

منابع طبیعی و چهار اقتصادی

بررسی تغییرات شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های منطقه بین‌النهرین

مقایسه بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی نودهای خشک آترپلکس

بررسی اثر کمپ کوته‌ای و وضعیت مرتع تحت اثر چرای دام

وضعیت زراعت چوب در کشور

انصبت انتخاب گونه‌های مناسب جنگل‌کاری در تعدیل پهنای گرمایش جهانی

ارزیابی کارایی مدل‌های EPAM, PMPSIAG

مقایسه اجتماعی به کمک‌های محلی و پوشش گیاهی آن در استان هرمزگان

تأثیر تغییرات اقلیمی، جنگل‌های تشریبیم باغچه شعاع کشور

بررسی تأثیر برخی عناصر اقلیمی و توپوگرافی بر پراکنش پوشش جنگلی

بررسی عوامل مؤثر بر رسوب‌گذاری حوزة آبخیز شلمن و

بررسی اثرات آسانه قرق بر میزان تولید و وضعیت مرتع و سایر صنایع گیاهان

## منابع طبیعی

### و

## جهاد اقتصادی

منابع طبیعی پشتوانه جهاد اقتصادی، شعاری است که امسال برای هفته منابع انتخاب گردیده است تا نمایانگر اهمیت و ارزشی باشد که برای این منابع در تلاش و کوشش به منظور ارتقاء بهتر شرایط اقتصادی و اجتماعی قائل هستیم.

واقعیت آنست که سرمایه‌های طبیعی در کنار سرمایه‌های اقتصادی- انسانی و اجتماعی به منزله یکی از ارکان اساسی نظام اقتصادی هر کشوری محسوب می‌شود. ناگفته پیداست که این رکن زمانی می‌تواند از پایداری لازم بهره‌مند باشد و نقش خود را به خوبی ایفاء نماید که از یک سو از بستری پایدار برخوردار باشد و از سوی دیگر متوازن و هماهنگ با سایر ارکان، زیربنایی را برای توسعه و نظام اقتصادی، اجتماعی فرهنگی فراهم آورد، در غیر این صورت امید به پایداری آنچه را که بر این پایه‌ها قرار خواهد گرفت نباید داشت.

طی چندین هزار سال انسان‌ها به پشتوانه بهره‌برداری از سرمایه‌های طبیعی چون آب، خاک، پوشش گیاهی و حیات جانوری توانسته‌اند، همزمان با تأمین حوايج و نیازهای مادی، به سطوحی از دانش، علم، فن و صنعت دست یابند و با یاری گرفتن از آنها، از دوران گردآوری خوراک، دامداری، کشاورزی گذر کنند و در نهایت به سطحی از رفاه، اهمیت غذایی و فن‌آوری دست یابند.

متأسفانه شواهد نشان می‌دهد که در طی چند قرن اخیر، روند نامناسب بهره‌برداری از منابع محیطی در جهان، به تضعیف و شکنندگی هر چه بیشتر آن منجر گردیده است. این وضعیت از یکسو ناشی از مسایل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی حاصل از توسعه بی‌رویه، صنعتی شدن و گسترش نگاه آزمندانه به استفاده هر چه بیشتر از منابع و مصرف‌گرایی در جوامع رشدیافته، و از سوی دیگر متأثر از افزایش تخریب این منابع در جوامع عقب‌مانده و کمتر توسعه یافته به سبب تأمین نیازهای اولیه بوده است. بدیهی است که کشور ما هم از این مقوله جدا نیست.

به شواهد متعددی می‌توان دست یافت که چه به لحاظ شیوه‌های معیشت ابتدایی‌تر و یا بی‌سبب توجه بیشتر به توسعه و صنعتی شدن، در مجموع بهره‌برداری از منابع طبیعی براساس قاعده و قرار درست و پایداری صورت گرفته است. امروز به جرأت می‌توان اظهار داشت که برای نیل به توسعه‌ای متوازن، هماهنگ و پایدار، جهاد اقتصادی و جهاد حفاظت و صیانت از منابع طبیعی به منزله دو بال محسوب می‌شوند و رسیدن به هدف تنها با کارایی و کارآمدی توأمان آنها میسر است.

### جشن درختکاری

به سنت دیرینه، ۱۵ اسفند هر سال روز درختکاری است. روزی که از آن با نام جشن درختکاری هم یاد می‌شود.

اگر فلسفه برگزاری این مراسم از ابتدا، بسترسازی برای جلب توجه و مشارکت بیشتر مردم سرزمین ما به کاشت درخت و ارتقاء سطح دانش و آگاهی آنها درباره این موهبت الهی بوده است، اما امروز، روز درختکاری به عنوان یک نماد و سمبل برای پرداختن به موضوعی فراگیرتر یعنی توجه به اهمیت و ارزش منابع محیطی مبدل شده است. چرا که در روزگار ما درختان بیش از آن که حجم سبزی از برگ و شاخه و تنه و ریشه باشند، به منزله بخشی ارزشمند از هستی و یکی از ارکان اساسی شکل‌دهنده نظام‌های زیستی محسوب می‌شوند، امروز دیگر درختان موجوداتی نیستند که وظیفه آنها تنها تولید چوب و هیزم و یا سبزه و علوفه باشند.

در روزگار ما، درختان تداوم حیات و بقاء انسان و محیط‌زیست را رقم می‌زنند، امروز درخت یعنی زیبایی، منظر، تفرج، غذا، دارو، چوب، سرپناه، اکسیژن، آرامش خاطر، تنوع زیستی، صنایع دستی و صدها ارزش و کارکرد روزافزون دیگر بهمین دلیل است که امروز پاسداری از درختان را پاسداری از حیات می‌دانیم، از آن با شادی و شادمانی یاد می‌کنیم و برای آن جشن می‌گیریم.

جشن درختکاری، جشن زیستن و زندگی است، مبارک و گرامی باد.

### منابع طبیعی و آبخیزداری

بیش از نیم قرن پیش برای جمعی از برنامه‌ریزان توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نواندیش و گروهی از آمایشگران سرزمین این

سؤال مطرح بود که آیا ایران می‌تواند یک کشور کشاورزی باشد و یا باید کاملاً صنعتی شود. طراحان چنین سؤالی بر این باور بودند که اصولاً محدودیت‌های منابع آب و خاک، ویژگی‌های اقلیمی و ظرفیت‌های پوشش گیاهی و شرایط زیست‌محیطی در کشور ما به گونه‌ای است که کار توسعه کشاورزی در آن با محدودیت‌ها و چالش‌های فراوانی روبرو است و این بخش عملاً امکان پاسخگویی به نیازهای غذایی و اشتغال جمعیت روزافزون کشور را نمی‌تواند داشته باشد.

اگر چه این گفتمان مخالفان جدی و فراوانی را نیز داشت، اما در مجموع برآیند آن به کم توجهی به مسایل کشاورزی، آب، خاک و فراگیرتر از همه آنها، به کم لطفی به منابع محیطی منجر گردید.

در چنین فضایی اندیشه مسلط بر نحوه مدیریت منابع طبیعی و بسترهای کشاورزی از یک سو و شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی حاکم بر جامعه از سوی دیگر سبب گردید تا ارزش و اهمیت کشاورزی منقول ماند و عرصه و اعیان منابع طبیعی نیز به منزله ابزار جهت نیل به توسعه‌ای ناپایدار مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گیرد. بدیهی است در چنین شیوه‌ای از نگاه و تفکر. نظام‌های زیستی و بوم‌سازگان نه تنها جایگاه خود را از دست می‌دهند بلکه حتی می‌توانند به عنوان یک مانع یا عامل مزاحم نیز تلقی گردند تا آنجا که از انهدام جنگل‌ها به عنوان آباد کردن آنها یاد می‌شود و تخریب گسترده عرصه‌های مرتعی و نابودی پوشش گیاهی، توسعه کشاورزی نامیده می‌شود. ناگفته پیداست که حاکمیت چنین نحوه نگرشی بر منابع طبیعی، حاصلی جز نابودی گسترده منابع و محیط و هدر رفت سرمایه‌های طبیعی، فروپاشی نظام‌های زیستی و افزایش شدید فرسایش خاک اعم از آبی یا بادی و در نهایت کاسته شدن از توان تولید اراضی مولد را نخواهد داشت. علیرغم تمام اقداماتی که طی چند دهه گذشته جهت توسعه فعالیت‌های آبخیزداری و ممانعت از فرسایش شدید آبی و بادی صورت گرفته است، اما بنا به دلایل متعددی اعم از طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هنوز هم نرخ فرسایش خاک در ایران بیشتر از حد طبیعی و نرمال آن است.

بدون تردید مبارزه با پدیده تشدید فرسایش خاک‌ها و انجام عملیاتی در خصوص حفاظت خاک پیش از آن که یک اقدام بخشی و انتزاعی در چارچوب اعمال فعالیت‌های مکانیکی یا بیولوژیک جهت تثبیت خاک‌ها باشد، مستلزم یک نگاه جامع‌نگرانه به موضوع مدیریت منابع طبیعی و منابع تولید در بخش کشاورزی است. واقعیت آن است که اگر چه برای حل مسایل پیچیده‌ای مثل مقابله با فرسایش خاک در کشور می‌باید از مجموعه راهکارهای متنوع، متعدد و ساده‌ای بهره گرفت اما در عین حال مسئله مهم در این زمینه، تنظیم روابط بین این عملیات ساده در جهت جوابگویی به مسایل پیچیده است. بهمین جهت است که آبخیزداری را می‌باید علم، فن و هنر مدیریت استفاده بهینه از منابع آب، خاک، پوشش گیاهی و نظام‌های تولید و بهره‌برداری از منابع طبیعی و اراضی کشاورزی دانست که تنها به صورت آمیخته‌ای از عملیات حفاظتی، بهسازی و بازسازی در چارچوب اقدامات بیولوژیکی، مهندسی و آموزشی ترویجی می‌تواند پاسخگوی حل مسایل ما باشد.

### منابع طبیعی و قانون

اجرای برنامه‌های حفاظت، صیانت، بازسازی و بهسازی عرصه‌های منابع طبیعی می‌تواند مانعی اساسی در کنترل زیاده‌خواهان، دست‌اندازان و تخریب‌کنندگان منابع محیطی باشد، اما بدون تردید مهمترین پشتوانه اساسی در این راه، وجود قوانین، آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های کارآ و کارآمد و بسترسازی جهت اجرای آنها است.

تجارب فراوان گذشته حاکی از آن است که حاکمیت تفکر «منابع طبیعی به عنوان یک ثروت ملی» در غیاب پشتوانه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری لازم اعم از تشکیلاتی، پرسنلی- اعتباری و حمایتی، عملاً به شرایطی می‌گردد که از آن با نام «تراژدی منابع پایه مجانی» یاد می‌شود. طبیعی است وقتی امکان اعمال حاکمیت ملی بر منابع ملی میسر نباشد. سودجویان و رانت‌خواران پیوسته در صددند تا با استفاده از نقص‌ها و خلأهای قانونی، راه‌های دست‌اندازی به این منابع را پیدا کنند.

مسئله مهم در پشتوانه‌های قانونی برای حفاظت و صیانت، میزان مشارکت‌پذیری ملی و باور مردم به ملی بودن منابع و تعلق آن به همه احاد جامعه اعم از نسل فعلی یا آتی است.

به نظر نمی‌رسد تنها از قوانین مکتوب و مصوب بدون پشتوانه اجرایی کافی متوازن انتظار کارآمدی لازم برای حفاظت از منابع ملی را داشت بلکه در کنار قانون به مجریانی توانا، مردمی آگاه، کارشناسانی خبره و دلسوز نیاز داریم تا امکان تسلط حاکمیت قانون را در عرصه‌های منابع و محیط میسر سازد.

### مدیریت پایدار سرزمین و مقابله با بیابان‌زایی

بیابان‌زایی مثال رایج سرزمین‌هایی با اقلیم خشک و نیم خشک است، شرایطی که بیش از ۸۰ درصد از سطح کشور را تحت پوشش خود قرار داده است و سبب به وجود آمدن نظام‌های زیستی در عرصه‌هایی شده که به شدت در مقابل عوامل تخریب حساس می‌باشند، مناطقی که پایداری حیات در آنها به شدت ناپایدار بوده و زندگی در آنها بر لبه تیغی تیز در جریان است.

بیابان‌زایی را با تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیم خشک تا خشک نیم مرطوب تعریف می‌کنند. در تعریف تخریب نیز دو نکته اساسی مورد تاکید قرار می‌گیرد، کاهش توان تولید اراضی تحت اثر عاقل انسانی یا تاثیر شرایط اقلیمی. تجارب حاکی از آن است که ما در کشور، به اشکال و انحاء مختلف با این دو مقوله و پدیده ناشی از آن پیوسته درگیر بوده‌ایم. کاسته شدن از توان تولید خاک‌ها، شور شدن، سیلابی شدن یا باتلاقی شدن آنها. همچنین تشدید فرسایش خاک اعم از آبی و بادی و کاهش پوشش گیاهی اعم از کمی و کیفی و بالاخره پیامدهای زیانبار تغییرات در کیفیت و کمیت آب چه در منابع سطحی و یا زیرزمینی همگی شواهد مثال از شرایطی هستند که می‌تواند به تشدید و تعمیق پدیده بیابان‌زایی منجر گردد. اگرچه برای مقابله با بیابان‌زایی راه‌های مختلفی وجود دارد اما فصل مشترک تمام این موارد، توجه به ظرفیت‌های محیطی، اولویت‌بخشی به فعالیت‌های باز دارنده و حفاظتی و جامع‌نگری در برنامه‌های مدیریتی و بهره‌برداری از منابع و محیط است.

### منابع طبیعی و مسایل فرهنگی-اجتماعی

روزهای ۱۹ تا ۲۱ اسفند ماه یعنی سه روز آخر هفته منابع طبیعی به موضوعاتی عمدتاً فرهنگی، پژوهشی و آموزشی با عناوینی مانند آموزه‌های دینی، سازمان‌های مردم نهاد، آموزش، پژوهش، رسانه‌ها و همیاران طبیعت اختصاص یافته است. اگر چه در نگاه اول هر یک مقوله‌ای مستقل هستند اما با مختصر وقتی می‌توان دریافت که هر یک از این مضامین گویای نگاهی است که از زاویه‌ای خاص به ارتباط بین ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی با منابع طبیعی می‌پردازد. واقعیت آن است که آئین‌ها، سنت‌ها و آموزه‌های دینی ما آن چنان از مضامین مرتبط به ضرورت احترام و حفظ منابع و لزوم حمایت از آنها غنی است که می‌تواند به مثابه یک پشتوانه غنی برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران برنامه‌های توسعه پایدار تلقی گردد. به جرأت می‌توان گفت که یکی از وسیع‌ترین عرصه‌های مورد علاقه و اقدام سازمان‌های مردم نهاد در کشور سمن‌های زیست‌محیطی هستند که طی دو دهه گذشته هم به نحو چشمگیری توسعه یافته‌اند و هم علیرغم ناملایمات و مشکلاتی که در سر راه فعالیت و توسعه آنها بوده است، باز هم منشاء اقدامات و مصدر خدمات چشمگیری بوده‌اند، در بخش آموزش، پژوهش و رسانه‌ها هم می‌توان به صورت و انحاء مختلف به طیف وسیعی از سازمان‌ها، تشکیلات و مراکز آموزشی و پژوهشی در سطوح گوناگون و نیز فعالیت‌های رسانه‌ای در رسانه‌های فعال اشاره نمود. برای اثبات این مدعا کافی است نگاهی تحلیلی به صفحات روزنامه‌ها و نشریات امروز و مقایسه آنها با دو دهه پیش ببینیم، امروز پرداختن به مقولات محیط‌زیست و منابع طبیعی دلمشغولی بسیاری از جراید اعم از تخصصی یا عمومی ماست. در مورد مراکز آموزشی و پژوهشی هم چنین وصفی کاملاً مشهود است یک مقایسه ساده و سرانگشتی بین تعداد مراکز آموزش عالی، واحدهای پژوهشی و شمار دانشجویان مشغول به تحصیل در زمینه منابع و محیط در مقاطع مختلف تحصیلی در آنها همچنین حجم و تعداد کتاب‌ها و مقالات انتشار یافته، نشان از توجه روزافزون و ویژه‌ای است که امروز در کشور ما به این مسایل می‌شود. بدون تردید ما در تمام این موارد با روندی افزایشی و در مواردی به شدت افزایشی مواجه بوده‌ایم. بنابراین انتظار ثمربخشی فراوانی از این امکانات و اقدامات، انتظار غیرمنطقی نخواهد بود. اما سؤال این است که آیا بین آن چه که امروز از نظر برنامه‌های آموزشی، پژوهشی، فرهنگی و رسانه‌ای در فعالیت‌های اجرایی تجلی می‌کند با آن چه که می‌باید باشد، تناسب منطقی و رابطه‌ای موجه و قابل دفاع وجود دارد؟ آیا آن گونه که شایسته است دانش‌آموختگان و دست‌اندرکاران از نتایج طرح‌های پژوهشی باخبر می‌شوند؟ آیا دانش‌آموختگان ما از آنچه که آموخته‌اند برای خدمت به منابع و محیط استفاده می‌کنند؟ آیا پژوهش‌هایی که صورت می‌گیرد در جهت پاسخ‌گویی به سوالات اساسی و حل مشکلات حاکم بر عرصه‌های منابع طبیعی هستند؟ آیا آنچه که در رسانه‌ها درباره وضعیت امروز منابع و محیط درج و نشر می‌گردد پیش از آن که جنبه اقتصادی داشته باشد، حاوی پیشنهادات سازنده و راهگشا نیز می‌باشد؟ آیا در توجه به انتقادات پیش از آنکه به نقد گوینده پردازیم در پی درک و شناخت موضوع مورد نقد هستیم؟ و کلام آخر آنکه آیا تمامی موضوعاتی که پرداختن به هر یک از آنها روزی از روزهای هفته منابع طبیعی را به خود اختصاص داده است با هم همسنگ، همدل و هماهنگ و در کنار یکدیگر در ارتباطی متعامل و متقابل در خدمت اعتلا و کارآیی حفاظت و صیانت از منابع طبیعی قرار دارند. و انشاء... آنچه که در این هفته مطرح می‌شود به منزله رودی دایمی و آرام و یک جریان ساری و جاری برای همه ایام سال باشد.

## هفته منابع طبیعی گرامی باد

## روزشمار و سیاست‌های اجرایی هفته منابع طبیعی و آبخیزداری سال ۹۰

### منابع طبیعی پشتوانه جهاد اقتصادی

|           |          |          |                                                            |
|-----------|----------|----------|------------------------------------------------------------|
| روز اول   | دوشنبه   | ۹۰/۱۲/۱۵ | جشن درختکاری                                               |
| روز دوم   | سه‌شنبه  | ۹۰/۱۲/۱۶ | منابع طبیعی و آبخیزداری، احیاء پوشش گیاهی                  |
| روز سوم   | چهارشنبه | ۹۰/۱۲/۱۷ | منابع طبیعی، حفاظت و قانون                                 |
| روز چهارم | پنج‌شنبه | ۹۰/۱۲/۱۸ | منابع طبیعی، مدیریت پایدار سرزمین، کاهش اثرات بلایای طبیعی |
| روز پنجم  | جمعه     | ۹۰/۱۲/۱۹ | منابع طبیعی، آموزه‌های دینی، سازمان‌های مردم نهاد          |
| روز ششم   | شنبه     | ۹۰/۱۲/۲۰ | منابع طبیعی، همیاران طبیعت، بسیج و رسانه‌ها                |
| روز هفتم  | یکشنبه   | ۹۰/۱۲/۲۱ | منابع طبیعی، پژوهش، مدیریت پایدار کشاورزی                  |

#### برنامه‌ها و سیاست‌های اجرایی:

- افتتاح پروژه طرح کاشت ۵۰۰ میلیون نهال (ماده ۱۵ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی)
- نواختن زنگ طبیعت در مدارس کشور و ایراد سخنرانی در مدارس نمونه و غرس نهال
- برپایی نمایشگاه در اماکن عمومی
- جلب مشارکت اقشار تاثیرگذار و دستگاه‌های ذی‌ربط «روحانیون، دانش‌آموزان، بسیج، دهیاری‌ها، شهرداری‌ها، گردشگری و ترویج فرهنگ منابع طبیعی و آبخیزداری از طریق رسانه (صدا و سیما، جراید، خبرگزاری‌ها و...)»
- برگزاری مراسم هفته منابع طبیعی و آبخیزداری در عرصه‌ها و افتتاح همزمان پروژه‌ها
- تقدیر و تجلیل از اشخاص برگزیده، نمونه‌ها و چهره‌های ماندگار منابع طبیعی و آبخیزداری با هماهنگی ستاد سازمان
- تأمین، توزیع و غرس نهال مورد نیاز دستگاه‌های همیاران طبیعت (اعضای ملی نهضت سبز طبیعت و...)
- حضور و سخنرانی مدیران، مسئولین و کارشناسان در محافل عمومی، مراسم نماز جمعه، مساجد و...
- مستندسازی فعالیت‌های هفته منابع طبیعی و آبخیزداری
- بسیج مردمی در قالب همیاران طبیعت جهت حضور در عرصه‌های منابع طبیعی به منظور احیاء سنت دیرینه درختکاری
- نام‌گذاری مراکز علمی، پژوهشی، آموزشی، پارک‌های جنگلی و... به نام شهدا و خادمین و پیشکسوتان با هماهنگی ستاد سازمان
- برگزاری هفته منابع طبیعی و آبخیزداری حتی‌الامکان توسط تشکلات مردمی، سازمان‌های مردم نهاد و سایر گروه‌های ذی‌ربط با مدیریت منابع طبیعی
- ارسال پیام کوتاه در طول هفته منابع طبیعی از طریق پیامک و زیرنویس تلویزیونی
- حضور سربازان یگان حفاظت در مراسم روز قانون و حفاظت و دعوت از قضات
- برگزاری مراسم شب شعر با حضور شعرا و نویسندگان
- برگزاری جلسه با مجمع نمایندگان و شورای برنامه‌ریزی استان به منظور تبیین عملکرد، سیاست‌ها و چالش‌های پیش‌روی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری
- برگزاری مراسم در حضور خانواده‌های همکاران به ویژه خانواده محترم شهدا
- دیدار با مراجع عظام تقلید و امام جمعه‌ها قبل از هفته
- برگزاری مسابقات از طریق صدا و سیما و مطبوعات به منظور ترویج فرهنگ منابع طبیعی در بین مردم
- برگزاری مسابقات ورزشی تحت عنوان جام طبیعت در بین ورزشکاران
- استفاده از تئاتر به منظور ترویج فرهنگ منابع طبیعی در طول هفته
- درختکاری در اماکن متبرکه یادمان شهدا
- هماهنگی سازمان اتوبوسرانی، شهرداری‌ها جهت رنگ‌آمیزی و درج شعارهای تبلیغاتی با موضوع حفاظت از منابع طبیعی با مشارکت همیاران در بدنه اتوبوس‌های واحد شهر و تبلیغات محیطی پیام‌های منابع طبیعی از طریق بنر و پلاکارد.



# بررسی تغییرات شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های منطقه ایران‌شهر در سال‌های آبی ۸۵-۱۳۷۶

● دکتر حسین نگارش - دانشیار دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان

● محمد کریمی - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی

## چکیده

سال زراعی ۱۳۷۶-۷۷ آغاز یکی از بی‌سابقه‌ترین خشکسالی‌های طولانی مدت در ایران‌شهر است که از لحاظ شدت و مدت قابل مقایسه با خشکسالی‌های گذشته نمی‌باشد. این خشکسالی بدلیل تداوم طولانی مدت، آثار زیانباری بر بخش‌های مختلف از جمله کاهش ذخایر آب زیرزمینی، افت تولیدات کشاورزی، کاهش سطح زیر کشت و افزایش آفات و بیماری‌های گیاهی گذاشته است به طوری که استان سیستان و بلوچستان قبل از خشکسالی قادر به تولید ۷۰ تا ۸۰ درصد محصولات غذایی و کشاورزی مورد نیاز خود بود، اما اکنون می‌تواند فقط کمتر از ۳۰ تا ۴۰ درصد آن را تأمین نماید.

**SPI** محاسبه شده در ایستگاه‌های مختلف منطقه نشان داد که شدت خشکسالی از ملایم تا شدید از سالی به سال دیگر و از دوره‌ای به دوره دیگر متغیر بوده است و در کل می‌توان نتیجه گرفت که از سال ۱۳۷۶-۷۷ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه **SPI** خشکسالی رو به افزایش بوده و در برخی از سال‌ها به حداکثر خود نزدیک شده است.

در این مقاله سعی خواهد شد که ابتدا با به کارگیری روش **SPI** بارش سالانه، به بررسی تغییرات شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های منطقه ایران‌شهر در سال‌های آبی ۱۳۸۵-۱۳۷۶ پرداخته شود و سپس با استفاده از نرم‌افزار **Arc GIS** نسبت به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سالانه شدت خشکسالی و توزیع فضایی آن‌ها در ایستگاه‌های منطقه اقدام گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات شدت خشکسالی، خشکسالی اخیر، شاخص استاندارد بارش (**SPI**)، پدیده خشکسالی، ایران‌شهر

## مقدمه

خشکسالی همواره به عنوان یکی از پدیده‌های اقلیمی زیانبار مطرح بوده و از نظر میزان خساراتی که در شرایط اقتصادی و کمبودهای معیشتی در کشورهای جهان ایجاد می‌کند جزء یکی از بلایای طبیعی محسوب می‌شود.

پدیده خشکسالی ماهیتی اقلیمی داشته و عمدتاً از ناهنجاری‌ها و بی‌نظمی‌های ایجاد شده در بارش مناطق بوجود می‌آید. این پدیده اکثر مناطق ایران را تحت تاثیر قرار داده و آثار زیانبار محیطی و خسارت‌های فراوانی را در فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، ..... بر جای می‌گذارد. خشکسالی دارای انواع مختلفی از جمله خشکسالی آب و هوایی، هیدرولوژیکی، کشاورزی و اقتصادی می‌باشد. در بین آنها خشکسالی آب و هوایی به عنوان آغازگر و خاتمه‌دهنده سایر خشکسالی‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و براساس درجه خشکی و طول دوره خشکسالی تعریف

می‌شود.

خشکسالی از قدیم‌الایام یکی از بلایای طبیعی و خطرناک برای زندگی بشر بوده است. به طوری که این پدیده همیشه وقایع ناگوار اجتماعی و اقتصادی مانند قحطسالی و مهاجرت را در پی داشته است. با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و قرار گیری آن در کمربند خشک، خشکسالی‌های اخیر ۸۵-۱۳۷۶ بر بخش‌های مختلف زندگی مردم و به ویژه بخش کشاورزی که عمده‌ترین مصرف‌کننده آب محسوب می‌شود، خسارت‌های هنگفتی را موجب شده است. ایران‌شهر به جهت محدودیت‌های اقلیمی یکی از مناطق خشک ایران بوده که نوعی ویژگی دائمی آب و هوایی برای آن محسوب می‌شود. طی چند سال اخیر کاهش شدید نزولات جوی (حداقل در یک دوره بیست ساله) خشکی غیر طبیعی و کمتر از حد معمول را در منطقه باعث شده که در نهایت منجر به پدیده خشکسالی گردیده

است. متأسفانه آمار و اطلاعات هواشناسی نشان‌دهنده این است که شدت پارامترهای مؤثر خشکسالی مثل زمان آغاز و خاتمه خشکسالی، شدت و فراوانی خشکسالی و وسعت منطقه طی چند سال اخیر در مقایسه با آب مخازن سدها، رودهای دائمی (بمپورو...) و آب‌های سطحی بر رشد گیاهان و فعل و انفعالات بیولوژیکی (خشکسالی کشاورزی) به نحو چشمگیری اثر گذاشته است و وقوع توأم حوادث فوق در منطقه منجر به بروز خساراتی در بخش‌های مختلف از جمله عرصه‌های منابع طبیعی، آبخیز، کشاورزی، دامپروری و اشتغال گردیده است.

هر قدر شاخص‌های خشکسالی که عمدتاً بر مبنای میزان بارش و رطوبت خاک تعریف می‌گردند بیشتر شاهد ناهنجاری‌های منفی باشند، معمولاً خشکسالی‌ها مستمر، طولانی و با شدت بیشتری اتفاق می‌افتند. با توجه به این مسأله می‌توان گفت که هر قدر میزان کمبود بارندگی نسبت به شرایط میانگین کمتر

استیودنت در سطح اعتماد ۹۰ درصد به ازای درجه آزادی  $(6 - y)$ ،  $R$  نسبت مقدار متغیر در دوره بازگشت ۱۰۰ سال به مقدار آن در دوره بازگشت ۲ سال براساس داده‌های موجود است (علیزاده، ۱۳۸۱: ۶۳۰).  
نتایج خروجی آزمون ماکوس نشان می‌دهد در همه بازه‌های زمانی داده‌ها کفایت می‌کنند.

برای ارزیابی درستی داده‌ها از روش غیرنموداری آزمون گردش (Run Test) استفاده می‌شود. برای انجام این آزمون از نرم‌افزار SPSS بکار گرفته شد

ایستگاه‌های مشخص شده با علامت \* بیانگر معیار آزمون بر اساس میانه می‌باشد و در سایر ایستگاه‌ها میانگین لحاظ شده است.  
ایستگاه‌های مشخص شده با علامت \* بیانگر معیار آزمون بر اساس میانه می‌باشد و در سایر ایستگاه‌ها میانگین لحاظ شده است.

#### تفسیر خروجی

➤ آزمون فرض:

$H_0$  توالی گردش‌ها تصادفی است:

$H_1$  توالی گردش‌ها تصادفی نیست:

➤ آماره آزمون:

$R = \text{Number of Runs}, Z = |Z|$

➤ مقدار بحرانی:

$Z_{0.01} = 2.327, Z_{0.05} = 1.645$

برای داده‌های ماهانه بارش چون  $H_0$  باشد فرض  $|Z| > Z_{0.01} = 2.327$  رد می‌شود. و نتیجه می‌گیریم که توالی گردش داده‌ها تصادفی نمی‌باشد.

#### آزمون کفایت داده‌های ماهانه بارش ایستگاه‌ها

| متغیرها              | بارش<br>ایران‌شهر | بارش<br>بمپور | بارش<br>گلمورتی | بارش<br>خاش | بارش<br>کارواندر | بارش<br>سرباز | بارش<br>سراوان |
|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|---------------|----------------|
| تعداد داده مورد نیاز | ۳۳                | ۳۳            | ۴۱              | ۳۹          | ۳۵               | ۳۶            | ۳۲             |
| تعداد داده موجود     | ۳۲۴               | ۴۳۲           | ۲۶۴             | ۲۴۰         | ۲۷۶              | ۲۷۶           | ۲۵۲            |

#### آزمون کفایت داده‌های فصلی بارش ایستگاه‌ها

| متغیرها              | بارش<br>ایران‌شهر | بارش<br>بمپور | بارش<br>گلمورتی | بارش<br>خاش | بارش<br>کارواندر | بارش<br>سرباز | بارش<br>دامن |
|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|---------------|--------------|
| تعداد داده مورد نیاز | ۲۶                | ۲۶            | ۳۳              | ۳۲          | ۲۹               | ۲۷            | ۱۵           |
| تعداد داده موجود     | ۱۰۸               | ۱۴۴           | ۸۸              | ۸۰          | ۹۲               | ۹۲            | ۱۰۴          |

#### آزمون کفایت داده‌های سالانه بارش ایستگاه‌ها

| متغیرها              | بارش<br>ایران‌شهر | بارش<br>بمپور | بارش<br>گلمورتی | بارش<br>خاش | بارش<br>کارواندر | بارش<br>سرباز | بارش<br>دامن |
|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|---------------|--------------|
| تعداد داده مورد نیاز | ۱۶                | ۱۴            | ۱۶              | ۱۸          | ۱۳               | ۱۸            | ۱۸           |
| تعداد داده موجود     | ۲۷                | ۳۶            | ۲۲              | ۲۰          | ۲۳               | ۲۳            | ۲۶           |

درجه ناهنجاری منفی متغیر مورد مطالعه را نیز مد نظر قرار دهند. (اکبری، ۱۳۸۴: ۱۷).  
اصولاً تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهشی علاوه بر همگن بودن نیاز به کافی بودن داده‌ها نیز دارد تا تحلیل مناسبی ارائه دهد. برای این منظور ماکوس (Mackus) فرمولی ارائه داد که براساس آن می‌توان تعداد سال‌های آماری کافی جهت انجام پژوهش را محاسبه کرد.  
این فرمول به صورت زیر است:

$$y = [(4.30 t) \log R]^2 + 6 \quad (4-4) \quad (\text{علیزاده، ۱۳۸۱: ۶۳۰})$$

در این فرمول  $y$  کمینه قابل قبول تعداد داده‌ها برای تجزیه و تحلیل،  $t$  مقدار  $t$

باشد به همان اندازه میزان تأثیر خشکسالی نمود عینی‌تری پیدا می‌کند. در شرایطی که خشکسالی تنها برای یک ماه استمرار داشته باشد، احتمال دارد که بارش ماه بعد، میزان کمبود را جبران نماید ولی اگر ماه بعدی نیز خود نسبت به شرایط عادی کمبود داشته باشد به مراتب در شدت بخشیدن به خشکسالی موثر خواهد بود (فرج زاده، ۱۳۸۴: ۸).  
بنابراین میزان کاستی در متغیر مورد مطالعه و همچنین زمان استمرار آن بیانگر شدت خشکسالی است. لذا برای مشخص ساختن این عامل در مطالعه خشکسالی، محققان با استفاده از شاخص‌های مختلف سعی می‌کنند

#### خروجی آزمون ران تست براساس میانگین برای داده‌های بارش ماهانه ایستگاه‌ها

| متغیرها پارامتر ارزیابی | بارش ایران‌شهر | بارش سرباز | بارش کارواندر | بارش گلمورتی | بارش خاش | بارش بمپور | بارش سراوان |
|-------------------------|----------------|------------|---------------|--------------|----------|------------|-------------|
| Test Value              | ۹/۴۳۱۲         | ۱۰/۰۲۰۴    | ۱۰/۳۰۲۵       | ۶/۵۰۳        | ۱۲/۰۵۳۳  | ۸/۳۹۷۵     | ۸/۵۵۷۳      |
| Cases < Test Value      | ۳۳۴            | ۲۰۵        | ۲۰۵           | ۲۰۵          | ۱۸۱      | ۳۰۶        | ۱۸۷         |
| Cases >= Test Value     | ۱۳۴            | ۷۱         | ۷۰            | ۵۹           | ۵۹       | ۱۲۶        | ۶۸          |
| Total Cases             | ۴۶۸            | ۲۷۶        | ۲۷۵           | ۲۶۴          | ۲۴۰      | ۴۳۲        | ۲۵۵         |
| Number of Runs          | ۱۵۲            | ۸۳         | ۸۳            | ۷۱           | ۵۷       | ۱۳۱        | ۸۰          |
| Z                       | -۴/۵۶۱         | -۳/۷۰۸     | -۳/۵۶۴        | -۳/۸۴۹       | -۵/۷۶۴   | -۵/۶۵۷     | -۳/۳۳       |
| Asymp.Sig.(۲-tailed)    | ۰/۰۰۰          | ۰/۰۰۰      | ۰/۰۰۰         | ۰/۰۰۰        | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰      | ۰/۰۰۱       |

خروجی آزمون ران تست براساس میانگین برای داده‌های بارش سالانه

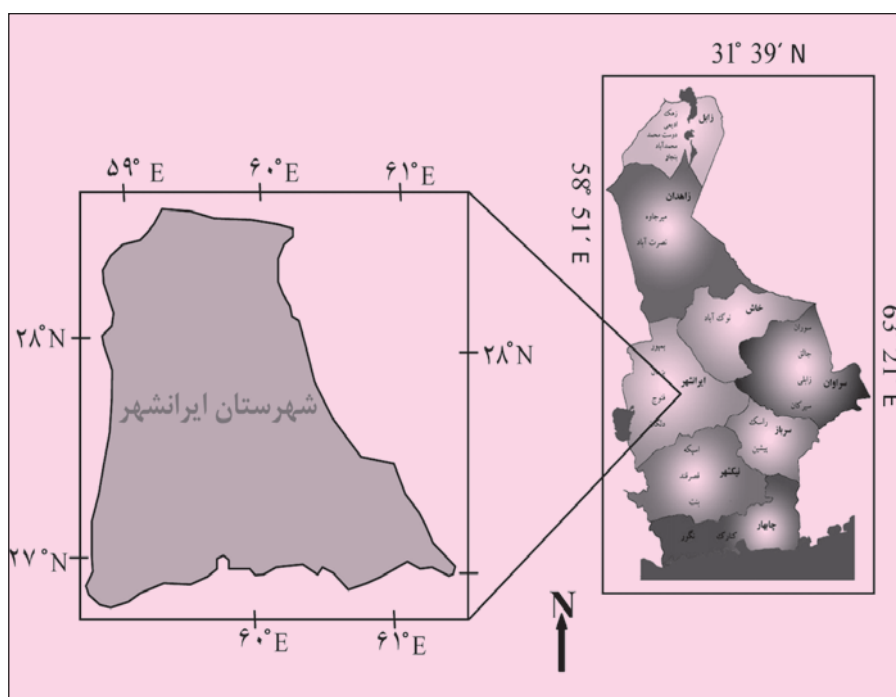
| متغیرها<br>پارامتر ارزیابی | بارش ایران‌شهر* | بارش سرباز | بارش دامن* | بارش گلمورتنی | بارش خاش* | بارش بمپور* |
|----------------------------|-----------------|------------|------------|---------------|-----------|-------------|
| Test Value                 | ۱۱۴/۸۱۱۱        | ۱۲۰/۲۴۳۵   | -۰/۱۹۳۲    | ۷۸/۰۳۶۴       | ۱۰۸/۹۵    | ۹۷/۵        |
| Cases< Test Value          | ۱۴              | ۱۴         | ۱۳         | ۱۲            | ۱۰        | ۱۷          |
| Cases>= Test Value         | ۱۳              | ۹          | ۱۳         | ۱۰            | ۱۰        | ۱۹          |
| Total Cases                | ۲۷              | ۲۳         | ۲۶         | ۲۲            | ۲۰        | ۳۶          |
| Number of Runs             | ۱۰              | ۱۱         | ۹          | ۱۲            | ۷         | ۱۳          |
| Z                          | -۱/۵۶۵          | -۰/۲۰۵     | -۱/۸۰۱     | ۰/۲۶          | -۱/۶۰۸    | -۱/۸۴۷      |
| Asymp.Sig.(۲-tailed)       | ۰/۱۱۸           | ۰/۸۳۸      | ۰/۰۷۲      | ۰/۷۹۵         | ۰/۱۰۸     | ۰/۰۶۵       |

### موقعیت جغرافیایی منطقه

شهرستان ایران‌شهر در جنوب شرق کشور و در ناحیه بلوچستان مرکزی و در فاصله ۳۵۰ کیلومتری شهر زاهدان واقع شده است. این شهرستان از شمال شرقی به شهرستان خاش از غرب به شهرهای بم و جیرفت، از شرق به شهرستان سراوان و از جنوب شرق به شهرسرباز محدود میگردد (شکل ۱). جدول شماره ۲ مختصات دقیق مربوط به طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

خروجی آزمون ران تست براساس میانگین و یا میانه برای داده‌های بارش فصلی ایستگاه‌ها

| متغیرها<br>پارامتر ارزیابی | بارش ایران‌شهر* | بارش سرباز | بارش کارواندر | بارش گلمورتنی | بارش خاش* | بارش دامن |
|----------------------------|-----------------|------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| Test Value                 | ۱۱/۹۵           | ۳۰/۰۶۰۹    | ۳۰/۷۹۵۷       | ۱۹/۵۰۹۱       | ۱۱/۶۵     | ۲۸/۰۰۴۸   |
| Cases< Test Value          | ۵۴              | ۶۰         | ۶۴            | ۶۴            | ۴۰        | ۶۹        |
| Cases>= Test Value         | ۵۴              | ۳۲         | ۲۸            | ۲۴            | ۴۰        | ۳۵        |
| Total Cases                | ۱۰۸             | ۹۲         | ۹۲            | ۸۸            | ۸۰        | ۱۰۴       |
| Number of Runs             | ۴۹              | ۳۹         | ۴۹            | ۴۳            | ۴۴        | ۳۵        |
| Z                          | -۱/۱۶           | -۰/۸۶۵     | ۲/۲۴۳         | ۱/۹۲۲         | ۰/۶۷۵     | -۲/۷۴۹    |
| Asymp.Sig.<br>(2-tailed)   | ۰/۲۴۶           | ۰/۳۸۷      | ۰/۰۲۵         | ۰/۰۵۵         | ۰/۵۰۰     | ۰/۰۰۶     |



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

برای داده‌های فصلی بارش فقط ایستگاه‌های کارواندر، گل مورتی و دامن در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای داده‌های همگن می‌باشند و داده‌های سایر ایستگاه‌ها ناهمگن می‌باشند.

برای داده‌های سالانه بارش فقط ایستگاه‌های بمپور و دامن در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای داده‌های همگن می‌باشند و داده‌های سایر ایستگاه‌ها ناهمگن می‌باشند.

البته در این تحقیق می‌توان به نتایج داده‌های ماهانه که کاملاً همگن هستند بسنده کرد و سایر داده‌ها (فصلی و سالانه) از همین داده‌ها تولید شده‌اند.

پس از انجام آزمون کفایت داده‌های و هم چنین ران تست، تحلیل آماری و وضعیت بارندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه و مناطق مجاور به صورت فصلی و سالانه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.



جدول شماره ۱: وضعیت بارندگی در ایستگاه های مورد مطالعه و مناطق مجاور (۸۴-۱۳۶۰)

| نام ایستگاه<br>پارامتر بارش    | دامن *  | ایران شهر ** | بمپور * | گلمورتی * | سراوان ** | خاش **   | کارواندر * | سرباز * |
|--------------------------------|---------|--------------|---------|-----------|-----------|----------|------------|---------|
| میانگین مجموع بارش سالانه      | ۱۱۲/۰۲  | ۱۱۴/۸        | ۹۹/۴۵   | ۷۸/۱      | ۱۰۸/۵     | ۱۴۴/۶۴   | ۱۲۳/۱      | ۱۲۰/۲۴  |
| میانگین بارش پاییز             | ۱۲/۳۴   | ۱۵/۵۶        | ۹/۴۶    | ۷/۰۷      | ۱۵/۸      | ۱۹/۹۷    | ۱۴/۵       | ۲۱/۰۶   |
| میانگین بارش زمستان            | ۶۱/۸۶   | ۵۹/۴۲        | ۶۰/۷۷   | ۵۴/۹      | ۴۸/۹      | ۱۰۲/۰۲   | ۷۹/۵۳      | ۵۴/۷۱   |
| میانگین بارش بهار              | ۲۴/۳۲   | ۱۸/۸۵        | ۱۶/۷۶   | ۴/۶۷      | ۲۹/۸      | ۱۸/۴۴    | ۱۰/۱۳      | ۱۹/۴۷   |
| میانگین بارش تابستان           | ۱۳/۵    | ۲۱/۳۴        | ۱۲/۵۵   | ۱۱/۳۸     | ۱۴        | ۴/۲۱     | ۱۹/۰۴      | ۲۵      |
| درصد بارش پاییز                | ۱۱/۰۲   | ۱۳/۵۵        | ۹/۵     | ۹/۰۶      | ۱۴/۵۶     | ۱۳/۸۱    | ۱۱/۸       | ۱۷/۵    |
| درصد بارش زمستان               | ۵۵/۲۲   | ۵۱/۷۵        | ۶۱/۰۵   | ۷۰/۳۶     | ۴۵/۰۷     | ۷۰/۵۳    | ۶۴/۵       | ۴۵/۵    |
| درصد بارش بهار                 | ۲۱/۷۱   | ۱۶/۱         | ۱۶/۸۴   | ۶         | ۲۷/۴۷     | ۱۲/۷۵    | ۸/۲        | ۱۶/۲    |
| درصد بارش تابستان              | ۱۲/۰۵   | ۱۸/۶         | ۱۲/۶۱   | ۱۴/۵۸     | ۱۲/۹      | ۲/۹۱     | ۱۵/۵       | ۲۰/۸    |
| انحراف معیار بارش سالانه       | ۸۶/۸۱   | ۷۹/۵         | ۵۵/۳۵   | ۵۲/۲۸     | ۵۹/۶۳     | ۱۱۴/۲۵   | ۶۱/۷۴      | ۹۳/۶۹   |
| واریانس بارش سالانه            | ۷۵۳۶/۲۳ | ۶۳۲۰/۱۲      | ۳۰۶۳/۶۵ | ۲۷۳۳/۷۳   | ۳۵۵۶/۱۹   | ۱۳۰۵۳/۸۹ | ۳۸۱۲/۹۰    | ۸۷۷۸/۷۴ |
| ضریب تغییرپذیری<br>بارش سالانه | ۷۷/۵    | ۶۹/۲۴        | ۵۵/۶۸   | ۶۶/۹۹     | ۵۴/۹۵     | ۷۸/۹۵    | ۵۰/۱۱      | ۷۷/۹۱   |

\* - ایستگاه های وزارت نیرو \*\* - ایستگاه های سازمان هواشناسی

(داده های آماری سازمان آب منطقه ای و سازمان هواشناسی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۵)

جدول شماره ۲: مختصات جغرافیایی شهرستان ایران شهر

| عرض شمالی |       |       |       |       |       | طول شرقی |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| حداکثر    |       |       | حداقل |       |       | حداکثر   |       |       | حداقل |       |       |
| درجه      | دقیقه | ثانیه | درجه  | دقیقه | ثانیه | درجه     | دقیقه | ثانیه | درجه  | دقیقه | ثانیه |
| ۲۸        | ۴۵    | ۰۰    | ۲۶    | ۴۶    | ۱۰    | ۶۱       | ۱۸    | ۵۰    | ۵۸    | ۴۹    | ۴۵    |

(سازمان جغرافیایی، نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰:۱ منطقه)

که به طور علمی با روش های آماری به بررسی ویژگی های مختلف این پدیده پرداخته است. در سال ۱۹۸۵ نیز سازمان هواشناسی جهانی با همکاری یونسکو گزارشی را تحت عنوان جنبه های هیدرولوژیکی خشکسالی منتشر کرد (فرج زاده، ۱۳۸۴: ۵).

(حجازی زاده و همکار، ۱۳۸۴: ۱۹-۱) با استفاده از مدل زنجیره مارکف به تحلیل و پیش بینی آماری خشکسالی و دوره های خشک کوتاه مدت در استان خراسان پرداخته است. (عزیزی، ۱۳۷۹: ۸۴-۷۱) در مقاله ای ال نینو و دوره های خشکسالی - ترسالی در ایران را بررسی کرده اند، و همچنین در مقالات دیگری به ارتباط خشکسالی های اخیر و منابع آب زیر زمینی در دشت قزوین (عزیزی، ۱۳۸۲: ۱۴۳-۱۳۱) و ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام با تأکید بر خشکسالی های اخیر پرداخته اند (عزیزی، ۱۳۸۱: ۷۶-۶۱). (بدایع جمالی و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۲-۴) خشکسالی را پدیده ای آرام و مرموز می دانند

SPI بارش سالانه ایستگاه های مورد مطالعه، نقشه های شدت خشکسالی (۸۴-۱۳۷۷) ترسیم و با نقشه SPI بارش سالانه ۱۳۷۶ بعنوان یک سال مرطوب مقایسه گردید.

### پیشینه تحقیق

پدیده ی خشکسالی از گذشته های دور به عنوان یکی از بلایای طبیعی مخرب همواره تهدیدی برای زندگی بشر بوده است. مطالعه علمی این پدیده به اوایل قرن بیستم مربوط می شود. به تدریج با پیشرفت علم آب و هواشناسی و تکنولوژی، این موضوع بیشتر مورد توجه قرار گرفت. پالمر (۱۳۴۴) محقق آمریکایی جزء اولین محققینی است

### مواد و روش ها

روش بکار رفته در این پژوهش تلفیقی از مطالعات کتابخانه ای، کارهای میدانی و تجزیه و تحلیل های آماری می باشد. جهت بررسی خشکسالی های اخیر منطقه و شناخت اقلیم آن، ابتدا داده های عناصر مختلف هواشناسی ایستگاه های محدوده مورد مطالعه طی یک دوره آماری بلند مدت با روش های آماری و به کمک نرم افزار SPSS مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس با استفاده از شاخص SPI، خصوصیات خشکسالی از قبیل شدت، تداوم و فراوانی سالانه تعیین گردید و در نهایت به کمک نرم افزار ArcGIS و بر اساس تغییرات شاخص

جدول شماره ۳: بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر طی سال‌های ۸۴ - ۱۳۵۸

| SPI   | بارش سالانه | سال  | SPI   | بارش سالانه | سال  |
|-------|-------------|------|-------|-------------|------|
| ۰/۲۲  | ۱۳۲,۵       | ۱۳۷۲ | ۰/۵   | ۱۱۹,۵       | ۱۳۵۸ |
| -۰/۵۶ | ۶۹,۷        | ۱۳۷۳ | ۰/۴۵  | ۱۵۱,۲       | ۱۳۵۹ |
| ۱/۳۳  | ۲۲۰,۷       | ۱۳۷۴ | ۲/۲۰  | ۲۸۹,۸       | ۱۳۶۰ |
| ۰/۱۶  | ۱۲۸,۲       | ۱۳۷۵ | ۱/۲۹  | ۲۱۷,۴       | ۱۳۶۱ |
| ۱/۱۶  | ۲۰۷,۲       | ۱۳۷۶ | -۰/۷۰ | ۵۸,۵        | ۱۳۶۲ |
| -۰/۵۳ | ۷۲,۴        | ۱۳۷۷ | -۱/۱۱ | ۲۶,۴        | ۱۳۶۳ |
| -۱/۳۳ | ۸,۶         | ۱۳۷۸ | -۰/۶۷ | ۶۱,۵        | ۱۳۶۴ |
| -۱/۲۴ | ۱۵,۷        | ۱۳۷۹ | -۰/۳۳ | ۸۸,۴        | ۱۳۶۵ |
| -۱/۰۳ | ۳۲,۵        | ۱۳۸۰ | ۰/۴۸  | ۱۵۳,۶       | ۱۳۶۶ |
| -۰/۵۱ | ۷۳,۹        | ۱۳۸۱ | ۰/۸   | ۱۲۱,۸       | ۱۳۶۷ |
| -۱/۳۲ | ۹,۴         | ۱۳۸۲ | ۰/۷۲  | ۱۷۲,۲       | ۱۳۶۸ |
| ۲     | ۲۷۶,۶       | ۱۳۸۳ | -۰/۲۱ | ۹۷,۵        | ۱۳۶۹ |
| -۰/۹۸ | ۳۶,۳        | ۱۳۸۴ | -۰/۴۲ | ۸۰,۹        | ۱۳۷۰ |
|       |             |      | ۰/۷۸  | ۱۷۷,۵       | ۱۳۷۱ |

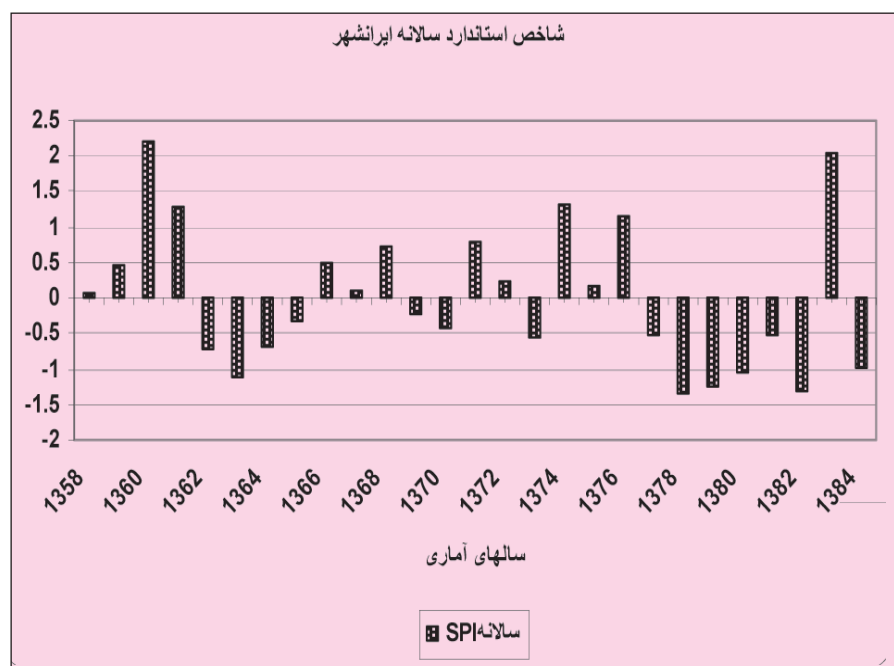
نیمکره شمالی با خشکسالی‌های سالانه سیستان و بلوچستان پرداخته است. (بری ابرقویی و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۰۶-۸۶) کاربرد برخی از شاخص‌های آماری هواشناسی را جهت ارزیابی شدت خشکسالی در مقیاس کشوری (بین استان‌ها) مورد مطالعه قرار داده‌اند. (اکبری، ۱۳۸۴: ۱۲۷) در رساله خود روند تغییرپذیری خشکسالی‌های خراسان جنوبی را با استفاده از شاخص استاندارد بارش، خالد قادری زه تحلیل روند دوره‌های خشک و مرطوب کوتاه مدت ایرانشهر طی دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۵۸) با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف (قادری زه، ۱۳۸۷: ۱۱۹) و بلوچ کاره نقش بارش‌های تابستانه بر کشاورزی منطقه ایرانشهر رادر در پایان‌نامه خود (بلوچ کاره، ۱۳۸۶: ۱۰۴) مطالعه کرده‌اند.

کاظم نصرتی و حسین آذرینوند در سال ۱۳۸۱ به تحلیل منطقه‌ای شدت - مدت - دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از داده‌های بارندگی در حوضه آبخیز اترک پرداخت (نصرتی و همکاران، ۱۳۸۱: ۶۱-۴۹) و همچنین طیب رضی و همکاران در سال ۱۳۸۲ پیش‌بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی با استفاده از روش‌های احتمالاتی و سری‌های زمانی را در استان سیستان و بلوچستان مورد مطالعه قرار دادند (رضی و همکاران، ۱۳۸۲: ۳۱۰-۲۹۲).

مهنوش مقدسی و همکاران در سال ۱۳۸۴ با استفاده از شاخص‌ها DI, SPI, EDI و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مطالعه خشکسالی‌های ۸۰-۱۳۷۷ تهران (مقدسی و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۲۰-۱۹۰) و همچنین روح‌انگیز اختری و همکاران در سال ۱۳۸۵ به تحلیل مکانی شاخص‌های خشکسالی SPI, EDI در استان تهران پرداختند (اختری و همکاران، ۱۳۸۵: ۳۸-۲۷).

## بحث و نتایج

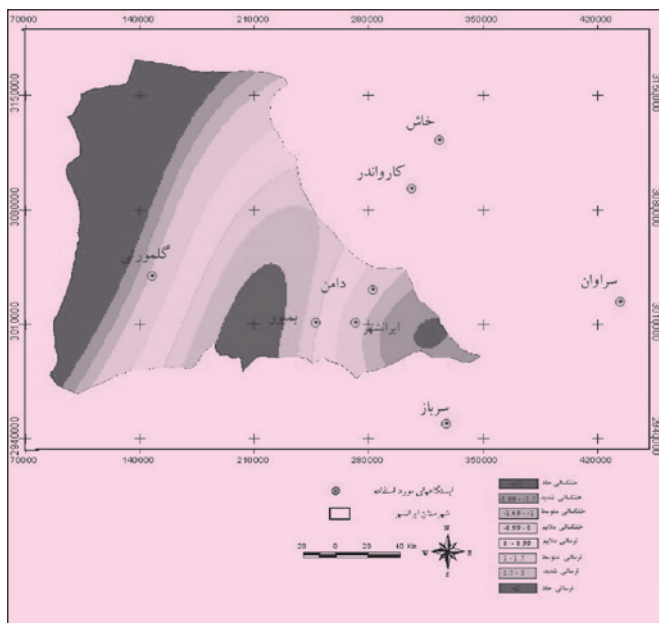
**تعیین خشکسالی و ترسالی ایستگاه‌های منطقه با شاخص SPI**  
وقوع خشکسالی در ایرانشهر امری بسیار



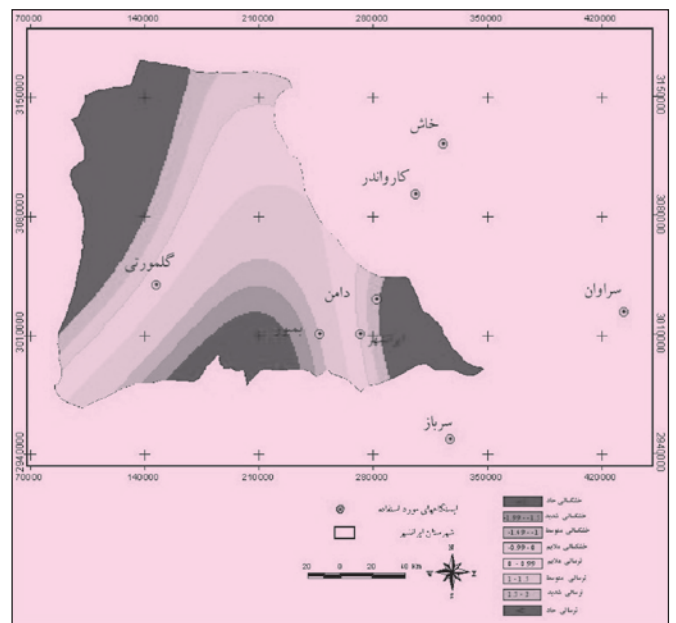
شکل ۲: تغییرات SPI بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر

مستقیم و مضری نیز به دنبال اختلال در رشد طبیعی محصولات کشاورزی به دنبال دارد و برخی معتقدند که بعضی از خشکسالی‌ها می‌تواند به بحران‌های جهانی تبدیل شوند. (خسروی، ۱۳۸۳: ۱۸۸-۱۶۷) به بررسی روابط بین الگوهای چرخش جوی کلان مقیاس

که به اعتقاد بسیاری دارای مکانیسمی پیچیده بوده و ماهیت آن نسبت به تمامی حوادث طبیعی کمتر شناخته شده است. (کاویانی، ۱۳۸۰: ۷۱-۸۹) معتقد است که خشکسالی نه تنها اثرات سریع و مستقیمی بر کشاورزی به جا می‌گذارد بلکه اثرات غیر



شکل ۴: شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۳۷۷-۷۸



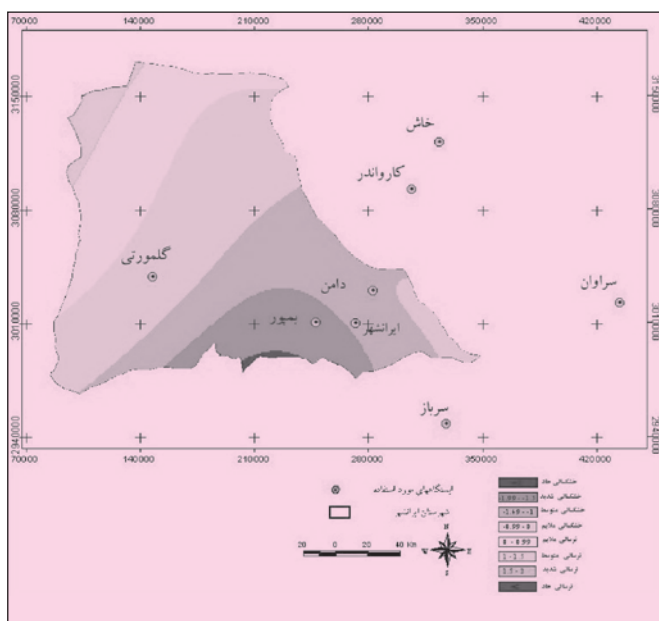
شکل ۳: تغییرات SPI بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه سالی آبی ۱۳۷۶

ایران‌شهر طی سال‌های ۸۴ - ۱۳۵۸ ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر که طی دوره آماری مورد مطالعه، ۱۳ دوره ترسالی و ۱۴ دوره خشکسالی دارد (جدول شماره ۳ و شکل ۲)، دارای میانگین بارش ۱۱۴/۸ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۲۶/۷ درجه سانتیگراد است. در این دوره آماری مشخص شد که تغییرات

منطقه مبادرت گردید. به منظور ارایه شناخت بیشتر از شرایط اقلیمی و به ویژه ارتباط آنها با خشک‌سالی‌های منطقه، مقادیر بارش سالانه و فصلی ایستگاه‌های مورد نظر به صورت Z استاندارد ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تغییرات بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک

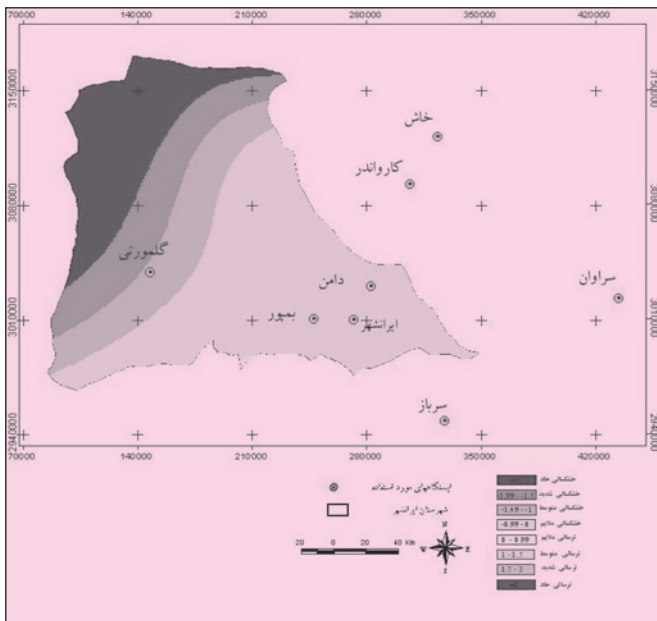
محتمل است و از درصد احتمال بالایی برخوردار می‌باشد. از این رو جهت تجزیه و تحلیل خشک‌سالی‌های اخیر از آمار بارندگی سالانه و فصلی ایستگاه‌های هواشناسی منطقه (ایران‌شهر، بمپور، دامن، گلپورتی) استفاده شد و به کمک شاخص SPI نسبت به تعیین وضعیت ترسالی و خشک‌سالی ایستگاه‌های



شکل ۶: توزیع فضایی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۳۷۹-۸۰



شکل ۵: نقشه توزیع فضایی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۱۳۷۸-۷۹

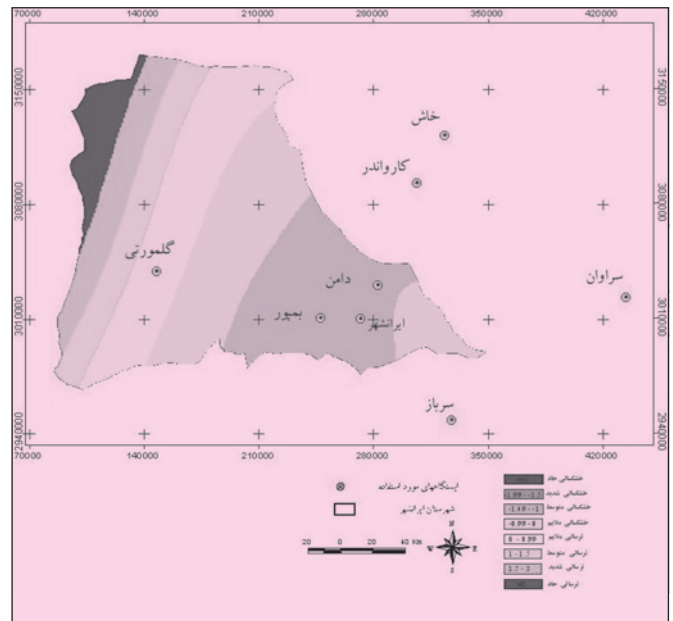


شکل ۸: توزیع فضایی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۲-۱۳۸۱

بررسی است، زیرا که دوره‌های خشکسالی طولانی مدت به طور تدریجی و دامنه‌دار بر تمام ابعاد محیطی و بحران‌های اجتماعی و سیاسی اثرگذار هستند.

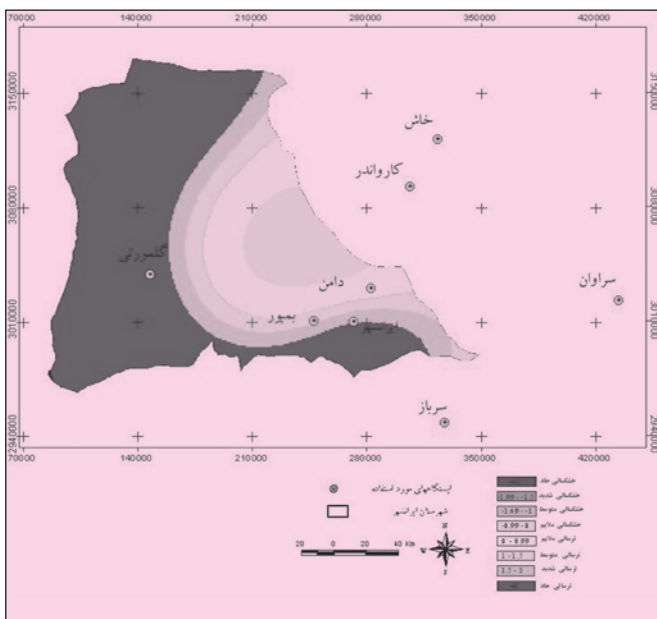
تغییرات شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۷۷-۱۳۷۶

سال‌های با مقدار بارش سالیانه پایین‌تر از میانگین ۱۳ سال بوده که نسبت خشکسالی‌ها به ترسالی‌های آن ۱/۰۷ می‌باشد. ضریب تغییرپذیری بارش سالانه ۶۹/۲۴ درصد است. آخرین دوره خشکسالی پدید آمده که از سال ۸۶-۱۳۷۷ به طول انجامیده است، به دلیل طولانی بودن مدت و شدت درخور تأمل و

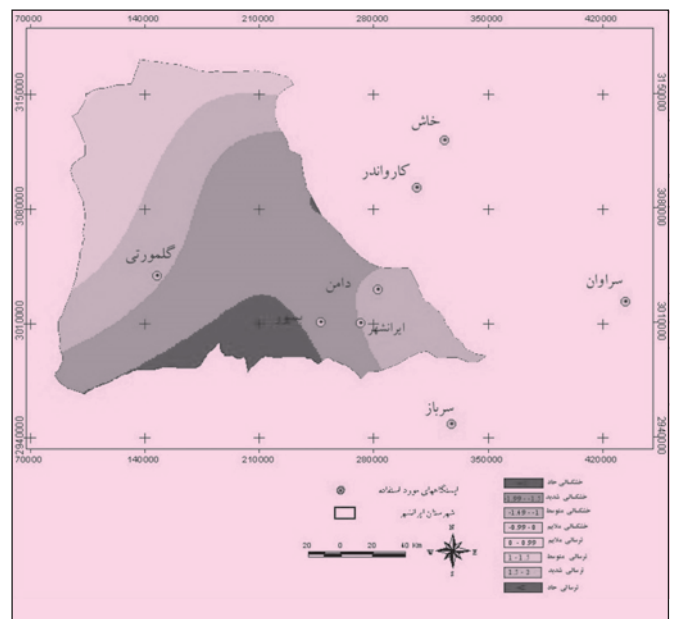


شکل ۷: توزیع فضایی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال ۸۱-۱۳۸۰

بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر با استفاده از شاخص SPI نوسان زیادی داشته و تغییرات SPI آن بین ۱/۳۳- تا ۲/۲۰ بوده است. بالاترین بارش سالانه ۲۸۹/۸ میلیمتر با شاخص SPI ۲/۲۰ در سال ۱۳۶۰ و کمترین مقدار آن با بارش ۸/۶ میلیمتر و شاخص SPI ۱/۳۳- در سال ۱۳۷۸ رخ داده است. تعداد



شکل ۱۰: نقشه توزیع فضایی شدت ترسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه ۸۴-۱۳۸۳



شکل ۹: نقشه توزیع فضایی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه ۸۳-۱۳۸۲

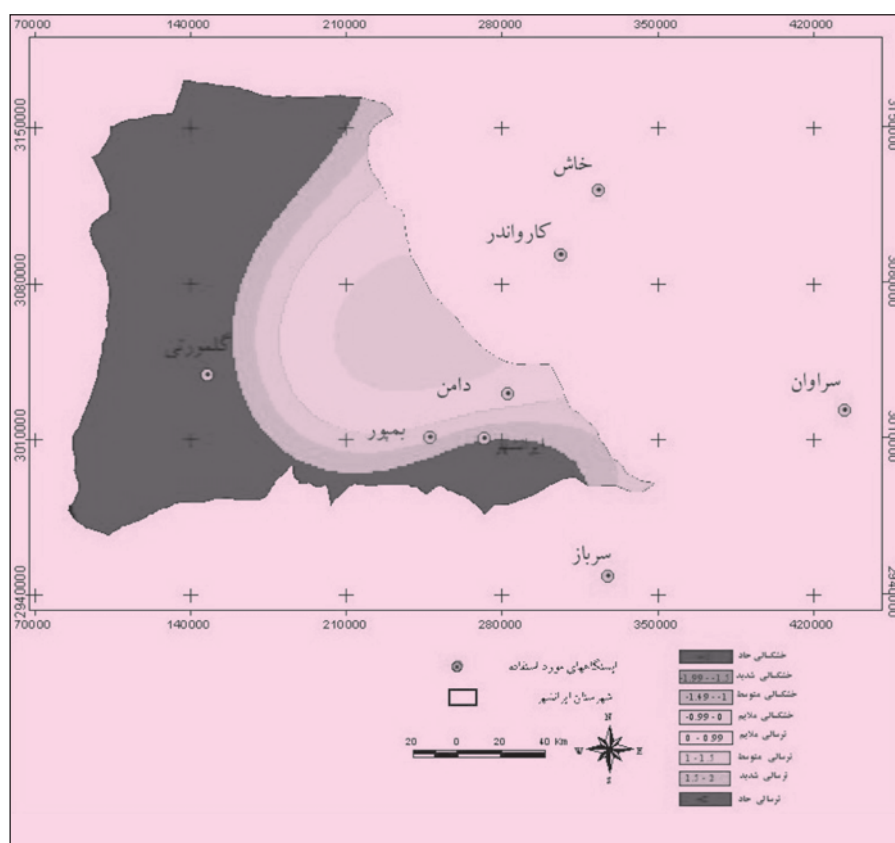
ایستگاه‌های مجاور منطقه‌ی مورد مطالعه همچنین ایستگاه کارواندر با  $SPI -1/48$  و سرباز با  $SPI -1/18$  خشکسالی متوسطی داشته‌اند و ایستگاه‌های خاش با  $SPI -0/97$  و سراوان با  $SPI -0/87$  خشکسالی ملایمی را نشان می‌دهند (شکل ۵).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۰-۱۳۷۹

در سال آبی ۸۰-۱۳۷۹ در منطقه مورد مطالعه خشکسالی سال‌های گذشته همچنان ادامه داشته است. ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با  $SPI -1/53$  دارای خشکسالی شدید بوده است. بعد از آن ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر با  $SPI -1/24$  و ایستگاه باران سنجی دامن و گلمورتی به ترتیب با  $SPI -0/94$  و  $SPI -0/35$  خشکسالی ملایمی را نشان می‌دهند و ایستگاه‌های مجاور منطقه‌ی مورد مطالعه، سراوان با  $SPI -1/52$  خشکسالی شدیدی را دارد و بعد از آن کارواندر با  $SPI -1/18$  سینوپتیک خاش با  $SPI -0/74$  و سرباز با  $SPI -0/88$  از خشکسالی ملایمی برخوردار بوده‌اند (شکل ۶).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۱-۱۳۸۰

طی این سال آبی در تمام ایستگاه‌های داخل و مجاور منطقه مورد مطالعه خشکسالی قبل تداوم داشته است و شدت آن تا حدودی تغییر نموده است، به طوری که مقدار  $SPI$  ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر از  $-1/03$  به  $-1/24$  و  $SPI$  ایستگاه کلیماتولوژی بمپور از  $-1/25$  به  $-1/03$  تغییر یافت و در گلموتی شدت خشکسالی از  $-0/35$  به  $-0/63$  و در ایستگاه سرباز هم از  $-0/65$  به  $-0/88$  کاهش داشته است. ولی ایستگاه دامن با مقدار  $0/94$  نسبت به سال قبل تغییری نداشته است.  $SPI$  ایستگاه سینوپتیک خاش هم از  $-0/90$  به  $-1/8$  کاهش یافته است.  $SPI$  ایستگاه سینوپتیک سراوان نیز از  $-1/52$  به  $-1/27$  تغییر یافت. این تغییرات در مقدار  $SPI$  ایستگاه‌ها نشان‌دهنده افزایش اندک بارش



شکل ۱۱: توزیع فضایی شدت خشکسالی منطقه مورد مطالعه در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴

ایستگاه کلیماتولوژی بمپور و ایستگاه کلیماتولوژی کارواندر شرایط خشکسالی را به درجات مختلفی تجربه کرده‌اند. شدیدترین خشکسالی در حوضه‌ی ایستگاه گلمورتی با  $SPI -0/70$  رخ داده است.  $SPI$  ایستگاه‌های مورد مطالعه بیانگر حاکم بودن شرایط خشکسالی ملایم در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۴).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۷۹-۱۳۷۸

ازمقایسه ایستگاه‌های داخل و مجاور منطقه‌ی مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه  $SPI$  خشکسالی روند رو به افزایش را نشان می‌دهد. شدیدترین خشکسالی این سال مربوط به ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با  $SPI -1/69$  بعد از آن ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر با  $SPI -1/33$  و دامن با  $SPI -1/12$  و ایستگاه گلمورتی با  $SPI -1/05$  خشکسالی شدید و متوسط رخ داده است.

سال آبی ۷۷-۱۳۷۶ سال نسبتاً مرطوبی در منطقه بوده است و به عنوان سال مبنا جهت مقایسه وضعیت ایستگاه‌های داخل و مجاور در سال‌های دوره‌ی خشکسالی ۸۴-۱۳۷۷ در نظر گرفته شده است. در این سال فقط در ایستگاه کلیماتولوژی بمپور شرایط خشکسالی متوسطی حاکم بوده است.

طی این سال ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر با  $SPI 1/16$  کلیماتولوژی کارواندر با  $SPI 1/19$  و سینوپتیک خاش با  $SPI 1/07$  و سینوپتیک سراوان با  $SPI 1/48$  شرایط مرطوب متوسطی را داشته‌اند. ایستگاه کلیماتولوژی سرباز هم با  $SPI 3/11$  شرایط فوق‌العاده مرطوبی داشته است. تغییرات  $SPI$  بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است.

#### بررسی شدت خشکسالی سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۷۸-۱۳۷۷

تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه به جز



جدول شماره ۴: شاخص SPI ایستگاه‌های منطقه در طی خشکسالی‌های اخیر (سال‌های آبی ۸۵-۱۳۷۶)

| نام ایستگاه سال‌های آبی | دامن  | ایران‌شهر | بمپور | گلمورتنی | سراوان | خاش   | کارواندر | سرباز |
|-------------------------|-------|-----------|-------|----------|--------|-------|----------|-------|
| ۱۳۷۶-۷۷                 | ۱/۹۸  | ۱/۱۶      | -۰/۷۸ | ۰/۵۸     | ۱/۴۸   | ۱/۰۷  | ۱/۱۹     | ۳/۱۱  |
| ۱۳۷۷-۷۸                 | -۰/۵۱ | -۰/۵۳     | ۱/۱۴  | -۰/۷۰    | -۰/۲۷  | -۰/۰۲ | -۰/۲۴    | -۰/۳۴ |
| ۱۳۷۸-۸۹                 | -۱/۱۲ | -۱/۳۳     | -۱/۶۹ | -۱/۰۵    | -۰/۸۷  | -۰/۹۷ | -۱/۴۸    | -۱/۱۸ |
| ۱۳۷۹-۸۰                 | -۰/۹۴ | -۱/۲۴     | -۱/۵۳ | -۰/۳۵    | -۱/۵۲  | -۰/۷۴ | -۱/۱۸    | -۰/۸۸ |
| ۱۳۸۰-۸۱                 | -۰/۹۴ | -۱/۰۳     | -۱/۲۵ | ۰/۶۳     | -۱/۲۷  | -۰/۹۰ | -۱/۱۵    | -۰/۶۵ |
| ۱۳۸۱-۸۲                 | -۰/۶۷ | -۰/۵۱     | -۰/۲۶ | -۱/۲۴    | -۰/۰۱  | -۰/۶۹ | -۰/۳۱    | ۰/۰۵  |
| ۱۳۸۲-۸۳                 | -۱/۱۹ | -۱/۳۲     | -۱/۶۴ | -۱/۲۸    | -۱/۶۲  | -۱/۱۱ | -۱/۸۹    | -۱/۲۵ |
| ۱۳۸۳-۸۴                 | ۰/۷۳  | ۲/۰۳      | ۱/۵۱  | ۲/۷۴     | ۱/۱۲   | ۱/۶۲  | ۱/۵۵     | ۱/۱۲  |
| ۱۳۸۴-۸۵                 | -۱/۱۷ | -۰/۹۸     | -۱/۳۲ | -۰/۷۵    | -۱/۴۶  | -۱/۰۳ | -۱/۵۷    | -۰/۹۴ |

هم با SPI ۰/۷۳ دوره ترسال ملایمی را نشان می‌دهد (شکل ۱۰).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴

بررسی SPI سالانه بارش ایستگاه‌های داخل و مجاور منطقه‌ی مورد مطالعه در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ بیانگر آغاز دوره‌ی خشکسالی آب و هوایی دیگری است. در طی این سال ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر با SPI -۰/۹۸ و ایستگاه کلیماتولوژی سرباز با SPI -۰/۹۴ و ایستگاه باران‌سنجی گلمورتنی با SPI -۰/۷۵ شرایط خشکسالی ملایمی را نشان می‌دهند. ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با SPI -۱/۳۲ ایستگاه باران‌سنجی دامن با SPI -۱/۱۷ ایستگاه سینوپتیک خاش با SPI -۱/۰۳ و ایستگاه سینوپتیک سراوان با SPI -۱/۴۶ شرایط خشکسالی متوسطی بر آن‌ها حاکم بوده است. ایستگاه کلیماتولوژی کارواندر هم با SPI -۱/۵۷ شرایط خشکسالی شدیدی داشته است (شکل ۱۱).

#### نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده نشان داد که وقوع خشکسالی با توجه به موقعیت جغرافیایی از ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. گرچه کمبود آب ناشی از کاهش بارندگی در دوره‌های خشکسالی تا حدودی توسط سفره‌های غنی آب زیر زمینی دشت‌های منطقه که در مسیر روان آب‌های ارتفاعات شرقی، شمالی و جنوبی حوضه‌ی آبریز هامون جازموریان قرار دارند، جبران می‌شود ولی خشکسالی اخیر طولانی‌ترین دوره خشکسالی در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌شود و شاخص SPI ایستگاه‌های منطقه در طی خشکسالی‌های اخیر (سال‌های آبی ۸۵-۱۳۷۶) که در جدول شماره ۴ آمده است حکایت از این امر دارد.

آمار و شواهد موجود نشان می‌دهد که خشکسالی اخیر لطمات جبران‌ناپذیری به بخش‌های مختلف منطقه وارد کرده است. میزان خسارت ناشی از خشکسالی بر بخش

شرایط خشکسالی در ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با مقدار SPI -۱/۶۴ و ایستگاه سینوپتیک سراوان با SPI -۱/۶۲ و ایستگاه کلیماتولوژی کارواندر -۱/۸۹ شرایط خشکسالی شدید حاکم بوده است. در ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر با SPI -۱/۳۳ و ایستگاه سینوپتیک خاش با SPI -۱/۱۱ و ایستگاه کلیماتولوژی سرباز با SPI -۱/۲۵ شرایط خشکسالی متوسطی وجود داشته است (شکل ۹).

#### بررسی شدت‌تر ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۴-۱۳۸۳

در این سال آبی بارندگی‌های مناسبتری نسبت به سال‌های گذشته صورت گرفت و میزان بارش تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه بالاتر از میانگین دراز مدت بوده است. ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر با SPI ۲/۰۳ و ایستگاه گلمورتنی با SPI ۲/۷۴ دوره ترسالی فوق‌العاده مرطوبی نسبت به گذشته داشته‌اند. ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با SPI ۱/۵۱ و ایستگاه سینوپتیک سراوان با SPI ۱/۱۲ و ایستگاه کلیماتولوژی سرباز با SPI ۱/۱۲ دوره ترسال متوسطی تجربه کردند.

ایستگاه‌های سینوپتیک خاش با SPI ۱/۶۲ و کارواندر با SPI ۱/۵ دوره ترسال شدیدی را نشان می‌دهند. ایستگاه باران‌سنجی دامن

نسبت به سال قبل می‌باشد (شکل ۷).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۲-۱۳۸۱

طی سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ در تمام ایستگاه‌های داخل و مجاور منطقه مورد مطالعه به جز حوضه ایستگاه سرباز و کارواندر شرایط خشکسالی سال قبل تداوم داشته است.

در ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر با SPI -۰/۵۱ خشکسالی ملایم، ایستگاه کلیماتولوژی بمپور با SPI -۰/۲۶ خشکسالی ملایم، ایستگاه باران‌سنجی دامن هم با SPI -۰/۶۷ شرایط خشکسالی ملایم حاکم بوده است. ایستگاه گلمورتنی هم با SPI -۱/۲۴ خشکسالی متوسطی را نشان می‌دهد. در ایستگاه سینوپتیک خاش و سراوان نیز خشکسالی ملایمی وجود داشته است. در دو ایستگاه کارواندر و سرباز به دلیل ارتفاع بیشتر، بارندگی اروگرافیکی بیشتری داشته‌اند و در این سال شرایط ترسالی ملایمی را تجربه کرده‌اند (شکل ۸).

#### بررسی شدت خشکسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۸۳-۱۳۸۲

در سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ با توجه به خشکسالی سال گذشته تداوم آن با درجات مختلف همچنان وجود دارد. شدیدترین



- ۱۴- عزیزی، قاسم، ۱۳۷۹، الینو و دوره‌های خشکسالی - ترسالی در ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۸.
- ۱۵- علیزاده، امین، ۱۳۸۱، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ چهاردهم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
- ۱۶- فرجزاده، منوچهر، ۱۳۸۴، خشکی و خشکسالی از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۱۷- قادری‌زه، خالد، ۱۳۸۷، تحلیل روند دوره‌های خشک و مرطوب کوتاه مدت ایران شهر طی دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۵۸) با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکف، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۸- کاویانی، محمدرضا، ۱۳۸۰، بررسی اقلیمی شاخص‌های خشکی و خشکسالی، مجله فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۰.
- ۱۹- مقدسی، مهنوش، ۱۳۸۴، پایش مکانی خشکسالی سال‌های ۸۰-۱۳۷۷ استان تهران با استفاده از شاخص‌های EDI, SPI, DI و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله مدرس، دوره ۹، شماره ۱.
- ۲۰- نصرتی، کاظم و حسین آذر نیوند، ۱۳۸۱، تحلیل منطقه‌ای شدت - مدت - دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از داده‌های بارندگی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز اترک)، مجله بیابان، جلد ۷، شماره ۱.
- ۴- پری ابرقویی، حسین و همکاران، ۱۳۸۲، کاربرد برخی از شاخص‌های آماری هواشناسی در جهت ارزیابی شدت خشکسالی در مقیاس کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲.
- ۵- بلوچ کاره، رضا، ۱۳۸۶، نقش باران‌های تابستانه بر کشاورزی ایرانشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۶- حجازی‌زاده، زهرا و همکار، ۱۳۸۴، تحلیل و پیش‌بینی آماری خشکسالی و دوره‌های خشک کوتاه مدت در استان خراسان، پژوهش‌های جغرافیایی.
- ۷- خسروی، محمود، ۱۳۸۳، بررسی روابط بین الگوهای چرخش جوی کلان مقیاس نیمکره شمالی با خشکسالی‌های سالانه سیستان و بلوچستان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۴.
- ۸- رضیئی، طیب و همکاران، ۱۳۸۲، پیش‌بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی با استفاده از روش‌های احتمالاتی و سری‌های زمانی (مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان)، مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲.
- ۹- سازمان آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۵، واحد آمار و اطلاعات.
- ۱۰- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰.
- ۱۱- سازمان هواشناسی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۵، مرکز هواشناسی کاربردی، واحد آمار و اطلاعات.
- ۱۲- عزیزی، قاسم، ۱۳۸۲، ارتباط خشکسالی‌های اخیر و منابع آب زیرزمینی در دشت قزوین، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶.
- ۱۳- عزیزی، قاسم، ۱۳۸۱، ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام با تأکید بر خشکسالی‌های اخیر (۷۹-۱۳۷۷)، مجله مدرس، دوره ۶، شماره ۲.
- کشاورزی حدود ۹۰ درصد بوده که کاهش سطح زیر کشت و افت تولید محصولات زراعی و باغی را به همراه داشته است. از سال آبی ۱۳۷۶-۷۷ به بعد که آغاز خشکسالی منطقه بوده است، اکثر ایستگاه‌های منطقه به تدریج شرایط خشکسالی را به درجاتی تجربه کردند. SPI محاسبه شده در ایستگاه‌های مختلف منطقه نشان داد که شدت خشکسالی از ملایم تا شدید از سالی به سال دیگر و از دوره‌ای به دوره دیگر متغیر بوده است و در کل می‌توان نتیجه گرفت که از سال ۱۳۷۶-۷۷ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه SPI خشکسالی رو به افزایش بوده و در برخی از سال‌ها به حداکثر خود نزدیک شده است. این خشکسالی که از ۱۳۷۶ آغاز گردید تا سال ۱۳۸۵ ادامه داشته و گرچه با بارندگی‌های اخیر وضعیت کمی بهتر شده ولی شرایط هنوز به حالت عادی بر نگشته و اثرات منفی آن بر بخش‌های کشاورزی و صنعتی و زندگی مردم هم چنان ادامه دارد. محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل‌های شاخص SPI نشان داد که به استثنای سال آبی ۸۴-۱۳۸۳ که ایستگاه‌های منطقه با دریافت باران بیشتر در شرایط ترسالی نسبی بسر بردند، در بقیه سال‌های آماری (۸۵-۱۳۷۶) دچار خشکسالی ملایم تا شدید بوده‌اند.

## منابع

# مقایسه برخی ویژگی‌های کمی و کیفی توده‌های همسال آتریپلکس

## کانسینس تحت شرایط قرق و غیر قرق

### «مطالعه موردی: مراتع قطعه ۴ زرند شهریار»

● علی محبی - فارغ التحصیل دکتری مرتعداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

● دکتر محمد جعفری - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

● دکتر علی طویلی - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

● دکتر سید اکبر جوادی - عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

● دکتر عباس حنطه - عضو هیأت علمی مرکز آموزش منابع طبیعی امام خمینی

#### چکیده

به منظور مقایسه برخی ویژگی‌های کمی و کیفی آتریپلکس کانسینس تحت شرایط قرق و غیر قرق در مراتع قطعه ۴ زرند شهریار دو سایت همسال قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد هر یک به مساحت ۴۰۰ و ۱۰۰۰ هکتار انتخاب شده، در پاییز سال ۱۳۸۸، در هر یک از سایت‌ها، تعداد ۴ عدد ترانسکت ۳۰۰ متری، به روش تصادفی - سیستماتیک در نظر گرفته شد، و پلات‌های ۹ متر مربعی (۳ متر \* ۳ متر) در طول ترانسکت‌ها با فواصل ۳۰ متر (۱۰ پلات در طول ترانسکت) مستقر شد، بنابراین تعداد کل پلات‌ها در هر سایت ۴۰ عدد و کل پلات‌های دو سایت به ۸۰ عدد رسید. در داخل پلات‌ها، برداشت برخی ویژگی‌های کمی و کیفی آتریپلکس کانسینس از قبیل ارتفاع بوته، درصد پوشش، تولید، قطر یقه، وزن ساقه، میزان لاشبرگ، شاخص شادابی و طول، وزن و قطر ریشه صورت پذیرفت. سپس تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی‌های مورد بررسی آتریپلکس کانسینس در دو سایت با استفاده از نرم‌افزار *Spss ver ۱۷* و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت، نتایج حاصله نشان داد که، در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد، در سطح احتمال ۱ درصد، میزان بذر تولیدی، مقدار لاشبرگ پای بوته، تولید، وزن خشک ساقه و قطر پای بوته و در سطح احتمال ۵ درصد، درصد پوشش آتریپلکس کانسینس، اختلاف معنی‌داری نشان دادند، به طوری که کلیه ویژگی‌های گفته شده معنی‌دار، در سایت قرق شده حسن‌آباد بیشتر از سایت قرق نشده علی‌آباد بوده و فاکتورهای ارتفاع و ضریب شادابی، در سطوح مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

نتایج بررسی ویژگی‌هایی چون وزن تر و خشک و متوسط قطر قطعات ۰-۳۰، ۳۰-۷۰ و بیشتر از ۷۰ سانتی‌متری ریشه‌های عمودی آتریپلکس کانسینس در دو سایت مورد بررسی نشان داد، در سطح احتمال ۱ درصد، کلیه فاکتورهای مورد بررسی به جزء متوسط قطر ریشه بیش از ۷۰ سانتی‌متر، تفاوت معنی‌دار داشتند. با بررسی میانگین اعداد به دست آمده، مشخص شد، میانگین وزن تر و خشک و متوسط قطر قطعات اول و دوم ریشه بوته‌های سایت قرق شده حسن‌آباد بیشتر از علی‌آباد بود و فقط وزن تر و خشک قطعه سوم (بیش از ۷۰ سانتی‌متر) در سایت قرق نشده علی‌آباد بیشتر از سایت قرق شده حسن‌آباد می‌باشد.

#### واژه‌های کلیدی: آتریپلکس کانسینس، تیمار قرق، ویژگی کمی و کیفی، مراتع قطعه ۴ زرند شهریار

#### مقدمه

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| بودن آفات و امراض احتمالی، تخریب کیفی خاک و مهاجم بودن احتمالی شان با ورود این گونه‌ها به عرصه‌ها مخالفند و در مقابل برخی اعتقاد دارند که بعضی از گونه‌های خارجی | در مقایسه با اکثر گونه‌های بومی و بخصوص در مناطقی که به دلیل محدودیت‌های موجود رشد و استقرار گونه‌های بومی امکان‌پذیر نیست از رشد مناسبی برخوردارند. از سوی |
| اخیرا دو نوع بیش در خصوص گونه‌های وارداتی در بین متخصصان و مسئولین امور مراتع کشور وجود دارد، عده‌ای بدلیل ناشناخته                                              |                                                                                                                                                             |

دیگر این گونه‌ها علاوه بر بر خورداری از سازگاری، خوشخوراکی، تولید علوفه و بذر بالا، همیشه سبز بوده و نقش حفاظتی خوبی نیز دارد. به همین دلیل برخی از این گونه‌های خارجی وارد عرصه‌های مرتعی و بیابانی کشور شده و از سال ۱۳۴۴ در مناطق روستایی مختلفی (بوئین‌زهر، چاه افضل یزد، زرنده‌ساره، شمال شرق اصفهان، رفسنجان و ...) بطور وسیعی مورد کشت قرار گرفته‌اند. لذا مدیریت این عرصه‌ها که علاوه بر اثرات اکولوژیکی، هزینه زیادی نیز در برداشته است از ضروریات بوده و دستیابی به مدیریت صحیح و اصولی صرفا با تحقیق و بررسی پیرامون اثرات مدیریت‌های مختلف از جمله قرق میسر خواهد بود. به همین دلیل تحقیق حاضر پیرامون بررسی اثرات تیمار قرق و چرا بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی این گونه از قبیل ارتفاع، درصد پوشش، میزان شاخ و برگ تولید شده در سال جاری (تولید)، قطر یقه، وزن ساقه، میزان لاشبرگ پای بوته، شاخص شادابی (ضریبی که از تقسیم وزن شاخ و برگ سال جاری به وزن ساقه به دست می‌آید) و برخی خصوصیات ریشه مثل، وزن و قطر طول‌های مختلف، در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد که گونه *Atriplex canescens* در سال ۱۳۸۱ در شرایط کاملا یکسان و در مساحت ۴۰۰ و ۱۰۰۰ هکتار، به ترتیب برای سایت‌های حسن‌آباد و علی‌آباد به عنوان مناطق معرف قطعه ۴ زرنده شهریار (مساحت کل قطعه حدود ۱۴۰۰۰ هکتار می‌باشد) کشت گردیده مورد مطالعه قرار گرفته و هدف ذیل دنبال گردید:

- بررسی تاثیر تیمار قرق و چرا بر روی برخی ویژگی‌های خاکی و کمی و کیفی توده‌های همسال گونه *Atriplex canescens*. و خاک رویشگاه آن.

### فرضیه‌های تحقیق

- تیمار قرق روی برخی از ویژگی‌های

مهم کمی و کیفی گونه کشت شده *Atriplex canescens* در منطقه مورد مطالعه تاثیر مثبت دارد.

- در سایت‌های تحت چرا، به دلیل لگدکوبی خاک رشد ریشه *Atriplex canescens* کمتر از سایر سایت‌ها بوده و در نتیجه میزان بذر تولیدی کاهش خواهد یافت.

در خصوص ضرورت انجام این تحقیق باید گفت که واقعیت تاثیر شیوه مدیریتی قرق (به منظور کاهش حساسیت‌های بهره‌برداران نسبت به اعمال این شیوه مدیریتی و افزایش آگاهی و میزان مشارکت آنان در اجرای طرح‌های مربوطه) و چرا بر روی ویژگی‌های مهم آن‌علی‌رغم گستردگی سطوح کشت شده در منطقه بررسی نگردیده و تصمیم‌گیری در خصوص تجویز گسترش یا عدم توسعه سطوح کشت گونه مذکور در محل که جزو برنامه‌های اولویت دار دفتر امور بیابان سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور می‌باشد و الزامات قرق سنوات اولیه کاشت جزو ضروریات بوده نیاز به این بررسی دارد.

### - تاریخچه استفاده از *Atriplex canescens* در بیابانزدایی:

گونه‌های جنس آتریپلکس در کشورهای مختلف غرب آسیا و شمال آفریقا (WANA) که از مراکش تا افغانستان را در بر می‌گیرد کاشته شده است.

- در ایران بیش از ۲۰ گونه از آتریپلکس رشد می‌کند، علفی و بوته‌ای بوده، و بسیاری از بوته‌های *A. nummularia*، *A. halimus*، *A. lentiformis*، *A. canescens* به صورت دست کاشت گسترش یافتند و *A. canescens* به دلیل سازش با مناطق سردسیر گسترش فراوانی یافته است.

- خصوصیات گونه آتریپلکس کانسنس (*Atriplex canescens*):

از شمال مکزیک تا جنوب کانادا گسترش دارد. اما رویشگاه اصلی آن گنجی‌زاده (۱۳۶۴) مراتع غرب آمریکا می‌باشد. ارتفاع

و قطر بوته آن ۱-۳ متر، در بعضی برگ‌ها فقط در تابستان تولید می‌شوند. بعضی دیگر در پاییز نیز تولید برگ می‌نمایند، همیشه سبز است، دو پایه، میوه دارای چهار بال است. به همین دلیل نام عمومی این گیاه میوه چهار بر (*Fourwing saltbush*) می‌باشد، اخیرا بذور برخی از گونه‌های جدید آتریپلکس از استرالیا به اسامی *A. amonicola* (*River saltbush*)، *A. undulata* (*Wavy leaf saltbush*)، *A. nummularia* (*Old man saltbush*)

وارد ایران شده که در نهالستان‌های برخی از استان‌های جنوبی و مرکزی کشور، به صورت گلدانی، کشت شده و بذور کاشته شده نیز از وضعیت مناسبی بر خوردار بوده و برای اولین بار به عرصه‌های اصلی منتقل داده خواهند شد (محبی و فدایی، ۱۳۸۸). آتریپلکس را می‌توان به وسیله بذر، قلمه زدن، خوابانیدن و تولید نهال گلدانی تکثیر نمود، در بین گونه‌های این جنس نیز روی گونه کانسنس بیشترین هیبرید اعمال شده است، تقریبا کانسنس با هر یک از گونه‌های دیگر این جنس که چوبی نباشند هیبرید تشکیل می‌دهد و داده است ولی معمولا هیبرید کانسنس با *A. obovata* (*new mexico salt bush*)، *A. falcata* (*Sickle salt bush*)، *Howard* و Janet (۲۰۰۳)

کشت این گونه مزایایی به شرح ذیل دارد:

\* کم توقع بوده و در خاک‌های ضعیف، تولید نسبتا خوبی دارد گنجی‌زاده (۱۳۶۴)

\* به خشکی مقاوم است Twitchell (۱۹۵۵)

\* با دارا بودن پروتئین کافی از ارزش غذایی خوبی برخوردار است field Spring (۱۹۷۰)

\* دارای مقاومت به شوری از طریق مکانیزم پرهیز به روش خارج ساختن نمک به وسیله حباب‌های نمک دیانت نژاد و بهفر (۱۳۶۶)

\* مقاومت نسبی به قلیائیت خاک دارند موسوی اقدم (۱۳۶۶)

\* با جذب نمک خاک اصلاح خاک را باعث می‌شوند Good ball (۱۹۷۰)

\* در برابر بادهای سخت مقاوم بوده و با ریشه‌های طویل از فرسایش خاک و حرکت تپه‌های ماسه‌ای جلوگیری می‌نمایند Spring field (۱۹۷۰)

\* در گیاهان این جنس انواع مسیرهای فتوسنتزی دیده می‌شود، اما اکثر گیاهان چند ساله آن دارای مسیر C<sub>4</sub> هستند Cibilis (۱۹۷۷).

\* از آفات و امراض آن می‌توان حشراتی نظیر شته‌ها و Corcophastes irregularis و Orthezia annae، تغذیه برگ و بذر، گنجشک و کبوترها، مگسی بنام Asphondylia atriplicis، ملخ و خرگوش، خزندگان، گل جالیز و سس، بذور آن بهتر است در مناطق حساس، با قارچ‌کش ضد عفونی شود.

## مواد و روش‌ها

### ۱- مواد

مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی ۳۶° ۳۳' ۳۵" الی ۳۱° ۳۴' ۳۵" عرض شمالی و ۵۰° ۴۱' ۳۴" الی ۲۶° ۴۳' ۵۰" طول شرقی در بخش جنوب غربی استان تهران قرار گرفته است، کل محدوده قطعه ۴ زرنند شهریار ۱۳۲۹۴ هکتار بوده که از شمال تا محدوده روستای اسدآباد و از جنوب تا نقطه ارتفاعی ۱۲۴۵ متر از سطح دریا (طول و عرض) و از شرق تا نقطه ارتفاعی ۱۳۷۹ متر از سطح دریا (طول و عرض) و از غرب تا رودخانه شور امتداد می‌یابد.

برای تجزیه و تحلیل اقلیمی از آمار ۲۵ ساله (بین سال‌های ۱۳۶۰ لغایت ۱۳۸۵) ایستگاه پیک زرنند به عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه استفاده گردید که براساس آن متوسط بارندگی سالانه ۳/۱۷۰، ارتفاع ۱۱۴۰، دی ماه به عنوان سردترین، تیر ماه به عنوان گرم‌ترین،

بر اساس سیستم دوما رتن نیمه خشک سرد، دوره خشک از اواسط اردیبهشت شروع شده و تا اواسط مهر ماه ادامه دارد.

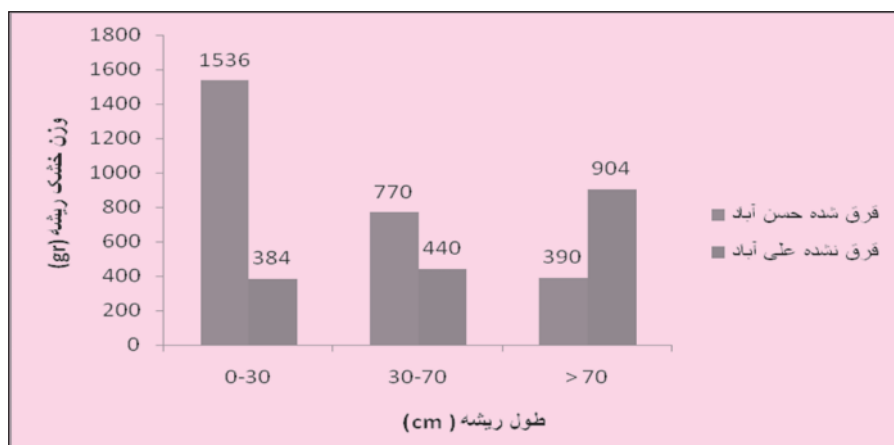
### ۲- روش‌ها

ابتدا با استفاده از طرح بیابان‌زدایی مذکور و بازدیدهای صحرایی، دو سایت دست کاشت همسال قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد، به عنوان معرف کل منطقه قطعه ۴ هر یک به مساحت ۴۰۰ و ۱۰۰۰ هکتار انتخاب شدند. در پاییز سال ۱۳۸۸ به منظور مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی توده‌های همسال آتریپلکس کانسنس، در هر یک از سایت‌ها، تعداد ۴ عدد ترانسکت ۳۰۰ متری به روش تصادفی- سیستماتیک، در جهت شرقی- غربی (در طول شیارهای کم عمقی که بوته‌ها در داخل آن کاشته شده بودند در نظر گرفته شدند. اندازه پلات بر اساس روش سطح حداقل که ۳×۳ متر در نظر گرفته شد. پلات‌ها در طول ترانسکت‌ها با فواصل ۳۰ متر (۱۰ پلات در طول ترانسکت)

جدول شماره ۱- مقایسه برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی آتریپلکس کانسنس در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد

| ویژگی آتریپلکس کانسنس                                          | تیمار          | درجه آزادی | میانگین          | انحراف معیار       | t      | معنی داری سطح |
|----------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------------|--------------------|--------|---------------|
| (M) ارتفاع                                                     | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۱.۲۹۶۸<br>۱.۲۸۹۰ | ۰.۲۲۶۶۲<br>۰.۲۰۲۸۹ | ۰.۱۶۱  | NS            |
| درصد پوشش (M <sub>2</sub> )                                    | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۳.۵۳۶۳<br>۲.۷۱۷۵ | ۲.۰۴۳۳۶<br>۱.۱۲۹۶۳ | ۲.۲۱۸  | *             |
| میزان بذر تولیدی هر بوته (کیلوگرم)                             | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۰.۵۹۱۸<br>۰.۲۰۲۵ | ۰.۴۵۹۱۶<br>۰.۱۶۲۴۹ | ۵.۰۵۴  | **            |
| تولید (کیلوگرم در سطح پلات یا هر بوته)                         | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۱.۵۶۳۷<br>۱.۰۱۹۳ | ۰.۸۵۲۵۹<br>۰.۴۲۲۵۲ | ۳.۶۱۹  | **            |
| قطر یقه (M)                                                    | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۱.۱۲۸۸<br>۰.۹۳۷۳ | ۰.۳۹۹۸۵<br>۰.۲۵۶۸۵ | ۲.۵۴۹  | **            |
| وزن ساقه‌ها (به جزء تولید)<br>(کیلوگرم در سطح پلات یا هر بوته) | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۳.۱۶۷۵<br>۱.۶۹۳۸ | ۱.۲۹۶۸۲<br>۰.۸۵۱۲۸ | ۶.۰۰۹  | **            |
| مقدار لاشبرگ پای هر بوته (کیلوگرم)                             | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۲.۲۵۰۰<br>۰.۳۵۲۷ | ۲.۲۰۲۱۹<br>۰.۱۸۰۸۲ | ۵.۴۳۱  | **            |
| ضریب شادابی                                                    | قرق<br>غیر قرق | ۳۹         | ۰.۶۱۹۸<br>۰.۸۸۳۸ | ۰.۴۵۵۲۱<br>۰.۸۹۰۲۳ | -۱.۶۷۰ | NS            |

NS: عدم معنی داری \*\* معنی داری در سطح ۱ درصد \*: معنی داری



استقرار یافتند، بنابراین تعداد کل پلات در هر سایت به ۴۰ عدد و کل پلات‌های دو سایت به ۸۰ عدد رسید. پس از پلات‌گذاری، ویژگی‌های کمی و کیفی مربوطه Atriplex canescens مورد بررسی قرار گرفتند

### نتایج

- مقایسه ویژگی‌های مورد مطالعه آتریپلکس کانسنس در سایت‌های قرق و غیر قرق برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی آتریپلکس کانسنس در دو سایت مورد بررسی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد، مقدار بذر تولیدی، مقدار لاشبرگ پای بوته، تولید، وزن خشک ساقه و قطر پایه، در سطح احتمال ۱ درصد و درصد پوشش آتریپلکس کانسنس، در سطح احتمال ۵ درصد، در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد، اختلاف معنی‌داری نشان دادند. کلیه ویژگی‌های مذکور، در سایت قرق شده بیشتر از سایت قرق نشده

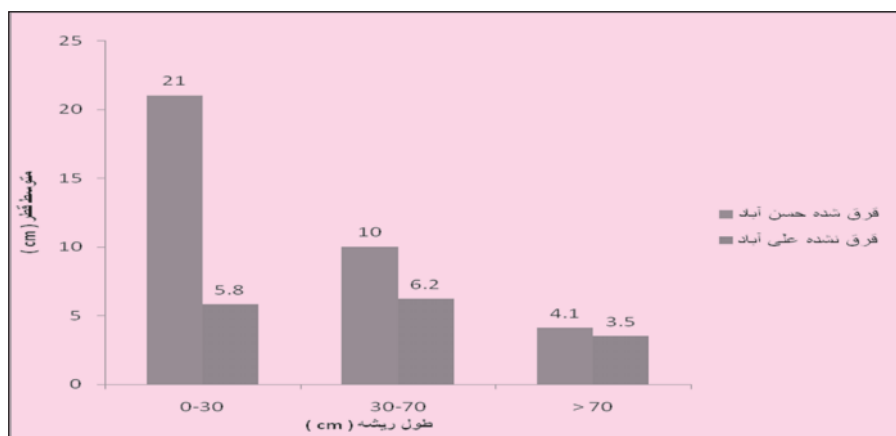
شکل شماره ۱- مقایسه وزن خشک ریشه آتریپلکس کانسنس در عمق‌های مختلف، در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد

بود، ولی ارتفاع پایه‌ها و ضریب شادابی، در سایت‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول شماره ۱). مقایسه ویژگی‌های ریشه آتریپلکس کانسنس در دو سایت قرق شده و قرق نشده نتایج برخی از ویژگی‌های ریشه آتریپلکس

جدول شماره ۲- مقایسه برخی از ویژگی‌های ریشه آتریپلکس کانسنس در دو سایت قرق شده حسن‌آباد و قرق نشده علی‌آباد

| ویژگی ریشه               | تیمار          | درجه آزادی | میانگین               | انحراف معیار           | t       | معنی‌داری سطح |
|--------------------------|----------------|------------|-----------------------|------------------------|---------|---------------|
| وزن تر ۳۰-۰ سانتی متر    | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۲۴۱۶.۶۶۶۷<br>۴۱۸.۶۶۶۷ | ۱۲۵.۸۳۰۵۷<br>۱۲۷.۲۲۵۵۲ | ۱۹.۳۴۰  | **            |
| وزن تر ۳۰ - ۷۰           | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۱۰۹۳.۳۳۳۳<br>۴۷۹.۳۳۳۳ | ۵۱.۳۱۶۰۱<br>۴۴.۰۶۰۵۶   | ۱۵.۷۲۴  | **            |
| وزن تر < ۷۰              | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۵۶۳.۳۳۳۳<br>۹۸۵.۳۳۳۳  | ۷۷.۶۷۴۵۳<br>۷۲.۱۴۸۰۰   | -۶.۸۹۵  | **            |
| وزن خشک ۳۰-۰ سانتی متر   | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۱۵۳۶.۰۰۰۰<br>۳۸۴.۰۰۰۰ | ۳۰۸.۰۰۴۸۷<br>۱۱۶.۶۳۱۹۰ | ۶.۰۵۸   | **            |
| وزن خشک ۳۰ - ۷۰          | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۷۶۹.۳۳۳۳<br>۴۳۹.۶۶۶۷  | ۳۵.۹۲۱۲۱<br>۴۰.۲۷۸۲۰   | ۱۰.۵۸۰  | **            |
| وزن خشک < ۷۰             | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۳۸۹.۳۳۳۳<br>۹۰۳.۶۶۶۷  | ۴۲.۷۷۰۷۱<br>۶۶.۱۲۳۶۲   | -۱۱.۳۱۲ | **            |
| متوسط قطر ۳۰-۰ سانتی متر | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۲۰.۳۳۳۳<br>۵.۸۳۳۳     | ۰.۵۷۷۳۵<br>۱.۲۵۸۳۱     | ۱۸.۱۴۱  | **            |
| متوسط قطر ۳۰ - ۷۰        | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۱۰.۰۰۰۰<br>۶.۱۶۶۷     | ۱.۰۰۰۰۰<br>۰.۷۶۳۷۶     | ۵.۲۷۷   | **            |
| متوسط قطر < ۷۰           | قرق<br>غیر قرق | ۲          | ۴.۱۶۶۷<br>۳.۵۰۰۰      | ۰.۷۶۳۷۶<br>۰.۵۰۰۰۰     | ۱.۲۶۵   | NS            |





شکل شماره ۲- مقایسه متوسط قطر ریشه آتریپلکس کانسنس در عمق‌های مختلف، در دو سایت فرق شده حسن‌آباد و فرق نشده علی

و خشک ریشه در ۳ عمق مورد مطالعه، و متوسط قطر ریشه عمق‌های ۰-۳۰، ۳۰-۷۰ و ۷۰-۱۰۰ سانتی‌متر، تنها متوسط قطر ریشه عمق بیش از ۷۰ سانتی‌متر، معنی‌دار نبود. با بررسی میانگین اعداد به دست آمده، مشخص شد، میانگین وزن تر و خشک و متوسط قطر قطعات اول و دوم ریشه بوته‌های سایت فرق شده حسن‌آباد بیشتر از علی‌آباد است و فقط وزن تر و خشک قطعه سوم (بیش از ۷۰ سانتی‌متر) در سایت فرق نشده علی‌آباد بیشتر از سایت فرق شده حسن‌آباد می‌باشد (جدول شماره ۲) و (شکل‌های شماره ۱ و ۲).

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در دو سایت فرق شده حسن‌آباد و فرق نشده علی‌آباد، در سطح احتمال ۱ درصد، مقدار بذر تولیدی، مقدار لاشبرگ پای بوته، تولید، وزن خشک ساقه و قطر پای بوته و در سطح احتمال ۵ درصد، درصد پوشش آتریپلکس کانسنس، اختلاف معنی‌داری نشان دادند. به طوری که کلیه ویژگی‌های گفته شده معنی‌دار، در سایت فرق شده حسن‌آباد بیشتر از سایت فرق نشده علی‌آباد بوده و ویژگی‌های ارتفاع و ضریب شادابی، در سطوح مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

مقدار تولید آتریپلکس کانسنس در سایت فرق شده حسن‌آباد متأثر از متغیرهای شادابی، متوسط بذر تولیدی هر پایه است به طوری که با افزایش ضریب شادابی و متوسط بذر تولیدی تولید این گونه افزایش می‌یابد. در سایت فرق نشده علی‌آباد تولید تابع متغیر قطر یقه بوده به طوری که با افزایش قطر یقه تولید این گونه افزایش نشان داد. نتایج بدست آمده در خصوص افزایش تولید ناشی از اعمال فرق را، قلی‌پور (۱۳۸۳)، در بخشی از مراتع پارک ملی گلستان با سابقه فرق ۴۴ ساله، حنطه (۱۳۸۲) در بررسی تاثیر کشت *Atriplex canescence* بر پوشش بومی و خاک مراتع زرنده ساوه، پاکدامنی (۱۳۷۶)،

در سه منطقه مرجع، کلید و بحرانی، وهابی (۱۳۶۸)، در مراتع نیمه استپی ایستگاه سد حنا واقع در شهرستان سمیرم، هویزه و همکاران (۱۳۸۰) در دو منطقه قرق و تحت چرای منطقه رامهرمز و Piepe و همکارانش (۱۹۶۸)، نیز گزارش نموده‌اند. در هر دو سایت افزایش ارتفاع، افزایش درصد پوشش این گونه را به دنبال داشته است. خلخالی (۱۳۷۵) در دو منطقه شهریاری و گنبد کاووس و حنطه (۱۳۸۲) در مراتع زرنده ساوه نیز اعلام نمودند، کشت آتریپلکس همراه با فاکتور قرق باعث ایجاد تغییرات مثبت در پوشش گیاهی بومی گردیده است. هم چنین قنبریان (۱۳۸۰) در مطالعه خود در مراتع کوهپایه‌ای زاگرس شرقی نتیجه گرفت، درصد پوشش گیاهی تحت شرایط فرق تفاوت معنی‌داری را با شرایط غیر فرق دارد. همچنین حسین‌زاده (۱۳۸۵) در مراتع حوزه اسکلیم رود و اکبرزاده (۱۳۸۴) در مرتع چرا و قرق شده مناطق استپی و Laihacar (۱۹۸۵) در یک ایستگاه بیابانی کشت شده با *Atriplex deserticola* افزایش پوشش گیاهی ناشی از عملیات قرق را گزارش نمودند. تغییرات وزن ساقه آتریپلکس کانسنس با شاخص شادابی توجیه‌پذیر بوده طوری که وزن ساقه با این شاخص رابطه معکوسی دارد. در هر دو سایت، افزایش لاشبرگ پای بوته، کاهش میزان بذر تولیدی این گونه را باعث شده

است، دلیل افزایش لاشبرگ تولیدی پای بوته گونه مذکور در سایتها به خصوص سایت فرق شده، افزایش متوسط بذر تولیدی هر پایه و تولید می‌باشد، بنابر این تیمار قرق بر روی لاشبرگ پای بوته‌ها تاثیر مثبت داشته که وجود لاشبرگ نیز، همانطور که Silcock (۲۰۰۷) در جنوب غربی Queensland گزارش نموده است، در محیط‌های نیمه خشک بهبود رشد و نمو نهال‌ها از طریق تعدیل و ثبات دما و رطوبت سطح خاک باعث شده است و حتی طبق تحقیقات، بانرجی- و همکاران (۱۹۸۶) بوته‌های چند ساله از طریق تجمع لاشبرگ و تحت تاثیر ریشه‌هایشان کیفیت لاشبرگ زیرانداز خود را نیز تحت تاثیر قرار داده و باعث بهبود آنها می‌گردند. مطالعات شرافتمندراد (۱۳۸۶) در درمنه‌زارهای استپی نشان داد که پوشش تاجی معیار مناسبی برای برآورد میزان لاشبرگ در درمنه‌زارهای مناطق خشک و نیمه خشک عنوان است در خصوص نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات ریشه آتریپلکس کانسنس در دو سایت، دلیل بالا بودن متوسط وزن و قطر ریشه پایه‌های موجود در سایت فرق شده حسن‌آباد نسبت به فرق نشده علی‌آباد را می‌توان ناشی از شرایط نسبتاً مناسب فیزیکی - شیمیایی خاکی حاصل از وجود پوشش نسبتاً خوب ناشی از اعمال تیمار قرق دانست و در خصوص زیاد بودن متوسط وزن ریشه بوته‌ها در افق‌های تحتانی

سایت قرق نشده علی‌آباد نیز باید گفت که علی‌رغم بالا بودن شوری، اسیدیته و سدیم افق‌های تحتانی در این سایت (محبی، ۱۳۸۹)، سبک بودن بافت و بالا بودن میزان عناصر اصلی نسبت به سایت قرق شده، جذب بهینه و رشد و در نتیجه وزن بیشتر قطعات ریشه را باعث شده است. چالاک حقیقی (۱۳۷۹) نیز به اثرات متقابل افزایش فسفر، و مواد آلی و فعالیت ریشه آتریپلکس اشاره نموده است. در خصوص کاهش برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی آتریپلکس کانسنس در سایت قرق نشده نسبت به سایت قرق شده که در فوق عنوان گردیدند، باید اضافه نمود، از طرفی چرای شدید و طولانی مدت در این سایت، با کاهش سطوح فتوسنتزکننده (تولید) و در نتیجه کاهش تولید و ذخیره مواد غذایی، و از طرف دیگر بالا بودن شوری سایت موصوف، با تاثیر بر توان جذب آب و پتانسیل اسمزی بوته مورد مطالعه، کاهش میزان ویژگی‌های مورد مطالعه را در این سایت باعث گردیده است.

### منابع

۱- اکبرزاده، م. (۱۳۸۴). بررسی تغییرات پوشش گیاهی در داخل و خارج قرق رودشور، تحقیقات مرتع و بیابان جلد ۱۲ شماره ۲ سال ۱۳۸۴.  
۲- پاکدامنی، ق. (۱۳۷۶). بررسی تنوع و تولید تحت سه شدت بهره‌برداری در واحدهای مختلف مرفولوژیکی رباط قره بیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.  
۳- توکلی، ح. (۱۳۸۰). بررسی تولید و ترکیب گیاهی مراتع نیمه خشک تحت مدیریتهای مختلف. چکیده مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ص ۱۲۸-۱۳۳.  
۴- چالاک حقیقی سید مرتضی (۱۳۷۹). بررسی برخی اثرات کشت آتریپلکس لتی فورمیس بر ویژگی‌های خاک و پوشش

گیاهی در استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۵- حاجی محمد ابراهیم زنجانی، م (۱۳۸۵). بررسی اثرات حفاظت بر روی فاکتورهای پوشش گیاهی، منطقه حفاظت شده ورجین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

۶- حنطه، ع. (۱۳۸۲). بررسی اثرات کشت آتریپلکس کانسنس بر پوشش گیاهی بومی و خاک مراتع استپی زاویه زرنده ساوه، پایان‌نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۷- خلخالی سیدعلی (۱۳۷۵). بررسی تاثیر متقابل میان خصوصیات خاک و صفات گیاهی در دو منطقه کشت آتریپلکس کانسنس پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه

۸- رئیس‌یان، ر (۱۳۸۰). بررسی اثر قرق بر سرعت نفوذ نهایی خاک، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی مرتع و مرتعداری در ایران، ۱۸-۱۶ بهمن ۱۳۸۰. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ص ۲۲۹-۲۳۵.

۹- شریفی، ج. (۱۳۸۰). بررسی تأثیر قرق در بهبود ترکیب گونه‌ای و تولید علوفه در مراتع نیمه استپی اردبیل. مقالات اولین همایش ملی تحقیقات مدیریت دام و مرتع، نشریه ۲۹۵ مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. جلد دوم، ص ۵۳۷-۵۴۸

۱۰- شهابی، م. (۱۳۷۹). بررسی اثر دوره‌های مختلف قرق مرتع بر مقاومت فرسایشی خاک‌های مناطق نیمه خشک دشت‌های مواج مراوه تپه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۱۱- عطائیان، ب، چائی‌چی، م. ر. و محسنی ساروی، م (۱۳۸۳). بررسی اثر شدت چرای دام بر خصوصیات ذخایر بذری خاک و رشد گیاهان مرتعی، مجموعه مقاله‌های سومین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران، ۱۹-۱۷ شهریور ۱۳۸۳. انتشارات مؤسسه تحقیقات

جنگل‌ها و مراتع، شماره ۳۴۵، ص ۸۰-۹۲.  
۱۲- فرهادی، ف (۱۳۸۵). تعیین مقدار بازگشت عناصر غذایی از طریق لاشبرگ به کف جنگل در قطعه بررسی دائمی جنگل‌های میان بند خزر. پایان‌نامه (کارشناسی ارشد)-دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، ۱۳- قلی پور، ع. (۱۳۸۳). اثرات قرق درازمدت و چرا بر روی برخی از خصوصیات پوشش گیاهی و خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.  
۱۴- قنبریان، غ. (۱۳۸۰). بررسی اثر قرق بر ترکیب و تراکم پوشش گیاهی مراتع. مجموعه مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتعداری در ایران ۱۸-۱۶ بهمن ۱۳۸۰. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ص ۱۴۸-۱۴۱

۱۵- گنجی زاده احمد (۱۳۶۴). آتریپلکس در ایران مجله زیتون شماره ۵۵  
۱۶- محبی، ع و فدایی، ج (۱۳۸۸). معرفی بذور برخی از گونه‌های جدید وارداتی آتریپلکس جهت تولید نهال در نهالستان‌ها و کاشت آزمایشی در برخی از عرصه‌های مناطق مرکزی کشور.

۱۷- موسوی اقدام سید حسین (۱۳۶۶). گیاه آتریپلکس و نقش آن در احیای مراتع ایران نشریه شماره ۶۹، دفتر فنی مرتع سازمان جنگل‌ها و مراتع

۱۸- وهابی، م. (۱۳۶۸). بررسی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی، ترکیب گیاهی، تولید علوفه و سرعت نفوذ آب در وضعیت‌های قرق و چرا در منطقه فریدن اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

19- Goodbal B.W.& R.A. perry. 1979. Arid land ecosystems Volum 10

20- Spring Field H.W.1970. Germination and establishment of fourwing saltbush in the southwest Colorado. 48 pp.

# بررسی ترکیب گونه‌ای و وضعیت مرتع تحت اثر چرای دام در حوضه آبخیز رینه آمل

● رضا تمر تاش - عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

● محمدرضا طاطیان - عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

● حمیدرضا سعیدی گراغانی - دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

● قهرمان قوردویی میلان - دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

## چکیده

با توجه به نقش و اهمیت چرای دام بر تغییرات پوشش گیاهی، تحقیق حاضر به مطالعه اثر افزایش شدت چرا بر روی ترکیب گونه‌ای، تولید و وضعیت مرتع در مراتع ییلاقی حوضه آبخیز رینه آمل پرداخته است. پس از تعیین محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه واحدهای ژئومورفولوژیکی از روی نقشه‌های پایه زمین‌شناسی و توپوگرافی، تعیین و واحدهای یکسان از نظر خصوصیات شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی تفکیک گردید. سپس با بازدید صحرایی محدوده واحدهای چرایی شامل قرق (منطقه مرجع)، چرای متوسط (منطقه کلید) و چرای سنگین (منطقه بحرانی) تفکیک شد. نمونه‌برداری در هر یک از واحدهای چرایی با استفاده از ۳ ترانسکت ۱۵۰ متری و به کمک ۴۰ پلات یک مترمربعی بر روی آن‌ها، صورت گرفت. در هر پلات اسامی گونه‌ها، فرم رویشی، درصد پوشش تاجی، فراوانی، تولید و درصد پوشش سطح خاک از جمله درصد سنگ و سنگریزه و درصد لاشبرگ ثبت و وضعیت مرتع در هر واحد بر اساس روش چهار فاکتوری تعیین گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 و Excel صورت گرفت. به این منظور از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها جهت تعیین معنی‌داری داده‌ها استفاده شد و اثر تیمارهای چرا و عدم چرا در تغییرات حاصل تفسیر شد. نتایج نشان داد که تحت تأثیر افزایش شدت چرا شاخص بنيه و شادابی گیاه، حفاظت خاک، پوشش تاجی و تولید کاهش، گونه‌های غیرخوشخوراک افزایش و در نهایت شاخص وضعیت مرتع کاهش داشته است. همچنین از نظر ترکیب گیاهی، با افزایش شدت چرا از فراوانی گراس‌ها کاسته شده و بوته‌ای‌ها افزایش نشان دادند. در بین گونه‌های فورب و بوته‌ای، گونه‌های مختلف، با توجه به ارزش غذایی، واکنش‌های متفاوتی نسبت به چرا داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** وضعیت مرتع، ترکیب گیاهی، تولید، حوضه رینه

## مقدمه

دام و گیاه در اکوسیستم‌های طبیعی، همواره در کنش متقابل با یکدیگر می‌باشند و چرا توسط حیوانات اهلی و وحشی به عنوان یکی از عوامل موثر در تغییرات پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی شناخته شده است (۲۴). در حال حاضر کل مساحت مراتع ایران حدود ۹۰ میلیون هکتار می‌باشد که ظرفیت ۳۷ میلیون واحد دامی برای مدت ۷ ماه در سال را دارا می‌باشد (۴). در طول دهه‌های گذشته، جمعیت حیوانات چراکننده غالب شامل گوسفند و بز، در نتیجه رشد جمعیت و نیاز به پروتئین در مراتع کشور به طور

اختلال ایجاد شده در اکوسیستم پایین است از اکوسیستم حذف می‌گردند (۲۱). این مسأله در ادامه، کاهش تنوع گونه‌ای و اختلال در شبکه‌های غذایی اکوسیستم را در پی خواهد داشت (۲۲) و مدیریت حوضه‌های آبخیز را با چالش مواجه خواهد نمود.

دستیابی به روند تغییرات پوشش گیاهی در مراتع مصون از چرا و تحت چرای دام، جهت برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه حوضه‌های آبخیز کشور، امری مهم می‌باشد. در این رابطه نتایج مطالعات گسترده در سطح جهانی و در مقیاس کشوری نیز گزارش شده است که به آن پرداخته خواهد شد. محسنی ساروی و

قابل توجهی افزایش یافته است. هم اکنون حدود ۸۳ میلیون واحد دامی وابسته به مراتع کشور می‌باشند. در نتیجه این مراتع به شدت و همچنین در فصل نامناسب شامل چرای زودرس و یا چرای دیر هنگام چرا شده‌اند. این موارد به عنوان دلایل اصلی برای تخریب مراتع در ایران گزارش شده‌اند (۱۱).

از پیامدهای نخستین اثرات چرای مفرط دام از مراتع برهم خوردن آشیان اکولوژیکی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری می‌باشد که به تغییر ترکیب گونه‌ای در یک اکوسیستم مرتعی می‌انجامد (۲۰). بر این اساس، گونه‌هایی که آستانه تحمل آن‌ها به

همکاران (۱۳۸۲)، بیان داشتند چرای شدید علاوه بر تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث تغییر ترکیب گیاهی از طریق جایگزینی گیاهان مهاجم و یکساله به جای گیاهان چندساله مرغوب و کاهش سطح پوشش تاجی می‌گردد. آفانلو و موسوی (۱۳۸۵) در بررسی قرق ۱۷ ساله منتهی به سال ۱۳۸۱ مراتع جنوب شهرستان زنجان اعلام می‌دارند که کل پوشش تاجی عرصه به ۱۵/۷ درصد و میزان تولید علوفه آن ۱۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. اکبرزاده و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی پوشش گیاهی منطقه کوه‌رنگ بیان نمودند که وضعیت مراتع در داخل قرق خوب و در بیرون آن خیلی فقیر بوده است. قرق موجب افزایش گونه‌های علوفه‌ای گردیده و مزایای یک مرتع خوب را در شرایط تخریب روز افزون مراتع منطقه، بیشتر به نمایش می‌گذارد.

در بررسی تغییرات پوشش گیاهی در مراتع چات گنبد در شرایط چرا و بدون چرا خطیرنامنی (۱۳۸۶) دریافت که اگرچه قرق باعث بهبود پوشش گیاهی در مراتع چات گردیده است، ولی این بهبود در کوتاه مدت در مراتع با چرای بی‌رویه قابل توجه نمی‌باشد. در صورتی که از قرق به عنوان یک روش اصلاحی برای پوشش در منطقه استفاده شود، در کوتاه مدت کارساز نخواهد بود و برای احیای سریع این گونه مراتع که عموماً در مناطق خشک قرار گرفته‌اند، دخالت مستقیم انسان لازم و ضروری است. جلیوند و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیق خود نشان دادند که گندمیان و پهن برگان علفی دارای بیشترین درصد پوشش گیاهی در منطقه مرجع می‌باشند و با افزایش شدت چرا درصد پوشش گیاهان بوته‌ای افزایش می‌یابد.

قائمی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی زمان مناسب قرق، در اصلاح مراتع گل آدم سلماس نشان دادند که وضعیت مرتع از حالت فقیر به خوب، گرایش از حالت منفی به حالت مثبت رسیده و کاهش گونه‌های کلاس I و II، افزایش درصد پوشش تاجی کل و

تولید به صورت قابل توجهی مشاهده شده است. بصیری و ایروانی (۱۳۸۸) در مقایسه پوشش گیاهی داخل و خارج قرق پس از ۱۹ سال، نشان دادند که تعداد و فراوانی نسبی گونه‌های گراس و لگوم و همچنین فراوانی نسبی گونه‌های خوشخواراک داخل قرق‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است. محافظت از چرا همچنین باعث افزایش تشابه تیپ‌های گیاهی در داخل قرق‌ها گردید. در نتیجه قرق به مدت ۱۹ سال باعث تغییر ترکیب پوشش گیاهی در بیشتر مکان‌های مرتعی گردید.

هارت و اشبای (۱۹۹۸) شدت‌های مختلف چرای دام را با منطقه شاهد در مراتع گراس‌های کوتاه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با ازدیاد شدت چرا، تولید پهن برگان علفی کمتر از منطقه شاهد گردید. مارینز و همکاران (۲۰۰۱) چرای شدید را موجب هجوم گونه‌های مهاجم بومی و غیر بومی در اراضی نیوجرسی در ایالت متحده آمریکا دانستند. باستین و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی تراکم بوته‌ای‌ها در حالت قرق پرداخته و به این نتیجه رسیدند که افزایش تراکم بوته‌ای‌ها در داخل قرق به طور معنی‌داری بیشتر از بیرون قرق بوده است. سینکلیر (۲۰۰۵) یک قرق ۳۹۰ هکتاری در بوته‌زارهای مناطق نیمه خشک استرالیا را مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که گونه‌های متفاوت واکنش‌های مختلفی را از خود بروز داده‌اند. بدین ترتیب که بعضی از گونه‌ها بسیار سریع ازدیاد یافتند، بعضی گونه‌ها بدون تغییر باقی ماندند و تعدادی به صورت تدریجی ازدیاد یافتند.

کرایچ و میلتن (۲۰۰۶) در مطالعه تغییرات پوششی گیاهی در مراتع کارو واقع در جنوب آفریقا، که به مدت ده سال چرای دام در آن‌ها صورت نگرفته بود، دریافتند که پوشش گراس‌های یکساله کاهش و گراس‌های چندساله افزایش یافته است. همچنین تغییرات در مراتع چرا نشده بسیار سریع‌تر از مناطق چرا شده بوده و وضعیت مرتع رابطه نزدیکی با گسترش پوششی تاجی داشته است. موشا و هیلد (۲۰۰۶) به مطالعه ۹ سایت

واقع در Wyoming که Artemisia آن گونه غالب را تشکیل داده و از ورود دام به مدت ۴۵-۳۲ سال ممانعت به عمل آمده بود پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از جوامع گیاهی در حد تخریب متعادل (چرای متوسط) مجاز بوده و تغییر چندانی در تنوع گیاهان بوجود نمی‌آورد.

نتایج حاصل از این تحقیق کمک خواهد نمود تا بتوان با استفاده از یافته‌های آن نسبت به برنامه‌ریزی و مدیریت عرصه‌های مرتعی و در نتیجه حوضه‌های آبخیز و همچنین چگونگی استفاده بهینه از آن‌ها اقدام نمود، ضمن اینکه نتایج آن برای تحقیقات آینده جهت مقایسه و تغییرات زمانی پوشش گیاهی و نیز بررسی‌های توالی و تواتر اکوسیستم‌های مرتعی مفید خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه

منطقه مورد مطالعه به عنوان بخشی از مراتع رینه در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب شهرستان آمل و با مساحتی بالغ بر ۱۶۰۰ هکتار قرار گرفته است. این محدوده بین طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه الی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴ دقیقه الی ۵۲ درجه و ۱۱ دقیقه واقع شده که از شمال به قله دماوند، از جنوب به شهر رینه، از شرق به مرتع کرنا و از غرب به مرتع وزان منتهی می‌گردد. متوسط شیب منطقه ۳۶/۹۳ درصد، حداکثر ارتفاع ۳۴۰۰ متر و حداقل ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و دارای اقلیم کوهستانی سرد و خشک می‌باشد (۸).

### روش مطالعه

ابتدا محدوده حوضه آبخیز مورد مطالعه با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ مشخص شد و پس از تهیه نقشه واحدهای ژئومورفولوژیکی از روی نقشه‌های پایه زمین‌شناسی و توپوگرافی، مناطق یکسان از نظر خصوصیات شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی تفکیک گردید. سپس با بازدید صحرایی محدوده مناطق با شدت‌های چرای

جدول ۱- تعیین وضعیت مرتع به روش چهار فاکتوری در سه سایت مرجع،

کلید و بحرانی

| منطقه مرجع         | منطقه کلید         | منطقه بحرانی       | F     | P     |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|
| عامل بنیه و شادابی | ۹/۰۶ <sup>a</sup>  | ۷/۹۶ <sup>ab</sup> | ۴/۴۳  | ۰/۰۳  |
| عامل ترکیب گیاهی   | ۹ <sup>a</sup>     | ۷ <sup>ab</sup>    | ۳/۸   | ۰/۰۵  |
| عامل پوشش گیاهی    | ۱۰ <sup>a</sup>    | ۸/۹ <sup>a</sup>   | ۳۰/۹۳ | ۰/۰۰۱ |
| عامل خاک           | ۱۸/۰۶ <sup>a</sup> | ۱۵/۱۳ <sup>b</sup> | ۷۹/۲  | ۰/۰۰۱ |
| جمع نمره           | ۴۶/۱۲ <sup>a</sup> | ۳۸/۹۹ <sup>b</sup> | ۴۳/۷۶ | ۰/۰۰۱ |

مرتع، عامل بنیه و شادابی در منطقه مرجع با میانگین ۹/۰۶ دارای بیشترین و در منطقه بحرانی با میانگین ۴/۹۷ دارای کمترین امتیاز بوده و اختلاف معنی‌دار نشان داده است. عامل ترکیب گیاهی در منطقه مرجع با منطقه کلید تفاوت معنی‌داری نداشته اما با منطقه بحرانی در سطح اطمینان ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. این اختلاف در مورد عامل پوشش گیاهی در سطح اطمینان ۹۹٪ وجود داشته است. عامل حفاظت خاک نیز در منطقه مرجع دارای بیشترین میانگین بوده و با دو منطقه دیگر دارای اختلاف معنی‌دار است. همچنین نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها در جمع نمرات چهار عامل نشان دهنده اثر معنی‌دار شدت‌های مختلف چرای بر شاخص وضعیت مرتع بوده (سطح اطمینان ۹۹٪) و مقدار این شاخص در منطقه مرجع ۴۶/۱۲، در منطقه کلید ۳۸/۹۹ و در منطقه بحرانی ۲۹/۸۷ برآورد گردیده است (جدول ۱).

برآورد تولید علوفه در واحدهای مختلف

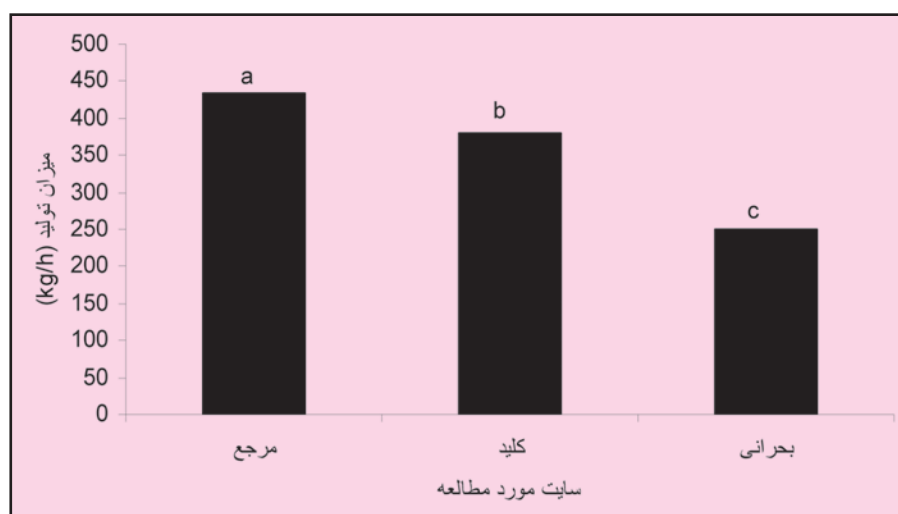
چرای

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد شدت‌های مختلف چرای بر تولید علوفه مرتع در سطح اطمینان ۹۹٪ اثر معنی‌داری داشته است ( $P=0/001$  و  $F=662$ ). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تولید

شادابی گیاه (امتیاز ۰ تا ۱۰). مجموع این نمرات تعیین‌کننده درجه وضعیت مرتع در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (۳). پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 و Excel صورت گرفت. به این منظور از آنالیز واریانس جهت تعیین معنی‌داری داده‌های مربوط به پارامترهای مورد بررسی در سه سایت بحرانی، کلید و مرجع استفاده شده و در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفته و اثر تیمارهای چرا و عدم چرا در تغییرات حاصل تفسیر شد.

نتایج

مقایسه شاخص وضعیت مرتع در واحدهای چرای  
از میان عوامل تعیین‌کننده شاخص وضعیت



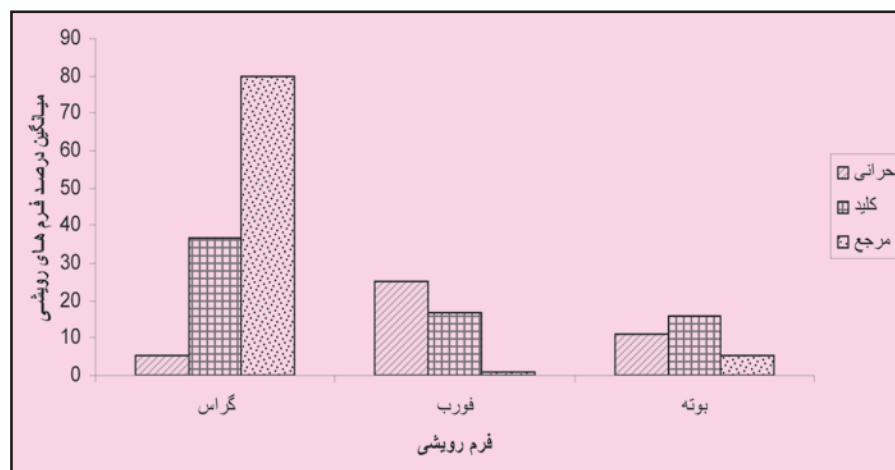
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های تولید علوفه در واحدهای مختلف چرای

تفاوت تفکیک شد. از آنجا که حوضه آبخیز مورد بررسی تحت سه نوع مدیریت مختلف یعنی قرق (منطقه مرجع)، چرای متوسط (منطقه کلید) و چرای سنگین (منطقه بحرانی) قرار داشت، نمونه‌برداری در هر یک از واحدهای چرای با توجه به شرایط یکسان ژئومورفولوژیک صورت گرفت. واحد قرق شامل یک محدوده قرق شده به مدت ۱۵ سال بوده که چرا در آن ممنوع بوده است، واحد بحرانی، مناطق نزدیک آغل، آبشخورها و راه‌های دسترسی بوده که تحت چرای شدید قرار داشته‌اند و واحد کلید، مناطق تحت چرای طبیعی که در فاصله متوسطی از منابع فوق قرار داشته‌اند، در نظر گرفته شد. جهت نمونه‌برداری از ۳ ترانسکت ۱۵۰ متری و به کمک ۴۰ پلات یک مترمربعی بر روی آن‌ها، استفاده شد. در هر پلات درصد پوشش تاجی، فراوانی و تولید و درصد پوشش سطح خاک از جمله درصد سنگ و سنگریزه، درصد لاشبرگ و درصد و تعداد پایه آن‌ها یادداشت شد. اندازه‌گیری میزان تولید مرتع نیز از طریق روش قطع و توزین صورت گرفت. برای برآورد این فاکتور گونه‌هایی که مورد توجه و استفاده دام بوده انتخاب و سپس در هر سه تیمار چرای (مرجع، کلید، بحرانی) میزان تولید آن‌ها به کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. همچنین وضعیت مراتع در هر سامان عرفی نمونه بر اساس روش پیشنهادی سازمان جنگلبانی آمریکا (چهار فاکتوری) تعیین گردید. در این روش چهار فاکتور مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که عبارتند از: حفاظت خاک (امتیاز ۰ تا ۲۰)، درصد پوشش گیاهی (امتیاز ۰ تا ۱۰)، ترکیب گیاهی (امتیاز ۰ تا ۱۰) و بنیه و



شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین میانگین گراس‌ها در واحد چرای قرق قرار دارد و پس از آن به ترتیب واحد کلید و بحرانی قرار دارند. گیاهان بوته‌ای به ترتیب در سایت کلید و بحرانی با ۱۵/۸ و ۱۰/۸۵ درصد دارای بیشترین و در سایت مرجع با ۵/۵ درصد دارای کمترین حضور می‌باشند. فورب‌ها در داخل سایت بحرانی غالب بوده و بیشترین پوشش در محدوده مورد بررسی را به خود اختصاص داده‌اند به طوری که حدود ۲۵/۱۳ درصد پوشش واحد بحرانی و ۱۶/۵۹ درصد واحد کلید و ۱/۱ درصد واحد مرجع به فورب‌ها اختصاص داشته است.

مقایسه ترکیب گونه‌ای در واحدهای چرای مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که در میان گونه‌های بوته‌ای، گونه *Astragalus*



شکل ۱ - مقایسه فرم‌های رویشی در شدت‌های مختلف چرای

علوفه بطور معنی‌داری در منطقه مرجع بیشتر از دو سایت کلید و بحرانی بوده و مقدار آن (شکل ۱). برترتیب در سایت مرجع ۴۳۳ کیلوگرم در هکتار، سایت کلید ۳۷۹ کیلوگرم در هکتار و واحد‌های چرای

جدول ۲ - ترکیب گونه‌ای در سه سایت مرجع، کلید و بحرانی

| نام گونه                      | فرم رویشی | سایت بحرانی        | سایت کلید          | سایت مرجع         | F     | P     |
|-------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|-------|
| <i>Astragalus gossypinus</i>  | بوته      | ۸/۹۲ <sup>a</sup>  | ۸/۴ <sup>a</sup>   | . <sup>b</sup>    | ۶/۶۷  | ۰/۰۰۲ |
| <i>Acantholimon</i> sp.       | بوته      | ۰/۷۵ <sup>a</sup>  | ۰/۲۳ <sup>b</sup>  | . <sup>c</sup>    | ۵۳۱/۴ | ۰/۰۰۱ |
| <i>Onobrychis cornuta</i>     | بوته      | ۳/۵۷ <sup>a</sup>  | ۶/۲ <sup>a</sup>   | ۱ <sup>b</sup>    | ۶/۴۶  | ۰/۰۰۲ |
| <i>Reseda</i> sp.             | بوته      | ۰/۱۲ <sup>b</sup>  | ۰/۹۷ <sup>b</sup>  | .۵ <sup>a</sup>   | ۴/۸۸  | ۰/۰۰۵ |
| <i>Salvia sclarea</i>         | بوته      | ۰/۴۹ <sup>a</sup>  | . <sup>b</sup>     | . <sup>b</sup>    | ۷۲۰   | ۰/۰۰۱ |
| <i>Artemisia aucheri</i>      | فورب      | . <sup>b</sup>     | ۳/۸۷ <sup>a</sup>  | ۱ <sup>b</sup>    | ۶/۰۴  | ۰/۰۰۳ |
| <i>Cirsium arvensis</i>       | فورب      | ۲/۳۷ <sup>a</sup>  | ۰/۸۷ <sup>ab</sup> | . <sup>b</sup>    | ۲/۷۶  | ۰/۰۰۵ |
| <i>Malva neglecta</i>         | فورب      | . <sup>b</sup>     | ۱/۱۲ <sup>a</sup>  | . <sup>b</sup>    | ۹۴۰   | ۰/۰۰۱ |
| <i>Mentha persica</i>         | فورب      | ۱/۲۵ <sup>a</sup>  | ۱ <sup>a</sup>     | ۱/۱ <sup>a</sup>  | ۵۷/۸۲ | ۰/۰۰۱ |
| <i>Papaver orientale</i>      | فورب      | ۲/۵۲ <sup>a</sup>  | ۱/۶۲ <sup>ab</sup> | . <sup>b</sup>    | ۲/۲۷  | ۰/۱   |
| <i>Peganum harmala</i>        | فورب      | ۱۰/۱۷ <sup>a</sup> | ۱/۶۲ <sup>b</sup>  | . <sup>b</sup>    | ۳۱/۵۹ | ۰/۰۰۱ |
| <i>Polygonum</i> sp.          | فورب      | ۴/۳۷ <sup>a</sup>  | ۲/۱۷ <sup>ab</sup> | . <sup>b</sup>    | ۵/۰۷  | ۰/۰۰۸ |
| <i>Taraxacum vulgare</i>      | فورب      | ۴/۷ <sup>a</sup>   | ۰/۳۷ <sup>b</sup>  | . <sup>b</sup>    | ۴/۸۹  | ۰/۰۰۹ |
| <i>Verbascum thapsus</i>      | فورب      | ۰/۷۵ <sup>b</sup>  | ۳/۹۵ <sup>a</sup>  | ۱ <sup>b</sup>    | ۴/۸۸  | ۰/۰۰۵ |
| <i>Agropyron elengatum</i>    | گراس      | . <sup>b</sup>     | ۱/۲ <sup>b</sup>   | ۱۷ <sup>a</sup>   | ۱۳/۹۹ | ۰/۰۰۱ |
| <i>Agropyron trichophorum</i> | گراس      | ۰/۸۲ <sup>b</sup>  | ۱۰/۰۲ <sup>a</sup> | ۷ <sup>ab</sup>   | ۴/۱۱  | ۰/۰۱  |
| <i>Bromus tomentellus</i>     | گراس      | ۱/۷۵ <sup>b</sup>  | ۱۳/۵۲ <sup>a</sup> | ۱۱ <sup>a</sup>   | ۵/۶۲  | ۰/۰۰۵ |
| <i>Bromus tectorum</i>        | گراس      | ۲/۹۲ <sup>b</sup>  | ۷/۹ <sup>ab</sup>  | ۱۴/۵ <sup>a</sup> | ۵     | ۰/۰۰۸ |
| <i>Festuca ovina</i>          | گراس      | . <sup>c</sup>     | ۳/۸ <sup>b</sup>   | ۲۸/۵ <sup>a</sup> | ۵۷/۳۶ | ۰/۰۰۱ |

*gossypinus* در منطقه کلید پوشش بیشتری نسبت به منطقه بحرانی داشته ولی در منطقه مرجع وجود نداشته است. این شرایط در مورد گونه‌های *Acantholimon sp* نیز وجود داشته است در حالی که گونه *Salvia sclarea* تنها در منطقه بحرانی وجود داشته و گونه‌های *Onobrychis cornuta* و *Reseda sp* در هر سه منطقه فراوانی داشته و میزان آن در منطقه کلید بیشتر بوده است. بیشترین درصد گونه‌های گراس موجود در منطقه مرجع را به ترتیب گونه‌های *Festuca ovina*، *Bromus tectorum* به خود اختصاص داده که دو گونه نخست در منطقه بحرانی حضور نداشته‌اند ولی دو گونه *Agropyron trichophorum* و *Bromus tomentellus* دارای حضور بیشتری در منطقه کلید می‌باشند. در میان گونه‌های که بصورت فورب می‌باشند گونه‌های *Peganum harmala*، *Polygonum sp* و *Taraxacum vulgare* دارای بیشترین درصد فراوانی در منطقه بحرانی بوده‌اند و به همراه گونه‌های *Cirsium arvensis*، *Papaver orientale* و *Malva neglecta* در منطقه مرجع حضور نداشته‌اند. در حالی که گونه‌های *Artemisia aucheri* و *Malva neglecta* در منطقه بحرانی نیز مشاهده نشده و گونه *Verbascum thapsus* در هر سه منطقه با فراوانی کم حضور داشته است. اختلاف معنی‌دار بین فراوانی گونه‌ها و مقایسه بین میانگین‌های آن‌ها در واحدهای چرای مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

### بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، از بین چهار عامل تعیین‌کننده شاخص وضعیت مرتع، عامل بنيه و شادابی گیاهان بدلیل حضور گیاهان خوشخوراک سالم و شاداب با برگ‌های پرپشت و عدم دیده شدن علائم چرا و لگدکوبی دام در مجموع دارای میانگین بیشتری در منطقه مرجع بوده است.

همچنین افزایش کل تاج پوشش در شرایط رویشگاهی منطقه مرجع نسبت به دو سایت دیگر نشان می‌دهد که عدم چرا در طی قرق عامل تأثیرگذار بر افزایش پوشش گیاهی بوده است که در مطالعات محسنی ساروی و همکاران (۱۳۸۲) و قائمی و سندگل (۱۳۸۷) نیز بیان شده است. تغییرات فوق، تفاوت چشمگیر تولید علوفه در سه منطقه مورد مطالعه را در پی داشته به طوری که با کاهش پوشش تاجی در منطقه بحرانی و حذف گونه‌های دارای قدرت تولید علوفه، کاهش میزان تولید مشاهده شده است. کاهش بیومس گیاهی تحت تأثیر افزایش فشار چرا و در نتیجه کاهش تولید در مطالعات دیگری نظیر بصیری و ایروانی (۱۳۸۸)، باستین و همکاران (۲۰۰۳)، یآوری (۱۳۸۰)، هوفمن و استنلی (۱۹۷۹)، بونز و بگلی (۱۹۸۶) نیز گزارش شده است.

بررسی عامل ترکیب گیاهی نشان داد که حضور گونه‌های کم ارزش مرتعی در منطقه بحرانی موجب امتیاز کم این عامل در این واحد گردیده و بالعکس منطقه مرجع بدلیل حضور گونه‌های مرغوب و خوشخوراک دارای بالاترین امتیاز گردیده است. عدم بهره‌برداری و حضور دام در منطقه مرجع با کاهش فرسایش خاک و افزایش میزان بقایای گیاهی در این منطقه همراه بوده است اما، به ترتیب در منطقه کلید و بحرانی با افزایش بهره‌برداری و حضور دام در مرتع، فرسایش و از هم پاشیدگی خاک مشاهده و از میزان بقایای گیاهی و شاخص حفاظت خاک کاسته شده و در نتیجه عامل خاک دارای وضعیت ضعیف‌تری در این مناطق بوده است. در نتیجه تغییرات به وجود آمده در عوامل چهارگانه فوق، در مجموع وضعیت مرتع از خوب (مرجع) به متوسط (کلید) و فقیر (بحرانی) تغییر یافته است. به نظر می‌رسد ضعیف شدن وضعیت مرتع در نتیجه افزایش فشار چرای دام و عدم مدیریت متناسب و پایدار در مراتع منطقه بوده است.

تأثیر چرا بر تغییرات فرم رویشی و ترکیب گونه‌ای به صورتی است که در واحد چرای

بحرانی از پوشش گیاهی گراس‌ها کم شده و حتی برخی نیز حذف شده‌اند (*Festuca ovina* و *Agropyron elengatum*) در حالی که بر گونه‌های فورب و بوته‌ای افزوده شده است. این موضوع نشان‌دهنده حساسیت گندمیان به شدت چرای صورت گرفته بوده و بر واکنش محسوس‌تر دو گونه *Festuca ovina* و *Agropyron elengatum* در منطقه دلالت دارد. آفاجانلو و موسوی (۱۳۸۵) نشان دادند که افزایش شدت چرا موجب جایگزینی گونه‌های بوته‌ای به جای گراس‌ها در مراتع خشک و نیمه خشک می‌گردد. از بین گونه‌های بوته‌ای *Astragalus gossypinus*، *Acantholimon sp* و *Salvia sclarea* و از میان فورب‌ها، گونه‌های *Cirsium arvensis*، *Papaver orientale*، *Peganum harmala*، *Polygonum sp* و *Taraxacum vulgare* در منطقه بحرانی فراوانی بیشتری دارند در حالی که در منطقه مرجع حضور نداشته‌اند. عدم حضور این گونه‌ها در منطقه مرجع نشان می‌دهد که این گونه‌ها به صورت مهاجم و تحت تأثیر شرایط چرای ایجاد شده در واحد بحرانی ظاهر شده‌اند. این حضور صرف‌نظر از فرم رویشی این گونه‌ها بوده و در واقع به دلیل مساعد شدن شرایط رشد این گونه‌ها تحت تأثیر فشار چرا، فراوانی گونه‌های مهاجم در منطقه اتفاق افتاده است. علیرغم گونه‌های فوق، گونه‌های *Onobrychis cornuta*، *Artemisia aucheri*، *Reseda sp* و *Malva neglecta* در منطقه کلید بیشتر از بحرانی یافت شده‌اند. به نظر می‌رسد با افزایش شدت چرا از فراوانی آن‌ها کاسته شده که می‌توان چنین استنباط کرد که این گونه‌ها برای دام تا حدودی خوشخوراک هستند. این یافته با نتایج تحقیقات باستین و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت می‌نماید. بی‌تفاوتی گونه فورب *Mentha persica* نسبت به چرا که رابطه مشخصی در این زمینه نداشته است را می‌توان به عدم علاقمندی دام به چرای این

- 16- Hoffman, G.R. and L.D. Stanley. 1979. Effect of cattle grazing on shore vegetation of fluctuation water level reservoirs. *J. Range manage.* 31:412-416.
- 17- Kraaij, S. and J. Milton. 2006. Vegetation changes (1995-2004) in semi-arid Karoo shrubland, South Africa. *Arid Environments*, 64: 174-192.
- 18- Mariners, S.J., Pickett, S.T.A. and M.L. Cadenasso. 2001. Effects of plant invasions on the species niches of abandoned agricultural land. *Ecography*, 24: 633-644.
- 19- Muscha, J.M. and A.L. Hild. 2006. Biological soil crusts in grazed and ungrazed Wyoming sagebrush steppe. *Arid Environments*, 67: 195-207.
- 20- Perner, J. and S. Malt. 2003. Assessment of changing agriculture land use: response of vegetation, ground-dwelling Spider and Beetles to the conversion of arable land into grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 169-181.
- 21- Pywell, R.F., Pakeman, R.J., Allchin, E.A., Bourn, N.A.D., Warman, E.A. and K.J. Walker. 2002. The potential for low land heath regeneration following plantation removal. *Biological Conservation*, 108: 247-258.
- 22- Reidsma, P., Tekelenburg, T. Van Den Berg, M. and R. Alkemade. 2006. Impact of land use change on biodiversity: An assessment of agriculture biodiversity in the European Union. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114: 86-102.
- 23- Sinclair, R. 2005. Long-term changes in vegetation, gradual and episodic on the TGB Osborn vegetation reserve, Koonamore, South Australia. *Australian Journal of Botany*, 53(4): 283-296.
- مجله علمی پژوهشی مرتع. (۱): ۵۳-۶۶
- ۶- حسین‌زاده، گ. ۱۳۸۵. بررسی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک در مراتع چرا شده و قرق در اسکلیم رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. ۱۱۷ص.
- ۷- خطیر نامنی، ج. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات پوشش گیاهی مراتع چات گنبد در شرایط چرا و بدون چرا، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. (۱): ۸۸-۹۶
- ۸- ذبیحی، م. و س. ز. علوی. (۱۳۸۸). طرح تجدید نظر مرتعداری رینه کوه، دفتر فنی مرتع سازمان جنگل‌ها و مراتع. ۱۲۳ص.
- ۹- قائمی، م. ط. و ع. سندگل. ۱۳۸۷. بررسی زمان مناسب قرق، در اصلاح مراتع گل آدم سلماس، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. (۱): ۱۵-۲۵
- ۱۰- محسنی ساروی، م.، چایی چی و آ. ملکیان. ۱۳۸۲. اثر لگدکوبی و چرای دام بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مجموعه مقالات دومین همایش مرتع و مرتعداری. ۵۵۷-۵۹۱
- ۱۱- مصداقی، م. ۱۳۸۰. مرتعداری در ایران، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۲۶۰ص.
- ۱۲- یاور، ا.، ح. توکلی و گ. م. گریوانی. ۱۳۸۰. بررسی پویایی پوشش گیاهی مرتعی تحت تاثیر اعمال مدیریت‌های مختلف بهره‌برداری و اصلاحی در شرایط شمال خراسان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتعداری در ایران. ۱۷۵-۱۸۰
- 13- Bastin, G.N. Ludwig, J.A. Eager, R.W. Lielloff, A.C. Andison, R.T. and M.D. Cabiatic. 2003. Vegetation changes in semiarid tropical Savna, Northern Australia: 1973-2002. *The Rangeland Journal*, 25(1): 3-19.
- 14- Bowns, J.E. and C.F. Bagley. 1986. Vegetation responses to long-term sheep grazing on mountain ranges. *J. Range Manage.* 39:431-434.
- 15- Hart, R.H. and M.M. Ashby. 1998. Grazing intensities, vegetation, and heifer gains: 55 years on shortgrass. *Range Management*, 51: 392-398.
- گونه که متعلق به خانواده Labiatea بوده و از گونه‌های معطر و اسانس‌دار مرتعی به شمار می‌رود مرتبط دانست. حسین‌زاده(۱۳۸۵) نشان داد که شکل رویشی نقش کمتری در چرای گیاهان داشته و افزایش فشار چرا تأثیری بر گونه‌های غیرخوشخوراک بومی نخواهد داشت.
- نتیجه نهایی اینکه اثر فشار چرا بر وضعیت مرتع با تأثیرگذاری بر ترکیب گونه‌ای، تولید گیاهی، بنه و شادابی گیاه و در نهایت پوشش سطحی خاک بروز نموده و موجب تغییرات محسوس در وضعیت مراتع می‌گردد که نشان می‌دهد شاخص‌های فوق در تعیین وضعیت مراتع نقش تعیین‌کننده‌تری دارند. همچنین در واکنش به شدت چرا، بیشترین آسیب‌پذیری در گونه‌های خانواده گندمیان وجود داشته که عمدتاً از خوشخوراکی بالایی برخوردارند. در مورد گونه‌های فورب و بوته‌ای نیز با توجه به خوشخوراکی آن‌ها، اثر چرا متفاوت بوده است. بنابراین می‌توان دریافت که تأثیر فشار چرا بر گونه‌های گیاهی، با توجه به خوشخوراکی آن‌ها و صرف‌نظر از فرم رویشی در مراتع صورت می‌گیرد.

## منابع

# وضعیت زراعت چوب در کشور

## (اهداف و برنامه‌ها)

● حمید حسین‌پور - دکترای جنگلداری

### مقدمه

مفهوم زراعت اساساً برای تولید محصول با استفاده از عملیات زراعتی یا باغداری به کار برده می‌شود، به عبارت دیگر به کشت و زرع گیاهان زراعی در اراضی کشاورزی که با هدف تولید اقتصادی و انبوه در حداقل زمان انجام می‌گردد، زراعت گفته می‌شود. زراعت چوب نیز به کشت گونه‌های تند رشد درختی با استفاده از عملیات مشابه اشاره دارد که در کشور ما هم قدمت دیرینه‌ای دارد. امروزه با توجه به نیاز فزاینده به چوب، در مناطق رویشی مختلف این سرزمین، گونه‌های خاص درختی مانند صنوبر (غالباً)، توسکا، اکالیپتوس و ... با اهداف اقتصادی توسط زارعین کشت می‌شود. در مناطق رویشی هیرکانی (شمال کشور)، زاگرس، ارسباران و بخش‌های مستعد از منطقه رویشی ایران و تورانی (مناطق مرکزی) انواع صنوبرها کاشته می‌شود. در استان‌های شمالی کلن‌هایی از گونه‌های صنوبر (*Populus euramericana* و *P. deltoides*) و در استانهای خارج از شمال کلن‌هایی از سایر گونه‌های صنوبر (مانند *P. alba* سپیدار و کبوده و *P. nigra* تبریزی و شالک) زراعت می‌شود. در مناطق گرم از جمله منطقه رویشی خلیج فارس - عمانی و سایر مناطق گرمسیری گونه‌هایی از اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) و حتی گونه گزشاهی (*Tamarix aphylla*) به عنوان زراعت چوب کشت می‌شود. با همه اینها در بحث زراعت چوب، بیش از همه، گونه‌ها و ارقام صنوبر مورد توجه می‌باشد.

صنوبر با نام علمی *Populus Spp.* درختی است از تیره بید (*Salicaceae*) و شاخص‌ترین گونه آن *Populus deltoids*. Marsh است که گونه‌ای جنگلی محسوب

نمی‌شود ولی به دلیل تند رشدی و چوب مناسب به فراوانی کاشته شده است. با توسعه ارقام اصلاح شده گونه‌های تند رشد و دستیابی به سطح بالاتری از میزان تولید چوب در هکتار، پایین آمدن زمان بهره‌برداری و بالا رفتن قیمت چوب، امکان رقابت زراعت چوب با برخی کشت‌ها مهیا شده است. اهمیت توسعه زراعت چوب از آن جهت که در حال حاضر تولید سالانه یک هکتار از جنگل‌های در حال بهره‌برداری شمال کشور ۲٫۵ مترمکعب برآورد می‌شود (مجموع برداشت قانونی سالیانه حدود ۷۵۰ هزار مترمکعب) و میزان نیاز چوب مصرفی کشور (سالیانه حدود ۵ میلیون مترمکعب)، بیش از پیش بر آن افزوده می‌شود. در هر حال، حرکت به سوی توسعه یافتگی و تنوع تولید فرآورده‌های چوبی موجب افزایش مصرف فرآورده‌های چوبی در ایران شده و از طرف دیگر افزایش جمعیت و تقاضا، کمبود چوب را نیز روز افزون نموده است. به علاوه محدودیت‌های محیط زیستی و لزوم صیانت و حفظ ذخایر جنگلی، برداشت از جنگل را (صرفاً برای استفاده و بهره‌برداری از مواد خام چوب) محدود نموده و لاجرم نیازهای مصرفی کشور یا باید از طریق واردات (که مسئله قرنطینه و خطر انتقال آفات را در پی دارد) و یا از طریق زراعت چوب تأمین گردد. قاعدتاً باید می‌توان به گسترش زراعت چوب (کشت صنوبر)، با توجه به ظرفیت‌های موجود تکیه کرد و با آن می‌توان به تولید سالانه بیش از ۲۰ مترمکعب در هکتار (۱۰ برابر متوسط تولید جنگل‌های شمال کشور) در حداقل زمان دست یافت.

به هر حال ارقام وارداتی و سازگار شده صنوبر، علاوه بر رشد سریع و تولید چوب بالا، به آسانی با قلمه تکثیر می‌شوند. تحقیقات نشان داده‌اند، بیشترین تولید در هکتار صنوبر (متعلق به صنوبر دلتوئیدس) در فاصله کاشت ۳ در ۳ متر، به میزان ۳۸۹٫۵ متر مکعب، طی یک دوره ۱۰ ساله اندازه‌گیری شده است. براساس نتایج تحقیقات مختلف، متوسط رویش سالانه این صنوبر به ۳۲ مترمکعب در هکتار و میانگین قطر آن به ۱۹٫۷ سانتی‌متر بالغ می‌شود. این گونه در خاک‌های آب‌رسانی که بافت شنی و رسی داشته باشد، بهتر رشد می‌کند.

در صنوبرکاری‌ها چنانچه بخواهند از زمین‌های آن همچنان بهره‌برداری کنند، می‌توان تا چهار سالگی، انواع صیفی‌جات و مشابه آنها را در پای نهال‌ها کاشت که علاوه بر درآمدزایی، می‌تواند به افزایش رشد صنوبر نیز کمک نماید.



جدول سطوح صنوبر کاری و حجم سرپای آن در مناطق اداره‌های کل ۴ گانه شمال کشور

| اداره کل | سطح صنوبر کاری به هکتار | حجم چوب سرپا به مترمکعب در هکتار | حجم کل چوب به مترمکعب |
|----------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| گیلان    | ۶۲۵۰۰                   | ۱۲۰                              | ۷/۵۰۰/۰۰۰             |
| نوشهر    | ۲۲۰۰                    | ۱۲۰                              | ۲۶۴/۰۰۰               |
| ساری     | ۷۰۰۰                    | ۱۲۰                              | ۸/۴۰۰/۰۰۰             |
| گلستان   | ۵۰۰۰                    | ۱۰۰                              | ۵۰۰/۰۰۰               |
| جمع      | ۷۶۷۰۰                   |                                  | ۹/۱۰۴/۰۰۰             |

هکتار و در برنامه سوم (تا پایان سال ۱۳۸۳) در سطحی معادل ۸۲۶۰۰ هکتار عملکرد داشته‌است.

در برنامه چهارم توسعه، اما بر اهمیت موضوع افزوده شده و لذا در بند (د) ماده (۶۹) قانون بر امر "توسعه زراعت چوب به میزان حداقل یکصد هزار هکتار" تاکید شد. بر همین مبنا طرحی با عنوان کمک‌های فنی و اعتباری برای توسعه زراعت چوب (۴۰۱۳۸۰۰۶) با تغییر رویه و انتزاع از طرح فوق (طرح طوبی) با هدف افزایش تولید چوب در مستثنیات اشخاص و تامین و تخصیص تسهیلات مورد نیاز در سطحی معادل ۷۰ هزار هکتار ذیل برنامه راهبری احیاء، توسعه و بهره‌برداری اصولی از جنگل‌های کشور در فصل کشاورزی و منابع طبیعی از سال ۱۳۸۵ پادار گردید. در طول برنامه مزبور (۱۳۸۴-۸۸) مبلغ ۹۸۷۳۴ میلیون ریال برای این منظور

نیاز (برای مصارف صنعتی، روستایی و...) و همچنین تا حدودی برای نجات جنگل‌های طبیعی، موجب شده تا کشت و توسعه گونه‌های تند رشد (از اوائل دهه ۵۰) به عنوان یک راه کار مورد توجه قرار گیرد و بطور مشخص، از سال ۱۳۷۷ طرحی با عنوان "طرح طوبی" باتوجه به موافقتنامه فیما بین وزارتین جهادسازندگی و کشاورزی وقت به‌مورد اجرا گذاشته شد، که بخشی از اهداف آن موضوع توسعه کشت درختان غیرمثمر (نظیر صنوبر) بوده و البته بدلائل متعدد توفیق چندانی نداشت. با اینحال، در بند "م" تبصره (۵) قانون بودجه ۱۳۷۸ کل کشور موضوع با جدیت بیشتری پیگیری و با اختصاص ردیفی مشخص (به‌شماره ۴۰۱۱۰۰۰۳) مقرر شد تا در سطوح وسیع‌تر و سریع‌تر به‌مورد اجرا گزارده شود. براین اساس طی سالهای ۷۴ لغایت ۷۸ (دوران برنامه دوم توسعه) بیش از ۹۲۴۰۰

## بررسی وضع موجود صنوبر کاری و تولید چوب در کشور

براساس آخرین آمار و ارقام، سطح جنگل‌های دست کاشت تولیدی موجود (زراعت چوب) در کشور معادل ۲۳۷ هزار هکتار است که از این میزان حدود ۷۷ هزار هکتار در استان‌های شمالی کشور (۵۰۰۰ هکتار اکالیپتوس و الباقی صنوبر) و ۱۶۰ هزار هکتار بقیه در سایر استان‌های کشور کاشته شده‌اند.

همچنین براساس آمارها، چوب مورد نیاز کشور به یکی از طرق زیر تامین می‌شود:

- ۱- حدود ۷۵۰ هزار مترمکعب سالیانه با برداشت از جنگل‌های تجارتي شمال کشور،
- ۲- حدود ۲,۵ میلیون مترمکعب در سال تولید از طریق زراعت چوب و سایر برداشتها از باغات موجود (ناشی از هرس درختانی مانند پسته، زیتون، مرکبات، خرما و...).
- ۳- حدود ۱,۵ میلیون مترمکعب چوب نیز سالیانه از طریق واردات انواع فرآورده‌های چوبی،

با توجه به موارد فوق و با توجه به نیاز کشور به حدود ۵ میلیون مترمکعب چوب در سال و از طرف دیگر با توجه به در دست احداث بودن تعدادی دیگر از صنایع جدید چوبی (بامجموع ظرفیت تقریبی یک میلیون مترمکعب) و همچنین امکان صادرات به برخی کشورهای همجوار، لازم است طی یک برنامه اجرایی اصولی از طریق زراعت چوب برای استفاده بهینه از منابع و پتانسیل آب و خاک کشور و همچنین نیروی انسانی موجود، اقدام کرد.

**زراعت چوب در برنامه‌های توسعه**  
در کشور ما موضوع تامین چوب مورد







اختصاص یافت که حدود ۵۴۹۰۰ هکتار (۷۸ درصد هدف)، در سطح ۲۷ استان کشور، عملکرد داشته است. در برنامه پنجم توسعه نیز موضوع زراعت چوب در بند "ب" ماده (۱۴۸) قانون مورد تاکید قرار گرفت.

در سال ۸۹ و ۹۰ اعتبار پیش‌بینی شده برای این طرح به ترتیب به رقم ۳۶۸۲۰ و ۳۸۰۵۲ میلیون ریال رسیده است که صرفاً ۰,۹۶ و ۰,۶۵ درصد از اعتبارات فصل را شامل می‌شود. ضمن آنکه باید روند کاهشی اعتبارات مصوب و تخصیص‌یافته نیز مورد توجه قرار گیرد.

از مهمترین مشکلات اجرایی طرح طی سنوات گذشته، موارد زیر را بر می‌شمرند:

- عدم هماهنگی لازم (ناشی از مشکلات ومقررات بانکی) دراعطای تسهیلات به متقاضیان،

- نوسان رشد قیمت چوب، افزایش هزینه‌های تولید وضعف رقابت این فعالیت با تولیدات زراعی وباغی،

- بروز خشکسالی‌های متوالی در کشور.

**- اهداف و فرصت‌های تولید چوب در کشت درختان چوب‌ده تند رشد**

زراعت چوب در برنامه اجرایی طرحی است شامل عملیات کشت گونه‌های تند رشد چوب‌ده (با هدف برداشت چوب، حداکثر در سال دهم) مانند انواع صنوبرها، اکالیپتوس‌ها و ... بر این مبنا اهداف و فرصت‌های این فعالیت را بشرح زیر ذکر می‌کنند:

**الف) اهداف اجرایی برنامه توسعه زراعت چوب**

به شرح زیر تبیین شده است:

۱- استفاده بهینه از منابع آب و خاک کشور وجلوگیری از تخریب و فرسایش این منابع در مقیاس موثر حداقل چهار برابر سطح کاشت،

۲- صرفه‌جویی ارزی ضمن کاهش یا حذف واردات محصولات چوبی بمیزان حداقل ۳۰۰ میلیون دلار در سال،

۳- کاستن از فشار وارده به عرصه‌های جنگلی برای تأمین چوب ناشی از برداشت‌های قانونی (قطع و بهره‌برداری درختان در راستای

فرآورده‌های چوبی آلوده به انواع آفات و بیماری‌ها نیز جلوگیری می‌شود،

۲- وجود زمینه مناسب و بی‌سابقه در بخش خصوصی برای توسعه و تکثیر ارقام اصلاح شده،

۳- وجود ارقام و کلن‌های اصلاح شده از گونه‌های تند رشد چوبی در کشور (که عمدتاً توسط بخش تحقیقات معرفی شده است) و البته مناسب شرایط و تنوع اقلیمی کشور،

۴- وجود منابع مناسب آب و خاک به خصوص در حاشیه رودخانه‌ها و همچنین وجود عرصه‌های نسبتاً وسیع مخروطی و قابل کشت منابع ملی وجنگلی و به علاوه وجود آب ناشی از پساب‌ها، فاضلاب‌ها و سایر منابع آب مازاد به‌ویژه در مناطق و عرصه‌های پیرامونی شهرها،

۵- وجود سابقه و تجربه انجام فعالیت‌های کشت گونه‌های تند رشد چوب‌ده نزد کشت کاران و قیمت مناسب فروش چوب،

۶- اصلاح دیدگاه‌ها و بینش‌ها در مسئولین، برنامه‌ریزان وسیاستگذاران مبنی بر استحصال چوب از طریق توسعه زراعت چوب بجای برداشت و تأمین آن از عرصه‌های جنگلی طبیعی کشور و برهمین اساس وجود انگیزه لازم در مجموعه دولت به‌ویژه برای حمایت از طرح‌های مربوط در کشور،

- راه‌کارهای اجرایی و پیشنهادها

اجرای طرح‌های مصوب جنگلداری که حدود ۷۵۰ هزار مترمکعب در سال است) و عرفی (برای مصارف روستایی و ...)،

۴- توسعه امر درختکاری و فضای سبز در کشور در حد استانداردهای جهانی (سرانه فضای سبز فعلی کشور کمتر از ۰,۲ هکتار بوده حال آنکه متوسط جهانی معادل ۰,۶ هکتار است)،

۵- تأمین نیازهای چوبی کشور با توجه به روند رو به تزاید مصارف آن،

۶- ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و ارتقاء سطح معیشت و درآمد زارعین علاوه بر درآمدهای فعلی، به خصوص در شرایط تلفیقی (چنانچه بخواهیم از زمین‌های صنوبرکاری همچنان بهره‌برداری کنیم، مثلاً" در فاصله کاشت ۴ در ۴ متر، تا چهار سالگی امکان کاشت صیفی‌جات در پای نهال‌ها وجود دارد که علاوه بر درآمدزایی، می‌تواند باعث افزایش رشد صنوبر نیز شود)،

۷- گسترش فعالیت صنایع تبدیلی چوب و به فعلیت رساندن ظرفیت اسمی کارخانجات مرتبط،

**ب) فرصت‌ها و عوامل تقویت کننده**

به شرح زیر قابل ذکر است:

۱- وجود بازار مصرف مناسب و رو به گسترش چوب درکشور به‌ویژه تأمین مواد مورد نیاز صنایع چوب، لذا از ورود انواع

طرح به طول زمان ۱۰ ساله نیاز دارد و طی آن البته متناسب با شرایط اقلیمی، تقریباً درآمدی حاصل نمی‌شود، لازم است حمایت‌ها به نحوی اعمال گردد تا زارع چوب را در مدت مزبور تحت پوشش قرار دهد.

برآوردها بر مبنای قیمت سال جاری نشان می‌دهد برای احداث هر هکتار باغ صنوبر (بدون احتساب قیمت زمین) شامل آماده‌سازی زمین (شخم، کودپاشی، ایجاد جوی و پشته، گودبرداری و ...) تا کاشت (خرید و غرس نهالها) و آبیاری حداقل به هزینه‌ای حدود ۳۰ میلیون ریال نیاز است. هزینه داشت (نگهداری و مراقبت) تا هنگام برداشت در سال دهم نیز حدود ۵۰ میلیون ریال برآورد می‌شود، لذا در مجموع به مبلغی معادل ۸۰ میلیون ریال برای هر هکتار نیاز است. از طرف دیگر درآمد حاصله در پایان (با احتساب تعداد ۲۵۰۰ اصله نهال کاشته شده در هکتار با فاصله ۲ در ۲ متر؛ قیمت هر کیلو چوب ۱۵۰۰ ریال و وزن هر درخت ۱۰ ساله حدود ۱۲۰ کیلوگرم)، مبلغ ۴۵۰ میلیون ریال ناخالص برآورد می‌شود که با کسر هزینه احداث و نگهداری، سود کلی ۳۷۰ میلیون ریال (سالیانه ۳۷ میلیون ریال) خواهد بود.

باتوجه به رقم فوق باید اذعان نمود که این فعالیت قابل رقابت با بسیاری از فعالیت‌های زراعی و باغی نیست. در فعالیت‌های زراعی

با توان تولید اقتصادی‌تر و دوره بهره‌برداری کمتر (زیر ده سال) سازگار با مناطق رویشی مختلف کشور؛

باتوجه به موارد مطروحه و همچنین شرایط و فرآیندهای تولید و مصرف، این مهم محقق نمی‌شود مگر با حمایت‌های اصولی بویژه تامین منابع مالی مورد نیاز؛ درحال حاضر تنها امکان حمایتی و ترغیبی برای اجرای چنین پروژه/طرح‌هایی، صرفاً "طرح تملکی و ملی کمک‌های فنی و اعتباری برای توسعه زراعت چوب (۴۰۱۳۸۰۰۶)" است که توسط دستگاه اجرایی متولی آن (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور) راهبری و اجرا می‌شود. بانگامی به وضعیت اعتباری طرح و میزان توقع از آن، ملاحظه می‌شود هیچ تطابقی با یکدیگر ندارند. همانطور که از عنوان طرح مشخص است اعتبارات آن باید بصورت وجوه اداره شده و از طریق بانک عامل (بانک کشاورزی) در اختیار زارعان چوب قرار گیرد اولاً "اعتبار طرح در مقایسه با میزان توقع از آن، بسیار اندک است (در سال ۹۰ مبلغ ۳۰۸۳۲ میلیون ریال تصویب شده است) و ثانیاً "باتوجه به تاخیر در تخصیص و پرداخت وجوه مصوب، عملاً" از بخشی از سال زراعی مربوط به خوبی استفاده نمی‌شود و لذا طرح متناسب با اهداف مصوب، پیشرفت ندارد. از آنجا که فرآیند کاشت تا برداشت در این

آنچه مسلم است تقویت و توسعه صنایع سلولزی و چوبی، جلوگیری یا کاهش فشارهای بی‌رویه وارده بر عرصه‌های جنگلی کشور (از جمله برای تامین چوب)، حفاظت و صیانت از تنوع زیستی گیاهی و محیط‌زیست و از آن طرف تامین نیاز مصرفی چوب کشور به میزان حداقل ۵ میلیون مترمکعب در سال، بکارگیری استعداد آب و خاک و نیروی انسانی کشور امری ضروری و در هر حال اجتناب‌ناپذیر است. منطقی‌ترین و مطلوب‌ترین راه دستیابی به این اهداف و سیاست‌ها، تکیه بر داشته‌ها و توانایی‌های داخلی است و تنها راه و اقتصادی‌ترین آنها (تامین نیازهای چوبی کشور با استفاده از سازوکاری داخلی)، "زراعت چوب" و توسعه آن با کشت ارقام مناسب از گونه‌های تند رشد می‌باشد. اما عملاً" به دلایل گوناگون از جمله:

- ۱- ضعف نسبی این فعالیت در رقابت با تولیدات زراعی و باغی بویژه از منظر زمان انتظار (برداشت محصول و برگشت سرمایه اغلب تا ۱۰ سال بطول می‌انجامد)،
- ۲- فقدان آگاهی کشاورزان، نبود برنامه‌های فرهنگ‌سازی و توجیهی - ترغیبی برای ارتقای سطح مشارکت مردمی در استان‌ها،
- ۳- عدم توجه کافی برنامه‌ریزان اجرایی به امر توسعه زراعت چوب به عنوان راهکار اساسی در تامین پایدار نیازهای چوبی کشور،
- ۴- در دست نبودن مطالعات قابلیت اراضی و لذا عدم شناخت کافی از پتانسیل‌های موجود آب و خاک کشور برای توسعه زراعت چوب، اساساً "گونه‌های درختی غیرمثمر در مقایسه با گیاهان زراعی و باغی (کشاورزی) کم‌توقع‌تر و به شرایط سخت‌تر مقاوم‌تر می‌باشند.
- ۵- ناکارآمدی ضوابط و شرایط بانک‌های عامل در ارائه بموقع تسهیلات به کشتکاران و زارعان چوب، در سالهای اخیر به رغم تخصیص منابع دولتی در حد بضاعت طرح/ دستگاه اجرایی، بانک‌ها نیز نقش یک مانع را در تحقق اهداف پیش‌بینی شده برنامه داشته‌اند.
- ۶- لزوم معرفی کلن‌ها و ارقام اصلاح شده جدیدتر از گونه‌های مختلف تند رشد





برای توسعه زراعت چوب، استفاده نمود.

۱- با توجه به دیربازده بودن طرح/پروژه زراعت چوب، علاوه بر تامین منابع اولیه لازم، مطابق مندرجات بند (۳) فوق، باید در زمان انتظار (تا برداشت) سالانه مبالغی (تا ۵۰٪ فروش کل محصول) به زارعان بصورت علی‌الحساب (به‌عنوان تسهیلات بدون بهره از محل منابع صندوق مذکور) پرداخت شود و یا سازوکاری را تعبیه نمود تا صنایع و کارگاه‌های مرتبط اقدام به پیش خرید محصول نمایند.

۲- تامین و تضمین آتیه کشت صنوبر با استفاده از بیمه محصولات کشاورزی از طریق حمایت کامل و الزام زارعان به اخذ بیمه مزبور.

۳- ارائه خدمات فنی و تخصصی رایگان و به موقع به زارعان توسط کارشناسان مربوط در دستگاه اجرایی و تحقیقاتی متولی،

### منابع

- امین‌پور، طالب؛ ۱۳۸۷؛ زراعت چوب، فرصت‌ها و چالش‌ها؛ ماهنامه دام و کشت و صنعت، شماره‌های ۱۰۶ و ۱۰۷
- دفتر امور منابع جنگلی- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور؛ ۱۳۸۹؛ برنامه توجیهی توسعه زراعت چوب در کشور.
- دفتر برنامه‌ریزی و بودجه- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور؛ ۱۳۹۰؛ سطوح صنوبرکاری.
- گرجی بحری، ی؛ ۱۳۸۶؛ بررسی صنوبرکاری در شمال، از پایگاه جنگل‌های شمال
- هدایتی، محمد علی و جهانگیر جهاندار، ۱۳۸۲، زراعت چوب و توسعه درخت کاری، کیمیای سبز، سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور، ص ۲۴۹-۲۵۷.
- یادگاری پور، ا. و سپه‌وند، ا؛ صنوبر کاری (زراعت چوب)؛ بدون سال انتشار، موسسه آموزشی علوم نوین دنیا

چوب، از طریق جلب همکاری مردم و انعقاد قرارداد و حمایت‌های مالی و نهاده‌ای، آنها را به زراعت چوب در زمین‌های شخصی خود ترغیب کرد که نتیجه آن حرکت در جهت تضمین تامین مواد اولیه این کارخانه‌ها و کارگاه‌ها در آینده است.

۴- حمایت مالی و اعتباری دولت در همه مراحل کار ضروری است. سازوکار موجود، استفاده از وجوه اداره شده و سیستم بانکی، مطلوب نیست زیرا بدلائل متعدد از جمله ضوابط و مقررات سخت بانکی کارساز و مشوق نیست، به همین دلیل و به رغم تعریف بانک عامل مشخص و تخصصی (بانک کشاورزی) برای بخش کشاورزی و منابع طبیعی، در وزارت متبوع صندوق حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری بخش نیز تاسیس و به کمک گرفته شده‌است.

امروزه باتوجه به ایجاد صندوق حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی، می‌توان با تعریف سازوکاری جدید مشخصاً "برای زراعت چوب، مشابه آنچه در جزء "ج" بند (۲) و نیز در بند (۱۰) قانون بودجه ۱۳۹۰ کل کشور درج شده است، از پتانسیل‌ها به نحو مطلوب‌تری در جهت اهداف قانون برنامه به‌خصوص برای ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز به عنوان بخشی از کمک بلاعوض دولتی

اساساً" زارع در پایان سال به درآمد می‌رسد و در فعالیت باغی نیز حداکثر از سال پنجم اقتصادی بوده و درآمد سالیانه نسبتاً مناسبی در اختیار می‌گذارد، لذا چنانچه بخواهیم تولید چوب را در برنامه‌های تولیدی کشور داشته باشیم و با توجه به اینکه درختان غیرمثمر کم‌توقع‌تر و مقاوم‌تر به شرایط سخت خاکی و اقلیمی می‌باشند بنابراین به نظر می‌رسد تنها گزینه ممکن بویژه در مناطقی مانند شمال کشور، علاوه بر حمایت‌های مالی باید عرصه مورد نیاز را نیز تامین نمود. البته این عرصه‌ها می‌تواند از عرصه جنگل‌های مخروطی پایین دست و یا از سایر منابع دولتی هم باشد. بطور خلاصه می‌توان گفت:

۱- برای اجرای این طرح نباید صرفاً به علاقمندی اشخاص برای اجرای زراعت چوب در مستثنیات خود اکتفا نمود، بلکه اختصاص اراضی مورد نیاز از منابع ملی و دولتی، اجتناب‌ناپذیر است.

۲- این مسئله بخصوص در عرصه‌های ملی و دولتی حاشیه روستاها و یا رودها و ... می‌تواند با همکاری شورای محل، تشکل‌های مردمی (تعاونی‌ها) و بویژه دانش‌آموختگان (بومی) به‌مورد اجرا گذاشته شود.

۳- برای تولید چوب، همچنین می‌توان با استفاده از توان کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنایع



# اهمیت انتخاب گونه‌های مناسب جنگلکاری در تعدیل بحران گرمایش جهانی

● نیلوفر حق دوست - دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

● مسلم اکبری نیا - دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

● سید محسن حسینی - دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی - دانشگاه تربیت مدرس

## چکیده

افزایش روز افزون استفاده از سوخت‌های فسیلی در دنیا که باعث افزایش غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفری شده است، همچنین تغییر کاربری اراضی، تخریب و کاهش سطح و کیفیت جنگل‌های جهان باعث به وجود آمدن پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی گردیده، که اثرات بسیار مخربی بر جنبه‌های مختلف زندگی بشر گذاشته است. از این رو تقریباً همه کشورهای جهان متعهد به یافتن راهکارهایی در جهت کاهش سطوح گازهای گلخانه‌ای به خصوص دی‌اکسید کربن شدند. علاوه بر استراتژی کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و تلاش در جهت استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی هسته‌ای، خورشیدی، بادی و...، ترسیب کربن توسط گیاهان راهکاری مناسب در جهت کاهش غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفری می‌باشد. جنگل‌ها از جمله مهم‌ترین اکوسیستم‌های ترسیب کننده کربن هستند، میزان کربن ترسیب شده توسط این اکوسیستم‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی است، که یکی از مهم‌ترین این عوامل نحوه مدیریت می‌باشد. از این رو، جنگلکاری با گونه‌های درختی که پتانسیل ترسیب کربن بالاتری نسبت به سایر گونه‌ها دارند می‌تواند گامی مؤثر در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای باشد. هدف از این مطالعه بررسی ابعاد مختلف ترسیب کربن توسط جنگل‌ها و توده‌های جنگل کاری شده می‌باشد تا با استفاده از نتایج اینگونه تحقیقات گامی مؤثر در تعدیل بحران گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداریم.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر اقلیم، دی‌اکسید کربن اتمسفری، سوخت‌های فسیلی، ذخیره کربن خاک، بیوماس جنگل

## مقدمه

مصرف جهانی انرژی تولید کننده اصلی  $CO_2$  اتمسفری است (Akbari, 2002). در سال ۱۹۹۷ در حدود ۶/۴ گیگا تن کربن (GTC) بوسیله اشتعال گاز و سوخت‌های مایع و جامد در جهان منتشر شد (CDIAC, 2001)، ۲ تا ۵ برابر این مقدار بوسیله جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها منتشر شده است (Brown و همکاران، ۱۹۹۸). با افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی به صورت همزمان غلظت  $CO_2$  جوی به مقدار ۲۵٪ نسبت به ۱۵۰ سال گذشته افزایش یافته است، بر طبق مدل‌های آب و هوای جهانی این تغییرات باعث افزایش میانگین درجه حرارت کره زمین گردیده و اگر روند کنونی مصرف انرژی ادامه یابد، می‌تواند به شدت درجه حرارت زمین را افزایش دهد و پیامدهای ناشناخته اما فاجعه‌آمیز فیزیکی

و سیاسی در پی خواهد داشت (Akbari, 2002).

افزایش گرمای جهانی و تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه پایدار می‌باشد که تأثیر منفی بر تمامی اکوسیستم‌های زمین دارد (Huang و Kronrad, 1998). گرم شدن هوا همچنین اثرات مخربی بر روی حیات کره زمین دارد و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و برهم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود (UNDP, 2000). از این رو علاوه بر تلاش در راستای کاهش تولید دی‌اکسید کربن اتمسفری از طریق کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، باید غلظت دی‌اکسید کربن موجود در جو را نیز کاهش داد، لذا به این منظور و در جهت ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفری می‌بایست جذب و در فرم‌های متعدد ترسیب

گردد. از طرفی پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و... هزینه‌های سنگینی در بر دارد (Cannell, 2003) و در سطوح کلان عملیاتی نمی‌باشد. بنابراین راهکارهای ارزاتر ترسیب کربن اتمسفری همانند ذخیره کربن در جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها امروزه بیش از پیش مورد توجه کشورها قرار گرفته است.

ترسیب کربن فرایندی است که طی آن دی‌اکسید کربن توسط گیاهان طی فتوسنتز از اتمسفر گرفته شده و در بافت‌های گیاهی به صورت هیدرات‌های کربن ذخیره می‌شود و سپس بخشی از آن به صورت کربن لاشبرگ و کربن آلی خاک ترسیب می‌گردد (ورامش و همکاران، ۱۳۸۷).

اکوسیستم‌های جنگلی جهان حدود ۴/۱ میلیارد هکتار وسعت دارند (Dixon و Wisniewski, 1995) که یکی از مهم‌ترین

ذخیره‌کننده‌های کربن در اکوسیستم‌های خشکی می‌باشند. اگر چه نقش جنگل کاری در ترسیب کربن در بیوماس مشخص و معلوم است (Nosetto و همکاران، ۲۰۰۶)، با این حال تأثیر جنگل کاری بر ذخیره کربن خاک هنوز نامعلوم می‌باشد که می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل: مقدار بارندگی (Guo و Gifford، ۲۰۰۲) گونه‌های درختی، سن توده، بافت خاک و مدیریت توده باشد (Thuille و Schulze، ۲۰۰۶).

یکی از مهم‌ترین راهکارهای مقابله با گرمایش جهانی که محققان متعددی در دنیا بر آن تأکید نموده‌اند، افزایش جنگلکاری با گونه‌هایی است که توان بیشتری در ترسیب و جذب کربن اتمسفری دارند. لذا لزوم انجام تحقیقاتی در زمینه شناسایی گونه‌هایی با پتانسیل ترسیب کربن بالاتر در ایران نیز امری واضح و ضروری می‌باشد، با این حال تاکنون مطالعات چندانی در این مورد صورت نگرفته است. هدف از این مطالعه بررسی ابعاد مختلف ترسیب کربن توسط جنگل‌ها و توده‌های جنگل کاری شده می‌باشد تا با استفاده از نتایج اینگونه تحقیقات گامی موثر در تعدیل بحران گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداریم.

### اندازه‌گیری کربن در بخش‌های مختلف یک اکوسیستم جنگلی

کربن در اجزاء بی‌شماری از اکوسیستم جنگلی از جمله بیوماس و خاک ذخیره می‌شود (Lal، ۲۰۰۵) از این رو جهت تعیین توان ترسیب کربن گونه‌های مختلف می‌بایست ابتدا میزان کربن ذخیره شده در اجزاء مختلف اکوسیستم را برآورد نمود.

– اندازه‌گیری ذخیره کربن بیوماس

در اکوسیستم‌های جنگلی، بیوماس بیانگر توان تولید در واحد سطح و یا زمان است (عدل، ۱۳۸۶). دو روش مستقیم و غیر مستقیم برای برآورد بیوماس وجود دارد. جهت برآورد ذخیره کربن معمولاً از معادلات آلومتریک کربن و بیوماس با قطر برابر سینه استفاده می‌شود (Losi، ۲۰۰۳). معمولی‌ترین روش

مستقیم برای اندازه‌گیری بیوماس، بریدن درخت، وزن کردن آن، برداشت نمونه‌هایی از قسمت‌های مختلف درخت (ریشه، تنه و تاج) و خشک کردن آنها می‌باشد. محققان مختلف روش‌های متفاوتی برای نمونه‌برداری، زمان و درجه حرارت خشک کردن ارائه می‌نمایند (Nelson و همکاران، ۱۹۹۹).

طولانی بودن پروسه اندازه‌گیری، هزینه‌های زیاد و همچنین نمونه‌برداری تخریبی (Destructive Sampling)، در صورت استفاده از روش قطع درختان، از جمله محدودیت‌های برآورد مستقیم بیوماس می‌باشد. امروزه در اغلب کشورها روش‌های غیر مستقیم برای برآورد بیوماس به کار می‌روند. در روش‌های غیر مستقیم از مؤلفه‌هایی که به سهولت قابل اندازه‌گیری هستند (مؤلفه‌هایی مانند قطر برابر سینه و ارتفاع درخت)، برای تعیین روابط بین بیوماس درخت و سایر مؤلفه‌های مربوط به درختان که در اصطلاح علمی به آن معادلات آلومتریک گفته می‌شود، استفاده می‌شود (عدل، ۱۳۸۶).

معادلاتی که در محاسبات تعیین بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً از دو شکل کلی  $Y = a \cdot b^x$  و  $\log Y = \log a + b \log x$  پیروی می‌کنند (Sato و Madgwick، ۱۹۸۲) که در این روابط  $Y$  معرف بیوماس کل درخت و  $X$  یکی از مؤلفه‌های مربوط به درخت مانند قطر برابر سینه می‌باشد. تا کنون محققان زیادی نظیر Jenkins و همکاران (۲۰۰۳)، Kale و همکاران (۲۰۰۴)، Wang و Wauters (۲۰۰۶) و همکاران (۲۰۰۸) به تعیین روابط آلومتریک برای گونه‌های مختلف درختی در نقاط مختلف دنیا پرداخته‌اند اما متأسفانه در ایران تا کنون مطالعات چندانی در این زمینه انجام نشده و برای اکثر گونه‌های درختی خصوصاً گونه‌های پرکاربرد در جنگلکاری‌ها روابط آلومتریک موجود نمی‌باشد. لذا در ادامه دستورالعمل کلی برآورد بیوماس پهن برگان و سوزنی برگان که در سال ۲۰۰۴ توسط Hernandez و همکاران ارائه گردید مشاهده می‌گردد:

ابتدا سطح مقطع درخت با استفاده از رابطه شماره ۱ محاسبه و سپس با استفاده از معادله شماره ۲ حجم درخت محاسبه می‌شود و در نهایت بیوماس تنه درخت بر حسب کیلوگرم بر اساس رابطه شماره ۳ محاسبه می‌گردد.

$$A_b = \pi \times r^2 \quad (۱)$$

$$V = A_b \times H \times K_c \quad (۲)$$

$$\text{Biomass} = V \times WD \times ۱۰۰۰ \quad (۳)$$

که در این روابط  $\pi = ۳/۱۴$ ،  $r$  = شعاع درخت (متر)،  $A_b$  = سطح مقطع درخت (متر مربع)،  $K_c = ۰/۵۴$ ،  $H$  = ارتفاع درخت،  $V$  = حجم درخت (متر مکعب) و  $WD$  = چگالی می‌باشد.

حجم تاج گونه‌های سوزنی‌برگ با استفاده از فرمول شماره ۴ و حجم تاج گونه‌های پهن‌برگ با استفاده از فرمول شماره ۵ محاسبه می‌گردد:

$$V (m^3) = (\pi \times Db^2 \times Hc / ۱۲) \quad (۴)$$

ارتفاع تنه  $Hc = (L+W)/۲$ ،  $Db = ۱۴/۳$ ،  $V (m^3) = (\pi \times Db^2) / ۱۲$  (۵)

از آنجا که نمونه‌برداری کامل از ریشه درخت جهت محاسبه بیوماس، نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی می‌باشد، همچنین برای جلوگیری از تخریب، بیوماس ریشه درختان با استفاده از فرمول شماره ۶ محاسبه می‌شود:

$$BGB = \text{Volume AGB} \times ۰.۲ \quad (۶)$$

بیوماس زیرزمینی  $BGB = \text{بیوماس هوایی AGB}$  در اکثر تحقیقات انجام گرفته، معمولاً ۵۰ درصد از بیوماس محاسبه شده درختان به عنوان ذخیره کربن بیوماس در نظر گرفته می‌شود (Redondo-Brenes and Montagnini، ۲۰۰۶; Roy et al.، ۲۰۰۱; Malhi et al.، ۲۰۰۴; Dube et al.، ۲۰۰۹; Fitzimmons et al.، ۲۰۰۴). سپس ارقام محاسبه شده به تن در هکتار تبدیل می‌گردند.

– تعیین ذخیره کربن آلی خاک

برای تعیین درصد کربن آلی خاک، از روش والکی‌بلک (Nosetto و همکاران، ۲۰۰۶؛ زرین کفش، ۱۳۷۲) استفاده می‌شود. این روش بر مبنای اکسیداسیون کربن آلی به



جدول ۱- انتشار کربن از طریق مصرف سوخت فسیلی و تغییر کاربری اراضی (میلیون تن در سال) در سطح جهان (Richard و Stavins، ۲۰۰۵)

| سال                | ۱۸۵۰ | ۱۹۰۰ | ۱۹۵۰ | ۱۹۶۰ | ۱۹۷۰ | ۱۹۸۰ | ۱۹۹۰ | ۲۰۰۰ |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| مصرف سوخت فسیلی    | ۵۴   | ۵۳۴  | ۱۶۱۲ | ۲۵۳۵ | ۳۹۹۸ | ۵۱۷۷ | ۵۹۶۹ | ۶۳۸۵ |
| تغییر کاربری اراضی | ۵۰۳  | ۶۹۷  | ۹۳۵  | ۱۳۰۲ | ۱۵۳۷ | ۱۶۰۸ | ۲۱۵۸ | ۲۰۸۱ |

کمک بی کربنات پتاسیم ( $K_2Cr_2O_7$ ) در محیط کاملاً اسیدی ( $H_2SO_4$ ) انجام می‌گیرد. پس از اکسیداسیون کربن آلی به وسیله بی کربنات پتاسیم، باقیمانده بی کربنات پتاسیم در حضور معرف یدید پتاسیم (KI) بوسیله تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیترو می‌شود تا به رنگ آبی روشن درآید. روش انجام این آزمایش به این صورت می‌باشد که ۰/۵ تا ۲ گرم خاک خشک شده (بسته به میزان مواد آلی نمونه) به همراه ۱۶ CC اسید سولفوریک غلیظ و ۱۰ CC بی کرومات پتاسیم ۱ نرمال درون بالن ۱۲۰ ریخته و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده می‌شود. برای تعیین میزان بی کرومات باقیمانده از روش یدومترو استفاده می‌گردد. به این صورت که ۲۵ CC از محتویات بالن، که قبلاً با آب مقطر به حجم ۱۰۰ CC رسانده شده را به درون ارلن ۲۵۰ CC ریخته و سپس مقدار ۲ گرم یدید پتاسیم به آن اضافه می‌شود. آنگاه برای عیارسنجی مقدار ید رسوب شده، مخلوط حاصل، در حال تکان خوردن با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیترو می‌شود تا به رنگ آبی روشن درآید. مقدار تیوسولفات مصرفی برای نمونه‌ها و شاهد در هر مرحله آزمایش ثبت شد و آنگاه با استفاده از رابطه ۷، درصد کربن آلی خاک در نمونه‌ها مشخص می‌گردد:

$$\% OC = \frac{A - B}{S} \times 100 \quad (7)$$

OC = کربن آلی، A = مقدار تیوسولفات مصرفی برای شاهد بر حسب CC، B = مقدار تیوسولفات مصرفی برای نمونه بر حسب CC،

S = مقدار وزن نمونه بر حسب گرم. در نهایت با استفاده از رابطه ۸، میزان کربن آلی خاک بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین می‌گردد:

$$OC = \% OC \times Bd \times E \quad (8)$$

OC = کربن آلی ( $\% OC$ )،  $Bd =$  وزن مخصوص ظاهری خاک ( $gr/cm^3$ )،  $E =$  عمق نمونه برداری (cm).

**یافته‌ها**

تحقیقات نشان داده است که از سال ۱۷۵۰ تاکنون به دلیل احتراق سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی، غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفری که یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌رود، حدود ۳۱ درصد افزایش پیدا کرده است (Lal، ۲۰۰۴) (جدول ۱). راهکارهای تکنولوژیکی برای کاهش  $CO_2$  اتمسفری به توسعه سوخت‌های مفید از نظر انرژی و تلاش برای توسعه منابع انرژی غیرکربنی و انرژی‌های نو معطوف شده‌اند. ترکیبی از تمامی این فعالیت‌ها می‌تواند به کاهش تراکم  $CO_2$  اتمسفری و متعادل کردن فرایند گرم شدن زمین کمک کند (باده‌هیان و همکاران، ۱۳۸۵). نگرانی‌های ناشی از مقدار کربن منتشر شده به جو و اثرات آن بر اقلیم، انسان و محیط زیست روز به روز در حال

جدول ۲- ذخیره کربن در بیوم‌های مختلف جهان (Lal، ۲۰۰۵)

| بیوم               | سطح (میلیون هکتار) | تراکم کربن بیوماس (تن/هکتار) | تراکم کربن خاک (تن/هکتار) | ذخیره کربن پوشش گیاهی (میلیارد تن) | ذخیره کربن خاک (میلیارد تن) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| توندرا             | ۹۲۷                | ۹                            | ۱۰۵                       | ۸                                  | ۹۷                          |
| بوره‌آل/تایگا      | ۱۳۷۲               | ۶۴                           | ۳۴۳                       | ۸۸                                 | ۴۷۱                         |
| معتدله             | ۱۰۳۸               | ۵۷                           | ۹۶                        | ۵۹                                 | ۱۰۰                         |
| تروپیکال           | ۱۷۵۵               | ۱۲۱                          | ۱۲۳                       | ۲۱۲                                | ۲۱۶                         |
| تالابها (wetlands) | ۲۸۰                | ۲۰                           | ۷۲۳                       | ۶                                  | ۲۰۲                         |
| جمع کل             | ۵۶۷۲               | میانگین ۵۴                   | میانگین ۱۸۹               | ۳۷۳                                | ۱۰۸۶                        |

پوشش گیاهی، ذخیره کربن خاک و لاشبرگ و یا استفاده انسان از بیوماس بهره‌برداری شده دارد (IPCC, 2000). از طرفی خاک جنگل نیز با ذخیره حدود ۷۰۰ میلیارد تن، بزرگترین مخزن ذخیره کربن در اکوسیستم‌های جنگلی جهان می‌باشد (Gower و همکاران, ۱۹۹۷). بیوم‌های مختلف جهان پتانسیل متفاوتی برای ذخیره کربن در خاک دارند (جدول ۲). بخش بزرگی از کل ذخیره کربن آلی خاک در خاک‌های توندرا، نیمه توندرا و تایگا می‌باشد. همچنین مشخص شده است که جنگل‌های بوره‌آل حاوی مقدار زیادی کربن در خاک می‌باشند (Bonan و Vancleve, ۱۹۹۲; Rapalee و همکاران, ۱۹۹۸).

کربن آلی خاک در اثر فاکتورهای زیادی از جمله: کاهش مقدار بیوماس برگشتی به خاک، تغییر رژیم رطوبتی و حرارتی خاک از طریق تأثیر در نسبت تجزیه ماده آلی، تجزیه‌پذیری بالای بقایای محصولات به علت تفاوت در نسبت C/N و مقدار لیگنین، کاهش تراکم خاک، کاهش حفاظت فیزیکی از ماده آلی خاک و افزایش فرسایش خاک کاهش می‌یابد. از سویی دیگر جنگل‌زدایی‌های پیاپی نیز سبب کاهش چشمگیر ظرفیت ذخیره کربن آلی خاک (SOC) به میزان سالیانه ۲۱۲ میلیون تن کربن شده است (Fearnside, 2000; Mayaux و همکاران, 2005). جنگل کاری در زمین‌های مذکور سبب کاهش تخریب و

فرسایش خاک شده و ترسیب کربن خاک را افزایش می‌دهد (Ross و همکاران, 2002; Silver و همکاران, 2000). از طرف دیگر، عوامل مدیریتی نیز بر ذخیره کربن آلی خاک تأثیر می‌گذارند که تعدادی از آنها عبارتند از: بهره‌برداری و آماده‌سازی رویشگاه، زهکشی خاک، کاشت گونه‌های سازگار با قابلیت تولید اولیه خالص (NPP) و تولید بیوماس زیرزمینی بالا و کودهی (Hoover, 2003). همچنین بافت خاک، رطوبت، حرارت و مقدار لیگنین پوشش گیاهی (در خاک‌های بهره‌برداری نشده) و روش کشاورزی، نوع محصول، اضافه کردن کود و مواد آلی، آبیاری، سوزاندن کلس و ... (در خاک‌های بهره‌برداری شده)، از دیگر عوامل مؤثر بر مقدار کربن خاک می‌باشند (Parton و همکاران, ۱۹۸۷). مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده تغییرات کربن خاک منطقه جنگل کاری شده، نوع خاک و کاربرد قبلی آن می‌باشد که می‌توان سطوح کربن موجود را ارزیابی کرده و سطوح پایداری بلند مدت آن را پیش بینی کرد (Adger و همکاران, ۱۹۹۲).

با نگاهی به آمار تغییر سطوح جنگل‌های جهان (جدول ۳) می‌توان به سیر نزولی آن پی برد. اگرچه در تمام نقاط دنیا جنگلکاری‌هایی حتی در سطوح کلان انجام می‌گیرد اما با وجود روند تخریب و بهره‌برداری فعلی همچنان سطوح جنگل‌ها رو به کاهش است و فقط

در قسمت‌هایی از اروپا این روند به صورت جزئی مثبت می‌باشد. از طرفی بر اساس آمار موجود، مساحت کل جنگل‌های ایران (طبیعی و دست‌کاشت) حدود ۱۲/۴ میلیون هکتار برآورد شده است که قریب به یک میلیون هکتار آن را جنگل‌های دست‌کاشت تشکیل می‌دهد (خسروشاهی و قوامی, ۱۳۸۴). این میزان تنها ۷/۵ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود (Hosseini, 2003). با نگاهی به سیر آمار مساحت جنگل‌های شمال کشور، می‌توان دریافت که در طول ۳۰ سال گذشته حدود ۱۵۰۰۰۰۰ هکتار از این جنگل‌ها تخریب و تبدیل شده است (مشتاق کهنمویی, ۱۳۸۰). از این رو علاوه بر حفظ و حراست جنگل‌های موجود، فقط ایجاد جنگل‌های جدید در قالب جنگل‌کاری‌های وسیع می‌تواند کشور را در این تنگنا یاری دهد (مصدق, ۱۳۷۵). در واقع لزوم جنگل‌کاری در احیای جنگل‌های منخروبه از سال ۱۳۳۹ و توسعه چشمگیر آن در سال‌های اخیر (اسدالهی, ۱۳۷۰) منجر به سالیانه ۳۰ تا ۴۰ هزار هکتار عملیات جنگلکاری و احیا جنگل‌ها توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در مناطق و دانگ‌های تخریب یافته شمال کشور گردیده است (Tabari و Pourmajidian, 2001). با توجه به خصوصیات متفاوت گونه‌ها و تأثیرات متقابل درختان و اکوسیستم، گونه‌ها

جدول ۳- مساحت جنگل‌های جهان و تغییر سطح آنها (Lal, 2005)

| پوشش جنگلی            |                      | پوشش مانگرو       |           |         |                   |                       |
|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------|---------|-------------------|-----------------------|
| منطقه                 | مساحت (میلیون هکتار) | مساحت در سال ۲۰۰۱ | جنگل کاری | تغییرات | مساحت در سال ۲۰۰۱ | تغییر سالیانه (٪ سال) |
| آفریقا                | ۲۹۷۸/۴               | ۶۴۹/۹             | ۸         | -۰/۵۲۶  | ۳/۳۵              | -۰/۳                  |
| آسیا                  | ۳۰۸۴/۷               | ۵۴۷/۸             | ۱۱۵/۹     | -۰/۰۳۶  | ۵/۸۳              | -۱/۲                  |
| اروپا                 | ۲۲۶۰                 | ۱۰۳۹/۳            | ۳۲        | +۰/۸۸   | -                 | -                     |
| آمریکای شمالی و مرکزی | ۲۱۳۷                 | ۵۴۹/۳             | ۱۷/۵      | -۰/۵۷   | ۱/۹۷              | -۱/۴                  |
| اقیانوسیه             | ۸۴۹/۱                | ۱۹۷/۶             | ۲/۸       | -۰/۳۷   | ۱/۵۳              | -۱/۰                  |
| آمریکای جنوبی         | ۱۷۵۴/۷               | ۸۸۵/۶             | ۱۰/۵      | -۳/۷۱   | ۱/۹۷              | -۱/۰                  |
| جهان                  | ۱۳۰۶۳/۹              | ۳۸۶۹/۵            | ۱۸۶/۷     | -۹/۳۹   | ۱۴/۶۵             | -۱/۰                  |

جدول ۴- میزان ترسیب کربن سالانه به وسیله تیپ‌های درختی مختلف (Akbari, ۲۰۰۲)

| تیپ درخت                          | سن | قطر برابر سینه (cm) | ارتفاع (m) | میانگین کربن ترسیب شده (kg/year) |
|-----------------------------------|----|---------------------|------------|----------------------------------|
| Norway maple                      | ۳۰ | ۳۳                  | ۱۰/۱       | ۳/۲                              |
| Sugar maple                       | ۲۹ | ۲۹/۵                | ۱۱/۲       | ۲/۹                              |
| Hack berry                        | ۲۵ | ۲۷/۴                | ۱۰/۳       | ۲/۷                              |
| American and little-leaved linden | ۳۳ | ۴۱/۴                | ۱۱/۵       | ۵/۳                              |
| Black walnut                      | ۳۲ | ۳۱                  | ۱۱/۲       | ۳                                |
| Green ash                         | ۲۶ | ۳۰/۲                | ۱۱/۷       | ۳/۶                              |
| Robusta and Siouxland hybrid      | ۳۳ | ۵۲/۱                | ۲۰/۵       | ۱۴/۹                             |
| Kentucky coffee tree              | ۴۰ | ۳۱                  | ۹/۹        | ۱/۲                              |
| Red maple                         | ۲۴ | ۲۷/۴                | ۱۰/۲       | ۲/۸                              |
| White pine                        | ۳۴ | ۳۴/۵                | ۱۳/۶       | ۴/۲                              |
| Blackhills spruce                 | ۶۰ | ۳۷/۶                | ۱۵/۹       | ۳/۳                              |
| Blue spruce                       | ۶۰ | ۴۹/۳                | ۱۸/۹       | ۶/۷                              |

رویش، حاصلخیزی، بیوماس و ترسیب کربن جنگل کاری خالص و آمیخته را مقایسه کردند. نتایج ایشان نشان داد که جنگل کاری‌های مخلوط در مقایسه با جنگل کاری‌های خالص، حجم، سطح مقطع و در نتیجه ترسیب کربن بیشتری دارند. همچنین در سال ۲۰۰۶، Glenday به مطالعه میزان ترسیب کربن در جنگل‌های بارانی تروپیکال شرق آفریقا پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین تراکم کربن در جنگل طبیعی  $65 \pm 330$  تن در هکتار و بیشتر از جنگلکاری با گونه‌های پهن برگ (۷۷  $\pm 280$  تن در هکتار) و گونه‌های سوزنی برگ (۷۷  $\pm 250$  تن در هکتار) می‌باشد.

متأسفانه در ایران تا کنون مطالعات زیادی در زمینه برآورد مقدار ذخیره کربن در جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها صورت نگرفته است و نیاز به انجام اینگونه تحقیقات ضروری به نظر می‌رسد. بردبار و مرتضوی جهرمی (۱۳۸۵) به بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاری‌های *Eucalyptus camaldulensis* Dehn و *Acacia salicina* Lindl در مناطق غربی استان فارس پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد *E. camaldulensis* در رویشگاه نسبتاً حاصلخیز سالانه ۸/۷ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۱ تن در هکتار و *A. salicina* در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۵ تن در هکتار کربن ذخیره کرده است. در تحقیقی دیگر ورامش و همکاران (۱۳۸۹) به مطالعه ذخیره کربن خاک جنگلکاری‌های کاج تهران و اقلایا در مقایسه با اراضی بایر مجاور (شاهد) در پارک چیتگر تهران پرداختند. ایشان ذخیره کربن خاک در توده اقلایا را به طور معنی‌داری بالاتر از توده کاج تهران و قطعه شاهد برآورد نمودند. حق دوست و همکاران (۱۳۸۹) پس از بررسی ترسیب کربن در جنگلکاری‌های توسکا ییلاقی، افراپلت و زرین مجموع ترسیب کربن در دو بخش خاک و بیوماس در توده های مذکور را به ترتیب ۹۸/۲۷۸، ۷۷/۲۵۸ و ۱/۲۰۵ تن در هکتار گزارش کردند نتایج

زمانی ذخیره کربن شامل پوشش گیاهی، خاک و تولیدات چوبی برای *Quercus petraea* ۲۲۱ تن در هکتار و حدود ۱۷۵ تن در هکتار برای *Pinus nigra subsp. laricio* می‌باشد.

در مطالعه‌ای که Laclau (۲۰۰۳) در آرژانتین برای مقایسه میزان ترسیب کربن توده‌های جنگلی انجام داد به این نتیجه رسید که میزان ترسیب کربن در توده *Austracedrus chilensis* بیشتر از *Pinus ponderosa* می‌باشد. در پژوهشی دیگر Nosetto و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه اثرات کاشت گونه *Pinus ponderosa* در علفزارهای منطقه پاتاگونای آرژانتین مشاهده کردند که ذخیره کربن بیوماس سطح زمین از ۷/۸۴ تن در هکتار در علفزار به ۱۹/۵۸ تن در هکتار در توده جنگل کاری شده افزایش یافته بود. ذخیره کربن بیوماس زیرزمینی نیز از ۳۴/۴۸ تن در هکتار به ۴۸/۱۲ تن در هکتار افزایش یافته بود. با این وجود نتایج ایشان تفاوت معنی‌داری را بین ذخیره کربن خاک در علفزار و جنگل کاری نشان نداد.

در سال ۲۰۰۶ در منطقه کاربین کاستاریکا Redondo-Brenes و Montagnini

و تیپ‌های مختلف درختی توان ترسیب کربن متفاوتی دارند (جدول ۴). از این رو انتخاب گونه مناسب در جنگلکاری‌ها می‌تواند تأثیرات شگرفی بر میزان ذخیره کربن اکوسیستم داشته باشد. محققان متعددی از جمله *Akala* و Lal (۲۰۰۱) و Xiao-Wen و همکاران (۲۰۰۹)، به اهمیت جنگل کاری و انتخاب گونه‌های مناسب در افزایش ترسیب کربن تأکید کرده‌اند. Dong و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی که بر روی مقایسه ذخیره کربن در جنگلکاری با دو گونه *Cunninghamia lanceolata* و *Michelia macclurei* طی یک دوره ۲۲ ساله در جنوب چین انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ذخیره کربن بیوماس و خاک در *Macclurei M* به صورت معنی‌داری بیشتر از *C.lanceolata* است ولی تفاوت معنی‌داری بین ذخیره کربن در اشکوب زیرین دو توده وجود ندارد. نتایج این پژوهش نشان داد که گونه‌های پهن برگ دارای پتانسیل ترسیب کربن بالاتری نسبت به گونه‌های سوزنی برگ هستند. همچنین Vallet و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی جایگزینی گونه‌ها برای ذخیره کربن در فرانسه پرداختند. بر طبق نتایج این پژوهش میانگین

ایشان همچنین بیانگر بالاتر بودن ذخیره کربن اکوسیستم در توده طبیعی مجاور در مقایسه با جنگلکاری‌های مورد بحث بود.

### نتیجه گیری

مطالعات انجام گرفته در نقاط مختلف دنیا در سال‌های اخیر نشان دهنده اهمیت جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها در کاهش گازهای گلخانه‌ای و به دنبال آن کاهش مخاطرات ناشی از گرمایش زمین می‌باشند. جنگل‌ها علاوه بر حفظ آب و خاک، حفظ و افزایش تنوع زیستی و ژنتیکی، کنترل و دفع سیلاب‌ها، ارزش‌های زیبایی شناختی و تفریحی و بسیاری فواید اقتصادی و اجتماعی دیگر، از طریق ترسیب کربن در بافت‌ها و نسوج گیاهی و همچنین خاک، دی‌اکسید کربن اتمسفری که یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای و از دلایل اصلی گرمایش زمین به شمار می‌رود را کاهش می‌دهند.

روند سریع صنعتی شدن کشور همچنین تولید گسترده نفت و فرآورده‌های نفتی تأثیرات مستقیم و غیر مستقیمی بر روی روند تولید دی‌اکسید کربن و دیگر آلاینده‌ها در جو دارد. از طرفی سطح بسیار کم جنگل‌های تولیدی و تخریب نیافته در کشور و پیامدهای زیست محیطی، اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و... ناشی از تخریب بی‌رویه جنگل‌ها، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور را بر آن داشته که با اجرای طرح‌های جنگلکاری (با گونه‌های بومی و غیر بومی) در نقاط مختلف کشور در جهت رفع این معضلات گامی بردارد. باید توجه داشت که جنگلکاری‌های انجام گرفته در کشور بسته به شرایط و موقعیت اکولوژیکی-اقتصادی-اجتماعی هر منطقه اهداف خاصی را دنبال می‌کنند، با این حال تاکنون به نقش بالقوه این جنگلکاری‌ها در کاهش مخاطرات ناشی از گرمایش زمین (از طریق ترسیب کربن اتمسفری) توجه چندانی نشده است.

از آنجا که تمامی اکوسیستم‌های زمین دارای تأثیرات متقابل بر روی یکدیگر هستند، با ترسیب کربن در هر منطقه می‌توان شاهد تأثیر مستقیم آن بر اقلیم سایر نقاط و تعدیل آب و هوا بود. تا کنون مطالعات چندانی در

رابطه با توان ترسیب کربن گونه‌های درختی مختلف در کشور صورت نگرفته است در حالی که با شناسایی گونه‌های با توان ترسیب کربن بالاتر و کاشت آنها به صورت گسترده می‌توان علاوه بر بهره‌مندی از فواید اقتصادی-اجتماعی فراوان جنگل‌ها، گامی مؤثر در جهت تعدیل بحران تغییر اقلیم برداشت.

### منابع

- ۱- اسدالهی، ف (۱۳۷۰). جنگلکاری و نهالستان‌های جنگلی. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. دفتر جنگلکاری و پارک‌ها، ۵۵ صفحه.
- ۲- باده‌یان، ض؛ زاهدی امیری، ق؛ مروی مهاجر، م. ر (۱۳۸۵). بررسی ارتباط بین ذخیره کربن و pH در لایه‌های آلی و معدنی خاک در یک جنگل آمیخته راش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران.
- ۳- بردبار، س. ک، مرتضوی جهرمی، س. م. (۱۳۸۵). بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل کاریهای اکالیپتوس (*Eucalyptus camadulensis*) و آکاسیا (*Acacia salicina*) در مناطق غربی استان فارس. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۷۰، ۱۰۳-۹۵.
- ۴- حق دوست، ن، اکبری نیا، م، حسینی، س. م. (۱۳۸۹). برآورد مقدار ترسیب کربن توده‌های دست کاشت و طبیعی دخالت شده در منطقه چمستان، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۱۲۶ صفحه.
- ۵- خسروشاهی، م؛ قوامی، ش، (۱۳۸۴). هشدار. تهران: انتشارات پونه.
- ۶- زرین کفش، م (۱۳۷۲). خاکشناسی کاربردی ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه‌ای کمی خاک-آب-گیاه. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- عدل، ح. ر (۱۳۸۶). برآورد بیوماس برگ و شاخص سطح برگ دو گونه عمده در جنگل‌های یاسوج. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۴)، صفحه ۴۲۶-۴۱۷.
- ۸- مشتاق کهنمویی، م (۱۳۸۰). بررسی سیر آمار وسعت جنگل‌های شمال کشور و چالش‌های ناشی از آن، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعه پایدار، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. ۴۶۰-۴۴۷.
- ۹- مصدق، ا (۱۳۷۵). جنگل‌شناسی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۰- ورامش، س، حسینی، س. م؛ عبدی، ن، (۱۳۸۹). اثرهای جنگلکاری در افزایش ترسیب کربن

و بهبود برخی ویژگی‌های خاک. مجله جنگل ایران. سال دوم. شماره ۱. ۲۵-۳۵.

۱۱- ورامش، س؛ حسینی، س. م؛ عبدی، ن (۱۳۸۷). پتانسیل جنگل شهری در کاهش گازهای گلخانه‌ای و حفظ انرژی. ماهنامه تخصصی، آموزشی، پژوهشی و تحلیلی تازه‌های انرژی. سال اول، شماره اول، صفحه ۷۲-۷۰.

11- Akala, V.A., Lal, R. 2001. Soil organic carbon pools and sequestration rates in reclaimed mine soils in Ohio. J. Environ, Qual. 30: 2098-2104.

12- Akbari, H. 2002. Shade Trees Reduce Building Energy Use and CO<sub>2</sub> Emissions from Power Plants. Environmental Pollution. 119-126.

13- Broadmeadow, M., Matthews, R. 2003. Forest Carbon and climate change: the contribution Forestry Commission (Edinburgh). 156-167.

14- Brown, L.R., Flavin, C., French, H.F., Abramovitz, J., Bright, C., Dunn, S., Gardner, G., Mc Ginn, A., Mitchell, J., Renner, M., Roodman, D., Toxill, J., Starke, L. (Ed.). 1988. A World Watch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. State of the World, W.W. Norton & Co, New York. - Cannell, R. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and UK. Biomass and Bioenergy, 24, 97-116.

15- CDIAC. 2001. Carbon Dioxide Information Analysis Center. World-Wide Web: Available at: <http://cdiac.esd.ornl.gov>. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.

16- Dixon, R.K., Wisniewski, J. 1995. Global forest systems: an uncertain response to atmospheric pollutants and global climate change. Water Air Soil Pollute. 85: 101-110.

17- Dong, N., Silong, W., Zhiyun, O. 2009. Comparisons of carbon storages in *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* plantations



- in NW Patagonia. *Journal of Arid Environment*. 67: 142-156.
- 34- Redondo-Brenes, A., Montagnini, F. 2006. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*. 232 : 168-178.
- 35- Roy, J., Saugier, B., Money, H.A. 2001. *Terrestrial global productivity*. Academic, San Diego, CA.
- 36- Satoo, T., Madgwick, H.A.I. 1982. *Forest Biomass*. Forestry sciences Boston (M. Nijhoff/Dr.W. Junk Publishers). 152pp.
- 37- Stavins, R., Richards, K.R. 2005. The Cost of U.S. forest-based carbon sequestration. Prepared for the pew center on Global Climate change. 52pp.
- 38- Tabari, M., Pourmajidian, M.R. 2001. In Fluence of Thining on Atlas Cedar (*Cedrus atlantica menetti*) in the North of Iran. International meeting on Silviculture of Cork (*Quercus suber* L.) and Cedar (*Cedrus atlantica* Endl.) Rabat. Morocco. 27, 217- 224.
- 39- Thuille, A., Schulze, E.D. 2006. Carbon dynamics in successional and afforested spruce stands in Thuringia and the Alps. *Global Change Biology*. 12. 325-342.
- 40- UNDP. (2000). Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based management. program coordination. 1-7.
- 41- Vallet, P., Meredieu, C., Seynave, I., Belouard, T., Dhote, J. 2009. Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study. *Forest Ecology and Management*. 257: 1314-1323.
- species of dry deciduous forest in Shivpuri district, Madhya Pradesh. *Current Science*. 87: 5- 10.
- 27- Laclau, P., 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 180(1-3): 317-333.
- 28- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. 123: 1-22.
- 29- Lal, R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management*. 220: 242-258.
- 30- Losi, C J. Siccama, T G, Juan R C, Morales, E. 2003. Analysis of alternative Methodsfor Estimating carbon stock in young tropical plantations. *Forest Ecology And Management*. 184: 355-368.
- 31- Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Montoya, L.M.M., Moteagudo, A., Neill, D.A., Nunez Vargas, P., Patino, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Vasques Martinez, R., Terborgh, J., Vicenti, B., Lloyd, J., 2004. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Glob Change Biol*. 10:563-591.
- 32- Nelson, B.W., Mesquita, R., Periera, J.L.G., Aquino de Souza, S.G., Batista, G.T., Couto, L.B. 1999. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. *Forest Ecology And Management*. 117; 149-167.
- 33- Noretto, M.D., Jobbagy, E.G., paruelo, J.M. 2006. Carbon sequestration in semi-arid rangelands: comparison of *Pinus ponderosa* plantations and grazing exclusion during a 22-year period in southern China. *Journal of Environmental Sciences*. 21: 801-805.
- 18- Dube, F., Zagal, E., Stolpe, N., Espinosa, M. 2009. The influence of land-use change on the organic carbon distribution and microbial respiration in a volcanic soil of the Chilean Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 257 (8): 1695-1704.
- 19- Fitzsimmons, M.J., Pennock, D.J., Thorpe, J. 2004. Effects of deforestation on ecosystem carbon densities in central Saskatchewan, Canada. *Forest Ecology and Management*. 188: 349-361.
- 20- Glenday, J. 2006. Carbon storage and emissions offset potential in an East African tropical rainforest. *Forest Ecology and Management*. 235: 72-83.
- 21- Guo, L.B., Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, 8, 345-360.
- 22- Hernandez.R, koohafkan.p, Antoine .J. 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win. Scenarios of carbon sequestration through land-use change. 166 pp.
- 23- Hosseini, S.M. 2003. Incomparable Roles of Caspian Forests: Heritage of Humankind. *Forest Siences*, 3, 31-40.
- 24- Huang, C.H., Kronrad, G.D. 2001. The cost of sequestration carbon on private forest lands. *Forest Policy and Economics*. 2: 133-142.
- 25- Jenkins, J.C., chojnacky, D.C., Heath, I.S. & Birdsey, R.A. 2003. National-scale biomass estimators for United States tree species. *Forest Science*. 49: 12-35.
- 26- Kale, M., Singh, S., Roy, P. S. Deosthali, V., Ghole, V. S. 2004. Biomass equations of dominant



# ارزیابی کارآیی مدل‌های MPSIAC و EPM به منظور برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز سد شیرین‌دره استان خراسان شمالی

● علی اسدی - دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه آزاد واحد شهرستان ارسنجان استان فارس

● مهدی وفاخواه - استادیار دانشکده منابع طبیعی نور

● سعید محشم‌نیا - استادیار دانشگاه آزاد واحد شهرستان ارسنجان استان فارس

● کامبیز انصاری - معاون فنی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان شمالی

## چکیده

خاک به عنوان یک سامانه حیات‌بخش و تاثیرگذار به روی بقاء و تداوم فعالیت تمامی موجودات زنده و به ویژه انسان حائز اهمیت فراوان می‌باشد. این اهمیت به اندازه‌ای است که هرگاه بین خاک و میزان بهره‌برداری، عدم تعادلی بوجود آید و استفاده از اراضی بدون در نظر گرفتن استعداد بالقوه آن انجام گیرد موجبات فرسایش تشدید شونده و نابودی تدریجی بستر حیاتی انسان و به مخاطره افتادن حیات نسل‌های آینده را می‌شود. شکل‌گیری و تشدید فرسایش و تولید رسوب همواره متأثر از دو گروه عوامل ثابت و متغیر در زمین در یک آبخیز است. براساس شرایط مختلف حاکم در محیط ممکن است یک یا چند عامل مشارکت بیشتری داشته باشند. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده درباره عوامل موثر در رخداد فرسایش و تولید رسوب نشانگر این است که در اکثر آبخیزها نوع استفاده از اراضی در مقایسه با سایر عوامل نقش بیشتری را در رخداد و تشدید فرسایش و تولید رسوب دارد. در این پژوهش ابتدا با استفاده از مدل‌های EPM و MPSIAC مقدار فرسایش و رسوب ویژه در حوزه مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار GIS محاسبه سپس با استفاده از آمار مشاهده‌ای ایستگاه آب‌شناسی بربرقلعه حوزه مذکور بار رسوب حوزه محاسبه شد سپس صحت مدل‌ها در برآورد فرسایش و رسوب مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق رسوب برآوردی از طریق دو مدل EPM و MPSIAC و همچنین ایستگاه آب‌شناسی به ترتیب برابر است با ۷۷۹۱۵۲/۲۵، ۵۳۴۲۷۳/۹۹ و ۷۱۳۰۵۲ تن در سال می‌باشد. ارزیابی کارایی مدل‌ها نشان داد که در صد خطای دو مدل EPM و MPSIAC به ترتیب برابر است با ۰/۹۲۷ و ۰/۲۵۰۷ که این نتایج حاکی از برتری مدل EPM نسبت به مدل MPSIAC در برآورد رسوب تولیدی در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** فرسایش، رسوب، مدل EPM، مدل MPSIAC، حوزه آبخیز سد شیرین‌دره

## مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و برآورد نیازهای آنها، انسان را بر آن داشته تا با افزایش تولیدات از منابع موجود، بهترین راهکارهای بهینه افزایش تولید را کشف کند. این امر مستلزم مطالعات بیشتر و شناخت بهتر منابع موجود به ویژه منابع طبیعی می‌باشد. حوزه آبخیز به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر منابع طبیعی نقش مهمی در این رابطه به عهده دارد، به طوری که انسان می‌تواند با مطالعات بیشتر و دقیق‌تر در حوزه آبخیز، حداکثر سود را از آن کسب نموده و در عین حال کمترین خسارت را به آن وارد نماید. از جمله مطالعات ضروری هر حوزه آبخیز مطالعات پایه آن می‌باشد. به طوری که برای

موجود بیانگر این واقعیت است که از یک سو نمی‌توان با اطمینان از این مدل استفاده کرد و از سوی دیگر باید برای اختلاف فاحش به دست آمده دلایل منطقی وجود داشته باشد. بررسی دلایل نشان داد که منشاء اصلی در نارسایی و عدم کفایت جداول پایه و روش تعیین امتیاز هر یک از عوامل لحاظ شده در مدل است که نمی‌تواند پاسخگوی کلیه شرایط و وضعیت حاکم بر منطقه مورد مطالعه باشد. عجم‌نوروزی (۱۳۸۳) با استفاده از روش EPM و MPSIAC اقدام به برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز محمدآباد نمود. او نتایج به دست آمده را با آمار رسوب ایستگاه رسوب‌سنجی مورد مقایسه قرار داد و نتیجه گرفت که مدل

هر نوع پژوهش در مورد حوزه‌های آبخیز این مطالعات از ضروریات می‌باشد. پژوهش‌های زیادی در زمینه استفاده از مدل‌های EPM و مدل MPSIAC در مسائل مختلف مربوط به فرسایش و رسوب در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است که به عنوان نمونه به برخی از آنها اشاره می‌شود. داوودی و همکاران (۱۳۸۳)، با بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC در حوزه آبخیز نوریان، به این نتیجه رسیدند که میزان رسوب برآورد شده با استفاده از مدل ۴۸۹۳۷۲ تن در سال و میزان رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه رسوب‌سنجی معادل ۸۱۲۴۱۰ تن در سال است. بنابراین بیان داشتند که اختلاف

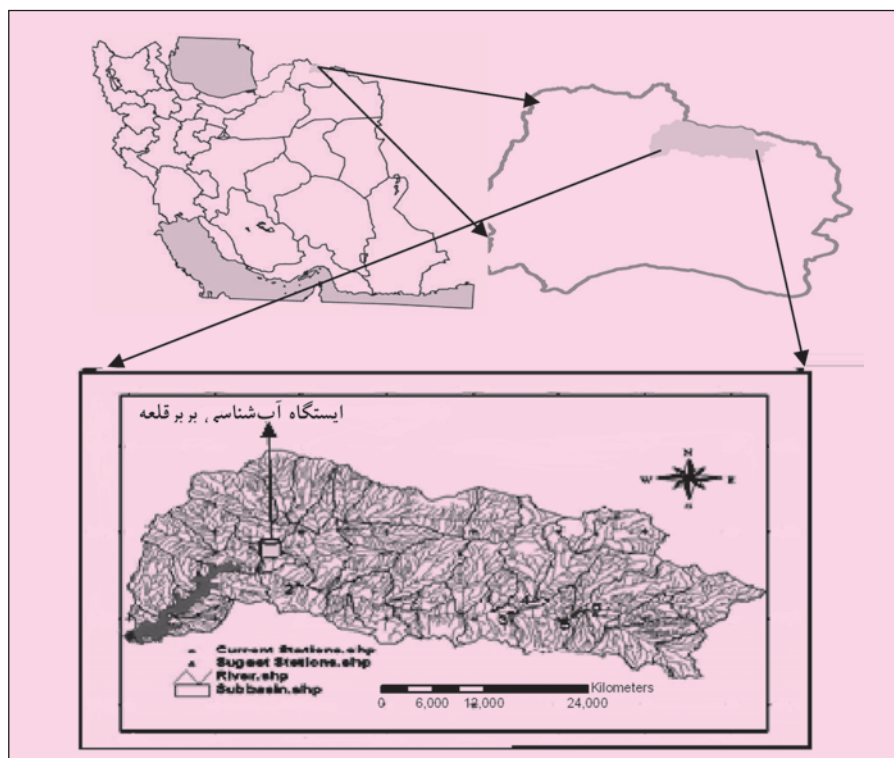
جدول (۱) مشخصات ایستگاه آب‌شناسی بربرقلعه (شرکت آب منطقه ای خراسان شمالی)

| نام ایستگاه | نوع ایستگاه | کد ایستگاه | موقعیت جغرافیایی |               | ارتفاع از سطح دریا (متر) | سال تاسیس |
|-------------|-------------|------------|------------------|---------------|--------------------------|-----------|
|             |             |            | عرض جغرافیایی    | طول جغرافیایی |                          |           |
| بربر قلعه   | آب‌شناسی    | ۱۱-۱۰۱     | ۳۷° - ۲۹'        | ۵۷° - ۲۶'     | ۱۰۱۰                     | ۱۳۴۶      |

به دست آمده نشان داد که می‌توان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی سه عامل سنگ- خاکشناسی، کاربری اراضی، فرسایش فعلی منطقه را در مدل EPM و پنج عامل فرسایش‌دهندگی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول شیب، شیب زمین، پوشش گیاهی و اقدامات حفاظتی را در مدل USLE با هم ترکیب و شدت فرسایش را در این مدل‌ها به دست آورد. راستگو و همکاران (۱۳۸۵) با برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت با مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS میزان رسوب سالانه را در روش MPSIAC و EPM به ترتیب ۳۰۷/۸ و ۵۱۲/۷ مترمکعب در کیلومترمربع محاسبه نمودند. کلاس فرسایشی مدل MPSIAC متوسط و کلاس فرسایشی مدل EPM شدید بود. نامبردگان بیان کردند که بر

MPSIAC انجام شد. نتایج نشان داد که در گستره هر واحد کاری سرشت سنگ از نظر مقاومت به فرسایش بارزترین عامل بوده و این موضوع در مورد کلیه رخساره‌ها صادق است. محمدیان شویلی و همکاران (۱۳۸۴)، مدل EPM را برای برآورد فرسایش و رسوب در سه حوزه آبخیز استان گیلان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که، مدل EPM در حوزه‌های آبخیز مرطوب با بارندگی کافی از دقت کافی برخوردار نیست. همچنین نتایج حاصله نشان داد که این مدل فقط شدت فرسایش در حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه را منطقی و تا حدودی منطبق بر واقعیت برآورد نموده است. زنجان‌جم و رسولی (۱۳۸۵) مقایسه‌ای را بین مدل‌های EPM و USLE در جهت پهنه‌بندی شدت فرسایش در محیط GIS انجام دادند. نتایج

EPM نسبت به مدل MPSIAC برتری دارد. شهبازی‌کیا و صادقی تالارپشتی (۱۳۸۴) با استفاده از مدل‌های EPM و MPSIAC میزان فرسایش و رسوب را در حوزه آبخیزی واقع در آذربایجان شرقی برآورد نمودند. سپس برای ارزیابی کاربرد مدل‌های مذکور مقدار کل رسوب رودخانه را با استفاده از آمار رسوب ثبت شده در ایستگاه آب‌شناسی محاسبه و مورد استفاده قرار دادند. با مقایسه مقادیر رسوب اندازه‌گیری شده و رسوب برآوردی از طریق دو مدل تجربی، نتیجه گرفتند که با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱ و ۰/۹۵ درصد اطمینان تفاوت میانگین مقادیر برآوردی مدل MPSIAC در حدود سه برابر نزدیک‌تر از مدل EPM به مقادیر رسوب مشاهده‌ای می‌باشد و نتیجه گرفتند که قدرت تخمین مدل MPSIAC در حوزه مورد مطالعه واقعی‌تر از مدل EPM نسبت به مقادیر مشاهده‌ای می‌باشد. داوری و همکاران (۱۳۸۴) در پژوهشی در حوزه آبخیز نوریان از مدل‌های MPSIAC، هیدروفیزیکی و EPM برای تخمین فرسایش و رسوب استفاده کردند. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که، مقدار رسوب برآورد شده با استفاده از مدل‌های EPM و MPSIAC نسبت به آمار رسوب به ترتیب ۱/۸ و ۰/۶ است، در حالی که رسوب برآورد شده توسط مدل هیدروفیزیکی با نسبت ۱/۰۶ در مقایسه با دو مدل دیگر از دقت بیشتری برخوردار است. فرجی و همکاران (۱۳۸۴) عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوب‌دهی در حوزه آبخیز بابااحمدی در استان خوزستان را با استفاده از دو مدل EPM و MPSIAC مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوب‌دهی حوزه آبخیز در هر واحد کاری با استفاده از روش‌های تجربی EPM و



شکل (۱) موقعیت حوزه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان شمالی

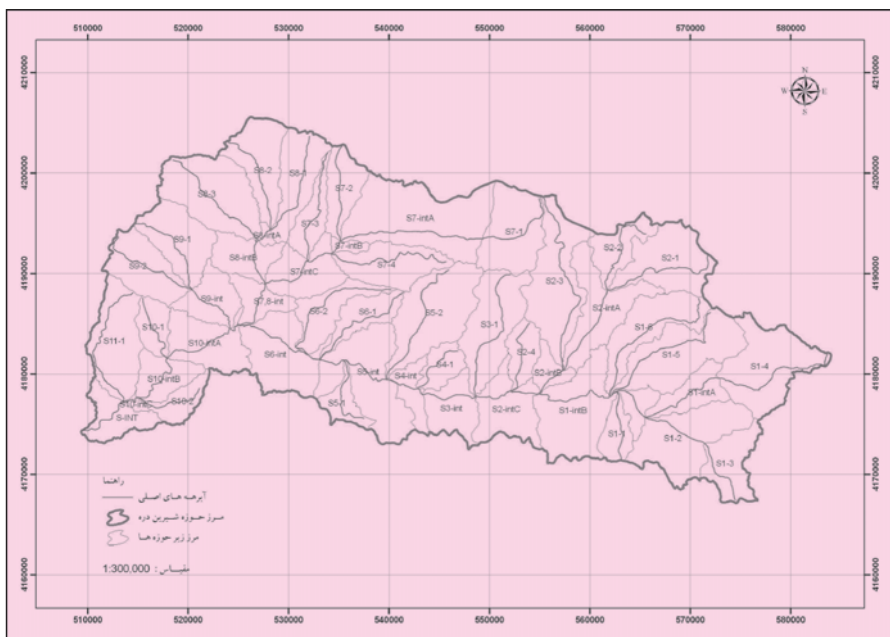


شکل (۲) نمایی از ایستگاه آب‌شناسی بربر قلعه در حوزه آبخیز مورد مطالعه

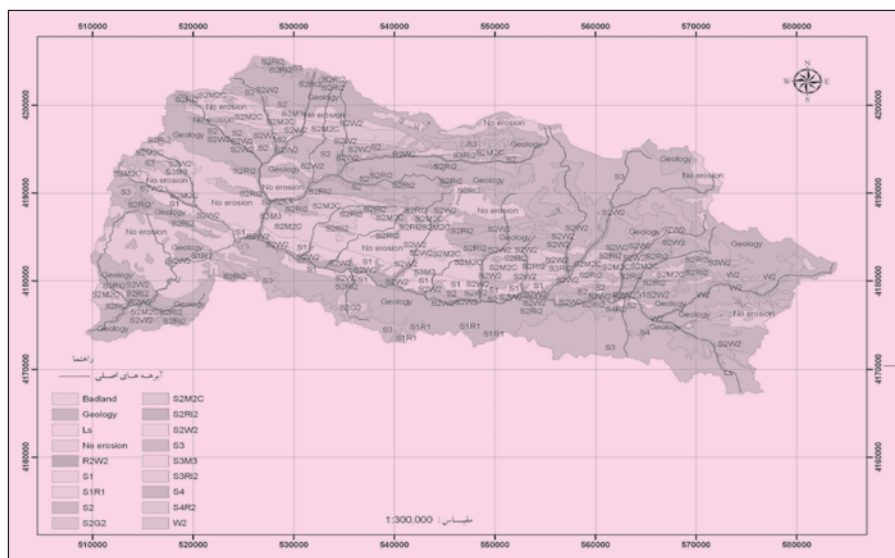
داد که نتایج حاصل از مدل MPSIAC در مقایسه با مدل EPM معتبرتر است. با توجه به سوابق و مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران ایرانی و خارجی در مورد این مدل‌ها می‌توان به این نکته اشاره کرد که اکثر این پژوهشگران از کارایی این مدل‌ها ابراز رضایت کرده‌اند، اما باید این واقعیت را پذیرفت با توجه به گسترش و توسعه مدل‌های رایانه‌ای اعم از مدل‌های فیزیکی، مدل‌های پراکنشی پیکسل‌ساز، نظیر مدل‌های

در جنوب غرب ایران از مدل‌های EPM و MPSIAC استفاده، و نتایج به دست آمده از هر دو مدل را با مقادیر مشاهده‌ای مقایسه کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که، مدل EPM در تعیین مناطق با فرسایش‌پذیری بالا به اندازه نتایج مدل MPSIAC معتبر نیست که بهتر است در مناطقی که اطلاعات کافی وجود ندارد نقشه‌بندی سریع فرسایش مدل EPM به کار رود. در ضمن مقایسه نتایج حاصل از دو مدل با مقادیر مشاهده‌ای نشان

اساس مشاهدات صحرایی و تجزیه و تحلیل صورت گرفته مدل MPSIAC نتایج بهتری را نسبت به EPM ارائه می‌کند. عسگری و جعفری (۱۳۸۷) در پژوهشی تحت عنوان برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد ایلام با مدل MPSIAC میانگین کل رسوب تولیدی حوزه را ۱۴/۹۸ تن در هکتار در سال محاسبه نمودند و منطقه در ۳ کلاس کم، متوسط و زیاد تفکیک گردید. در ایالت یوتای آمریکا (۲۰۰۲)، با استفاده از مدل تجربی EPM در محیط GIS، نقشه خطر فرسایش تهیه شد. ارزیابی کمی فرسایش منطقه به صورت نقشه، نشان داد که عامل پوشش زراعی، در تغییرات خطر فرسایش و طبقه‌بندی نقشه نهایی، بیشترین نقش را داشته است. مدل MPSIAC در سال ۱۹۹۴ توسط پژوهشگران آمریکایی در زیر کمیته مدیریت آب برای محاسبه شدت تولید رسوب در یکی از حوزه‌های مناطق خشک و نیمه خشک به نام والنت کالج استفاده شد که نتایج حاصله از مدل رضایتمندی پژوهشگران را به دنبال داشت. گاورلوپ و همکاران (۲۰۰۳) ۱ ظاهر داشتند روش EPM جدید به عنوان یک روش کامل برای بررسی مشکلات مهم مطرح در طرح‌های آبخیزداری شامل فرسایش و رسوب و سیل می‌باشد. همچنین بیان کردند که این مدل قادر به طبقه‌بندی کمی فرسایش و رسوب، محاسبه کمی رسوب‌دهی، طبقه‌بندی سیل، بهینه‌سازی اقدامات آبخیزداری می‌باشد. زوران و همکاران (۲۰۰۶) با انجام پژوهش‌ها و مطالعات مختلف مدل EPM را با اضافه کردن ضریب حفاظتی اراضی (a) اصلاح نموده و مدل EPM جدید را ارائه نمودند. آنها با استفاده از این مدل به بررسی و مقایسه وضعیت فرسایش حوزه‌های آبخیز در نقاط مختلف، قبل و بعد از کاربری پرداختند. آنها همچنین گراف‌هایی که به کمک آنها می‌توان حجم عملیات حفاظتی (بیولوژیکی- مکانیکی) مورد نیاز حوزه را پیش‌بینی نمود، ارائه دادند. تنگستانی (۲۰۰۶) برای نقشه‌بندی فرسایش و همچنین ارزیابی تولید رسوب



شکل (۳) موقعیت زیر حوزه‌های حوزه شیرین دره



شکل (۴) موقعیت رخساره‌های فرسایشی

جدول (۲) علامت اختصاری رخساره فرسایشی به همراه مساحت و مشخصات آنها

| تایپ فرسایش | مشخصات تایپ                                         | مساحت    |
|-------------|-----------------------------------------------------|----------|
| Badland     | بدلند و هزار دره                                    | ۴۸/۰۶    |
| E۰          | بدون فرسایش با پوشش مناسب                           | ۶۱۷۶۰/۵۰ |
| Ls          | فرسایش توده ای                                      | ۶۷/۹۵    |
| No erosion  | بدون فرسایش                                         | ۳۱۷۵۴/۰۳ |
| R۲W۲        | فرسایش شیاری به همراه آبراهه ای                     | ۶۲۵۶/۸۱  |
| S۱          | فرسایش سطحی کم                                      | ۴۸۷۶/۱۴  |
| S۱R۱        | فرسایش سطحی و شیاری کم                              | ۲۱۴/۱۵   |
| S۲          | فرسایش سطحی متوسط                                   | ۶۰۰۸/۰۸  |
| S۲G۲        | فرسایش سطحی و خندقی متوسط                           | ۴۶۶/۸۴   |
| S۲M۲C       | فرسایش سطحی و مکانیکی متوسط به همراه فرسایش انحلالی | ۱۰۶۰۵/۷۶ |
| S۲R۱۲       | فرسایش سطحی و شیاری متوسط                           | ۶۱۵۱/۱۳  |
| S۲W۲        | فرسایش سطحی و آبراهه ای متوسط                       | ۴۰۴۹/۱۵  |
| S۳          | فرسایش سطحی شدید                                    | ۲۷۷۳۰/۶۵ |
| S۳M۳        | فرسایش سطحی و مکانیکی شدید                          | ۴۵۹/۷۵   |
| S۳R۱۲       | فرسایش سطحی شدید و شیاری متوسط                      | ۳۱۵/۲۳   |
| S۴          | فرسایش سطحی خیلی شدید                               | ۴۷/۹۹    |
| S۴R۲        | فرسایش سطحی خیلی شدید به همراه شیاری متوسط          | ۵۶/۹۵    |
| W۲          | فرسایش آبراهه ای متوسط                              | ۳۳۶/۸۶   |

بربرقلعه موجود بر روی رودخانه شیرین دره در این پژوهش در جدول (۳-۱) قید شده است.

### مدل EPM

از آن جایی که اطلاعات دقیق و صحیح از فرسایش در کشور بسیار کم است، بین مقادیر

بربرقلعه موجود بر روی رودخانه شیرین دره همچنین موقعیت کلی حوزه و سد مورد مطالعه در ایران و در استان خراسان شمالی در شکل (۳-۴) آورده شده است. در ادامه مشخصات ایستگاه آب‌شناسی

WEPP و Wetspa می‌توان اظهار داشت که کم‌کم از کاربرد این مدل‌ها در مطالعات فرسایش و رسوب کاسته شده است. منتها با توجه به این که مدل‌های فوق، ورودی‌های متنوعی زیادی را جهت اجرا شدن لازم دارند گاهی اندازه‌گیری و دسترسی به آنها در حوزه آبخیز برای کاربر مشکل است. حتی خیلی از حوزه‌های آبخیز کشور ما فاقد چنین داده‌هایی است. بنابراین در اقدامات فوری و اضطراری در جهت مدیریت مسائل فرسایش و رسوب در حوزه‌های فاقد آمار در جهت اجرای مدل‌های پیشرفته مذکور می‌توان هنوز از این مدل‌ها استفاده کرد.

### مواد و روش‌ها

#### مشخصات عمومی منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز شیرین دره در استان خراسان شمالی یکی از زیر حوزه‌های رودخانه اترک می‌باشد و محدوده مطالعاتی بین ۵۳" و ۳۸' و ۳۷" تا ۰" و ۰' و ۳۸" عرض شمالی و ۲۲" و ۰۶' و ۵۷" تا ۱۴" و ۵۷' و ۵۷" طول شرقی جغرافیایی واقع است. آبخیز سد شیرین دره تا اندازه‌ای مستطیلی به طول ۷۵ کیلومتر، عرض ۳۷ کیلومتر و با مساحت برابر با ۱۶۱۲۱۴ هکتار در فاصله حدود ۶۰ کیلومتری شمال شهرستان بجنورد، در استان خراسان شمالی و در مجاورت مرز ایران با ترکمنستان قرار گرفته است. این حوزه از شمال به جمهوری ترکمنستان، از شرق به کوه‌الخاص و از جنوب به آبخیز رودخانه قورچای و از غرب به کوه‌های دوبرار و بابابلند و همچنین سد شیرین دره محدود می‌شود. از نظر تقسیمات سیاسی حدود ۵۰ درصد حوزه جز شهرستان بجنورد، ۴۰ درصد جز شهرستان شیروان و ۱۰ درصد متعلق به شهرستان مانه و سملقان می‌باشد. مرتفع‌ترین بلندی در مرز شرقی حوزه بر روی ارتفاعات میسگر و با ۲۶۸۷ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه در خروجی واقع در سمت جنوب غربی حوزه ۶۹۶ متر از سطح دریا است. ارتفاع متوسط وزنی حوزه ۱۴۸۲ متر از سطح دریا است. در شکل (۲-۳) و (۳-۳) نمایی از دو ایستگاه آب‌شناسی قتلش و



جدول (۳) کلاسهای رسوبدهی و فرسایش در مدل پسیاک اصلاح شده

| کلاس رسوبدهی و فرسایش | شدت رسوبدهی | تولید رسوب سالانه ( $m^3/km^2/yr$ ) | نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی |
|-----------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------------|
| V                     | خیلی زیاد   | $> 1450$                            | $> 100$                      |
| IV                    | زیاد        | $450-1450$                          | $75-100$                     |
| III                   | متوسط       | $250-450$                           | $50-75$                      |
| II                    | کم          | $95-250$                            | $25-50$                      |
| I                     | خیلی کم     | $< 95$                              | $0-25$                       |

۳-۱: جدول (۸) مقادیر برآوردی بارمعلق، بارکف و تخریب ویژه سالانه در محل ایستگاههای رسوبسنجی

| Turbidity mg/Lit | تخریب ویژه Ton/Km <sup>2</sup> /y | TOTAL Ton/Year | BED LOAD Ton/Year | SUSPENDED Ton/Year | نام ایستگاه | دوره بازگشت year |
|------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------|------------------|
| ۶۷۳۷۸            | ۱۸۵۰                              | ۲۵۰۰۹۵۴        | ۲۲۷۳۵۹            | ۲۲۷۳۵۹۵            | قتلیش       | ۲                |
| ۸۶۳۷             | ۴۶۲                               | ۷۱۳۰۵۲         | ۶۴۸۲۳             | ۶۴۸۲۲۹             | قلعه بربر   | ۲                |

ضریب شدت فرسایش در قالب طبقه‌بندی توصیفی رده‌های شدت فرسایش در دو رده شدید و متوسط به دست آمد.

### برآورد فرسایش با مدل MPSIAC

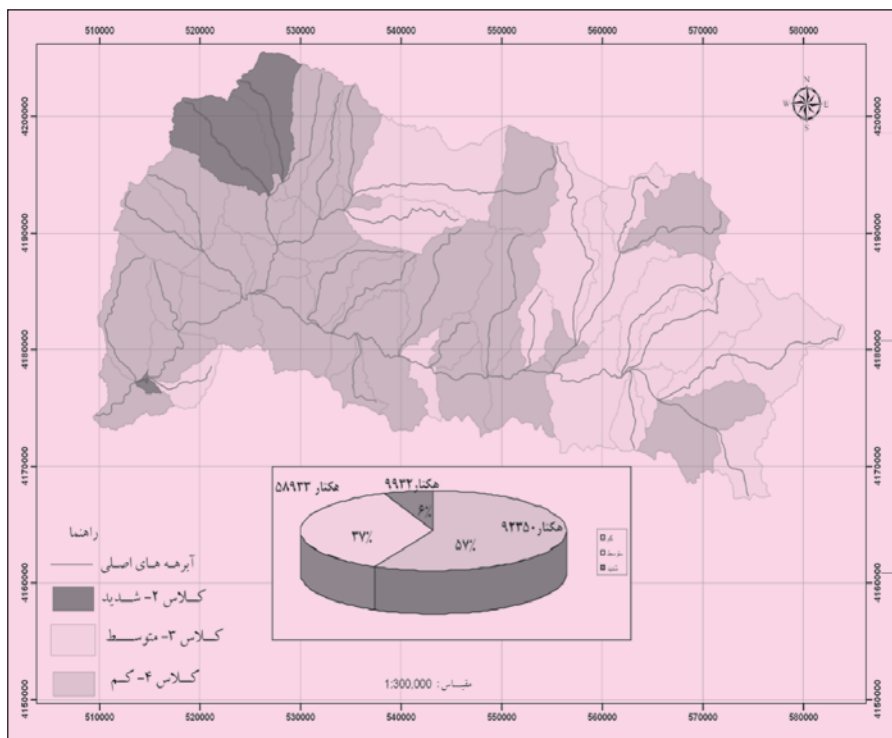
در مقایسه با سایر روش‌های تجربی موجود، بیشترین عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب را مدل MPSIAC در

نقشه واحدهای همگن زمین ریخت‌شناسی تهیه شد. سپس براساس جداول روش EPM در هر واحد کاری ضریب شدت فرسایش (Z) با استفاده از ۴ عامل خاک و سنگ، کاربری اراضی، وضعیت فرسایش و شیب متوسط، محاسبه شد و نقشه شدت فرسایش حوزه آبخیز سد شیرین‌دره بر اساس طبقه‌بندی مقادیر

اندازه‌گیری شده و برآوردها اختلاف زیادی مشاهده می‌شود. فقدان اندازه‌گیری دراز مدت فرسایش، مانع دستیابی به اعداد قابل اعتماد شده است. به همین دلیل استفاده از روش‌های تجربی در برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوزه‌های فاقد آمار اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. مدل‌های تجربی زیادی برای ارزیابی کمی فرسایش جهت برنامه‌ریزی و کنترل آن در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار ارائه گردیده است. مدل تجربی EPM در سال ۱۹۵۲ برای بررسی شدت فرسایش خاک در کشور یوگسلاوی در موسسه جارا سلوکونی مورد استفاده قرار گرفته و موجب ابداع یک روش طبقه‌بندی فرسایش به نام (M.Q.C.E) گردید. سپس روش محاسبه میزان فرسایش نیز به دست آمد. این روش برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین‌المللی رژیم رودخانه توسط گاوریلویچ ارائه شده و در ایران در سال ۱۳۷۰ در مطالعات آبخیزداری مورد استفاده قرار گرفته است.

### تهیه نقشه شدت فرسایش خاک

جهت تهیه نقشه شدت فرسایش خاک ابتدا با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، ابتدا نقشه اشکال فرسایش تهیه شد و سپس با قطع دادن آن و نقشه‌های حساسیت سنگ‌ها به فرسایش و شیب در محیط GIS



شکل (۵) کلاسهای فرسایش با استفاده از مدل MPSIAC



جدول (۴) مقادیر رسوبدهی واحدهای آب‌شناسی و کل حوزه (مدل MPSIAC)

| زیرحوزه  | مساحت (km <sup>۲</sup> ) | R      | رسوب ویژه                          |        | رسوب سالانه       |           |
|----------|--------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------------|-----------|
|          |                          |        | M <sup>۳</sup> /KM <sup>۲</sup> /Y | T/HA/Y | M <sup>۳</sup> /Y | T/Y       |
| S1-1     | ۱۴/۹۶                    | ۶۱/۸۰  | ۳۳۷/۱۱                             | ۵/۰۶   | ۵۰۴۳/۲۳           | ۷۵۶۴/۸۵   |
| S1-2     | ۵۶/۰۶                    | ۴۸/۸۰  | ۲۱۳/۸۹                             | ۳/۲۱   | ۱۱۹۹۰/۷۷          | ۱۷۹۸۶/۱۵  |
| S1-3     | ۲۸/۶۸                    | ۵۳/۷۰  | ۲۵۳/۹۰                             | ۳/۸۱   | ۷۲۸۱/۹۳           | ۱۰۹۲۲/۹۰  |
| S1-4     | ۵۹/۰۵                    | ۵۰/۹۰  | ۲۳۰/۲۰                             | ۳/۴۵   | ۱۳۵۹۳/۴۹          | ۲۰۳۹۰/۲۴  |
| S1-5     | ۵۷/۳۰                    | ۵۱/۷۰  | ۲۳۶/۷۴                             | ۳/۵۵   | ۱۳۵۶۵/۱۶          | ۲۰۳۴۷/۷۳  |
| S1-6     | ۴۲/۰۰                    | ۵۳/۷۰  | ۲۵۳/۹۰                             | ۳/۸۱   | ۱۰۶۶۳/۹۲          | ۱۵۹۹۵/۸۸  |
| S1-intA  | ۲۱/۹۴                    | ۵۱/۰۰  | ۲۳۱/۰۱                             | ۳/۴۷   | ۵۰۶۸/۳۶           | ۷۶۰۲/۵۴   |
| S1-intB  | ۶۹/۳۷                    | ۵۰/۶۰  | ۲۲۷/۸۰                             | ۳/۴۲   | ۱۵۸۰۲/۴۱          | ۲۳۷۰۳/۶۱  |
| S2-1     | ۴۶/۷۷                    | ۴۷/۷۰  | ۲۰۵/۸۱                             | ۳/۰۹   | ۹۶۲۵/۹۳           | ۱۴۴۳۸/۸۹  |
| S2-2     | ۲۲/۳۰                    | ۵۱/۲۰  | ۲۳۲/۶۳                             | ۳/۴۹   | ۵۱۸۷/۷۱           | ۷۷۸۱/۵۶   |
| S2-3     | ۶۰/۹۵                    | ۵۵/۲۰  | ۲۶۷/۵۹                             | ۴/۰۱   | ۱۶۳۰۹/۴۶          | ۲۴۴۶۴/۱۸  |
| S2-4     | ۱۷/۲۱                    | ۵۰/۷۰  | ۲۲۸/۶۰                             | ۳/۴۳   | ۳۹۳۴/۱۶           | ۵۹۰۱/۲۴   |
| S2-intA  | ۴۴/۵۷                    | ۶۰/۹۰  | ۳۲۶/۶۶                             | ۴/۹۰   | ۱۴۵۵۹/۳۲          | ۲۱۸۳۸/۹۸  |
| S2-intB  | ۱۰/۸۶                    | ۴۹/۷۰  | ۲۲۰/۷۴                             | ۳/۳۱   | ۲۳۹۷/۱۹           | ۳۵۹۵/۷۹   |
| S2-intC  | ۳۵/۹۸                    | ۴۷/۴۰  | ۲۰۳/۶۶                             | ۳/۰۵   | ۷۳۲۷/۸۵           | ۱۰۹۹۱/۷۸  |
| S3-1     | ۵۰/۷۵                    | ۴۸/۱۰  | ۲۰۸/۷۲                             | ۳/۱۳   | ۱۰۵۹۲/۳۱          | ۱۵۸۸۸/۴۷  |
| S3-int   | ۲۶/۵۸                    | ۴۶/۹۰  | ۲۰۰/۱۳                             | ۳/۰۰   | ۵۳۱۹/۵۱           | ۷۹۷۹/۲۶   |
| S4-1     | ۱۵/۲۴                    | ۴۴/۰۰  | ۱۸۰/۸۲                             | ۲/۷۱   | ۲۷۵۵/۶۶           | ۴۱۳۳/۴۸   |
| S4-int   | ۱۴/۵۳                    | ۵۰/۷۰  | ۲۲۸/۶۰                             | ۳/۴۳   | ۳۳۲۱/۵۲           | ۴۹۸۲/۲۸   |
| S5-1     | ۱۳/۶۴                    | ۴۶/۹۰  | ۲۰۰/۱۳                             | ۳/۰۰   | ۲۷۲۹/۸۰           | ۴۰۹۴/۷۰   |
| S5-2     | ۶۰/۳۳                    | ۳۸/۲۰  | ۱۴۷/۶۰                             | ۲/۲۱   | ۸۹۰۴/۷۳           | ۱۳۳۵۷/۰۹  |
| S5-int   | ۶۱/۰۶                    | ۴۴/۴۰  | ۱۸۳/۳۷                             | ۲/۷۵   | ۱۱۱۹۶/۳۴          | ۱۶۷۹۴/۵۲  |
| S6-1     | ۲۱/۵۱                    | ۳۷/۹۰  | ۱۴۶/۰۶                             | ۲/۱۹   | ۳۱۴۱/۷۲           | ۴۷۱۲/۵۹   |
| S6-2     | ۲۷/۵۳                    | ۳۹/۰۰  | ۱۵۱/۷۹                             | ۲/۲۸   | ۴۱۷۸/۸۱           | ۶۲۶۸/۲۱   |
| S6-int   | ۴۷/۶۶                    | ۴۳/۶۰  | ۱۷۸/۳۰                             | ۲/۶۷   | ۸۴۹۷/۹۶           | ۱۲۷۴۶/۹۳  |
| S7-1     | ۴۵/۵۹                    | ۴۵/۵۰  | ۱۹۰/۵۶                             | ۲/۸۶   | ۸۶۸۷/۷۶           | ۱۳۰۳۱/۶۳  |
| S7-2     | ۲۴/۶۵                    | ۴۳/۲۰  | ۱۷۵/۸۳                             | ۲/۶۴   | ۴۳۳۴/۰۹           | ۶۵۰۱/۱۳   |
| S7-3     | ۱۹/۳۲                    | ۴۵/۴۰  | ۱۸۹/۹۰                             | ۲/۸۵   | ۳۶۶۸/۸۱           | ۵۵۰۳/۲۲   |
| S7-4     | ۳۶/۴۰                    | ۷۲/۸۰  | ۴۹۵/۴۱                             | ۷/۴۳   | ۱۸۰۲۲/۸۷          | ۲۷۰۴۹/۳۰  |
| S7-intA  | ۸۴/۸۴                    | ۵۰/۶۰  | ۲۲۷/۸۰                             | ۳/۴۲   | ۱۹۳۲۶/۴۶          | ۲۸۹۸۹/۶۹  |
| S7-intB  | ۴/۱۲                     | ۴۵/۹۰  | ۱۹۳/۲۵                             | ۲/۹۰   | ۷۹۶/۱۹            | ۱۱۹۴/۲۸   |
| S7-intC  | ۳۱/۸۹                    | ۴۴/۷۰  | ۱۸۵/۳۰                             | ۲/۷۸   | ۵۹۰۹/۲۷           | ۸۸۶۳/۹۰   |
| S8-1     | ۳۵/۴۶                    | ۴۲/۹۰  | ۱۷۳/۹۹                             | ۲/۶۱   | ۶۱۶۹/۶۴           | ۹۲۵۴/۴۷   |
| S8-2     | ۳۷/۸۷                    | ۸۷/۳۰  | ۸۲۲/۹۰                             | ۱۲/۳۴  | ۳۱۱۶۳/۰۸          | ۴۶۷۴۴/۶۱  |
| S8-3     | ۵۹/۱۴                    | ۹۰/۲۰  | ۹۱۰/۸۰                             | ۱۳/۶۶  | ۵۳۸۶۴/۵۰          | ۸۰۷۹۶/۷۵  |
| S8-intA  | ۲/۶۲                     | ۳۹/۹۰  | ۱۵۶/۶۵                             | ۲/۳۵   | ۴۱۰/۴۲            | ۶۱۵/۶۳    |
| S8-intB  | ۲۳/۴۸                    | ۳۶/۷۰  | ۱۴۰/۰۵                             | ۲/۱۰   | ۳۲۸۸/۴۲           | ۴۹۳۲/۶۳   |
| S7,8-int | ۱۷/۲۶                    | ۴۵/۷۰  | ۱۹۱/۹۰                             | ۲/۸۸   | ۳۳۱۲/۲۲           | ۴۹۶۸/۳۲   |
| S9-1     | ۳۹/۰۷                    | ۳۴/۷۰  | ۱۳۰/۵۸                             | ۱/۹۶   | ۵۱۰۱/۹۴           | ۷۶۵۲/۹۱   |
| S9-2     | ۳۶/۲۱                    | ۴۶/۷۰  | ۱۹۸/۷۴                             | ۲/۹۸   | ۷۱۹۶/۲۳           | ۱۰۷۹۴/۳۵  |
| S9-int   | ۲۵/۰۰                    | ۳۶/۸۰  | ۱۴۰/۵۴                             | ۲/۱۱   | ۳۵۱۳/۵۷           | ۵۲۷۰/۳۶   |
| S10-1    | ۱۵/۹۲                    | ۳۵/۵۰  | ۱۳۴/۲۹                             | ۲/۰۱   | ۲۱۳۷/۹۳           | ۳۲۰۶/۹۰   |
| S10-2    | ۱۵/۲۳                    | ۵۰/۲۰  | ۲۲۴/۶۳                             | ۳/۳۷   | ۳۴۲۱/۱۵           | ۵۱۳۱/۷۲   |
| S10-intA | ۳۶/۵۷                    | ۳۵/۳۰  | ۱۳۳/۳۶                             | ۲/۰۰   | ۴۸۷۶/۸۱           | ۷۳۱۵/۲۲   |
| S10-intB | ۲۲/۲۳                    | ۳۶/۴۰  | ۱۳۸/۵۹                             | ۲/۰۸   | ۳۰۸۰/۸۴           | ۴۶۲۱/۲۶   |
| S10-intC | ۲/۳۱                     | ۱۰۵/۰۰ | ۱۵۲۸/۸۴                            | ۲۲/۹۳  | ۳۵۳۱/۶۲           | ۵۲۹۷/۴۴   |
| S11-1    | ۴۷/۱۳                    | ۳۷/۴۰  | ۱۴۳/۵۳                             | ۲/۱۵   | ۶۷۶۴/۳۵           | ۱۰۱۴۶/۵۲  |
| S-INT    | ۲۳/۰۱                    | ۴۰/۶۰  | ۱۶۰/۵۳                             | ۲/۴۱   | ۳۶۹۳/۸۶           | ۵۵۴۰/۸۰   |
| کل حوزه  | ۱۶۱۲/۱۵                  | ۴۹/۷۳  | ۲۲۰/۹۴                             | ۳/۳۱   | ۳۵۶۱۸۲/۶۶         | ۵۳۴۲۷۳/۹۹ |

جدول (۵) مقادیر فرسایش واحدهای آب‌شناسی و کل حوزه (مدل MPSIAC)

| زیرحوزه | مساحت (km <sup>۲</sup> ) | ضریب رسوب | فرسایش ویژه                        |        | فرسایش سالانه     |           |
|---------|--------------------------|-----------|------------------------------------|--------|-------------------|-----------|
|         |                          | SDR       | M <sup>۳</sup> /KM <sup>۲</sup> /Y | T/HA/Y | M <sup>۳</sup> /Y | T/Y       |
| S1-1    | ۱۴/۹۶                    | ۳۱.۸۲     | ۱۰۵۹/۴۴                            | ۱۵/۸۹  | ۱۵۸۴۹/۲۵          | ۲۳۷۷۳/۸۸  |
| S1-2    | ۵۶/۰۶                    | ۳۴.۵۶     | ۶۱۸/۹۰                             | ۹/۲۸   | ۳۴۶۹۵/۵۱          | ۵۲۰۴۳/۲۶  |
| S1-3    | ۲۸/۶۸                    | ۳۸.۰۱     | ۶۶۷/۹۹                             | ۱۰/۰۲  | ۱۹۱۵۷/۹۵          | ۲۸۷۳۶/۹۲  |
| S1-4    | ۵۹/۰۵                    | ۳۴.۳۱     | ۶۷۰/۹۵                             | ۱۰/۰۶  | ۳۹۶۱۹/۶۳          | ۵۹۴۲۹/۴۴  |
| S1-5    | ۵۷/۳۰                    | ۳۴.۴۵     | ۶۸۷/۲۰                             | ۱۰/۳۱  | ۳۹۳۷۶/۳۶          | ۵۹۰۶۴/۵۴  |
| S1-6    | ۴۲/۰۰                    | ۳۶.۰۱     | ۷۰۵/۰۹                             | ۱۰/۵۸  | ۲۹۶۱۳/۷۸          | ۴۴۴۲۰/۶۷  |
| S1-intA | ۲۱/۹۴                    | ۳۹.۴۸     | ۵۸۵/۱۳                             | ۸/۷۸   | ۱۲۸۳۷/۸۰          | ۱۹۲۵۶/۷۰  |
| S1-intB | ۶۹/۳۷                    | ۳۳.۵۳     | ۶۷۹/۳۹                             | ۱۰/۱۹  | ۴۷۱۲۹/۱۶          | ۷۰۶۹۳/۷۴  |
| S2-1    | ۴۶/۷۷                    | ۳۵.۴۶     | ۵۸۰/۴۱                             | ۸/۷۱   | ۲۷۱۴۵/۸۸          | ۴۰۷۱۸/۸۲  |
| S2-2    | ۲۲/۳۰                    | ۳۹.۳۹     | ۵۹۰/۵۹                             | ۸/۸۶   | ۱۳۱۷۰/۱۲          | ۱۹۷۵۵/۱۸  |
| S2-3    | ۶۰/۹۵                    | ۳۴.۱۵     | ۷۸۳/۵۷                             | ۱۱/۷۵  | ۴۷۷۵۸/۲۹          | ۷۱۶۳۷/۴۳  |
| S2-4    | ۱۷/۲۱                    | ۴۰.۸۷     | ۵۵۹/۳۳                             | ۸/۳۹   | ۹۶۲۶/۰۴           | ۱۴۴۳۹/۰۶  |
| S2-intA | ۴۴/۵۷                    | ۳۵.۷۰     | ۹۱۵/۰۲                             | ۱۳/۷۳  | ۴۰۷۸۲/۴۱          | ۶۱۱۷۳/۶۲  |
| S2-intB | ۱۰/۸۶                    | ۴۳.۶۳     | ۵۰۵/۹۳                             | ۷/۵۹   | ۵۴۹۹/۳۶           | ۸۲۴۱/۵۴   |
| S2-intC | ۳۵/۹۸                    | ۳۶.۸۱     | ۵۵۳/۲۹                             | ۸/۳۰   | ۱۹۹۰۷/۲۴          | ۲۹۸۶۰/۸۶  |
| S3-1    | ۵۰/۷۵                    | ۳۵.۰۵     | ۵۹۵/۴۸                             | ۸/۹۳   | ۳۰۲۲۰/۵۸          | ۴۵۳۳۰/۸۷  |
| S3-int  | ۲۶/۵۸                    | ۳۸.۴۲     | ۵۲۰/۹۱                             | ۷/۸۱   | ۱۳۸۴۵/۶۷          | ۲۰۷۶۸/۵۰  |
| S4-1    | ۱۵/۲۴                    | ۴۱.۵۸     | ۴۳۴/۸۷                             | ۶/۵۲   | ۶۶۲۷/۳۶           | ۹۹۴۱/۰۴   |
| S4-int  | ۱۴/۵۳                    | ۴۱.۸۶     | ۵۴۶/۱۰                             | ۸/۱۹   | ۷۹۳۴/۸۳           | ۱۱۹۰۲/۲۵  |
| S5-1    | ۱۳/۶۴                    | ۴۲.۲۴     | ۴۷۳/۸۰                             | ۷/۱۱   | ۶۴۶۲/۵۹           | ۹۶۹۳/۸۹   |
| S5-2    | ۶۰/۳۳                    | ۳۴.۲۰     | ۴۳۱/۵۸                             | ۶/۴۷   | ۲۶۰۳۷/۲۲          | ۳۹۰۵۵/۸۲  |
| S5-int  | ۶۱/۰۶                    | ۳۴.۱۴     | ۵۳۷/۱۰                             | ۸/۰۶   | ۳۲۷۹۵/۳۸          | ۴۹۱۹۳/۰۸  |
| S6-1    | ۲۱/۵۱                    | ۳۹.۵۹     | ۳۶۸/۹۳                             | ۵/۵۳   | ۷۹۳۵/۶۵           | ۱۱۹۰۳/۴۸  |
| S6-2    | ۲۷/۵۳                    | ۳۸.۲۳     | ۳۹۷/۰۵                             | ۵/۹۶   | ۱۰۹۳۰/۷۱          | ۱۶۳۹۶/۰۶  |
| S6-int  | ۴۷/۶۶                    | ۳۵.۳۷     | ۵۰۴/۱۱                             | ۷/۵۶   | ۲۴۰۲۵/۸۹          | ۳۶۰۳۸/۸۳  |
| S7-1    | ۴۵/۵۹                    | ۳۸.۸۴     | ۴۹۰/۶۴                             | ۷/۳۶   | ۲۲۳۶۸/۰۷          | ۳۳۵۵۲/۱۰  |
| S7-2    | ۲۴/۶۵                    | ۴۰.۲۰     | ۴۳۷/۳۸                             | ۶/۵۶   | ۱۰۷۸۱/۳۲          | ۱۶۱۷۱/۹۸  |
| S7-3    | ۱۹/۳۲                    | ۳۶.۷۴     | ۵۱۶/۸۷                             | ۷/۷۵   | ۹۹۸۵/۸۸           | ۱۴۹۷۸/۸۱  |
| S7-4    | ۳۶/۴۰                    | ۳۲.۵۹     | ۱۵۲۰/۱۲                            | ۲۲/۸۰  | ۵۵۳۳۲/۵۲          | ۸۲۹۹۸/۷۸  |
| S7-intA | ۸۴/۸۴                    | ۵۰.۰۵     | ۴۵۵/۱۴                             | ۶/۸۳   | ۳۸۶۱۴/۳۰          | ۵۷۹۲۱/۴۵  |
| S7-intB | ۴/۱۲                     | ۳۷.۴۴     | ۵۱۶/۱۶                             | ۷/۷۴   | ۲۱۲۶/۵۷           | ۳۱۸۹/۸۵   |
| S7-intC | ۳۱/۸۹                    | ۳۶.۸۸     | ۵۰۲/۴۴                             | ۷/۵۴   | ۱۶۰۲۲/۹۶          | ۲۴۰۳۴/۴۴  |
| S8-1    | ۳۵/۴۶                    | ۳۶.۵۴     | ۴۷۶/۱۶                             | ۷/۱۴   | ۱۶۸۸۴/۶۳          | ۲۵۳۲۶/۹۴  |
| S8-2    | ۳۷/۸۷                    | ۳۴.۳۰     | ۲۳۹۹/۱۱                            | ۳۵/۹۹  | ۹۰۸۵۴/۴۵          | ۱۳۶۲۸۱/۶۷ |
| S8-3    | ۵۹/۱۴                    | ۵۳.۳۹     | ۱۷۰۵/۹۳                            | ۲۵/۵۹  | ۱۰۰۸۸۸/۷۵         | ۱۵۱۳۳۳/۱۲ |
| S8-intA | ۲/۶۲                     | ۳۹.۱۱     | ۴۰۰/۵۳                             | ۶/۰۱   | ۱۰۴۹/۳۹           | ۱۵۷۴/۰۹   |

ادامه جدول (۵) مقادیر فرسایش واحدهای آب‌شناسی و کل حوزه (مدل MPSIAC)

|          |         |       |         |       |          |            |
|----------|---------|-------|---------|-------|----------|------------|
| S۸-intB  | ۲۳/۴۸   | ۴۰.۸۵ | ۳۴۲/۸۴  | ۵/۱۴  | ۸۰۴۹/۹۹  | ۱۲۰۷۴/۹۸   |
| S۷,۸-int | ۱۷/۲۶   | ۳۵.۵۹ | ۵۳۹/۲۰  | ۸/۰۹  | ۹۳۰۶/۵۹  | ۱۳۹۵۹/۸۹   |
| S۹-۱     | ۳۹/۰۷   | ۳۶.۳۸ | ۳۵۸/۹۵  | ۵/۳۸  | ۱۴۰۲۴/۰۲ | ۲۱۰۳۶/۰۳   |
| S۹-۲     | ۳۶/۲۱   | ۳۶.۷۷ | ۵۴۰/۴۸  | ۸/۱۱  | ۱۹۵۷۰/۹۳ | ۲۹۳۵۶/۳۹   |
| S۹-int   | ۲۵/۰۰   | ۳۸.۷۶ | ۳۶۲/۶۰  | ۵/۴۴  | ۹۰۶۴/۹۵  | ۱۳۵۹۷/۴۲   |
| S۱۰-۱    | ۱۵/۹۲   | ۴۱.۳۲ | ۳۲۵/۰۱  | ۴/۸۸  | ۵۱۷۴/۰۸  | ۷۷۶۱/۱۳    |
| S۱۰-۲    | ۱۵/۲۳   | ۴۱.۵۸ | ۵۴۰/۲۴  | ۸/۱۰  | ۸۲۲۷/۸۷  | ۱۲۳۴۱/۸۱   |
| S۱۰-intA | ۳۶/۵۷   | ۳۶.۷۲ | ۳۶۳/۱۷  | ۵/۴۵  | ۱۳۲۸۱/۰۸ | ۱۹۹۲۱/۶۲   |
| S۱۰-intB | ۲۲/۲۳   | ۳۹.۴۱ | ۳۵۱/۶۶  | ۵/۲۷  | ۷۸۱۷/۴۱  | ۱۱۷۲۶/۱۱   |
| S۱۰-intC | ۲/۳۱    | ۵۴.۳۴ | ۲۸۱۳/۴۷ | ۴۲/۲۰ | ۶۴۹۹/۱۲  | ۹۷۴۸/۶۹    |
| S۱۱-۱    | ۴۷/۱۳   | ۳۵.۴۲ | ۴۰۵/۲۱  | ۶/۰۸  | ۱۹۰۹۷/۵۳ | ۲۸۶۴۶/۳۰   |
| S-INT    | ۲۳/۰۱   | ۳۹.۲۲ | ۴۰۹/۳۱  | ۶/۱۴  | ۹۴۱۸/۳۲  | ۱۴۱۲۷/۴۸   |
| کل حوزه  | ۱۶۱۲/۱۵ | ۳۷/۷۵ | ۵۸۵/۱۹  | ۸/۷۸  | ۹۴۳۴۰/۱۹ | ۱۴۱۵۱۱۳/۷۸ |

SE به ترتیب عبارتند از رسوب مشاهده‌ای و لیتر QW بر حسب مترمکعب بر ثانیه است

$$SDR = \frac{\text{تولید رسوب}}{\text{فرسایش}}$$

معادله (۳) رابطه SDR

معادله (۴) تعیین مقدار رسوب

$$Q_s = 20.483 Q_w^{0.8978}$$

که در آن  $Q_s$  دبی رسوب بر حسب تن در روز، C بار معلق بر حسب میلی گرم در

$$RE = \frac{|SO - SE|}{SO} \times 100$$

معادله (۲) تعیین بار معلق

$$Q = C \times Q_w \times 0.0864$$

که در آن  $Q_w$  دبی رسوب بر حسب تن در روز، C بار معلق بر حسب میلی گرم در

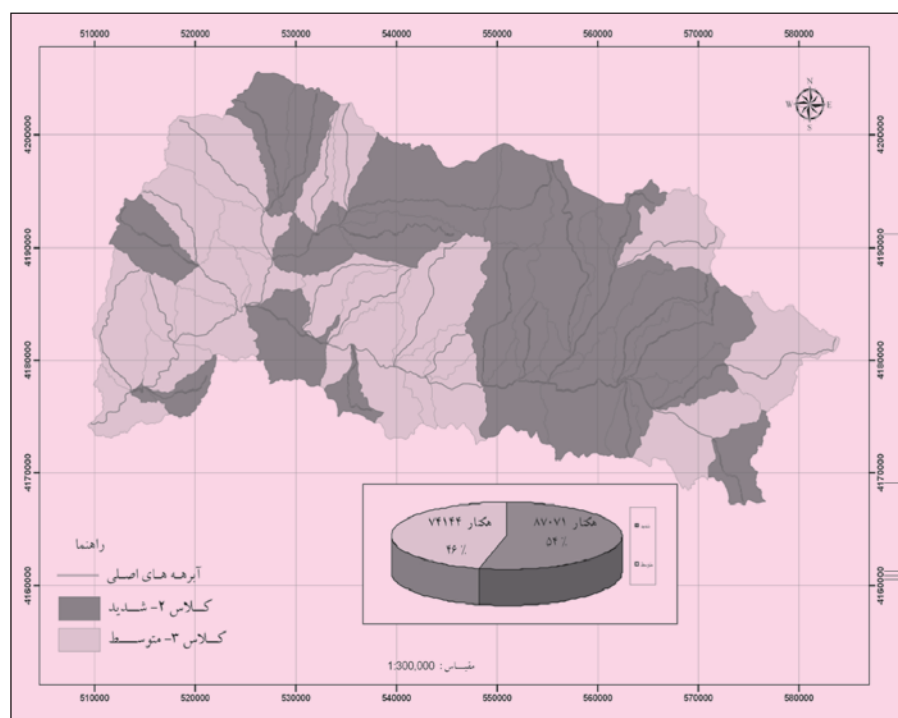
نظر گرفته است، بنابراین بهتر از روش‌های دیگر می‌باشد. در این روش ۹ عامل مهم و موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب شامل: عامل زمین‌شناسی، خاک، اقلیم، رواناب، پستی و بلندی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، فرسایش فعلی حوزه و فرسایش خندقی در حوزه آبخیز ارزیابی می‌گردند. در این روش بسته به شدت و ضعف هر عامل، عددی به آن اختصاص داده می‌شود. سرانجام با در نظر گرفتن مجموع اعداد به دست آمده برای عوامل مختلف، میزان رسوب‌دهی حوزه برآورد می‌گردد و هر یک از عوامل ۹ گانه فرسایش خاک و تولید رسوب نیز در قالب زیرحوزه‌ها محاسبه می‌شوند.

### نتایج برآورد مقدار تولید رسوب حوزه با استفاده از آمار رسوب مشاهده شده

جهت تعیین مقدار رسوب حوزه سد شیرین دره براساس آمار رسوب مشاهده شده، از روش منحنی سنج رسوب استفاده شد. همچنین مقادیر رسوب ویژه و رسوب کل حوزه در جدول ۴، ۸ ارائه شده است.

در ادامه پس از برآورد رسوب توسط مدل‌ها به منظور ارزیابی کارایی مدل‌ها از رابطه زیر استفاده گردید معادله (۱)

که در آن RE خطای نسبی مدل، SO و



شکل (۵) کلاسهای فرسایش با استفاده از مدل EPM

جدول (۶) مقادیر رسوبدهی واحدهای آب‌شناسی و کل حوزه (مدل EPM)

| زیرحوزه  | ضریب رسوبدهی<br>RU | Gsp رسوب ویژه                       |         | Gs رسوب سالانه     |          |
|----------|--------------------|-------------------------------------|---------|--------------------|----------|
|          |                    | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /ye | t/he/ye | m <sup>3</sup> /ye | t/ye     |
| S1-1     | ۰/۵۰               | ۴۰۰/۶۰                              | ۶/۰۱    | ۵۹۹۲/۹۲            | ۸۹۸۹/۳۸  |
| S1-2     | ۰/۸۷               | ۵۳۸/۷۷                              | ۸/۰۸    | ۳۰۲۰۳/۲۶           | ۴۵۳۰۴/۸۸ |
| S1-3     | ۰/۶۳               | ۴۱۳/۳۷                              | ۶/۲۰    | ۱۱۸۵۵/۵۶           | ۱۷۷۸۳/۳۴ |
| S1-4     | ۰/۷۴               | ۴۷۲/۵۷                              | ۷/۰۹    | ۲۷۹۰۵/۳۹           | ۴۱۸۵۸/۰۸ |
| S1-5     | ۰/۷۱               | ۵۵۳/۴۲                              | ۸/۳۰    | ۳۱۷۱۱/۰۶           | ۴۷۵۶۶/۵۹ |
| S1-6     | ۰/۶۷               | ۵۰۹/۸۷                              | ۷/۶۵    | ۲۱۴۱۴/۶۲           | ۳۲۱۲۱/۹۴ |
| S1-intA  | ۰/۵۳               | ۴۰۵/۱۱                              | ۶/۰۸    | ۸۸۸۸/۰۱            | ۱۳۳۳۲/۰۱ |
| S1-intB  | ۰/۷۰               | ۵۱۷/۷۹                              | ۷/۷۷    | ۳۵۹۱۸/۹۱           | ۵۳۸۷۸/۳۶ |
| S2-1     | ۰/۷۰               | ۴۱۰/۱۷                              | ۶/۱۵    | ۱۹۱۸۳/۴۷           | ۲۸۷۷۵/۲۰ |
| S2-2     | ۰/۵۱               | ۴۵۰/۰۵                              | ۶/۷۵    | ۱۰۰۳۶/۱۴           | ۱۵۰۵۴/۲۰ |
| S2-3     | ۰/۶۱               | ۵۰۲/۹۰                              | ۷/۵۴    | ۳۰۶۵۲/۰۲           | ۴۵۹۷۸/۰۴ |
| S2-4     | ۰/۴۵               | ۳۴۲/۸۸                              | ۵/۱۴    | ۵۹۰۱/۰۰            | ۸۸۵۱/۵۰  |
| S2-intA  | ۰/۷۰               | ۵۸۲/۷۷                              | ۸/۷۴    | ۲۵۹۷۳/۸۹           | ۳۸۹۶۰/۸۳ |
| S2-intB  | ۰/۴۶               | ۳۶۲/۴۴                              | ۵/۴۴    | ۳۹۳۶/۱۳            | ۵۹۰۴/۲۰  |
| S2-intC  | ۰/۷۲               | ۷۳۰/۹۹                              | ۱۰/۹۶   | ۲۶۳۰۱/۰۴           | ۳۹۴۵۱/۵۶ |
| S3-1     | ۰/۶۲               | ۴۲۸/۳۷                              | ۶/۴۳    | ۲۱۷۳۹/۶۱           | ۳۲۶۰۹/۴۱ |
| S3-int   | ۰/۶۳               | ۳۳۵/۲۴                              | ۵/۰۳    | ۸۹۱۰/۷۰            | ۱۳۳۶۶/۰۴ |
| S4-1     | ۰/۴۶               | ۲۲۸/۸۶                              | ۳/۴۳    | ۳۴۸۷/۹۰            | ۵۲۳۱/۸۵  |
| S4-int   | ۰/۷۵               | ۴۴۰/۰۴                              | ۶/۶۰    | ۶۳۹۳/۷۵            | ۹۵۹۰/۶۳  |
| S5-1     | ۰/۴۸               | ۳۲۴/۱۰                              | ۴/۸۶    | ۴۴۲۰/۷۷            | ۶۶۳۱/۱۵  |
| S5-2     | ۰/۶۵               | ۳۸۸/۹۵                              | ۵/۸۳    | ۲۳۴۶۵/۴۶           | ۳۵۱۹۸/۱۹ |
| S5-int   | ۰/۷۶               | ۴۲۲/۴۴                              | ۶/۳۴    | ۲۵۷۹۴/۳۰           | ۳۸۶۹۱/۴۵ |
| S6-1     | ۰/۵۸               | ۲۶۰/۲۴                              | ۳/۹۰    | ۵۵۹۷/۸۵            | ۸۳۹۶/۷۸  |
| S6-2     | ۰/۴۸               | ۲۵۳/۴۰                              | ۳/۸۰    | ۶۹۷۶/۰۴            | ۱۰۴۶۴/۰۶ |
| S6-int   | ۰/۷۷               | ۵۱۸/۶۳                              | ۷/۷۸    | ۲۴۷۱۷/۸۵           | ۳۷۰۷۶/۷۷ |
| S7-1     | ۰/۷۲               | ۵۰۴/۳۰                              | ۷/۵۶    | ۲۲۹۹۰/۸۵           | ۳۴۴۸۶/۲۷ |
| S7-2     | ۰/۵۱               | ۳۰۶/۳۹                              | ۴/۶۰    | ۷۵۵۲/۶۰            | ۱۱۳۲۸/۹۰ |
| S7-3     | ۰/۴۹               | ۳۱۱/۲۰                              | ۴/۶۷    | ۶۰۱۲/۴۱            | ۹۰۱۸/۶۱  |
| S7-4     | ۰/۷۸               | ۵۱۰/۰۲                              | ۷/۶۵    | ۱۸۵۶۴/۸۰           | ۲۷۸۴۷/۲۰ |
| S7-intA  | ۰/۸۰               | ۵۸۳/۵۵                              | ۸/۷۵    | ۴۹۵۰۸/۲۰           | ۷۴۲۶۲/۳۰ |
| S7-intB  | ۰/۴۳               | ۳۲۴/۴۶                              | ۴/۸۷    | ۱۳۳۶/۷۸            | ۲۰۰۵/۱۷  |
| S7-intC  | ۰/۵۲               | ۳۵۱/۰۶                              | ۵/۲۷    | ۱۱۱۹۵/۱۹           | ۱۶۷۹۲/۷۸ |
| S8-1     | ۰/۵۴               | ۳۶۷/۷۰                              | ۵/۵۲    | ۱۳۰۳۸/۴۹           | ۱۹۵۵۷/۷۳ |
| S8-2     | ۰/۵۳               | ۳۷۱/۳۹                              | ۵/۵۷    | ۱۴۰۶۴/۵۷           | ۲۱۰۹۶/۸۶ |
| S8-3     | ۰/۵۶               | ۳۵۲/۱۸                              | ۵/۲۸    | ۲۰۸۲۸/۰۸           | ۳۱۲۴۲/۱۲ |
| S8-intA  | ۰/۲۹               | ۲۶۰/۸۰                              | ۳/۹۱    | ۶۸۳/۲۹             | ۱۰۲۴/۹۳  |
| S8-intB  | ۰/۶۱               | ۳۲۲/۲۶                              | ۴/۸۳    | ۷۵۶۶/۶۷            | ۱۱۳۵۰/۰۱ |
| S7,8-int | ۰/۵۳               | ۲۴۵/۵۴                              | ۳/۶۸    | ۴۲۳۷/۹۸            | ۶۳۵۶/۹۸  |
| S9-1     | ۰/۵۳               | ۲۴۶/۰۸                              | ۳/۶۹    | ۹۶۱۴/۵۰            | ۱۴۴۲۱/۷۵ |
| S9-2     | ۰/۵۳               | ۴۱۷/۱۰                              | ۶/۲۶    | ۱۵۱۰۳/۲۹           | ۲۲۶۵۴/۹۳ |
| S9-int   | ۰/۶۰               | ۳۲۳/۶۸                              | ۴/۸۶    | ۸۰۹۲/۰۰            | ۱۲۱۳۸/۰۰ |
| S10-1    | ۰/۵۶               | ۲۹۵/۰۰                              | ۴/۴۳    | ۴۶۹۶/۴۲            | ۷۰۴۴/۶۲  |
| S10-2    | ۰/۵۲               | ۳۲۰/۵۷                              | ۴/۸۱    | ۴۸۸۲/۲۷            | ۷۳۲۳/۴۱  |
| S10-intA | ۰/۷۰               | ۳۶۰/۳۸                              | ۵/۴۱    | ۱۳۱۷۹/۱۵           | ۱۹۶۸۱/۷۳ |

لیتر Q<sub>w</sub> دبی جریان بر حسب مترمکعب بر ثانیه است

### نتایج

#### برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC

نتایج برآورد رسوب و فرسایش با استفاده از مدل MPSIAC بصورت جدول و نقشه کلاسهای فرسایش و رسوب در ادامه ارائه گردیده است. در این روش از ۹ فاکتور جهت برآورد فرسایش و رسوب استفاده شده است که در جدول زیر کلاسهای کمی و کیفی رسوب ارائه گردیده است.

با جمع عوامل ۹ گانه و با استفاده از جدول زیر می توان کلاس فرسایش و شدت رسوبدهی را تعیین نمود.

با محاسبه انجام شده جهت برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از روش MPSIAC فرسایش ویژه در کل حوزه ۵۸۵/۱۹ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال یا ۸/۷۸ تن در هکتار در سال و فرسایش سالانه ۹۴۳۴۰۹/۱۹ متر مکعب در سال یا ۱۴۱۵۱۱۳/۷۸ تن در سال می باشد و همچنین رسوب ویژه ۲۲۰/۹۴ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال یا ۳/۳۱ تن در هکتار در سال و رسوب سالانه ۳۵۶۱۸۲/۶۶ متر مکعب در سال یا ۵۳۴۲۷۳/۹۹ تن در سال می باشد. از لحاظ فرسایش حوزه در سه کلاس فرسایش شدید و متوسط و کم تقسیم می شود که سهم کلاس شدید ۹۹۳۲ هکتار (۶ درصد)، سهم کلاس متوسط ۵۸۹۳۳ هکتار (۳۷ درصد) و سهم کلاس کم ۹۲۳۵۰ هکتار (۵۷ درصد) است. لازم به یادآوری است که میزان چگالی ویژه در محاسبات جهت تعیین رسوب مقدار ۱/۵ لحاظ شده است

نتایج حاصل از مدل EPM در برآورد فرسایش و رسوب

نتایج برآورد رسوب و فرسایش با استفاده از مدل EPM بصورت جدول و نقشه کلاسهای فرسایش و رسوب در ذیل ارائه گردیده است.

در این روش بر اساس چهار عامل وضعیت



ادامه جدول (۶) مقادیر رسوبدهی واحدهای آب‌شناسی و کل حوزه (مدل EPM)

|          |      |        |      |           |           |
|----------|------|--------|------|-----------|-----------|
| S10-intB | ۰/۵۷ | ۳۰۰/۲۷ | ۴/۵۰ | ۶۶۷۴/۹۲   | ۱۰۰۱۲/۳۸  |
| S10-intC | ۰/۲۷ | ۱۶۸/۶۱ | ۲/۵۳ | ۳۸۹/۴۹    | ۵۸۴/۲۳    |
| S11-1    | ۰/۵۹ | ۳۰۹/۲۳ | ۴/۶۴ | ۱۴۵۷۴/۰۳  | ۲۱۸۶۱/۰۴  |
| S-INT    | ۰/۴۹ | ۲۵۹/۹۳ | ۳/۹۰ | ۵۹۸۰/۸۸   | ۸۹۷۱/۳۲   |
| کل حوزه  | ۰/۶۱ | ۳۲۲/۲۰ | ۴/۸۳ | ۵۱۹۴۳۴/۸۳ | ۷۷۹۱۵۲/۲۵ |

است در نتیجه میزان رسوب نیز در این سال‌ها بیشتر از سال‌های دیگر بوده است. بیشترین درصد رسوبدهی نیز مربوط به اردیبهشت ماه و کمترین میزان فرسایش مربوط به مهرماه می‌باشد. همچنین یکی از عوامل دیگری که به فرسایش در حوزه می‌افزاید، باران‌های فصلی و رگباری می‌باشند که به‌طور عام در فصول بهار و زمستان به صورت رگباری و با شدت زیاد و مدت تقریباً کم می‌بارند. البته کمبود پوشش گیاهی و قرق نبودن منطقه نیز یکی از عوامل موثر در فرسایش و تولید رسوب می‌باشد. استفاده از GIS در تهیه نقشه فرسایش باعث می‌گردد تا سرعت انجام کار بسیار بالاتر باشد، بطوریکه پس از ورود داده‌ها به محیط GIS در مدت زمان بسیار کوتاهی نقشه فرسایش تولید می‌گردد.

بالا بودن مقادیر خطای نسبی در مدل‌ها و به ویژه مدل MPSIAC را می‌توان به بومی نبودن این مدل‌ها و تفاوت شرایط ابداع مدل‌ها با منطقه مورد مطالعه دانست. از

رابطه زیر استفاده شد:

رسوب کل زیرحوزه

مساحت زیر حوزه \* تخریب ویژه =

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل EPM در حوزه حاکی از آن است که طبق نتایج جدول ۴ تا ۶ بیشترین میزان فرسایش در دوره مطالعاتی به ترتیب مربوط به زیرحوزه‌های S2-intC و S8-intA می‌باشد. دلیل میزان فرسایش بیشتر در این زیرحوزه‌ها را می‌توان نوع سازندهای موجود در منطقه و حساسیت‌پذیری آنها نسبت به فرسایش و پراکنش زیاد سازندهای مارنی و لسی دانست. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده اشکال عمده فرسایش و منطقه شامل فرسایش سطحی و شیاری در دامنه‌های پرشیب و فرسایش رودخانه‌ای در آبراهه اصلی می‌باشد. بررسی انجام شده روی آمار مشاهداتی حاکی از آن است که میزان دبی آب در سال‌های ۷۴-۷۵ بیشتر از سال‌های دیگر بوده

فرسایش ( $\Psi$ )، ضریب استفاده از زمین ( $X_a$ )، حساسیت خاک ( $Y$ ) و شیب متوسط حوزه ( $I$ ) می‌توان ضریب شدت فرسایش ( $Z$ ) را طبق فرمول زیر تعیین نمود.

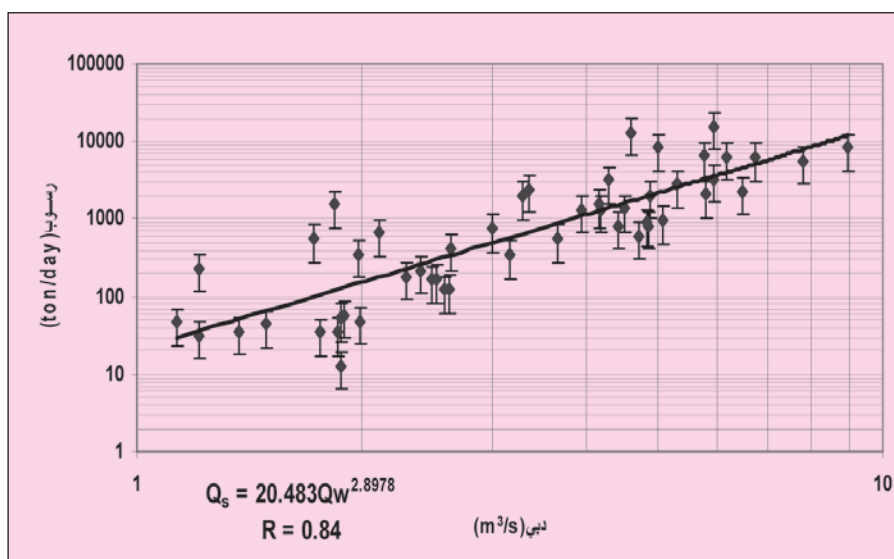
$$Z = Y X_a (\Psi + I^{0.5})$$

با محاسبه انجام شده جهت برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از روش EPM، فرسایش ویژه در کل حوزه ۷۹۳/۸۹ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال یا ۱۱/۹۱ تن در هکتار در سال و فرسایش سالانه ۱۱۸۷۶/۵۷ متر مکعب در سال یا ۱۷۸۱۴/۸۶ تن در سال می‌باشد و همچنین رسوب ویژه ۳۲۲/۲۰ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال یا ۴/۸۳ تن در هکتار در سال و رسوب سالانه ۵۱۹۴۳۴/۸۳ متر مکعب در سال یا ۷۷۹۱۵۲/۲۵ تن در سال می‌باشد. از لحاظ فرسایش حوزه در دو کلاس فرسایش شدید و متوسط تقسیم می‌شود که سهم کلاس شدید ۸۷۰۷۱ هکتار (۵۴ درصد) و سهم کلاس متوسط ۷۴۱۴۴ هکتار (۴۶ درصد) است.

### - تجزیه و تحلیل ایستگاهی رسوب لحظه‌ای

منطقه طرح دارای دو ایستگاه رسوبسنجی بوده که موقعیت آنها به همراه سایر مشخصات در جدول زیر ارائه شده است. بر این اساس دبی‌های روزانه و رسوب لحظه‌ای در محل ایستگاههای منطقه در یک طول دوره مشترک ۱۷ ساله با حدود ۵۰ نمونه بررسی شد، که منحنی‌سنج‌های رسوب آنها محاسبه شد. در ضمن با توجه به اینکه در منحنی سنج رسوب، پراکندگی نقاط خطی می‌باشد، بنابراین به توصیه یانگ تد منحنی‌سنج رسوب، فصلی دسته‌بندی نگردید.

شکل‌های ۱ و ۲ همچنین بار کف رودخانه با توجه به پژوهش‌های مادوک (۱۹۷۵)، گل آلودگی مواد، ترکیبات آن، بافت بستر رودخانه و بازدیدهای میدانی در دامنه ۵ تا ۱۵ درصدی بار معلق قرار گرفت که مقدار ۱۰ درصد برای آن اختیار شد. بعد از محاسبه رسوب کل، برای توزیع آن در زیر حوزه‌ها از



شکل (۶) منحنی سنج رسوب لحظه‌ای رودخانه شیرین‌دره در محل ایستگاه بربرق

جدول (۷) شماره مشخصات ایستگاه‌های رسوب‌سنجی در حوزه آبخیز شیرین دره

| نام ایستگاه | کد ایستگاه | طول (درجه) | طول (درجه) | مساحت (km <sup>2</sup> ) | آبدهی (m <sup>3</sup> /se) | آبدهی میانه (m <sup>3</sup> /se) |
|-------------|------------|------------|------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| قتلیش       | ۱۱-۰۲۷     | ۱۷_۵۷      | ۴۹_۳۷      | ۱۳۵۲                     | ۱۰۷                        | ۰۹۱                              |
| قلعه بربر   | ۱۱-۱۰۱     | ۱۱_۵۷      | ۴۵_۳۷      | ۱۵۴۲                     | ۲۳۸                        | ۲۳۰                              |
| کل حوزه     | -          | -          | -          | ۱۶۱۲                     | ۲۵۰                        | -                                |

فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز محمدآباد استان گلستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران، ۱۰۲ ص

17- PSIAC report. 2002. Sediment assessment and evaluation study for Utah State. United States department of agriculture.

18- Bartsch, K.P.H., J, Miegroet., Boettinger and Dobrowolski.1994. Using empirical erosion models to determinate erosion risk at Walnut Gulch watershed. Soil water conserve, vol 57, Pp

19- Gavriloviz, Z., M, Stefanovize., M, Milojevic., and J, Cotric.,2003. Erosion potential method on important support for the development of water resource .Institute for the development of water resource,P;14

20- Tangestani. M. 2006 Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment Journal of Asian Earth Sciences 27 (2006) 585–597.

21- Z.oran F., and O, Kisi, ., soil erosion prediction with empirical models, Journal of soil erosion Pp15.

22- Morgan, R.1986. soil erosion and conservation, Longman scientific and technical publisher. Pp:289.

23- Selby, M.J.1994.Hillslope sediment transport deposition. Sediment transport depositional processes, Blackwell, pp:61-87

24- Konyguan. Z. 2006. Catchment on the losses plateau of china to slope degree and soil type in a small temporal change in land use and it relationship. Catena, 65:41-48.

کل منابع طبیعی و آبخیزدار استان خراسان شمالی، ۲۰۹ صفحه.

۸- گزارشات مطالعات منابع آب حوزه آبخیز شیرین دره، شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۸۵ صفحه.

۹- شهنازی کیا س، م، رحمانی. و ح، ملا آقاجان‌زاده.۱۳۸۴. بررسی تغییرات رسوب و فرسایش در دوره زمانی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۴.

۱۰- عسگری، ش. م، جعفری.۱۳۸۷. برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه سد ایلام با استفاده از مدل MPSIAC. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۴.

۱۱- نجفی‌نژاد، علی، محمد، دادخواه.۱۳۷۶. ارزیابی کارایی مدل EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز لنیان، مجله پژوهش و سازندگی ایران، شماره ۱۹، ۱۶ ص.

۱۲- داوری، محمد، بهرامی، حسین، قدوسی، جمال. ۱۳۸۴. مقایسه مدل های MPSIAC، هیدروفیزیکی و EPM در تخمین فرسایش رسوب با استفاده از GIS (مطالعه موردی حوزه آبخیز نوزیان)، مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۲۳ صفحات ۳۶-۲۵

۱۳- داوری، محمد، بهرامی، حسین، ج، قدوسی، جمال. ۱۳۸۴. بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده MPSIAC (مطالعه موردی حوزه آبخیز نوزیان). پژوهش و سازندگی. شماره ۶۷. صفحات ۴۵-۳۲

۱۴- فرجی، محمد، احمدی، حسن، مهدوی، محمد، محمدیان بهبهانی. علی، دادخواه. محمد. ۱۳۸۴. بررسی عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوبدهی حوزه آبخیز بابااحمدی خوزستان با استفاده از مدل‌های تجربی EPM و MPSIAC، نشریه دانشکده منابع طبیعی جلد ۵۹، شماره ۴، صفحات ۷۹۶-۷۸۳

۱۵- فیض‌نیا، سادات، ۱۳۸۷. رسوب‌شناسی کاربردی با تاکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۵۶ ص.

۱۶- عجم‌نوروزی، غ. ۱۳۸۳. بررسی کارایی روش‌های تجربی MPSIAC و EPM در تخمین

سوی دیگر گرچه آمارهای رسوب ثبت شده در ایستگاه‌های آب‌شناسی و ویژه ایستگاه بربرقلعه به طور معمول مربوط به زمان‌های غیر سیلابی است و بخش عمده‌ای از رسوبات حوزه نیز مربوط به زمان‌های سیلابی می‌باشد، باید برآورد مقادیر رسوب براساس روش‌های مبتنی بر منحنی‌سنجی در حوزه‌هایی که آمار قابل اطمینانی ندارند با احتیاط انجام شود عرب خدری و همکاران، (۱۳۷۷). باتوجه به نتایج این پژوهش و همچنین خطای نسبی محاسبه شده برای مدل‌ها مشخص گردید که، مدل MPSIAC جهت برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد شیرین‌دره چندان مناسب نیست و پیشنهاد می‌گردد کارایی مدل‌های تجربی دیگر برای این منطقه بررسی شود.

### منابع

- ۱- احمدی، حسن. ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی فرسایش آبی، دانشگاه تهران.
- ۲- محمدیان شویلی، م، ع، مصلحت‌جو، ع، بهنیا. ۱۳۸۴. ارزیابی کارایی مدل EPM جهت برآورد فرسایش و رسوب در سه حوزه آبریز استان گیلان. مجله علوم جنگل و مرتع. شماره ۶۹ و ۶۸ صفحات ۳۲-۴۱
- ۳- زنجانی جم، م، م، رسولی. ۱۳۸۵. پهنه‌بندی شدت فرسایش حوزه آبخیز زنجانرود به کمک مدل EPM در محیط GIS. مجله علوم مرتع. شماره ۴ دوره ۵۸ صفحات ۴۶-۳۵
- ۴- راستگو، س، ب، قهرمان، ح، ثنائی نژاد، ک، داوری، س، ر، خداشناس. ۱۳۸۵. برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز تنگ کنشت با مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۰. شماره ۱.
- ۵- جزوه درسی مدل‌های فرسایش و رسوب دکتر سلیمان‌پور دانشکده منابع طبیعی نور ۲۲۰ صفحه.
- ۶- جزوه درسی حفاظت آب و خاک دکتر سلاجقه دانشگاه تهران ۷۵ صفحه.
- ۷- مطالعات آبخیزداری حوزه آبخیز سد شیرین‌دره توسط شرکت آبخیز گستر شرق. ۱ داره

# نگاهی اجمالی به گنبدهای نمکی و پوشش گیاهی آن در استان هرمزگان

● کیان نجفی تیره شبانکاره: عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

## چکیده

سازند نمکی هرمز که نام آن از جزیره‌ی هرمز گرفته شده، از قدیمی‌ترین سازندهای زمین شناسی می‌باشد که در مدخل خلیج فارس قرار دارد. این سازند گاهی با عنوان گنبدهای نمکی، و یا توده‌های دیابیری نمک نامیده می‌شوند. توده‌های بسیار بزرگ نمک با بریدن و تغییر شکل دادن نهشته‌های بالایی، راه خود را به سمت بالا و سطح زمین گشوده و تاقدیس‌ها یا گنبدهای نمکی را بوجود می‌آورند. در مجموع در حدود ۷۲ گنبد نمکی در استان هرمزگان واقع شده است که به صورت پراکنده و لکه‌ای بویژه در غرب استان رخمون دارند. از عمده‌ی مناطقی که دارای این سازند می‌باشند، می‌توان به ارتفاعات بستانه، حمیران، سرچاهان، حسینه، کنگ، چاه مسلم، لمزان، دژگان، مراغ، و یا به صورت لکه‌هایی در سیاهو، کوه‌های بیابان، خمیر، چمپه، چارک، چیرو، بستک، و کوه بوخو در قشم، اشاره کرد. اغلب جزایر، از جمله ابوموسی، فارور، بنی فارور، تنب کوچک، تنب بزرگ، و هرمز، نیز دارای سازند ردیف هرمز می‌باشند. این گنبدها از نظر سنی از پرکامبرین تا نئوژن متغیر می‌باشند. در این بین شناخت سازندهای سری هرمز از جنبه‌های گوناگون از جمله از نظر زمین شناسی و بویژه از جنبه‌ی قابلیت استقرار پوشش گیاهی بر روی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، پوشش گیاهی برخی از این گنبدهای نمکی در محدوده‌ی استان هزگان در فصل رویش گیاهی جمع‌آوری و نسبت به شناسایی گونه‌ها با استفاده از فلورهای مختلف اقدام شده است. نتایج بررسی نشان داد که در برخی از سازندهای سری هرمز که واحدهای نمکی آن برونزد کرده هیچ گونه‌ی گیاهی توان رویش ندارد در صورتیکه در برخی دیگر از گنبدها، پوشش گیاهی متنوعی با توجه به نوع بستر رویش گسترش دارند. این گونه‌های گیاهی هم شامل گونه‌های شورپسند و هم گونه‌های غیر شورپسند می‌باشند.

## واژه‌های کلیدی: گنبد نمکی، سازند سری هرمز، پوشش گیاهی، استان هرمزگان.

### مقدمه

به چند صد متر می‌رسد. درهم شدن رسوبات جدید و قدیمی‌تر و نفوذ تدریجی نمک در فضای تخلخل طبقات رویی، از ویژگی‌های این سازند می‌باشد. گنبدهای نمکی در ایران از نواحی مرکزی کشور اطراف سمنان و یزد تا در جنوب، جنوب غربی و جنوب شرقی گسترش دارند که در جنوب شرقی، شمار آن‌ها بیشتر از مناطق دیگر است. بیشتر گنبدهای نمکی بین شمال شرقی بندر عباس تا غرب کازرون در وسعتی بیش از ۱۵۰۰۰۰ کیلومترمربع قرار دارند. از ۱۱۵ گنبد نمکی ایران، ۱۰۱ گنبد بین بندر عباس - سروستان و ۱۴ گنبد در جنوب کازرون قرار دارد. در مجموع ۷۲ گنبد نمکی در استان هرمزگان واقع شده (نقشه ۱) که از نظر سنی از پرکامبرین تا نئوژن متغیر می‌باشند (غلامپور و همکاران، ۱۳۸۳). بطور کلی، سازند نمکی هرمز، در محدوده‌ی استان هرمزگان، مجموعه‌ای است که تحت عنوان تشکیلات نمکی هرمز یا ردیف هرمز و یا گنبدهای نمکی، در محدوده‌ی جغرافیایی استان هرمزگان، به

بازالت، تراکیت، ریولیت، و کانی‌های آهن و آپاتیت فسفات با خاستگاه آذرین می‌باشند. این سازند گاهی با عنوان گنبدهای نمکی، توده‌های دیابیری نمک نیز نامیده می‌شوند که در شرایط فشار بالا با تغییر شکل پلاستیکی، مانند سنگ‌های نفوذی آذرین عمل می‌کند. توده‌های بسیار بزرگ نمک با بریدن و تغییر شکل دادن نهشته‌های بالایی راه خود را به سمت بالا و سطح زمین گشوده و تاقدیس‌ها یا گنبدهای نمکی را بوجود می‌آورند. این سازند از ۴ واحد تشکیل شده و شامل واحد نمکی، واحدی با رنگ قرمز، طبقات نازک لایه آهکی، و واحد چهارم، ماسه سنگ‌های قرمز، خاکستری و سبز رنگ می‌باشد. واحد چهارم در جایی دیده می‌شود که واحد نمکی یا ظاهر نشده و یا اندکی از آن رخ نموده است (نقل از: نجفی، ۱۳۸۴). گنبدهای نمکی یا سازندهای سری هرمز، در نتیجه‌ی تزریق نمک جامد به داخل سنگ‌های اطراف به وجود می‌آیند. منشأ نمک عموماً لایه‌های ضخیم نمک است که در زیر طبقات قرار دارند و ضخامت آن‌ها

تشکیلات گنبدهای نمکی از عوامل مهم زمین شناسی هستند که در شور شدن اراضی و تشکیل شوره‌زارها نقش دارند. تأکید می‌شود ساختار زمین شناسی مناطق خشک و نیمه خشک چون تحت تأثیر دمای بالا و میزان تبخیر زیاد و بارندگی کم شکل گرفته است، در شور شدن اراضی بطور طبیعی نقش اساسی دارد (جعفری و همکاران، ۱۳۷۵). تشکیلات سری هرمز یا گنبدهای نمکی که به دوره‌ی پرکامبرین تعلق دارد، در شور شدن اراضی پایین دست نقش دارد. سازند نمکی هرمز از قدیمی‌ترین سازندها می‌باشد که نام آن از جزیره هرمز گرفته شده که در مدخل خلیج فارس قرار دارد. سنگ شناسی این سازند مشتمل بر سنگ نمک به رنگ‌های مختلف، انیدریت، گچ و بلوک‌هایی از سنگ‌های رسوبی مانند آهک‌های نازک لایه سیاه‌رنگ و دولومیت‌های متعفن چرتی، ماسه سنگ‌های قرمز، شیل‌های رنگارنگ، رس‌های قرمز رنگ و سنگ‌های آذرین مانند





نگاره‌ی ۱- سیمایی از تنوع سازند ردیف هرمز سرچاهان (راست) و تصویر ماهواره‌ای گنبد نمکی خمیر (چپ)

بکر درون آن‌ها، و آویزه‌های نمکی نه تنها بهترین محل مطالعه برای محققان علاقه‌مند به علم زمین‌شناسی است بلکه برای تهیه نمک صنعتی و استفاده از خاک سرخ آن در صورت تغلیظ و شستشو در صنایع رنگ سازی داخل کشور مانند گنبد نمکی سیاهو و همچنین در امر گردشگری نقش دارند. از طرف دیگر آب شوری که از گنبد سرچشمه می‌گیرد به زمین‌های کشاورزی اطراف و آب‌های شیرین منطقه اثرات زیانباری وارد می‌نماید همچنین استقرار پوشش گیاهی طبیعی را در پایین دست در اثر شور شدن زمین محدود می‌سازد. در برخی گنبدهای نمکی، بخش‌هایی

منطقه‌ی لنگه، از آن‌ها استفاده‌ی وسیع شده است. درهم شدن رسوبات جدید و قدیمی‌تر و نفوذ تدریجی نمک در فضای تخلخل طبقات رویی، از ویژگی‌های این سازند می‌باشد. بخش بیشتر برخی از گنبدهای نمکی از جمله سیاهو، که در ۷۵ کیلومتری شمال خاوری بندرعباس قرار دارد، از نمک تشکیل شده و غارهای نمکی آن بسیار طولانی است. برخی از گنبدهای نمکی مانند گنبد گچین با قطع کردن نهشته‌های میشان و آغا جاری و شیبدار نمودن این نهشته‌ها، زمان سر بر آوردن خود را معین می‌کند. گنبدهای نمکی با دارا بودن چشم‌اندازهای زیبای زمین‌شناسی، انواع سنگ‌های مختلف، غارهای طبیعی و طبیعت

صورت پراکنده و لکه‌ای بویژه در غرب استان رخنمون دارد. از عمده‌ی مناطقی که دارای این سازند می‌باشند، می‌توان به ارتفاعات بستانه، حمیران، حسینیه، کنگ، چاه مسلم، لمزان، دژگان، مراغ، و یا به صورت لکه‌هایی در کوه‌های بیان، خمیر، چمپه، چارک، چیرو، بستک، و کوه بوخو در قشم، اشاره کرد. اغلب جزایر، از جمله ابوموسی، فارور، بنی فارور، تنب کوچک، تنب بزرگ، هرمز و ... نیز دارای ردیف هرمز می‌باشند. این گنبدها، سنگ‌های آذرین دگرگونی ژرفاهای زمین را به سطح آورده و منابع قرضه‌ی مناسبی را جهت احداث بندر فراهم آورده‌اند، بطوری‌که در ساخت بندر صیادی بستانه، در



نگاره‌ی ۲- تصاویر ماهواره‌ای دو گنبد تونل نمکی (راست) و گهکم (چپ) در محور بندر عباس - حاجی‌آباد



نگاره‌ی ۳- گنبد نمکی با برون زدگی نمکی و سنگی (راست) و چگونگی شور شدن اراضی گنبد سرچاهان (چپ)

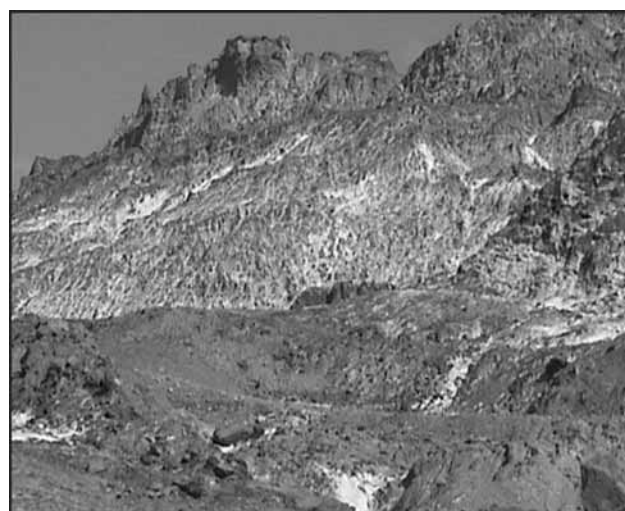
متنوعی به وجود آید (نجفی، ۱۳۷۴). در نگاره‌ی (۱) سیمایی از تنوع لایه‌های سنگی درهم در سازند سری هرمز در دشت سرچاهان و استقرار لکه‌ای پوشش گیاهی در برخی از پهنه‌های آن و چگونگی شور شدن اراضی پایین دست نشان داده شده است.

### روش بررسی

در محدوده‌ی استان هرمزگان شماری از گنبدهای نمکی در مناطق ساحلی و دور از ساحل به عنوان معرف انتخاب و نسبت به جمع آوری گونه‌های گیاهی این پهنه‌ها در فصل رویش گیاهی اقدام شد و با کمک منابع مختلف از جمله اسدی و

ردیف هرمز گونه‌های گیاهی بطور موضعی، دارای جمعیت‌های پراکنده‌ای است. به نظر می‌رسد، ته‌نشست‌های حاصل از فرسایش سازند ردیف هرمز، بویژه زمانی که واحد نمکی آن رخنمون نموده باشد، پهنه‌های پایین دست آن به شدت شور شده و امکان استقرار گونه‌های گیاهی با مشکل مواجه می‌گردد اما گاهی نیز در پایین دست سازندهای ردیف هرمز در ته‌نشست‌های حاصل از فرسایش آن، پوشش گیاهی با انبوهی قابل ملاحظه‌ای انتشار دارد. واحدهای مختلف در تشکیلات سری هرمز و گوناگونی و درهم رفتگی این تشکیلات، سبب شده که بسترهای رویشی

از گنبد نمکی دارای نمک است و فاقد هر گونه پوشش گیاهی است اما اگر لایه‌های سازنده‌ی آن آهکی باشد که از میان کوه نمک سر برآورده باشد از پوشش گیاهی بسیار خوبی برخوردار است و در دامنه‌های کوه نیز گیاهان مقاوم به شوری مشاهده می‌شود. گرچه بطور عمده بستر واحدهای سازند ردیف هرمز از نظر پوشش گیاهی به شدت فقیر هستند اما گاهی این سازند آمیزه‌ای از لایه‌های سنگی درهم می‌باشد، همچنین بر روی ماسه‌سنگ‌های این سازند گاهی پوشش گیاهی به نسبت غنی مشاهده می‌شود. در داخل آبراهه‌ها و دامنه‌های واریزه‌ای سازند



نگاره‌ی ۴- سیمایی از گنبد نمکی با برون زدگی نمکی و سنگی (راست) و توده‌های نمک پفک کرده (چپ)



همکاران (۸۳-۱۳۷۶)، گونه‌ها شناسایی و فهرست شدند و شکل زیستی گیاهان بر اساس سیستم رانکیه (مبین، ۱۳۶۰) تعیین شدند. امکان تفکیک جورهای پوشش گیاهی لکه‌ای پهنه‌های گنبدهای نمکی، به سبب تنوع بسترهای رویش گیاهی، میسر نشد بنابراین تنها به ارائه‌ی فهرست فلوریستیک این محدوده‌ها اکتفا شد.

### نتایج و بحث

گنبدهای نمکی در استان هرمزگان در واحدهای اراضی ۲/۷، در تیپ اراضی تپه‌ها واقع شده و در بعضی قسمت‌ها شامل کوه‌های کم ارتفاع بوده (نجفی و همکاران، ۱۳۸۲) و با بریدگی‌ها و افتادگی‌های زیاد می‌باشد. این واحد اغلب بدون خاک و به ندرت خاک کم ژرفا و در برخی قسمت‌ها با شوری زیاد است (نجفی، ۱۳۸۵). شوری خیلی زیاد و رگه‌های نمک، پستی و بلندی و شیب، فقدان خاک و فرسایش خیلی زیاد از محدودیت‌های اساسی استقرار پوشش گیاهی در عرصه‌های گنبدهای نمکی است. دو عامل اساسی طبیعی شامل نزدیکی به دریا و سازندهای زمین شناسی شورکننده از جمله سازندهای سری هرمز، در ایجاد شوره‌زارهای استان هرمزگان نقش دارند. گنبدهای نمکی که در مناطق مختلف استان به خصوص در غرب استان پراکنده است، گاهی بطور موضعی دارای پوشش گیاهی شورروی می‌باشند و از عوامل اساسی شورکننده‌ی اراضی دشتی می‌باشند.

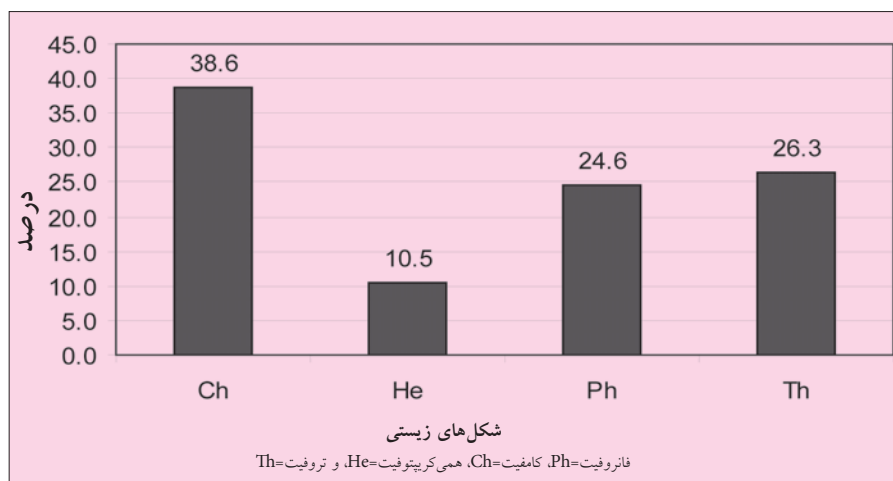
نوع پوشش گیاهی از نظر تنوع و کمی بر روی تشکیلات سری هرمز یا گنبدهای نمکی تابعی از نوع بسترهای رویش می‌باشد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). از آنجا که این تشکیلات زمین شناسی از سنگ‌های درهمی تشکیل شده است با توجه به نوع سنگ، بسترهای رویشی مختلفی نیز ایجاد شده است (نگاره ۱). در بخشی از گستره‌ی این مجموعه در برخی از مناطق واحدهای نمکی به طور جزئی و یا کامل برون زد کرده است که در حالت اخیر به علت شوری زیاد و سنگی بودن عرصه، امکان

رویش گیاهی از بین رفته است و یا از تراکم خیلی پایینی برخوردار است. از جمله گنبد نمکی در مسیر جاده بندرعباس به سیرجان در مجاورت پاسگاه نیروی انتظامی و یا گنبدهای نمکی خمیر در شمال روستای پل که در آن‌ها واحدهای نمکی و عرصه‌های صخره سنگی تمام و یا بخش بیشتری از گنبد را شامل می‌شود و لذا پوشش گیاهی یا مشاهده نمی‌شود و یا بندرت برخی از گونه‌های شورپسند با تراکم ناچیز بصورت تک پایه‌های منفرد بویژه در آبراهه‌ها می‌رویند. در برخی دیگر از تشکیلات سری هرمز واحد نمکی برون زد نکرده است و در پهنه‌هایی از آن شرایط برای استقرار پوشش گیاهی فراهم شده است. در نگاره‌های ۱ تا ۵ برون‌زدگی‌های نمکی و سنگی و بطور کلی تنوع سطح گنبدهای نمکی مختلف و چگونگی شورشدن اراضی پایین دست گنبدها، و در نگاره‌های ۶ تا ۸ استقرار پوشش گیاهی در دامنه‌ها، در بخشی از پهنه‌های برخی گنبدها و جورهای گیاهی در دشت‌های پایین دست شور شده در اثر گنبدهای نمکی نشان داده شده است.

بطور کلی فهرست گونه‌های جدول (۱) با تنوع و تراکم متفاوت با توجه به نوع بستر در واحدهای مختلف هر گنبد نمکی به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. شایان ذکر است شمار زیادی از این گونه‌ها به هیچ وجه در شمار گونه‌های شورپسند به حساب نمی‌آیند. برخی از این گونه‌ها قادر به تحمل شرایط نامطلوب محیطی گنبدهای نمکی را که اغلب بدون خاک و به ندرت دارای خاک کم ژرفا بوده و در بعضی قسمت‌ها با شوری زیاد می‌باشد، دارا می‌باشند. در ضمن افزون بر واحدهای نمکی، که در برخی گنبدهای نمکی رخنمون نموده، واحدهای مختلف دیگری نیز وجود دارد که امکان رویش گیاهی در بستر آن‌ها وجود دارد. هر چه تنوع در سطح گنبد از نظر نوع سنگ و به تبع آن نوع بستر رویش بیشتر باشد گونه‌های گیاهی نیز از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود. گاهی بر روی ماسه سنگ‌های موجود و یا واحدهای دیگر

بر روی تشکیلات سری هرمز پوشش گیاهی به نسبت غنی ایجاد می‌شود. مطالعه‌ی نوع پوشش گیاهی و رابطه‌ی آن با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر رویش در این تشکیلات در هم آمیخته به بررسی دقیق‌تری نیاز دارد. شایان ذکر است بطور کلی تشکیلات سری هرمز حاصل سنگ‌های درهمی است که به شکل قارچ در سطح زمین رخنمون می‌نماید و پتانسیل تولید پوشش گیاهی طبیعی بالقوه آن در تمام عرصه‌ی تشکیلات یکسان نیست و نشان دهنده‌ی ناهمگنی بستر رویش و مشخصات خاک عرصه می‌باشد. در این تشکیلات گونه‌های شورپسند، گچ دوست، آهک دوست، شن‌دوست و غیره مشاهده می‌شود. بطور کلی گنبدهای نمکی، در ایجاد خاک‌های شور پایین دست سهم به سزایی دارند. در جدول (۱) فهرست فلوریستیک در شماری از گنبدهای نمکی در استان هرمزگان و در شکل (۱) درصد شکل‌های زیستی گونه‌های این سازند در چند محل آورده شده است. جدول (۱) نشان می‌دهد که در مجموع ۵۷ گونه‌ی گیاهی متعلق به ۲۶ خانواده گیاهی در عرصه‌های مورد مطالعه وجود دارد که به ترتیب حدود ۳۸، ۱۰، ۲۴ و ۲۶ درصد گونه‌ها از نظر شکل زیستی شامل کامفیت‌ها، همی کریپتوفیت‌ها، فانروفیت‌ها و تروفیت‌ها می‌باشند (شکل ۱). از بین آن‌ها گونه‌های *Anabasis setifera*، *Salsola*، *Halocharis sulfurea*، *Salsola vermiculata*، *baryosm* و *Suaeda vermiculata* نسبت به سایر گونه‌ها در ردیف گیاهان شور روی به حساب می‌آیند. شایان ذکر است که در پهنه‌ی گنبدهایی که نمک برونزد کرده امکان رویش گیاهی به علت شوری خیلی زیاد کم‌تر میسر می‌شود.

گنبد نمکی گهکم (جدول ۱) در روستای گهکم در جنوب حاجی آباد در شمال استان قرار دارد. پوشش گیاهی در این گنبد بیشتر بر روی واحدهایی از بستر این گنبد که به رنگ قهوه‌ای - قرمز است مشاهده می‌شود. در این



شکل ۱- درصد شکل‌های زیستی گونه‌های سازند ردیف هرمز

گنبدهای گونه‌های *Capparis cartilaginea*، *Zygophyllum atriplicoides*، *Gymnocarpos decander* بر روی عرصه‌های گچی و *Ziziphus spina-christi* بیشتر در آبراهه‌هایی که شور نیست استقرار دارند.

گنبدهای نمکی بستانو، چاه مسلم و مغویه در حوالی بندر لنگه قرار دارد. در آبراهه‌های موجود در عرصه‌های گنبدها به علت شوری فوق العاده، پوشش گیاهی ناچیزی مشاهده می‌شود. گنبدهای نمکی گچین در حوالی بندر عباس و گنبدهای حمیران بین بندر خمیر و لنگه واقع شده است. گنبدهای نمکی خمیر که در آن واحد نمکی در سرتاسر این گنبدها برون زد کرده است. عرصه‌ای این گنبدها دارای شیب تند و صخره سنگی است. این گنبدها تقریباً به صورت یک واحد پیوسته به نظر می‌رسد و به علت شوری و بستر سنگی امکان رویش

نتیجه‌گیری کلی گیاهی در آن فراهم نشده است و یا این که پوشش گیاهی به صورت خیلی پراکنده و تنک در آبراهه‌ها و یا اراضی برآمده مستقر شده‌اند. تنوع پوشش گیاهی در عرصه‌های گنبدهای نمکی از ویژگی‌های بستر رویش تبعیت می‌کند و به علت تنوع این بسترها، پوشش گیاهی نیز متنوع است. بطور کلی همه‌ی گونه‌های

جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی در سازند سری هرمز در استان هرمزگان

فانروفیت=Th، کامفیت=Ch، همی کریپتوفیت=He، و تروفیت=Th.

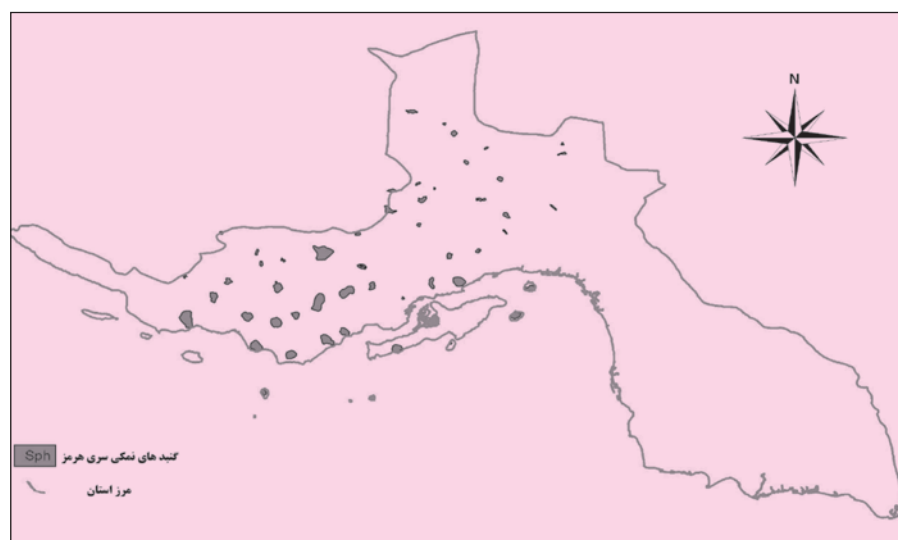
| نام گونه                          | نام خانواده    | شکل زیستی | نام گنبدهای نمکی محل جمع‌آوری نمونه گیاهی  |
|-----------------------------------|----------------|-----------|--------------------------------------------|
| <i>Acacia ehrenbergiana</i>       | Mimosaceae     | Ph        | بستانو، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین      |
| <i>Acacia tortilis</i>            | Mimosaceae     | Ph        | بستانو، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین      |
| <i>Acantholimon stocksii</i>      | Plumbaginaceae | Ch        | گهک                                        |
| <i>Aerva persica</i>              | Amaranthaceae  | He        | بستانو                                     |
| <i>Amygdalus lycioides</i>        | Rosaceae       | Ph        | تنگ زاغ                                    |
| <i>Anabasis setifera</i>          | Chenopodiaceae | He        | گچین، بستانو، چاه مسلم، مغویه              |
| <i>Anastatica hierochuntica</i>   | Compositae     | Th        | گچین، بستانو، چاه مسلم، مغویه              |
| <i>Anvillea garcini</i>           | Compositae     | Ch        | گهک، تنگ زاغ                               |
| <i>Aristida adscensionis</i>      | Poaceae        | Th        | چاه مسلم، مغویه                            |
| <i>Asphodellus tenuifolius</i>    | Liliaceae      | Th        | چاه مسلم، گهک                              |
| <i>Astragalus fasciculifolius</i> | Papilionaceae  | Ph        | گهک                                        |
| <i>Blepharis persica</i>          | Asclepiadaceae | Th        | گچین                                       |
| <i>Calligonum sp.</i>             | Polygonaceae   | Ph        | گچین                                       |
| <i>Capparis cartilaginea</i>      | Capparidaceae  | Ch        | بستانو، گهک، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین |
| <i>Cenchrus ciliaris</i>          | Poaceae        | Ch        | بستانو                                     |

ادامه جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی در سازند سری هرمز در استان هرمزگان

|                             |                 |    |                                             |
|-----------------------------|-----------------|----|---------------------------------------------|
| Chesnia astragaloides       | Papilionaceae   | Th | حمیران                                      |
| Chrozophora obliqua         | Euphorbiaceae   | Ch | گهکم                                        |
| Cleome quinquenervia        | Capparaceae     | Th | بشتانو، گهکم، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین |
| Convolvulus leptochladus    | Convolvulaceae  | Ch | حمیران، بشتانو                              |
| Cornulaca monacantha        | Chenopodiaceae  | Ch | بشتانو، گهکم، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین |
| Cymbopogon olivier          | Poaceae         | He | گهکم، بشتانو                                |
| Diceratella canescens       | Cruciferae      | He | چاه مسلم، گهکم، حمیران                      |
| Ephedra foliata             | Ephedraceae     | Ph | چاه مسلم، گهکم، حمیران، بشتانو، مغویه       |
| Fagonia brugiur             | Zygophyllaceae  | Th | بشتانو، گهکم، چاه مسلم، مغویه، حمیران       |
| Farsetia heliophylla        | Cruciferae      | Ch | گچین                                        |
| Forsskahlea tenassissima    | Urticaceae      | Th | بشتانو                                      |
| Fortuynia garcini           | Cruciferae      | Ch | گهکم                                        |
| Gailonia aucheri            | Rubiaceae       | Ph | بشتانو، چاه مسلم                            |
| Grantia auchri              | Compositae      | Ch | گهکم                                        |
| Gymnocarpus decander        | Caryophyllaceae | Ch | حمیران، گهکم، گچین، چاه مسلم، مغویه، بشتانو |
| Halocharis sulfurea         | Caryophyllaceae | Th | چاه مسلم                                    |
| Hammada salicornica         | Chenopodiaceae  | Ph | گهکم، گچین، چاه مسلم، بشتانو                |
| Haplophphyllum tuberculatum | Rutaceae        | Ch | چاه مسلم                                    |
| Helianthemum lippii         | Cistaceae       | Ch | چاه مسلم، حمیران                            |
| Heliotropium bacciferum     | Boraginaceae    | Ch | حمیران، چاه مسلم                            |
| Lotus garcini               | Papilionaceae   | Th | حمیران، گچین                                |
| Lycium shawii               | Solanaceae      | Ph | حمیران، گهکم، گچین، چاه مسلم، مغویه، بشتانو |
| Medicago sp.                | Papilionaceae   | Th | حمیران، گهکم، گچین                          |
| Ochradenus baccatus         | Resedaceae      | Ph | گچین، حمیران، بشتانو                        |
| Otostegia persica           | Labiatae        | Ch | گهکم                                        |
| Pergularia tomentosa        | Asclepiadaceae  | Ph | گهکم، بشتانو                                |
| Platychaete aucheri         | Compositae      | Ch | گهکم                                        |
| Platychaete gluscescence    | Compositae      | Ch | بشتانو، گهکم، حمیران، مغویه                 |
| Pteropyrm aucheri           | Polygonaceae    | Ph | حمیران، گهکم، گچین، چاه مسلم، مغویه، بشتانو |
| Rumex vesicarius            | Polygonaceae    | Th | مغویه، حمیران                               |
| Salsola baryosma            | Chenopodiaceae  | Ch | چاه مسلم، مغویه، گهکم                       |
| Salsola vermiculata         | Chenopodiaceae  | Ch | چاه مسلم، حمیران، بشتانو، مغویه، گهکم       |

ادامه جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی در سازند سری هرمز در استان هرمزگان

|                           |                |    |                                            |
|---------------------------|----------------|----|--------------------------------------------|
| Salvia aegyptiaca         | Labiatae       | He | گهک                                        |
| Stipa capensis            | Poaceae        | Th | چاه مسلم، مغویه                            |
| Stipagrostis hirtiglama   | Poaceae        | He | حمیران، گچین                               |
| Suaeda fruticosa          | Chenopodiaceae | Ph | حمیران، گچین                               |
| Taverniera spartea        | Papilionaceae  | Ch | بشتانو، گهک، چاه مسلم، مغویه، حمیران، گچین |
| Teucrium polium           | Labiatae       | Ch | بشتانو                                     |
| Zygophyllum atriplicoides | Zygophyllaceae | Ph | گهک، چاه مسلم                              |
| Zygophyllum qatarense     | Zygophyllaceae | Ch | خمیر، گچین                                 |



موجود در عرصه‌های گنبدهای نمکی به عنوان گونه شورپسند تلقی نمی‌شود و ظهور این گونه‌ها بر روی عرصه‌های تشکیلات سری هرمز به علت تنوع بسترهای مختلف رویش گیاهی می‌باشد. بطورکلی در عرصه‌ی سازندهای هرمز تراکم پوشش گیاهی ناچیز است و بخش عمده‌ی این عرصه فاقد پوشش گیاهی است. در ضمن عرصه‌های لخت به صورت لکه‌ای و نامنظم و درهم مشاهده می‌شود به عبارت دیگر، به علت تشکیلات زمین شناسی درهم، پوشش گیاهی نیز بطور موضعی تغییر می‌کند. واحدهای نمکی که در برخی از گنبدها برون زد کرده است، مهم‌ترین عامل محدود کننده در استقرار و انتشار اجتماعات گیاهی است، در ضمن ضریب حرارتی بسترهای رویشی درسری هرمز نیز در استقرار گیاهان نیز نمی‌تواند بی‌تأثیر باشد. در هر حال تنوع سنگ‌ها در تشکیلات سری هرمز به ویژه به علت درهم رفتگی آن‌ها، سبب شده که در برخی از واحدهای این تشکیلات از جمله عرصه‌های موجود بر روی ماسه سنگ‌ها و واحدهای آهکی، پوشش گیاهی به نسبت غنی‌ای مشاهده شود اما در مجموع امکان تفکیک اجتماعات گیاهی عرصه‌های این سازند میسر نیست چون استقرار پوشش گیاهی به شکل لکه‌ای است.

### منابع

۱- اسدی، مصطفی؛ معصومی، علی اصغر؛ خاتمساز، محبوبه و مظفریان، ولی ا... (ویراستاران).

### نقشه ۱- پراکنش تقریبی جغرافیایی گنبدهای نمکی در استان هرمزگان

- ۱۳۷۶-۸۳. فلور ایران، شماره‌های ۴۳-۱.
- ۲- جعفری، محمد؛ فاکس، مرلین، و ملوین، میک، ۱۳۷۵. رابطه‌ی شوری و پتاسیم در گیاهان مرتعی. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۸، ص ۲۷-۲۱.
- ۳- سازمان زمین‌شناسی، نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰). شرکت ملی نفت ایران.
- ۴- جعفری، مصطفی و عصری، یونس، ۱۳۷۴. مطالعه شورروی‌ها و تهیه نقشه پوشش گیاهی. انتشارات مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۱۴۱، ۳۱ص.
- ۵- غلامپور، محمد، غیومیان، جعفر، توسلی، ابوالقاسم، و الیاس پرورش. ۱۳۸۳. گزارش نهایی طرح کاهش گنبدهای نمکی دشت سرچاهان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان.
- ۶- مبین، صادق. ۱۳۶۰. جغرافیای گیاهی، گسترش جهان گیاهی، اکولوژی، فیتوسوسیولوژی و خطوط اصلی رویش‌های ایران، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۹۰۲، ۲۷۱ص.
- ۷- نجفی تیره شبانکاره، کیان؛ سلطانی پور، محمد امین و ضعیفی، محمود، ۱۳۸۲. طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور، تیپ‌های مرتعی منطقه بندر عباس. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، نشریه شماره ۳۳۷، ۱۴۷ص.
- ۸- نجفی تیره شبانکاره، کیان، ضعیفی، محمود، و محمد امین سلطانی پور، ۱۳۸۵. شناسایی مناطق شور، گیاهان شور و مطالعه‌ی مکانیزم‌های مقاومت به شوری و معرفی گونه‌های مطلوب مرتعی مقاومت به شوری ایران (استان هرمزگان). مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان. ۵۶ص.



# تأثیر تغییر کاربری اراضی جنگل‌های تخریب یافته شمال کشور بر میزان ذخیره کربن خاک

## (مطالعه موردی: منطقه چمستان استان مازندران)

● نیلوفر حق دوست - دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

● مسلم اکبری نیا - دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

● سید محسن حسینی - دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

تغییر کاربری اراضی تأثیر به سزایی بر ویژگی‌های زیست‌بوم‌ها بویژه ذخیره کربن خاک داشته و منجر به افزایش  $CO_2$  اتمسفری در سطح جهانی گردیده است. تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی از گذشته در شمال کشور رواج داشته است، به طوری که تخریب و کاهش سطح و کیفیت جنگل‌های هیرکانی یکی از بزرگترین مشکلات حال حاضر این جنگل‌هاست. یکی از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای مقابله با این معضل، افزایش سطح جنگلکاری در این مناطق می‌باشد. از این رو تأثیر تبدیل اراضی جنگلی تخریب شده به شالیزار و جنگلکاری با گونه زرین در مناطق پایین بند شمال کشور (حوزه شهرستان نور- بخش چمستان)، بر ذخیره کربن خاک و نقش آن در کاهش  $CO_2$  اتمسفری مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی میزان تأثیر تغییر کاربری، توده طبیعی تخریب شده بلوط- آزادستان با دو کاربری دیگر مقایسه شد. تعداد ۱۰ قطعه نمونه ۲۵ مترمربعی در هر یک از کاربری‌های مورد نظر پیاده گردید و نمونه‌برداری خاک از سه عمق ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتیمتر انجام گرفت. سپس کربن آلی و چگالی ظاهری خاک اندازه‌گیری و مقدار ذخیره کربن خاک محاسبه گردید. نتایج نشان داد میزان ذخیره کربن در توده تخریب شده در حدود ۱۲۱ تن در هکتار می‌باشد و جنگلکاری باعث افزایش آن به مقدار ۳۱ تن در هر هکتار و کشاورزی باعث کاهش ذخیره کربن به میزان ۲۳ تن در هر هکتار شده است. همچنین درصد کربن آلی خاک با افزایش عمق کاهش یافت. با توجه به نتایج این پژوهش و با در نظر گرفتن اثرات مثبت ذخیره کربن بر کیفیت آب و خاک و بهبود نظام آب‌شناختی و جلوگیری از فرسایش پیشنهاد می‌گردد که در مدیریت جنگل‌های شمال کشور با جنگل‌کاری گونه‌های مناسب از نظر ذخیره کربن گام مهمی در کاهش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداشته شود.

**واژه‌های کلیدی:** تخریب جنگل، کربن آلی خاک، *Cupressus sempervirens var. horizontalis*، کاربری اراضی، جنگل‌های

هیرکانی

### مقدمه

مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی مهم‌ترین عوامل افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای به ویژه دی‌اکسید کربن می‌باشد که در سال‌های اخیر منجر به افزایش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی شده است (۳۵). تغییر کاربری اراضی سبب ایجاد تغییراتی در پوشش گیاهی و ذخیره کربن می‌گردد (۱۳)، همچنین منجر به کاهش حاصلخیزی، کاهش مقدار (و کیفیت) زیست‌توده برگشتی به خاک، و در نتیجه کاهش ذخیره کربن

آلی خاک می‌شود (۲۴، ۹). Salinger (۳۱) معتقد است تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی منجر به انتشار مقدار زیادی  $CO_2$  به اتمسفر و در نتیجه کاهش ذخایر کربن آلی خاک (SOC) می‌گردد، به طوری که این تغییر کاربری بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۹۹۰ منجر به انتشار حدود ۱۲۳ هزار تن کربن در اتمسفر شده است (۲۲). تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی از دیر باز یکی از مهم‌ترین علل کاهش سطح جنگل‌های شمال کشور بوده است. از طرفی عوامل دیگری نظیر بهره‌برداری غیر اصولی، قاچاق چوب و چرای دام به ویژه در مناطق پایین بند و جلگه‌ای شمال کشور نیز باعث کاهش کیفیت جنگل‌ها در این مناطق گشته است به طوری که ارزش‌های اقتصادی و زیست محیطی آنها به شدت کاهش یافته است. از طرفی سطح بسیار کم جنگل‌های تولیدی و تخریب نیافته در کشور و پیامدهای زیست محیطی، بوم‌شناختی، اقتصادی، اجتماعی و... ناشی از تخریب بی‌رویه جنگل‌ها، سازمان جنگل‌ها و



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

انجام گرفت. تیپ جنگل‌های این منطقه بلوط-آزادستان می‌باشد که به شدت تخریب شده است، بسیاری از این اراضی در گذشته تغییر کاربری داده و به شالیزارهای برنج تبدیل شده‌اند و از سویی دیگر جنگلکاری‌هایی نیز به صورت لکه‌ای پس از قطع یکسره در منطقه انجام گرفته است. برای انجام این پژوهش، ۱۰ هکتار از توده طبیعی تخریب شده بلوط-آزادستان به همراه توده دست کاشت زربین به مساحت ۱۰ هکتار با سن ۱۹ سال و همچنین ۱۰ هکتار از شالیزارهای روستای نعمت آباد انتخاب گردید.

#### - روش نمونه‌برداری خاک

نمونه‌برداری‌ها به صورت تصادفی-نظام‌مند انجام گرفت. در هر یک از کاربری‌های شالیزار، جنگلکاری زربین و توده تخریب یافته بلوط-آزادستان تعداد ۱۰ قطعه نمونه ۲۵ مترمربعی برای جمع‌آوری نمونه‌های خاک مستقر گردید. نمونه‌برداری خاک به صورت ترکیبی و از چهار گوشه پلات‌ها (۹) انجام گرفت. بدین صورت که در گوشه‌های هر پلات پس از کنار زدن لاشبرگ و پوشش گیاهی نمونه‌های خاک از سه عمق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۵۰-۳۰ سانتیمتری جمع‌آوری شدند. به این ترتیب در هر پلات از هر عمق ۴ نمونه برداشت شد که برای افزایش دقت با یکدیگر مخلوط شده و نهایتاً از هر عمق برای هر پلات یک نمونه به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

- اندازه‌گیری ذخیره کربن خاک

استفاده از گزینه‌های مبتنی بر کاربری زمین می‌تواند به ۱۳ تا ۵۲ درصد از اهداف خود در رابطه با کاهش انتشار کربن تا سال ۲۰۲۰ برسد.

تاکنون پژوهشگرانی نظیر بردبار و مرتضوی جهرمی (۱)، محمودی طالقانی و همکاران (۷)، عبدی و همکاران (۴)، فروزه و همکاران (۵) و ورامش و همکاران (۹) جنبه‌های مختلف ترسیب کربن در زیست‌بوم‌های مختلف کشور را مورد مطالعه قرار داده‌اند، اما تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر ذخیره کربن خاک و ارزیابی نقش آن در تشدید یا تعدیل بحران گرمایش جهانی در ایران صورت نگرفته است. با توجه به اینکه تخریب اراضی جنگلی یکی از بزرگترین معضلات زیست محیطی در شمال کشور بوده و یکی از پیامدهای این تخریب، تأثیر منفی بر کیفیت خاک می‌باشد (۶)، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تبدیل اراضی جنگلی تخریب یافته شمال کشور به دو کاربری شالیزار و جنگلکاری با گونه زربین بر ذخیره کربن خاک و تأثیر آن بر کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری و همچنین بررسی جنبه اقتصادی ذخیره کربن در کاربری‌های مذکور می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

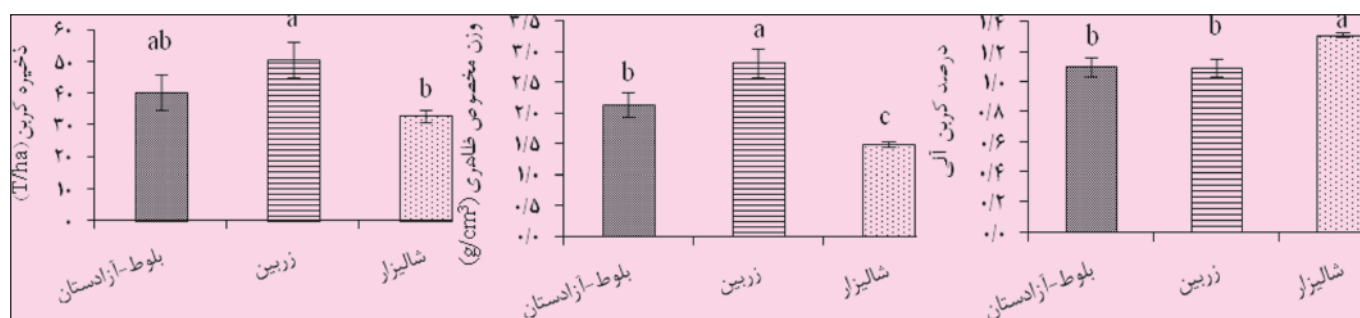
این پژوهش در بخشی از جنگل‌های پایین بند حوزه شهرستان نور (بخش چمستان)

مواقع و آبخیزداری کشور را بر آن داشته که با اجرای طرح‌های جنگلکاری (با گونه‌های بومی و غیر بومی) در نقاط مختلف کشور در جهت رفع این معضلات گامی بردارد (۲). با توجه به نوع گونه‌ها (گونه درختی در جنگلکاری‌ها و گونه‌های زراعی در مزارع) و شرایط بوم‌شناختی منطقه کاشت تغییرات در نوع استفاده از اراضی باعث ایجاد تغییرات متفاوتی در بخش‌های مختلف زیست‌بوم، به ویژه خاک می‌گردد.

زمینی که در اثر تغییر کاربری از کربن خاک تهی شده است، با مدیریت صحیح اراضی و استقرار کاربری مناسب (مانند جنگلکاری، احیا، کشت در زمین‌های رها شده و حاشیه‌ای و ...) به طور بالقوه می‌تواند منبع مهمی برای ذخیره کربن محسوب گردد (۳۰، ۳۲، ۳۴). بنابراین جنگل‌ها و اراضی کشاورزی می‌توانند نقشی کلیدی در استراتژی کلی کاهش تراکم گازهای گلخانه‌ای (GHG) بویژه دی‌اکسیدکربن ایفا کنند (۲۸). از این رو پژوهشگران زیادی در دنیا از جمله Dube و همکاران (۱۷)، Boix-Fayos و همکاران (۱۲) و Arevalo و همکاران (۱۰) به بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر ترسیب کربن و نقش آن در کاهش  $CO_2$  اتمسفری پرداخته‌اند.

ترسیب کربن خاک بخش مهمی از ذخیره کربن در زیست‌بوم خشکی بوده و تأثیر شدیدی بر  $CO_2$  اتمسفری دارد. به طوری که تغییرات کم در تراکم کربن خاک در اثر تغییر کاربری اراضی می‌تواند تغییرات قابل توجهی در تراکم  $CO_2$  اتمسفری ایجاد نماید (۹). همچنین کاهش ذخیره کربن آلی خاک با افزایش احتمال فرسایش پذیری و فشرده‌گی خاک و افزایش روان آب تأثیر منفی بر ساختمان خاک می‌گذارد (۲۴، ۹).

Ovando و Caparros (۲۸) با بررسی گزینه‌های کاهش انتشار کربن مرتبط با استفاده از زمین که شامل تغییرات کاربری اراضی، مدیریت جنگل و تولید بیوانرژی در اروپا بودند، اظهار داشتند که اتحادیه اروپا با



شکل ۲- تأثیر تغییر کاربری اراضی بر کربن آلی، چگالی ظاهری و ذخیره کربن خاک

طبیعی تخریب شده بلوط- آزادستان و توده جنگلکاری شده زربین اندازه‌گیری گردید. اما چگالی ظاهری خاک در شالیزار به صورت معنی‌داری پایین تر از دو توده دیگر اندازه‌گیری شد. در مجموع همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، به طور کلی در منطقه مورد مطالعه تبدیل اراضی جنگلی تخریب شده به جنگلکاری زربین باعث افزایش و تبدیل آن به شالیزار باعث کاهش معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) میانگین ذخیره کربن خاک شده بود (شکل ۲).

جدول ۱ نتایج حاصل از مقایسه کلی عمق‌های مورد مطالعه از نظر فاکتورهای مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، با افزایش عمق خاک درصد کربن آلی کاهش و چگالی ظاهری افزایش یافته است اما این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبوده‌اند. همچنین با افزایش عمق خاک جدول ۱- مقایسه میانگین‌های درصد کربن آلی، چگالی ظاهری و ذخیره کربن خاک در سه عمق خاک در منطقه مورد مطالعه

| فاکتور مورد نظر | عمق خاک | میانگین $\pm$ اشتباه معیار |
|-----------------|---------|----------------------------|
| درصد کربن آلی   | ۰-۱۵    | $1/27 \pm 0/022$           |
|                 | ۱۵-۳۰   | $1/13 \pm 0/06$            |
|                 | ۳۰-۵۰   | $1/1 \pm 0/06$             |
| چگالی ظاهری     | ۰-۱۵    | $1/9 \pm 0/16$             |
|                 | ۱۵-۳۰   | $2/14 \pm 0/24$            |
|                 | ۳۰-۵۰   | $2/4 \pm 0/27$             |
| ذخیره کربن آلی  | ۰-۱۵    | $35/82 \pm 2/48^b$         |
|                 | ۱۵-۳۰   | $36/53 \pm 5/13^b$         |
|                 | ۳۰-۵۰   | $51/35 \pm 5/59^a$         |

درصد کربن آلی هر یک از نمونه‌های خاک با استفاده از روش والکی-بلاک اندازه‌گیری گردید (۳). برای تعمیم میزان کربن ذخیره شده در خاک به کربن در هکتار، چگالی ظاهری خاک از روش کلوخه محاسبه گردید. سپس با استفاده از رابطه یک میزان ذخیره کربن خاک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (۹).

$$CO = 10000 \times \%CO \times BD \times E \quad (1)$$

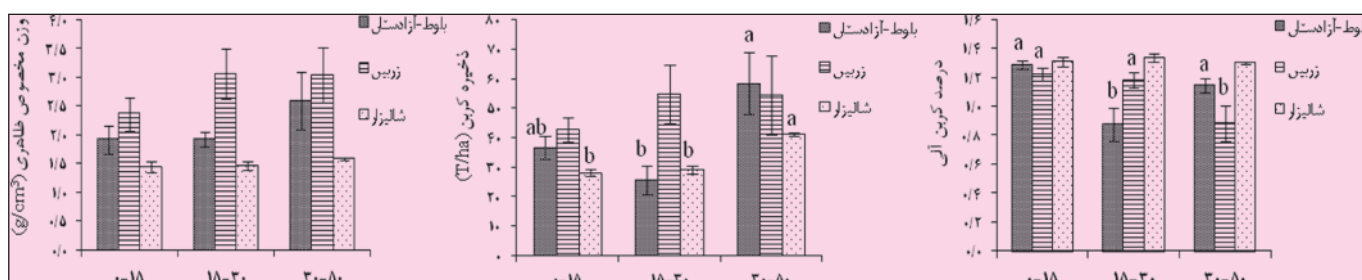
در این رابطه CO مقدار کربن ذخیره شده در خاک بر حسب کیلوگرم در هکتار، OC درصد کربن آلی خاک، BD چگالی ظاهری خاک و E نیز ضخامت لایه خاک بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

#### - تجزیه و تحلیل‌های آماری

در این پژوهش درصد کربن آلی، چگالی ظاهری و میزان ذخیره کربن خاک شالیزار، جنگلکاری زربین و توده طبیعی بلوط- آزادستان مورد مقایسه قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها آنها را در نرم افزار Excel به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره نموده، سپس به منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۷، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی آنها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نرمال و همگن بودن داده‌ها با آزمون ANOVA مقایسه کلی و با آزمون دانکن مقایسه چندگانه صورت گرفت.

#### نتایج

بر طبق نتایج بدست آمده در این پژوهش، مجموع ذخیره کربن آلی خاک (تا عمق ۵۰



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های عمق‌های مورد بررسی از نظر درصد کربن آلی، چگالی ظاهری و ذخیره کربن خاک، در توده‌های مورد مطالعه

بر نحوه توزیع و ذخیره کربن زیست‌بوم دریافتند که ذخیره کربن کل توده طبیعی و توده جنگلکاری ۹ ساله صنوبر لرزان به طور معنی‌داری بیشتر از زمین کشاورزی، جنگلکاری ۲ ساله صنوبر لرزان و علفزار بود. ایشان اختلاف بین ذخیره کربن را در درجه اول ناشی از تفاوت در زیست‌توده گیاهی و سپس اختلاف در کربن آلی ۵۰ سانتیمتر اول خاک دانستند. پژوهشگران دیگری (۳۲، ۳۰) نیز معتقدند که خاک‌های زمین‌های کشاورزی، بویژه خاک‌های فرسایش یافته مخروطه ذخیره کربن کمتری نسبت به پتانسیل واقعی خود دارند.

در پژوهش حاضر جنگلکاری زرین باعث افزایش ذخیره کربن آلی خاک شده بود که اگر کربن ذخیره شده در زیست‌توده درختان نیز به آن افزوده شود، نشانگر تاثیر قابل توجه جنگل‌کاری در ذخیره دی اکسید کربن اتمسفری خواهد بود. تاکنون مطالعات زیادی بر افزایش ذخیره کربن آلی خاک پس از جنگلکاری تأکید داشته‌اند (۲۵، ۹، ۱۰) که پژوهشگران علت اصلی آن را افزایش ورودی‌های کربن از طریق افزایش لاشریز ورودی به کف جنگل و بهبود وضعیت پوشش کف زمین می‌دانند.

ورودی کربن در جنگل‌های طبیعی به خاطر لاشریز درختان و وجود پوشش کف بسیار بالا می‌باشد (۱۷، ۱۰)، اما در توده طبیعی مورد نظر در این پژوهش ورودی‌های کربن به خاطر تخریب صورت گرفته بسیار کمتر بوده و در اثر فرسایش نیز میزان کربن آلی اولیه کاهش یافته بود. مطالعات Dube و همکاران (۱۷) بر تأثیر

آن نیز در ۵ سال اول پس از تبدیل به زمین کشاورزی اتفاق می‌افتد، دلایل عمده این کاهش به وجود آمده عبارتند از:

- خرد اقلیم کمتر مواد آلی به خاک.
- تغییر در میکروکلیمای خاک در اثر افزایش نرخ تجزیه مواد آلی.

- افزایش سرعت تجزیه‌پذیری بقایای کشت به دلیل تغییر کیفیت لاشریز (به طور مثال مقدار کمتر نسبت C/N و لیگنین).
- اختلالات ناشی از شخم که منجر به کاهش تراکم و حفاظت فیزیکی ماده آلی خاک می‌شود (۲۵، ۲۹).

در این رابطه اینگونه می‌توان بیان نمود که تعادل ذخیره کربن آلی خاک (SOC) که در اثر تعادل بین ورودی‌ها و خروجی‌های کربن ناشی می‌شود (۱۸)، بوسیله تغییر کاربری اراضی مختل می‌گردد تا وقتی که یک تعادل جدید در زیست‌بوم جدید برقرار شود (۱۰). نتایج این پژوهش نشان داد که اختلالات ناشی از شخم باعث کاهش چگالی ظاهری خاک در شالیزار شده که به سهم خود باعث پایین آمدن ظرفیت ذخیره کربن خاک در این اراضی شده بود. به نظر می‌رسد افزایش معنی‌دار درصد کربن آلی خاک در شالیزار نسبت به دو کاربری دیگر به دلیل مخلوط شدن بقایای گیاهی با خاک در اثر شخم باشد.

نابودی جنگل‌ها در گذشته که مربوط به فعالیت‌های توسعه کشاورزی بوده، باعث کاهش مواد آلی در زیست‌توده پوشش گیاهی و خاک شده است (۲۲، ۱۶). Arevalo و همکاران (۱۰) در آلبرتای کانادا پس از بررسی تأثیر پنج نوع مختلف کاربری اراضی

تغییرات معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) در میانگین ذخیره کربن خاک مشاهده گردید و عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتری خاک بیشترین مقدار کربن را در خود ذخیره کرده بود (جدول ۱).

در شکل ۳ مقایسه سه عمق مورد بررسی از نظر درصد کربن آلی، چگالی ظاهری و ذخیره کربن خاک، در هر یک از توده‌های مورد مطالعه نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، از نظر درصد کربن آلی خاک بین سه عمق مورد نظر در کاربری‌های جنگل طبیعی تخریب یافته و توده دست کاشت زرین، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما از نظر چگالی ظاهری خاک در هیچ یک از کاربری‌ها اختلاف آماری معنی‌داری بین عمق‌های مختلف مشاهده نشد. همچنین در نتایج مشاهده شد که در کاربری‌های جنگل طبیعی تخریب یافته و شالیزار از نظر ذخیره کربن خاک بین سه عمق مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت، اما در جنگلکاری با زرین تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (شکل ۳).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر بیانگر کاهش در حدود ۲۰ درصدی ذخیره کربن خاک در اثر تبدیل اراضی جنگلی تخریب شده به زمین‌های کشاورزی بود. مطالعات متعددی نیز کاهش ذخیره کربن خاک را پس از تبدیل به زمین کشاورزی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد برآورد کرده‌اند (۲۹، ۲۷، ۲۱، ۲۰، ۱۶). Davidson و Ackerman (۱۶) اظهار داشتند که نزدیک به تمام کربن اولیه خاک طی ۲۰ سال پس از تغییر کاربری از دست می‌رود و بخش عمده



تغییرات کاربری اراضی بر توزیع کربن آلی نشان داد تبدیل بیشه‌زارهای طبیعی تخریب یافته به جنگلکاری هرس و تنک شده *Pinus ponderosa* باعث کاهش ۴۴ درصدی ذخیره کربن خاک در ۱۰ سانتیمتر اول خاک شده بود، در جنگل ثانویه مدیریت نشده *Nothofagus pumilio* نیز میزان ذخیره کربن آلی خاک کمتر از بیشه‌زارهای طبیعی تخریب یافته و بیشتر از جنگلکاری بود. *Ovando* و *Caparros* (۲۸) اظهار داشتند پتانسیل کاهش گازهای گلخانه‌ای در مرحله اول بستگی به آب و هوا، هزینه‌های نسبی، انرژی، غذا و سیاست‌های روستایی دارد. همچنین پتانسیل کاهش گازهای گلخانه‌ای از طریق تغییرات کاربری اراضی به میزان تولید محصول در هر هکتار و تغییرات فن‌آوری وابسته است. از سویی دیگر اختلافات مشاهده شده بین کربن آلی خاک گونه‌های درختی مختلف می‌تواند به خاطر کیفیت متمایز مواد گیاهی تیپ‌های مختلف جنگلی (۲۶) و در نتیجه کیفیت متفاوت ورودی‌های خاک کف جنگل باشد. به عنوان مثال *Jobbagy* و *Jackson* (۲۳) گزارش دادند که بازگشت سالانه کربن آلی خاک در ریشه‌های درختان مرده کمتر از ریشه گیاهان علفی می‌باشد.

همان طور که در این پژوهش مشاهده شد به طور کلی کربن آلی خاک با افزایش عمق خاک کاهش می‌یابد اما در مقابل چگالی ظاهری و به تبع آن میزان ذخیره کربن خاک با افزایش عمق زیاد می‌شوند. مقادیر بالای کربن آلی در لایه‌های سطحی خاک را می‌توان به دلیل پوشش و تولید در سطح، بازگشت ریشه‌ای بیشتر، تهویه تا حدودی کمتر در اثر ریشه‌های درهم تنیده و ضخیم که باعث کاهش میزان تجزیه ماده آلی می‌گردد نسبت داد (۱۷). ورامش و همکاران (۹) دلیل این روند کاهشی کربن آلی خاک با افزایش عمق را شروع تجزیه لاشبرگ و تبدیل آن به هوموس از لایه‌های سطحی دانستند. *Baldock* و *Oades* (۱۱) و *Singh* و *Singh* (۳۳) نیز معتقدند تجمع کربن آلی

در عمق‌های مختلف خاک به مقدار هوموس، سطح تاج پوشش و نوع گونه‌های موجود بستگی دارد.

اما همانطور که در نتایج مشاهده گردید در شالیزار تفاوت معنی‌داری بین سه عمق مورد مطالعه از نظر درصد کربن آلی خاک وجود نداشت که دلیل آن می‌تواند مخلوط شدن بقایای گیاهی با خاک در اثر شخم باشد. از طرفی درصد کربن آلی خاک در توده طبیعی تخریب یافته در عمق سوم خاک به طور معنی‌داری بالاتر از عمق دوم بود که می‌تواند گواهی بر وقوع فرسایش و آبشویی در اثر تخریب پوشش گیاهی در این کاربری باشد. در توده دست کاشت زربین نیز درصد کربن آلی خاک با افزایش عمق کاهش یافته بود و از روند طبیعی تبعیت داشت. اما در مورد چگالی ظاهری خاک بین سه عمق مورد مطالعه در هیچ یک از کاربری‌های مورد نظر اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. همچنین با توجه به نتایجی که در شکل ۳ نمایش داده شده است، روند افزایشی ذخیره کربن آلی خاک در هر سه کاربری مشاهده می‌شود؛ اما در جنگلکاری زربین این تفاوت بین عمق‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. همانطور که پیش‌تر نیز عنوان شد ذخیره کربن آلی در عمق‌های مختلف خاک تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع پوشش گیاهی می‌باشد که خود وابسته به نوع مدیریت و کاربری اراضی است.

در رابطه با ذخیره کربن همچنین می‌توان بیان نمود که ذخیره کربن در خاک علاوه بر نقش مهمی که در کاهش دی اکسید کربن اتمسفری و به دنبال آن کاهش گرمایش جهانی دارد، مزایای دیگری نیز در راستای ایجاد و حفظ پایداری در زیست‌بوم‌های مختلف دارد. به عنوان مثال پتانسیل نگهداری رطوبت خاک در خاک‌های با مقدار ماده آلی بیشتر، بالاتر می‌باشد (۱۹). *Brymeyer* و همکاران (۱۵) نیز معتقدند که افزایش ترسیب کربن خاک علاوه بر افزایش کیفیت خاک، بر بهبود دانه‌بندی و پایداری خاکدانه‌ها تأثیرگذار بوده

و از افزایش فرسایش خاک نیز جلوگیری می‌کنند. مواد آلی و هوموس بر روی حاصلخیزی خاک تأثیر می‌گذارند. مقدار ماده آلی در خاک‌های مناطق خشک حداقل بوده و با افزایش مقدار بارندگی افزایش می‌یابد و به طور معمول از سطح به عمق از مقدار آن کاسته می‌شود (۸). مقدار مواد آلی خاک با قابلیت تولیدی آن رابطه مستقیم دارد و با افزایش زیست‌توده گیاهی در اراضی و جلوگیری از فرسایش و تخریب خاک و اعمال روش‌های حفاظت خاک، می‌توان مقدار مواد آلی خاک و در نتیجه ذخیره کربن در خاک را افزایش داد (۱۴). چنانچه الگوی تغییر کاربری اراضی در زیست‌بوم‌های مدیترانه‌ای جنوب شرقی اسپانیا بین سال‌های ۱۹۵۶ تا ۱۹۹۷ (کاهش ۵۷ درصدی اراضی کشاورزی و افزایش ۱/۵ برابری پوشش جنگلی) موجب ذخیره کربنی معادل ۱۰/۷۳ گرم در مترمربع در هر سال گردید (۱۲).

از طرفی با توجه به اینکه پالایش کربن اتمسفری از طریق روش‌های مصنوعی هزینه‌های سنگینی در بر دارد منافع اقتصادی ناشی از ترسیب و ذخیره کربن توسط جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها نیز چشمگیر خواهد بود. ورامش و همکاران (۹) درآمد متوسط حاصل از ترسیب هر تن کربن توسط جنگلکاری‌ها را ۲۰۰ دلار در نظر گرفتند. اگر در مورد نتایج این پژوهش نیز این رقم در نظر گرفته شود، تبدیل اراضی جنگلی طبیعی تخریب شده به جنگلکاری دارای ارزشی معادل ۶۲۰۰ دلار در هر هکتار خواهد بود و تبدیل آن به شالیزار باعث از دست رفتن ۴۶۰۰ دلار در هر هکتار خواهد شد. اگر این ارقام به کل جنگل‌های حوزه هیرکانی تعمیم داده شود مبلغ حاصل بسیار کلان خواهد بود و اهمیت جنگل‌ها و جنگلکاری‌ها بیشتر از پیش آشکار خواهد شد.

تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی از دیر باز یکی از مهم‌ترین علل کاهش سطح جنگل‌های شمال کشور بوده است. با توجه به نتایج این پژوهش نیز می‌توان اظهار داشت

- 12- Boix-Fayos, C., Vente, J., Albaladejo, J., Martinez-Mena, M., 2009. Soil carbon erosion and stock as affected by land use changes at the catchment scale in Mediterranean ecosystems. *Agriculture. Ecosystems and Environment*. 133: 75-85.
- 13- Bolin, B., Sukumar, R., 2000. Global perspective. In: Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo, D.J., Dokken, D.J. (Eds.), *Land use, Land-use Change, and Forestry*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 23-51.
- 14- Bruce, J.P., Frome, M., Haites, E., Joanne, H., Lal, R. and Faustion, K., 1999. Carbon sequestration in soils. *Journal of Soil and Water Conservation*. First Quarter. 124-139.
- 15- Brymeyer, A.L., Hall, D.O., Mellillo J.M., Agreen, J.I., 1996. Global change effects on coniferous forest and grassland. New York. 459 pp.
- 16- Davidson, E.A., Ackerman, I.L., 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*. 20: 161-193.
- 17- Dube, F., Zagal, E., Stolpe, N., Espinosa, M., 2009. The influence of land-use change on the organic carbon distribution and microbial respiration in a volcanic soil of the Chilean Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 257(8): 1695-1704.
- 18- Fearnside, P.M., Barbosa, R.I., 1998. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 108: 147-166.
- 19- Feiza, V., Feizien, D., Jankauskas, B., Jankauskien, G., 2008. The impact of soil management on surface runoff, soil organic matter content and soil hydrological properties on the undulating landscape of Western Lithuania. 95:3-21.
- فصلنامه پژوهش‌های مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۲): ۲۸۲-۲۶۹.
- ۵- فروزه، م.ر.، حشمتی، غ.، مصباح، س.ح.، قنبریان، غ.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر آبیاری سیلابی بر توان ترسیب کربن سه گونه مرتعی، *Helianthemum lippii* (L.) و *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh و *Artemisia sieberi* Besser (مطالعه موردی: گربایگان فسا). پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۸: ۱۹-۱۱.
- ۶- کیانی، ف.، جلالیان، ا.، پاشایی، ع.، خادمی، ح.، ۱۳۸۶. نقش جنگل‌تراشی، قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۱: ۴۶۳-۴۵۳.
- ۷- محمودی طالقانی، ع.، زاهدی امیری، ق.، عادل، ا.، ثاقب طالبی، خ.، ۱۳۸۶. برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل‌هاب تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گلنبد در شمال کشور). فصلنامه پژوهش‌های جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۳): ۲۵۲-۲۴۱.
- ۸- ورامش، س.، ۱۳۸۸. مقایسه میزان ترسیب کربن گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در جنگل شهری (مطالعه موردی پارک چیتگر تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۱۵۲ صفحه.
- ۹- ورامش، س.، حسینی، س.م.، عبدی، ن.، ۱۳۸۹. اثرهای جنگلکاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی ویژگی‌های خاک. *مجله جنگل ایران*، سال دوم، شماره ۱: ۲۵-۳۵.
- 10- Arevalo, C.B.M., Bhatti, J.S., Chang, S.X., Sidders, D., 2009. Ecosystem carbon stocks and distribution under different land-uses in north central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management*. 257(8): 1776-1785.
- 11- Baldock, J.A., Oades, F., 1992. Aspects of the chemical structure of soil organic materials as revealed by solid-state. *Soil Biology and Biochemistry*. 16: 1-42.
- افزایش جنگلکاری با گونه‌های مناسب در مناطق تخریب شده جنگل‌های هیرکانی که شرایطی مشابه منطقه مورد مطالعه در این پژوهش را دارند، می‌تواند علاوه بر افزایش درآمدها از طریق تولید چوب، به بهبود وضعیت بوم‌شناختی و پایداری زیست‌بوم نیز منجر شود. از آنجا که با توجه به نیاز کشور به محصولات اراضی کشاورزی شمال امکان تبدیل این اراضی به جنگلکاری به صورت گسترده امکان‌پذیر نیست، پیشنهاد می‌گردد پس از بررسی تأثیر نظام‌های مختلف جنگل-زراعت بر ذخیره و ترسیب کربن، نسبت به گسترش نظام‌های مفید از این نظر اقدام گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد اینگونه پژوهش‌ها در زیست‌بوم‌های دیگر کشور نیز انجام گیرد و بهترین کاربری اراضی در هر یک از این زیست‌بوم‌ها از نظر ذخیره کربن و در نتیجه کاهش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی معرفی گردند.
- منابع**
- ۱- بردبار، س.ک.، مرتضوی جهرمی، س.م.، ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn) و آکاسیا (*Acacia salicina* Lindl) در مناطق غربی استان فارس. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۰: ۱۰۳-۹۵.
- ۲- حق دوست، ن.، اکبری نیا، م.، حسینی، س.م.، ورامش، س.، ۱۳۸۹. انتخاب گونه برای جنگلکاری با تأکید بر تعدیل بحران تغییر اقلیم. *مجموعه مقالات همایش ملی منابع طبیعی، آسیب‌ها و چالش‌ها، پژوهش‌های کاربردی، راهکارهای عملی*. دانشگاه ایلام. ۹ ص.
- ۳- زرین کفش، م.، ۱۳۸۲. خاکشناسی جنگل. مؤسسه پژوهش‌های جنگل‌ها و مراتع کشور، ۳۶۱ صفحه.
- ۴- عبدی، ن.، مداح عارفی، ح.، زاهدی امیری، ق.، ۱۳۸۷. برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون زارهای استان مرکزی (مطالعه موردی منطقه مالیر شهرستان شازند).

## تبیت شیب و باطله های سد سیاه بیشه

● چنگیز اشرقی - کارشناس ارشد منابع طبیعی و محیط زیست و کارشناس ناظر پروژه جنگلکاری منطقه سیاه بیشه

### چکیده

در پروژه های بزرگ سدسازی، راه سازی و معدن کاوی معمولا حجم عظیمی از باطله ها تولید میشود که ماهیت این گونه عملیات می باشد، هر چند با ارتقاء فن آوری های جدید و اصطلاحا High Tec سعی در تغییر روش ها و کار برد ماشین آلاتی است که حداقل آسیب را به طبیعت وارد آورد و کمتر شکل زمین را دگرگون کند.

در نتیجه این عملیات چند صد هزار و حتی چندین میلیون مترمکعب خاک و سنگ جابه جا می شود و معمولا در یک یا چند منطقه انباشت می شود، در کشورهایی که موضوع را خیلی جدی می گیرند براساس دستورالعمل های فنی مدون این باطله ها در جای مشخص انباشت شده و پس از آرایش فیزیکی آن نسبت به بازسازی طبیعت به حال اولیه اقدام می شود.

اما در کشور ما با تمام تلاشی که توسط دستگاه های نظارتی به عمل می آید، به علت این که مجری این گونه ها پروژه ها عموما دولتی هستند، نظارت خیلی جدی به عمل نمی آید و کمتر سازه بزرگی ساخته می شود که در پایان کار آثار تخریب طبیعت در آن به جا نماند.

در پروژه احداث سد های سیاه بیشه به علت موقعیت مکانی حساس این سازه ها از نظر موقعیت جغرافیایی و در معرض دید عموم قرار داشتن آن، از طرف دستگاه نظارت و مجری طرح بازسازی طبیعت تخریب شده در دستور کار قرار گرفت و قسمتی از باطله های انباشت شده زیر پوشش عملیات مهندسی بیولوژیک قرار گرفت که با تثبیت شیب و استفاده از نهال کاری و بذرکاری چهره طبیعت تا حدودی ترمیم شد، در این مقاله روش های کار و عملیات انجام شده تشریح شده است.

### واژه های کلیدی: باطله، مهندسی بیولوژیک، انباشت، تخریب طبیعت

#### مقدمه

تثبیت و احیا عرصه دپو باطله های برداشت شده از معادن سنگ و مواد حاصله از پی کنی سدها و تونل های سد سیاه بیشه و کنترل فرسایش خاک از روی دیوارهای آن با روش های Bioengineering به قرن ها قبل برمی گردد در تصاویر باقی مانده مینیاتورهای چینی عکس هایی از تثبیت دیوارها با این روش دیده می شود، در اجرای این عملیات با استفاده از روش های مختلف با بذرکاری، کاشت قلمه و نهال و با استفاده از تیرهای چوبی، گرده بینه و استفاده از الیاف گیاهی دیواره هایی را که در خطر فرسایش قرار دارند تثبیت می نمایند.

انتخاب روش کار با توجه به عوامل و فاکتورهایی از قبیل، ارتفاع دیواره، میزان بارندگی، پوشش گیاهی موجود، جنس و ساختمان خاک و... تعیین می شود. این روش ها در اکثر کشورهای دنیا به ویژه در معادنی که شکل زمین تغییر می نماید و در احجام وسیعی عملیات خاک برداری یا سنگ

رسیدن به پایداری استاتیکی شیب دیواره انباشت ها، نسبت ارتفاع به قاعده مثلث شیب ۱ عمودی به ۳ افقی بهترین نسبت می باشد و در مصالح با پایداری بالا مانند سنگریزه و شن و ماسه این نسبت به ۱ به ۱ و ۱/۴ به ۳/۴ کاهش می یابد و نوع عملیات نیز بر این اساس تغییر می نماید.

در این گونه دیوارها وقتی که زاویه شیب از ۳۵ درجه می گذرد برای انجام عملیات بیولوژیکی الزام به احداث بانکت و تراس می باشد.

نکته مهمی که در آرایش دپوها اهمیت دارد ایجاد پایداری جهت اجرای عملیات بازسازی طبیعت در این شیب ها است، به طوری که بلدوزر باید به راحتی بتواند خاک را روی شیب دپو پخش نماید، در صورتی که در پروژه حاضر فقط هدف ایجاد پایداری استاتیکی در دپو حاصله از حمل باطله ها بوده است، لذا شرایط مناسب جهت اجرای عملیات نهالکاری بدون اقدامات اصلاحی فراهم نشده و اجرای عملیات با شرایط

برداری صورت می گیرد، در حال حاضر در دست اجرا می باشد.

هنگام شروع به کار خاک سطحی جمع آوری و محفوظ باقی می ماند و پس از حمل و تخلیه باطله های برداشت شده به صورت انباشت ضمن اجرای عملیات فیزیکی و آرایش باطله ها، نسبت به پخش خاک زراعی بر روی آن اقدام و با روش های مختلف نسبت به احیاء آن اقدام می نمایند، در استرالیا که بزرگترین معادن طلا و سنگ آهن و ذغال سنگ را در اختیار دارد بخشی از درآمد سالیانه معادن در حساب ویژه ای نگهداری شده و پس از آماده شدن دپو با شرکت هایی که متخصص در زمینه احیاء هستند قرارداد منعقد و اجرای این عملیات به آن ها سپرده می شود پس از تایید اجرای عملیات سپرده معدن داران آزاد می گردد.

پایداری ترانشه ها و یا خاکریزها براساس جنس آن و میزان رطوبت آن تغییر می کند، بیشترین ناپایداری در خاکریزهای با جنس خاک رس خیلی مرطوب وجود دارد، برای



موقعیت محل انباشت باطله‌ها (دپو A5) در کارگاه سد

سنگریزه‌ای با روکش بتنی با ارتفاع‌های ۸۵ و ۱۰۴ متر با فاصله دو کیلومتر از یکدیگر، هنگام فزونی برق تولیدی در شبکه آب از سد پایین دست به سد بالادست منتقل و هنگام اوج مصرف با تولید ۱۰۴۰ مگاوات انرژی پتانسیل ذخیره شده را به مدت چهار ساعت به شبکه سراسری منتقل می‌نماید.

با همزمان شدن احداث سد با الزام رعایت مدیریت زیست‌محیطی و همچنین جبران خسارات وارده به منابع طبیعی، جهت اراضی حوزه آبخیز سد و جنگل‌های محدوده آن طرح احیاء جنگل‌های منطقه سیاه بیشه تهیه که اجرای آن از سال ۱۳۸۶ شروع شد.

اعتقاد مجریان طرح احداث سد در اوایل کار (عملیات از سال ۱۳۸۹ تقریباً رها شد) به رعایت ملاحظات زیست محیطی و احیاء منابع طبیعی (با توجه به حضور دستگاه‌های ناظر در ابتدا) علاوه بر انجام تعهدات، احیاء دپو باطله‌های حاصل از احداث سد نیز در دستور کار مدیران سد قرار گرفت که پروژه حاصل که آغازی بر احیاء و تثبیت دپو حاصله از احداث سدها می‌باشد در این منطقه به اجرا درآمد. البته با توجه به اینکه اولین تجربه در نوع خود می‌باشد مسلماً دارای کاستی‌هایی نیز هست که در مراحل ارزیابی پروژه مورد

موجود تطبیق داده شده است.

به هر حال با همه کاستی‌ها به جرات می‌توان ادعا کرد که این پروژه اولین طرحی است که مجری آن مبادرت به احیاء و بازسازی بخشی از انباشت حاصله از باطله‌های حاصل از معادن سنگ حفر پی‌ها و تونل‌ها در سدسازی بوده است.

### تاریخچه احداث سد

به طور معمول در سیستم تولید برق به منظور تنظیم بار شبکه در زمان پیک مصرف و زمان‌های کاهش مصرف یکی از بهترین روش‌های احداث نیروگاه‌های تلمبه ذخیره‌ای می‌باشد که با احداث سدهای همراه، شرایط ذخیره برق را در ساعات کاهش مصرف به صورت پمپاژ آب و ذخیره آن به صورت انرژی پتانسیل فراهم می‌نمایند، به طور معمول دستیابی به چنین مکان‌هایی به لحاظ نیاز داشتن به شرایط فیزیوگرافی خاص، محدود می‌باشد.

با همین هدف طراحی سد و نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سیاه بیشه در سال ۱۳۴۹ و عملیات



تصویر زیر وضعیت شیب شرقی دپو را نشان می‌دهد ( تاریخ ۸۶/۸/۹):





نصب شبکه روی دیواره



پخش خاک با بلدوزر



حمل خاک بر روی شیب های دپو

بازنگری و در طرح‌های بعدی لحاظ خواهد شد.

### موقعیت جغرافیائی طرح

سد سیاه بیشه که اولین سد تلمبه‌ای ذخیره‌ای ایران می‌باشد در نزدیکی روستای سیاه بیشه در جاده کندوان در استان مازندران در دست احداث می‌باشد، به لحاظ حساسیت‌های بجای زیست محیطی و نگرانی از تخریب خارج از کنترل جنگل‌ها و مراتع موجود در منطقه و ایجاد فرسایش خاک و ناپایداری طبیعت در اجرای عملیات سعی شده است تا جائی که مجریان سد همراه بوده‌اند میزان تخریب‌های احتمالی کاهش یابد.

از جمله درانباشت باطله‌های برداشت شده از ساختمان سد برای اینکه سطح کمتری از زمین را اشغال نماید به ارتفاع آن افزوده شده، که معضلاتی را در پی داشته و خواهد داشت. تصویر زیر موقعیت محل انباشت باطله‌ها را نمایش می‌دهد.

پایدار کردن خاک و دیواره است. در قسمت‌هایی از انباشت که عملیات تخلیه و آرایش خاکریزها به پایان رسیده بود و امکان اجرای عملیات بیولوژیکی و ایجاد پوشش گیاهی مقدور بود در مرحله اول با مساحتی حدود ۱۳/۶ هکتار که به ترتیب ۶/۷ هکتار سطح برم‌ها (سکو یاتراس ایجاد شده) و مساحت دامنه یا شیب انباشت ۶/۹ هکتار برآورد گردید، اختلاف ارتفاع سکوها از پای اولین سکو تا آخرین سکو حدود ۱۱۰ متر می‌باشد.

همان طوری که ملاحظه می‌شود، مواد باطله حمل شده شامل سنگ و سنگریزه بوده و مناسب کاشت درخت و درختچه نبوده و برای آماده کردن آن برای عملیات بیولوژیکی نیاز به اقدامات اصلاحی می‌باشد.

بر آورد اولیه از مساحت نیمرخ شرقی دپو حدود ۶۹ هزار مترمربع می‌باشد، کاشت درختان روی تراس‌های اصلی (Berms) محدودیتی نداشته و جز کوبیده شدن خاک که به علت تردد ماشین‌آلات ایجاد شده بود

در محدوده طرح احداث سد و نیروگاه سیاه بیشه دپوهای مختلفی از باطله‌های حفر تونل‌ها و پی‌کنی‌های سدها در رودخانه حاصل شده است که یکی از آنها دپو A۵ (نام و شماره دپو) نامگذاری شده است، حجم تقریبی آن حدود ۳۲۰۰۰۰۰ مترمکعب می‌باشد و از بزرگترین آنها می‌باشد، با توجه به کوهستانی بودن منطقه باطله‌های حمل شده انباشت فوق دارای بافت بسیار دانه درشت و سنگی و سنگریزه‌ای می‌باشد بنابراین پایداری فیزیکی در این دپوها در شیب‌های تند فراهم شده است.

برای تثبیت بیولوژیکی دپو و شیب آن ریختن خاک مناسب (به علت دوری راه امکان حمل خاک زراعی مقدور نشد و از خاک مادری که در بعضی از قسمت‌های پی‌کنی استخراج شد استفاده گردید) روی آن ضرورت دارد، پایداری خاک حمل شده بر روی شیب دپو بسیار کم می‌باشد و برای تثبیت آن در بعضی از مناطق نیاز به روش‌های



قلمه ها در اواسط اردیبهشت



فروردین ماه



نصب شبکه بر روی شیب



نمایی از عملیات اجرایی انجام شده

قرار گرفت البته به منظور افزایش زنده‌مانی در فواصل مختلف روی شبکه نیز قلمه‌های عمودی کاشته شد.

کاشت قلمه‌ها در آذر ماه شروع شد که با آغاز فصل سرما که همراه با بارش برف بود عملیات تا اسفند ماه تعطیل شد، اولین جوانه‌ها در در اواسط فروردین روی قلمه‌ها ظاهر شد و با گذشت زمان این تعداد بیشتر و ارتفاع آنها نیز افزایش یافت در طول این مدت کوچکترین آبیاری و مراقبت ویژه‌ای جز محافظت در برابر تعلیف دام انجام نگرفت. عکس‌های زیر مراحل مختلف رویش قلمه‌ها را نمایش می‌دهد.

#### ب- استفاده از بانکت‌های چوبی:

در ادامه کار با توجه به وقت‌گیر بودن روش چهارچوب‌سازی با نصب توری روش استفاده از بانکت‌های چوبی جایگزین شد که در نتیجه کار تفاوت زیادی نداشت هر چند نصب چهارچوب‌ها خاک را بهتر تثبیت می‌کرد، لذا احداث بانکت و نصب تخته و میخ چوبی جهت حفاظت خاک و جلوگیری از ریزش آن با استفاده از تخته‌های مستعمل با قطر ۱/۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۸ تا ۲۰ سانتیمتر و طول ۱ تا ۱/۵ متر با تهیه میخ‌های چوبی به قطر ۸ تا ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ۵۰ تا ۷۰ سانتیمتر اجرای عملیات تثبیت دیواره جایگزین روش شبکه چوبی شد، قلمه‌ها با همان شیوه قبلی کاشته شدند.

ادامه عملیات در فروردین ماه سال ۱۳۸۷ انجام شد که متأسفانه به علت خشکسالی سال ۱۳۸۷ و عدم رسیدن آب کافی به قلمه‌ها



قلمه‌های بید مستقر شده در تابستان ۱۳۸۸

ایجاد شبکه چوبی با کشت قلمه بید، کاشت نهال دغدغک و بذرکاری اقدام شد.

#### انجام عملیات خاک‌ریزی

عملیات خاک‌ریزی بر روی شیب‌های دپو در اواسط تابستان ۱۳۸۶ آغاز شد و در طول دومه‌ماه حدود یکصد هزار مترمکعب خاک حاصل از پی‌کنی قسمت‌های مختلف سد که نسبتاً مناسب بود بر روی دپو حمل و با بلدوزر بر روی شیب‌ها ریخته شد، البته چون روی شیب‌ها عملاً امکان هیچ نوع عملیاتی بر روی خاک نبود لذا به حدی خاک‌ریزی شد که خاک به پایداری استاتیک اولیه در روی شیب رسید.

#### اجرای عملیات Bioengineering

##### الف: احداث شبکه محافظ خاک:

تیرهای چوبی به صورت شبکه با فاصله ۱/۵ متر در ۱/۵ متر آماده شد و برای جلوگیری از ریزش احتمالی خاک با توری مرغی پوشانده شد و توری نیز بر روی خاک با نصب میخ چوبی تثبیت شد. عکس‌های زیر مراحل عملیات را نمایش می‌دهد.

بخش‌هایی از شبکه توری به منظور قراردادن قلمه‌های بید باز گذاشته شد، قبل از شروع عملیات قلمه‌های بید به طول ۱/۵ تا ۲ متر و به قطر ۱ تا ۳ سانتیمتر از درختان بید اطراف طرح جمع‌آوری و حمل شده بود که به صورت دسته‌های سه‌تایی بسته شد و روی شبکه بالای چوب‌ها به طور افقی زیر خاک



قلمه‌های رشد یافته در اواسط تیر ماه ۱۳۸۷

مشکل خاصی نداشت لذا بر روی این سکوها در مساحت ۶/۷ هکتار نهالکاری صورت گرفت تنها مشکل این مناطق با توجه به عدم حاصلخیزی و ساختمان مناسب خاک (خاک مادر) و بافت ریز و عاری از مواد آلی باعث کوتاه شدن دور آبیاری و سله بستن سطح خاک و نیاز به مواد آلی کمکی می‌باشد.

#### روش‌های انتخاب شده تثبیت بیولوژیک باطله‌های حاصله

با توجه به سطح وسیع شیب دپو و تغییر شرایط فیزیکی آن روش‌های مختلف زیر انتخاب گردید:

۱- در قسمت‌هایی که خاک‌ریزی شده و یا امکان خاک‌ریزی وجود نداشت و عمق خاک بسیار کم بود سطح پوشیده شده از خاک با مخلوط بذور مرتعی بذرکاری شد در بذریابی برای اولین بار در کشور با روش هیدروسیدینگ بذر پاشی انجام شد، از مخلوط بذریوآ بولبوزا و برموس تومنتولوس و فستوکا اوینابه مقدار ۱۰ گرم در مترمربع با هیدرو سیدر استفاده شد.

۲- در قسمت‌هایی که خاک ریزی شده و شیب کم بود و امکان حمل خاک و اضافه نمودن آن به گوده‌های نهال وجود داشت نهال کاشته شد. تعیین گونه آن بر اساس سیاست‌های طرح و نهال موجود قابل حمل با شرایط منطقه انجام شد.

۳- در قسمت‌هایی با شیب تند که خاک‌ریزی صورت گرفت با استفاده از بانکت‌های چوبی و همچنین با استفاده از



استقرار پوشش گیاهی روی برم‌ها



بذور جوانه زده فستوکا



قلمه‌های بید سبز شده در تابستان ۱۳۸۸



تولید نهال دغدگک در نهالستان موقت طرح



استقرار پایه‌های بروموس روی شیب دپو

اصله در هر هکتار بر روی شیب های دپو و روی بانکت های چوبی نصب شده کاشته شد و در هر ۸/۶ مترمربع یا با فاصله ردیف ۳ متر ۳\* متر نهال کاشته شد خوشبختانه این گونه با ایجاد پوشش سریع خاک را در بر گرفته واز فرسایش وریزش آن جلوگیری مینماید که در حال حاضر به خوبی استقرار یافته و پوشش بسار خوبی ایجاد کرده است. در ۲۵ مهر ۱۳۹۰ از شیب‌های کاشته شده بازدید به عمل آمد که کاملاً تثبیت و عناصر گیاهی به خوبی استقرار یافته است و عکس زیر وضعیت آن را در چند روز قبل نشان می‌دهد.

### بحث

در احداث طرح‌های بزرگ عمرانی کشور و معادن واگذار شده جهت برداشت از طبیعت با توجه به اینکه E.I.A یا مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی پیش‌بینی شده است ولی بازسازی طبیعت و محیط طبیعی (جنگل، مرتع، آب، خاک و حیات وحش)

*Bromus tomentallis* بر روی شیب‌ها با استفاده از هیدروسیدر و تاکی فایر پاشیده شد، این عملیات در اواخر اسفند ۱۳۸۶ و اوائل فروردین ۱۳۸۷ انجام گرفت، اما به علت خشکسالی در اوائل سال ۱۳۸۷ و عدم ریزش باران بذر زیادی سبز نشد، اما بعداً در تیرماه ۱۳۸۷ به لحاظ مه آلود بودن هوا و ایجاد رطوبت شروع به سبز شدن نمود که با توجه به چند ساله بودن گراس‌های کاشته شده و پانچ‌های قوی که توسط این گیاهان ایجاد می‌شود استقرار آن نتایج خوبی را داشت. در پائیز ۱۳۸۷ مجدداً بذرپاشی صورت گرفت که با توجه به بارندگی خوب سال ۱۳۸۸ به خوبی مستقر شد.

د-تولید و کاشت نهال‌های گونه دغدگک (*Cloutera pesica*):

درختچه دغدگک از خانواده لگومینوز بوده و در منطقه در شیب‌های تند و شرایط خیلی سخت سنگلاخی مستقر میشود، در تابستان ۱۳۸۷ نسبت به تولید حدود ۲۰ هزا اصله نهال گلدانی آن اقدام شد با تراکم ۱۱۶۰

از موفقیت عملیات انجام شده در آبان و آذر ۱۳۸۶ برخوردار نبود ولی تعدادی از قلمه‌ها سبز شدند.

با آماربرداری انجام شده به طور متوسط در هر ضلع شبکه‌های سه متری ۸ قلمه سبز شده است که جمعا در شبکه اجرا شده در هر یک و نیم مترمربع یک جست وجود دارد با توجه به رویش سریع بید و قدرت بالای جست‌دهی آن در دوره کوتاهی پوشش ایجاد خواهد شد.

کاشت قلمه در پاییز ۱۳۸۷ مجدداً انجام شده با توجه به بارندگی خوب در بهار ۱۳۸۸ درصد زنده‌مانی اندازه‌گیری شده حدود ۸۰٪ می‌باشد در مساحت ۶۹۰۰۰ مترمربع شیب شرقی جمعا ۲۹۰۰۰ قلمه بید که به طور متوسط در هر ۲/۴ مترمربع یک قلمه کشت گردید.

### ج- بذرکاری روی شیب‌ها:

به منظور تثبیت بیشتر شیب دیواره‌ها و جلوگیری از فرسایش آن بر اثر بارندگی ترکیبی از بذر *Festuca ovina* و



قانونی امکان پرداخت صورت وضعیت‌ها با تایید سازمان مسئول نظارت باشد.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱- استفاده از این روش‌ها در احیا باطله‌های حاصل از معادن و برداشت‌های انجام شده و همچنین تثبیت دیواره‌های دپو باطله‌ها با موفقیت همراه است.

۲- بهترین فصل انجام عملیات در این گونه مناطق فصل پائیز می‌باشد. (براساس نوع اقلیم زمان می‌تواند متفاوت باشد)

۳- بهتر است هم شاخه‌های عمودی و هم شاخه‌های افقی در ترکیب کاشت قلمه قرار گیرند.

۴- نهال دغدغک با توجه به رشد سریع به سرعت پوشش گسترده تولید کرده و شیب را تثبیت می‌نماید.

۵- روش استفاده از شبکه توری تفاوت چندانی در نتیجه عملیات نخواهد داشت، اما در شرایطی که احتمال ریزش خاک می‌رود بهتر است از شبکه استفاده شود.

۶- در آرایش باطله‌ها فقط به پایداری فیزیکی و استاتیکی مواد حمل شده نباید توجه نمود بلکه باید شیب بدنه به نحوی طراحی و آرایش شود که امکان احیا آن با حمل و پخش خاک با روش‌های کم هزینه‌تر ممکن گردد.

۷- نهال و بذر و قلمه‌ها از محدوده‌های اجرای طرح تهیه و تامین شود و در نگهداری آنها اصول اولیه رعایت گردد.

### منابع

۱- شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، اولین سد و نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای ایران، تهران، ۱۳۸۶

2-Bioengineering Methods, California University, USA, 1988



استقرار نهال‌های دغدغک بر روی شیب دپو در کنار رویش قلمه‌های بید تابستان ۱۳۸۸

کارگاه سر و کار دارند و در طرح‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی می‌بایستی دقیقاً آن مقدار از طبیعت که قرار است جهت اجرای طرح تخریب شود مشخص گردد و اقدامات ما به ازای آن نیز تعریف شود.

از نظر تکنولوژی و فن‌آوری امکان اجرای عملیات احیایی در همه حالی امکان‌پذیر است اما به طور یقین هزینه طرح‌ها را افزایش داده و شاید اجرای آن‌ها را غیراقتصادی کند، در صورتی که استفاده از تکنولوژی بالا برای کاهش اثرات تخریب کارآمدتر از عملیات احیایی خواهد بود.

در ضمن جهت مستقل بودن دستگاه نظارت پیشنهاد می‌نماید مجری طرح به تنهایی انتخاب‌کننده مهندسین مشاور تخصصی نباشد بلکه با تامین اعتبار آن توسط مجری به شیوه

کمتر دیده می‌شود. علاوه بر سازمان محیط زیست سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور نیز می‌بایستی طرح احیاء منابع صدمه دیده را عهده دار شود و ضرورت دارد که این طرح‌های احیاء تهیه و به عنوان اسناد طرح در نظر گرفته شود و نظارت بر اجرای آن به عهده مهندسین مشاور تخصصی آن گذاشته شود.

از ابتدای کار حضور در کارگاه و یا معدن توسط نمایندگان سازمان‌های ناظر، جهت نظارت بر رعایت محدودیت‌های تعیین شده ضرورت دارد به طوری که بیشترین آسیب‌های وارده نه از طریق کارشناسان و مدیران صورت می‌گیرد، بلکه به لحاظ آموزش ندادن به آن گروه از کارکنان در کارگاه می‌باشد که با ماشین‌آلات سنگین در



# بررسی تأثیر برخی عناصر اقلیمی و توپوگرافی بر پراکنش پوشش جنگلی استان ایلام با استفاده از GIS

- غلامرضا نوری: استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- اکبر زهرایی: دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم دانشگاه سیستان و بلوچستان
- سهیلا نوری: عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه

## چکیده

از آنجا که مدیریت صحیح و بهره‌برداری پایدار در هر اکوسیستم مستلزم درک اتفاقاتی است که در آن واقع می‌شود، آگاهی از روابط بین جوامع گیاهی جنگلی با عوامل اقلیمی و توپوگرافی، به منظور اعمال مدیریت منطبق با شرایط اکولوژیک در استان ایلام مدنظر این پژوهش بوده است. استان ایلام با حدود ۱/۲ درصد از مساحت کشور دارای ۶۴۱۶۶۷ هکتار از جنگل‌های غرب ایران است. بدین منظور با استفاده از سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار Arc GIS ۹.۳ جنگل‌های استان پهنه‌بندی شد و سپس با تجزیه و تحلیل پارامترهای اقلیمی از قبیل دما و بارش، نقشه‌های همبارش و همدم‌ها و همچنین نقشه ارتفاعی تهیه گردید. در مرحله بعد، توسط نرم‌افزارهای گرافیکی لایه جنگل‌ها با نقشه‌های اقلیمی و توپوگرافی تلفیق شده و رابطه بین اقلیم و توپوگرافی با پراکنش انواع جنگل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه این پژوهش نشان داد که ۳۳/۳ درصد از جنگل‌های استان انبوه و نیمه انبوه و مابقی جنگل تنک و دست کاشت می‌باشد. همچنین این جنگل‌ها در محدوده دمایی بین ۱۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد و همچنین با بارندگی بیش از ۳۰۰ میلیمتر و از نظر توپوگرافی بر روی ارتفاعات بین ۶۵۰ تا ۲۴۰۰ متری گسترده شده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** جنگل، عناصر اقلیمی، توپوگرافی، GIS، ایلام

## مقدمه

بررسی پوشش گیاهی در مطالعات کاربردی به منظور دستیابی به اطلاعات برای حل مسائل اکولوژیک در رابطه با مدیریت و حفاظت اکوسیستم‌های طبیعی مطرح بوده است (۱۱). گیاهان در ارتباط با تعدادی محرک مختلف شامل اقلیم، عوامل مربوط به خاک و شرایط طبیعی توسعه پیدا می‌کنند و درجه‌ای که در آن توزیع پوشش گیاهی می‌تواند بر پایه شرایط اقلیمی توضیح داده شود، به این بستگی دارد که حد اهمیت عامل‌های اقلیمی تشخیص داده شده و انتخاب شود (۲۰).

در حقیقت بر روی نقش‌های با مقیاس منطقه‌ای، پراکنش تیپ‌های گیاهی مطابق با پراکنش مناطق وسیع اقلیمی است. به عبارت دیگر، هر نوع گیاه در منطقه اقلیمی خاصی می‌روید (۱). به نحوی که اغلب اکوسیستم‌ها تحت تأثیر شدید آب و هوا قرار دارند و نوع گونه‌های حیاتی، پراکنش زادآوری، تولید و تغییرات آنها، بوسیله عوامل اقلیمی تعیین می‌گردد (۱۰). لذا در مقیاس جهانی، اقلیم به طور معمول مهمترین کنترل

کننده توزیع جغرافیایی گونه‌های گیاهی در نظر گرفته می‌شود. بقیه عامل‌ها مانند خاک، توپوگرافی، عامل‌های تاریخی و انسانی که مقیاس کوچک‌تری دارند، بدون شک مهم‌اند، ولی در درجه اهمیت بعدی قرار می‌گیرند. در واقع داده‌های آماری حاصل از مطالعات هواشناسی در بررسی‌های پوشش گیاهی، به عنوان اطلاعات زیربنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳).

بر خلاف اهمیت اقلیم به عنوان عاملی شاخص در توزیع پوشش گیاهی، تحقیقات اکولوژیکی زیادی در این زمینه انجام نشده است. دلیل این موضوع، مشکل بودن تعیین اقلیم مناطقی است که پوشش گیاهی دارند. همچنین باید تعداد زیادی ایستگاه اقلیمی در منطقه‌ای که پوشش گیاهی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد، وجود داشته باشد (۱۹).

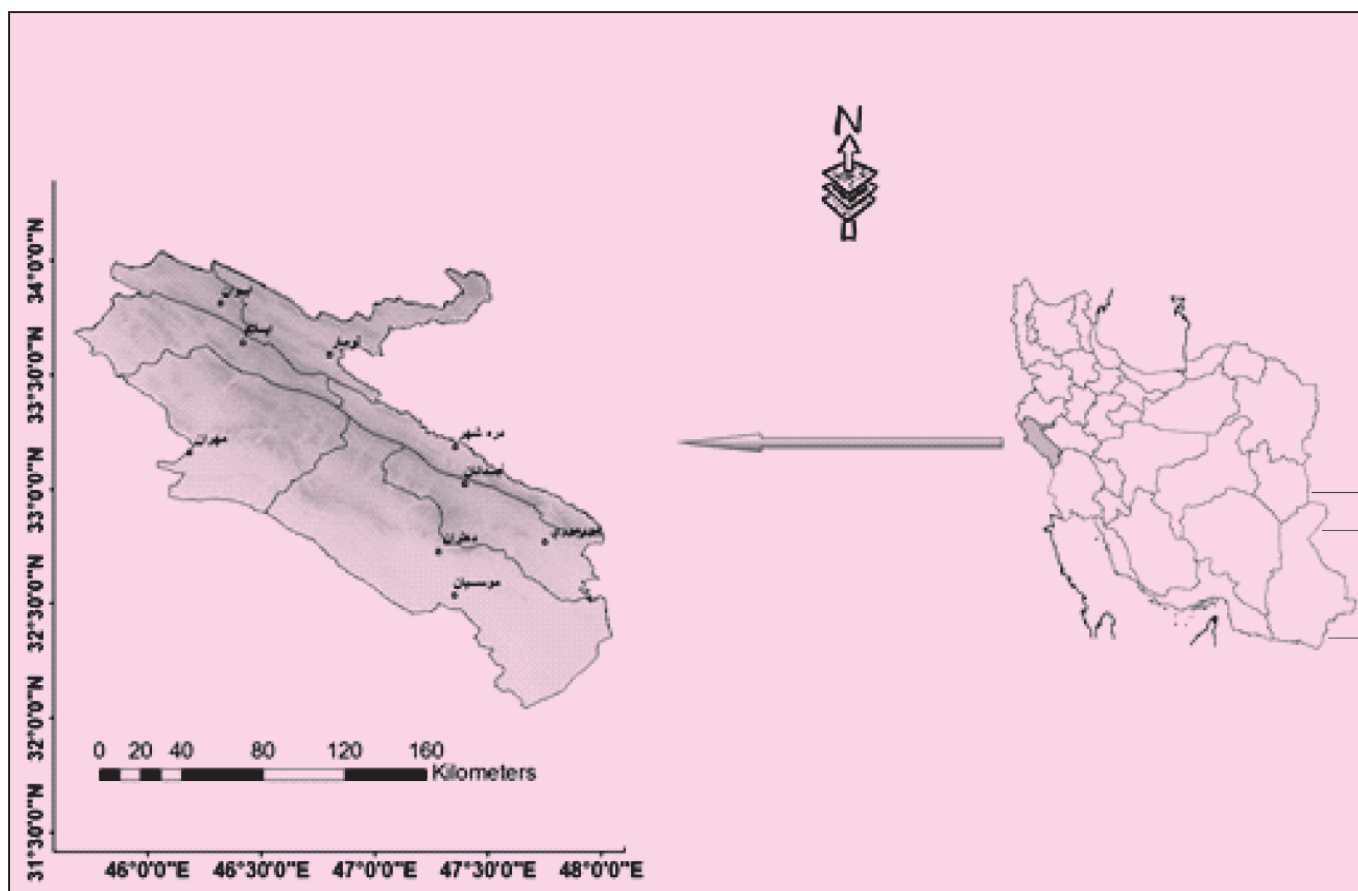
در پژوهش‌های انجام گرفته طی سی سال گذشته، پوشش گیاهی به عنوان مؤلفه مهم مرتبط با سیستم اقلیمی شناخته شده است (۸، ۱۵ و ۱۷). خان‌حسینی و همکاران (۱۳۷۶)، ویژگی‌های بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی

مناطق جنگلی استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق با استفاده از نقشه اقلیم تهیه شده به روش دمارتن اصلاح شده، محل پراکنش جنگل‌های استان در اقلیم‌های مختلف از راه تطبیق این نقشه با نقشه‌های توپوگرافی و دیگر نقشه‌ها تعیین و در نهایت ۱۳ منطقه جنگلی در ۶ اقلیم استان مشخص شد (۵).

Nakawatase & Peterson (۲۰۰۶)

تغییرات مکانی در ارتباط بین اقلیم و رشد پوشش جنگلی را در منطقه کوهستانی المپیک بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که اطلاعات به دست آمده از ارتباط بین اقلیم و پوشش جنگلی، ممکن است برای توسعه راهکارهای مدیریتی در مورد انطباق گونه‌ها و پیش‌بینی تأثیر اقلیم آینده بر روی این جنگل‌ها، مفید و مؤثر باشد (۱۸).

از طرفی با مطالعه پوشش گیاهی و عوامل مختلف محیطی همچون فیزیوگرافی، خاک و اقلیم می‌توان به پایداری جوامع گیاهی و همبستگی این عوامل با پوشش گیاهی پی‌برد که این مسئله از نظر توسعه و احیای



نقشه ۱: موقعیت استان ایلام در کشور

داده و در جبهه خارجی زاگرس مرکزی قرار گرفته است که تا حدود زیادی متأثر از شرایط آب و هوایی (بادهای غربی) نافذ بر آن می‌باشد. قلمرو جغرافیایی استان ایلام در محدوده موقعیتی خود، همراه با موقعیت استانی و اشکال متعدد توپوگرافی و واحدهای ناهمواری، تحت تأثیر تلفیقی از عوامل جغرافیایی اقلیمی قرار دارند که از ترکیب نیروهای موثر بر آن شرایط اقلیمی استان در زاگرس تعریف می‌شود. از جمله عوامل موثر بر اقلیم استان می‌توان تأثیر توده‌های هوایی مختلف، بارندگی، دما، روزهای یخبندان، باد و تبخیر و تعرق را نام برد (۶).

لذا هدف اصلی این تحقیق بررسی و تعیین تأثیر برخی عوامل اقلیمی (بارش و دما) و توپوگرافی (ارتفاع) بر پراکنش گونه‌های جنگلی در استان ایلام با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

در خاک‌هایی با بافت سبک و سنگریزه‌دار گسترش دارد. این در حالی است که گونه *Artemisia sieberi* در محدوده ارتفاع ۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰ متری بر روی اراضی به نسبت مسطح با بافت متوسط و خاک‌هایی با املاح زیادتر از رویشگاه *Artemisia aucheri* مشاهده می‌شود (۷). در ایران در زمینه تنوع گونه‌های زیراشکوب در رابطه با عوامل فیزیوگرافیکی مطالعاتی انجام شده است (۹). اما این مطالعات به ویژه در جنگل‌های زاگرس موردی و محدود بوده و باید تحقیقات بیشتری در مورد روابط بین پوشش گیاهی و عوامل توپوگرافی صورت گیرد تا بدین ترتیب بتوان با شیوه مناسب و اصولی برای حفاظت از این اکوسیستم‌های طبیعی کشور که اغلب تخریب یافته هستند، اقدام نمود (۱۲).

استان ایلام با وسعت ۲۰۰۲۷۹۴/۶ هکتار حدود ۱/۲ درصد مساحت کشور را تشکیل

جوامع جنگلی بسیار مهم و کاربردی است (۲). عوامل فیزیوگرافی با تأثیری که بر میزان رطوبت خاک، شیمی و سایر مشخصه‌های آن دارند، نقش مهمی در پراکنش گونه‌های گیاهی و تنوع شان دارند (۱۶). بدین منظور محققان مختلف، تنوع زیستی را با در نظر گرفتن فیزیوگرافی و یا هر یک از عوامل مختلف فیزیوگرافی به صورت مجزا مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت مورد بررسی قرار داده‌اند (۱۴).

زارع چاهوکی (۱۳۸۰) در بررسی عوامل محیطی تأثیرگذار بر پراکنش تیپ‌های رویشی مراتع پشتکوه استان یزد دریافت که پراکنش تیپ‌های *Artemisia aucheri* و *Artemisia sieberi* تحت تأثیر عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و بافت خاک قرار می‌گیرد. نتایج تحقیق نشان داد که گونه *Artemisia aucheri* از ارتفاع ۲۴۰۰ متر به بالا بر روی اراضی به نسبت شیبدار و

جدول ۱: تقسیم بندی اقلیم مختلف استان ایلام به روش آمبرژه

| اقلیم               | ارتفاع (m)   | ضریب رطوبتی | میانگین سردترین ماه | میانگین گرمترین ماه | بارندگی (mm) | مساحت (ha) |
|---------------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|------------|
| بیابانی گرم میانی   | ۵۰-۳۱۹       | ۱۸          | ۰                   | ۴۳/۷                | ۳۷۰/۷        | ۳۹۳۱۲۵     |
| بیابانی گرم خفیف    | ۳۱۹-۶۶۷      | ۲۶/۴        | ۲/۵                 | ۴۲/۹                | ۴۲۷          | ۳۳۴۹۷۵     |
| خشک معتدل           | ۶۶۷-۸۳۰      | ۳۰/۳        | ۱/۳                 | ۴۰/۱                | ۴۵۳/۴        | ۱۱۷۲۹۱     |
| نیمه خشک معتدل      | ۸۳۰-۱۰۱۴     | ۳۴/۷        | ۰                   | ۳۸/۸                | ۴۸۳/۲        | ۲۰۳۳۲۲     |
| نیمه خشک سرد        | ۱۰۱۴-۱۲۹۲    | ۴۱/۴        | -۲                  | ۳۶/۸                | ۵۲۸/۳        | ۲۹۶۳۴۱     |
| نیمه مرطوب سرد      | ۱۲۹۲-۱۹۵۰    | ۵۷/۲        | -۶/۷                | ۳۲/۱                | ۶۳۴/۹        | ۳۲۷۴۹۴     |
| ارتفاعات فوقانی سرد | ۱۹۵۰ به بالا | ۷۲/۸        | -۱۱                 | ۲۷/۵                | ۷۴۰/۲        | ۲۷۴۵۳      |

عامل توپوگرافی نرم افزارهای گرافیکی از قبیل Photoshop cs به کار گرفته شد.

### نتایج و بحث

جدول (۱) اقلیم استان را به روش آمبرژه نشان می دهد. جهت انجام این کار از فرمول  $M_p = Q - 100p$  استفاده گردید. براساس سیستم آمبرژه دشت های استان تا ارتفاع ۳۱۹ متری جزء اقلیم بیابانی گرم میانی و تا ارتفاع ۶۶۷ متری جزء اقلیم بیابانی گرم

دست یافت. بدین صورت که ابتدا توسط نرم افزار Arc GIS ۹.۳ اقدام به تعیین گستره هر یک از جنگل ها به تفکیک کیفیت کرده و سپس با تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی از قبیل دما و بارش اقدام به تهیه نقشه های همدم و همبارش شد. برای نمایش برخی از مساحت ها از نرم افزارهای آماری از قبیل Excel استفاده گردید. در پایان برای تلفیق نقشه ها و نمایش رابطه بین پراکندگی جنگل ها با عناصر اقلیمی (دما و بارش) و

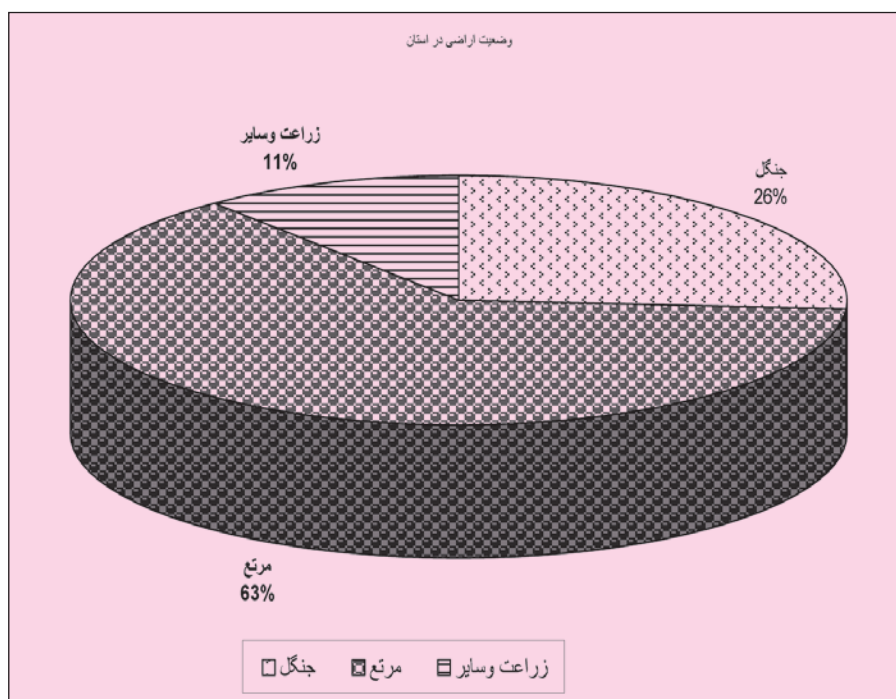
### مواد و روش ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

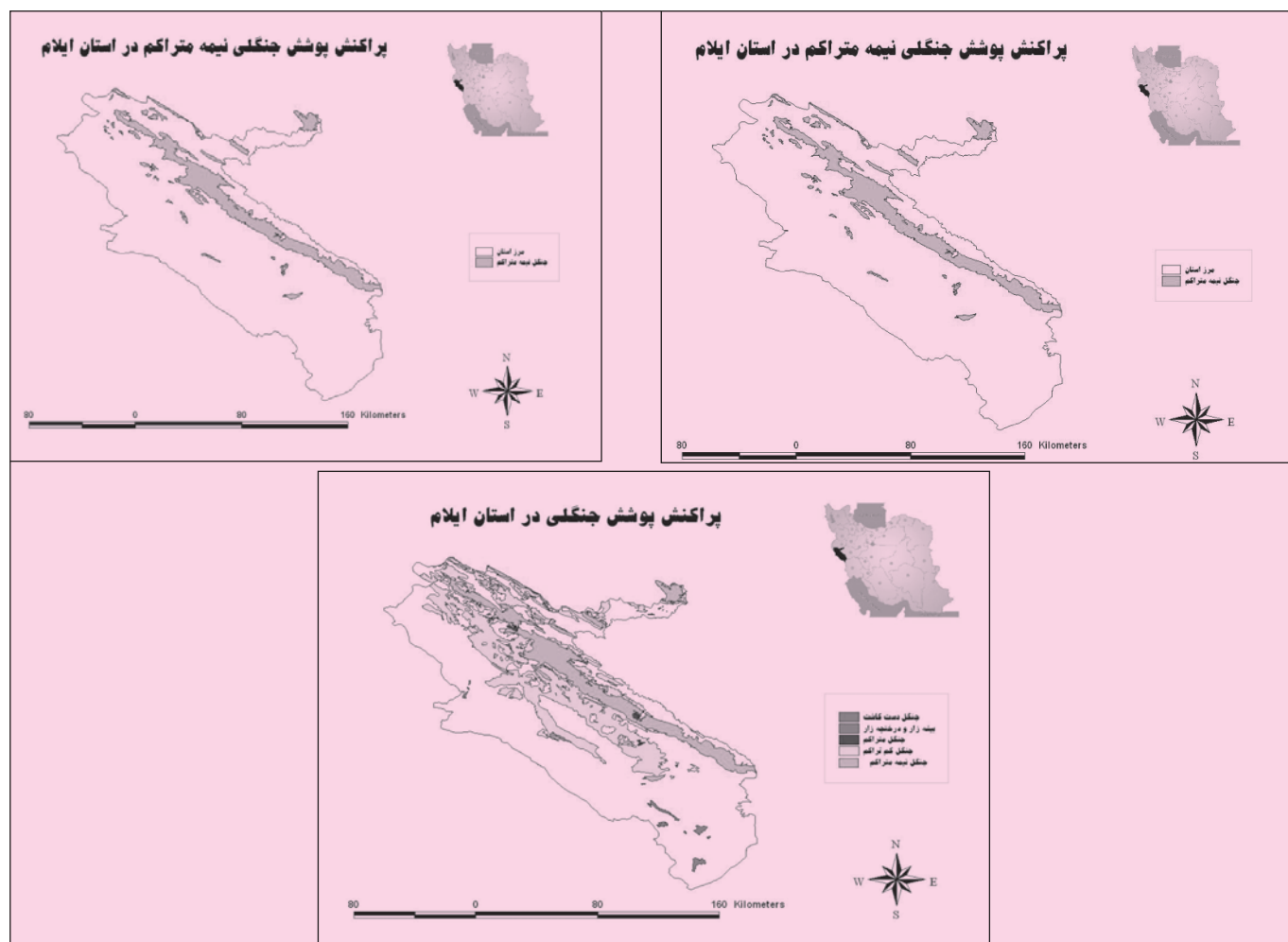
استان ایلام با وسعت ۲۷۹۴/۶ هکتار در غرب کشور در محدوده ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. از شمال به استان کرمانشاه، از جنوب به استان خوزستان، از شرق به استان لرستان و از غرب با ۴۲۵ کیلومتر مرز مشترک به کشور عراق محدود می شود. براساس آخرین تقسیمات کشوری این استان دارای ۷ شهرستان، ۱۹ مرکز شهری و ۱۹ بخش، ۳۹ دهستان و ۷۵۳ آبادی دارای سکنه است. بخش بزرگی از استان ایلام به دلیل استقرار در رشته کوه زاگرس، کوهستانی می باشد. در جهت شمال غربی - جنوب شرقی استان، کوه مرتفع و گسترده؛ کبیرکوه به طول تقریبی ۱۶۰ کیلومتر قرار دارد و کوه قلاقیران به ارتفاع ۳۰۶۲ متر و مانشت به ارتفاع ۳۶۵۶ متر از سطح دریا در این رشته کوه واقع شده اند.

#### روش تحقیق

در این پژوهش سعی بر آن بوده تا با استفاده از ترکیبی از نرم افزارهای سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزارهای آماری و گرافیکی به فهم آسان موضوع و تشخیص مناطق دارای توان اکولوژیکی



نمودار ۱: وضعیت اراضی در استان ایلام



نقشه ۲: پراکندگی پوشش جنگلی استان ایلام براساس تراکم

(۱) نشان می‌دهد که از مجموع وسعت ۲۷۹۴،۶ هکتار اراضی استان ایلام، حدود ۸۹ درصد آن به منابع طبیعی اختصاص دارد. از این مساحت ۶۴۱۶۶۷ هکتار را انواع جنگل تشکیل می‌دهد که تیپ غالب آنها گونه بلوط و گونه‌های همراه آن بنه، ارژن، بادام و داغداغان می‌باشند (۴). نقشه (۲) وضعیت پراکندگی و میزان تراکم تیپ‌های جنگلی استان را نشان می‌دهد. کلاس‌بندی جنگل‌ها بر اساس تفسیر چشمی تصویر لندست ۵ انجام گردیده است (۱۳). طبق نمودار (۲) وضعیت اراضی جنگلی استان در سه تیپ قرار دارند.

وسعت جنگل‌های استان ایلام به تفکیک شهرستانها به ترتیب عبارتند از: مهران ۲۰ درصد، ایلام ۱۶ درصد، شیروان چرداول

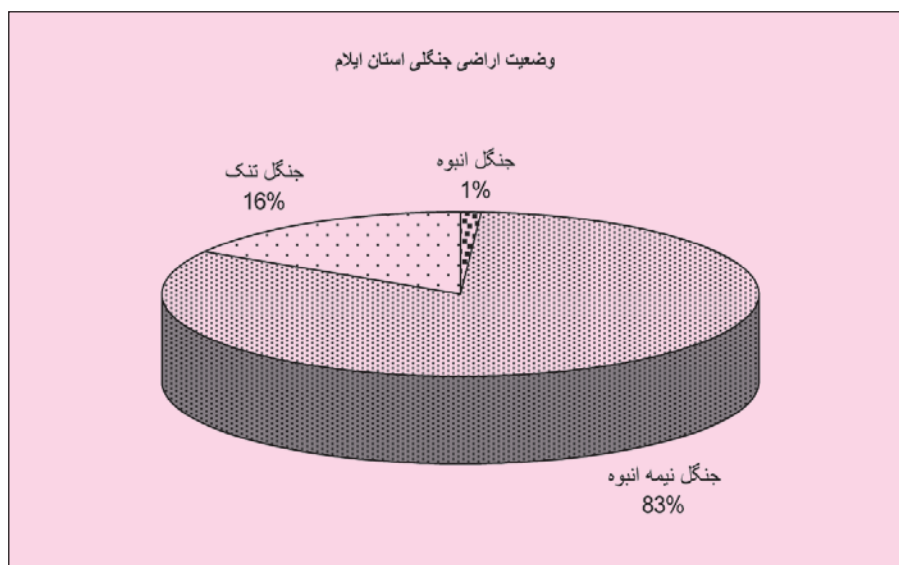
و مراکز جمعیتی نیز پهنه‌هایی را که از امکانات محیطی مناسب‌تری برخوردار بوده است جهت استقرار برگزیده‌اند. نمودار (۱) وضعیت اراضی استان را نشان می‌دهد. بخش اعظمی از تیپ اراضی این استان کوهستانی با کوه‌های متشکل از سنگ‌های آهکی با قلال سنگی و کشیده با پوشش جنگلی زاگرس که دارای خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق با بافت سنگین سنگریزه‌دار است. پوشش گیاهی استان با تأثیر از شرایط خاص اقلیمی و اداپیکه و توپوگرافی، متنوع است که بر اساس مطالعات انجام شده تعداد ۱۰۰۰ گونه گیاهی در استان شناسایی شده است که ۵۰ گونه آن درختی و درختچه‌ای و مابقی بوته‌ای و علفی و یکساله بوده و بیش از ۱۵۰ گونه آن دارویی و صنعتی است (۴). نمودار

خفیف قرار می‌گیرند. مناطق کوهپایه‌ای و تپه ماهوری استان ایلام تا ارتفاع ۸۳۰ متری جزء اقلیم خشک معتدل و تا ارتفاع ۱۰۱۴ متری در اقلیم نیمه خشک معتدل قرار دارند. مناطق کوهستانی ایلام تا ارتفاع ۱۲۹۲ متری در اقلیم نیمه خشک سرد و تا ارتفاع ۱۹۵۰ متری در اقلیم نیمه مرطوب سرد قرار دارند و مناطق مرتفع استان و قلال کوه‌ها تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر و بالاتر جزء اقلیم ارتفاعات فوقانی سرد قرار می‌گیرند.

### جنگل‌های استان ایلام

رشته کوه کبیرکوه به عنوان مهم‌ترین عامل جغرافیایی در تعیین سیمای طبیعی استان اعم از پوشش گیاهی و منابع آب و خاک تأثیر زیادی گذاشته و به تبع آن سکونتگاه‌ها





نمودار (۲): وضعیت اراضی جنگلی استان ایلام

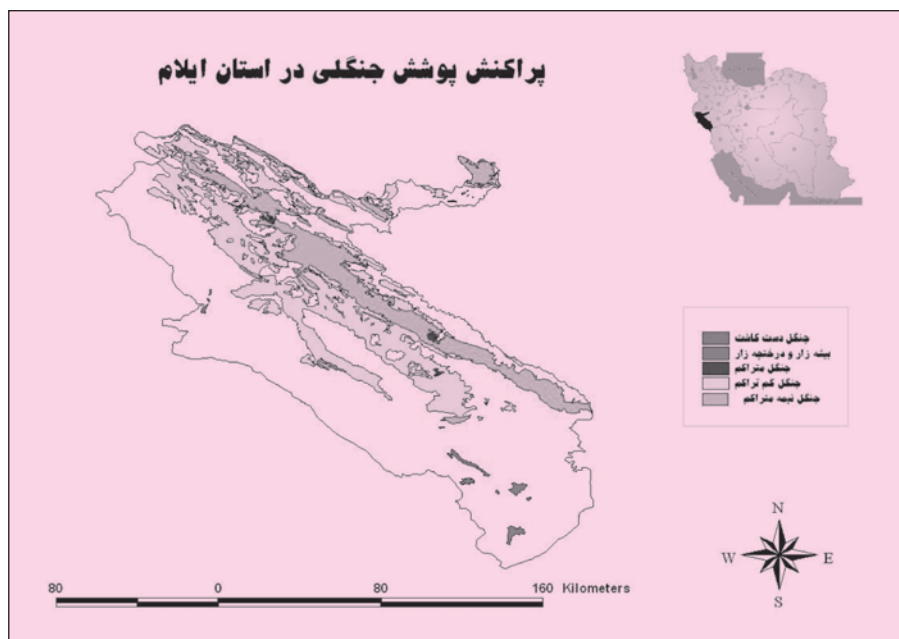
گرم است و حداکثر درجه حرارت آن به ۵۰ درجه و میزان بارندگی به ۲۰۰ میلیمتر می‌رسند.

در سردترین ماه‌های سال (فصل زمستان) متوسط حداکثر دمای هوا بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس بوده است. بنابراین، در طول روزهای زمستان، مشکلی از نظر حرارتی وجود ندارد. در تابستان هوا به مرور گرم می‌شود و در گرمترین ماه سال به ۳۵/۷

طولانی با حداقل درجه حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد، زیر صفر و میزان بارندگی بیش از ۵۰۰ میلیمتر می‌باشد.

۲- منطقه معتدل، شامل دیگر مناطق استان با حداقل درجه حرارت ۱۵ درجه زیر صفر حداکثر ۴۰ درجه و میزان بارندگی ۴۰۰-۲۵۰ میلیمتر می‌باشد.

۳- منطقه گرمسیری: شامل مناطق غربی و جنوب غربی استان است که دارای تابستان‌های



نقشه (۳): پراکنش انواع پوشش جنگلی در استان ایلام

۱۵/۲ درصد، دهلران ۱۵ درصد، دره شهر ۱۲/۹ درصد، آبدانان ۱۲/۵ درصد و ایوان ۸/۳ درصد. این استان از نظر مساحت جنگلی در بین ۱۱ استان حوزه زاگرس مقام پنجم را بعد از استانهای فارس، لرستان، خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد دارا می‌باشد. در مجموع نقشه (۳)، وضعیت کلی جنگل‌های استان ایلام را نسبت به موقعیت جغرافیایی و چگونگی پراکنش آنها را نشان می‌دهد.

سرانه جنگلهای استان:

سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی در گزارشی با عنوان «وضعیت جنگل‌های جهان» به بررسی وضعیت جنگل‌ها در کشورهای مختلف پرداخته است. در این گزارش سرانه جنگلهای جهان ۰/۶ هکتار برای هر فرد در جهان می‌باشد. طبق آخرین سرشماری کشور (۱۳۸۵) جمعیت کشور ۷۰۴۷۲۸۶۴ نفر اعلام گردید. براساس آمار اداره کل منابع طبیعی کشور سطح جنگلهای کشور طبق آخرین برآورد ۱۴۳۱۸۸۷۲ هکتار است که بر این اساس سرانه جنگل در سطح کشور ۰/۲ هکتار برای هر فرد می‌باشد. طبق آخرین سرشماری (۱۳۸۵) جمعیت استان نیز ۵۴۵۸۷۸ شمارش گردید که با توجه به سطح جنگلهای استان سرانه جنگلها برای هر فرد در استان ایلام حدود ۱/۱۷ هکتار می‌باشد.

تحلیل عناصر اقلیمی استان:

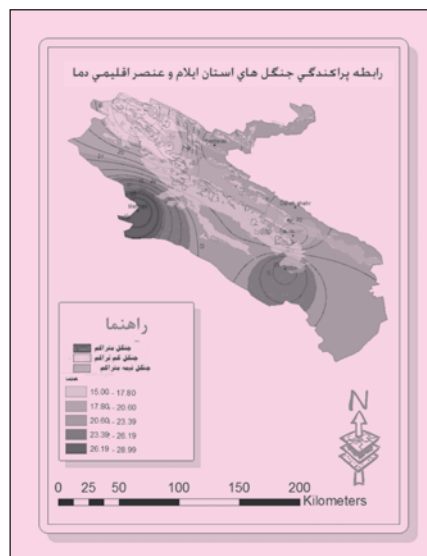
اقلیم استان در تابستان‌ها تحت تأثیر پر فشار جنب حاره‌ای قرار دارد که شرایط حرارتی نسبتاً پایداری را بر آن حکمفرما می‌سازد و در زمستان توده‌های غربی و کم فشارهای سودانی بارش‌های رگباری و شدیدی را برای آن به همراه می‌آورند. به دلیل ماهیت دامنه‌ای استان که جزو کوهپایه‌های بیرونی زاگرس محسوب می‌شوند. رطوبت توده‌های ورودی از سمت غرب و جنوب غرب، نقش مهمی در اقلیم آن دارند. استان ایلام با توجه به اختلاف ارتفاع، درجه حرارت و بارندگی به سه منطقه تقسیم می‌شود:

۱- منطقه سردسیر، شامل مناطق کوهستانی شمال، شمال غربی استان، و دارای زمستان‌های

بارش در طی سال‌های متفاوت متغیر است، اما بطور کلی در طی تمام سال‌های این دوره آمارگیری (۱۹۶۵-۲۰۰۵) مقدار سالانه بارش قابل توجه بوده است. در طی دوره آماری مزبور سال ۱۹۷۸ میلادی با کل بارش ۴۲۷/۵ میلی‌متر خشک‌ترین و سال ۱۹۶۷ میلادی با ۱۱۰۷ میلی‌متر مرطوب‌ترین سال بوده است. علاوه بر تغییرات سالانه، میزان بارش در طی فصل‌های مختلف نیز متفاوت است. عمده‌ترین مقدار سالانه بارش در ایلام در فصل‌های زمستان و بهار صورت می‌گیرد و در طی این دو فصل ماه‌های ژانویه الی مارس (۱۰ دی الی ۱۰ فروردین) با ۱۱۱ الی ۱۱۸ میلی‌متر بر بارش‌ترین ماه‌های سال به شمار می‌روند. در فصل‌های پاییز و تابستان مقدار بارش به ترتیب به حداقل خود می‌رسد. نقشه (۵) وضعیت پراکنش جنگل‌ها و بارش استان را نشان می‌دهد.

### تحلیل عامل توپوگرافی

ناهمواری‌های استان شامل امواجی از چین‌های متعدد و نسبتاً موازی در امتداد شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشند که در آن کوهستان‌ها منطبق بر طاق‌دیس‌ها و زمین‌های پست و تپه ماهوری در ارتباط با ناودیس‌ها قرار گرفته‌اند. با توجه به نقشه‌های

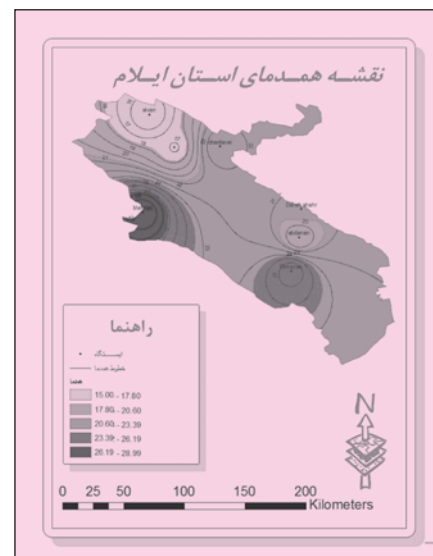


نقشه ۴: پراکنش جنگل‌های استان ایلام بر اساس نقشه هم‌دما

ارتفاعات شمال و شمال شرقی کاهش دما کاملاً محسوس است. در نقشه (۴) وضعیت پراکنش جنگل‌ها و دمای استان به صورت تلفیقی ارائه گردیده است.

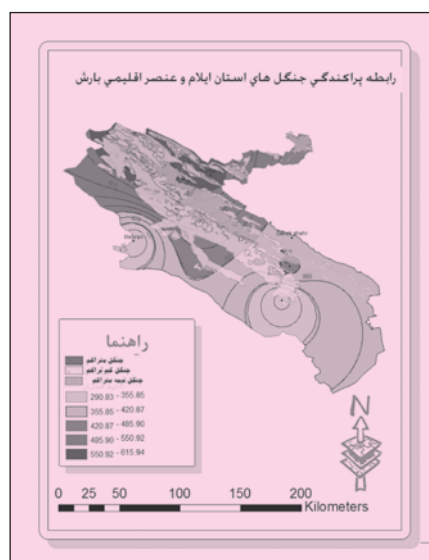
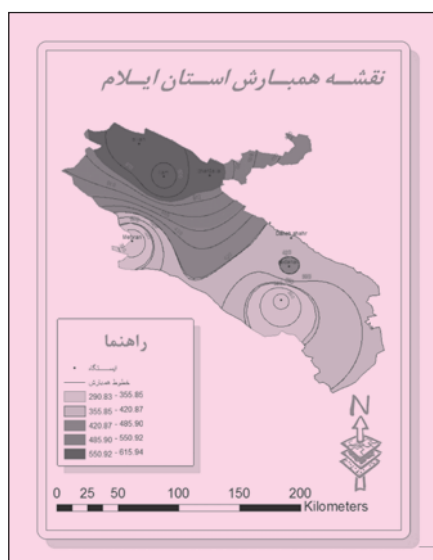
### بارش

پس از سواحل شمالی، مناطق مرتفع شمال غربی و غرب، استان ایلام با ۶۷۴/۲ میلی‌متر از مناطق پر باران کشور محسوب می‌شود. مقایسه تغییرات سالانه بارش در ایلام نشان می‌دهد که هرچند مقدار سالانه



درجه سلسیوس می‌رسد. در هر سه ماه از فصل تابستان، متوسط حداکثر دمای هوا بالاتر از ۳۲ و متوسط حداقل آن بالاتر از ۱۶ درجه سلسیوس است. نقشه (۴)، پهنه‌بندی حرارتی استان را نشان می‌دهد. در طول این ماه‌ها رطوبت هوا کاهش می‌یابد و در گرم‌ترین ساعات از روزهای این سه ماه به ۲۲٪ می‌رسد. با توجه به دمای هوا در این ساعات میزان رطوبت در هوا پایین نیست و به همین دلیل هوای ایلام در تابستان خشک نیست. بالا بودن رطوبت هوا و شفاف بودن در شب‌ها به سرعت باعث کاهش دمای هوا می‌گردد. به طوری که در گرم‌ترین ماه سال (ژوئیه) نوسان روزانه دمای هوا به بیش از ۱۶ درجه سلسیوس می‌رسد.

دو عامل ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی در تغییرات دما موثرند. دهلران در جنوب شرقی استان با عرض جغرافیایی پایین‌تر، ارتفاع کمتر و هم‌جواری با مناطق گرمسیری عراق و خوزستان از دمای نسبتاً بالایی برخوردار است؛ در حالی که در نواحی شمال و شمال شرقی استان، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی، در کاهش و تعدیل دما نقش به سزایی دارند. با این وجود، می‌توان گفت که در استان ایلام، از جنوب به شمال و از مناطق پست و کم ارتفاع غربی به طرف



نقشه ۵: پراکنش جنگل‌های استان ایلام بر نقشه هم‌بارش



نقشه ۶: پراکندگی جنگل‌های استان ایلام بر روی نقشه توپوگرافی

زمین‌شناسی و توپوگرافی و دخالت نوع سنگ‌ها در اسکلت ناهمواری‌ها می‌توان آنها را به دو قلمرو شمال و شمال‌شرقی از یک طرف و غربی و جنوبی از طرف دیگر قسمت نمود. مرز مشخص این دو قلمرو و کبیر کوه و دنباله شمال غربی آن یعنی سیاه کوه را تشکیل می‌دهد.

استان ایلام منطقه کوهستانی است که بطور کلی دارای دو نوع ناهمواری می‌باشد؛ نیمه شرقی و شمال شرقی منطقه از کوهستان‌ها و ارتفاعات بلند و نیمه غربی و جنوب غربی آن از نواحی کم ارتفاع تشکیل یافته‌اند که دشت‌های گرمسیری مهران، دهلران و دشت عباس را شامل می‌شود. نقشه (۶) وضعیت توپوگرافی استان و پراکنش جنگل‌ها را منطبق بر این ناهمواری‌ها نشان می‌دهد.

میزان ارتفاع از شمال و شرق به طرف جنوب و غرب کاهش یافته و منتهی الیه جنوب غربی استان (دشت عباس) به پایین ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. مهمترین ارتفاعات استان، کبیرکوه با حداکثر ارتفاع ۳۰۶۲ متر در بخش شمال غربی و دینارکوه با ارتفاع ۲۶۰۰ متر در بخش جنوب شرقی استان حد فاصل بین حوضه‌های آبریز رودخانه‌های مرزی و کرخه می‌باشد. در بخش میانی نیز کوه‌های مانشت در شمال ایلام با ارتفاع ۲۶۵۶ متر و در بخش شمالی استان نیز کوه شهان با ارتفاع ۲۵۵۹ متر و کوه بانکول با ارتفاع ۲۶۱۴ متر در حد فاصل حوضه رودخانه‌های مرزی و سیمره (سرشاخه اصلی کرخه) قرار دارند. در مناطق جنوب و غرب استان و در مجاورت مرز بین‌المللی با کشور عراق دشت‌های کم ارتفاع همچون دشت عباس، فکه، عین خوش و مهران با ارتفاع حدود ۲۰۰ متر، قابلیت مناسبی برای کشاورزی دارند. وجود رشته کوه‌های کبیرکوه و پشتکوه با توجه به ارتفاع و طول زیاد در امتداد شمال به جنوب استان موجب طولانی شدن فواصل ارتباطی و دسترسی میان مراکز جمعیتی، عدم پیوند فیزیکی دو نیمه غربی و شرقی و عدم یکپارچگی استان شده و ارتباطات و مبادلات بین منطقه‌ای را در

ماهوری در ارتباط با ناودیس‌ها قرار گرفته‌اند. سرانه جنگل‌ها در استان ایلام حدود شش برابر سرانه کشور و دو برابر سرانه جهانی است و این خود یکی از قابلیت‌های قابل توجه برای برنامه‌ریزان می‌باشد. با توجه به اختلاف ارتفاع موجود و اختلاف درجه‌ی حرارت و میزان بارندگی در بخش‌های شمالی، جنوبی و غربی استان رابطه پراکندگی انواع جنگل‌ها در استان ایلام با عناصر اقلیمی (دما و بارش) و توپوگرافی دارای همبستگی بالایی می‌باشد. در مورد این همبستگی بین پراکندگی جنگل‌های استان و عناصر اقلیمی همان گونه که از نقشه (۴) بدست می‌آید با توجه به عنصر دما می‌توان این گونه استنباط کرد که اکثر جنگل‌های استان در محدوده دمایی بین ۱۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد در شمال، مرکز و شرق استقرار یافته‌اند و در نتیجه مناطقی که محدوده‌ی دمایی بالایی داشته و دشتی نیز هستند اثری از جنگل‌ها دیده نمی‌شود. در مورد عنصر بارش نیز طبق نقشه (۵) جنگل‌ها در مناطقی با بارش بیش از ۳۰۰ میلی‌متر می‌توان این جنگل‌ها را مشاهده کرد و در مناطق کم باران در جنوب و شرق استان جز درختچه‌های پراکنده جنگل وجود ندارد.

در مورد همبستگی بین پراکندگی جنگل‌ها و عامل توپوگرافی نیز طبق نقشه‌های (۶)،

درون استان به حداقل رسانده است و بلعکس ارتباطات اقتصادی - اجتماعی هر منطقه را با استان‌های همجوار تقویت کرده است.

### نواحی جنگلی آسیب‌پذیر استان

از کل مساحت جنگل‌های استان، حدود ۱۸۰۰۰۰ هکتار آن را جنگل‌های آسیب‌پذیر تشکیل می‌دهد که از نظر جغرافیایی این تیپ شامل قسمتی از مناطق شیروان، به استثنای نوار کوچکی از مرز جنوبی آن واقع در بخش بدره و به صورت لکه‌هایی در ایلام، ایوان، ارکواز ملکشاهی، منطقه بدره به فاصله چند کیلومتری ابهر تا شهرستان دره شهر، بخش وسیعی از زرین‌آباد و ارتفاعات مشرف به شهرستان مهران و دهلران می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

استان ایلام با استقرار در غرب کشور دارای گسترشی غربی - جنوب شرقی می‌باشد. مهمترین عامل تعیین‌کننده اقلیم، توپوگرافی و سیمای منابع طبیعی در استان را می‌توان رشته کوه کبیر کوه دانست. ناهمواری‌های استان شامل امواجی از چین‌های متعدد و نسبتاً متعدد و نسبتاً موازی در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشند که در آن کوهستان‌ها منطبق بر طاق‌دیس‌ها و زمین‌های پست و تپه

جهان اسلام

- 1- Baker, M. E. & Barnes, B. V., 1998. Landscape ecosystem diversity of river floodplains in northwestern Lower Michigan, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 28: 1405-1418.
- 2- Crucifix, M., R. A. Betts & P. M. Cox, 2005. The role of climate in the distribution of vegetation, *Climate Dynamic*, 24:447-459.
- 3- Enright, N. J., Miller, B. P. & Akhtar, R. 2005. Desert vegetation and vegetation – environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Journal of Arid Environments*, 61: 397-418.
- 4- Morison, J. I & M. Morecroft, 2006. Plant growth and climate change, *Biological science series*. 237 p.
- 5- Nakawatase, J. M. & D. L. Peterson, 2006. Spatial variability in forest growth – climate relationships in the Olympic Mountains, Washington, *Canadian Journal of forest Research*, 36: 77-91.
- 6- Retuerto, R. & R. Carballeira. 1992. A Use of direct gradient analysis to study the climate – vegetation relationships in Galicia, Spain, *Plant Ecology*, 101(2): 183-194.
- 7- Woodward, F. I. & B. G. Williams, 1987, *Climate and plant distribution at global and local scales*, Cambridge study, 240pp.

منابع طبیعی استان ایلام.

- ۵- خان حسینی، م.، جلیلی، ع.، خداکرمی، ی. و توکلی، ا. ۱۳۷۶. معرفی برخی ویژگی‌های بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی و مناطق جنگلی استان کرمانشاه، فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲(۴): ۵۵۷-۵۸۴.
- ۶- رضایی، ج. ۱۳۸۱. امکان‌سنجی استقرار صنایع روستایی (تبدیل کشاورزی و دامی) در استان ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده ادبیات و علوم انسانی گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ۲۰۴ صفحه.
- ۷- زارع چاهوکی، م. ع. ۱۳۸۰. بررسی رابطه چند گونه مرتعی با برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در مراتع پشتکوه استان یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۱۰ صفحه.
- ۸- سیدان، س. ج. و محمدی، ف. ۱۳۷۶. روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۴۵: ۷۴-۱۰۹.
- ۹- صابریان، غ. ر. ۱۳۸۰. بررسی درجه همبستگی پوشش گیاهی با عوامل توپوگرافی در زیر حوضه سفید دشت گرمسر (شهرستان سمنان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه مازندران. ۱۱۳ صفحه.
- ۱۰- مجنونیان، ه. ۱۳۷۸. جغرافیای گیاهی ایران. مجموعه مقالات کاربرد جغرافیای گیاهی در حفاظت، سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۲۲۲ صفحه.
- ۱۱- مصداقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات دانشگاه مشهد، ۲۸۷ صفحه.
- ۱۲- میرزایی، ج.، اکبری نیا، م.، حسینی، س. م. و حسین‌زاده، ج. ۱۳۸۵. بررسی اکولوژیکی رویشگاه جنگلی ارغوان در شمال ایلام. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴(۴): ۳۷۱-۳۸۱.
- ۱۳- نوری، غ. ر.، فتوحی، ص.، زهرایی، ا. ۱۳۸۹، ارزیابی کمی و کیفی و کارکردهای زیست محیطی جنگل‌های استان ایلام با استفاده از GIS مورد مطالعاتی: شهرستان ایلام، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیادانان

می‌توان گفت که تمام جنگل‌های استان منطبق بر کوهپایه‌ها می‌باشد که در ارتفاع بین ۶۵۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا پراکنده شده‌اند و بارزترین آنها رشته کوه کبیرکوه می‌باشد.

### پیشنهادهات

- ۱- مدیریت نظام‌مند جنگل‌های تنک و آسیب‌پذیر و توجه جدی به آنها
- ۲- برنامه‌ریزی آینده‌نگر و حساب شده برای حفاظت از اراضی جنگلی به خصوص جنگل‌های متراکم در استان
- ۳- فرهنگ‌سازی و ضرورت آموزش اهمیت منابع طبیعی به نسل حاضر
- ۴- جنگل‌کاری مصنوعی در مناطق مستعد ایجاد فضای جنگلی تا سطح ۱۰۰۰۰۰ هکتار
- ۵- کاشت درختان در مناطق جنوبی و غربی استان که پوشش گیاهی و جنگلی چشمگیری ندارد.
- ۶- بهبود شرایط محیطی از طریق احیای منابع طبیعی از دست رفته از طریق جنگ تحمیلی و غیره.
- ۷- توسعه زمینه‌هایی که منجر به عدم وابستگی جنگل‌نشینان به منابع موجود می‌گردد.

### منابع

- ۱- بدری فر، م. ۱۳۶۵. مبانی جغرافیای منطقه‌ای منابع طبیعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۲۹۰ صفحه.
- ۲- بصیری، ر. ۱۳۸۲. مطالعه اکولوژیک منطقه رویشی وی ول (*Quercus libani*) با تجزیه و تحلیل عوامل محیطی در مریوان. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۳ صفحه.
- ۳- بیرنگ، ن.، جوانشیر، ع. و مجتهدی، ی. ۱۳۶۸. پوشش گیاهی زمین (ترجمه). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- ۴- پیری، ع. ۱۳۸۶، نقش منابع طبیعی در توازن توسعه اقتصادی استان ایلام، اداره کل



# بررسی عوامل مؤثر بر رسوب‌زایی حوزه آبخیز شاهرود با استفاده از تحلیل چند متغیره

● وحید پایروند- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران

● سادات فیض‌نیا- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

● فرحناز بهاروند- دانشجوی دکترای آبخیزداری دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

## چکیده

پدیده رسوب و رسوب‌زایی از جمله فرایندهای طبیعی می‌باشند که به طور معمول در حوزه‌های کوهستانی با شدت‌های مختلف به وقوع می‌پیوندند و اگر میزان آنها از حد طبیعی فراتر رود، برای جلوگیری از مشکلات و خسارات کوتاه مدت و بلند مدت، باید با تدابیر خاصی آنها را تا حد مشخصی کنترل نمود. بدین منظور برای تعیین عوامل مؤثر بر رسوبدهی حوزه آبخیز شاهرود که یکی از فرسایش پذیرترین حوزه‌های کشور و مهمترین منبع تأمین‌کننده رسوب سد سفیدرود می‌باشد، اقدام به تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر رسوب‌زایی این حوزه با استفاده از روش تحلیل عاملی که از جمله مدل‌های تحلیل چند متغیره می‌باشد، گردید. در این مدل ۱۸ متغیر فیزیوگرافی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی از شش زیرحوزه منطقه که دارای طول آمار رسوب مشاهده‌ای مناسب می‌باشند، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج انجام این مدل با استفاده از نرم‌افزارهای *Minitab13* و *SPSS12* نشان می‌دهد که در مجموع چهار عامل مساحت، محیط، اختلاف ارتفاع و طول آبراهه اصلی به ترتیب ۶۶، ۱۶، ۸ و ۶ درصد و در مجموع بیش از ۹۷ درصد تغییرات رسوب در این حوزه را توضیح می‌دهند. همچنین با استفاده از تحلیل خوشه‌ای *Ward* در محیط اقلیدسی زیرحوزه‌های همگن برای انجام مدیریت یکسان در آنها مشخص گردید. در نهایت انجام تحلیل فاصله متغیرهای زیرحوزه (*Score Plot*) با استفاده از نرم‌افزار *PC-ORD* نشان داد که تولید رسوب را نمی‌توان به متغیرهای خاصی نسبت داد، فرایند تولید رسوب در این حوزه پیچیده، تابع ترکیبی از عوامل مختلف می‌باشد و در هر حوزه عوامل تولید رسوب مختلف می‌باشند.

**کلمات کلیدی:** تحلیل خوشه‌ای، تحلیل چند متغیره، تحلیل عاملی، حوزه آبخیز شاهرود، رسوب‌زایی

## مقدمه

خاک یک لایه نازک از سطح زمین است که در طول دوران زندگی انسان، وظایف اساسی و بنیادی را به ویژه در دوره‌های نیاز و ایجاد جوامع انسانی به نحو مطلوب به عهده داشته است. افزایش تقاضای روز افزون استفاده از خاک علت فعالیت‌های مختلف بشری است. این فعالیت‌ها به طور فزاینده در حال گسترش بوده و با یکدیگر در تقابل و تضاد هستند، بدون اینکه توجهی به نوع خاک، کاربرد ها و یا پتانسیل آن شود. در نتیجه این موارد بیان شده، خاک بسته به حساسیت آن از راه‌های مختلف شروع به تخریب می‌کند. فرسایش، توسعه شهری، زمین لغزش‌ها، سیل‌خیزی، آلودگی‌های پراکنده و محلی و شور شدن خاک مشکلات اصلی است که در مقیاس

منطقه‌ای منجر به برهم خوردن تعادل طبیعی خاک در اثر افزایش جمعیت انسان می‌شود. این عدم تعادل باعث تخریب خاک و عملکرد آن می‌شود. به طور واقعی اقدامات ناچیزی برای ایجاد تعادل در استفاده و کاهش تخریب خاک‌هایی که هم اکنون تحت تخریب سنگین قرار دارند، انجام شده است. این قبیل بی‌توجهی‌ها ریشه در فقدان اطلاعات و آگاهی مناسب از خاک دارد (۱۶).

## طرح مسأله و اهمیت موضوع

رواناب سطحی حاصل از بارش بر روی سطح حوزه‌های آبخیز باعث فرسایش و شسته شدن خاک‌های سطحی شده و آنها را به آبراهه‌های حوزه منتقل می‌کند. جریان آب در آبراهه، ضمن انتقال خاک‌های شسته

شده به پایین دست، مواد بستر و دیواره آبراهه را نیز به حرکت در می‌آورد. به همین دلیل توجه به فرسایش خاک‌های سطحی حوزه و دیواره آبراهه‌ها ونحوه انتقال و ته نشست آنها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (۹). ضرورت ارزیابی منابع رسوب برای تشخیص نوع منشأ، حجم و زمان ورود رسوب بداخل آبراهه‌ها و مخزن سدها اهمیت دارد و در این راستا عوامل متعددی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد که شامل مشخص نمودن انواع مختلف منابع (اعم از نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای)، محل نسبی آنها، حجم بار ناشی از منابع، نحوه انتقال رسوب (رواناب، حرکت توده‌ای)، روند عبور رسوب از بین مخازن آب، زمان و میزان رسوب وارده به مخازن (مثل مدت و تناوب ورود رسوب) می‌باشد.

## اهداف پژوهش

- ۱- مشخص نمودن عوامل مؤثر در تولید رسوب معلق حوزه آبخیز و چگونگی تغییرات این عوامل با مقدار رسوب معلق.
- ۲- گروه‌بندی متغیرهای مستقل مؤثر بر رسوبدهی معلق، مشخص نمودن نحوه تغییرات این متغیرها و ارتباط آنها با یکدیگر.
- ۳- اولویت‌بندی این متغیرها و اهمیت تأثیر آنها در ایجاد رسوب در حوزه.

## مروری منابع

عرب خدری (۱۳۷۴) با استفاده از اطلاعات حوزه شمالی البرز روابط همبستگی بین رسوب معلق سالانه و ویژگی‌های فیزیوگرافی، آب‌شناسی و اقلیمی را با استفاده از متغیرهای مساحت، شیب و دبی حداکثر متوسط روزانه پیشنهاد کرد.

حکیم خانی (۱۳۷۷) به منظور ارایه رابطه جهت برآورد رسوب معلق در ۱۷ زیرحوزه دریاچه ارومیه، ضمن بکاربردن ۱۹ عامل فیزیوگرافی، اقلیمی و آب‌شناسی از روش حد وسط دسته‌ها استفاده نمود.

نظرنژاد (۱۳۷۸) از میان عوامل مؤثر در رسوبدهی حوزه قره‌سو، تعدادی را به عنوان متغیرهای مستقل انتخاب کرد که شامل مساحت حوزه، در صد شیب آبراهه، قطر حوزه، بارندگی متوسط و دبی متوسط سالانه

می‌باشد. وی روش حد وسط دسته‌ها را برای برآورد رسوب معلق این حوزه مناسب تشخیص داد.

وروانی (۱۳۸۰) با بررسی رسوب معلق در حوزه آبخیز گرگانرود از روش حد وسط دسته‌ها و استفاده از تحلیل به مؤلفه‌های اصلی، نشان می‌دهد که در این حوزه ۷ عامل مجزا از هم، بیش از ۹۸/۵۲٪ واریانس موجود در بین متغیرهای مستقل را توضیح می‌دهند.

حسینیان (۱۳۸۰) در حوزه محمدآباد گرگان نشان می‌دهد که مهمترین عوامل مؤثر بر تولید رسوب، شیب (توپوگرافی)، کاربری اراضی، پوشش سطح خاک و سازندهای زمین‌شناسی است.

اعظمی (۱۳۸۱) جهت ارزیابی روش‌های متداول در برآورد حوزه سد ایلام از ۶ روش استفاده کرد. نتایج نشان داد که اختلاف زیادی بین روش‌ها وجود دارد و در این پژوهش منحنی سنج رسوب حد وسط دسته‌ها در تلفیق با آمار روزانه جریان به عنوان روش مناسب انتخاب گردید.

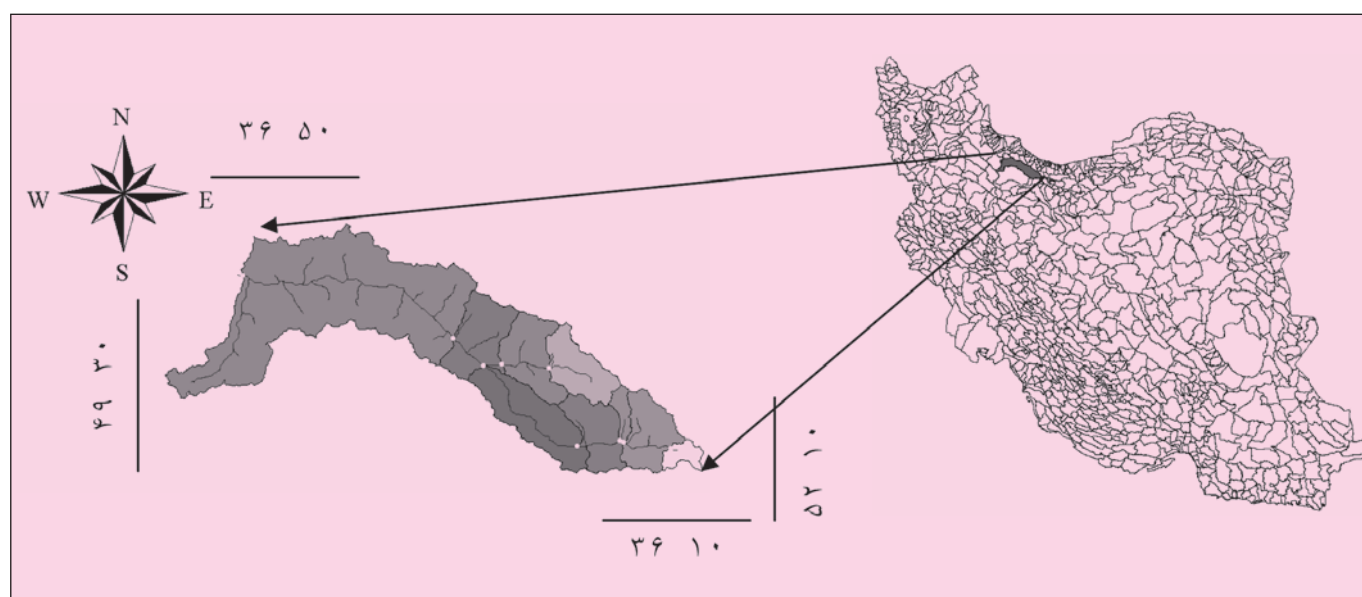
تلوری (۱۳۸۱) با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی، عامل‌های مؤثر بر رسوبدهی زیرحوزه‌های آبخیز کرخه و دز را بیان می‌کند. او می‌گوید مساحت حوزه به خوبی می‌تواند بیان‌کننده عامل‌هایی نظیر شیب متوسط حوزه،

تراکم زهکشی، شیب آبراهه اصلی و زمان تمرکز در روش پسیاک باشد. وی همچنین با مطالعه عامل سنگ‌شناسی نشان می‌دهد که این عامل فرسایش اراضی بالاست و در نتیجه رسوبدهی حوزه را بیان می‌کند. او استفاده از عامل‌های سطح، ضریب شکل، ارتفاع متوسط حوزه، مقدار بارش، دبی متوسط جریان و عامل سنگ‌شناسی و پوشش گیاهی روش پسیاک به همراه همگن‌بندی با استفاده از روش خوشه‌ای را روش مناسبی برای بررسی رسوبدهی و ارایه مدل همبستگی می‌داند.

کلته (۱۳۸۱) با بررسی و مقایسه عوامل مؤثر بر رسوبدهی در دو ناحیه البرز جنوبی (حوزه آبخیز دریاچه نمک) و البرز شمالی (حوزه‌های آبخیز شمالی) نشان داد که رسوبدهی مطلق تحت تأثیر مساحت حوزه بوده و مدل ارایه شده در هر دو ناحیه ۹۶٪ تغییرات رسوب را توضیح می‌دهد.

محمدی استادکلایه (۱۳۸۱) نشان داد در حوزه آبخیز گرگانرود بیشترین میزان حمل رسوب معلق مربوط به وقایع سیلابی و فصول پر آب می‌باشد. او بدین منظور روش حد وسط دسته‌ها در برآورد رسوب معلق این حوزه بکار برد.

معظمی (۱۳۸۵) جهت تحلیل منطقه‌ای رسوب معلق در هفت زیر حوزه رودخانه



شکل شماره (۱)- موقعیت حوزه آبخیز شاهرود در کشور

جدول شماره (۱) - مشخصات ایستگاه‌های آب‌شناسی (رسوب سنجی) حوزه آبخیز شاهرود

| مساحت (کیلومتر<br>مربع) | مختصات جغرافیایی |       |      |       | ارتفاع | زیر حوزه  |
|-------------------------|------------------|-------|------|-------|--------|-----------|
|                         | عرض              |       | طول  |       |        |           |
|                         | درجه             | دقیقه | درجه | دقیقه |        |           |
| ۷۲/۸۵                   | ۵۰               | ۵۴    | ۳۶   | ۱۲    | ۲۱۰۰   | علیزان    |
| ۶۸۷                     | ۵۰               | ۲۷    | ۳۶   | ۲۲    | ۱۳۵۰   | باغکلايه  |
| ۷۹۲/۲                   | ۵۰               | ۴۴    | ۳۶   | ۱۰    | ۱۷۷۰   | گلینک     |
| ۸۳/۵                    | ۵۱               | ۴     | ۳۶   | ۱۰    | ۲۶۰۰   | گته ده    |
| ۴۰۷/۸                   | ۵۰               | ۵۴    | ۳۶   | ۱۱    | ۱۹۹۰   | جوستان    |
| ۳۲۲/۵                   | ۵۰               | ۳۸    | ۳۶   | ۲۳    | ۱۵۴۰   | خوبان     |
| ۴۸۵۰/۲                  | ۴۹               | ۳۱    | ۳۶   | ۳۷    | ۲۷۵    | لوشان     |
| ۲۴۰۱/۲                  | ۵۰               | ۱۷    | ۳۶   | ۲۷    | ۹۷۰    | رجایی دشت |
| ۱۳۲۵/۸                  | ۵۰               | ۲۳    | ۳۶   | ۲۳    | ۱۰۹۵   | شیرکوه    |

محدوده البرز مرکزی واقع گردیده و یکی از دو سر شاخه اصلی سفیدرود را تشکیل می‌دهد. این حوزه در محدوده مختصات ۳۶ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و ۴۹ درجه و ۳۰ تا ۵۲ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی واقع می‌باشد. مساحت آن بالغ بر ۴۸۵۰ کیلومتر مربع بوده و بین استان‌های تهران، قزوین، گیلان، زنجان و مقدار کمی از آن در استان مازندران واقع می‌باشد. طول سرشاخه اصلی این حوزه بیش از ۱۸۹/۵ کیلومتر بوده که از ارتفاعات طالقان در استان تهران و نیز ارتفاعات ۴۳۰۰ متری کوه سیالان الموت در استان قزوین سرچشمه می‌گیرد. بیشترین ارتفاع منطقه ۴۳۳۲ متر و کمترین ارتفاع، ۲۸۵ متر در خروجی ایستگاه لوشان می‌باشد. میانگین ارتفاع منطقه از سطح دریا

برگر و انتخابی (۲۰۰۱) شش ویژگی اقلیمی و فیزیوگرافی مختلف در ۱۰ حوزه کانادا را برای تعیین روابط بین رسوب و خصوصیات آب‌شناختی مورد بررسی قرار دادند. استفاده از تمامی متغیرها میزان پیش بینی را به ۹۰٪ افزایش داد.

رستریو و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از متغیرهای مورفولوژیکی، آب‌شناختی و اقلیمی در ۳۲ سرشاخه فرعی از حوزه آبخیز رودخانه مگدالنا در کلمبیا نشان دادند که میانگین رواناب سالانه اصلی‌ترین عامل تولید رسوب بوده و ۵۱٪ تغییرات مشاهده شده در رسوب را توضیح می‌دهد.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز شاهرود در شمال کشور و در

جراحی در خوزستان ضمن استفاده از روش حد وسط دسته‌ها، نشان داد که در معادله اول متغیرهای دبی متوسط روزانه به همراه طول آبراهه اصلی و در معادله دوم ارتفاع متوسط حوزه بر مجذور مساحت به همراه تراکم زهکشی ۹۸٪ تغییرات رسوب را به عهده دارند.

بری و زای (۱۹۹۳) در ۴ حوزه فاقد آمار آتلانتیک کانادا با استفاده از متغیرهای آب‌شناختی، هندسی و اقلیمی برای برآورد تولید رسوب معلق، معادلات همبستگی ۴ عاملی؛ میانگین ارتفاع رواناب سالانه، حداکثر دبی با دوره بازگشت دو سال، درصد مناطق سخت و درصد مساحت اشغال شده توسط دریاچه و باتلاق و ۵ عاملی عوامل قبلی به همراه تراکم زهکشی را به کار بردند.

جدول شماره (۲) - مشخصات ایستگاه‌های آب‌شناسی انتخابی

| زیر حوزه  | سال‌های آماری مورد استفاده | دبی متوسط سالانه (مترمکعب بر ثانیه) | رسوب متوسط سالانه (تن) |
|-----------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| علیزان    | ۱۰                         | ۱/۳۴                                | ۳۳۴۲۵/۸۹               |
| باغکلايه  | ۳۱                         | ۱۰/۰۷                               | ۳۶۶۳۸۲/۷۸              |
| گلینک     | ۴۴                         | ۱۳/۱۲                               | ۴۶۶۱۸۹/۱۲              |
| جوستان    | ۱۱                         | ۸/۱۴                                | ۱۹۴۰۴۵/۶۳              |
| لوشان     | ۴۴                         | ۳۳/۱۸                               | ۸۷۷۶۳۶۳/۲۵             |
| رجایی دشت | ۲۰                         | ۲۱/۳۴                               | ۷۱۲۵۴۸/۷۲              |

جدول شماره (۳) - مشخصات و ویژگی‌های مورد استفاده در حوزه‌ها

|                                     |             |             |            |           |             |                        |
|-------------------------------------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|------------------------|
| دبی متوسط سالانه (مترمکعب بر ثانیه) | ۱/۳۵        | ۱/۱۰        | ۱۳/۱۲      | ۸/۱۴      | ۷/۱۸        | ۲۱/۸۲                  |
| ارتفاع رواناب سالانه (متر)          | ۷۵/۱۰       | ۶۴/۰        | ۵۲/۰       | ۴۳/۰      | ۳۲/۰        | ۷۸/۰                   |
| درصد مساحت تراکم و نیمه تراکم       | ۸۷/۴        | ۹۴/۴        | ۴۰/۷       | ۴۸/۰      | ۵۳/۰        | ۶۴/۰                   |
| درصد مساحت مراتع کم تراکم           | ۰           | ۱۲/۲        | ۰          | ۰         | ۴/۱         | ۱۴/۷                   |
| درصد مساحت دامنه‌های جنوبی و غربی   | ۵۷          | ۵۷          | ۵۶         | ۵۲        | ۵۳          | ۵۵                     |
| درصد مساحت سازندهای حساس به فرسایش  | ۷۲/۲۷       | ۶۳/۹        | ۶۸/۷۱      | ۳۴/۱۷     | ۲۱/۶۸       | ۳۱/۲۵                  |
| ارتفاع متوسط بر مجذور مساحت         | ۳۳۳/۴       | ۹۲/۶۲       | ۹۷/۵۷      | ۱۴۱/۱۷    | ۲۷۳/۷       | ۴۸۳/۲                  |
| توان سوم مساحت در شیب               | ۱۸۸۰۷۱۰۳۱۵۷ | ۱۵۵۲۰۱۷۵۱۹۷ | ۲۴۰۹۳۳۵۴۸۳ | ۲۴۳۰۳۳۹۸۲ | ۴۱۸۷۵۴۰۱۰۱۳ | ۷۳۴ × ۱۰ <sup>۱۱</sup> |
| شیب متوسط حوزه %                    | ۴۸/۶        | ۴۸          | ۴۸/۴۷      | ۴۸/۶      | ۴۲/۷۶       | ۵۳                     |
| ارتفاع متوسط (K)                    | ۲۸/۴        | ۲/۴۳        | ۲/۵        | ۲/۸۵      | ۱/۹۱        | ۷/۲۷                   |
| ضریب فشردگی                         | ۱/۵۶        | ۱/۳۵        | ۱/۵۶       | ۱/۴۸      | ۲/۱۹        | ۱/۵۰                   |
| ضریب گردی                           | ۰/۴۱        | ۰/۵۵        | ۰/۴۱       | ۰/۴۵      | ۰/۲۱        | ۰/۴۵                   |
| تراکم زهکشی                         | ۶/۸         | ۶/۹۰        | ۸/۸۰       | ۸/۷       | ۶/۹۱        | ۶/۹                    |
| طول کل زهکشی حوزه (K)               | ۶۲۲/۵       | ۶۱۵         | ۶۹۶        | ۶۵۸/۸     | ۴۴۱/۸۷      | ۲۱۴۰/۴                 |
| طول آبراهه اصلی (k)                 | ۲۰/۸        | ۶/۹         | ۴۷/۶۵      | ۵۸/۵      | ۱۸۹/۷۵      | ۱۰۹/۵۵                 |
| اختلاف ارتفاع (k)                   | ۲/۰۴        | ۲/۹۵        | ۲/۵۳       | ۲/۳۴      | ۴/۰۵        | ۲/۳۶                   |
| محیط (k)                            | ۴۷/۱۹       | ۱۳۵/۱۸      | ۱۵۶        | ۱۰۶/۲۰    | ۵۳/۱۴۳      | ۶۰                     |
| مساحت کلی متر مربع                  | ۷۲/۵۸       | ۶۸۶/۹۹      | ۷۶۲/۱۸     | ۴۰۷/۸۶    | ۴۵۰/۲۷      | ۲۴۰۱/۱۹                |
| حوزه                                | علیزان      | باغکلاهی    | گلینگ      | جوسان     | لوشان       | رجایی دشت              |

۱۹۰۶ متر می‌باشد. شکل شماره (۱).

رودخانه شاهرود دارای دو سر شاخه اصلی به نام طالقان رود به طول حدود ۹۶ و الموت رود به طول حدود ۵۶ کیلومتر می‌باشد که پس از پیوستن به یکدیگر در محل روستای شیرکوه (ایستگاه هیدرومتری شیرکوه) به نام شاهرود نامیده شده و تا خروجی حوزه در لوشان طولی معادل ۹۴ کیلومتر دارد. دبی متوسط سالیانه در ایستگاه لوشان ۳۳/۱۸ مترمکعب بر ثانیه و متوسط رسوب خروجی آن در حدود ۸۷۷۶۳۶۳ تن در سال می‌باشد. حوزه آبخیز شاهرود دارای ۹ ایستگاه آب‌شناسی (آب‌سنجی و رسوب‌سنجی) می‌باشد که ویژگی آنها در جدول شماره (۱) آورده شده است.

#### مراحل انجام تحلیل رسوب با استفاده از روش چند متغیره

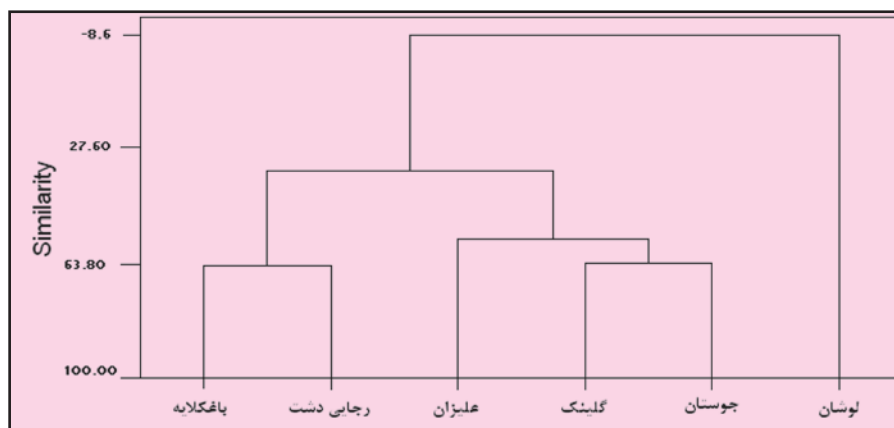
۱- انتخاب ایستگاه‌های آب‌شناسی مناسب: برای برآورد رسوب، ایستگاه‌هایی انتخاب شدند که آمار رسوب معلق مفصل، آمار جریان آب کافی و دقت آماری مناسب کافی داشته و بعد از سدی نیز قرار نداشته باشند.

۲- محاسبه رسوبدهی متوسط سالانه ایستگاه‌ها: محاسبه رسوب معلق زیرحوزه‌ها و گسترش زمانی داده‌های موجود با استفاده از دبی متوسط روزانه ایستگاه‌ها و روش منحنی حد وسط دسته‌ها محاسبه شد. داده‌های آماری رسوب تا سال ۱۳۸۴ مورد استفاده

قرار گرفت.

۳- برای تعیین عوامل مؤثر بر رسوبدهی حوزه آبخیز شاهرود، ۱۳ متغیر فیزیوگرافی (شامل مساحت زیر حوزه‌ها (A)، محیط زیر حوزه‌ها (P)، اختلاف ارتفاع (ΔH)، طول آبراهه اصلی (L)، طول کل زهکشی (TL)، تراکم زهکشی (DD)، ضریب گردی (RC)، ضریب فشردگی (CC)، ارتفاع متوسط حوزه (H)، شیب متوسط حوزه (S)، توان سوم مساحت در شیب (A<sup>3</sup> × S)، ارتفاع متوسط بر مجذور مساحت (H/√A) و درصد مساحت دامنه‌های جنوبی و غربی (S<sub>S&W</sub>)) با ۲ متغیر پوشش گیاهی (شامل درصد مساحت مراتع تراکم و نیمه تراکم (M<sub>I&I</sub>) و درصد مساحت مراتع کم تراکم (M<sub>III</sub>))، دو متغیر هیدرولوژیکی (شامل دبی متوسط سالانه (Q) و ارتفاع رواناب (R)) و یک متغیر زمین‌شناسی (شامل درصد سازندهای حساس به فرسایش (G)) تعیین شد.

با استفاده از روش تحلیل چند متغیره تحلیل عاملی و نرم‌افزار SPSS12 اقدام به تفکیک عامل‌هایی گردید که بیشترین سهم را در تولید زیرحوزه‌ها دارند. تجزیه عاملی یکی از روش‌های آماری برای تحلیل اطلاعات موجود در مجموعه داده‌ها است که شبیه تجزیه همبستگی است. اما متغیرهای مشاهده شده بر روی عامل‌های غیرقابل مشاهده رگرسیون استقرار می‌ابند. تجزیه عاملی اهداف زیر را دنبال می‌کنند:



شکل شماره (۲) - نمودار گروه‌بندی زیر حوزه‌های شاهرود از روش خوشه‌بندی Ward  
با نرم‌افزار Minitab 13



جدول شماره (۴) - مجموع توضیح واریانس (نرم‌افزار SPSS 12)

Total Variance Explained

| Rotation Sums of Squared Loadings |               |       | Extraction Sums of Squared Loadings |               |        | Initial Eigenvalues |               |        | Component |
|-----------------------------------|---------------|-------|-------------------------------------|---------------|--------|---------------------|---------------|--------|-----------|
| Cumulative %                      | % of Variance | Total | Cumulative %                        | % of Variance | Total  | Cumulative %        | % of Variance | Total  |           |
| ۵۴.۰۳۵                            | ۵۴.۰۳۵        | ۹.۷۲۶ | ۶۶.۳۳۲                              | ۶۶.۳۳۲        | ۱۱.۹۴۰ | ۶۶.۳۳۲              | ۶۶.۳۳۲        | ۱۱.۹۴۰ | ۱         |
| ۷۲.۲۸۹                            | ۱۸.۲۵۴        | ۳.۲۸۶ | ۸۲.۴۹۸                              | ۱۶.۱۶۵        | ۲.۹۱۰  | ۸۲.۴۹۸              | ۱۶.۱۶۵        | ۲.۹۱۰  | ۲         |
| ۸۵.۸۹۱                            | ۱۳.۶۰۲        | ۲.۴۴۸ | ۹۱.۳۲۵                              | ۸.۸۲۷         | ۱.۵۸۹  | ۹۱.۳۲۵              | ۸.۸۲۷         | ۱.۵۸۹  | ۳         |
| ۹۷.۵۳۶                            | ۱۱.۶۴۵        | ۲.۰۹۶ | ۹۷.۵۳۶                              | ۶.۲۱۱         | ۱.۱۱۸  | ۹۷.۵۳۶              | ۶.۲۱۱         | ۱.۱۱۸  | ۴         |

موجود ۳ ایستگاه خوبان، گته ده و شیرکوه به دلیل کوتاه بودن طول دوره آماری کنار گذاشته شدند و در نهایت مطالعه براساس ۶ ایستگاه آب‌شناسی رسوب‌سنجی به عنوان مشاهدات موجود در منطقه ادامه پیدا کرد (جدول شماره ۲).

جدول شماره (۳) ۱۸ متغیر اندازه‌گیری شده در ربر حوزه‌های حوزه آبخیز شاهرود را نشان می‌دهد.

نتایج مجموع توضیح واریانس بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS12 در جدول شماره (۴) نشان داده شده است که در آن در ستون درصد واریانس، مقادیر تغییرات از عامل مؤثر اول در رسوبدهی که مساحت بوده به سمت عامل‌های بعدی که به ترتیب محیط، اختلاف ارتفاع و طول آبراهه اصلی می‌باشد، کاهش می‌یابد.

شکل شماره (۲) نمودار گروه‌بندی زیر حوزه‌های حوزه آبخیز شاهرود به گروه‌های همگن با استفاده از روش خوشه‌بندی Ward و نرم افزار Minitab13 را نشان می‌دهد.

شکل شماره (۳) سهم متغیرهای مؤثر در تولید رسوب زیر حوزه‌های آبخیز شاهرود را با استفاده از نمودار امتیازبندی و فاصله متغیرها نشان می‌دهد.

## بحث

هدف از این پژوهش مطالعه رابطه موجود بین عامل رسوب‌زایی و ۱۸ عامل مختلف

که بر این اساس زیر حوزه‌ها را بر مبنای شباهت‌های میان آنها به گروه‌های همگن‌تری از نظر ویژگی آنها گروه‌بندی نمود. تجزیه خوشه‌ای روش ریاضی است که برای پیدا کردن شباهت بین مواد در یک مجموعه بکار می‌رود. منظور از تجزیه خوشه‌ای اولاً پیدا کردن دسته‌های واقعی و ثانیاً کاهش تعداد داده‌ها است.

۵- به منظور درک بهتر از وضعیت متغیرها و میزان سهم هریک از آن‌ها در تولید رسوب در زیرحوزه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD، نمودار امتیازبندی و فاصله متغیرها زیرحوزه‌های حوزه آبخیز شاهرود بدست آمد.

## نتایج

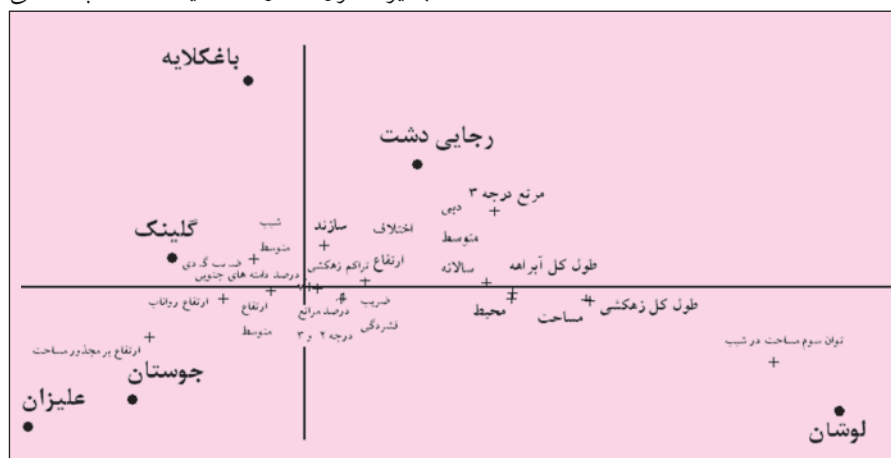
بر اساس شرایط انجام تحلیل رسوب با استفاده از روش چند متغیره در حوزه آبخیز شاهرود، از ۹ ایستگاه آب‌شناسی

الف. تعداد متغیرها برای پژوهش‌های بیشتر، کاهش یابد اما اطلاعات موجود در متغیرها حفظ گردد یعنی مجموعه متغیرهای اصلی به مجموعه کوچکتری تبدیل شود به طوری که این مجموعه کوچک علت بیشترین متغیر موجود در داده باشد.

ب. در مواردی که تعداد داده‌ها زیاد است از تجزیه عاملی برای تمیز بین متغیرهای کمی و کیفی استفاده می‌شود.

ج. از تجزیه عاملی می‌توان برای آزمون فرض درباره تشخیص متغیرهای کمی و کیفی استفاده کرد (۷).

۴- زیر حوزه‌های مطالعاتی شش گانه به عنوان شش مشاهده آماری به همراه متغیرهای مربوط مذکور با استفاده از تجزیه خوشه‌ای Ward در محیط اقلیدسی در نرم‌افزار Minitab13 مورد تحلیل قرار گرفت



شکل شماره (۳) - نمایش سهم متغیرها در تولید رسوب زیر حوزه‌ها با استفاده از نرم‌افزار

PC - ORD

فیزیوگرافی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی در حوزه آبخیز شاهرود می‌باشد. جهت محاسبه میزان رسوب تولیدی در ایستگاه‌های منطقه از روش حد وسط دسته‌ها استفاده گردید که مورد تأیید اکثر پژوهشگران از جمله حکیم خانی (۱۳۷۷)، نظر نژاد (۱۳۷۸)، وروانی (۱۳۸۰)، محمدی استاد کلاهی (۱۳۸۱)، اعظمی (۱۳۸۱) و معظمی (۱۳۸۵) می‌باشد.

از طریق روش تحلیل عاملی، عواملی که بیشترین سهم را در تغییرات متغیر وابسته دارند (رسوب) به صورت درصد، توسط نرم‌افزار SPSS12 آرایه گردیده است. بر اساس نتایج جدول شماره (۳) مشاهده می‌شود، از میزان ۱۸ متغیر مورد بررسی تنها ۴ متغیر شامل مساحت که با شماره یک مشخص شده است ۶۶٪ تغییرات متغیر وابسته؛ متغیر محیط (شماره ۲) ۱۶٪ تغییرات متغیر وابسته؛ متغیر اختلاف ارتفاع (شماره ۳) ۸٪ تغییرات و متغیر طول آبراهه اصلی (شماره ۴) ۶٪ تغییرات در رسوب را توضیح می‌دهند یعنی ۴ عامل اخیر باعث بیش از ۹۷٪ تغییرات رسوب می‌باشند که با نتایج مطالعات عرب خدردی (۱۳۷۴)، نظر نژاد (۱۳۷۸)، وروانی (۱۳۸۰)، تلوری (۱۳۸۱) و کلتی (۱۳۸۱) مبنی بر تأکید نقش مساحت و محیط در تولید رسوب مطابقت دارد. همچنین عامل اختلاف ارتفاع که در این پژوهش به عنوان عامل سوم معرفی شده است با نتایج نظر نژاد (۱۳۷۸)، کلتی (۱۳۸۱)، معظمی (۱۳۸۵) و رسترو و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

در مجموع می‌توان گفت با توجه به شباهت دیگر عوامل فیزیوگرافی از یک طرف و پیچیدگی بسیار زیاد فرایند تولید و حمل رسوب در حوزه آبخیز شاهرود تنها دو عامل مساحت و محیط به عنوان مهمترین عوامل کنترل رسوب در این مدل آماری انتخاب گردیده است زیرا ممکن است عامل مساحت، محیط، اختلاف ارتفاع و یا حتی طول آبراهه اصلی به نوعی در برگزیده دیگر عامل‌های فیزیوگرافی بوده و شباهت

و نزدیکی زیاد بقیه متغیرها با یکدیگر باعث خارج شدن آنها از مدل باشند که این موضوع با نتایج تلوری (۱۳۸۱) در حوزه کرخه و دز تطابق دارد.

از دیگر دلایل تعیین عوامل مساحت و محیط به عنوان عوامل اصلی، وارد کردن صرف متغیرهای فیزیوگرافی و هیدرولوژیکی بوده زیرا پدیده فرسایش و تولید رسوب به طور قطع فرایندی بسیار پیچیده بوده و نمی‌توان به راحتی آن را به چند عامل مشخص و محدود نسبت داد به طوری که دامنه عوامل مؤثر بر آن بسیار گسترده و حتی ممکن است فرامتنطقه‌ای باشد. بر مبنای گروه‌بندی خوشه‌ای Ward منطقه مطالعاتی به دو گروه همگن و مشابه از نظر ویژگی‌ها و متغیرهای مورد بررسی تقسیم می‌گردد. در گروه اول تنها زیرحوزه لوشان قرار داشته که دارای ویژگی و شرایط خاصی بوده و هیچ شباهتی با دیگر زیرحوزه‌های این حوزه بزرگ ندارد. در گروه دیگر که خود به دو زیر گروه تقسیم می‌شود. در زیر گروه اول دو حوزه رجایی دشت و باغکلاهی قرار گرفته و زیر گروه دوم نیز به دو زیر گروه تقسیم می‌شود که در یکی از این زیرشاخه‌ها حوزه علیزان و در زیر شاخه دیگر دو زیرحوزه گلینک و جویستان قرار دارند که بر اساس متغیرهایی که به هر حوزه اختصاص داده شده است با یکدیگر شبیه و نزدیک می‌باشند. هرچه از سطح خوشه‌ها به سمت بالاتر برویم ضریب شباهت میان زیرحوزه‌ها کاهش می‌یابد. از این تقسیم‌بندی می‌توان برای تعیین مدیریت‌های یکسان منطقه‌ای استفاده کرد.

از شکل شماره (۳) گراف امتیازبندی و فاصله متغیرهای منطقه بر مبنای دوری و نزدیکی متغیرها به زیرحوزه‌ها می‌توان نتایج زیر را استنتاج کرد:

در زیرحوزه لوشان مهمترین عامل تولید رسوب متغیر توان سوم مساحت در شیب و در اولویت بعدی (با اهمیت کمتر به دلیل فاصله زیاد با حوزه مورد نظر) طول کل آبراهه‌ها، سپس مساحت زیاد زیرحوزه‌ها

می‌باشد و متغیرهای دیگر از اهمیت کمتری برخوردارند. در زیرحوزه رجایی دشت مهمترین عامل تولید رسوب، درصد مساحت مراتع ضعیف، درصد سازندهای حساس به فرسایش، اختلاف ارتفاع و دبی متوسط سالانه بوده و مابقی متغیرها به نسبت فاصله از زیرحوزه از اهمیت آنها کاسته می‌شود. در زیرحوزه باغکلاهی با توجه به فاصله زیاد متغیرها با آن، نمی‌توان با اطمینان عامل مشخصی را به عنوان مهمترین متغیر در تولید رسوب معرفی کرد و می‌توان گفت عوامل اصلی دخیل در زیرحوزه‌های گلینک و رجایی دشت با اهمیت خیلی کمتری در تولید رسوب این زیرحوزه مشارکت دارند و یا ممکن است عواملی غیر از عوامل مورد بررسی در این پژوهش در تولید رسوب آن دخالت دارند.

وضعیت مشابهی را در زیرحوزه علیزان و جویستان مشاهده می‌کنیم با این تفاوت که متغیر ارتفاع متوسط بر مجذور مساحت، ارتفاع رواناب سالانه و نیز ارتفاع متوسط نقش متوسطی در تولید رسوب زیرحوزه جویستان دارند ولی می‌توان گفت که زیرحوزه علیزان از این نظر کمی ناشناخته بوده و نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

### پیشنهاده‌ها

- پیشنهاد می‌گردد تا با استفاده از روش‌های آماری دیگر نسبت به کمی‌کردن روابط، به منظور برآورد رسوب در حوزه‌های فاقد آمار اقدام گردد.

- با توجه به اینکه اصولاً پدیده فرسایش و تولید رسوب یک فرایند بسیار پیچیده می‌باشد برای تعیین عوامل اصلی دیگر، متغیرهای دیگری غیر از متغیرهای فیزیوگرافی مانند مساحت اراضی مسکونی، میزان مساحت اراضی تخریب شده بر روی دامنه‌ها (معدن کاوی)، میزان مساحت جاده‌سازی، مساحت و موقعیت مناطق لغزشی، وضعیت فرسایش کناره‌ای و رودخانه‌ای و غیره نیز مورد بررسی قرار بگیرد.

با توجه به اینکه سرشاخه‌هایی که تولید رسوب زیادی می‌کنند مشخص بوده و تعداد

آنها خیلی زیاد نمی‌باشد می‌بایست تدابیری جهت کنترل رسوب توسط روش‌های مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی به اجرا گذاشته شود.

با توجه به اینکه بر اساس پژوهش‌های به عمل آمده ۵ درصد مساحت حوزه سفیدرود بیش از ۵۵ درصد تولید رسوب آن را به عهده دارد بهتر است با شناسایی مناطق بحرانی و حساس به فرسایش و منشأیابی رسوبات آن که به طور تقریبی مناطق محدودی را شامل می‌شود با روش‌های مناسب مدیریتی، بیولوژیکی یا مکانیکی از گسترش رسوبات آن به مسافت‌های طولانی پایین دست جلوگیری شود.

در موارد بسیار زیادی در منطقه مشاهده شده است که در جاده‌سازی یا فعالیت‌های معدن کاوی ضمن جابه جایی حجم عظیمی خاک از دامنه‌های پرشیب توجهی به حفاظت و پایداری یا تثبیت آنها نمی‌شود که لازم می‌باشد ضمن رعایت ضوابط اصولی بهره‌برداری، از تثبیت و یا اصلاح آنها اطمینان حاصل کرد.

در مواردی مشاهده شده است ناحیه‌ای که دارای سازندهای مقاوم به فرسایش بوده در اثر بهره‌برداری غلط و رعایت نکردن ضوابط و دلایل انسان ساز همگام با مناطق حساس به فرسایش در تولید رسوب شرکت می‌کنند که پیشنهاد می‌شود تدابیر مناسبی جهت توقف آنها به عمل آید.

به دلیل اهمیت و حساسیت منطقه از جنبه‌های مختلف منطقه‌ای، فرامنطقه‌ای و زیست محیطی و تأمین منابع آب چندین استان، پیشنهاد می‌شود طرح جامع آمایش سرزمین در آن مطالعه و اجرا گردد.

## منابع

- ۱- اعظمی، ایاد. ۱۳۸۱، تعیین روش مناسب برآورد بار معلق رسوبی در حوزه سد ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گرگان.
- ۲- تلوری، عبدالرسول. ۱۳۸۱. رابطه

رسوبدهی معلق با برخی از ویژگی‌های آبخیز در سرشاخه‌های کرخه و دز در استان لرستان. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۵۶ و ۵۷. ۳- حسینیان، علی. ۱۳۸۰. بررسی رابطه بین عوامل خطر فرسایش با روش فائو و تولید رسوب در حوزه محمدآباد گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گرگان.

۴- حکیم خانی، شاهرخ. ۱۳۷۷. ارایه مدل همبستگی چند متغیره براساس عوامل مؤثر بر رسوبدهی معلق حوزه‌های آبخیز دریاچه ارومیه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران.

۵- رستمی، محمد. ۱۳۸۱. پیش‌بینی رسوب معلق حوزه‌های فاقد آمار با مقایسه روش‌های خوشه‌بندی آماری و فازی. ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۶- عرب خدری، محمود. ۱۳۷۴. برآورد تولید رسوب در بخش شمالی البرز با استفاده از مدل‌های همبستگی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۹.

۷- فرشاد فر، عزت‌الله. ۱۳۸۵. روش‌های آماری چند متغیره، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.

۸- کلتی، امان محمد. ۱۳۸۱. بررسی عوامل مؤثر بر رسوبدهی در حوزه‌های آبخیز البرز شمالی و جنوبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران.

۹- محمدی، عبدالحسین. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات زمانی رسوب در حوزه آبخیز دریاچه نمک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران.

۱۰- محمدی استاد کلاهی، امین. ۱۳۸۱. بهینه‌سازی روابط بین دبی آب و رسوب معلق در ایستگاه‌های آب‌شناسی رودخانه گرگانرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گرگان.

۱۱- معظمی، محمد. ۱۳۸۵. تحلیل ناحیه‌ای رسوب معلق (مطالعه موردی حوزه آبخیز رودخانه جراحی- استان خوزستان).

سمینار کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران.

۱۲- نظر نژاد، حبیب. ۱۳۷۸. برآورد تولید رسوب با عامل‌های هیدرومورفولوژیکی در حوزه آبخیز قره سو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گرگان.

۱۳- وروانی، جواد. ۱۳۸۰. تحلیل رسوب معلق در حوزه آبخیز گرگانرود و بررسی وضعیت رسوبدهی سرشاخه‌های اصلی سد وشمگیر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران.

14) Bray, O.I. & H. Xie, (1993). A regression method for estimating suspended sediment yield for ungauged watersheds in Atlantic Canada. Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 20. No 1.

15) Berger, P.K., D. Entekhabi, (2001). Basin hydrologic response relations to distributed physiographic descriptors and climate. Journal of Hydrology Vol. 247, 169-182.

16) European Society for Soil Conservation, changing soils in a changing world: The soils of tomorrow. 5<sup>th</sup> International Congress of ESSC. June, 25-30(2007). Palermo, Italy.

17) Restrepo, J. D., B. KJERFVE, M. HERNELIN, (2006). Controlling sediment yield in a South America Drainage Basin: the Magdalena River. Colombia. Journal of hydrology. Vol. 316, 213-232.

# اثر تیمارهای آب بر صفات جوانه‌زنی کاج جنگلی، کاج سیاه و کاج کاشفی

● وجیهه قندهاری- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

● وحیده پیام نور- استادیار دانشکده جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## چکیده

اکوسیستم جنگلی شامل موجودات زنده (گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و موجودات ذره‌بینی) و زیستگاه‌شان (هوا و خاک) است که جریان مداوم انرژی و مواد غذایی بین آن‌ها و محیط اطراف‌شان برقرار است. چرخه زیست زمین نقش کلیدی بین خاک، گیاه و محیط اطراف آن‌ها دارد. این چرخه یکی از پدیده‌های اکولوژیکی بسیار مهم در اکوسیستم‌های جنگلی است که به‌طور مداوم در بقایای گیاهی و آبشویی تاج درختان دیده می‌شود و نقش اساسی در بازگشت عناصر غذایی و انتقال انرژی بین گیاه و خاک دارد. ورود مواد غذایی به خاک از طریق آبشویی تاج به‌صورت مستقیم بدون دخالت عوامل تجزیه، در کوتاه مدت و بازگشت عناصر از طریق بقایای گیاهی با دخالت عوامل تجزیه، در بلند مدت می‌باشد، که فرایند مهمی در بازگشت عناصر به خاک و جلوگیری از کاهش عناصر می‌باشند. لاشریزی نیز جریان مهمی از مواد ارگانیکی در اکوسیستم‌های جنگلی است که کیفیت و کمیت آن به عنوان محرک‌های اصلی در سرعت تجزیه شناخته شده‌اند. کیفیت لاشبرگ گونه‌های مختلف از عوامل مهم در سرعت تجزیه می‌باشند که ساختار و فعالیت جامعه تجزیه کننده در یک اکوسیستم را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. در این بررسی اهمیت بازگشت عناصر غذایی از طریق تجزیه لاشریزه و تاج‌بارش به خاک و به‌طور کلی‌تر در دینامیک عناصر غذایی در اکوسیستم جنگلی مورد تاکید و مقایسه قرار گرفته است و مشخص گردید که سهم هر کدام در شرایط مختلف حائز اهمیت و مکمل یکدیگرند.

**واژه‌های کلیدی:** آبشویی، تجزیه لاشریزه، چرخه زیست-زمین شیمیایی، دینامیک عناصر غذایی

## مقدمه

زیاد بودن مناطق مستعد جنگلکاری، پتانسیل ایجاد جنگلهای مصنوعی و دست کاشت را در ایران ایجاد کرده است. این سوزنی برگان به جهت سرعت رشد خوب و زیاد نسبت به پهن برگان و کیفیت برتر چوب قریب به اتفاق آنها و کاربرد وسیعشان در صنایع مختلف، از جمله کاغذ سازی و ... از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. از آنجا که بسیاری از گونه‌های سوزنی برگ، بومی سرزمین ما نبوده و از مناطق مختلف جهان به کشورمان انتقال داده شده‌اند، آشنایی هر چه بیشتر با نحوه تولید و تکثیر این درختان با هدف فراهم نمودن شرایط و امکانات ایجاد جنگلهای مصنوعی و یا تجدید حیات جنگلهای مخروبه از اهمیت زیادی برخوردار است (داراب زند، ۱۳۸۱). بذر مرحله بحرانی از تاریخ حیات گیاهان را تشکیل می‌دهد (بولی و بلک، ۱۹۹۴) و وجود بذر با کیفیت

و مقدار مناسب برای کاشت، پیش نیاز هر برنامه جنگلکاری است (کجار و همکاران، ۲۰۰۵). توسعه گیاهان از مرحله جوانه‌زنی تا استقرار، حساسترین و پرمخاطره‌ترین دوره در تجدید حیات جنگل محسوب می‌شود (دنیل و همکاران، ۱۹۷۹). لذا اگر بخواهیم موفقیت جنگلکاری را افزایش دهیم، باید عوامل موثر بر این مراحل اولیه از رشد گیاهان را شناسایی کنیم. در حال حاضر تیمارهای قبل از کاشت بذر از گسترده ترین تکنیکهایی هستند که در این خصوص مورد استفاده قرار می‌گیرند (فاروق و همکاران، ۲۰۰۷). تیمارهای قبل از جوانه‌زنی بذر از روش‌های فیزیولوژیکی به حساب می‌آیند که سبب تسریع فرایند های جوانه‌زنی بذر می‌شوند و بوسیله آن بذر مراحل اولیه جوانه‌زنی را طی می‌کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده خروج ریشه صورت نمی‌گیرد (ناسمینتو و آرگو، ۲۰۰۴). به عبارتی آماده سازی بذر، یک کلید تکنولوژی کم هزینه، بدون خطر، ساده و بسیار مؤثر می‌باشد (هریس، ۱۹۸۰ و پاتان و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیقات فراوانی در مورد تاثیرات مثبت تیمارهای قبل از کاشت بذور گیاهان زراعی صورت گرفته است ولی در مورد گونه‌های جنگلی تحقیقات بسیار محدود بوده و توجه و بررسی در این زمینه به منظور بکارگیری و استفاده اطلاعات در جنبه‌های عملی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از آنجاییکه پژوهش‌های انجام شده به منظور بهبود بذرهای درختان جنگلی پیش از کاشت محدود بوده است می‌توان برای نمونه به چند مورد از تیمارهای از بین بردن خواب بذر اشاره می‌کنیم. فتورتادو و همکاران در سال ۲۰۰۳ تیمارهای مختلفی نظیر تیمارهای شیمیایی، فیزیکی و خیساندن در آب را بر روی بذرهای کاج سفید غربی *Pinus monticola* برای پایان دادن به کمون بذر مورد بررسی قرار دادند و به این



نتیجه رسیدند که موثرترین تیمار برای پایان دادن به کمون بذرهای، خیساندن در آب با دمای ۲۷ درجه سانتیگراد و به مدت ۱۲ روز بوده است. تیمار آب پوشی بر روی بذرهای *Parkia pendola* از درختان جنگلهای آمازون توسط پیندو و فرراز در سال ۲۰۰۸ صورت گرفت. به این منظور بذرهای در آب ۱۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۲۸ ساعت نگهداری شدند. در نهایت بذرهایی که ۴ ساعت آب پوشی را گذرانده بودند افزایش چشمگیری را در سرعت و رشد نهال نشان دادند. بر روی بذرهای *Albizia richardiana* و *Lagerstroemia speciosa* تیمار خیساندن در آب سرد در دمای اتاق برای ۱۲ ساعت و تیمار خیساندن در آب داغ (۸۰ درجه سانتیگراد) به مدت ۱۰ دقیقه توسط آزاد و همکاران در سال ۲۰۱۰ صورت گرفته است که نتایج نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار آب داغ در *A. richardiana* بوده است و کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی در هر دو گونه در تیمار آب سرد مشاهده شده است. بذرهای *Tamarindus indica* L. تحت تاثیر تیمار آب داغ با دماهای ۵۰ و ۱۰۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه صورت گرفت که در نتیجه این تیمار موثر بود و باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای

شده است (محمد و آموسا، ۲۰۰۳). اسدی (۱۳۷۷) پس از بررسی‌هایی به منظور افزایش درصد جوانه‌زنی بذور لیلکی *Gleditsia caspica* خیساندن در آب ۸۰ درجه را پیشنهاد کرده است.

اسدی و باقری (۱۳۸۱) طی تحقیقاتی بر روی بذور کاج دریایی *Pinus pinaster* به این نتیجه رسیدند که استفاده از تیمار آب برای چند روز قبل از کاشت به دلیل نرم کردن پوسته بذر بسیار مفید می‌باشد. همچنین اسدی و باقری (۱۳۸۱) برای بذرهای کاج رادیاتا *Pinus radiata* یک تا دو روز خیسانده شدن در آب را به منظور افزایش عملکرد و کارایی پیشنهاد کردند.

نیاز فزاینده به چوب و کاهش موجودیت منابع چوبی باعث ایجاد تشدید یک تمایل جدید به انجام جنگلکاری‌هایی با گونه‌های سریع‌الرشد شده است (سوامی، ۲۰۰۶). بیشتر گونه‌های جنس کاج در مناطق معتدله سرد واقعتاً و عموماً همیشه سبز، تک پایه، واجد رزین و سریع‌الرشدند و سهم زیادی از جنگلکاری‌های بزرگ دنیا را نیز به خود اختصاص داده‌اند (زارع، ۱۳۸۰). همچنین این درختان به علت ویژگی‌هایی مانند: همیشه سبز بودن برگ‌های این درختان، رویش نسبتاً سریع بسیاری از گونه‌ها، زیبایی شکل ظاهری آنها (به ویژه در جوانی)، قابلیت تولید

چوب پر مصرف در صنایع مختلف، مقاومت زیاد در برابر آلودگی هوا و مهمتر از همه، کم نیاز بودن این درختان بسیار مهم بوده و به همین سبب کشت و تکثیر آنها مورد توجه قرار گرفته است (داراب زند، ۱۳۸۱).

این تحقیق با هدف بررسی صفات جوانه‌زنی سه گونه کاج با اعمال تیمارهای آب بر روی بذور و تعیین بهترین تیمار و استفاده از نتایج حاصل در بهبود کارهای عملی و نهالستان‌ها انجام شد. به علاوه اکثر تیمارهای آبی قبل جوانه‌زنی که انجام شده است با هدف بین بردن کمون بذر و تعداد کمتری، با هدف مطلق بهبود جوانه‌زنی بوده است.

کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) بومی آسیا و اروپای شمالی است و دارای واریته‌های متعددی است و از اینرو تشخیص آنها خصوصاً در سال‌های اول مشکل است. این درخت اولین بار به وسیله سفارت انگلیس به ایران وارد شده و درختان کهن سال آن اکنون در باغ سفارت وجود دارد (ثابتی، ۱۳۸۱). در میان گونه‌های جنس کاج این گونه بیشترین سطوح انتشار طبیعی را به خود اختصاص داده است. کاج جنگلی بر روی اراضی مختلفی مانند آهکی، سرپانتین، سنگ ماسه‌ای و غیره رشد می‌کند. بردباری این درخت در برابر سیل و طغیان رودخانه‌ها و یخبندان بسیار زیاد و شگفت‌انگیز بوده به طوری که بروودت ۵۰ درجه سانتیگراد زیر صفر را به خوبی تحمل می‌کند. کاج جنگلی یکی از مهمترین گونه‌های چوبده و تجاری اروپا است، چوب آن از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده و در صنایع مختلفی همچون روکش‌گیری، کاغذ‌سازی، کارهای ساختمان، نجاری، مبلمان‌سازی، پارکت و کفپوش و

جدول ۱- اطلاعات بذور تهیه شده از مرکز بذر جنگلی خزر

| گونه      | مبدا              | سال جمع آوری |
|-----------|-------------------|--------------|
| کاج جنگلی | فریم سنگده        | ۸۶           |
| کاج سیاه  | خوجه صالح (گرگان) | ۸۷           |
| کاج کاشفی | پاسند بهشهر       | ۸۷           |

جدول ۲- تعاریف فرمولهای محاسباتی

|                                                   |                                                    |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| n- تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره           | ti- تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی              |
| Cpsgt- درصد جوانه‌زنی بذرهای جوانه زده در طی دوره | ni- تعداد بذرهای جوانه زده در فاصله زمانی مشخص ti  |
| N- تعداد بذرهای کاشته شده                         | Mng- ماکزیمم درصد تجمعی بذرهای جوانه زده           |
| T- طول کل دوره جوانه‌زنی                          | PV- ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی در طی دوره جوانه‌زنی |
| Cgp- درصد تجمعی روزجوانه‌زنی در روز شمارش         |                                                    |

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس یکطرفه بین تیمارهای مختلف آب و صفات جوانه زنی در کاج جنگلی

| متغیر   | جمع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | مقدار F | مقدار معنی‌داری |
|---------|------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| GR بین  | ۳۱۹۳/۳۳۳   | ۴          | ۷۹۸/۳۳۳        | ۱۷/۱۰۷  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۴۶۶/۶۶۷    | ۱۰         | ۴۶/۶۶۷         |         |                 |
| کل      | ۳۶۶۰       | ۱۴         |                |         |                 |
| Ge بین  | ۳۱۹۳/۳۳۳   | ۴          | ۷۹۸/۳۳۳        | ۱۷/۱۰۷  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۴۶۶/۶۶۷    | ۱۰         | ۴۶/۶۶۷         |         |                 |
| کل      | ۳۶۶۰       | ۱۴         |                |         |                 |
| Pv بین  | ۹۹/۶۴۹     | ۴          | ۲۴/۹۱۲         | ۱۱۹/۳۵۸ | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۲/۰۸۷      | ۱۰         | ۰/۲۰۹          |         |                 |
| کل      | ۱۰۱/۷۳۶    | ۱۴         |                |         |                 |
| Mdg بین | ۱۷/۹۸۳     | ۴          | ۴/۴۹۶          | ۳۳/۰۴۲  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۱/۳۶۱      | ۱۰         | ۰/۱۳۶          |         |                 |
| کل      | ۱۹/۳۴۳     | ۱۴         |                |         |                 |
| Gs بین  | ۸/۳۸۲      | ۴          | ۲/۰۹۶          | ۸۲/۵۰۱  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۰/۲۵۴      | ۱۰         | ۰/۰۲۵          |         |                 |
| کل      | ۸/۶۳۶      | ۱۴         |                |         |                 |
| Mtg بین | ۱۲۴/۲      | ۴          | ۳۱/۰۵۰         | ۹۸/۳۴۱  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۳/۱۵۷      | ۱۰         | ۰/۳۱۶          |         |                 |
| کل      | ۱۲۷/۳۵۸    | ۱۴         |                |         |                 |
| Gv بین  | ۲۸۸۶/۱۴۹   | ۴          | ۷۲۱/۵۳۸        | ۱۸۱/۶۴۹ | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۳۹/۷۲۲     | ۱۰         | ۳/۹۷۲          |         |                 |
| کل      | ۲۹۲۵/۸۷۱   | ۱۴         |                |         |                 |

\*\*\* در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشند

آن را به ایران وارد نمود (ثابتی، ۱۳۸۱). کاج کاشفی در برابر سرما مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهد، سیستم ریشه‌ای قوی و عمیقی دارد، بیشتر در خاکهای سبک شنی لومی رشد می‌کند ولی نسبت به خاک‌های زیاد مرطوب و خشک حساس است و در دوره‌های بی‌آبی برگهای خود را از دست می‌دهد و چوب آن دارای استفاده‌های صنعتی و محلی فراوانی است. بیشتر در احداث ساختمان‌های چوبی، روکش‌گیری، تهیه چوب‌های تیری و الواری و نجاری و سوخت به کار می‌رود و به علت فرم زیبا و آویزان برگها و تاج آن، در تزیین و طراحی پارکها و حاشیه خیابان‌ها و بلوارها مورد توجه است (زارع، ۱۳۸۰).

### مواد و روش‌ها

بذور سه گونه کاج جنگلی (P. sylvestris)، کاج سیاه (P. nigra) و کاج کاشفی (P. longifolia) از مرکز بذور جنگلی آمل تهیه گردیدند (جدول ۱). برای هر کدام از گونه‌های مذکور، آزمایشی بطور جداگانه به صورت بلوک کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آماده‌سازی بذور عبارت بودند از: ۱- خیساندن بذور در آب به مدت ۱ روز، ۲- خیساندن بذور در آب به مدت ۲ روز، ۳- خیساندن بذور در آب به مدت ۳ روز، ۴- خیساندن بذور در آب به مدت ۷ روز ۵- بدون تیمار (شاهد). به علت کم بودن تعداد بذور کاج کاشفی فقط تیمار اول و شاهد در نظر گرفته شد.

بذور در گلدان‌های پلاستیکی در عمق ۳ برابر اندازه بذور و در ماسه شسته شده کاشته شدند. آبیاری گلدان‌ها در دو نوبت صبح و عصر صورت پذیرفت. تعداد بذور جوانه‌زده به صورت روزانه تا سبز شدن تمامی بذور دارای قوه نامیه، مورد شمارش قرار گرفته و ثبت شدند. صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه شامل درصد جوانه‌زنی  $Germination\ rate = n/N \times 100$ ، قدرت جوانه‌زنی  $Germination\ energy = Mn_g / 100 \times N$  (شیخ و ابدول، ۲۰۰۷)، ماکزیمم

درخت توده‌های خالصی ایجاد می‌کند و کمتر به صورت آمیخته با سایر گونه‌ها است. در صنعت کاربرد فراوانی دارد، از جمله در تهیه چوب‌های تیری و ساختمانی، روکش‌گیری، کاغذ سازی، نجاری، مبل سازی و سوخت استفاده می‌شود. همچنین قابلیت یک درخت تزیینی را دارد و در ایجاد فضای سبز شهری و تزیین بلوارها و پارک‌ها به کار می‌رود. جنگلکاری آن بر روی زمینهای فقیر و کم بازده جهت حفظ خاک و ایجاد بادشکن در اطراف مزارع و کشتزارها بسیار معمول است (زارع، ۱۳۸۰). کاج کاشفی (Pinus longifolia Roxburghii) بومی نواحی هیمالیا است و ابتدا شادروان کاشف السلطنه

تزیین داخل منزل، جعبه سازی و سوخت و ... استفاده می‌شود. به علاوه از درختان مقاوم به دود و آلودگی‌های شهری است و در ایجاد فضای سبز و آرایش پارکها بسیار مورد توجه است (زارع، ۱۳۸۰). کاج سیاه (Pinus nigra) بومی اروپای جنوبی است و در سال ۱۳۳۴ به وسیله کریشنه کارشناس و استاد اسبق جنگل به ایران وارد شد (ثابتی، ۱۳۸۱). چوب کاج سیاه دارای صمغ است، کیفیت آن مطلوب و کارکردن با آن آسان است. کاج سیاه یک گونه کم توقع است و بیشتر بر روی سنگ مادر آهکی، دولومیت و گاهی سیلیکات رشد می‌کند، مقاومت زیادی در برابر باد و خشکی محیط دارد، این

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آب بر مولفه های جوانه زنی در کاج جنگلی

| تیمار ۷ روز آب | تیمار ۳ روز آب | تیمار ۲ روز آب | تیمار ۱ روز آب | (شاهد)   | صفات                             |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------------------------|
| ۷۶/۶۶۷ a       | ۶۸/۳۳ b        | ۵۶/۶۶۷ c       | ۶۰ bc          | ۳۳/۳۳ d  | درصد جوانه زنی                   |
| ۸۱/۶۶۷ a       | ۷۳/۳۳ b        | ۶۱/۶۶۷ c       | ۶۵ c           | ۳۸/۳۳ d  | قدرت جوانه زنی                   |
| ۹/۴۴۷ a        | ۵/۹۳ b         | ۴/۴۶ c         | ۴/۵ c          | ۱/۵۱ d   | ماکزیمم میانگین جوانه زنی روزانه |
| ۴/۴۷۷ a        | ۳/۲۱۷ b        | ۲/۲۹ c         | ۲/۱۲۳ c        | ۱/۲۶ d   | میانگین جوانه زنی روزانه         |
| ۲/۷۹۷ a        | ۱/۷۰ b         | ۱/۲۱ b         | ۱/۲۵ b         | ۰/۵۳۷ c  | سرعت جوانه زنی                   |
| ۶/۴۰۷ c        | ۹/۱۰ b         | ۱۰/۷۲ b        | ۱۱/۳۹ b        | ۱۵/۱۷۶ a | میانگین زمان جوانه زنی           |
| ۴۲/۱۵۷ a       | ۱۹ b           | ۱۰/۳۹ c        | ۹/۵۷ c         | ۱/۹۳ d   | ارزش جوانه زنی                   |

|                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p> <math>\Sigma n / (ti)</math> (کولکاری و همکاران، ۲۰۰۷) و<br/>             ارزش جوانه‌زنی Germination value=<br/> <math>PV * MDG</math> (کزاباتور، ۱۹۶۲) مورد<br/>             بررسی قرار گرفت (جدول ۲).         </p> | <p> <math>\Sigma Cpsgt / T</math> ، سرعت جوانه‌زنی<br/>             Germination speed=<math>\Sigma (ni / ti)</math> (پانوار<br/>             و بهارداواج، ۲۰۰۵)، میانگین زمان جوانه‌زنی<br/>             Mean time to germination=<math>\Sigma (ni</math> </p> | <p>             میانگین جوانه‌زنی روزانه Maximum<br/>             mean daily germination (PV<br/>             =<math>cgp / ti</math>، میانگین جوانه‌زنی روزانه<br/>             Mean daily germination (MDG)         </p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس یکطرفه بین تیمارهای مختلف آب و صفات جوانه زنی در کاج سیاه

| متغیر   | جمع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F مقدار | مقدار معنی داری |
|---------|------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| GR بین  | ۳۰۷۳/۳۳۳   | ۴          | ۷۶۸/۳۳۳        | ۵۱/۲۲۲  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۱۵۰        | ۱۰         | ۱۵             |         |                 |
| کل      | ۳۲۲۳/۳۳۳   | ۱۴         |                |         |                 |
| Ge بین  | ۳۰۷۳/۳۳۳   | ۴          | ۷۶۸/۳۳۳        | ۵۱/۲۲۲  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۱۵۰        | ۱۰         | ۱۵             |         |                 |
| کل      | ۳۲۲۳/۳۳۳   | ۱۴         |                |         |                 |
| Pv بین  | ۴۱/۲۵۱     | ۴          | ۱۰/۳۱۳         | ۱۷۲/۹۹۵ | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۰/۵۹۶      | ۱۰         | ۰/۰۶۰          |         |                 |
| کل      | ۴۱/۸۴۷     | ۱۴         |                |         |                 |
| Mdg بین | ۸/۷۱۶      | ۴          | ۲/۱۷۹          | ۱۵/۶۰۳  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۱/۳۹۷      | ۱۰         | ۰/۱۴۰          |         |                 |
| کل      | ۱۰/۱۱۳     | ۱۴         |                |         |                 |
| Gs بین  | ۲/۲۵۴      | ۴          | ۰/۵۶۳          | ۱۸۶/۵۸۶ | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۰/۰۳۰      | ۱۰         | ۰/۰۰۳          |         |                 |
| کل      | ۲/۲۸۴      | ۱۴         |                |         |                 |
| Mtg بین | ۴۵/۵۹۲     | ۴          | ۱۱/۳۹۸         | ۱۸/۸۱۵  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۶/۰۵۸      | ۱۰         | ۰/۶۰۶          |         |                 |
| کل      | ۵۱/۶۵۰     | ۱۴         |                |         |                 |
| Gv بین  | ۷۰۷/۳۲۲    | ۴          | ۱۷۶/۸۳۱        | ۶۸/۴۲۳  | *** ۰/۰۰۰       |
| درون    | ۲۵/۸۴۴     | ۱۰         | ۲/۵۸۴          |         |                 |
| کل      | ۷۳۳/۱۶۶    | ۱۴         |                |         |                 |

\*\* در سطح ۹۹٪ معنی دار می باشند

## نتائج

در تحقیق مورد مطالعه اثرات تیمارهای آب بر صفات جوانه‌زنی سه گونه کاج جنگلی، کاج سیاه و کاج کاشفی به صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت:

الف: کاج جنگلی (*P. sylvestris*)

نتایج تجزیه واریانس حاصل از بررسی تمام صفات جوانه‌زنی یعنی درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه، میانگین جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای آب در گونه کاج جنگلی تفاوت معناداری را در سطح ۹۹٪ نشان می‌دهند (جدول ۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبی بذور بر مولفه‌های جوانه‌زنی در

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آب بر مولفه های جوانه‌زنی در کاج سیاه

| صفات                             | (شاهد)   | تیمار ۱ روز آب | تیمار ۲ روز آب | تیمار ۳ روز آب | تیمار ۷ روز آب |
|----------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| درصد جوانه‌زنی                   | ۵۰ c     | ۶۱/۶۶۷ b       | ۷۵ a           | ۵۸/۳۳ b        | ۳۱/۶۶۷ d       |
| قدرت جوانه‌زنی                   | ۵۵ c     | ۶۶/۶۶۷ b       | ۸۰ a           | ۶۳/۳۳ b        | ۳۶/۶۶۷ d       |
| ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه | ۲/۶۲۳ c  | ۴/۵۱۳ b        | ۶/۱۵۷ a        | ۵/۴۱۳ ab       | ۱/۷۶۷ d        |
| میانگین جوانه‌زنی روزانه         | ۱/۹۴۳ c  | ۲/۸۸ b         | ۳/۰۵۳ ab       | ۳/۶۴۰ a        | ۱/۵۴۷ c        |
| سرعت جوانه‌زنی                   | ۰/۸۸۷ c  | ۱/۲۹ b         | ۱/۷۲۷ a        | ۱/۵۹۷ a        | ۰/۷۳ c         |
| میانگین زمان جوانه‌زنی           | ۱۳/۳۶۷ a | ۱۰/۷۲ b        | ۱۰/۰۶۰ b       | ۸/۰۷۷ c        | ۱۱/۶۰۳ b       |
| ارزش جوانه‌زنی                   | ۵/۱۳ c   | ۱۳/۰۱ b        | ۱۸/۷۰ a        | ۱۹/۵۸۷ a       | ۲/۷۷ c         |

کاج جنگلی که در جدول ۴ نمایش داده شده است، نشان می‌دهد تیمارهای آب تأثیر بسیار زیادی بر مولفه‌های جوانه‌زنی داشته‌اند. کلیه صفات جوانه زنی در اثر تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۷ روزه نسبت به شاهد به‌طور قابل توجهی بهبود یافته‌اند. که نقطه اوج این بهبودی را در تیمار ۷ روز آب می‌توان مشاهده کرد. به‌طوری که تیمار ۱ روز آب فاکتورهای مهم درصد و قدرت جوانه‌زنی را ۲۶/۶۷ درصد، تیمار ۲ روز آب ۲۳/۳۳ درصد و تیمار ۳ روز آب ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است و تیمار ۷ روز آب با جهشی درصد و قدرت جوانه‌زنی را ۲/۳ برابر نسبت به شاهد افزایش داده است و همچنین مولفه میانگین زمان جوانه‌زنی از ۱۵ روز در گونه شاهد به کوتاه‌ترین زمان ممکن، ۶ روز رسیده است که بسیار مثبت است.

ب: کاج سیاه (*P. nigra*)  
نتایج تجزیه واریانس حاصل از بررسی صفات جوانه‌زنی در گونه کاج سیاه تفاوت معناداری را در سطح ۹۹٪ نشان می‌دهند (جدول ۵). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبی بذور بر مولفه‌های جوانه‌زنی در کاج سیاه در جدول ۶ ارائه شده است.

با اینکه اثر تیمارهای آب بر روی بذور به مدت ۱ روز باعث برتری چشمگیری نسبت به شاهد در تمام صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه شده است ولی اثر تیمارهای آبی بذور به مدت ۲ روز در همه مولفه‌های مورد مطالعه بهتر بوده و موفق‌ترین تیمار در گونه کاج سیاه نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده می‌باشد و بیشترین افزایش را در همه صفات جوانه‌زنی ایجاد کرده است. تیمار آبی ۳ روزه نیز تأثیر خوبی بر صفات فوق داشته است ولی میزان تأثیر آن به غیر از فاکتور میانگین

جدول ۷- نتایج آزمون t مستقل بین تیمارهای مختلف آب و صفات جوانه‌زنی در کاج کاشفی

| متغیر                        | مقدار F | مقدار معنی‌داری | مقدار t | درجه آزادی | Sig (2-tailed) |
|------------------------------|---------|-----------------|---------|------------|----------------|
| GR فرض مساوی بودن واریانسها  | ۳/۲     | ۰ ns/۱۵         | -۲/۶۸   | ۴          | ۰/۰۵۵          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۲/۶۸   | ۲/۹۴       | ۰/۰۷۶          |
| Ge فرض مساوی بودن واریانسها  | ۳/۲     | ۰ ns/۱۵         | -۱/۳۴   | ۴          | ۰/۲۵۱          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۱/۳۴   | ۲/۹۴       | ۰/۲۷۴          |
| Pv فرض مساوی بودن واریانسها  | ۰/۷۲    | ۰ ns/۴۴         | -۴/۰۵   | ۴          | ۰/۰۱۵          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۴/۰۵   | ۳/۶۸       | ۰/۰۱۸          |
| Mdg فرض مساوی بودن واریانسها | ۰/۰۸    | ۰ ns/۸۰         | -۸/۹۹   | ۴          | ۰/۰۰۱          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۸/۹۹   | ۳/۹۱       | ۰/۰۰۱          |
| Mtg فرض مساوی بودن واریانسها | ۶/۸     | ۰ ns/۰۶         | ۷/۸۶    | ۴          | ۰/۰۰۱          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | ۷/۸۶    | ۲/۱۸       | ۰/۰۱۲          |
| Gv فرض مساوی بودن واریانسها  | ۱/۰۸    | ۰ ns/۳۶         | -۹/۰۸   | ۴          | ۰/۰۰۱          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۹/۰۸   | ۲/۸۶       | ۰/۰۰۳          |
| Gs فرض مساوی بودن واریانسها  | ۱/۲۳    | ۰ ns/۳۳         | -۴/۷۱   | ۴          | ۰/۰۰۹          |
| فرض نا مساوی بودن واریانسها  |         |                 | -۴/۷۱   | ۳/۴۸       | ۰/۰۱۳          |

ns: عدم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد مطالعه



جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تیمار آبی بر مولفه های جوانه‌زنی در کاج کاشفی

| صفات                             | (شاهد) | تیمار ۱ روز آب |
|----------------------------------|--------|----------------|
| درصد جوانه‌زنی                   | ۵۸/۳۳  | ۶۸/۳۳          |
| قدرت جوانه‌زنی                   | ۶۳/۳۳  | ۶۸/۳۳          |
| ماکزیمم میانگین جوانه‌زنی روزانه | ۴/۶۹۷  | ۶/۲۲۳          |
| میانگین جوانه‌زنی روزانه         | ۳/۴۵۳  | ۵/۲۶۰          |
| سرعت جوانه‌زنی                   | ۹/۲۸۳  | ۸/۳۸۰          |
| میانگین زمان جوانه زنی           | ۱۶/۱۴۷ | ۳۲/۷۳          |
| ارزش جوانه‌زنی                   | ۱/۳۶۰  | ۱/۷۰           |

تیمار ۷ روز آب اثر منفی داشته و زیان‌بخش بوده است و باعث کم شدن درصد جوانه‌زنی و سایر فاکتورهای مورد بررسی گردیده است.

در مورد کاج کاشفی تیمار ۱ روز آب در مقایسه با شاهد تا حدودی مقادیر صفات مورد بررسی را بهبود بخشیده است.

هر کدام از سه گونه مورد بررسی در تیمارهای زمانی مختلف مطلوب‌ترین نتیجه را داده اند علت آن را می‌توان تفاوت در نوع و فیزیولوژی بذرها دانست، جوانه‌زنی شامل سه مرحله جذب آب، تجزیه مواد و ظهور ریشه‌چه می‌باشد؛ در حین تیمار بذر وارد فاز ۲ از مراحل جوانه زنی شده؛ اجازه رونویسی DNA را پیدا کرده؛ RNA افزایش می‌یابد و سنتز مواد و رشد جنین شروع می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۷). از اینرو می‌توان گفت اگر پس از این مرحله یا قبل از رسیدن به این مرحله بذرها کاشته شوند نتیجه مطلوب حاصل نمی‌شود و یا حتی می‌تواند اثر منفی نیز داشته باشد. در حقیقت استفاده از تیمارهای بهبود جوانه‌زنی بذور باعث رشد بهتر گیاهچه و استقرار بهتر آن می‌شود (جواب و همکاران، ۲۰۰۰). از اینرو استفاده از روش‌هایی که باعث بهبود جوانه‌زنی گونه‌هایی که با بذر تکثیر می‌شوند همواره مد نظر محققان بوده است و به همین منظور، انجام تحقیقات کامل‌تر در این زمینه و تولید نهال آنها در سطح نهالستان توصیه می‌شود.

#### منابع

- ۱- اسدی، فرهاد، رضا باقری، ۱۳۸۱. بذر های درختان سوزنی برگ، آموزش‌های فنی حرفه‌ای تولید نهال و جنگلکاری، انتشارات موسسه فرهنگی و هنری شقایق روستا، ص ۲۵.
- ۲- اسدی، محمود، ۱۳۷۷. اوت اکولوژی، اکو فیزیولوژی جوانه‌زنی و تجزیه شیمیایی بخش‌های مختلف میوه لیلکی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم.

در بهبود صفات جوانه‌زنی گونه‌های مورد مطالعه تاثیر گذار بوده است به علاوه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و به عبارتی تمام صفات مورد شده است. که با نتایج حاصل از تحقیقات فتورتادو و همکاران در سال ۲۰۰۳ بر روی بذرهای کاج سفید غربی *Pinus monticola* و پیندو و فرراز در سال ۲۰۰۸ بر روی بذرهای *Parkia pendola* و همچنین اسدی (۱۳۷۷) بر روی بذور لیلکی *Gleditschia caspica* و اسدی و باقری (۱۳۸۱) روی بذرهای کاج دریایی *Pinus pinaster* و بذرهای کاج رادیاتا *Pinus radiata* همخوانی دارد. همچنین با نتایج حاصل از بررسی‌های آزاد و همکاران در سال ۲۰۱۰ بر روی بذور *Albizia richardiana* و *Lagerstroemia speciosa* مغایرت دارد؛ آن‌ها عدم موفقیت تیمار آب سرد و موفقیت تیمار آب داغ را روی بذرهای مورد مطالعه مشاهده کردند.

کلیه تیمارهای آبی در کاج جنگلی تاثیر بسزایی بر روی صفات جوانه زنی نسبت به شاهد داشته است که در بین این تیمارها، تیمار ۷ روز آب بهترین نتیجه را داده است و پس از آن به ترتیب تیمار ۳ روز آب، تیمار ۱ روز آب و در نهایت تیمار ۲ روز آب بیشترین بهبود را نسبت به شاهد داشته است. در مورد کاج سیاه خیساندن ۲ روزه در آب موثرترین تیمار در بهبود صفات بوده است و پس از آن با اختلاف کمی در نتایج، به ترتیب تیمار ۱ روز و ۳ روز آب موثر بوده اند اما

زمان جوانه‌زنی در سایر مولفه‌ها کمتر بوده است. تیمار ۷ روز آب نتایج معکوس داشته و باعث پایین آمدن شدید درصد جوانه زنی بذور و سایر فاکتورهای مورد بررسی شده است.

#### ج: کاج کاشفی (*P. longifolia*)

در گونه کاج کاشفی در تمامی صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آبی مختلف، اختلاف معنی‌داری بین همه تیمارها مشاهده نشد (جدول ۷).

از مقایسه میانگین داده‌ها که در جدول ۸ نمایش داده شده است چنین نتیجه‌گیری می‌شود که تیمار ۱ روز آب تا حدودی باعث افزایش تمام صفات جوانه‌زنی شده است بطوریکه فاکتورهای مهمی مانند درصد و قدرت جوانه‌زنی به ترتیب ۱۰ و ۵ درصد نسبت به شاهد بهبود یافته‌اند.

#### بحث و نتیجه گیری

از آن جایی که جوانه‌زنی خوب و مناسب برای استقرار گیاهچه تحت تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی است (برار و همکاران، ۱۹۹۱؛ جاکوبسن و باچ، ۱۹۹۸) به منظور نیل به این مهم استفاده از تیمارهایی که بتواند این شرایط را فراهم کند و از حیثی دیگر ارزان و مقرون به صرفه نیز باشد از اهمیت خاصی برخوردار است و در این راستا بهره‌وری استفاده از تیمارهای آبی بر روی بذور سه گونه کاج جنگلی، کاج سیاه و کاج کاشفی مورد بررسی قرا گرفته است. در تحقیق حاضر، استفاده از تیمارهای آب بر روی بذور

- Amusa, 2003. Effects of sulphuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind (*Tamarindus indica* L). A Frican Journal of Biotechnology. Vol 2(9), pp. 276-279.
- 19-Nascimento, W. M. & F.A.S. Aragão, 2004. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. *Scientia Agricola*. 61(1):114-117.
- 20-Panwar, P. & S.D. Bhardwaj, 2005. Handbook of practical forestry, AGROBIOS (INDIA). 191p.
- 21-Pathan, H.D., A.K. Gothkar, P. Joshi, A. Chivasa & W. Nyamudeza, 2001. Priming seed to improve establishment. *Agricultural Systems*, 1-2: 151-164.
- 22-Pinedo, G. J. V. & I. D. K. Ferraz, 2008. Hydropriming of *Parkia pendula* [Benth. Ex walp]: seeds with physical dormancy from Amazon tree. *Revista Arvore*. Vol. 32 No. 1 pp. 39-49.
- 23-Sheikh, A.H. & M.M.D. Abdul, 2007. Seed Morphology and Germination Studies of *Dalbergia sissoo* Roxb. at Nursery Stage in Bangladesh. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(1): 35-39.
- 24-Swamy, S.L., A. Mishra & S. Puri, 2006. Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of *Populus deltoides* under an agrisilviculture system. *Bioresource Technology* 97 . 57-68.
- Y. Ma & A. R. Kermode, 2003. Incrasing the temperature of the water soak preceding most chilling promotes dormancy-termination of seeds of western white pine (*Pinus moticola*). *Seed Science and Technology*. Vol. 31 No.2 pp. 275-288.
- 13-Harris, D., 1980. Seed priming: a simple but successful solution. *DFID Plant Sciences*, 1-2.
- 14-Jacobsen, S.E. & A.P. Bach, 1998. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Seed Sci and Technol*. 26: 515-523.
- 15-Job, D., I. Capron, C. Job, F. Dacher, F. Corbineau & D. Côme, 2000. Identification of germination-specific markers and their use in seed priming technology. pp. 449-466. In: Black, CABI, Oxon, UK.
- 16-Kjaer, E. D., C. P. Hansen & L. Graudal, 2005. Procurement of plant material of good genetic quality. In: Resoration of boreal and temperate forests, Stanturf, J. A. and Madsen, P. (editors). CRC Press. 139-171.
- 17-Kulkarni, M.G., R.A. Street & J.V. Staden, 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 33: 131-137.
- 18-Muhammad, S. & N.A. ۳- ثابتی، حبیب الله، ۱۳۸۱. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران، انتشارات یزد، ص ۸۰۶
- ۴- داراب زند، امیر حسین، ۱۳۸۱. تولید نهال سوزنی برگان، آموزشهای فنی حرفه‌ای تولید نهال و جنگلکاری، انتشارات موسسه فرهنگی و هنری شقایق روستا، ص ۲۵.
- ۵- زارع، حبیب، ۱۳۸۰. گونه های بومی و غیر بومی سوزنی برگ در ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۶۰۰.
- 6-Azad, S., N. K. Paul & A. Matin, 2010. Dopre-sowing treatments affect seed germination in *Albizia richardiana* and *Lagerstroemia speciosa*. *Agric china* 4(2): 181-184.
- 7- Bewley, J. D. & M. Black, 1994. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press. 445p.
- 8-Brar, G.S., J.F. Gomez, B.L. McMichael, A.G. Matches & H.M. Taylor, 1991. Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. *Agron. J.* 83: 173-175.
- 9-Czabator, F.J., 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8: 386-396.
- 10-Daniel, T. W., J. A. Helms & F. B. Baker, 1979. *Principles of Silviculture*. Mc Graw - Hill Book Company, 500 p.
- 11-Farooq, M., M.A.S. Basra & N. Ahmad, 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. *Plant growth regul.* 51:129-137.
- 12-Feurtado, J. A., J. H. Xia,

# بررسی اثرات ۷ ساله قرق بر میزان تولید، وضعیت مرتع و سایر صفات گیاهان (تراکم، ترکیب و تیپ غالب) در مراتع خشک حلوآن طبس

● پریسا رفیعی - کارشناس ارشد مرتعداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

## چکیده

مطالعه تولید و تغییرات پوشش گیاهی تحت شرایط چرای آزاد و حفاظت از چرا در مدیریت آبی رویشگاه‌های مرتعی حائز اهمیت است. به همین انگیزه تأثیرات قرق بر میزان تولید و تغییرات گیاهان مراتع واقع در حوزه آبخیز حلوآن در فاصله ۱۰۰ کیلومتری شهرستان طبس مطالعه گردید. منطقه مورد مطالعه جزء مناطق خشک و بیابانی است و آماربرداری در سال ۱۳۸۸ انجام گردیده است. این پژوهش با انجام نمونه‌گیری در مناطق معرف دو سایت قرق و شاهد (چرای آزاد) به تفکیک با استقرار ۴ ترانسکت و در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات با فاصله ۵ متر صورت پذیرفت. در هر پلات گونه‌های گیاهی شناسایی و فاکتورهای میزان تولید گونه‌ها به طریق قطع و توزین و وضعیت مرتع به روش چهارفاکتوری تعدیل شده اندازه‌گیری شد و جهت مقایسه میانگین تولید در دو سایت آزمون دانکن مورد استفاده قرار گرفت. همچنین صفات گیاهی نظیر تراکم، ترکیب و تیپ غالب منطقه نیز مشخص گردید. نتایج نشان داد که میزان تولید در سایت قرق، بیشتر از منطقه تحت شرایط چرای آزاد است، میانگین های تولید گونه‌های *Seidlitzia rosmarinus* و *Anabasis setifera* در دو منطقه شاهد و قرق با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین تولید گونه *Salsola arobuscula* در دو منطقه شاهد و قرق اختلاف معنی‌داری دارد ( $p < 0.01$ ). در منطقه شاهد تولید گونه‌های *Salsola arobuscula* و *Anabasis setifera* با هم اختلاف معنی‌داری ندارند اما *Seidlitzia rosmarinus* دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ( $p < 0.01$ ). در منطقه قرق تولید تمام گونه‌های مطرح شده با هم اختلاف معنی‌داری دارند ( $p < 0.01$ ). در نهایت تیپ گیاهی منطقه قرق شده *Se ro - An se* و تیپ غالب منطقه *Se ro* بوده و بیشترین تراکم مربوط به *Seidlitzia rosmarinus* با فراوانی ۶۰۰ پایه در هکتار برآورد گردید. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که تأثیر قرق عرصه بر افزایش تولید جزئی است، که در صورت طولانی‌تر شدن پروژه به نظر می‌رسد اثرات طرح مشخص‌تر گردد.

**واژه‌های کلیدی:** *Seidlitzia rosmarinus*، قرق، شاهد، طبس، حلوآن.

## مقدمه

انسان جهت رفع نیازهای ضروری خود مجبور است بر استفاده از مراتع بیفزاید. لذا بر اثر بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع، کاهش توان تولید را فراهم می‌نماید. این وضع عمدتاً در مناطق خشک بیشتر محسوس بوده و در این نواحی علاوه بر از دست رفتن پوشش گیاهی موجب تشدید فرسایش بادی و آبی نیز می‌گردد. لذا با توجه به وضعیت اقلیمی ایران و افزایش روزافزون جمعیت، به ناچار بایستی چاره‌ای اندیشید تا از حداقل سطوح موجود حداکثر میزان تولید به لحاظ کمی و کیفی حاصل شود و این امر میسر نمی‌گردد به جز اینکه با برنامه‌ریزی و مدیریت منابع موجود، نیازهای جوامع بشری فراهم شود و نتایج طرح مورد نظر، مدیر را به این راهکارها هدایت می‌نماید و دیگر این که با توجه به تلاش‌های مستمر کارشناسان منابع طبیعی

شهرستان طبس در جهت احیاء و حفظ پوشش گیاهی مرتع منطقه، مطالعاتی در خصوص اثر قرق بر مرتع و بررسی نتایج و عملکرد آن، در طی سال‌های گذشته صورت پذیرفته، لذا جهت بررسی و مطالعه اثر قرق بر میزان تولید، تراکم، ترکیب و تیپ غالب مرتع در منطقه نیاز به مطالعه و تحقیقات بیشتر می‌باشد که در این تحقیق به این مهم دست پیدا خواهد شد. پژوهش‌های زیادی در خصوص قرق در مراتع توسط محققان انجام گرفته که به اختصار به مرور یافته‌هایی چند تن از این پژوهشگران پرداخته می‌شود. باغستانی (۱۳۷۵) بیان کرد، عوامل آب و هوایی، خاک، پستی و بلندی و موجودات زنده بر چگونگی گسترش جوامع گیاهی در رویشگاه‌های مرتعی ایفاء نقش می‌نمایند. بنابراین حضور یا حذف گیاهان در یک مرتع، تصادفی اتفاق نمی‌افتد.

ارزانی و همکاران (۱۳۷۸) در مطالعه تأثیر قرق ۱۲ ساله منتهی به سال ۱۳۷۷ در محدوده قرق ایستگاه تحقیقات مرتع نیریز یزد اعلام داشت که در این محدوده کل درصد پوشش گیاهان دائمی داخل قرق ۶ درصد و کل تولید گیاهان اندازه‌گیری شده حدود ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان می‌دهند. هویزه و همکاران (۱۳۸۰) در رابطه با تأثیر قرق ۱۰ ساله بر وضعیت گرایش مراتع نیمه استپی گرم خوزستان اظهار کردند که مهمترین تأثیر قرق در افزایش تولید و تراکم گیاهان بوده است، به طوری که تراکم کل گیاهان در داخل قرق نسبت به خارج آن حدود ۴۰٪ افزایش یافته و میانگین تولید علوفه در حال قرق نیز تقریباً سه برابر تولید در حال چرا بوده است. در اثر قرق وضعیت مراتع از خیلی فقیر به فقیر ارتقاء پیدا کرده است. در گزارش زارع (۱۳۸۰) تحت عنوان

است که تغییرات در مناطق خشک به دوره زمانی طولانی نیاز دارد.

### هدف

بررسی و مطالعه اثرات قرق بر تولید، وضعیت مرتع، تراکم، ترکیب و تیپ غالب گیاهان مرتعی.

### فرضیه

با توجه به شرایط منطقه مدیریت قرق در مدت ۷ سال می‌تواند بهبود کمی و کیفی مراتع را موجب گردد.

### مواد و روش‌ها

#### مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان یزد و در شمال غربی شهرستان طبس، واقع در حوزه آبخیز حلوان در فاصله ۱۰۰ کیلومتری این شهرستان قرار دارد. منطقه طرح دارای دو سایت قرق و شاهد به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی  $33^{\circ} 56' 53.4''$ ،  $29.5^{\circ} 17'$  و  $33^{\circ} 56' 53.4''$ ،  $41.2^{\circ} 17'$   $Y=56$  می‌باشد و ۷۹۸ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. منطقه طرح بر اساس روش دمارتن و آمبرژه به ترتیب جزء مناطق با اقلیم خشک و مناطق با اقلیم بیابانی معتدل می‌باشد. مناطق مورد مطالعه هر کدام به مساحت ۲۵ هکتار است. طرح قرق به مدت ۷ سال است که در حال اجرا است. گونه‌های رویش یافته در منطقه قرق *rozmarinus Seidlitzia*، *Salsola arobuscula*، *Anabasis setifera* و گیاهان یکساله و در منطقه شاهد گونه *Seidlitzia rozmarinus* می‌باشد. چرای دام در منطقه شاهد توسط حیوانات اهلی (شتر، گوسفند و بز) انجام می‌گیرد. میانگین بارندگی در طی این دوره ۸۶-۱۳۷۶، ۸۷٫۸ میلیمتر است. (۶)

### روش بررسی

در بازدید میدانی صورت گرفته ابتدا دو قطعه یکی قرق شده و دیگری دارای چرای

میزان تولید در داخل قرق به طور معنی‌داری بیشتر از منطقه خارج قرق بود.

باغستانی (۱۳۸۵) اثرات قرق در دو دهه گذشته (۱۳۸۳-۱۳۶۵) بر پوشش گیاهی مراتع واقع در ایستگاه تحقیقات مرتع یزد را مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که قرق بر درصد پوشش و تولید کل گیاهان عرصه تأثیر معنی‌داری داشته است و نیز روند تغییرات پوشش گیاهی در مراتع مناطق خشک کند می‌باشد.

زنجان (۱۳۸۵) در بررسی اثر قرق بر فاکتورهای پوشش تاجی، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه، تولید و تراکم در سایت‌های مطالعاتی داخل و خارج قرق در حوزه گلوکان اظهار نمود که قرق اثر مثبتی بر تولید و درصد تاج پوشش داشته و باعث افزایش تاج پوشش گونه‌های کلاس I و II داخل قرق شده است.

هافمن و استنلی (۱۹۷۸) گزارش دادند که در یک چراگاه گاو، متوسط تولید گیاهی پس از ۳ سال قرق، در سطح حفاظت شده افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به سطح چرا شده داشته است.

اورسک (۱۹۸۵) گزارش داد که در مراتع حوزه کوناتا واقع در جنوب غربی داکوتا، پس از ۴ سال حفاظت منطقه از چرای دام، تولید گونه گراس چندساله *Agropyron smithii* تغییر نیافته و تولید گونه *Bucclloe dactyloides* نیز کاهش جزئی یافته است. وی بیان کرده که برای افزایش تولید حداقل باید به مدت ۹ سال از چرای دام جلوگیری شود.

براند و گوتز (۱۹۸۶) اثر حذف چرای دام (قرق منطقه) به مدت زمان ۳ سال را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که تولید گونه *Bouteloua gracilis* در منطقه قرق شده کاهش و تولید دو گونه شبه گراس *Carex filifolia*، *C.heliophila* افزایش یافته است.

در تحقیقات یورکس و همکاران (۱۹۹۲) در ایالت یوتای آمریکا به این نکته تاکید شده

بررسی پتانسیل مقاومت به تنش چرا در گونه *Eurotia ceratoides* تحت سه تیمار قرق بلند مدت، چرای برنامه‌ریزی شده (چرا در مدت ۲ ماه از سال) و چرای شدید (چرای مداوم) آمده است که اعمال تیمار قرق از تولید گونه‌ها می‌کاهد و تولید گونه در دو تیمار دیگر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارد.

شریفی (۱۳۸۱) در بررسی تأثیر قرق در بهبود ترکیب گونه‌ای و تولید علوفه در مراتع نیمه استپی استان اردبیل به این نتیجه دست یافته است که بین منطقه داخل و خارج قرق، از نظر ترکیب گیاهی و تولید علوفه در میانگین کل، اختلاف، چندان معنی‌دار نیست و قرق موجب بهبود وضع مرتع گردیده است.

باغستانی (۱۳۸۲) در بررسی اثرات کوتاه مدت شدت‌های مختلف چرای بز بر برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی در مراتع استپی یزد بیان نمود مقدار تولید در چرای متعادل بیش از قرق است، همچنین شدت چرای زیاد بر میزان پوشش دو گونه *Stipa barbata* و *Salsola rigida* را همراه با اثر کاهنده بیان کرد. حداقل تولید این دو گونه، مجموع یک ساله‌ها و کل تولید گیاهان چند ساله، در شدت چرای زیاد و حداکثر آن در چرای متعادل رخ داد. این امر نشانگر اثر چرای مناسب بر تحریک رشد و رویش مجدد گیاهان مرتعی می‌باشد.

موسوی و آقاجانلو (۱۳۸۴) در خصوص تأثیر ۱۹ ساله قرق و چرا روی تغییرات پوشش گیاهی در منطقه جنوب شهرستان زنجان بیان نمودند که ترکیب گونه‌های گیاهی با ارزش خوشخوراکی کلاس یک در داخل قرق نسبت به مجاور قرق تفاوت قابل توجهی داشته و میزان تولید گیاهی قرق نسبت به مجاور آن تقریباً دو برابر شده است.

میرزا علی (۱۳۸۵) در تحقیق خود با عنوان تأثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خاک سطحی مراتع گمیشان به این نتایج رسید که میزان پوشش تاجی گونه‌ها در داخل قرق به طور معنی‌داری از منطقه خارج قرق بیشتر و



Anova, Duncan استفاده گردیده است.

## نتایج

### وضعیت پوشش گیاهی

گونه گیاهی غالب در منطقه شاهد، *rozmarinus Seidlitzia* و در قرق گونه‌های *Anabasis* و *rozmarinus Seidlitzia* می‌باشد (تیپ گیاهی منطقه قرق شده *Se ro- An se* و تیپ غالب منطقه *Se ro* بوده و بیشترین تراکم مربوط به *Seidlitzia rosmarinus* با فراوانی ۶۰۰ پایه در هکتار برآورد گردید) (جدول ۲ و ۳). علاوه بر گونه‌های غالب، گونه‌های همراه نیز در قرق وجود داشتند. در (جدول ۱) لیست فلورستیک پوشش گیاهی دو سایت شاهد و قرق آورده شده است.

در منطقه شاهد بعد از گیاهان یکساله بیشترین درصد پوشش متعلق به گونه *Seidlitzia rozmarinus* می‌باشد و در منطقه قرق نیز گونه *Seidlitzia rozmarinus* دارای بیشترین درصد پوشش است (جدول ۲ و ۳).

### نتایج آنالیز داده های آماری محدوده طرح

نتایج آنالیز آماری داده‌های تولید در دو سایت مطرح شده نشان می‌دهد که میزان تولید کل در منطقه قرق شده (۲۷,۷ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از تولید در منطقه شاهد (۷,۶ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد (جدول ۴).

حروف انگلیسی نشان‌دهنده معنی‌دار یا معنی‌دار نبودن گونه‌های گیاهی در سایت‌های مختلف می‌باشد.

میانگین‌های تولید گونه‌های *Seidlitzia rozmarinus* و *Anabasis setifera* در دو منطقه شاهد و قرق اختلاف معنی‌داری ندارند، اما میانگین تولید گونه *Salsola arobuscula* در دو منطقه شاهد و قرق دارای اختلاف معنی‌داری است ( $p < 0.01$ ). در منطقه شاهد تولید گونه‌های *Salsola arobuscula* و *Anabasis setifera*

جدول ۱ لیست فلورستیک پوشش گیاهی محدوده طرح

| ردیف | نام علمی گونه                | نام فارسی | شاهد | قرق |
|------|------------------------------|-----------|------|-----|
| ۱    | <i>Seidlitzia rozmarinus</i> | اشنیان    | *    | *   |
| ۲    | <i>Salsola arobuscula</i>    | جفنه      |      | *   |
| ۳    | <i>Anabasis setifera</i>     | جفنه شور  |      | *   |
| ۴    | <i>Astragalus squarrosus</i> | گون       |      | *   |
| ۵    | <i>Artemisia siberi</i>      | درمنه     |      | *   |
| ۶    | <i>Hammada salicornica</i>   | رمس       |      | *   |
| ۷    | <i>Calligonum persicum</i>   | اسکنبیل   |      | *   |
| ۸    | <i>Annual</i>                | یکساله    | *    | *   |

آزاد به عنوان شاهد مجزا گردید و سپس در منطقه معرف هر سایت ۴ ترانسکت به صورت تصادفی-سیستماتیک مستقر شد. در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات به شکل مربع با سطح ۲۵ متر مربع (تعداد و سطح پلات به دلیل خشک بودن منطقه و پراکندگی گونه‌های گیاهی و همچنین بر اساس دو برابر سطح بزرگترین تاج پوشش گیاهی می‌باشد) و با

جدول ۲: اطلاعات پوشش گیاهی در سایت شاهد

| نام گیاهان                   | ترکیب (درصد) | فراوانی (درهکتار) | پوشش (درصد) |
|------------------------------|--------------|-------------------|-------------|
| <i>Seidlitzia rosmarinus</i> | ۲۳           | ۶۰۰               | ۰,۶         |
| <i>Salsola arobuscula</i>    | ۰            | ۰                 | ۰           |
| <i>Anabasis setifera</i>     | ۰            | ۰                 | ۰           |
| <i>Annual</i>                | ۷۷           | -                 | ۲           |
| پوشش کل                      | -            | -                 | ۲,۶         |

جدول ۳: اطلاعات پوشش گیاهی در سایت قرق

| نام گیاهان                   | ترکیب (درصد) | فراوانی (درهکتار) | پوشش (درصد) |
|------------------------------|--------------|-------------------|-------------|
| <i>Seidlitzia rosmarinus</i> | ۴۶,۸         | ۶۰۰               | ۱,۴         |
| <i>Salsola arobuscula</i>    | ۶,۶          | ۸۰                | ۰,۲         |
| <i>Anabasis setifera</i>     | ۶,۶          | ۴۰۰               | ۰,۲         |
| <i>Annual</i>                | ۴۰           | -                 | ۱,۲         |
| پوشش کل                      | -            | -                 | ۳           |

جدول (۴): مقایسه میانگین های تولید بر حسب کیلوگرم در هکتار در دو سایت شاهد (۱) و قرق (۲)

| قرق (۲) | شاهد (۱) | نام گیاهان                   |
|---------|----------|------------------------------|
| ۱۸.۷ Ba | ۷.۶ Ba   | <i>Seidlitzia rosmarinus</i> |
| ۲.۵ Ac  | . Bb     | <i>Salsola arobuscula</i>    |
| ۶.۵ Bb  | . Bb     | <i>Anabasis aetifera</i>     |
| ۲۷.۷ B  | ۷.۶ B    | تولید کل (Total)             |

شاهد و قرق اختلاف معنی دار نمی باشد. این بدان علت است که قرق، گرچه باعث افزایش تولید و درصد پوشش گونه های مرتعی می شود اما این افزایش چندان قابل توجه نیست.

تغییرات تولید در منطقه قرق زیاد نیست و کوتاه بودن طول دوره طرح از جمله دلایل این امر محسوب می شود، در صورت طولانی تر شدن پروژه به نظر می رسد اثرات طرح مشخص تر گردد.

باغستانی (۱۳۷۲) و اورسک (۱۹۸۵) در بررسی های خود نیز به این نتایج دست یافته اند که افزایش طول مدت قرق در میزان تولید و ترکیب گیاهان مراتع تاثیر قابل توجهی دارد.

وضعیت مرتع در منطقه شاهد و قرق طبق برداشتها و نتایج حاصل وضعیت ضعیف می باشد. البته وضعیت مرتع در منطقه قرق گرچه ضعیف است اما بهتر از منطقه شاهد می باشد. می توان دلیل این امر را افزایش و بهبود در چهار فاکتور پوشش گیاهی، فرسایش و حفاظت خاک، ترکیب گیاهی و بنیه و شادابی در منطقه قرق دانست و علت این بهبودی در سایت قرق دادن فرصت رشد، توسعه و زادآوری به گونه ها می باشد. نتایج هویزه و همکاران (۱۳۸۰) گویای همین مطلب است که مهمترین تأثیر قرق در افزایش تولید و تراکم گیاهان می باشد و در اثر قرق وضعیت مراتع بهبود می یابد.

### پیشنهادهای

- \* بررسی روابط بین قرق و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
- \* بررسی تأثیرات قرق بر برخی از گیاهان مورد چرای دام در مراتع خشک
- \* مقایسه اثرات قرق بر درصد پوشش گیاهی و تولید در مراتع مناطق خشک و مرطوب

### منابع

۱- ارزانی، حسین؛ ۱۳۷۸. بررسی روند کمی و کیفی تغییرات پوشش گیاهی مراتع

گونه *Seidlitzia rosmarinus* را در مناطق بیابانی و خشک بسیار زیاد می داند و بیان می کند که این گونه زادآوری بسیار زیادی دارد.

با توجه به اطلاعات بدست آمده در سایت قرق بیشترین درصد پوشش مربوط به *Seidlitzia rosmarinus* بوده است و همچنین گونه های *Salsola arobuscula* و *Anabasis setifera* نیز در منطقه قرق زادآوری داشته اند. دلیل زادآوری گونه های جدید در منطقه قرق می تواند عدم حضور دام باشد که باعث شده شرایط مساعد شود و گونه های جدید حضور یابند. همچنین با توجه به این که گونه های *Salsola arobuscula* و *Anabasis setifera* خوشخوار و جزء گیاهان کلاس II هستند و در منطقه قرق حضور یافتند لذا می توان گفت که حذف چرای دام باعث حضور و زادآوری گونه های کلاس II می گردد. در این خصوص می توان به نتایج توکل (۱۹۸۴) و باغستانی (۱۳۸۲) اشاره داشت. بیانات این دو گویای همین مطالب اند، که با گذشت زمان پوشش گیاهی مراتع چرا شده نسبت به قرق شده کاهش معنی داری می یابد و نیز میزان پوشش برخی از گونه ها در شدت چرای زیاد دچار سیر نزولی می گردد.

آن چنان که پیپر (۱۹۶۸) در تحقیق خود بیان داشت، کل تولید رویش سالیانه در مناطق حفاظت شده افزایش می یابد، نتایج حاصل از آنالیز آماری داده های تولید در دو سایت شاهد و قرق در این پروژه نیز نشان می دهد که تولید در منطقه قرق بیشتر از منطقه شاهد بوده است. این درحالی است که بین سایت

با هم اختلاف معنی داری ندارند اما با *Seidlitzia rosmarinus* دارای اختلاف معنی داری می باشند ( $p < 0.01$ ). در منطقه قرق تولید تمام گونه های بیان شده با هم اختلاف معنی داری دارند ( $p < 0.01$ ).

به بیان دیگر قرق، منجر به افزایش تولید گونه های *Seidlitzia rosmarinus*، *Salsola arobuscula* و *Anabasis setifera* شده است. با توجه به آنالیز داده های آماری محدوده طرح می توان اینگونه نتیجه گیری نمود که: اعمال قرق منجر به افزایش تولید در منطقه شده است اما این افزایش نه تنها چندان چشمگیر نبوده بلکه جزئی نیز می باشد. از جمله دلایل این امر را می توان کوتاه بودن طول دوره طرح دانست و در صورت طولانی تر شدن پروژه انتظار می رود که اثرات قرق در منطقه بیشتر مشخص گردد و همچنین می توان گفت که قرق به مساعد شدن شرایط برای رشد و توسعه دیگر گونه ها از جمله *Anabasis setifera* و *Annual* تأثیر گذاشته است به طوری که این گونه ها تنها در سایت قرق مشاهده می شوند.

### بحث و نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده، در منطقه شاهد بیشترین درصد پوشش گیاهی بعد از گیاهان یکساله متعلق به گونه *Seidlitzia rosmarinus* می باشد که این موضوع نشان دهنده زادآوری بسیار خوب این گونه و بومی بودن آن است و این که با حداقل شرایط رشد در منطقه زادآوری می نماید که در این رابطه زرگران (۱۳۸۶) نیز گسترش

grazed Pinyon – Juniper grassland sites in south central New Mexico . J. Range management . 21 : 51 – 53 .

17- Tuckel.Tuncay1984. Comparison of grazed and Exclosureinfluencesoilproperties in a semi-arid Australiam woodland. J. Range Manage , 50 : 191-198.

18- Uresk, Daniel. W1985. Effect of controlling Black-Talied prairie dogs on plant production. J. Range Manage, 38:466-468.

19- Yorks, T. P., West, N. E. and Capels, K. M., 1992. Vegetation differences in desert shrublands of Western Utah, spine valley between 1933 and 1989. J. Range Mange., 45 (6): 569– 577 .

۱۳۸۵. بررسی اثرات حفاظت خاک بر روی فاکتورهای پوشش گیاهی (مطالعه موردی حوزه گلوکان از منطقه حفاظت شده در ورجین). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده منابع طبیعی.

۱۰- شریفی، جابر؛ ۱۳۸۱. بررسی تأثیر قرق در بهبود ترکیب گونه‌ای و تولید علوفه در مراتع نیمه استپی استان اردبیل. سازمان تحقیقات و آموزش کشور، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۸، ش ۲۹۵: ص ۵۳۷.

۱۱ - موسوی، احمد؛ آقاجانلو، فرهاد؛ ۱۳۸۴. بررسی تأثیر قرق بر تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی مراتع (۱۳۸۲-۱۳۶۴). اولین همایش روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی.

۱۲ - میرزا علی، ادریس؛ ۱۳۸۵. بررسی تأثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خاک سطحی مراتع شور گمیشان در استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، (۲) ۱۳: ص ۲۰۱-۱۹۴.

۱۳ - هویزه، حمید و همکاران؛ ۱۳۸۰. بررسی تأثیر قرق ۱۰ ساله در وضعیت گرایش مراتع نیمه استپی گرم خوزستان. چکیده مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتع داری ایران، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

14- Brand,Michael.D. and Halold,Goetz1986. Vegetation of exclosures in south western north Dakota. J. Range Manage, 39: 434- 437.

15- Hoffman , G.R.and L. D. Stanley1978. Effect of cattle grazing on shore vegetation of fluctuating water level Reserviors . J. Range Manage, 31:412- 416 .

16- Pieper , Rex . D. 1968 . Comparison of vegetation on

پشتکوه یزد در طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۶۵. مجله پژوهش و سازندگی، ش ۴۴، پاییز ۱۳۷۸.

۲- باغستانی میبدی، ناصر؛ ۱۳۸۲. بررسی اثرات کوتاه مدت شدت‌های مختلف چرای بز طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۸ بر برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی و عملکرد دام در مراتع استپی یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده منابع طبیعی.

۳- باغستانی میبدی، ناصر؛ ۱۳۷۲. بررسی اکولوژیکی مراتع گیاهی با توجه به واحدهای ژئومورفولوژی و خاک در حوزه ندوشن استان یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

۴- باغستانی میبدی، ناصر؛ ۱۳۷۵. روابط پوشش گیاهی و خاک در اراضی مرتعی مناطق خشک و نیمه خشک (ترجمه). نشریه شماره ۱۴۶-۱۳۷۵ موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ۴۶ صفحه.

۵- باغستانی میبدی، ناصر؛ زارع، محمدتقی؛ عبدالحی، جلال؛ ۱۳۸۵. تأثیر قرق بر تغییرات پوشش گیاهی مراتع استپی استان یزد در دو دهه گذشته (۱۳۸۳-۱۳۶۵). مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ج ۱۳، ش ۴: ص ۳۳۷.

۶- بی نام؛ ۱۳۸۵. آمار هواشناسی استان یزد، دوره آماری ۷۷-۱۳۷۶ الی ۸۶-۱۳۸۵.

۷- زارع چاکوهی، محمد علی؛ ۱۳۸۰. بررسی رابطه بین چند گونه مرتعی با برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع پشتکوه استان یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

۸- زرگران، محمد؛ ۱۳۸۶. بررسی ارزش رجحانی گونه‌های گیاهی مرتعی مورد چرای شتر با استفاده از روش زمانی در منطقه حلوان طبس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

۹- زنجانی، حاجی محمد ابراهیم؛