

## بررسی و مطالعه تاثیر آب و هوا بر رویش و رشد انواع پوشش گیاهی در شهرستان خواف (مطالعه موردی حوضه لاج)

### آسیه آشنای رودی

کارشناس ارشد جغرافیا، اقلیم در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی تربت حیدریه-ایران

Ashenayi@gmail.com

#### چکیده

عوامل متعددی در استقرار، رشد و تولید محصول گونه‌های گیاهی و بطور کلی پوشش گیاهی منطقه‌ای دخالت دارند، که بطور خلاصه می‌توان به عوامل اقلیمی (نزولات آسمانی، دمای متوسط، حداقل و حداکثر، روزهای یخبندان سال، رطوبت نسبی هوا) عوامل خاکی (چینه شناسی فیزیکی، شیمی و عمق خاک) عوامل زنده (انسان، حیوانات و حشرات) و غیره می‌توان اشاره نمود. آب و هوا، خاک و گیاهان بعنوان عناصر مهم تشکیل دهنده هر اکوسیستم بوده که همواره در طول زمان با یکدیگر در تعامل بوده اند تغییرات هریک از آنها بسته به نوع و شدت و زمان تغییرات و... بطور محسوس و یا نامحسوس در عناصر دیگر اثرات متفاوتی را بر جای می‌گذارد. دما و بارندگی جزو متغیرهای مهم جوی محسوب می‌گردند که نقش مهمی در زندگی گیاهان دارند که تغییر در آنها منشاء بسیاری از تغییرات فیزیکی، شیمیایی، زیست محیطی محسوب می‌شود. محققان دانسته‌های بارش و دمایی را در اجرای اهداف علمی اقتصادی و صنعتی به خصوص در سالهای اخیر بکار می‌گیرند. حضور گونه‌ها و تیپ‌ها و جوامع مختلف گیاهی در هر منطقه ناشی از تاثیرات عواملی است که در طی سالیان متمادی اثر گذشته و جوامع پایدار در اکوسیستم‌ها بوجود آمده است، و نقش عوامل مختلف در همه مناطق یکسان نیست لذا ما در این تحقیق ابتدا جوامع و تیپهای مختلف گیاهی موجود در حوضه لاج خواف را مورد بررسی و تفکیک نموده و بعد از آن با بررسی سایر عوامل اکولوژیک اثر عوامل مختلف را در چگونگی تغییرات وجود این جوامع مورد کنکاش قرار داده و در نهایت اعلام خواهیم نمود که در هریک از تیپهای گیاهی موجود چه عواملی موثرتر و نقش بیشتری ایفا نموده که راهنمودی برای اجرای پروژه‌های احیاء و اصلاح مراتع و توصیه گونه‌های پیشنهادی برای اجرای پروژه‌های مرتعداری در مناطق دیگر خواهد بود.

کلید واژه: آب و هوا، پوشش گیاهی، حوضه لاج، خواف.

## مقدمه

قرآن کریم تعبیری ویژه، دقیق و جامع درباره گیاهان و درختان دارد و آن کلمه «متاع» است. گیاهان، درختان، جنگل ها و مراتع، متاع هستند و موجبات ابتهاج و شادمانی مردم را فراهم می کنند. غالباً مردم درباره گیاهان فکر کرده، بحث و گفتگو دارند و زبان، تاریخ، هنر و ادبیات ملل مختلف آکنده از وجود گیاهان است. گیاهان در تمثیل ها، داستانها، نقاشیها و بسیاری از رفتارها و سکنات مردم حضوری پر رنگ دارند. این عقیده بطور گسترده ای پذیرفته شده است که گیاهان قادر هستند تا در نحوه تفکر، رفتار، محیط زندگی و واکنش های فیزیولوژیک انسان، نظیر ضربان قلب، فشار خون و گرفتگی عضلات تغییر ایجاد کنند.

اگرچه فهم بشر نسبت به چگونگی شناخت گونه های گیاهی موجود در عرصه های طبیعی بر توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، در دهه های اخیر رشد قابل توجهی داشته است ولی کافی نیست. درحالی که تمایل برای افزایش دانش و بینش بهتر و بیشتر در خصوص نقش اکولوژیک و فراهم کننده بستر حیات، به نحو روز افزونی وجود دارد، همزمان ضرورت دارد تا دست به گسترش محیط های طبیعی، نظیر پارک ها، جنگل ها و مراتع و باغات ملی و عمومی زده شود تا این گونه محیطها به آسانی مورد استفاده، بهره برداری مردم قرار گرفته و در دسترس آنها باشند.

با توجه به مشخص شدن نقش هریک از پارامترهای اقلیمی و دیگر عوامل اکولوژیک در حضور تیپها و جوامع گیاهی حوضه لاج، و با توجه به مشخص شدن شرایط اکولوژیکی هر یک از تیپهای گیاهی با انجام مطالعات میدانی و کتابخانه ای و دیگر منابع موجود در پروژه های احیائی اصلاحی، مدیریتی منابع طبیعی می توان گونه های پیشنهادی مفیدتری برای عملیات احیائی اصلاحی پیشنهاد نمود که موفقیت پروژه ها را دربر خواهد داشت و کارشناسان منابع طبیعی و مرتعداران از این استفاده نمایند.

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 پی برد که این عوامل از نظر توسعه و احیای جوامع جنگلی بسیار مهم و کاربردی است. عوامل فیزیوگرافی با تاثیری که بر میزان رطوبت خاک، شیمی، فیزیک و سایر مشخصه های آن دارند، نقش مهمی در پراکنش گونه های گیاهی و تنوع شان دارند. گیاهان سومین بعد محیط طبیعی را تشکیل می دهند که با ساختاری پیچیده تر از اقلیم و خاک در خشکی ها و آب ها پدیدار می شوند.

از طرفی شناخت عناصر طبیعی، اقلیم محدوده خواف و تاثیر آنها بر پوشش گیاهی و در گام بعدی مدیریت و کنترل آن در محدوده مورد مطالعه، مساله اصلی این پژوهش به شمار می رود (ارزانی و همکاران، ۱۳۸۲).

در این تحقیق ما با انجام مطالعات و بررسی های لازم میدانی و مطالعه و بررسی دقیق عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی و چینه شناسی مسائل اقتصادی و اجتماعی و پوشش گیاهی حوضه لاج خواف پرداخته و مشخص می نمایم که:

❖ آیا پوشش گیاهی در حوضه آبخیز متغیر است یا خیر؟ در صورت تغییرات نسبت به پهنه بندی (تیپ بندی) آن حوضه اقدام می گردد..

❖ ارتباط تغییرات را با عوامل اقلیمی خاک و توپوگرافی و چینه شناسی و مسائل اقتصادی و اجتماعی مورد کنکاش قرارداده و ارتباط آن را با نوع گونه ها و درصد پوشش و ترکیب گیاهان بیان خواهیم نمود.

❖ در نهایت پیشنهادات لازم برای احیاء و اصلاح و توسعه پوشش گیاهی حوضه با در نظر گرفتن شرایط اکولوژیک ارائه خواهیم نمود تا ضمن استفاده مدیریت منابع طبیعی و مردم منطقه از آن در دیگر مناطق در شرایط مشابه از آن استفاده گردد.

## فرضیات تحقیق:

فرضیات این تحقیق را می توان چنین تعریف نمود:

- ۱- بنظر می رسد تغییرات پوشش گیاهی (تیپ های گیاهی موجود) در حوضه لاج با عوامل اقلیمی در ارتباط است.
- ۲- بنظر می رسد تغییرات پوشش گیاهی (تیپهای گیاهی) در حوضه لاج با سایر عوامل اکولوژیک در ارتباط است.

## روش تحقیق:

در این تحقیق مابداً محدوده حوضه لاج راروی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مشخص نموده و با استفاده از سیستم GIS موقعیت منطقه را از نظر طول و عرض جغرافیایی و حدوداربعه و مساحت مشخص می نمائیم و موقعیت آن را در محدوده شهرستان خواف و استان نمایش می دهیم. سپس با انجام مطالعات فیزیوگرافی و توپوگرافی به بررسی وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه پرداخته و پس از اجرای پروژه و جمع آوری اطلاعات اکولوژیکی منطقه، تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای CAD, Excel و GIS انجام خواهد گرفت. مقایسه میانگین صفات از طریق آزمون آماری رگرسیون و هیستوگرام و گرافهای مقایسه ای ترسیم خواهد شد. هم چنین برای تعیین تنوع و غنای گونه ها در منطقه از روشهای آزمون مارگلف، سیمپسون، شانون، منهنیگ و فیشر با نرم افزار past مورد بررسی و کنکاش قرار خواهد گرفت.

## پیشینه تحقیق:

رابطه بین اقلیم و پوشش گیاهی در نوشته های باقیمانده از اوج فلسفه ایونی<sup>۱</sup> ها، بین سده های پنجم تا سوم پیش از میلاد، همواره وجود داشته است. نخستین کار گسترده در این رابطه بوسیله تئوفراستوس<sup>۲</sup> (۲۷۰ تا ۲۸۵ پیش از میلاد) انجام شد. وی به اهمیت و تاثیر اقلیم بر پوشش گیاهی تاکید داشته است. پیشرفت های مهم را می توان در آثار ویلدنوو<sup>۳</sup> در سال ۱۷۹۲ و وان هامبولت<sup>۴</sup> در سال ۱۸۰۷ مشاهده کرد. البرتسون<sup>۵</sup> و تومانک<sup>۶</sup> (۱۹۶۵) نیز تغییرات پوشش گیاهی را در ایالت کانزاس آمریکا مورد بررسی قرار دادند (وودوارد ۱۳۷۴).

مطالعات انجام شده در ایران پیرامون رابطه اقلیم و نوسانات آن بر پوشش گیاهی به شرح زیر است:

- پرویز کردوانی (۱۳۷۴) بررسی می کند که مهمترین اثر بر روی کمیت و کیفیت مراتع را اقلیم دارد. اقلیم مناسب باعث می شود که دیگر عوامل نامساعد طبیعی نتواند بروز کنند و یا تاثیرش کمتر شوند. به عنوان مثال بارندگی موجب ایجاد پوشش گیاهی انبوه متراکم مستقیم و غیر مستقیم در کیفیت و کمیت مراتع و حفظ خاک یا بستر مراتع موثر است.
- فتاحی و همکاران (۱۳۷۸) روند کمی و کیفی تغییرات پوشش گیاهی مراتع پشتکوه یزد را تحت تاثیر دو عامل اقلیمی مورد بررسی قرار دادند که نتیجه کار در این پژوهش، هفده تیپ گیاهی را در ارزیابی مجدد در این منطقه مشخص نموده است. نتایج آزمونهای تحقیق در سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۷ حاکی از عدم وجود تفاوت معنی دار بین داده های مربوط به دو زمان ذکر شده و گرایش وضعیت ثابت مراتع است.
- قائمی (۱۳۸۰) در بررسی تاثیر خشکی بر روی تغییرات پوشش گیاهی در منطقه قوشچی دریافت که بارندگی همه عوامل گیاهی مورد مطالعه یعنی پوشش تاجی، تراکم، زادآوری، تولید و وضعیت مرتع را تحت تاثیر قرار داد. با این حال این تاثیر در برخی از آنها دارای همبستگی معنی داری نبود.
- روحانی اکبر، حوریه (۱۳۷۴) رابطه اقلیم و تیپ های گیاهی و تهیه اکوگرام آن در تهران با تاکید بر شمال شرق و غرب تهران پرداخته و یک ارتباط منطقی بین عناصر آب و هوایی و پوشش گیاهی منطقه، کاشت گونه های سازگار جهت حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش، رسیدن به یک مدیریت دقیق در ارتباط حفظ پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را بررسی کرده است.

- رفیعی، کبری (۱۳۸۴) تاثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر پراکنش جغرافیایی پوشش گیاهی استان سمنان را مورد بررسی قرار داده است. هدف از تحقیق بررسی عناصر اقلیمی موثر بر پوشش گیاهی منطقه بوده تا با شناخت دقیق آنها بتوان گونه های سازگار با شرایط محیطی را شناسایی و پوشش گیاهی غالب مشخص شود. با بررسی های انجام شده مشخص گردید که منطقه شاهرود دارای پوشش گیاهی در حد خوب و قسمتهای جنوبی استان دارای پوشش گیاهی ضعیفی است. پوشش گیاهی غالب

<sup>1</sup> Ionian

<sup>2</sup> Theophrastus

<sup>3</sup> Willdenow

<sup>4</sup> Von Humboldt

<sup>5</sup> Albertson

<sup>6</sup> Tomanek

منطقه از نوع درمنه قیچ می باشد و بیشترین درصد پوشش به ترتیب در مناطق شاهرود، سمنان، دامغان و گرمسار مشاهده می گردد.

- اکبرزاده و همکاران (۱۳۸۵) تاثیر نوسانات اقلیمی با تاکید بر بارش، بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استپی رودشور را بررسی نمودند. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر بارش انجام شده است که مشخص شده در طول ۹ ماه سال، بخصوص در دوره های خشک با کاهش بارندگی تراکم و سطح پوشش گیاهی کاهش یافته است.

- ارزانی و همکاران (۱۳۸۵) در یک بررسی با عنوان پوشش گیاهی و تولید مراتع استپی استان قم طی یک دوره ۶ ساله دریافتند که روابط همبستگی بین درصد پوشش گیاهی تولید علوفه گونه های تحت مطالعه، طی سالها و شرایط مختلف محیطی متفاوت بوده و الگوهای رگرسیونی برارزش داده شده بین آنها یکسان می باشد.

- میرداودی اخوان و همکاران (۱۳۸۵) نیز مهمترین عوامل و عناصر اقلیمی تاثیر گذار بر پوشش گیاهی مراتع را بررسی کرده اند. طبق نتایج ارائه شده در این تحقیق، متغیرهای اصلی مورد استفاده در این مطالعه برابر ۸۲/۲ درصد، از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر پوشش گیاهی مراتع بوده اند.

- دلخوش (۱۳۸۶) به مطالعه تاثیر کاهش بارندگی و نوسانات دمایی و تاثیر خشکسالی بر پوشش گیاهی استان سیستان و بلوچستان پرداخته است. در این مقاله مقایسه آمار بارش دوره (۱۳۸۴-۱۳۷۶) نشان می دهد که کاهش ۵۹ درصدی بارندگی ها نسبت به میانگین بلند مدت موجب تخریب پوشش گیاهی شده است.

- شاه حسینی (۱۳۸۷) در پایان نامه کارشناسی ارشد به ارزیابی تاثیر خشکسالی بر محصولات کشاورزی زاهدان با استفاده از شاخص توزیع استاندارد بارش (SPI) پرداخته است. نتایج کار نشان داده است که این شهرستان متناوبا خشکسالی هایی با شدت های متفاوت را تجربه کرده و این خشکسالی ها محصولاتی مانند جو را بیشتر تحت تاثیر قرار داده است.

- جاودانی (۱۳۸۹) در پایان نامه کارشناسی ارشد به بررسی تاثیر نوسانات اقلیمی بر تغییرات زیست محیطی پوشش گیاهی شهرستانهای ایرانشهر و نیکشهر پرداخته است. نتایج بدست آمده نشان دهنده وجود رابطه معنی دار بین بارش و دما در بعضی از زمان بندی ها، با میزان تولید علوفه مراتع در هر دو شهرستان می باشد. همچنین نتایج تحقیق نشان دهنده اثرات زیست محیطی خشکسالی ها و ترسالی ها به ترتیب در قالب افزایش و کاهش مناطق بحرانی از لحاظ تولید مرتع برای مناطق مطالعاتی می باشد.

- حسین محمدی (۱۳۹۰) که به بررسی رابطه آب و هوا با خاک، پوشش گیاهی، کشاورزی و فعالیت های انسانی پرداخته و ضمن توضیح عوامل مذکور به وابستگی هر یک از عوامل و تاثیرگذاری آب و هوا بر آن پرداخته شده است.

- محمد موسوی بایگی، بتول اشرف (۱۳۹۰) بررسی می کند که تمام گونه ها گیاهی برای رشد موثر و بیشتر خود به شرایط مطلوب اقلیمی نیاز دارند. گرما و رطوبت مهمترین تعیین کننده طبیعی پراکندگی مکانی گیاهان هستند.

## روش کار

برای انجام این تحقیق بعد از جمع آوری اطلاعات لازم در زمینه های مختلف اکولوژیکی شامل اطلاعات کاملی از پارامترهای پوشش گیاهی، خاک، فیزیوگرافی، اقلیم، زمین شناسی و ژئومورفولوژی، فرسایش، هیدرولوژی و منابع آب از اطلاعات جمع آوری شده در فصل سوم و اطلاعات هوا و اقلیم منطقه که در این بخش بطور ویژه ارائه شده است جدول مشخصات اکولوژیکی منطقه تهیه گردید و با استفاده از بعضی اطلاعات کمی این منابع که تاثیر بیشتری در چگونگی استقرار پوشش گیاهی و قابلیت استفاده در آزمون را دارند استفاده و آزمون لازم مبنی بر اینکه چه عواملی نقش بسزایی در حضور تیپ های موجود بصورت طبیعی داشته اند، عوامل اقلیمی یا دیگر عوامل اکولوژیکی و اقتصادی و اجتماعی که با مقایسه اطلاعات بدست آمده از طریق رگرسیون و ترسیم نمودارهای لازم و در نهایت با انجام آزمونهای لازم در رابطه با تنوع گونه ها اقدام و نتایج حاصله مورد بررسی و کنکاش قرار خواهد گرفت که در نهایت نتیجه گیری لازم ارائه می گردد. در ادامه خلاصه ای از اطلاعات اقلیمی و منابع اکولوژیکی مورد استفاده در آزمون های آماری ارائه می گردد.

### مطالعات پوشش گیاهی:

مراعات، اکوسیستم های طبیعی هستند که مشخصه اصلی آنها دارا بودن پوشش گیاهی طبیعی و تولید علوفه برای دام می باشد. گیاهان غالب در مراعات، عموماً مشتمل بر گندمیان، پهن برگان علفی، بوته ایها و درختچه ایها بوده که علوفه مورد نیاز برای انواع دامها را تأمین می نمایند. در زمانهای نه چندان دور، کشور ما از مراعات بسیار غنی با پوشش گیاهی مطلوب برخوردار بوده است. اما در چندین دهه اخیر، افزایش جمعیت انسانی و توسعه شهرنشینی، سبب شده که نیاز انسان به مواد غذایی و به ویژه تولیدات دامی افزایش یافته و در نهایت بهره برداری از اکوسیستم های مرتعی شدیدتر گردد. لذا انسان جهت نیل به هدف فوق، سطح وسیعی از مراعات را تحت پوشش عملیات زراعی قرار داده و بدین ترتیب سطح مراعات کاهش یافت. از طرف دیگر به علت کاهش نزولات آسمانی و تغییرات اقلیمی در دهه های اخیر، پوشش گیاهی مراعات تقلیل پیدا کرده است. بنابراین تمامی عوامل فوق سبب شده که تقریباً در تمام مراعات ایران، ورود دامها به مرتع بیش از گنجایش آن بوده و وقایع تأسف باری از جمله فرسایش خاک، وقوع سیل، پر شدن مخازن سدها، کاهش تنوع ژنتیکی، تقلیل فرآورده های دامی و در نهایت انهدام و نابودی مراعات را به دنبال داشته باشد و معهداً با توجه به افزایش جمعیت و افزایش نیازهای پروتئینی جامعه و نیز جهت کاهش عواقب سوئی که مطرح گردید، لازم است که یک مدیریت و برنامه ریزی جامع و اصولی جهت ایجاد تعادل دام و مرتع و نیز حفظ و توسعه، احیاء و اصلاح مراعات صورت بگیرد و مطابق با توان و پتانسیل مراعات از آنها استفاده کرد و لذا در مدیریت یک حوضه آبخیز، بخش پوشش گیاهی از اهمیت بسیار زیاد و مضاعفی برخوردار بوده و یکی از مباحث بنیادی محسوب می گردد (نعمتی وهمکاران، ۱۳۵۱).

### تعیین سطح مراعات:

جهت تعیین سطح مراعات حوضه از نقشه های کاربری همراه با تصاویر ماهواره ای حوضه و بازدید و کنترل صحرائی استفاده شده است. پس از مشخص کردن محدوده اقدام به اندازه گیری مساحت مراعات و دیگر کاربردها در حوضه شده که نتایج آن در جدول شماره (۴-۱) درج گردیده است (شوکت فدایی، ۱۳۷۸).

جدول شماره (۴-۱): مساحت اراضی زراعی آبی، دیم، سنگلاخی، بدلند و مراعات حوضه

نام حوضه	مساحت (ha)	رخنمون سنگی (ha)	کشت آبی (ha)	کشت دیم (ha)	مرتع (ha)	مسیل	بدلند	مجموع کاربریهای غیرمرتع
لاج	9281/1	850/3	7/6	89/1	7780	143/5	410/6	1501/1

(مطالعات آبخیزداری حوزه لاج)

### مطالعات اقلیمی و هواشناسی:

کشور ایران بنا به موقعیت خاص جغرافیایی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود. متوسط بارندگی ایران ۲۴۰ میلی متر است که ۳۰٪ بارندگی متوسط کره زمین را شامل می شود. حجم بارش سالانه کشور ۴۰۰ میلیارد متر مکعب بر آورد می شود که از این مقدار ۲۸۴ میلیارد متر مکعب صرف تبخیر و تعرق می شود و بقیه همراه با ۵ میلیارد متر مکعب جریانهای ورودی از کشورهای همسایه، حدود ۱۰۴ میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی و ۱۷ میلیارد متر مکعب آبهای زیرزمینی را تشکیل می دهند. با توجه به اینکه هر ساله ۱۸ میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی نیز صرف تغذیه منابع زیرزمینی می گردد بنابراین سالانه ۸۶ میلیارد متر مکعب جریانهای سطحی جهت استفاده در ایران موجود می باشد. اندازه بهره برداری از آبهای سطحی در ایران نزدیک به ۳۰٪ منابع بالقوه بر آورده شده است در نتیجه سالانه ۵۳ میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی رودخانه ها به دریای خزر، خلیج فارس، دریاچه های داخلی، نمکزارها و مردابها ریخته و از حیز انتفاع خارج می گردد و حجم قابل توجهی از بارندگی نا چیز ایران به دلیل عدم توانایی در مهار آن از دسترس خارج می گردد.

### بررسی ریزشهای جوی :

بارندگی یکی از بخشهای مهم چرخه هیدرولوژیک آب در طبیعت است که در تعیین نوع اقلیم مناطق، میزان رواناب، شدت سیلابها، تغذیه آبخوان و دبی پایه رودخانه نقش ویژه‌ای را ایفا می‌کند. لذا می‌بایست خصوصیات آن با دقت زیادی مورد بررسی قرار گیرد.

### بارندگی:

معمولاً در مطالعات هواشناسی با فرض ثابت بودن سایر عوامل مؤثر بر بارندگی تغییرات میزان بارندگی بعنوان تابعی از عامل ارتفاع از سطح دریا مورد بررسی قرار می‌گیرد که اصطلاحاً به آن معادله گرادیان بارندگی گفته می‌شود. بررسی انجام شده نشان داد که بین ارتفاع از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه 13 ایستگاه اطراف منطقه رابطه‌ای به صورت زیر وجود دارد.

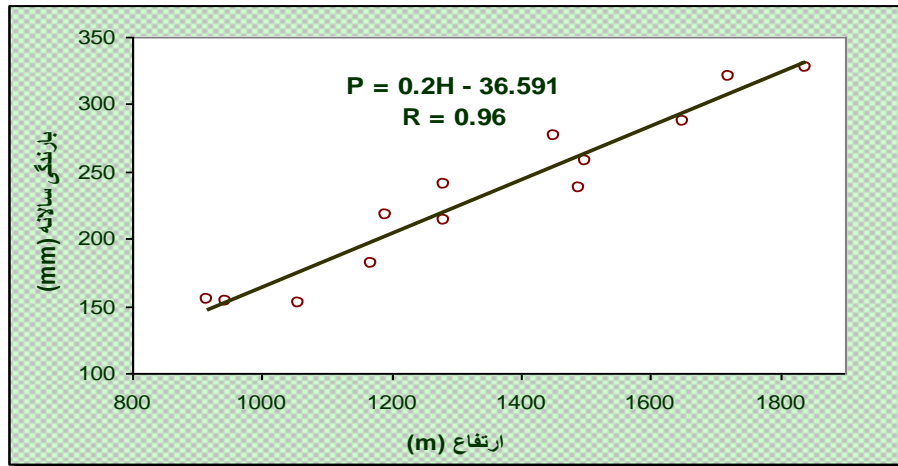
$$P = 0.22(n-13) + 36.5 - 0.96(r-1) \quad (1-4)$$

که در رابطه فوق: P بارندگی سالانه به میلیمتر، H ارتفاع به متر، r ضریب همبستگی و n تعداد ایستگاه‌های شرکت کننده در گرادیان بارندگی می باشد که موقعیت آنها در نقشه شماره (۱-۴) ارائه شده است. جدول شماره (۲-۴) متوسط بارندگی سالانه ایستگاه های شرکت کننده در گرادیان بارندگی در دوره شاخص طرح و شکل شماره (۱-۴) گرادیان بارندگی منطقه طرح را نشان می‌دهد و رابطه افزایش بارندگی با افزایش ارتفاع در این منطقه برقرار می باشد (میرباقری، ۱۳۷۷).

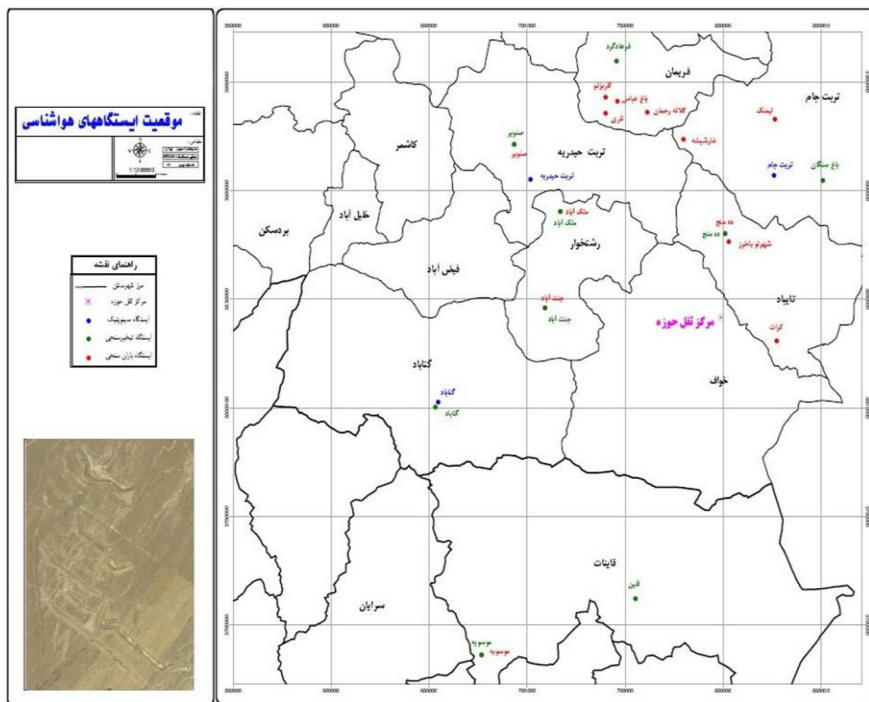
جدول شماره (۲-۴): بارندگی سالانه ایستگاه‌ها در ۱۰ سال آخر دوره شاخص طرح (mm)

نام ایستگاه سال آبی	تربت حیدریه	گناباد	باغ سنگان	ملک اباد	صنوبر	فرهادگرد	جنت آباد	ده منج	تهرنو باخورد	باغ عباس	غار شیشه	نیمسک	ناری
۱۳۸۰-۸۱	254/4	81/8	175/5	166	266	237/5	106	241/5	211	266	224/5	182	273/5
۱۳۸۱-۸۲	469/4	263/1	243/5	345	548/5	463/6	245	298	359/5	458	343/5	260	789
۱۳۸۲-۸۳	285/7	194/4	170	277/5	328/5	274/5	144	234	242	258	245	183	273
۱۳۸۳-۸۴	172/7	47/1	63/5	89/5	139	132/9	56/5	96	123/5	145	146	79	113/5
۱۳۸۴-۸۵	138/8	89	82/5	145/5	182/1	149	127	101	115/5	157/5	116	88/5	169
۱۳۸۵-۸۶	221/9	81/4	121/4	171	294/5	289	100	144/5	167	262	243	185	267/5
۱۳۸۶-۸۷	312/3	105/7	177/7	280	352/5	317/5	151/5	194/5	237/5	274/5	252	229	391
۱۳۸۷-۸۸	274/2	177/4	139/1	245/5	300	289	203	183	187/5	308/5	211	177	283
۱۳۸۸-۸۹	305/4	129/1	135/5	206	371/5	286/1	144	184/5	226	301	283/5	174/5	322/5
۱۳۸۹-۹۰	193/6	114	69/7	135	169	161	126	131	184/5	169	158	129/5	161
میانگین	276/2	152/5	154	218/3	321/1	257/5	155/2	213/7	239/9	286/6	237/9	181/9	326/9

\* اعداد پر رنگ مربوط به سالهائی است که مورد بازسازی قرار گرفته است. \* ایستگاه تربت حیدریه و گناباد سینوپتیک می باشد و آمار بارش آنها برحسب سالهای میلادی می باشد



شکل شماره (۱-۴): نمودار گرادیان بارندگی سالانه ایستگاه‌های منطقه



نقشه شماره (۱-۴): موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی تابعه حوضه لاج

### بارندگی حوضه:

با توجه به گرادیان بارندگی و توزیع بارندگی ماهانه ایستگاه ده منج که نزدیکترین و مشابه ترین شرایط را با منطقه مورد مطالعه دارد و از طرفی دارای ایستگاه‌های تخیرسنجی نیز می‌باشد بعنوان ایستگاه مبنا انتخاب و متوسط بارندگی ماهانه و فصول مختلف حوضه برآورد گردیده است که در جداول شماره (۳-۴) و (۴-۴) ارائه می‌گردد.

جدول شماره (۳-۴): بارندگی ماهانه و سالانه حوضه

نام حوضه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	جمع سالانه
درصد توزیع بارش ایستگاه مینا	0/9	3/8	9	13/2	18/1	23/2	18/9	9/5	2/9	0/4	0/2	0	100
لاچ	2/5	11/0	25/8	37/9	52/0	66/9	54/4	27/4	8/2	1/1	0/5	0/1	287/8

جدول شماره (۴-۴): توزیع بارندگی حوضه در فصول مختلف

نام حوضه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان	سالانه
لاچ	90/0	1/8	39/2	156/7	287/8

با توجه به جداول فوق مشخص می گردد که بیشترین بارندگی در ماه اسفند و در فصل زمستان می باشد (مطالعات آبخیزداری حوزه لاج).

#### تجزیه و تحلیل بارندگی سالانه:

در مطالعات بارندگی، شاخص‌هایی چون زمان، مکان، مقدار و شدت بارش مورد بررسی قرار می‌گیرد. معمولاً بررسی زمان بارندگی‌ها، در کوتاه مدت و یا بلند مدت انجام می‌شود. رژیم ماهانه بارندگی، توزیع زمانی بارندگی را در کوتاه مدت (در طول سال) نشان می‌دهد. ولی برای بررسی وضعیت بارندگی در بلند مدت معمولاً از تجزیه و تحلیل آمار بارندگی سالانه استفاده می‌شود که در این صورت ما قادر خواهیم بود مقدار بارندگی را در احتمالات مختلف در زمان پربابی و یا کم آبی منطقه برآورد نماییم. جدول شماره (۴-۵) نتایج تجزیه و تحلیل آمار ۲۵ ساله بارندگی ایستگاه باران سنجدی ده منج در دوره های بازگشت مختلف را نشان می‌دهد و مشخص می‌گردد هر چه دوره بازگشت بیشتر باشد احتمال بارش بیشتر می‌شود.

#### جدول شماره (۴-۵): نتایج تجزیه و تحلیل آمار ۲۵ ساله بارندگی ایستگاه باران سنجدی ده منج در دوره

##### بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت(سال)	2	5	10	25	50	100
مقدار بارش (mm)	206/5	278/6	321/4	370/6	404/1	435/2

(مطالعات آبخیزداری حوزه لاج)

#### مطالعات دما:

بسیاری از عوامل جوی و محیطی تحت تأثیر عامل درجه حرارت است. از جمله این عوامل می‌توان به اقلیم حوضه، میزان تبخیر، درصد رطوبت نسبی، تعداد روزهای یخبندان، زمان فعالیت‌های اجرائی، ذوب برف و زمان آغاز رشد گیاهان اشاره نمود. از اینرو به علت اهمیت زیاد، معمولاً پارامتر دما در شاخص‌های پنج‌گانه مطالعه می‌شود. در بین عوامل مؤثر بر میزان درجه حرارت، عامل ارتفاع از سطح دریا دارای نقش ویژه‌ای است. لذا در این مطالعه، دمای حوضه با استفاده از روابط همبستگی موجود بین دما و ارتفاع از سطح دریا برآورد شده است.



### گرادیان حرارتی منطقه:

برای تعیین دمای مناطق فاقد ایستگاه بایستی رابطه‌ای منطقه‌ای بین عامل دما و یک یا چند عامل مؤثر بر دما بدست آید. در مطالعات هواشناسی معمولاً رابطه تغییرات دما به عنوان تابعی از تغییرات ارتفاع از سطح دریا مورد بررسی قرار می‌گیرد که اصطلاحاً به آن معادله گرادیان حرارتی گفته می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که بین سه شاخص حرارتی متوسط دما، متوسط حداکثر و متوسط حداقل، با ارتفاع از سطح دریا روابط معنی‌داری وجود دارد. ولی بین دمای حداقل مطلق و حداکثر مطلق ایستگاه‌ها با ارتفاع روابط معنی‌داری وجود ندارد، و جهت برآورد دمای متوسط حداقل از رابطه زیر استفاده می‌گردد.

$$Tave = \frac{Tave_{min} + Tave_{max}}{2} \quad (\text{رابطه ۴-۲})$$

و جهت برآورد دمای حداقل مطلق و حداکثر مطلق رابطه همبستگی بین دمای حداقل مطلق و حداکثر مطلق با متوسط دمای ماهانه ایستگاه مبنا (ده منج) برقرار گردید و با توجه به این رابطه‌ها و دمای متوسط ماهانه حوضه، دمای حداکثر و حداقل مطلق حوضه برآورد گردیده است که نتایج محاسبات در جدول شماره (۴-۶) ارائه شده است.

جدول شماره (۴-۶): شاخص‌های حرارتی حوضه آبخیز لاج خواف

شاخص حرارتی	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	اسفند	فروردین	اردیبهشت	مهر	مهر	مهر	مهر	سالانه
دمای حد اکثر مطلق	35/9	31/7	27/1	24/4	24/5	27/2	31/7	36/8	40/6	43/1	42/6	40/0	43/1
دمای متوسط حداکثر	23/4	17/3	11/1	7/6	7/4	11/0	17/0	23/8	28/7	30/7	30/6	28/2	19/7
دمای متوسط ماهانه	16/0	10/8	5/2	1/8	1/9	5/3	10/9	17/1	21/9	24/9	24/3	21/1	13/3
دمای متوسط حداقل	8/6	4/3	-0/8	-4/0	-3/7	-0/4	4/8	10/5	15/1	19/0	18/0	14/0	6/9
دمای حداقل مطلق	-4/4	-10/7	-17/4	-21/4	-21/3	-17/3	-10/6	-3/1	2/6	6/2	5/6	1/7	-21/4

با توجه به جدول فوق مشخص می‌گردد که حداکثر مطلق درجه حرارت منطقه در مرداد ماه و حداقل مطلق در دی و بهمن ماه می‌باشد (مطالعات آبخیزداری حوضه لاج خواف).

### تبخیر:

پارامتر تبخیر یکی از عوامل اصلی شرکت کننده در بیلان هیدرولوژیک حوضه‌هاست. این پدیده نقش محدودیت‌زا داشته و همواره باعث از دست رفتن منابع رطوبتی در طبیعت می‌گردد، لذا تعیین مقدار آن بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اندازه‌گیری تبخیر معمولاً توسط ایستگاه‌های تبخیرسنجی وزارت نیرو به وسیله تشت تبخیر کلاس A انجام می‌شود و هدف از مطالعه تبخیر برآورد مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در مناطق مورد نظر است.

### برآورد تبخیر:

برای بررسی رابطه همبستگی تبخیر، نواقص آماری تبخیر از تشتک ایستگاه تبخیرسنجی ده منج تکمیل شد، سپس بین دمای ماهانه و میزان تبخیر ماهانه این ایستگاه رابطه همبستگی برقرار گردید، با استفاده از این ایستگاه و دمای ماهانه حوضه میزان تبخیر از تشتک در منطقه با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردیده و نتایج آن در جدول شماره (۴-۷) ارائه شده است. (مطالعات آبخیزداری حوضه لاج خواف).

$$E = 597/52 e^{0/0906 Tave} (E \text{ (۳-۴)}) \quad \text{تبخیر از تشتک ماهانه (mm) و } Tave \text{ دمای متوسط ماهانه (c)}$$

جدول شماره (۷-۴): تبخیر از تشتک ماهانه و سالانه حوضه (میلی متر)

نام حوضه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	جمع سالانه
لاچ	225/9	140/6	84/2	61/9	62/4	84/9	141/4	249/9	384/4	505/2	481/4	358/7	2780/9

با ملاحظه محاسبات انجام شده مشخص است که بیشترین تبخیر در ماه های خرداد، تیر، مرداد و شهریور انجام می گیرد.

#### تبخیر و تعرق پتانسیل:

برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل (ET<sub>P</sub>) روش های تجربی گوناگونی وجود دارد که با توجه به داده های هواشناسی موجود در هر منطقه یک یا چند روش انتخاب و استفاده می شود. روش بلانی کریدل از جمله روش های معمول برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل هستند. در جدول شماره (۷-۴) با استفاده از این روش تبخیر و تعرق پتانسیل حوضه محاسبه شده است (مطالعات آبخیزداری حوضه لاچ خواف).

#### روش بلانی کریدل:

که در این روش، تبخیر و تعرق پتانسیل از فرمول زیر بدست می آید:

$$ET_0 = a + b [P(0/46T + 8/13)] \quad (4-4)$$

که در آن ET<sub>0</sub>: تبخیر و تعرق پتانسیل در ماه مورد نظر

P: ضریب روشنایی یا درصد متوسط ساعات روشنایی روزانه در ماه مورد نظر که از جدول مربوطه بدست می آید و T: درجه حرارت متوسط ماهانه به سانتی گراد می باشد.

تبخیر و تعرق بلانی کریدل با توجه به حداقل رطوبت نسبی هوا، نسبت ساعات واقعی آفتاب (n) به حداکثر ممکن ساعات آفتابی (N) یعنی (n/N) و سرعت باد در روز تصحیح می گردد.

$$ET_0 = a + b [P(0/46T + 8/13)]$$

$$a = 0/0043(RH_{min}) - \frac{n}{N} - 1/41$$

$$b = 0/82 - 0/0042 (RH_{min}) + 1/07(n/N) + 0/066(U_{day}) - 0/006(RH_{min}) \frac{n}{N} - 0/0006(RH_{min})$$

(U<sub>day</sub>)

جدول شماره (۸-۴) مقادیر n، N و n/N و جدول شماره (۹-۴) مقادیر a و b مربوط به ماه های سال و میزان تبخیر و پتانسیل محاسبه شده در ماه های سال را در حوضه مورد مطالعه نشان می دهد در نهایت تبخیر و تعرق بدست آمده با استفاده از روش بلانی کریدل در جدول (۴-۱۰) نشان داده شده است (البرزی پور، ۱۳۸۵).

جدول شماره (۸-۴): مقادیر n، N و n/N مربوط به ماههای سال در حوضه

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
n	9/6	7/9	6/3	5/9	6	6/5	7/4	9/4	10/8	11/8	12/0	10/7
N	11/3	10/3	9/8	10/1	11	11/9	13/1	14	14/5	14/3	13/5	12/4
n/N	0/85	0/76	0/64	0/58	0/54	0/54	0/57	0/67	0/74	0/83	0/89	0/86

RH <sub>min</sub>	38/8	46/8	55	59/6	59/8	55/2	47/3	38/4	32	29/2	29/4	32/6
U <sub>day</sub>	3/09	2/71	2/51	2/65	3/02	3/28	3/53	3/69	3/78	4/06	3/81	3/35

جدول شماره (۴-۹): مقادیر a و b مربوط به ماههای سال در حوضه

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
a	- 2/09	-1/97	-1/82	-1/74	-1/70	-1/72	-1/77	-1/91	-2/02	-2/11	-2/17	-2/13
b	1/50	1/33	1/15	1/07	1/05	1/10	1/21	1/38	1/52	1/64	1/68	1/60

جدول شماره (۴-۱۰): تبخیر و تعرق پتانسیل حوضه به روش بلانی کریدل اصلاح شده (میلی متر)

نام حوضه	مهر	آبان	آذر	دی	تبریز	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	جمع سالانه
لاج	11/6	90/2	69/2	61/6	67/2	85/2	117/8	153/5	180/1	193/8	179/4	154/6	1468/6

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول فوق مشخص می گردد بیشترین تبخیر در فصول بهار و تابستان و در ماه تیر اتفاق می افتد (مطالعات آبخیزداری حوضه لاج).

#### تبخیر و تعرق واقعی:

تبخیر و تعرق واقعی، یکی از عناصر اصلی شرکت کننده در معادله بیلان آب حوضه‌ها است. اندازه‌گیری عملی این پارامتر با نصب دستگاه لیسیمتر در مناطق میسر است. ولی اکثر مواقع این مهم مقدور نبوده و بایستی مقدار آن از روابط تجربی برآورد شود. در جدول شماره (۴-۱۱) تبخیر و تعرق واقعی حوضه با استفاده از فرمول Turk برآورد شده است. تبخیر و تعرق واقعی به روش تورک به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P^2}{L^2}\right)}} \quad (۴-۵)$$

که در آن: D تبخیر و تعرق واقعی یک حوضه به mm و P بارندگی سالانه به mm و L از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$L = 300 + 25 * T + 0.05 * T^3 \quad (۴-۶)$$

T: میانگین دمای سالانه به C است (راهنورد، ۱۳۸۲).

جدول شماره (۴-۱۱): میزان تبخیر و تعرق واقعی حوضه

تبخیر تعرق واقعی (mm)	L	متوسط دمای سالانه (°C)	بارش سالانه (mm)
274/2	640/9	13/3	287/8

با توجه به محاسبات انجام شده مشخص می گردد حداکثر بارش سالانه در این منطقه تبخیر می گردد

### رطوبت نسبی:

یکی از عوامل مهم که نقش بسزائی در میزان تبخیر از سطوح مرطوب را به عهده دارد مقدار آب موجود در هواست که به عبارتی رطوبت نسبی نامیده می‌شود. تأثیرات تبخیر با مقدار رطوبت موجود در هوا نسبت عکس داشته بطوریکه در صورت اشباع بودن هوا تبخیر در این شرایط صفر می‌گردد. رطوبت موجب رشد برخی از گیاهان می‌شود از این رو وجود این اطلاعات در بخش‌های مهم کشاورزی مورد نیاز است.

برای محاسبه میانگین رطوبت از رابطه (۸-۴)  $R_{ave} = \frac{R_{min} + R_{max}}{2}$  استفاده شده است. جدول شماره (۴-۱۲) مقادیر

حداقل، حداکثر و میانگین رطوبت نسبی ماهانه و سالانه حوضه را نشان می‌دهد.

$$(۷-۴) \quad r=0/94 \quad 523/69 * T_{ave,max} + 3108 R_{min} = -1/$$

$$(۸-۴) \quad r=0/93 \quad 077/80 * T_{ave,min} + 1782/2 R_{max} = -$$

### جدول شماره (۴-۱۲): رطوبت نسبی حوضه

شاخص رطوبت نسبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین سالانه
حداقل	38/8	46/8	55/0	59/6	59/8	55/2	47/3	38/4	32/0	29/2	29/4	32/6	43/7
حداکثر	61/4	70/8	81/7	88/7	88/1	81/0	69/7	57/2	47/3	38/7	40/8	49/6	64/6
میانگین	50/1	58/8	68/3	74/2	73/9	68/1	58/5	47/8	39/6	34/0	35/1	41/1	54/1

با توجه به محاسبات انجام شده مشخص می‌گردد که بیشترین رطوبت در فصل زمستان و کمترین آن در فصل تابستان می‌باشد. (مطالعات آبخیزداری حوضه لاج).

### یخبندان:

یخبندان یکی از پدیده‌های طبیعی است که در آن درجه حرارت هوا به حدی کاهش می‌یابد که آب موجود در سطح زمین به حالت جامد درمی‌آید، در فعالیت‌های عمرانی و زیربنایی از جمله منابع طبیعی، یخبندان نقش محدودیت‌زا داشته و آگاهی از روزهای یخبندان برای چگونگی زمان‌بندی عملیات اجرائی کاملاً ضروری است. جهت برآورد روزهای یخبندان حوضه و زیرحوضه‌ها بین روزهای یخبندان ماهانه و میانگین دمای حداقل ماهانه ایستگاه سینوپتیک تربت حیدریه رابطه همبستگی ایجاد نموده و با توجه به میانگین دمای حداقل ماهانه حوضه و رابطه همبستگی بدست آمده (رابطه ۴-۹) روزهای یخبندان حوضه برآورد شده و نتایج آن در جدول شماره (۴-۱۳) آورده شده است.

$$(۹-۴) \quad 9/0 \cdot R = 986 * T_{ave,min} + 16/70/2 F.d = -$$

$F.d$  = روزهای یخبندان،  $T_{ave,min}$  = دمای متوسط حداقل ماهانه،  $R$  = ضریب همبستگی

### جدول شماره (۴-۱۳): روزهای یخبندان ماهانه و سالانه حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
لاج	0	8	18	25	24	18	7	0	0	0	0	0	100

با توجه به محاسبات انجام شده مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه از ماه آبان تا فروردین یخبندان وجود دارد (گزارشات پایه منطقه طرح آبخیزداری حوضه لاج).

#### ۴-۳-۶- مطالعه اقلیم:

اقلیم پارامتری است که تأثیر زیادی در وضعیت جمعیتی، پوشش گیاهی، نوع خاک، میزان فرسایش و دیگر فرایندهای محیطی دارد. در بین عوامل موثر بر اقلیم، پارامتری بارندگی و دما بیشترین نقش را ایفا می‌کند. به همین دلیل امروزه اکثر اقلیم نماها بر اساس این دو پارامتر برنامه‌ریزی شده‌اند. در این گزارش وضعیت اقلیم منطقه با توجه به بارندگی و دما در اقلیم نمای آمبروزه و منحنی آمبروترمیک مورد بررسی قرار گرفته است.

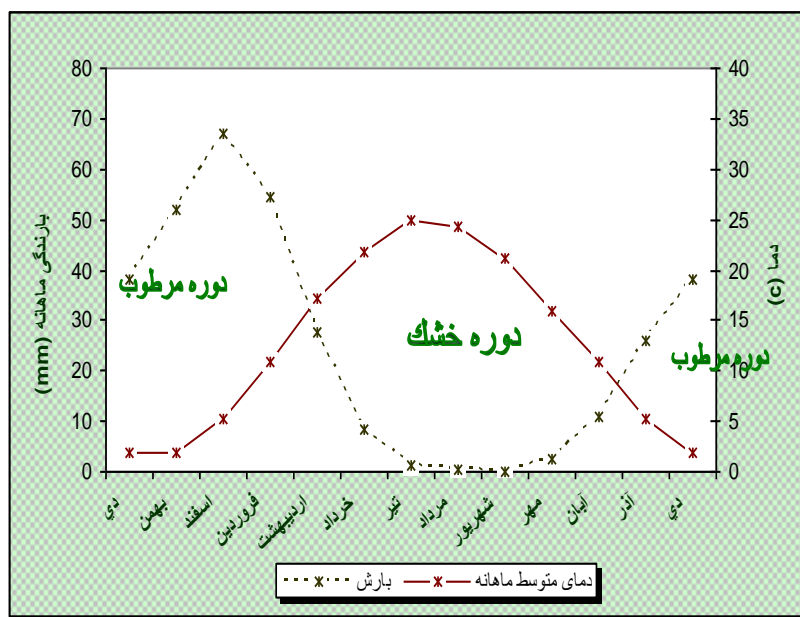
#### روش آمبروزه:

آمبروزه با پرداختن به این موضوع که دو عامل حرارت و بارندگی نقش مؤثری در تعیین اقلیم مناطق دارند، ضریب رطوبتی را که با خشکی محیط نسبت عکس دارد به شکل زیر تعیین نمود.

$$Q = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2} \quad (۴-۱۰)$$

#### منحنی آمبروترمیک:

منحنی آمبروترمیک نموداری است که تغییرات دما و بارندگی را در یک محور مختصات برای هر یک از ماههای سال نشان می‌دهد که با توجه به آن می‌توان دوره‌های خشک و مرطوب را در طول سال تعیین نمود. شکل شماره (۳-۴) منحنی آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود دوره خشک منطقه مورد مطالعه ۷ ماهه است. این دوره هر ساله از اردیبهشت شروع و تا آذر ماه ادامه می‌یابد.



شکل شماره (۳-۴): منحنی آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه

منبع: (مطالعات آبخیزداری منطقه لاج)

#### مطالعه باد:

باد از جمله عوامل مهم هواشناسی است که در اکثر پروژه‌های اجرایی عمرانی، کشاورزی و زیربنایی نقش ویژه‌ای دارد. باد نقش مهمی در جابجایی توده‌های مرطوب داشته و یکی از عوامل مهم در ایجاد بارندگی و تبخیر و تعرق است. وزش بادهای مرطوب می‌تواند برای یک منطقه بارندگی به همراه داشته باشد و بادهای خشک و گرم گاهی موجب بروز خشکی و آتش‌سوزی و از بین رفتن محصولات کشاورزی در یک منطقه می‌گردد.

### شدت و سرعت باد:

سرعت باد را با بادسنج تعیین می‌کنند که در ارتفاعات مختلف از سطح زمین نصب شده و عمدتاً در ایستگاههای سینوپتیک انجام می‌گیرد. واحد اندازه‌گیری سرعت باد متر بر ثانیه می‌باشد. حوضه مورد مطالعه فاقد ایستگاه بادسنجی است. در بین ایستگاههای اطراف منطقه نزدیکترین ایستگاه، بادسنجی دارای آمار مناسب ایستگاه سینوپتیک تربت حیدریه است. از این رو آمار این ایستگاه برای مطالعه خصوصیات باد منطقه انتخاب گردید. که در جدول (۴-۱۵) ارائه می‌گردد.

جدول شماره (۴-۱۵): مقادیر باد سالانه حوضه لاج

جهت باد	Range of Speed (m/s)									
	Calm		1 - 3		4 - 6		>6		Total	
	Freq	Prec	Freq	Prec	Freq	Prec	Freq	Prec	Freq	Prec
N	24153	50	1245	2/6	2543	5/3	128	0/3	3916	8/1
NE			376	0/8	3781	7/8	407	0/8	4564	9/4
E			1237	2/6	7691	15/9	0	0	8928	18/5
SE			1022	2/1	647	1/3	0	0	1669	3/5
S			895	1/9	409	0/8	0	0	1304	2/7
SW			592	1/2	1162	2/4	0	0	1754	3/6
W			201	0/4	1074	2/2	39	0/1	1314	2/7
NW			373	0/8	330	0/7	20	0	723	1/5
Total	48325									

منبع: (مطالعات آبخیزداری منطقه لاج)

### تهیه لیست فلور منطقه:

برای تهیه لیست فلورستیک منطقه مورد مطالعه با گشت و بازدیدهای صحرائی حوضه و جمع آوری نمونه های گیاهی و با استفاده از کتابهای مرجع فلور رنگی دکتر احمد پارسا و صادق مبین و آقای مظفری نسبت به شناسایی گیاهان منطقه اقدام و بعد از شناسایی نام فارسی، نام علمی، خانواده، طول عمر و کلاس خوشخوراکی گیاهان نیز مشخص که در جدول زیر گونه های گیاهی مشخص شده ارائه می‌گردد.

توضیحاً از نظر طول عمر گیاهان به یکساله ها (A: Anuual)، دو ساله ها (B: Biannual) و چند ساله ها (P: Prennial) و از نظر شکل رویشی به گراس (G: Grass)، شبه گراس (G.L: Grass like)، پهن برگان علفی (F: Forb)، بوته ای (S: Shrub)، درختی (T: Tree) و درختچه ای (Bt: Brostree) تقسیم می‌شوند. لیست ۸ گونه فلور حوضه آبخیز لاج خواف در جدول ۴-۱۶ ارائه شده است. (بقیه در پیوست آورده شده است).

جدول شماره (۴-۱۶): لیست فلور حوضه آبخیز لاج خواف

ردیف	نام علمی	خانواده	نام فارسی	طول عمر	تیپ رویشی	کلاس مرتعی
۱	Artemisia siberi	Asteraceae	درمنه دشتی	P	S	II
۲	Eremurus luteus	Liliaceae	سریش	P	F	III
۳	Tulipa sp	Liliaceae	لاله	P	F	III

۴	<i>Sophora alopecuroides</i>	Fabaceae	تلخه بیان	P	F	III
۵	<i>Roemaria hybrida</i>	Papaveraceae	شقایق	A	F	III
۶	<i>Hulthemia persica</i>	Rosaceae	ورک	P	F	III
۷	<i>Launea spinosa</i>	Asteraceae	چرخه	P	F	III
۸	<i>Salsola oucheri</i>	Chenopodiaceae	شور	P	F	III

#### تیپ بندی مراتع حوضه:

جهت تعیین محدوده‌های همگن از لحاظ پوشش گیاهی و به منظور امکان انجام مطالعه دقیق تر و آسان تر پارامترهای مختلف ارزیابی و اندازه‌گیری مرتع، اقدام به تیپ‌بندی مراتع حوضه شده است. سه محدوده گیاهی یا تیپ گیاهی مشخص شده و برداشتهای مربوطه به درصد پوشش و وضعیت و گرایش و ظرفیت مراتع در هر تیپ انجام گرفته است. بعد از ترسیم نقشه مربوطه، مساحت هریک از تیپ‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج آن همراه با مشخصات پوشش هر تیپ در جدول شماره (۴-۱۷) درج گردیده است. (مطالعات آبخیزداری منطقه لاج)

#### جدول شماره (۴-۱۷): مشخصات گونه های غالب تیپهای مرتعی

کد تیپ	نام تیپ مرتعی	نام اختصاری تیپ	مساحت (ha)	درصد
I	<i>Artemisia sieberi – poa bulbosa</i>	Ar.si-Po.bu	2596	33/4
II	<i>Artemisia sieberi – poa bulbosa</i>	Ar.si-Po.bu	3249/1	41/8
III	<i>Pistacia atlantica -Artemisia sieberi</i>	Pi.at- Ar.si	1934/9	24/9
جمع کل مراتع			7780	100

#### تعیین پوشش سطح زمین (Land cover):

برای اندازه گیری این پارامتر با انجام عملیات صحرایی پارامترهای درصد تاج پوشش، درصد لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و خاک لخت در هر یک از تیپ های گیاهی اندازه گیری که نتایج اقدامات انجام شده بشرح جدول (۴-۱۸) می باشد:

#### جدول شماره (۴-۱۸): وضعیت پوشش و مساحت هریک از تیپهای گیاهی

شماره تیپ	علامت اختصاری	مساحت (ha)	درصد تاج پوشش	درصد لاشبرگ	درصد سنگ و سنگریزه	درصد خاک لخت
I	Ar.si-Po.bu	2596	۱۱/۶	۲/۵	۹/۵	۷۶/۴
II	Ar.si-Po.bu	1/3249	۲۱	۳	۱۲	۶۴
III	Pi.at- Ar.si	9/1934	۱۷/۵	۳	۱۵/۴	۶۴/۱

#### (مطالعات آبخیزداری منطقه لاج)

#### تعیین وضعیت مراتع حوضه (Range Condition)

جهت تعیین وضعیت مراتع روشهای متفاوتی وجود دارد که یکی از مناسبترین آنها موسوم به روش چهار فاکتوری می باشد در این روش براساس بازدید صحرایی به چهار فاکتور فرسایش خاک، ترکیب گیاهی، بنیه و شادابی و درصد تاج پوشش امتیاز

داده می‌شود و پس از جمع امتیازات وضعیت مرتع ارزیابی می‌گردد. در جدول (۴-۱۹) وضعیت پوشش گیاهی در هر یک از تیپ‌های مرتعی ارائه شده است (مطالعات آبخیزداری منطقه لاج).

جدول شماره (۴-۱۹): تعیین وضعیت تیپ‌های مرتعی (به روش چهارفاکتوری)

وضعیت مرتع	جمع امتیازات	تاج پوشش	بنیه و شادابی	ترکیب گیاهی	فرسایش خاک	علامت اختصاری	شماره تیپ
فقیر	22	2	4	4	11	Ar.si-Po.bu	I
متوسط	33	4	5	5	14	Ar.si-Po.bu	II
متوسط	32	3	5	5	14	Pi.at- Ar.si	III

تعیین گرایش مراتع حوضه (Range Terend):

هرگونه تغییر در وضعیت مرتع را گرایش مرتع می‌گویند. جهت تعیین گرایش مرتع از روش ترازوی گرایش استفاده گردیده است. لذا در این حالت گرایش پوشش گیاهی و گرایش خاک در هر یک از تیپ‌ها معین شد و سپس، گرایش مرتع تعیین که نتایج آن در جدول (۴-۲۰) آورده شده است.

(۴-۲۰) - تعیین گرایش مراتع حوضه

شماره تیپ	علامت اختصاری	وضعیت تیپ	گرایش پوشش		گرایش خاک		گرایش مرتع
			مثبت	منفی	مثبت	منفی	
I	Ar.si-Po.bu	فقیر	1	4	0	2	منفی
II	Ar.si-Po.bu	متوسط	1	2	0	1	منفی
III	Pi.at- Ar.si	متوسط	1	2	0	1	منفی

تعیین ظرفیت مرتع (Range Capacity):

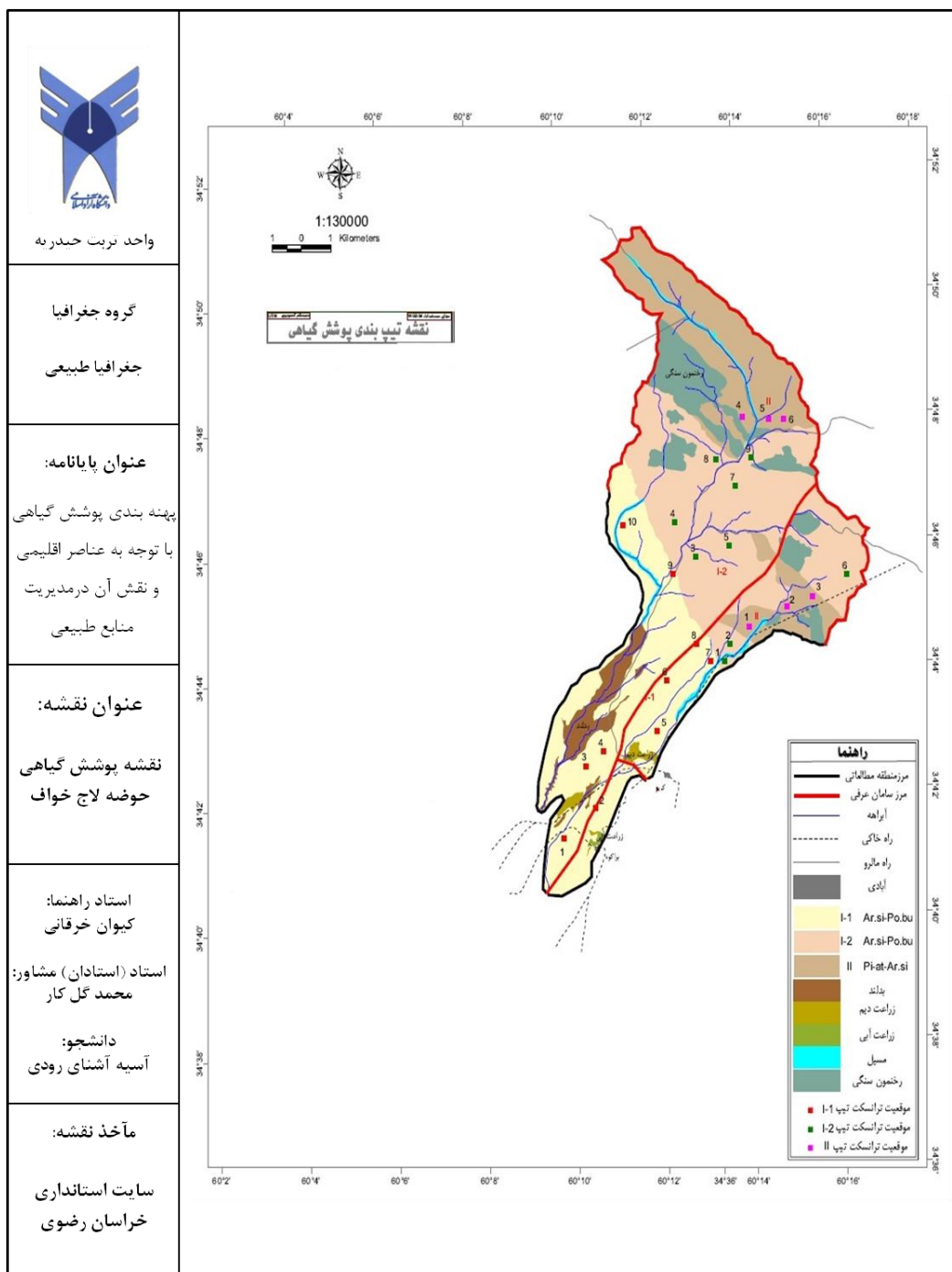
ظرفیت چرا عبارتست از حداکثر تعداد دام که در مرتع مشخص و در زمان معین می‌توانند چرا کنند بدون اینکه بر کمیت و کیفیت پوشش گیاهی و سایر موارد وابسته از قبیل خاک و آب و موارد استثنائی دیگر خسارتی وارد شود. جهت تعیین ظرفیت از روش قطع و توزین استفاده گردیده است که نتایج حاصله در جدول (۴-۲۱) ارائه می‌گردد (پازوکی، ۱۳۸۰)

جدول شماره (۴-۲۱): برآورد میزان ظرفیت هر یک از تیپ‌های مرتعی

شماره تیپ	علامت اختصاری	مساحت (ha)	وضعیت مرتع	ظرفیت بر حسب Aum/ha	ظرفیت سال جاری با کاهش ۲۰ درصدی Aum/ha	ظرفیت کل Aum	تعداد دام مجاز (واحد دامی)	علوفه قابل برداشت (Kg)
I	Ar.si-Po.bu	2596	فقیر	۱/۵	۱/۲	۳۱۱۵/۲	۱۰۳۸/۴	۱۸۶۹۱۲
II	Ar.si-Po.bu	3249/1	متوسط	۲/۶	۲/۱	۶۸۲۳/۱	2274/3	409386/6
III	Pi.at- Ar.si	1934/9	متوسط	۲/۹	۲/۳	۴۴۵۰/۲	1483/4	۲۶۷۰۱۲
مجموع		۷۷۸۰	-	-	-	۱۴۳۸۸/۳	۴۷۹۶/۱	863314/8

در ادامه نقشه پوشش گیاهی (نقشه ۴-۴) ارائه می‌گردد





نقشه شماره (۴-۴): نقشه پوشش گیاهی حوضه لاج

نتیجه گیری

نتایج بررسی شرایط اکولوژیکی و اقلیمی

با توجه به جداول و نمودارها و آزمون های انجام شده نتیجه گیری می گردد که:

**فرضیه یک:**

بنظر می رسد که تغییرات پوشش گیاهی در حوضه لاج خواف ارتباط زیادی با عوامل اقلیمی دارد.

عوامل اقلیمی مهمترین عامل تاثیر گذار بر رشد گیاه به شمار می آیند. تاثیر هر یک از این عوامل در هر مکان جغرافیایی متفاوت است، بطوری که در هر یک مکان تاثیر یکی از عناصر اقلیمی بسته به شرایط محیطی از بقیه بیشتر است. دوره های خشک و مرطوب در روند تغییرات اقلیمی منطقه زیاد اتفاق می افتند، شاید یکی از دلایل کمی پوشش منطقه همین موضوع باشد که در هر زمانی، پس از پیشرفتی که در پوشش گیاهی منطقه بعمل می آید، وقوع دوره های خشک بعدی باعث کاهش آن می گردد و چون روند تغییرات مثبت در احیای پوشش گیاهی در این مناطق کند است، بنابراین قبل از احیای کامل پوشش منطقه، دوباره خشکی جدیدی روی می دهد که اثرات پایدار آن چندین سال بر روی پوشش گیاهی سنگینی می کند. در سال های مرطوب تر زادآوری بیشتر اتفاق می افتد. در خشکسالی گونه های اندکی، آن هم به میزان خیلی محدود زادآوری دارد. لذا براساس مقایسه بارندگی و درصد تاج پوشش گیاهی در سه تیپ مشخص می گردد گرچه ضرورت اصلی رشدونمو گیاهان گرما و رطوبت می باشد ولی بارندگی در میزان تراکم تاج پوشش گیاهی نقش عمده ای در این منطقه ندارد. زیرا بارندگی در تیپ II بیشتر از تیپ III است (۳۳/۵ سانتی متر) ولی درصد تاج پوشش تیپ III بیشتر می باشد (۲۱ درصد). تغییرات دما هم زیاد نبوده و نقش عمده ای در تغییرات پوشش گیاهی در این منطقه ندارد. پس نقش دیگر پارامترهای اکولوژیکی نیز مشهود است.

#### فرضیه دو:

بنظر می رسد که تغییرات پوشش گیاهی (تیپ های گیاهی) در حوضه لاج با سایر عوامل اکولوژیکی در ارتباط است.

#### ۱- شیب:

شیب یکی از عوامل اصلی و مؤثر در تغییرات پوشش گیاهی می باشد. شیب در تغییرات و تراکم پوشش گیاهی نقش معکوس دارد. هرچه شیب بیشتر گردد، فرسایش بیشتر شده و در نتیجه خاک فرسایش یافته با توجه به اینکه فیزیک و شیمی خاک یکی از عوامل اصلی حضور و فراوانی و رشد گیاهان می باشد لذا نمی توان نقش این ماده حیاتی بخش را در گیاهان نادیده گرفت. کاهش خاک نمود زیادی در کاهش پوشش، فراوانی، تراکم و تنوع گیاهان دارد. همانطور که در جدول شماره ۵-۱ و هیستوگرام شماره ۵-۱ مشاهده می گردد، در تیپ I با شیب ۴۲ درصد، تاج پوشش ۱۱ درصد است ولی در تیپ III با شیب ۳۱/۷ درصد میزان تاج پوشش گیاهی ۲۱ درصد می باشد.

#### ۲- خاک:

خاک نقش عمده ای در تاج پوشش و فراوانی و تنوع پوشش گیاهی دارد. هر چه خاک عمیق تر و از نظر مواد مغذی غنی تر باشد رشد و توسعه گیاهان بیشتر می گردد. عمق خاک باعث می گردد که توسعه و رشد ریشه ها بیشتر و منطقه وسیع تری را در بر گرفته و از مواد و املاح بیشتری برخوردار گردد و همچنین در استحکام و پایداری و برافراستگی گیاهان نقش مؤثری دارند. در این منطقه پارامترهای اسیدیته و جذب سدیمی نقش مؤثری در تغییرات پوشش گیاهی نداشته و همانطور که در جدول شماره ۵-۱ مشاهده می گردد تغییرات این پارامترها خیلی کم است.

III	II	I	
8/2	8/24	8/24	اسیدیته
1	1/36	1/72	جذب سدیمی

#### ۳- فرسایش:

پارامترهای فرسایش نقش زیادی در تغییرات پوشش گیاهی ایفا می نماید. بدین ترتیب که هر چه فرسایش افزایش یابد خاک هم از نظر مواد مغذی و معدنی فقیر و فقیر تر می گردد. در مقابل آن گل آلودگی و سیل خیزی بیشتر می گردد و این پرسه ادامه دارد تا وقتی که خاک کاملاً فرسایش یافته و سنگ مادر نمایان گردد.

لذا هرچه فرسایش بیشتر گردد تراکم و فراوانی پوشش گیاهی کمتر می‌گردد. همانطور که در جدول شماره ۵-۱ مشاهده می‌گردد در تیپ ۱ که شیب بیشتری دارد گل آلودگی و فرسایش بیشتری در مقایسه با شیب‌های دیگر دارد و در نتیجه درصد تاج پوشش کمتری دارد.

III	II	I	
21	17/5	۱۱/۶	تاج پوشش (درصد)
9/04	7/46	12/84	گل آلودی
7/11	5/38	8/45	فرسایش

#### ۴- وضعیت مرتع:

وضعیت مرتع نشانگر شرایط کنونی پوشش گیاهی در مقایسه با (کلیماکس) بهترین شرایطی که می‌تواند داشته باشد و یا حداکثر توان اکولوژیکی منطقه می‌باشد که در این منطقه مقایسه نمرات دریافتی وضعیت نتیجه ای مغایر با پارامترهای دیگر نشان می‌دهد. یعنی در تیپ ۱، که دارای شیب، فرسایش و گل آلودگی بیشتری در مقایسه با دیگر تیپ‌ها است، نمرات دریافتی وضعیت، کمتر است. نمرات وضعیت هر چه بیشتر باشد اختلاف شرایط کنونی مرتع با شرایط کلیماکس کمتر می‌گردد. یا به عبارت دیگر روند و توسعه مرتع به سمت عالی است. همانطور که در جدول ۵-۱ این امر مشاهده می‌گردد.

III	II	I	
2/6	2/9	1/5	ظرفیت (Aum/ha)

#### ۵- درصد لاشبرگ

درصد لاشبرگ و هوموس خاک رابطه مستقیمی با درصد تاج پوشش گیاهی دارد. یعنی هر چه تاج پوشش گیاهی زیاده‌تر شود درصد لاشبرگ هم زیاده‌تر می‌گردد ولی رابطه معکوس با شیب و فرسایش دارد.

III	II	I	
21	17/5	۱۱/۶	تاج پوشش (درصد)
3	3	2/5	لاشبرگ (درصد)
31/7	38/7	42	شیب (درصد)

طبق روش آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار Past طبق شکل زیر بین ۱۶ داده از حوضه آبخیز لاج اطلاعات بدست آمده در جدول ذیل رابطه پارامترها فوق در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. لذا میتوان نتیجه گرفت که پارامترهای اکولوژیکی و اقلیمی عامل اصلی تغییر تیپ‌های مرتعی منطقه بوده است.

#### پیشنهادات:

باتوجه به مطالعات انجام شده و جمع بندی آنها می‌توان موارد ذیل را برای منطقه و مناطق مشابه از نظر اکولوژیکی و مکانیکی پیشنهاد نمود.

الف: انجام عملیات توسعه و اصلاح مراتع

۱- مناطق زیادی از مراتع منطقه وجود دارد که پوشش گیاهی خوبی دارد ولی در بعضی از مناطق آن بطور پراکنده بر اثر چرپا بوته کنی و غیره بدون پوشش و یا از تراکم پوشش گیاهی کمتر برخوردار است که در این مناطق می‌بایست با انجام عملیات کپه کاری با استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی و خوش خوراک مانند علف گندمی و درمنه نسبت به احیاء پوشش گیاهی اقدام نمود و این پیشنهاد برای دیگر مناطق هم جوار و مشابه صادق است.

۲- در بعضی از مراتع منطقه لاج خواف پوشش گیاهی مراتع مناسب و کافی است ولی شدت چرا زیاد است لذا گیاهان سیر قهقرایی را طی نموده و آثار تخریب مراتع مشهود است. لذا باید در این مناطق پروژه مدیریت چرا شامل کاهش دام در حد ظرفیت و رعایت فصل چرا معمول گردد.

۳- در بعضی مناطق پوشش گیاهی بحدی فقیر شده که با عملیات مدیریت چرا قابل ترمیم نیست و لذا باید فرصت بیشتری به گیاهان داده شود تا مرتع احیاء و اصلاح شود. لذا باید عملیات قرق و جلوگیری از چرای دام برای یک تا دو فصل چرا در آنها معمول گردد.

۴- در مناطق کم شیب و دارای خاک عمیق که در گذشته مردم اراضی را برای کشت دیم شخم و شیار نموده اند ولی اکنون بعثت فرسایش خاک و کاهش مواد مغذی خاک رها شده اند لازم است پروژه تبدیل دیم زارهای کم بازده به مرتع با عملیات بوته کاری و نهال کاری با استفاده از گیاهان خوشخوراک و مناسب شرایط اکولوژیکی منطقه از جمله آتریپلکس احیاء گردد.

۵- وجود درخت بنه (پسته وحشی) در ارتفاعات این منطقه از ویژگیهای خاص آن می باشد و این درختان از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار می باشند. لذا حفاظت از آنها و توسعه و کشت این گونه در مناطق مشابه پیشنهاد می گردد.

۶- گیاهان داروئی زیادی در منطقه موجود است که بر اثر چرای مفرط دام از بین رفته و قابلیت بهره برداری ندارند. پیشنهاد میگردد عملیات قرق و مدیریت چرا در آن اجرا تا امکان بهره برداری آنها میسر گردد.

ب- عملیات مکانیکی:

هرساله مقدار زیادی از بارش های منطقه بصورت هرزآب و سیلاب از منطقه خارج میگردد در صورتی که این حوضه جزء مناطق دارای اقلیم خشک بوده و با کمبود منابع آبی زیادی مواجه است. در صورت اجرای عملیات مکانیکی از جمله بندهای خشکه چین و گابیونی و اجرای عملیات بخش سیلابها از فرسایش خاک جلوگیری و باعث نفوذ بیشتر آب در خاک خواهد شد که در نتیجه چشمه سارها و قنوات موجود در منطقه پرآب کرده و کمک زیادی به تولید بیشتر محصولات زراعی و در نتیجه توسعه وضعیت اقتصادی و اجتماعی مردم منطقه خواهد داشت.

## منابع و مآخذ

- ۱- آمار ایستگاههای باران سنجی و تبخیرسنجی وزارت نیرو.
- ۲- احمدی، ح. ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۶۸۸.
- ۳- احمدی، ح. (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی. ج ۱ و ۲ نشر دانشگاه تهران، صفحه ۸۲۱.
- ۴- اردکانی، م. ۱۳۸۲. اکولوژی. موسسه انتشارات چاپ دانشگاه تهران.
- ۵- ارزانی، ح و همکاران. ۱۳۸۲. طراحی سیستم ارزیابی ملی جهت بررسی تغییرات مراتع در استانهای مرکزی، اصفهان و یزد، سومین همایش مرتع و مرتعداران در ایران، انجمن مرتعداری، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.
- ۶- ارزانی، ح و همکاران. ۱۳۸۵. پوشش گیاهی و تولید مراتع استپی استان قم طی یک دوره شش ساله، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۴، جلد ۱۳، صفحات ۳۱۳-۲۹۶.
- ۷- اکبرزاده، م. س. میرحاجی. ۱۳۸۵. تغییرات پوشش گیاهی تحت تاثیر بارندگی در مراتع استپی رودشور، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان.
- ۸- امید بیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت تولید و فراوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات طراحان نشر، ص ۲۸۳.
- ۹- ای. ام. نیکول. ۱۳۸۶. چرای دام در مراتع و چراگاه، ترجمه حسین ارزانی و کمال الدین ناصری، دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ۱۰- بای بوردی، م. ۱۳۶۸. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۱- البرزی پور، ح. ۱۳۸۵. گزارش پوشش گیاهی طرحهای آبخیزداری. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان بزرگ.
- ۱۲- پازوکی، م. ۱۳۸۰. مرتع، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- ۱۳- تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی منطقه مورد مطالعه.

- ۱۴- جاودانی، ر. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر نوسانات اقلیمی بر تغییرات زیست محیطی پوشش گیاهی استان سیستان و بلوچستان، مطالعه موردی: شهرستانهای نیکشهر و ایرانشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۵- جعفری، م. ۱۳۸۲. مبانی خاکشناسی و رده بندی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶- حبیبی کاسب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۷- خلیلی اقدم، ن. وق. سعیدی. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات دمایی و بارندگی فصل پاییز سردشت طی ۱۴ سال گذشته ریا، بولتن علمی پژوهشکده اقلیم شناسی، جلد پنجم، شماره سوم و چهارم.
- ۱۸- دلخوش، م. ۱۳۸۶. تاثیر خشکسالی بر پوشش گیاهی سیستان و بلوچستان، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۷۳.
- ۱۹- راشد محصل، م. ۱۳۶۱، ۱۳۶۶، رستنیهای خراسان، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲۰- رافائل سی. ۱۳۸۲. پردازش تصویر رقمی. انتشارات دانشگاه فردوسی.
- ۲۱- راهنورد، م. ۱۳۸۲. «بررسی میزان دقت روشهای تجربی برآورد تبخیر، تعرق با استفاده از لایسیمتر وزنی». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲۲- رضانی، ن. ۱۳۸۰. تحلیل و پیش بینی خشکسالیها و ترسالیهای استان مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران دانشگاه تربیت معلم.
- ۲۳- زرگری، ع. ۱۳۶۸. گیاهان دارویی (۵ جلد). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۴- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح: نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰.
- ۲۵- سالنامه های سازمان هواشناسی کشور.
- ۲۶- شاه حسینی، م. ۱۳۸۷. ارزیابی اثرات خشکسالی بر روی محصولات کشاورزی شهرستان زاهدان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۲۷- شمس، ا. مجله جنگل و مرتع سال ۷۸. شماره ۴۲.
- ۲۸- شوکت فدائی، م. و ع. سندگل. ۱۳۷۸. مقدمه ای بر مدیریت دام و مرتع.
- ۲۹- شیر محمدی، ع. بررسی نیازهای بوم شناختی گیاه باریجه.
- ۳۰- ضیایی، ح. ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ اول.
- ۳۱- عکسهای هوایی حوضه با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای ETM+.
- ۳۲- علیجانی، ب. و م. کاویانی. ۱۳۷۱. مبانی آب و هواشناسی. سمت. چاپ اول.
- ۳۳- عزیزاده، ا. ۱۳۸۶. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ ۲۱.
- ۳۴- عزیزاده، ا. ۱۳۷۴. «هوا و اقلیم». انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳۵- فرج زاده، م. ۱۳۸۴. خشکسالی از مفهوم تاراهکار. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- ۳۶- فلاح تفتی، ا. ۱۳۸۳. شبیه سازی حوضه آبریز با استفاده از داده های GIS در مدل های بارش، رواناب. سمینار کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳۷- قائمی، م. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر خشکسالی در وضعیت، گرایش و تغییرات پوشش گیاهی مراتع گردنه قوشچی آذربایجان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتع داری در ایران.
- ۳۸- قائمی، ه. و همکاران. ۱۳۷۵. مدل سیل خیزی زیرحوضه های کرخه، مجله نیوار. شماره ۳۰، تابستان.
- ۳۹- قهرمان، ا. ۱۳۷۹. فلور رنگی ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، کارتکس رنگی.
- ۴۰- کردوانی، پ. ۱۳۷۴. جغرافیای خاکها. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴۱- کریمی، م. ۱۳۸۶. بررسی خشکسالیهای اخیر منطقه ایرانشهر و اثرات آن در بخش کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۴۲- کریمی، ه. ۱۳۶۹. مرتع داری. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

- ۴۳- گزارشات پایه منطقه طرح آبخیزداری حوزه لاج. اداره منابع طبیعی خراسان رضوی.
- ۴۴- مبین، ص. ۱۳۵۸. رستنیهای ایران. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴۵- محمدی، ح. ۱۳۸۵. ارتباط عناصر اقلیمی و آلاینده های هوایتهران بامرگ ومیرهای ناشی از بیماریهای قلبی (۲۰۰۳-۱۹۹۹)، مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۸.
- ۴۶- محمدی، ح. ۱۳۸۶. آب وهواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ۴۷- مسعودیان، ا. و م. کاویانی. ۱۳۸۷. اقلیم شناسی ایران، اصفهان. انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۴۸- مسعودیان، ا. ۱۳۸۵. اقلیم شناسی سینوپتیک و کاربرد آن در مطالعات محیطی، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۴۹- مصداقی، م. مرتعداری در ایران. ۱۳۷۷. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۵۰- مصداقی، م. ۱۳۷۷. روشهای آماری. انتشارات دانشگاه گرگان، صفحه ۲۸۳.
- ۵۱- مصداقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۵۲- مطالعات آبخیزداری حوضه لاج خواف. اداره کل منابع طبیعی خراسان رضوی.
- ۵۳- مظفریان، و. ۱۳۷۹. فلور یزد. انتشارات یزد.
- ۵۴- مقدم، م. ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵۵- مقیمی، ج. ۱۳۸۴. معرفی برخی گونه های مهم مرتعی. انتشارات سازمان جنگلها و مراتع کشور.
- ۵۶- ملائی، ع. ۱۳۸۱ « تعیین شماره منحنی برای برآورد حجم رواناب با استفاده از GIS »، ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه.
- ۵۷- موسوی بایگی، م. و ب. اشرف. ۱۳۹۰. هوا و اقلیم شناسی در کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵۸- مهدوی، م. ۱۳۷۱. « هیدرولوژی کاربردی »، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵۹- میرباقری، ا. ۱۳۷۷. « هیدرولوژی مهندسی »، جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۶۰- میرداوودی اخوان، ح. وهمکاران. ۱۳۸۵. شناخت عوامل اکولوژیکی موثر بر پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تجزیه وتحلیل های چندمتغیره، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان، شماره ۲۴.
- ۶۱- نجمایی، م. ۱۳۶۸. هیدرولوژی مهندسی. انتشارات سارا.
- ۶۲- نعمتی، ن. و گ. شیدائی، مرتعداری نوین. سازمان جنگلها و مراتع کشور.
- ۶۳- نقشه توپوگرافی (سازمان جغرافیائی ارتش) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰.
- ۶۴- نقشه زمین شناسی و ژئومورفولوژی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰.
- 67- Smemoe, M. 1997. Linking GIS Data To Hydrologic models, Brigham Young University, Submitted to the American Water Resources Association
- 68- Goudi, A. (1992), Environmental change, Oxford University Press.
- 69- Hayes Michael, J. (1999), Drought indices, National Drought Mitigation Center (NDMC).
- 65- Hysep, A. 1996. Computer Program For Streamflow Hydrograph Separation and Analysis, Ronald A., US Geological Survey.
- 66- Inman, E. J. 1987. Lagtime Relations for Urban Streams In Georgia, U.S. Geological Survey.
- 67- Reference Manual and User Manual of HEC-HMS, "Hydrologic Modeling System", U.S. Army Corps of Engineers, 2007
- 68- Reference Manual and User Manual of WMS 8.0 "Watershed Modeling System", 2007