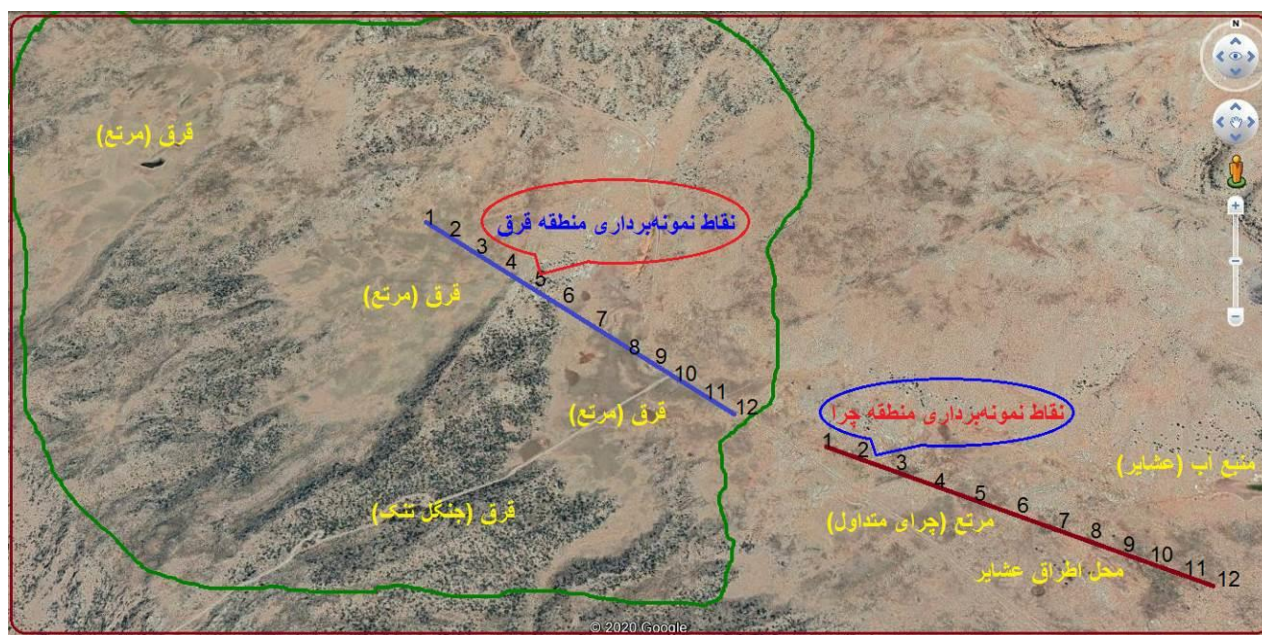
۴-۱- انتخاب منطقه شاهد

^۷ "محضر دامداران مرتع سیاهانه دالاهو پلاک ۳۲ اعلام می‌دارم با توجه به شرایط حساس و بحرانی برای حفظ و صیانت و احیاء منابع طبیعی از بردن دام به منطقه فوق خودداری کنید"

لازم است یک محدوده‌ای خارج از قرق به‌عنوان شاهد (تحت چرای متداول) در نزدیکی منطقه قرق انتخاب گردد که از نظر زمین‌شناسی، توپوگرافی (شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا)، خاکشناسی و تیپ پوشش گیاهی با منطقه قرق شرایط یکسانی داشته باشد.

۲-۴- مشخص کردن ترانسکت ثابت در دو منطقه قرق و شاهد

در هر یک از دو منطقه قرق و شاهد یک ترانسکت با طول حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر انتخاب گردد. در هر ترانسکت ۱۲ نقطه نمونه‌برداری با فاصله ۲۵۰ متر از هم انتخاب و شماره‌گذاری گردد. مختصات نقاط نمونه‌برداری با GPS ثبت شود (شکل‌های ۳ و ۴). با استفاده از پلات یک متر مربعی (روش متداول در ارزیابی پوشش گیاهی) درصدهای تاج‌پوشش گیاهی، خاک لخت، لاشبرک و سنگریزه برآورد گردد. همچنین در هر نقطه نیز نمونه خاک از لایه سطحی (عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری) برداشت گردد. بهتر است نمونه‌برداری‌ها در اوسط بهار انجام شود و هر ساله نیز از همان نقاط تکرار گردد. نمونه خاک دست‌نخورده نیز برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری نیز برداشت گردد.



شکل ۳- نقاط نمونه‌برداری در مناطق قرق و شاهد مراتع دالاهو



شکل ۴- ارزیابی گونه‌های گیاهی در طول ترانسکت در محدوده قرق (سال چهارم)

۳-۴- آزمایشات خاک مورد نیاز

آزمایشات خاک‌شناسی شامل بافت، اسدیته، هدایت الکتریکی، آهک کل، کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری، نسبت وزنی خاکدانه‌ها و عناصر اصلی غذایی (NPK) است که در سال اول مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار می‌گیرند. در سالهای بعدی آزمایشات آن بخش از ویژگی‌های مهم خاک که متاثر از عوامل بیرونی و مدیریتی هستند، برای هر دو منطقه قرق و تحت چرا تکرار گردد که شامل شامل کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری، نسبت وزنی خاکدانه‌ها و عناصر اصلی غذایی (NPK) بود که نقش کلیدی در کیفیت خاک، حفظ رطوبت و پایداری آن دارند. نمونه خاک‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل و بر اساس روش‌های متداول مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار می‌گیرند.

۴-۴- ارزیابی پوشش گیاهی

هر سال در طول ترانسکت‌ها موارد زیر اندازه‌گیری گردد:

- فراوانی گونه‌های کلیدی که شامل گونه‌های با طبقه خوشخوراکی درجه یک و دو خواهند بود؛

- فراوانی گونه‌های مهاجم (سمی و خاردار)؛

- درصد تاج‌پوشش گیاهی؛

- گرایش مرتع؛

- ظرفیت مرتع؛

- وضعیت مرتع.

۴-۵- روش محاسبه نرخ سالانه ذخیره کربن

بررسی روند تغییرات کربن آلی خاک با استفاده از میزان تغییرات کربن و وزن مخصوص ظاهری خاک و

با استفاده از رابطه ۲-۳ قابل محاسبه است (ورامش و همکاران، ۱۳۹۳):

$$Cs = 10000 \times OC (\%) \times Bd \times e \quad (\text{رابطه ۲-۳})$$

Cs = کربن آلی ترسیب یافته (kg/ha)

$OC (\%)$ = درصد کربن آلی خاک

Bd = وزن مخصوص ظاهری خاک

e = عمق نمونه‌برداری (cm)

۴-۶- ارزیابی فرسایش‌پذیری و روند تغییر اشکال فرسایش

با استفاده از میزان کربن آلی، ساختمان و بافت خاک تغییرات فرسایش‌پذیری خاک مشخص خواهد

شد. همچنین در نقاط مشخصی بررسی اشکال فرسایش (به‌ویژه فرسایش‌های سطحی، شیلی و آثار انحلال

خاک) مورد ارزیابی قرار گیرد. بهتر است از روش BLM استفاده شود که ۷ عامل فرسایش خاک را نیز دارد.^۸

۴-۷- تجزیه آماری داده‌ها

مقایسه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی به شرح زیر انجام گیرد:

مقایسه میانگین داده‌های دو منطقه قرق و تحت چرا (شاهد)^۹ بین سایت قرق و سایت شاهد (آزمون t-test) و مقایسه سالانه میانگین داده‌ها^{۱۰} با آزمون دانکن به منظور بررسی تغییرات زمانی هریک از مشخصات مورد اندازه‌گیری شده در طول ۵ سال قرق.

۴-۸- ارزیابی انگیزه و دیدگاه دامداران در مورد قرق

مصاحبه باید در قالب پرسشنامه نسبتاً ساده متشکل از سوالاتی پیرامون انگیزه اصلی دامداران، علت پیروی از توصیه سران عشایر، دیدگاه آنان در مورد تغییرات حاصله در پوشش گیاهی منطقه، محل تامین علوفه یا چرای دام و مشکلات آنان در این زمینه باشد. بهتر است پاسخ گویه‌ها (پرسش‌ها) در مقیاس لیکرت^{۱۱} تنظیم شوند با طیفی از جواب‌های:

- خیلی زیاد 0 زیاد 0 متوسط 0 کم 0 خیلی کم 0 یا
- کاملاً موافقم 0 موافقم 0 نظری ندارم 0 مخالفم 0 کاملاً مخالفم 0

پیشنهاد می‌گردد سوالات پرسشنامه شامل موارد زیر باشد:

- مشخصات کلی مصاحبه‌شوندگان (جنسیت، سن، سواد، وابستگی ایلی)؛
- ارزیابی نقش و دیدگاه سران عشایر در مورد قرق مراتع؛
- میزان اطلاعات و دانش سران عشایر به مرتع و مدیریت چرا؛
- میزان آشنایی نسبت به اهمیت زیست‌محیطی منابع طبیعی؛

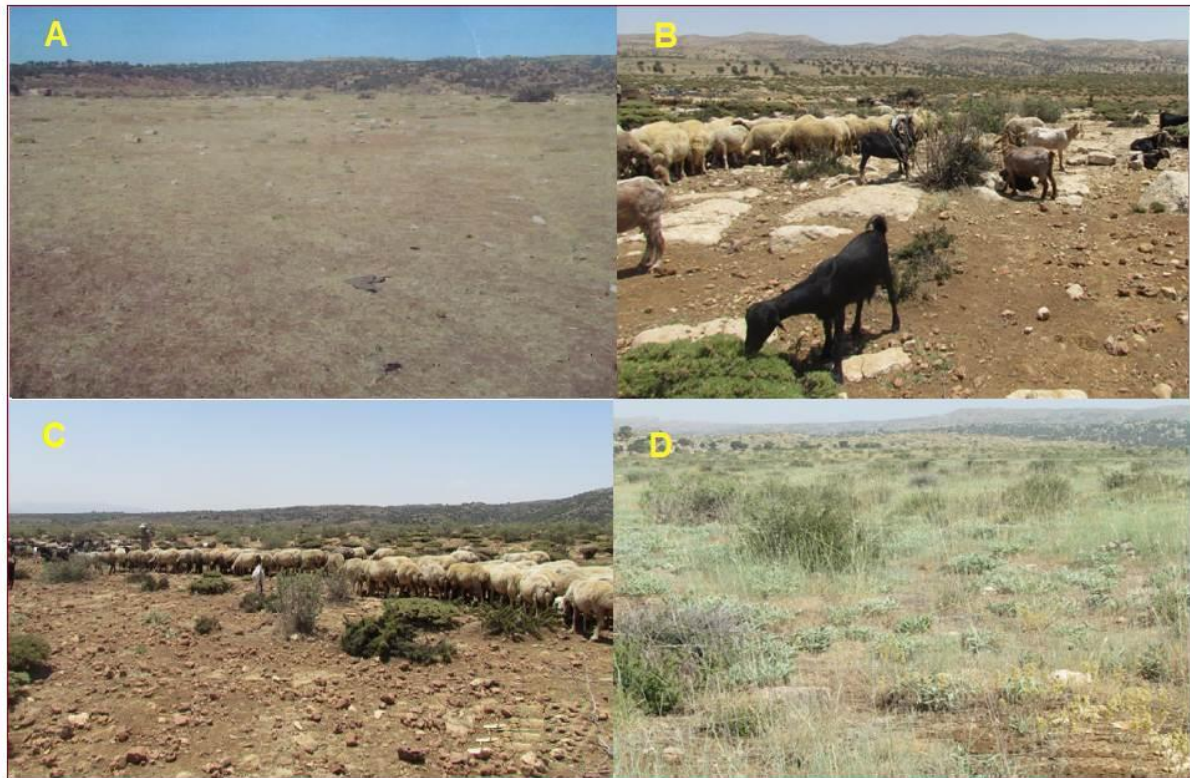
^۸ در منبع صدوق و همکاران (۱۳۹۴)، بطور ساده بیان گردیده است.

^۹ between variables

^{۱۰} within variables

^{۱۱} Likert scale

- میزان آشنایی نسبت به عواید اقتصادی مراتع اعم از چرای دام، زنبورداری و گیاهان دارویی؛
 - میزان آشنایی با عوامل تخریب منابع طبیعی
 - تبعات ناشی از تضادها و دامداران غیر مجاز؛
 - آشنایی با پیامدهای ناشی از محو تدریجی مراتع قشلاقی و تاثیر آن بر مراتع ییلاقی؛
 - آشنایی آنان با تاثیرات قرق بر گیاهان مرتعی؛
 - میزان آشنایی آنان با چرای تاخیری، مدیریت چرا و تعامل و همکاری بیشتر با منابع طبیعی؛
 - نقش همکاری فعال در مهار آتش‌سوزی‌های احتمالی؛
 - ارزیابی آنان در مورد ازدیاد دامداران غیر مجاز؛
 - انگیزه اصلی دامداران در موافقت با قرق
- این بخش از پرسشنامه می‌تواند گویه‌های متعددی از جمله پیروی از توصیه سران عشایر و افراد متنفذ محلی بر پایه ارتباط عاطفی توأم با احترام بین آنان، مشوق‌های مادی، نقش اهمیت حمایت‌های معنوی نظیر حل و فصل اختلافات، حس همکاری، لزوم احیاء مراتع، نقش ترویج و آموزش، پیروی از نظر اداره منابع طبیعی و مواردی از این قبیل باشد.



شکل ۵- مراتع دالاهو؛ محل اطراق عشایر در شهریور ۱۳۹۲ (A)، چرای مفرط بز از گون خاردار (B) و چرای کامل گیاهان خوشخوراک و سطح خاک لخت (C)، کرد گیاهان مرتعی خوشخوراک در سال سوم قرق (D).

۵- خلاصه‌ای از نتایج قرق دالاهو

بر اساس مشاهدات میدانی، آثار چرای دام و آتش‌سوزی در محدوده قرق مشاهده نشد. غالب دامداران و بزرگان آن‌ها آگاهی لازم به ارزش مرتع و مدیریت دام و عواید اقتصادی مراتع دالاهو (چرای دام، زنبورداری، شکار، گیاهان دارویی) داشتند. نکته مهم اینکه آنان نگرانی خود دائر بر ویرانی مراتع دالاهو به دلیل محو تدریجی مراتع قشلاقی خود در قصرشیرین (به دلیل تغییر کاربری) و افزایش سالانه دامداران غیرمجاز را بیان کردند. آنان همچنین آمادگی لازم را برای مشارکت در برنامه پساقرق در قالب مدیریت چرا (چرای تاخیری و تناوبی)، مهار آتش‌سوزی‌های احتمالی و بذرکاری ابراز داشتند.

چند سال بعد از قرق، آنان به افزایش گونه‌های گیاهی در محدوده قرق و اهمیت و ارزش آن واقف شدند و به نام محلی برخی از گونه‌های نجات یافته اشاره کردند. این گونه‌ها عمدتاً شامل آگروپایرون، افرا، آویشن، کما،

جاشیر، لاله واژگون، موسیر، انواعی از گیاهان دارویی مختص منطقه، چندین نوع گون علوفه‌ای، گلابی وحشی، شن و سیب وحشی^{۱۲} بود. به باور آنها بلوط نیز شاداب‌تر از گذشته است. همچنین به برخی نقاط محدوده قرق که در آن گیاهان قابل چرا بطور محسوسی زیاد شده نیز اشاره داشتند. به اعتقاد آنها چنین گونه‌هایی در خارج از منطقه قرق از بین رفته است.

با توجه به آن از سال دوم به بعد به تدریج تاج پوشش گیاهی در محدوده قرق رو به افزایش نهاده و بعد از آن نیز فراوانی پنج گونه مهم افزایش یافته است. به تبع از این تغییرات، از سال سوم به بعد هفت متغیر کلیدی فیزیکی و شیمیایی خاک که اساس حاصلخیزی، ذخیره رطوبت، تهویه، ترسیب کربن و پایداری خاک هستند نیز بر اثر قرق بطور معنی‌داری افزایش یافته‌اند که عبارتند از کربن آلی، نسبت خاکدانه‌های درشت، ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب. همچنین وزن مخصوص ظاهری بطور معنی‌داری کاهش یافت.

بر اساس بررسی‌ها و اندازه‌گیری مقایسه‌ای پوشش گیاهی و سطح خاک لخت مشخص شد که در ابتدای شروع قرق (۱۳۹۲)، سطح خاک لخت بین ۵۰ تا ۷۰ درصد بود و در اواسط فصل چرا به بعد به‌ندرت آثاری از گیاهان مرتعی طبقه یک و دو مشاهده می‌شد، اما به دلیل قرق سطح خاک لخت به‌طور قابل توجهی کاهش یافت و و در غالب موارد به کمتر از ۱۰ درصد رسید. همچنین گیاهان ارزشمندی از گندمیان از جمله انواعی از آگروپایرون و برموس به همراه پهن برگان علوفه‌ای از جمله ماش، یونجه، شبدرهای یکساله، توت روباه در مراتع رشد و توسعه یاف. برخی مزیت‌های قابل توجه قرق مراتع دالاهو به شرح زیر است:

✓ شادابی و فراوانی گونه‌های درختی مانند افرا، بلوط، آلبالوی وحشی نوعی سیب وحشی (به همین دلیل بخشی از منطقه به دشت سیب معروف است)، گلابی وحشی، انواعی از گیاهان دارویی در محدوده قرق قابل مشهود است؛

^{۱۲} بخشی از حاشیه منطقه قرق دارای درخت سیب وحشی (خودرو) است و به همین دلیل به دشت سیب نیز معروف است.

- ✓ قرق موجب بهبود شادابی و زادآوری برخی گونه‌های درختی نیز می‌گردد. بر اثر قرق مراتع دالاهو زادآوری گونه‌های جنگلی شن^{۱۳} و بلوط که بطور پراکنده در برخی نقاط قرق وجود دارد، گردید، بطوریکه این تفاوت نسبت به نقاط همجوار خارج از مشهود بود (شکل ۶).
- ✓ بازتاب مشارکتی فعال و قابل‌الگوبرداری که بر اساس نتایج بررسی آن، به‌دلیل ساختار سلسه‌مراتب ایلی و طایفه‌ای خاص منطقه، مشارکت و تعامل بین عشایر و بزرگان آنها با اداره کل منابع طبیعی از یکسو و پادرمیانی آنها برای متقاعد کردن عشایر ذینفع در مراتع منطقه، تمهیدات این قرق را در سطح بیش از ۱۰ هزار هکتار و برای پنج سال فراهم کرد که در نوع خود بی‌نظیر بود (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۶).
- ✓ سیمای ژئومورفولوژی منطقه مستعد تبدیل بخش‌هایی از منطقه به یک پارک طبیعی در راستای گسترش اکوتوریسم بوده و می‌توان با تکیه بر آن برای حفظ تنوع گونه‌ای (اعم از گیاهی و جانوری) بهره جست. متأسفانه دورنمایی برای استفاده از این پتانسیل نیست و با رفع قرق، بوته‌کنی و تردد زیاد خودرو و دستیازی غیرمسئولانه به مراتع مزید بر چرای مفرط خواهد شد. گرچه سران عشایر آمادگی خود را برای برنامه پسا قرق در قالب مدیریت چرای کنترل شده (تناوبی، تاخیری و توام با قرق بخش‌هایی از مرتع) به همراه بذریاشی اعلام کردند؛
- ✓ رونق صنعت زنبورداری منطقه قرق که در طول این پنج سال حدود ده مکان پرورش زنبور عسل در منطقه حضور داشتند و نسبت به قرق و عواید آن بسیار خرسند بودند؛ و
- ✓ پتانسیل منطقه قرق برای گیاهان دارویی که در صورت رها شدن در قالب بوته‌کنی فصل بهار گونه‌های چتریان آن منقرض خواهند شد (شکل ۷).
- ✓ نقش قرق در حفاظت خاک توام با افزایش نفوذپذیری آن برای ذخیره رطوبت و کاهش رواناب بر اثر افزایش گیاهان با ریشه افشان و متراکم سطحی قابل توجه است (شکل ۸).

¹³ *Lonicera numullarifolia*



شکل ۶- تصویر ازدیاد و شادابی گیاهان مرتعی، گونه درختی شن (سمت چپ) و بلوط (سمت راست) در اثر قرق



شکل ۷- تصویر ازدیاد زادآوری گیاهان دارویی بر اثر قرق در مراتع دالاهو شامل آویشن (۱)، آلبالوی وحشی (۲)، بومادران (۳) و جاشیر (۴)



شکل ۸- تصویر افزایش قابل ملاحظه گونه‌های گندمیان بر اثر قرق و ریشه افشان، متراکم و پیازدار برخی از آن‌ها (موثر در پایداری و نفوذپذیری خاک)

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در واقع ایجاد مشارکت دامداران در اجرای برنامه قرق نتیجه توصیه فرد صاحب نفوذ و معتبری چون سید نصرالدین حیدری و اداره منابع طبیعی بوده است. البته بطوریکه اشاره شد، سفارش بزرگان عشایر منطقه فراتر از قرق بوده و خودداری از شکار حیات وحش، همکاری در مهار آتش‌سوزی و نهایتاً پیشنهادات و اعلام آمادگی در مدیریت چرا و کنترل بیماری انگلی جنگل‌های بلوط منطقه (دارواش) نیز به عنوان فرصت‌هایی ارزشمند بایستی مغتنم شمرده شوند. این در حالیست که در مناطقی دیگر تخریب جنگل و مرتع به اشکال و مقیاس‌های مختلف ادامه دارد. در مواردی تا حد امکان سطح جنگل و مرتع شخم زده می‌شود، آتش‌سوزی و زغال‌گیری با شدت ادامه دارد، شکار پرندگان و جانوران توسط افراد متنعم و در عین حال غیر مسئول ادامه دارد که پوکه‌های شکار بویژه در فصل بهار و زمستان دیده می‌شود. بنابر این اداره کل منابع طبیعی و حتی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری می‌تواند با الگوبرداری از این مورد برنامه‌ریزی مناسب برای شناسایی موارد مشابه اقدام کند.

ارزیابی پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی قرق مراتع دالاهو نیز در قالب ارزیابی اثرات آن بر تنوع پوشش گیاهی و بهبود شاخص‌های کلیدی خاک از جمله ماده آلی، پایداری خاکدانه، رطوبت و پایداری خاک نیز عواید ارزشمند قرق در شرایط تغییرات اقلیمی و خشکسالی است. در مراتع دالاهو ده‌ها گونه گیاهی مرتعی و جنگلی ارزشمند وجود دارد که با قرق از انقراض نجات یافته‌اند. استفاده از ظرفیت‌های گردشگری، زنبورداری، محصولات فرعی، تولید محصولات دامی ارگانیک و نیز توجه به خدمات بیمه‌ای دامداران می‌تواند زمینه مشارکت بیشتر به همراه بهبود سطح معیشت و درآمد اقتصادی آنها را فراهم آورد. بطور کلی پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

۱- نتایج قرق در قالب برنامه‌های آموزشی-ترویجی به اطلاع سران و دامداران عشایر منطقه رسانده شود. در این میان تاثیرات مثبت حاصله بر این امر موجب واقف شدن بیشتر آنها به نتایج قرق و متعاقبا مدیریت چرای دام خواهد شد. مستند کردن مشارکت آنها در مدیریت منابع طبیعی به عنوان یک ضرورت برای توسعه پایدار به‌شمار می‌آید، چراکه در مکانیسم‌ها و استراتژی‌های تصدی‌گری منابع طبیعی مجموعه‌های مختلفی دخالت دارند؛

۲- پیامدهای برون‌حوزه‌ای این کار به‌ویژه در تغذیه آب‌های زیرزمینی، مقابله با پدیده گرد و غبار، کنترل سیل و بیابان‌زایی کم‌هزینه‌تر، موثرتر و پایدارتر از اقدامات سازه‌ای است و برای کنترل این پیامدها به‌ویژه کنترل سیل پایین‌دست (در استان‌های ایلام، لرستان و خوزستان) بالاجبار باید روی به حفظ پوشش گیاهی مراتع و جنگل‌های زاگرس آورد. این کار می‌تواند مبنایی برای تغییر رویکرد از اقدامات سازه‌ای به اقدامات مدیریتی و بیولوژیکی باشد؛

۳- ارزیابی پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی قرق مراتع دالاهو نیاز به تحقیق بیشتری دارد که از جمله ارزیابی اثرات آن بر حفظ رطوبت خاک، مقابله با بیابان‌زایی، کانون‌های گرد و غبار، ترسیب کربن و تولید علوفه و کیفیت آن (ارزش غذایی گونه‌های با طبقه خوشخوراکی بالا) مهم است و می‌تواند برای واقف کردن مسئولین محلی استفاده کرد؛

۴- در منطقه قرق نیاز به اختصاص بخش کوچکی از مرتع به عنوان منطقه کلید برای حفظ گیاهان ارزشمند در حال انقراض و فرصت بذردهی آنها می باشد؛

۵- می توان با همکاری دامداران نسبت به اعمال مدیریت چرا در قالب چرای تناوبی اقدام کرد. به این منظور هر سامان عرفی به سه پارسل تقسیم شده و برای چرای معمولی، چرای تاخیری و قرق مد نظر قرار گیرد؛

۶- تحقیق پیرامون ارزش تولیدات گیاهی، زنبورداری، قابلیت اکوتوریسم منطقه و نقش اشتغال زایی آن نیز به نوبه خود در خور پژوهش است.

منابع مورد استفاده

- ۱- بابایی فینی، ا. و و ب. علیجانی، ۱۳۹۲. تحلیل فضایی خشکسالی های بلند مدت ایران. پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۵ (۳): ۱-۱۲.
- ۲- بی نام. ۱۳۹۲. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲. سالنامه آمار، مساحت جنگل ها، مراتع و پدیده های بیابانی کشور، www.amar.org
- ۳- حشمتی، م.، ی. پرویزی، م. قیطوری، م. صانعی، ص. شادفر و م. گودرزی، ۱۳۹۸. ارزیابی پروژه های اجرا شده آبخیزداری از دیدگاه روستاییان در حوضه رزین استان کرمانشاه. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۱ (۱): ۱۰۱-۱۱۰.
- ۴- حشمتی، م.، م. قیطوری، ی. پرویزی، ا. احمدی، م. شیخویسی، ح. سلسمانی، ن. پیروزی نژاد، م. عربخدری، حسینی، م. ع. شادمانی، و ا. محمدی شکوه، ۱۳۹۶. ارزیابی اثرات سامانه جمع آوری رواناب و قرق بر ذخیره رطوبت و پوشش سطح زمین در جنگل های زاگرس در استان کرمانشاه. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۲ (۴۰): ۹۵-۱۰۴.
- ۵- صدوق، س. ح.، م. حسین زاده، و ف. آزادی، ۱۳۹۴. پهنه بندی فرسایش در حوضه آبخیز کهمان با استفاده از سه مدل EPM، BLM و Fargas، هیدروژئومورفولوژی، ۲ (۲): ۱۳۷-۱۵۴.
- ۶- دوامی، پ. ۱۳۷۸. گذر به پایداری. آموزش مهندسی و نیازها در ایران، مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۱ بهار ۱۳۷۸.
- ۷- ریاضی، ب. ۱۳۶۹. نگاهی به روند تخریب در منابع طبیعی تجدیدپذیر کشور. فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۸: ۲۷-۴۳.
- ۸- ورامش، س.، س. م. حسینی، و ک. سفیدی، ۱۳۹۳. ارزیابی مقدار ترسیب کربن در بیومس، لاشبرگ و خاک توده های آقاقیا و سرو نقره ای اطراف تهران، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۳۹۶-۴۰۴.
- 9- Allen, C.C, A.K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, M. McDowell, M. Venetier, T. Kitzberger, A. Rigling and D. Breshears. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, Forest Ecology and Management, 259 (4): 660-684.

