

در حالی که خشکی يك صفت اقلیمی و ویژگی همیشگی آب و هوایی مناطق خشك به شمار می آید، خشکسالی پدیده‌ای است که از کاهش بیش‌بیش نشده بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشك نیست، سرچشمه می‌گیرد. میزان این کاهش به اندازه‌ای است که روند عادی رشد را در منطقه مختل می‌سازد و آثار بی‌درنگ و زیانبار بر کشاورزی و آثار درازمدت بر عرضه منابع آب دارد. بنابراین خشکسالی ویژگی همیشگی يك ناحیه نیست و در هر رژیم آب و هوایی می‌تواند روی دهد. کشور ایران به علت شرایط ویژه جغرافیایی و آثار ناشی از گردش عمومی جو در ردیف مناطق خشك جهان است به گونه‌ای که اگر میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین را که در حدود ۸۶۰ میلیمتر برآورد کرده‌اند با میانگین بارندگی سالانه در ایران که کمابیش ۲۴۰ میلیمتر است بسنجیم می‌بینیم که مقدار بارندگی در ایران کمتر از $\frac{1}{3}$ میانگین بارندگی سالانه در سطح جهان است. همین مقدار اندک بارندگی نیز به گونه‌ی یکنواخت در سطح کشور توزیع نمی‌شود.

پژوهشگران مسأله خشکی را پدید آورنده بیابانهای اصلی زمین به‌شمار می‌آورند و روند بیابان‌زایی را به دو عامل طبیعی (آب و هوا) و انسانی مربوط می‌دانند. عوامل طبیعی در ایجاد خشکسالی تعیین‌کننده‌اند و نقش انسان که خود باعث دگرگونی میکرو کلیما می‌شود، انکارناپذیر است. بطور کلی امروزه پذیرفته‌ایم که خشکسالیهای سخت، برآیند تغییرات چرخش اتمسفری است و بسیاری از اقلیم‌شناسان خشکسالیهای گسترده را به پدیده آل نینو مربوط می‌دانند.

اقدامهای لازم برای اصلاح مراتع و جلوگیری از خشکسالی مانند ایجاد تور کیتست (لانه بوقلمون) به منظور گردآوری و ذخیره آب باران و سیلاب، پیتینگ (چاله) در سطح مرتع، کنتور فارو، بانکت و تراس بندی، ریزرزن به منظور شکستن لایه‌های سنگین خاک و افزایش نفوذپذیری آن، توزیع یکنواخت برف با ایجاد موانعی در مناطق کوهستانی، ساختن سدهای تازه، ساختن استخرهای بزرگ آبیاری و پرورش ماهی به علت کاهش دام و گوشت قرمز، اعمال مدیریت کارآمد در زمینه دامداری و مرتع‌داری به جای چراي بیش از اندازه و رعایت نکردن فصل چراي مجاز، بهره‌برداری از مراتع از راه سنت نادرست باج‌خوری، گسترش نیافتن زراعت دیم در ارتباط با مالکیت اراضی که فرسایش خاک را تشدید می‌کند؛ و نیز مدیریت کارآمد فنون آبیاری و کشت و زرع، تأمین سوخت روستاییان که بی‌توجهی به آن باعث بوته‌کشی و قطع درختان می‌شود، گسترش قنات و افزایش بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی با مجوز سازمانهای مربوط و باروری ابرها و... در این زمینه شایسته ذکر است.

اگر توان تولیدی يك ناحیه از میان برود، باشندگان آن ناحیه یا محکوم به نیستی هستند یا باید از آنجا کوچ کنند.

بررسی عوامل خشکی و خشکسالی و چگونگی مقابله با آن

جمفر شهاب‌الملک فرد
عضو هیات علمی دانشگاه پیام
نور - مرکز بجنورد

پیشگفتار:

شرایط نامساعد آب و هوایی به عمل تخریبی کوچکی در اکوسیستم منجر می‌شود و مجموعه عملیات تخریبی کل سیستم را، در سرانجام قرار می‌دهد.

در مناطقی که از نظر اقلیمی خشك، نیمه‌خشك و حتی نیمه مرطوب باشند، زمینه پذیرش آثار زیانبار تخریبی وجود دارد. زمینهای این نواحی چنانچه با خشکسالیهای پی‌درپی روبه‌رو شوند، زمینه مناسبی در راستای بیابانی شدن از خود بر جای می‌گذارند که نمونه‌های بسیاری از آنها در

در مناطقی که کمبود فاحش آب به چشم می‌خورد، توازن اکوسیستم بسیار ناپایدار است و دگرگونی هر عامل سبب ایجاد دگرگونی در کل سیستم می‌شود.

سرزمینهای خشك که پهنه‌ای گسترده در سطح کشور را به خود اختصاص داده‌اند به بروز تغییرات اندک در تبادل آب و انرژی حساس بوده و بازتاب این تأثیر را در پوشش گیاهی نمایان می‌سازند.

اقیانوس آرام است.

۱-۲- نشست اوروگرافیک (orographique)

(مربوط به کوهستان) توده هوا

يك نشست اوروگرافیک می تواند نتیجه وجود ناهمواریهای بلند باشد. نشستهای کوهستانی باعث شده است که خشکی حوضه‌های ایران، افغانستان، آسیای مرکزی، روسیه، چین و مغولستان گسترده‌تر شود.

۱-۳- عامل بری بودن در منطقه حاره‌ای

از سوی دیگر عامل بری بودن در منطقه حاره‌ای مانند منطقه معتدل، افزایش و تشدید خشکی، یا پیشروی آن به سوی عرضهای جغرافیایی بالاتر را توجیه می کند. در مسافت طولانی قاره‌ها، هوای آکنده از آشوب و تلاطم باعث می شود که رطوبت با همان شتابی که با برجستگیهای عرضی برخورد می کند، از دست برود.

۱-۴- جا به جا شدن هوا در سطوح پایین

حتی در هوای مرطوب، جا به جا شدن شدید هوا در سطوح بالا می تواند دلیل عمده پدیده خشکی باشد. دشتهای بزرگ جنوبی ایالات متحده در تابستان و نواحی مدیترانه‌ای که به طور طبیعی از جبهه قطبی دورند، این پدیده را تأیید می کنند.

۱-۵- جریانه‌های دریایی

جریانه‌های دریایی به مانند چرخش عمومی جو در تعیین ویژگیهای آب و هوایی و گسترش آنها و ناهماهنگی آنها در بخش‌های باختری و خاوری قاره‌ها در منطقه بین مدارها، بویژه در نیمکره جنوبی مؤثر است. جریانه‌ها و بالاراندگی آبهای سرد باعث می شود که رابطه دینامیکی با سلولهای واگرایی حاره‌ای، نشست توده‌های هوا در بخش‌های باختری قاره‌ها و بسیار دور به سوی باختر در داخل اقیانوسها، شدت یابد. در آمریکای جنوبی، جریان هامبولت و بالاراندگی آب سرد، در خشکی بیابان آتاکاما سهمی بسزادارد.^۲

۱-۶- تغییرات چرخه موسمی‌های تابستانی

این پدیده موجب تأخیر یا نفوذ نیافتن هوای حاره اقیانوسی به داخل خشکی می شود. نمونه این خشکسالیها در نیجریه و پنجاب هند روی

جغرافیای امروز جهان دیده می شود. همچنین جغرافیای دیرینه نشان می دهد که تحولات آب و هوایی در طول تاریخ توانسته است به بیابانزدایی کمک کند و مرتع و جنگل پدید آورد.

از این رو شناخت علت‌های خشکی و خشکسالی و راهکارهای مقابله با آن می تواند از به درازا کشیدن خشکسالی جلوگیری کند و زیانهای آنی آن را کاهش دهد.

۱- علت خشکی و خشکسالی

در حالی که خشکی يك صفت اقلیمی و ویژگی پیوسته آب و هوای مناطق خشک به شمار می آید، خشکسالی عرضه‌ای است که از کاهش پیش‌بینی نشده بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست مایه می گیرد.

کشور ایران به علت شرایط ویژه جغرافیایی و آثار ناشی از گردش عمومی جو در ریف مناطق خشک جهان به شمار می رود و با بارندگی سالانه ۲۴۰ میلیمتر، کمتر از ۱/۳ میانگین بارندگی سالانه در سطح جهان را دارد. همین مقدار اندک بارندگی نیز به گونه یکنواخت در سطح کشور توزیع نمی شود.^۱

هر چند عوامل طبیعی (آب و هوا) در ایجاد خشکسالی تعیین کننده اند و نقش انسان که خود باعث تغییر میکروکلیمای می شود، انکارناپذیر است. علت‌های بروز خشکی در زیر به گونه فشرده ارائه می شود:

۱-۱- استقرار سلولهای فشار زیاد حاره‌ای

این سلولها بین عرض جغرافیایی ۴۰-۲۰ درجه شمالی و جنوبی، بویژه در بخش باختری اقیانوسها در ارتفاعات پایین و بر فراز قاره‌ها که در سطح خاک بر اثر گرفتن گرما از زمین جریان صعودی می یابند و پیوسته وجود دارند، اما حرکت این توده هوا در ارتفاع بالاتر متوقف می شود. نشست هوا، خشکی بیابانهای بزرگ حاره‌ای را به دنبال دارد. پهناورترین این بیابانها در نیمکره شمالی است که بیابان صحراء شبه جزیره عربستان، ایران و بیابان تهار را در بر می گیرد و در نیمکره جنوبی شامل استرالیا، آفریقای جنوب باختری و بخش کوچکی از بیابانهای مکزیک و جنوب باختری ایالات متحده، پرو و شیلی در کناره

○ کشور ایران به علت شرایط ویژه جغرافیایی و آثار ناشی از گردش عمومی جو در ریف مناطق خشک جهان است به گونه‌ای که اگر میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین را که در حدود ۸۶۰ میلیمتر بر آورد کرده‌اند با میانگین بارندگی سالانه در ایران که کمابیش ۲۴۰ میلیمتر است بسنجیم، می بینیم که مقدار بارندگی در ایران کمتر از ۱/۳ میانگین بارندگی سالانه در سطح جهان است.

بر این پایه روشن استوار است که چون زیوندگان (گیاهان، جانوران و انسانها) در هر محل با میانگین بارش دریافتی محل سازگاری یافته‌اند، هر گاه مقدار بارش از حد میانگین کمتر شود در زندگی آنها پدید می‌آید و هر چه مقدر کاهش نسبت به میانگین بیشتر باشد این نابسامانی بیشتر خواهد بود.

۲-۲- خشکسالی آب شناختی

از دیدگاه آب شناختی، خشکسالی زمانی پدید می‌آید که ذخایر آبی کاهشی چشمگیر یابد و تأمین آب شهرها را با مشکل روبه‌رو سازد.

۲-۳- خشکسالی کشاورزی

برای کارشناسان کشاورزی معیار بروز خشکسالی کاهش چشمگیر تولید فرآورده‌های کشاورزی است.

۲-۴- قحطسالی

سخت‌ترین و زیانبارترین گونه خشکسالی، آن است که به قحطی می‌انجامد و با تلفات انسانی و مالی آشکار همراه می‌شود.^۳

بطور کلی امروزه پذیرفته‌ایم که خشکسالی‌های سخت نتیجه دگرگونی در چرخش اتمسفری است و بسیاری از اقلیم‌شناسان خشکسالی‌های گسترده را به پدیده آل‌نینو مربوط می‌دانند. با توجه به اینکه منطقه ENSO نزدیک ده درصد از سطح کره زمین را می‌پوشاند جای شگفتی نیست تغییر دمای سطح آب اقیانوس‌ها می‌تواند آثاری در نقاطی بسیار دورتر از محل وقوع آل‌نینو از خود برجای گذارد. این آثار، خود را بیشتر در توزیع بارش، توفانهای سخت و خشکسالی‌ها نشان می‌دهد.^۵

۳- بررسی عوامل انسانی مؤثر در

خشکسالی

هر چند خشکسالی‌ها نتیجه دگرگونیهای چرخش اتمسفری است، ولی عملکرد نادرست انسان نسبت به محیط و دخالت او نیز باعث تغییر میکرو و کلیما می‌شود و به نوبه خود آب و هوای او را در مقیاس جهانی دگرگون می‌سازد. شوربختانه فعالیتهای انسانی بعنوان يك نیروی مهم در ساختار سطح کره زمین مطرح است. جمعیت انسانی به دگرگون ساختن الگوهای مصرف انرژی، بریدن

همه نقاط جهان به گونه گذرا و در فاصله‌های زمانی به ظاهر نامنظم دچار خشکسالی می‌شوند ولی اثر این پدیده و درنگاهی گسترده‌تر اثر هر گونه تغییر اقلیمی در نواحی حاشیه‌ای آشکارتر و چشمگیرتر است. علت‌های بروز خشکسالیها را باید در ناهنجاریهای گردش عمومی جو جستجو کرد. امروزه بیشتر بر روی «پیوندهای دور (Tele connections)» تکیه می‌شود. پیوند دور عبارت است از ارتباطات میان ناهنجاریهای اقلیمی گوناگونی که در فاصله‌های دور از یکدیگر روی می‌دهند.

روابط دوسویه جو و اقیانوس نقش بسیار چشمگیری در این گونه همبستگی دارد. زمانی که دمای آبهای سطحی اقیانوسها کاهش می‌یابد، جو پایدارتر و شرایط و اچرخندگی حاکم می‌شود. برای نمونه، خشکسالی شمال غرب اروپا در ۱۹۷۵-۶ به علت سردی آبهای سطحی اقیانوس اطلس در شمال مدار ۴۰ درجه شمالی بوده است. در این شرایط جو پایدار شده و فراوانی فشارهای مانع در غرب اروپا افزایش می‌یابد. (کیت اسمیت، ۱۹۹۲)

۲- گونه‌های خشکسالی

در اقلیم‌های گوناگون مدت زمانی که لازم است از آخرین بارش بگذرد تا آب رودخانه‌ها و رطوب خاک کاهش چشمگیر پیدا کند، یکسان نیست. بنابراین نمی‌توان تعریف دقیق و فراگیری از خشکسالی ارائه کرد. بطور کلی خشکسالی را می‌توان به چهار گونه تقسیم کرد:

۲-۱- خشکسالی اقلیمی

از دیدگاه اقلیم شناختی هر گاه بارش در يك محل در يك دوره زمانی معین کمتر از میانگین بارش در همان دوره زمانی باشد، با خشکسالی روبه‌رو هستیم. بنابراین آستانه بروز خشکسالی کمیته جغرافیایی است که مقدار آن از محلی به محل دیگر فرق می‌کند و به دوره زمانی انتخابی نیز بستگی دارد. این تعریف اقلیمی بسیار ساده و آسان است و نمی‌تواند پیچیدگی‌های پدیده خشکسالی را بطور کامل تبیین کند. با این حال تعریف یاد شده

○ هر چند عوامل طبیعی (آب و هوا) در ایجاد خشکسالی تعیین کننده‌اند، نقش انسان که خود باعث تغییر میکرو کلیما می‌شود نیز انکارناپذیر است.

بوته‌های گون، درمنه و درخت ارس بهره‌جویند. برای سقف خانه‌ها و پرچین باغها در نواحی روستایی نیز از بوته و درخت استفاده می‌شود.

۳-۳- روشهای نادرست بهره‌برداری از مراتع از جمله چرای بیش از اندازه و رعایت نکردن فصل چرای مجاز

مرتع از نظر تأمین خوراک دام و تبدیل آن به پروتئین حیوانی از دیرباز مورد توجه بوده و همیشه پایه‌ای‌ترین منبع تولید علوفه به‌شمار می‌رفته است. پس از بهره‌جویی‌های پیوسته و غیراصولی از این منبع عظیم تجدید شونده در طول سالهای دراز چنین به نظر می‌رسد که دیگر توان تجدید حیات از آن گرفته شده و مراتع سیر نزولی را در روند جایگزین شدن گیاهان پست‌تر می‌پیمایند. عوامل بسیاری در جهت دادن به این روند تخریبی مؤثرند که از آن جمله می‌توان از انسان بعنوان کسی که بیشترین نقش را در این زمینه بازی می‌کند، نام برد. انسان بایستی توجهی به ظرفیت مرتع نسبت به تعداد دام و همچنین چراندن بی‌موقع (زود هنگام) به تعادل اکولوژیک موجود لطمه می‌زند. فشار بر مراتع و بویژه گیاهان مرغوب روز به روز افزایش می‌گیرد و مراتع بر اثر چرای زیاد و پایکوب شدن خاک به سرعت پوشش گیاهی را از دست می‌دهند؛ گذشته از آن، تثبیت خاک هم منتفی می‌شود و به جای نفوذ آب در زمین و رویدن دوباره گیاهان تجدیدشونده و ایجاد چشمه‌سارها، آب باران به صورت سیل‌های سهمگین در سطح زمین جریان می‌یابد و موجب تخریب مراتع می‌گردد.

۳-۴- گسترش فزاینده کشت دیم در ارتباط با تأمین مالکیت اراضی

در مراتع بیلاقی این نوع تخریب بیشتر دیده می‌شود. انسانهای سودجو که به منافع آنی و زودگذر می‌اندیشند مراتع را شخم زده و سطح آنها را از بوته‌های موجود پاکسازی می‌کنند و سپس این اراضی را زیر کشت دیم می‌برند؛ در حالی که میزان بارندگی در این زمینها اندک است و سرانجام پس از چند سال که زمین زیر کشت رفت بر اثر فرسایش آبی و شستشو، قشر پر ارزش سطحی خاک این زمینها بی‌حاصل و در نتیجه رها می‌شود و شرایط مساعدی برای گسترش بیابان فراهم می‌آید.

درختان جنگلی، فرسودن خاک، مصرف آب و تغییر کیفیت آن، نهشته‌های اسیدی، تحلیل بردن ازن استراتوسفر و ازن تروپوسفر، ایجاد مه‌دود فتوشیمیایی و تغییر آب و هوای کره زمین گرایش دارد و در پی آن، مسائل مربوط به ابعاد انسانی موضوع اهمیت بسیار دارد.^۶

۳-۱- افزایش جمعیت و آثار آن
انسان از آغاز همواره در پی تأمین خوراک و نیازهای زندگی روزانه خود بوده است و در ارتباط با نیازهای فردی و اجتماعی خویش در طبیعت دخالت‌هایی کرده همسوا با این نیازها، چهره طبیعی و وضع متعادل طبیعت پیرامونش را به خواست خود دگرگون کرده است. در آغاز، این گونه دخالت‌ها چندان آشکار نبود ولی رفته‌رفته با افزایش جمعیت و پیشرفت تمدن بشری، نیازهای فردی و اجتماعی انسان رویه فزونی نهاده و همراه با افزایش نیاز انسانها به فرآورده‌های کشاورزی و مواد دامی و معدنی، دخالت انسان در محیط پیرامون نیز بیشتر شده است و رفته‌رفته درختان جنگلی بریده شده و زمینهای جنگلی به زمینهای کشاورزی یا مناطق مسکونی و صنعتی و همچنین برای چرای دام، به مراتع تبدیل شده است.

رشد روزافزون جمعیت شهری و روستایی باعث گسترش فزاینده شهرها شده و روستاها را از اساس دگرگون کرده است به گونه‌ای که اکنون نقش شهر را بازی می‌کنند و در این میان بخش بزرگی از جنگلها، چراگاهها، باغها و کشتزارها به مناطق مسکونی تبدیل شده و در کنار آنها مراکز صنعتی و کارخانه‌ها پدید آمده و گسترش یافته است.^۷

۳-۲- بوته‌کشی و بریدن درختان
چراگاههایی که در پیرامون روستاها قرار گرفته (مراتع حریم) برای تأمین سوخت تخریب می‌شود. این کار با افزایش چرا و لگدکوب شدن سطح خاک مراتع باعث شده است که در پیرامون روستاها تا فاصله چندین کیلومتر از هر سو خاک یکسره از پوشش گیاهی بی‌بهره شود و در نقاطی نیز گیاهان مهاجم مانند اسپند بروید.

روستاییان برای گرم شدن خانه‌های خود در فصل زمستان، از آنجا که سوخت فسیلی مانند نفت و گاز وئیل به مقدار مورد نیاز توزیع نمی‌شود یا بموقع به دستشان نمی‌رسد، ناگزیر از

○ انسان بایستی توجهی به ظرفیت مرتع نسبت به تعداد دام و همچنین چراندن بی‌موقع (زود هنگام) به تعادل اکولوژیک موجود لطمه می‌زند. فشار بر مراتع و بویژه گیاهان مرغوب روز به روز افزایش می‌گیرد و مراتع بر اثر چرای زیاد و پایکوب شدن خاک به سرعت پوشش گیاهی را از دست می‌دهند؛ گذشته از آن، تثبیت خاک هم منتفی می‌شود و به جای نفوذ آب در زمین و رویدن دوباره گیاهان تجدیدشونده و ایجاد چشمه‌سارها، آب باران به صورت سیل‌های سهمگین در سطح زمین جریان می‌یابد و موجب تخریب مراتع می‌شود.

۳۵- بهره برداری از مراتع با سنت نادرست

باچ دهی و باچ خوری

باچ دهی یکی از عوامل مهم نابودی مراتع به شمار می آید. دامدارانی که پروانه چرا دارند ولی دامهایشان را فروخته اند، مراتعی را که در اختیار دارند به دامداران فاقد پروانه چرا اجاره می دهند. دامدارانی که مراتع را اجاره می کنند هیچ گاه برای این مراتع دلسوزی نمی کنند و با چراندن بی اندازه دامهایشان، بیشترین بهره برداری را از این مراتع انجام می دهند. بدین سان مرتع اجاره شده پس از چند سال یکسره نابود می شود. آنچه باعث باچ دهی می شود سوء استفاده از پروانه چرا است. در مورد پروانه چرا، نخست دامدار واقعی شناسایی می شود و پیشینه او مورد بررسی قرار می گیرد. پس از آن، مرزهای مرتع آن دامدار معلوم می شود. سپس مساحت آن را محاسبه کرده و با توجه به درجه بندی مرتع مساحت قابل تعلیف را به دست می آورند، بدین سان معلوم می شود که آن مرتع ظرفیت چرای چند واحد دامی را دارد و در پایان پروانه چرای دام بر پایه این محاسبه صادر می شود. بطور معمول دامهای هر دامدار داغ و ویژه ای به خود دارند. بنابراین نوع داغ دام هم در پروانه چرا معلوم می شود. با همه اینها، از مراتع موجود بیش از ظرفیت و توان تعلیفشان بهره برداری می شود. از آنجا که بسیاری از دامداران پروانه چرا ندارند، ناگزیر به باچ دهی می شوند.^۸

۴- راههای جلوگیری از خشکسالی و

کارهای لازم برای اصلاح مراتع

۴-۱- راههای فرهنگی و آموزشی برای بالا بردن سطح آگاهی ها

شوربختانه بسیاری کسان هنوز مرتع را منبعی فناپذیر می شناسند که ارتباطی میان بهره برداری از آن و نگهداری آن وجود ندارد. بر این نکته باید تأکید کرد که مرتع منبعی است که چنانچه بیش از سود سرمایه هر سال از آن بهره برداری و برداشت کنیم، به موجودی آن که خود ماشین تولید تیز هست آسیب زده و آنرا از بین برده ایم.

نباید چنین پنداشته شود که مراتع تنها تولیدکننده بخشی از خوراک دام است؛ اگر به نقش

مراتع در حفظ آب و خاک که سرمایه های اصلی کشور و اساس و پشتوانه و تکیه گاه کشاورزی است درست بنگریم، اهمیت حفظ و اصلاح و احیای آنها بیش از پیش جلوه گر می شود. در این مورد تشکیل کلاسهای آموزشی و تهیه فیلم هایی در مورد اهمیت مراتع، لزوم حفظ و نگهداری از این منبع خداداد و بهره برداری درست از آن و آثار مخرب بویژه کتی و قطع درختان در آینده مرتع ضرورت دارد.

۴-۲- تأمین و تحویل بهنگام سوخت به دامداران و روستاییان

در سالهای اخیر رویکرد روستاییان و دامداران به نفت بعنوان سوخت، به جای بوته و درخت، چشمگیر بوده است، مسأله دیگری که باعث نابودی پوشش گیاهی می شده، کاربرد بوته و درخت برای پخت نان بوده است که امروزه بیشتر از تتور با سوخت نفت یا دیگر فرآورده های نفتی استفاده می شود. البته این کار هنگامی موفقیت آمیز است که پخت نان با کیفیت بالا و بهای مناسب انجام گیرد.

۴-۳- کاربرد انرژی خورشیدی

ایران در مقایسه با بسیاری از کشورها، ساعتها و روزهای آفتابی بیشتری دارد و پیش بینی می شود که انرژی خورشیدی در آینده تا اندازه ای جایگزین نفت شود. یکی از پیش پا افتاده ترین موارد کاربرد انرژی خورشیدی، تولید گرما است که برای کاهش بوته کتی یا بریده شدن درختان سودمند خواهد بود.

۴-۴- بهره گیری از بیوگاز برای تولید انرژی

طرح بیوگاز که اساس آن کاربرد کود حیوانی، مواد آلی و زیستی برای تولید گرما است یکی از راههای تأمین انرژی به شمار می رود. بررسیهای انجام شده نشان می دهد که اگر فضولات دامی مستقیماً سوزانده شود، مقدار زیادی فسفر و دیگر مواد زیستی موجود در آن نابود می شود و بازده احتراق آن بسیار پایین و نزدیک به ۱۰ درصد است؛ بویژه آنکه مقدار زیادی دود و بوی نامطبوع تولید می کند. در حالی که بیوگاز بازده احتراقی زیادی در حدود ۶۰ درصد دارد و باعث نگهداری ترکیبات نیتروژن پتاسیم، فسفر و آرگانیزم های زنده دیگر در

○ ایران در مقایسه با بسیاری از کشورها، روزهای آفتابی بیشتری دارد و پیش بینی می شود که در آینده انرژی خورشیدی تا اندازه ای جایگزین نفت شود.

جهاد کشاورزی اقدام به معاوضهٔ میش با کنوی عسل کرد، بدانگونه که هر میش با یک کنوی عسل مبادله شود و همزمان به آموزش و راهنمایی دامداران در زمینهٔ زنبورداری اقدام شود.

- شرکتهای تعاونی روستایی و عشایری نیازهای زنبورداران مانند شکر و موم و غیره را تأمین و عسل تولیدی آنان را بموقع و به بهای مناسب خریداری کنند.

- سازمان جنگلها و مراتع در مناطقی که دامها کاهش یافته‌اند در حد امکانات موجود و با توجه به اولویت مناطق، به عمران و احیای مراتع از جمله اعمال مدیریت درست در زمینهٔ بهره‌برداری از مراتع و پیاده کردن نظام اجرایی متناوب استراحتی و تأخیر متناوب عملیات آبخیزداری و ذخیرهٔ نزولات آسمانی، تأمین آب برای شرب دامها، کشت گیاهان بوته‌ای سازگار با کمک دامداران که خود از موهبت منابع طبیعی تجدید شونده برخوردار خواهند شد، بپردازند.

- درآمد یک کنوی عسل برای دامدار یا توجه به هزینه‌های آن، در مقایسه با درآمد ناشی از نگهداری یک رأس میش، بیشتر است. از این رو کاهش یا نقصانی در درآمد دامدار به وجود نمی‌آید و زندگی مختل نخواهد شد.

- با توجه به اینکه زنبورداری نیازمند جابه‌جایی و رفتن به بیلاق و قشلاق برای تأمین غذای طبیعی زنبور است، با شیوهٔ زندگی عشایری همخوانی و سازگاری دارد و به همین سبب مورد استقبال و پذیرش عشایر قرار خواهد گرفت.

- با توجه به خشکسالی‌های اخیر شماری از دامهای عشایر به علت کمبود علوفهٔ بویژه در مناطق قشلاقی از دست رفته‌اند و این فرصتی است که عشایر مسأله را المس کرده و تغییر خط تولید را بپذیرا شوند.

۴-۶- تبدیل دیمزارهای کم‌بازده به مراتع و مراتع دست کاشت

گسترش کشت علوفهٔ دیم برای تأمین خوراک دام و تبدیل دیمزارهای کم‌بازده به مراتع دست کاشت و پیاده کردن «سیستم متناوب مرتع-غلات» در بخشهای دیم کاری غلات برای افزایش تولید علوفه و افزایش بازده غلات دیم در این زمینها مناسب است. تولید علوفه در مراتع متوسط،

فضولات دامی می‌شود. تفالهٔ دستگاه بیوگاز در زمینهای کشاورزی بسی بیش از کودهای دیگر بازده دارد. طرح تولید بیوگاز در ایران به صورت آزمایشی در روستاهای زابل به مرحلهٔ اجرا درآمده و در ظاهر موفقیت آمیز بوده است.

۴-۵- بهره‌برداری از مراتع با ایجاد تعادل میان ظرفیت آنها و تعداد دام با رعایت فصل چرا

ایجاد تعادل میان ظرفیت مراتع و تعداد دام به علت شیوه سنتی دامپروری متحرک و نیمه متحرک-گسترده و پراکنندگی مراتع-نبودن راههای ارتباطی اتومبیل‌رو و غیره از سوی دولت دشوار است.

- به علت کمبود علوفه بویژه در مناطق قشلاقی و میان‌بند، دامداران ناگزیر از کوچ بی‌موقع از قشلاق به بیلاق هستند و این امر موجب بهره‌برداری نادرست از مراتع به صورت استفادهٔ زود هنگام دام از جوانه‌های تازه رویشده و فرصت نیافتن بوته‌ها برای گل‌دهی می‌شود و در واقع دولت نمی‌تواند بهره‌برداری درست از مراتع را مدیریت کند.

دامداران برای به دست آوردن درآمد بیشتر بویژه در ترسالی، نه تنها گرایشی به کاهش دامهای خود نشان نمی‌دهند بلکه برعکس بر شمار دامها می‌افزیند و این مسئله عدم تعادل را سخت‌تر می‌کند.

بیرون بردن دامها از مراتع به منظور ایجاد تعادل و نگهداری آنها بیرون از مراتع، به علت کمبود علوفه در سطح کشور از یک سو و غیراقتصادی بودن این کار از سوی دیگر با توجه به شرایط موجود امکان‌پذیر نیست.

- کاهش شمار دامهای عشایر تا اندازهٔ مطلوب یعنی متعادل کردن آنها با ظرفیت کنونی مراتع در مناطق گوناگون کشور، گذشته از کاهش درآمد دامداران باعث بیکار شدن شماری از آنان می‌شود که آثار اقتصادی و اجتماعی این وضع به علت جذب نشدن نیروی انسانی با توجه به کساد بازار کار، نابسامانیهای پدید می‌آورد.

- بموازات گردآوری دامهای آلوده و از میان بردن آنها و همچنین گردآوری دامهای حذفی و تحویل آنها به سازمان گوشت برای فرستادن به کشتارگاه، سازمان ترویج و مراکز خدمات به کمک

○ تفالهٔ دستگاه بیوگاز

در زمینهای کشاورزی بسی بیش از کودهای دیگر بازدهی دارد. طرح تولید بیوگاز در ایران به صورت آزمایشی در روستاهای زابل به مرحلهٔ اجرا درآمده و در ظاهر موفقیت آمیز بوده است.

از تأمین رطوبت مورد نیاز گیاهان، بر حجم منابع آبهای زیرزمینی می‌افزاید و از خشک شدن چشمه‌سارها و قنات‌ها جلوگیری می‌کند و بدین ترتیب محیط مساعدی برای زندگی گیاه، دام و انسان به وجود می‌آید.

در این بخش روشهای مکانیکی موجود برای ذخیره‌سازی نزولات آسمانی به منظور اصلاح مراتع و بهبود کیفی و کمی تولید علوفه و موارد کاربرد هر یک از آنها بررسی می‌شود.

۴-۸-۱- تور کینست (لانه بوقلمون):

گونه‌ای سازه آبی است که برای نواحی کم‌شیب به منظور ذخیره کردن و گردآوری آب باران و سیلاب ساخته می‌شود. تور کینست را می‌توان به مخزن آبی تشبیه کرد که برای گردآوری نزولات آسمانی و به کارگیری آنها به منظور آبیاری زمینهای کشاورزی، شرب دام، تجمع رسوبات مخرب، کنترل انرژی جنبشی و کاهش سرعت هرز آبها ساخته می‌شود.

۴-۸-۲- پیتینگ (کندن چاله)

پیتینگ در سطح مراتع عبارت از کندن چاله‌های کوچک در خاک به منظور افزایش نفوذپذیری آن و ذخیره نزولات آسمانی در داخل چاله‌ها و خاک پیرامون آنها و جلوگیری از جریان یافتن سطحی آبهای حاصل از بارندگی برای استفاده گیاهان مرتعی است. در مورد فاصله ردیف‌های چاله‌ها در عملیات پیتینگ، فاصله ۶۰-۹۰ سانتی‌متر بهترین نتیجه را داده است. چاله‌ها یا به سخن دیگر آبگیرهای پهن و کم عمق با ابعادی در حدود ۱/۵۲/۵ متر و عمقی در حدود ۱۵ سانتیمتر، عمر بیشتری نسبت به چاله‌های معمولی یعنی چاله‌هایی که بوسیله پیتترهای دیسکی با عرض باریک کنده می‌شود، دارد.

روش پیتینگ برای زمینهایی با شیب کم و ملایم تا تپه ماهورهای کم از تفرع مناسب تر است و کمتر روی زمینهای با شیب بیش از ۱۰ الی ۸ درصد اجرا می‌شود.

۴-۸-۳- کنتور فارو (شیار)

ساخت کنتور فارو عبارت است از کندن جویهای کوچکی روی خطهای تراز در سطح مراتع به منظور نفوذ دادن آب در خاک و جلوگیری

ضعیف، خیلی ضعیف و تخریب شده بر اثر روشهای نادرست بهره‌برداری به اندازه‌ای کاهش یافته که بازگرداندن برخی از این زمینها به حالت طبیعی حتی با حذف دامهای مازاد بر ظرفیت ممکن نیست و لازم است عملیاتی در چارچوب اصلاح مراتع از جمله با کشت مستقیم در مرتع، بوته‌کاری، تأمین آب و پخش کردن آن در مراتع، ذخیره‌سازی رطوبت و اجرای سیستم‌های درست بهره‌برداری در آنها انجام گیرد تا پس از گذشتن یک دوره اصلاحی، زمینها به ظرفیت بالقوه تولیدی خود برسد و بتوان از آنها بیشتر بهره‌برد.

بر پایه داده‌ها و اطلاعات موجود، سطح کل زمینهای زیر کشت در کشور از ۱۲ تا ۱۶ میلیون هکتار است و بر اساس بررسیهای انجام شده در کمیته فنی زراعت دیم، حداکثر ۴ میلیون هکتار از این زمینها برای کشت دیم غلات بر پایه نیاز اکولوژیک و شرایط فنی مناسب است.

۴-۷- راهکارهای قانونی برای جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی از جمله بوته‌کشی، قطع درختان و سوءاستفاده از پروانه چرا

اگر کسی با برداشت نادرست و افسار گسیخته از منابع طبیعی تجدید شونده، حیات طبیعی را به خطر اندازد و اکوسیستم را در منطقه‌ای مختل کند، در واقع نظم عمومی و منافع کنونی جامعه و حتی نسلهای آینده را به خطر انداخته است. بی‌گمان در این زمینه باید قانونی وجود داشته باشد که با اتکای به آن بتوان از این گونه کارها جلوگیری کرد. قانون منابع طبیعی باید جامع بوده و سرپیچی از آن جریمه سنگین داشته باشد. کلیات این قانون در مجلس شورای اسلامی به تصویب رسیده است. در ماده ۲۰ این قانون قطع و کندن بوته در همه مناطق منع نشده است. توجه به آموزش جنگلبانان و انتخاب مأموران و فرق بانان غیر بومی ضروری است.^۱

۴-۸- کارهای لازم برای اصلاح مراتع

پوشش گیاهی مناسب بویژه گیاهان از خانواده گندمیان (گراسها) بهترین مانع هدر رفتن آب به صورت جریان‌های سطحی بوده و می‌تواند جریان آب در سطح خاک را به حد اکثر برساند. ذخیره‌سازی آب برف و باران در این بخشها گذشته

○ بر پایه داده‌ها و اطلاعات موجود، سطح کل زمینهای زیر کشت دیم در ایران ۱۲ تا ۱۶ میلیون هکتار است و بر اساس بررسیهای انجام شده در کمیته فنی زراعت دیم، حداکثر ۴ میلیون هکتار از این زمینها برای کشت دیم غلات بر پایه نیاز اکولوژیک و شرایط فنی مناسب است.

از جریان سطحی آن و افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه. اگر هدف از ایجاد فاروها تنها کنترل آبهای سطحی باشد، چگونگی کار کاملاً با شیوه‌هایی که برای ذخیره‌نژولات آسمانی به‌منظور ایجاد محیط مناسبی برای رشد گیاهان و در نتیجه بالا بردن کیفیت و کمیت پوشش گیاهی به کار برده می‌شود، فرق خواهد داشت و برآورد فاصله و اندازه فاروها باید بر پایه آمارها و اطلاعات مربوط به بارندگی در محل از نظر میزان و شدت آن صورت پذیرد به گونه‌ای که به هنگام سنگین‌ترین بارندگیها نیز فاروها از آب پر و سرریز نشود.

اگر منظور از ایجاد کنتور فارو، اصلاح مراتع و افزایش درصد پوشش گیاهی و تولید علوفه باشد، فاروهای کوچک به عرض ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر که به آنها شیار نیز گفته می‌شود، با فاصله کمتر از ۱/۵ متر، در مقایسه با فاروهای بزرگتر و با فواصل بیشتر تأثیر بیشتری دارد. در هر حال برخی از موفق‌ترین نمونه‌های فارو در شیب‌های کمتر از ۱۰ درصد بوده و کسانی نیز حداکثر شیب برای کنتور فارو را در حدود ۲۰ درصد دانسته‌اند.

۴-۸۴- بانکت و تراس بندی

تراس بندی و ساخت بانکت از روشهای پرهزینه‌ای است که کمتر بعنوان یک روش اصلاح در سطح مراتع به کار گرفته می‌شود. این دوروش بیش از همه در زمینهای کشاورزی و در عملیات مکانیکی آبخیزداری و درختکاری و ساخت باغهای میوه در زمینهای شیب‌دار به کار گرفته می‌شود. بانکته‌ها در سطح مراتع در مناطقی که وجود آبراهه‌های بزرگ نشانگر جریانهای شدید آبهای سطحی است، و به منظور کنترل سیلابها بنا می‌شود. هدف از تراس بندی پیش از هر چیز کاهش جریانهای سطحی آب، کنترل سیلابها و رسوب گذاری آن است.

۴-۸۵- ریزرزدن

منظور از ریزرزدن شکستن لایه‌های سنگین خاک برای افزایش نفوذ ریشه‌های گیاهان مرتعی است. در صورت وجود جریانهای شدید آب و عدم امکان نفوذ عمقی آن در خاک، کاربرد روشهای پیتینگ و کنتور فارو کارساز نیست و باید ریزر زده شود. ریزرزدن در زمینهای شیب‌دار باید روی

۴-۸۶- توزیع یکنواخت برف با ایجاد مانع

در مناطقی که بیشتر بارشها به صورت برف و اغلب همراه با باد و کولاک است، در بخشهای هموار و دشتی، برف بوسیله باد جا به جا شده و در نقاط پست مانند آبراهه‌ها یا در پشت موانع طبیعی جمع می‌شود. بنابراین آب حاصل از ذوب شدن برف نیز به گونه یکنواخت در سطح مرتع جذب نمی‌شود و بخش بزرگی از آن از دسترس گیاهان مرتعی دور می‌ماند. بنابراین لازم است با ایجاد موانعی به گونه مصنوعی از جا به جایی برف جلوگیری شود. موانع ایجاد شده در این مراتع می‌تواند بیولوژیک یا مکانیکی باشند. بدین سان می‌توان با کشت ردیفهایی از گیاهان بوته‌ای و درختچه‌های مقاوم در برابر شرایط طبیعی از حرکت برف جلوگیری کرد یا به جای آن ردیفهایی از تور سیمی برپا کرد.

۴-۹- ساخت سد و هدف از آن

سدها سازه‌هایی هستند که روی رودخانه‌ها به‌منظور ذخیره کردن آب در مخازن پشت آنها و تنظیم جریان آب رودخانه برپا می‌شوند. بخشی از آبهای سطحی کشور، در مواقعی که مورد نیاز نیست، به دریاچه‌ها و نمکزارهای داخلی سررازی می‌شود، یا به دریاها می‌ریزد و به این ترتیب بخشی از امکانات آبی کشور بی‌آنکه در چرخه مصرف قرار گیرد از دسترس دور می‌شود. برای جلوگیری از هدر رفتن این آبراهه‌های گوناگونی از جمله ساخت سد، روانه ساختن جریانهای سطحی آب و سیلابهای اضافی به زیرزمین و ذخیره‌سازی این آبها در لایه‌های آبدار وجود دارد.

از جمله هدفها از سدسازی، کنترل سیل، تولید برق، کنترل آب است. سدسازی آثار دیگری هم دارد مانند فراهم آمدن امکان ایجاد فضای سبز و پارکهای جنگلی در پیرامون سد، تغییرات محیطی و شرایط آب و هوایی بهتر در نقاط پیرامونی، امکان فعالیت‌های ورزشی و تفریحی در دریاچه مصنوعی پشت سد و پرورش ماهی و... ولی یکی از مهمترین کاربردهای سد، گردآوری و ذخیره کردن

○ میانگین مصرف آب در هر هکتار از مزارع کشور بسیار بیش از میانگین مصرف جهانی است. برای مثال، مقدار مصرف آب برای کشت هر هکتار صیفی جات در مقیاس جهانی ۷۰۰۰ تا ۱۰۵۰۰ متر مکعب و در ایران ۱۷۹۰۰ متر مکعب برآورد شده است.

می‌شود. با توجه به رشد روزافزون جمعیت در کشور و محدود بودن منابع آب، لزوم اجرای برنامه‌های گردآوری و تصفیه فاضلابهای خانگی و صنعتی هرچه بیشتر احساس می‌شود.

با بهره‌برداری درست و مدیریت منابع آب می‌توان بهره‌دهی منابع آب موجود را افزایش داد. بررسیها نشان می‌دهد که میانگین مصرف آب در هر هکتار از مزارع کشور بسیار بیش از میانگین مصرف جهانی است. برای مثال، مقدار مصرف آب برای کشت هر هکتار صیفی جات در مقیاس جهانی ۷۰۰۰ تا ۱۰۵۰۰ متر مکعب و در ایران ۱۷۹۰۰ متر مکعب برآورد شده است. این مسأله به شیوه‌های آبیاری و کشاورزی در کشور بستگی پیدا می‌کند میانگین راندمان آبیاری در ایران رقمی در حدود ۳۲ تا ۳۳ درصد برآورد شده است؛ به‌سختن دیگر از هر ۱۰۰ متر مکعب آبی که از رودخانه، چاه، یا قنات برداشت می‌شود تنها ۳۲ تا ۳۳ متر مکعب آن به مصرف واقعی محصول می‌رسد و باقی از راههای گوناگون هدر می‌رود و از چرخه مصرف گیاه خارج می‌شود.

پایین بودن راندمان آبیاری در ایران بیشتر مربوط به انتقال آب در نهرهای سنتی و نفوذ آب به زمین و تبخیر است. به هر روی راندمان پایین آبیاری در کشور لزوم تجدیدنظر در روشهای آبیاری و کشاورزی را نشان می‌دهد. امروزه کاربرد سیستمهای جدید آبیاری تحت فشار (بارانی، قطره‌ای و...) در کشورهایی که منابع محدود دارند، در حال گسترش است ولی سهم آبیاری تحت فشار در ایران ۱/۵ تا ۲ درصد است که در زمان خشکسالی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

لازم است در زمینه بهره‌گیری از آب در زمینهای گوناگون (آشامیدن، صنعت و کشاورزی) از راه رسانه‌های گروهی و مراکز آموزشی به همگان آموزش و آگاهی داده شود.

۴-۱۲- بلورری ابرها

بلور کردن ابرها اکنون یکی از تکنیکهای متداول در کشورهای کم آب است. بلورری ابرها با به کار بردن یخچال نقره که آمیزه‌ای از ید و نیترات نقره است و همچنین استفاده از دی‌اکسید کربن و آب آهک امکانپذیر است.

برای بلور کردن ابرها از هواپیما، موشک،

آبهای سطحی، آبرسانی و تأمین آب مورد نیاز برای کشاورزی، صنعت، شرب و غیره است. از راه سدسازی می‌توان با کم آبی‌های فصلی و خشکسالیها مقابله و از هدر رفتن آب جلوگیری کرد.

در حال حاضر سالانه ۲۵ میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی کشور با ۲۵ سد مخزنی مهار و تنظیم می‌شود. شمار زیادی سد و بند انحرافی نیز در کشور ساخته شده است. گذشته از سدهای موجود و در دست ساخت، هم اکنون برپایی ۱۱۰ سد دیگر نیز در دست بررسی است.^{۱۱}

۴-۱۰- اهمیت آبهای زیرزمینی

به آبی که در عمق نسبتاً متوسط از سطح زمین در لایه‌های متشکل از مواد متخلخل گرد می‌آید آب زیرزمینی گفته می‌شود. آب زیرزمینی تأمین کننده آب چاهها، چشمه‌ها و رودخانه‌ها است و در حقیقت مهمترین منبع آب در نواحی خشک به‌شمار می‌رود.

نزدیک به ۶۰ درصد آبهای مصرفی در کشاورزی از منابع آب زیرزمینی (چاه، قنات، چشمه) و در حدود ۴۰ درصد آن از منابع سطحی تأمین می‌شود و سهم آبهای تنظیم شده توسط سدهای مخزنی و انحرافی در کشاورزی نزدیک به ۲۶ درصد است. امروزه در برخی از نقاط کشور به‌علت کندن تعداد زیادی چاه عمیق، سطح آب زیرزمینی کاهش یافته و بسیاری از قناتها خشک شده است که باید در هنگام خشکسالی که تقاضا برای آب بیشتر است مورد نظارت بیشتر قرار گیرد.^{۱۲}

۴-۱۱- جلوگیری از آلودگی منابع آب؛ بهره‌برداری درست از آنها و همچنین مدیریت منابع آب

امروزه بر اثر فعالیت‌های انسانی، گسترش صنعت و کشاورزی و بزرگ شدن شهرها، منابع سطحی و زیرزمینی آب در معرض آلودگیهای گوناگون قرار دارد، بویژه وقتی زباله و پسماندهای شهری و صنعتی در هر جا که در دسترس باشد ریخته شود. پسابهای خانگی، صنعتی، کودهای شیمیایی، سموم آفت کش، فضولات دامها و غیره هر یک به نوعی باعث دگرگونی کیفیت آب

○ راندمان آبیاری در

ایران رقمی در حدود ۳۲ تا ۳۳ درصد برآورده شده است. به سختن دیگر از هر ۱۰۰ متر مکعب آبی که از رودخانه، چاه یا قنات برداشت می‌شود تنها ۳۲ تا ۳۳ متر مکعب به مصرف واقعی محصول می‌رسد و باقی از راههای گوناگون هدر می‌رود و از چرخه مصرف گیاه خارج می‌شود.

بارور کرد؛ یعنی کمایش برای هر ۱۵۰ متر، ۱۰۰ ریال. بارور کردن ابرها در ایران مراحل آغازین خود را سیری می‌کند و در بخشهای گسترده‌ای از کشور اجرا شدنی است و باعث می‌شود که به‌هنگام خشکی و خشکسالی از آسیبهای بیشتر جلوگیری شود.

یادداشت‌ها

۱. شهاب‌الملک، جعفر، «بررسی روند بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی در حوزه آبخیز شهمیرزاد سمنان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۷۰.
۲. خالدی، شهریار، جغرافیای نواحی خشک، انتشارات قومس، ۱۳۷۳، صص ۴۷-۴۳.
۳. پایلی یزدی، محمدحسین، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، چاپ الهام قم، ۱۳۷۶، ص ۲۷.
۴. همان، صص ۲۶ و ۲۷.
۵. پایلی یزدی، محمدحسین، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۰، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۰، ص ۸۱.
۶. سازمان هواشناسی کشور، مجله نیوار، دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۵، ص ۵۲.
۷. شهاب‌الملک، جعفر، پیشین، ص ۱۶۱.
۸. همان، صص ۱۶۵-۱۶۳.
۹. همان، صص ۱۷۴-۱۷۲.
۱۰. همان، صص ۱۸۸-۱۷۶.
۱۱. صداقت، محمود، منابع و مسائل آب ایران، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۴، صص ۷۰ و ۸۰.
۱۲. کوچکی، عوض؛ علیزاده، امین، اصول زراعت در مناطق خشک، آستان قدس رضوی، ۱۳۶۸، ص ۲۰۱.
۱۳. نظری، علی اصغر، مبانی علم جغرافیا، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۵، ص ۹۴.

لاستیکهای فرسوده، خارهای بیابان و ابزارهای دیگر بهره می‌جویند و پس از افشان کردن این مواد در زیر یاروی ابرها، حداکثر پس از ۲۰ دقیقه ریزش باران آغاز می‌شود. آنچه در این زمینه مهم است دریافت باران است. در این زمینه با در نظر گرفتن جهت و سرعت ابرها محاسبات لازم به آسانی انجام می‌گیرد و به مدت ۶۰ تا ۸۰ دقیقه از باران استفاده می‌شود. در این خصوص بطور میانگین در برابر هر ۱۰ تا ۲۰ گرم یدور نقره که در بارور کردن ابرها مصرف می‌شود تا یک میلیون تن آب به دست می‌آید. روش دیگری که برای بارور کردن ابرها وجود دارد، بالا راندن ابرهای نازک و کم‌پشت به جو بالا و رساندن آنها به سردی زیاد است. برای این کار از مواد قابل اشتعال چون نفت بهره می‌گیرند. چنانچه محدوده‌ای با پهنا ۳۵۰۰ متر در یک ارتفاع مناسب ساخته شود که در هر دقیقه دستکم یک تن نفت را شعلهور کند، ابرها امکان لازم برای بالا رفتن پیدا می‌کنند و چون این ابرهای گرم به سطوح بالاتر جو برسند بر اثر سرمای که در آنجا وجود دارد اشباع شده و شروع به ریزش می‌کنند. پس از شش دقیقه از هنگام روشن کردن آتش، باران آغاز خواهد شد. بطور تقریبی از هر ساعت یک کیلوگرم یدور نقره مصرف می‌شود و در نتیجه آن ۱۰^{۱۴} هسته یدو نترات نقره در هر کیلومتر پرواز هواپیما به حرکت درمی‌آید. نتایجی که تاکنون به دست آمده بسیار دلگرم کننده است. هزینه بارور کردن ابرها و هزینه سوخت و خدمات هواپیما در سال به کمتر از ۴۰۰ هزار تومان می‌رسد و با این هزینه می‌توان ۲۵ هزار کیلومتر مربع از سرزمینهای خشک را

○ امروزه کاربرد

سیستمهای جدید آبیاری تحت فشار (بارانی، قطره‌ای و...) در کشورهای که منابع محدود دارند، در حال گسترش است ولی سهم آبیاری تحت فشار در ایران ۱/۵ تا ۲ درصد است.