

پتانسیل یابی مناطق بهینه کشت و پرورش درخت سیب
بر پایه پارامتر های اقلیمی
مطالعه موردی (شهرستان دماوند)*

دکتر شهپریار خالیدی^۱
احمد روشنی^۲

چکیده

آگاهی از شرایط جوی در یک دوره نسبتاً طولانی برای نقاط سیب خیز، به منظور شناخت وضعیت اقلیمی رشد و نمو درخت سیب و مقایسه با شرایط اقلیمی کشور و شهرستان دماوند از جمله نوسانات دما، رطوبت نسبی، تعداد روز های یخبندان، تعداد روز های آفتابی و... ضروری است. بدین منظور دوره آماری مورد مطالعه از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۴ قرار داده شد، تا ایستگاه های آبعلی، فیروزکوه و دوشان تپه همه داده های لازم را داشته باشند. پس از طبقه بندی و محاسبه عناصر، اقدام به تشکیل پایگاه داده در محیط ARCGIS گردید. سپس با استفاده از ابزار Geostatistical Analyst و تابع IDW به برآورد مقادیر مجهول در گستره منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. در ادامه با روش ارزیابی چند معیاره MCE استانداردسازی و کلاس بندی لایه ها انجام گردیده و نتایج مراحل فوق در تحلیل Index Overlay قرار داده شد، در نهایت مناطق بهینه کشت و پرورش سیب بر اساس متغیر های ارائه شده بر آورد گردید. نتایج بدست آمده حاکی از تناسب ویژگی های اقلیمی منطقه دماوند با ویژگی های فنولوژیکی سیب و نیاز های آب و هوایی آن می باشد. تحلیل نهایی به لحاظ ویژگی های فوق سه منطقه را در شهرستان دماوند شناسایی نمود، که منطقه بهینه با مساحت ۷۰۶۴۷ هکتار مناسب ترین شرایط را جهت کاشت و پرورش درخت سیب دارا می باشد. به نظر می رسد در این گستره عناصر آب و هوایی و زمین شناختی نسبت به کل شهرستان از حالتی میانگین برخوردار می باشند.

کلمات کلیدی: دماوند، سیب، فنولوژی، اقلیم،

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

^۱ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی

^۲ کارشناس ارشد اقلیم شناسی

مقدمه

منطقه مورد مطالعه شهرستان دماوند است که در بین ۳۵/۲۰ تا ۳۵/۵۵ درجه عرض شمالی و ۵۱/۵۳ تا ۵۳/۱۰ درجه طول شرقی واقع شده، منطقه‌ای کوهستانی که در قسمت جنوبی سلسله جبال البرز مرکزی در قسمت شمال شرقی استان تهران قرار گرفته است. این شهرستان دارای مساحتی برابر ۲۰۲۶ کیلومتر مربع می‌باشد که در حدود ۱۰/۷ درصد استان را تشکیل می‌دهد. ارتفاع متوسط شهرستان حدود ۱۸۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد است. میانگین بارش سالانه ۵۱۸/۶ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد است. حوضه آبخیز دماوند یکی از حوضه‌های کوهستانی کشور به شمار می‌رود، به لحاظ زمین‌شناختی و زمین‌ساختی می‌توان گفت ساختار زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه تابع روند حاکم بر کل رشته کوه‌های البرز است. از دیدگاه ژئومورفولوژی بخش اعظم حوضه کوهستانی و بخش دیگر تپه ماهوری است. تراکم آبراهه در واحد هیدرولوژیکی دماوند ۲/۸۷ کیلومتر در کیلومتر مربع است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹). از دیدگاه ژئومورفولوژی اقلیمی مخروط افکنه‌ها و آبرفت‌های نسبتاً وسیع و وجود قله‌سنگ‌ها و پوشش آهکی بیانگر تحولات آب و هوایی در دوره‌های متناوب خشک و مرطوب است. (نقشه زمین‌شناسی دماوند).

گفته می‌شود برای اولین بار کشت سیب در کشورهای ایران، مصر، یونان و روم متداول گردیده است. در حال حاضر ایران معادل $\frac{1}{40}$ تولید دنیا و $\frac{1}{11}$ تولید آسیا را دارا می‌باشد و استان‌های آذربایجان غربی، خراسان و تهران به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده‌اند (تقی بخشی، ۱۳۸۳). از کل سطح زیر کشت محصولات دائمی کشور (میوه‌جات) سیب معادل ۱۲ درصد را به خود اختصاص داده است. مقدار اراضی که در شهرستان دماوند به باغات اختصاص داده شده است ۸۲۳۸ هکتار می‌باشد که برابر با ۱۳ درصد از کل اراضی باغی استان تهران است (تقی بخشی، ۱۳۸۳). این امر نشان دهنده اهمیت این شهرستان در تولید محصولات باغی که سیب نمونه ای از آن است می‌باشد. دماوند و کرج به ترتیب با ۶۷۰۰ و ۶۲۰۰ هکتار سطح زیر کشت و تولید ۱۲۰۰۰۰ و ۷۴۰۰۰ تن در سال مهمترین مناطق تولید می‌باشند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۴). بررسی توان‌های محیطی و طبیعی شهرستان دماوند نشان دهنده اهمیت این شهرستان در تولید این محصول و نقش مهم آن در رونق کشاورزی و اقتصادی منطقه می‌باشد، لذا شناخت فرآیندهای اقلیمی تأثیرگذار بر پرورش و تولید و نیز شناسایی مکان‌های مناسب جهت توسعه سطح زیر کشت می‌تواند به توسعه منطقه و افزایش بازده تولید کمک نماید. از این رو در نوشتار حاضر سعی بر آن بوده است تا ویژگی‌های فنولوژیکی و نیازهای اقلیمی سیب مورد توجه قرار گرفته و میزان سازگاری آن با شرایط اقلیمی و محیطی شهرستان دماوند بررسی گردد و نهایتاً مناطق مساعد کشت سیب در این شهرستان شناسایی و رده بندی شوند. این امر به مدد تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته است محقق شده است، از جمله کوانتا (۱۳۵۹) نیازها و محدودیت‌های اقلیمی سیب را مورد بررسی قرار داده است. اهتمام (۱۳۸۲) اصلاح درختان سیب و نقش اقلیم را مطالعه نموده است.

تقی بخشی (۱۳۸۳) تأثیر اقلیم بر پرورش و تولید سیب را در دماوند مطالعه کرده است.

فنولوژی و ویژگی‌های گیاه‌شناختی سیب

برای درک بهتر از ویژگی‌های فنولوژیکی سیب مختصری در این باره بیان می‌کنیم. در طبقه‌بندی میوه‌ها سیب در ردیف میوه‌های دانه‌دار قرار می‌گیرد. درخت سیب گستره دمایی زیادی را تحمل می‌کند و فقط در نقاطی که دمای زمستان به ۴۰- درجه سانتی‌گراد برسد و یا مناطقی که به علت گرمی هوا، سرمای مورد نیاز جهت

شکستن خواب زمستانه (۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰ ساعت زیر ۷ درجه سانتی‌گراد) تأمین نگردد، کشت آن مقرون به صرفه نیست. دمای مناسب برای جوانه زدن در مزرعه حدود ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. بطور کلی موقعیکه رطوبت خاک در سطح روئی ۱ تا ۱۰ سانتیمتری حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس باشد، برای جوانه زدن کافی است. بعد از جوانه زدن، میزان رشد ریشه بتدریج با ازدیاد دمای خاک تا ۱۶ الی ۱۸ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌کند. رشد تنه و توسعه شاخ و برگ موقعی به حد اکثر می‌رسند که دما بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت خاک معادل ۶۰ تا ۸۰ درصد آب قابل دسترس در منطقه عمل ریشه باشند. برداشت سیب به طور متوسط حدود ۱۵۵ تا ۱۶۰ روز پس از گل دادن میوه صورت می‌گیرد. فصل برداشت بسته به نوع واریته کشت شده متفاوت می‌باشد. حداکثر باردهی و به ثمر نشستن درخت معمولاً در سنین بین ۱۰ الی ۲۰ سالگی است و بعد از آن بتدریج رو به تنزل می‌گذارد. روند تکامل درخت سیب شامل چندین مرحله فنولوژیکی می‌باشد که بدنبال هم ظاهر می‌شوند.

الف: نیازهای آب و هوایی در طی مراحل فنولوژیکی قسمت‌های زیستی:

۱- دوره خواب: از موقع ریزش برگ‌ها در پاییز شروع و تا موقعیکه اولین نشانه‌های رویش فعال مشاهده شود (آماس جوانه‌ها)، ادامه دارد.

۲- دوره رشد فعال: این دوره با متورم شدن جوانه‌ها شروع و با زرد شدن و ریختن برگ‌ها در پاییز خاتمه می‌یابد. میزان جوانه‌دادن در دماهای ۱۴ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد که برای این مرحله مناسب تلقی می‌شود، به حداکثر می‌رسد. دماهای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد بویژه اگر با کمبود رطوبت کمتر از ۳۰ درصد توأم باشند عمل جوانه‌زدن را متوقف می‌کند. جوانه‌های آبستن با دماهای کمتر از ۵ یا ۶ درجه سانتی‌گراد زیر صفر بسته به اختصاصات بیولوژیکی واریته‌های مورد کشت از بین می‌روند. تشکیل جوانه‌ها همچنین به وضع رطوبتی خاک بستگی دارد، حدهای مناسب بین ۶۰ تا ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس قرار دارند. همین طور جوانه‌دادن تحت تأثیر مدت نور روزانه قرار می‌گیرد، روشنایی مناسب از ۸ تا ۱۶ ساعت در روز می‌باشد. دماهای مناسب برای باز شدن جوانه‌ها بین ۱۸ و ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشند. دماهای بالاتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد برای بارور شدن گل‌های سیب مساعدند. دماهای مناسب بین ۲۳ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد قرار دارند. بر اساس نظریات CSABAMJEI گل دادن نیاز به ۲۶۵ واحد حرارتی (برای منطقه معتدله) دارد (کواتتا۱۳۵۹). شکوفه‌های باز شده به کاهش دما به زیر آستانه‌های معین بسیار حساسند. لذا، با سرمای ۲- درجه سانتی‌گراد تمام گل‌های یک درخت را سرما می‌زند. دماهای زیر ۴/۴ درجه سانتی‌گراد فعالیت زنبورها و جوانه‌زدن دانه‌گرده را متوقف می‌کند. دماهای بین ۱۵ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد نتایج رضایت بخشی تولید می‌کند. جوانه‌زدن دانه‌گرده در دماهای بالاتر از ۲۷ درجه نیز متوقف می‌شود. هر چه شکوفه بیشتر باز شود به سرمازدگی حساس تر می‌شود، هر چه دوره سرما طولانی تر باشد، صدمه بیشتری به شکوفه‌ها می‌زند. فقط حدود ۵ درصد از شکوفه‌های درخت سیب با شکوفه فراوان مورد نیازند که به میوه تبدیل شوند تا یک محصول تجاری تولید گردد. رشد و بزرگ شدن میوه‌ها شدیداً تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد. میوه‌ها در دوره رشد اولیه‌شان، بویژه به درجات حرارت کم حساسند و اگر درجه سرما به زیر ۱/۷ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد، امکان دارد تمام آنها را از بین ببرد. میزان رشد مناسب معمولاً در درجه حرارت‌های ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست می‌آید. بیشینه‌های دمایی (بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) یا کمینه‌های دمایی (زیر ۶ درجه سانتی‌گراد) عملیات رشد را متوقف و باعث ریختن میوه‌ها می‌گردند. میزان آب قابل دسترس اثر شدیدی بر روی ریزش میوه‌ها در این مرحله دارد. وقتی که

میزان رطوبت خاک بین ۶۰ تا ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس باشد، میوه‌ها بهترین میزان رشد را دارند و ریزش حداقل است. در این مرحله که مصادف با توسعه سطح برگ نیز هست، نیاز درخت سیب به آب حداکثر است.

رشد میوه‌ها همچنین بوسیله مقدار نور دریافت شده توسط برگها تعیین می‌شود. فتوسنتز موقعی به حداکثر خود می‌رسد که شدت نور بین ۴۰۰۰۰ الی ۴۴۰۰۰ لوکس باشد. این مقادیر به عنوان حدهای اشباع نور محسوب می‌شوند. به این ترتیب، مقادیر دماهای روزانه بین ۱۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای ذخیره قند و رنگ انداختن اکثر واریته‌های سیب مناسب محسوب می‌گردد.

ب- نیازهای آب و هوایی در طی مراحل فنولوژیکی قسمت‌های رویشی:

توسعه جوانه‌ها: رطوبت حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد آب قابل دسترس، شرایط مناسب برای جوانه‌زدن را به وجود می‌آورد. مقادیر مناسب دما بین ۱۴ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار دارند. باز شدن جوانه‌زدن برگ زمانی صورت می‌گیرد که دمای هوا (میانگین‌های روزانه) از ۸ تا ۹ درجه سانتی‌گراد بگذرند.

رشد و نمو شاخه و برگ: همین که دمای هوا از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر رفت، شاخه‌ها شروع به رشد طولی نموده و اولین برگچه‌ها ظاهر می‌شوند. درجه حرارت مناسب برای رشد گیاهی درخت سیب بین ۲۳ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد بسته به ویژگی‌های بیولوژیکی واریته‌های مختلف، قرار دارد. در این مرحله، خاک دارای رطوبت کافی است اگر میزان رطوبت بیش از ۶۰ درصد آب قابل دسترس باشد. چوبی شدن معمولاً در دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد (جدول شماره یک).

جدول (۱) واحدهای حرارتی (کمینه، مناسب، بیشینه) مورد نیاز برای مراحل عمده فنولوژیکی برای قسمت‌های میوه‌دهنده و رویشی درخت سیب

مرحله فنولوژیکی	قسمت‌های میوه‌دهنده			مرحله فنولوژیکی	قسمت‌های رویشی		
	حداقل	مناسب	حداکثر		حداقل	مناسب	حداکثر
جوانه زدن	۶-۷	۸-۱۴	۲۵	جوانه زدن	۶-۷	۱۴-۱۸	۲۵
شکفتن	۸	۱۶-۲۰	۲۵-۳۰	شکفتن	۸-۹	۱۶-۲۰	۲۵-۳۰
جوانه	۱۵	۲۰-۲۵	۳۰	جوانه‌ها	۱۰	۲۰-۲۵	۳۰-۳۵
شکوفه	۱۵	۲۱-۲۵	۳۰	شاخ و برگ	۱۵	۱۸-۲۰	
دادن	۱۵	۱۸-۲۳	۳۰	دادن			
رشد میوه				چوبی شدن،			
رسیدن				زردشدن و			
میوه				ریزش برگها			

نیاز درخت سیب به نور: نور با شدت زیاد (۴۰۰۰۰ تا ۴۴۰۰۰ لوکس) موجب توسعه تعداد زیادی جوانه گل می‌شود. در داخل تاج درخت شدت نور به ۱۰ تا ۱۵ درصد در مقایسه با قسمت بالائی تنزل می‌یابد. تعداد جوانه‌های گل کاهش یافته یا اصلاً تشکیل نمی‌شود. توسعه رنگ میوه نسبت مستقیم با تابش نور دارد، بهترین

میوه با تابش بیش از ۷۰ درصد نور ممکن آفتاب و رنگ کافی در ۴۰ تا ۷۰ درصد، و رنگ غیر کافی در تابش نور کمتر از ۴۰ درصد بدست می‌آید. میوه‌های در معرض تابش نور کمتر از ۵۰ درصد اندازه کوچکی دارند. نیاز درخت سیب به رطوبت: برای رشد عادی و عملکرد نرمال، سیب به میزان ۶۰ تا ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس نیاز دارد. مقادیر کمتر از ۳۰ تا ۴۰ درصد موجب کاهش میزان رشد شاخه‌ها می‌گردد. گل‌دادن، بارورشدن گل‌ها و تشکیل میوه در هوای بدون ابر موقعیکه رطوبت هوا در حدود ۵۰ درصد و سطح رطوبتی خاک معادل ۶۰ تا ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس باشد، به خوبی پیشرفت می‌کند. خاک‌های مناسب برای درخت سیب: درخت سیب را می‌توان با موفقیت در خاک‌های متنوعی رویاند، بشرطی که شرایط خاک خوب باشد. pH مناسب درخت سیب حدود ۶/۵ تا ۶/۸ است. حاصلخیزی خاک یک عامل مهم برای این محصول نیست. اما بهترین خاک برای این محصول حاوی شن و ماسه (۵۰ تا ۷۰ درصد)، رس (۲۰ تا ۳۰ درصد)، هوموس (۴ الی ۱۰ درصد) است.

مواد و روشها

شهرستان دماوند از سال ۱۳۶۲ دارای ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بوده است اما به جهت برآورد دقیق‌تر ویژگی‌های اقلیمی منطقه از اطلاعات سه ایستگاه پیرامون شهرستان، به شرح ذیل استفاده شده است:

۱- ایستگاه آبعلی با ارتفاع 2465/2 متر، طول جغرافیایی 51 درجه و 53 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 45 دقیقه شمالی.

۲- ایستگاه فیروزکوه با ارتفاع 1975/6 متر، طول جغرافیایی 52 درجه و 50 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 55 دقیقه شمالی.

۳- ایستگاه دوشان‌تپه با ارتفاع 1209/2 متر، طول جغرافیایی 51 درجه و 20 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 42 دقیقه شمالی.

در این تحقیق ابتدا داده‌های خام ایستگاه‌های هواشناسی از مرکز خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ گردیده و سپس چون می‌بایست از آمار و اطلاعات یکسانی برای هر سه ایستگاه استفاده شود و همه ایستگاه‌های نامبرده دارای تاریخ تأسیس و ارقام و آمار یکسان نبوده‌اند، لذا دوره آماری را از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۴ قرار دادیم تا ارقام ایستگاه‌ها همه داده‌های آماری لازم را داشته باشند و پس از طبقه‌بندی داده‌های مورد مطالعه، میانگین آنها برای شهرستان دماوند محاسبه گردید.

در مرحله بعد اقدام به تشکیل پایگاه داده در محیط ARCGIS گردید و نقشه‌های پایه منطقه مورد مطالعه نیز بصورت رقومی به نمایش درآمد، پس از آن با استفاده از ابزار Geostatistical Analyst به برآورد مقادیر مجهول در گستره منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. تابع IDW به عنوان روش بهینه جهت برآورد مورد نظر قرار گرفت. در مرحله بعد مقادیر ارزش پیکسلی در نقشه‌های بدست آمده با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE) استاندارد شده و کلاس‌بندی نقشه‌ها انجام شد. درنهایت لایه‌های استاندارد شده مورد وزن‌دهی قرار گرفته و در فرمول زیر:

$$\text{Index Overlay} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i.LV}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

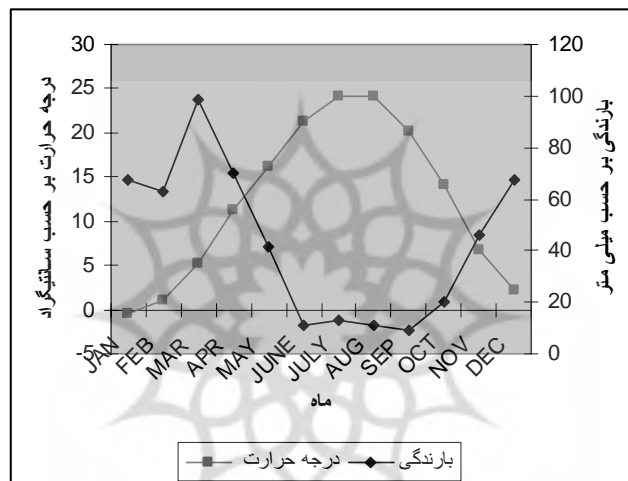
که $\sum_{i=1}^n w_i$ برابر با مجموع وزن اختصاص داده شده به هر لایه می‌باشد و LV نیز لایه مورد نظر می‌باشد،

قرار داده شد و سپس عملیات Overlay جهت برآورد مکان‌های بهینه انجام پذیرفت و نقشه نهایی تولید گردید. در پایان سازگاری درخت سیب با شرایط اقلیمی دماوند مورد تحلیل قرار گرفت.

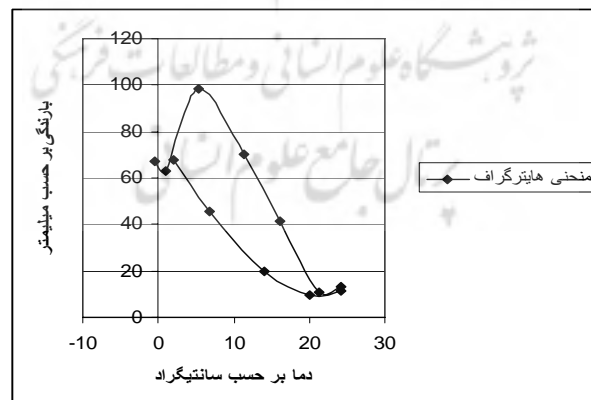
آب و هوای دماوند: عوامل کنترل کننده آب و هوای منطقه را می‌توان به دو بخش مجزا تقسیم کرد. عوامل محلی و عوامل بیرونی، عوامل محلی آنهایی هستند که در محل موجودند و از سالی به سال دیگر تغییر نمی‌کنند، مانند: موقعیت جغرافیایی، زاویه تابش و مدت تابش. عوامل بیرونی خود به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول آنهایی هستند که بر اثر گسترش سیستم‌های فشار مانند: پرفشار سبیری به ایران وارد می‌شوند و دسته دوم آنهایی هستند که از سرزمین‌های دورتر مانند: دریای مدیترانه، اقیانوس اطلس، شمال سبیری و غیره به ایران می‌آیند. عمده‌ترین این عوامل عبارتند از: سیکلون‌های مدیترانه‌ای، امواج بلند و کوتاه بادهای غربی، کم فشار سودان و غیره. بر پایه داده‌های موجود متوسط سالانه دما در طی دوره آماری ۱۰ ساله، ۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تغییرات میانگین دمای سالانه شهرستان که از میانگین سه ایستگاه به دست آمده است 12/2 درجه سانتی‌گراد می‌باشد و در سه ماهه تابستان دما بالاتر از ۲۰ درجه گزارش شده است. در طول این دوره گرم‌ترین ماه‌های سال تیر و مرداد بوده‌اند که متوسط دمای ماهانه آنها 24/2 درجه سانتی‌گراد می‌باشد و سردترین ماه سال دی‌ماه با متوسط دمای 0/5- درجه سانتی‌گراد است. بیشترین حداکثر مطلق دمایی را در مرداد ماه به میزان ۳۴/۸ درجه سانتی‌گراد و کمترین مطلق دمایی را در دی‌ماه به میزان ۱۲/۲- درجه مشاهده می‌کنیم. حداقل دما در دی‌ماه با ۵/۳- و حداکثر دما در مرداد ماه با ۳۰/۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود. در خصوص تغییرات میانگین دمای سالانه شهرستان دماوند بیشترین دما در سال ۲۰۰۱ به میزان ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در سال ۱۹۹۶ به میزان ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود. بررسی مسیر دما در طول سال نتایج ارزنده‌ای به بار می‌آورد زیرا میانگین دمای ماهانه در دماوند بین ۰/۵ درجه سانتی‌گراد زیر صفر تا ۲۴/۲ درجه سانتی‌گراد متغیر است و این وضعیت، دماهای پایین در زمستان و خیز قابل ملاحظه آن را در تابستان نشان می‌دهد. دمای فروردین و مهر ماه رقمی نسبتاً نزدیک به دمای متوسط سالانه را نشان می‌دهد. از فروردین به بعد شش ماه از سال دما بالاتر از میانگین سالانه و در ماه‌های تیر و مرداد، ۲ برابر میانگین سالانه را نشان می‌دهد و از مهرماه، روند نزولی پیدا می‌کند و شش ماه از سال پایین‌تر از میانگین سالانه را دارا می‌باشد. تفاوت دمای سالانه در منطقه از نظر رژیم حرارتی حاکی از شرایط خشکی است.

بیشترین ساعات آفتابی ماهانه در ایستگاه ابعلی در مرداد ماه برابر با ۳۳۷/۶ ساعت و در ایستگاه‌های دوشان‌تپه و فیروزکوه در مرداد به ترتیب برابر ۳۳۵ و ۳۲۲/۳ ساعت می‌باشد. میانگین بارش سالانه شهرستان دماوند ۵۱۸/۶ میلیمتر است و حداکثر بارندگی سالانه شهرستان مربوط به سال ۲۰۰۴ و به میزان ۶۳۰/۳ میلیمتر و کمترین بارش در سال ۱۹۹۷ به میزان ۳۵۴ میلیمتر گزارش شده است. بالاترین میانگین بارش ماهانه در دوره آماری، مربوط به اسفند ماه با مقدار ۹۸/۳ میلیمتر و کمترین بارش در شهریور ماه برابر با ۹/۳ میلیمتر ثبت شده است. بیشترین تعداد روزهای بارندگی در ایستگاه ابعلی در ماه اسفند و به میزان ۱۳/۴ و در ایستگاه‌های دوشان‌تپه و فیروزکوه نیز اسفند ماه و به ترتیب به میزان ۹/۷ و ۹/۵ است و کمترین میزان تعداد روزهای بارندگی در ایستگاه ابعلی در مرداد ماه با ۲/۴، ایستگاه دوشان‌تپه در مردادماه با ۱/۱ و ایستگاه فیروزکوه شهریور ماه با ۲/۵ روز است. در مجموع مطلوب‌ترین ماه اسفند و خشک‌ترین ماه سال شهریور ماه بوده است. این شرایط مطابق با رژیم

بارندگی مدیترانه است که بارش‌های آن در زمستان و پاییز به حداکثر خود می‌رسند و این دو فصل بوسیله یک دوره خشک نسبتاً طولانی از یکدیگر جدا می‌شوند. بدین ترتیب از اواسط مهر ماه تا اواسط اردیبهشت ماه به طور نسبتاً مداوم بارندگی در منطقه آغاز و از اواسط اردیبهشت ماه بارندگی قطع می‌شود و خشکی بر منطقه حاکم می‌شود. به طور کلی شروع یخبندان در ایستگاه‌های مورد استفاده از مهرماه آغاز و تا اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. بیشترین تعداد روزهای یخبندان در طی دوره آماری به ماه بهمن با تعداد ۲۷ روز تعلق دارد و کمترین تعداد به اردیبهشت ماه با ۱ روز مربوط می‌باشد. در مجموع در شهرستان دماوند به طور متوسط ۱۱۰ روز یخبندان وجود دارد. بیشترین مقدار رطوبت نسبی در ایستگاه آبدلی در دی ماه به میزان ۶۶/۳ درصد و در ایستگاه‌های فیروزکوه و دوشان‌تپه در دی ماه و بترتیب به میزان ۶۷ و ۵۸ درصد ملاحظه می‌شود. نمودار شماره (۱) منحنی آمبروترمیک ایستگاه دماوند را نشان می‌دهد، با توجه به این نمودار ملاحظه می‌شود که از اواسط اردیبهشت تا اواخر آبان، دما بر بارندگی فزونی دارد. لذا، این دوره را می‌توان به عنوان یک دوره خشک به حساب آورد.



نمودار شماره (۱): منحنی آمبروترمیک دماوند



نمودار شماره (۲): منحنی هایترگراف دماوند

نمودار شماره (۲) هایترگراف دماوند را نشان می‌دهد. در این نمودار کشیدگی نسبتاً زیاد در راستای طول و عریض بودن هایترگراف دماوند، نشان‌دهنده تغییرات زیاد دما و بارندگی در ماه‌های مختلف سال است. جهت باد غالب در دماوند با حداکثر سرعت ۴/۶ متر بر ثانیه غربی و جنوب غربی است. اکثر تحولات بیولوژیک مانند: رشد گیاهان و برخی پدیده‌های هیدرولوژی تابع توان حرارتی محیط می‌باشند، برای این منظور از نمایه درجه _ روز به عنوان شاخص گرما و نیاز حرارتی استفاده می‌شود، که برآورد آن در جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود.

جدول شماره (۲): نمایه درجه روز مورد نیاز سیب در دماوند

ارتفاع	مجموع درجه حرارت فعال	مجموع درجه حرارت موثر	نام ایستگاه
2465/2	3702/54	2251/85	آبعلی
1209/2	3784/68	2645/48	دوشان تپه
1975/6	3734/61	2445/46	فیروز کوه

دوران رویش با آخرین تاریخ وقوع صفر درجه در بهار، که تداوم آن در اقلیم‌های مختلف بر حسب عرض جغرافیایی، ارتفاع و... متفاوت خواهد بود شروع می‌شود. لذا، برآورد احتمالات تاریخ وقوع اولین سرماهای بهاره، برنامه ریزان کشاورزی را قادر به برآورد ریسک‌های ناشی از سرمازدگی و به طور کلی مشکلات ناشی از عوامل دمایی در مراحل مختلف خواهد نمود (جدول شماره ۳).

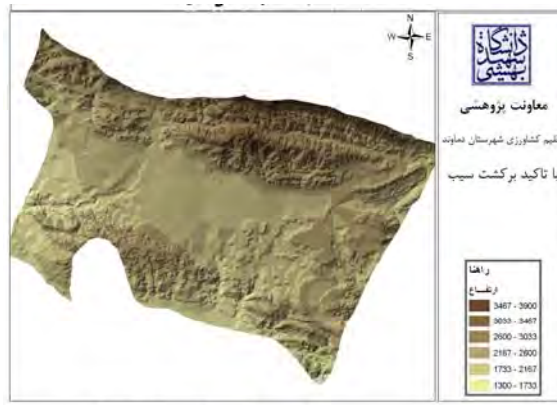
جدول شماره (۳): تاریخ وقوع آخرین سرماهای بهاره

احتمال	دوره برگشت	تاریخ وقوع (از اول ژانویه)
۰/۹۹۵	۲۰۰	۱۴۷
۰/۹۹	۱۰۰	۱۴۴
۰/۹۸	۵۰	۱۴۱
۰/۹۶	۲۵	۱۳۷

تحلیل مکانی

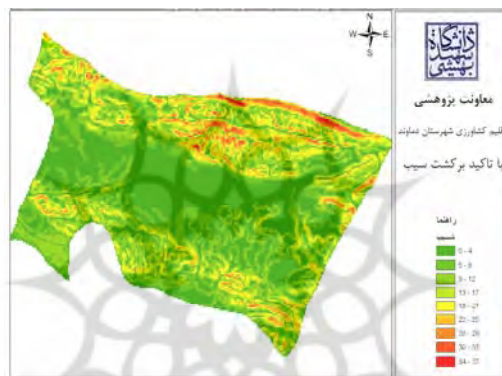
در این مرحله لایه‌های زیر بر اساس داده‌های اولیه تولید شدند.

۱- نقشه طبقات ارتفاعی: در این نقشه حداقل طبقه ارتفاعی موجود در حوضه مورد مطالعه ۱۳۰۰ متر و حداکثر طبقه ارتفاعی برابر با ۳۹۰۰ متر بوده است. در این نقشه ارتفاعات موجود به ۶ طبقه تقسیم شده‌اند.



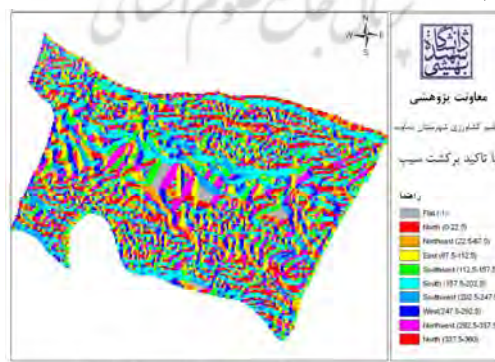
نقشه شماره (۱): طبقات ارتفاعی شهرستان دماوند

۲- نقشه شیب: در این نقشه نیز که بر اساس لایه منحنی میزان و طبقات ارتفاعی بدست آمده است، علاوه بر نشان دادن شیب عمومی شهرستان، شیب هر قطعه توپوگرافی را نیز ارائه می‌کند. که در اینجا شیب کلی در قالب ۹ طبقه نشان داده شده است.



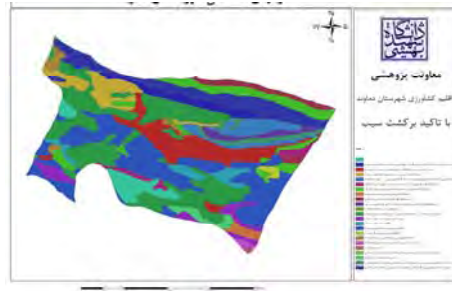
نقشه شماره (۲): میزان شیب در شهرستان دماوند

۳- نقشه جهت شیب: این لایه نیز که از لایه‌های منحنی میزان، طبقات ارتفاعی و شیب استخراج شده است به محاسبه و نمایش جهت شیب بر اساس جهات جغرافیایی هشت‌گانه پرداخته است که در آن زمین‌های هموار و مسطح که فاقد شیب خاصی هستند نیز به نمایش درآمده‌اند. بر این اساس جهت شیب عمومی منطقه را به ۱۰ طبقه تقسیم نموده است.



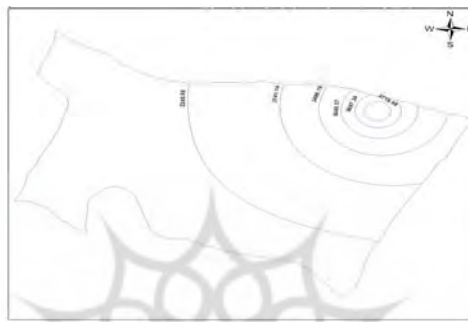
نقشه شماره (۳): جهات شیب در شهرستان دماوند

۴- نقشه زمین‌شناسی: این نقشه در واقع از نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ برگ دماوند، سازمان زمین‌شناسی کشور استخراج شده است که بر حسب نیاز به صورت رقومی تبدیل شده است.



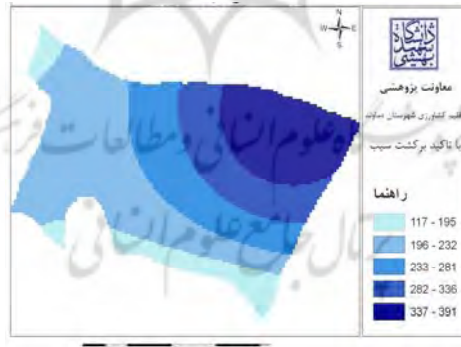
نقشه شماره (۴): زمین شناسی شهرستان دماوند

۵- نقشه درجه روز: این نقشه که براساس محاسبات انجام گرفته در ابتدای این فصل تهیه شده است در واقع پراکندگی میزان درجه روز مورد نیاز گیاه را بر اساس مکان های مختلف نشان می دهد. میزان درجه روز را به ۷ طبقه تقسیم نموده است.



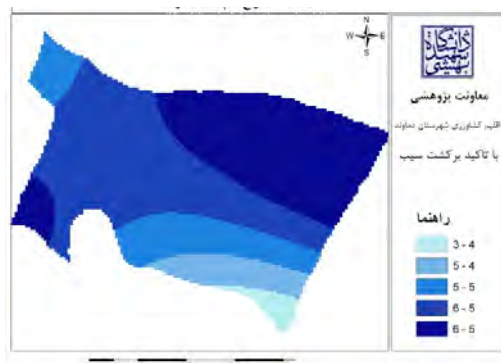
نقشه شماره (۵): میزان درجه روز شهرستان دماوند

۶- نقشه هم بارش: براساس آمارهای بدست آمده از سازمان هواشناسی کشور در طی دوره زمانی در ایستگاه های مورد مطالعه و بر پایه روش های درون یابی ارائه شده است که میزان بارش سالانه را در نواحی متفاوت با طبقه بندی ۵ گانه نشان می دهد.



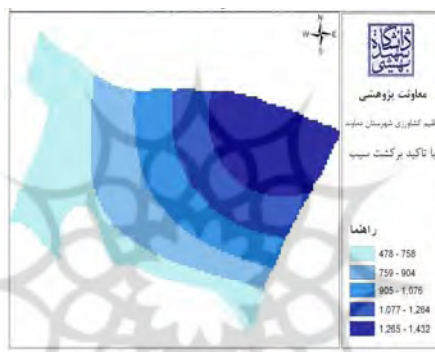
نقشه شماره (۶): سطوح هم بارش در شهرستان دماوند

۷- نقشه هم‌دما: این نقشه نیز بر پایه آمارهای ایستگاه‌های مورد مطالعه در طی دوره زمانی موردنظر و به وسیله استفاده از روش‌های درون‌یابی بدست آمده و در ۵ طبقه میزان دمای سالانه را ارائه کرده است.



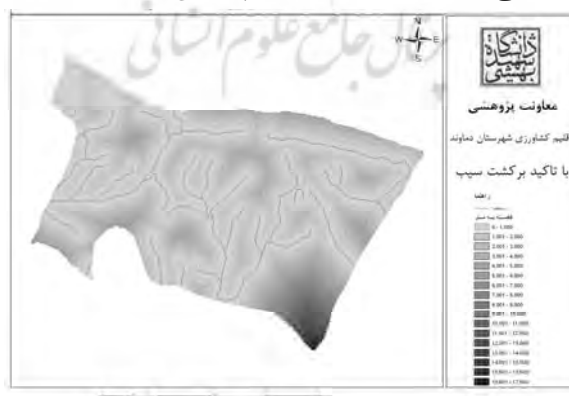
نقشه شماره (۷): سطوح هم‌دما در شهرستان دماوند

۸- نقشه تبخیر: این نقشه که نمایش دهنده میزان تبخیر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد نیز با استفاده از آمارهای ایستگاه‌ها و در دوره مورد نظر با بکارگیری روش‌های درون‌یابی تهیه شده است.



نقشه شماره (۸): سطوح هم تبخیر در شهرستان دماوند

۹- نقشه فاصله از شبکه هیدروگرافی: یکی از عوامل ایجاد و گسترش باغ‌های سیب دسترسی به میزان آب قابل دسترس می‌باشد، از طرف دیگر نزدیکی به رودخانه و برخورداری از میزان رطوبت بیشتر و تبخیر کمتر علاوه بر استفاده از آبرفت‌ها و خاک‌های حاصلخیز دارای اهمیت ویژه‌ای در تولید میوه است. بر این اساس نقشه شبکه هیدروگرافی تهیه شده است. که بر پایه آن نقشه فاصله از آبراهه‌ها تهیه شده است.



نقشه شماره (۹): فاصله از رودخانه در شهرستان دماوند

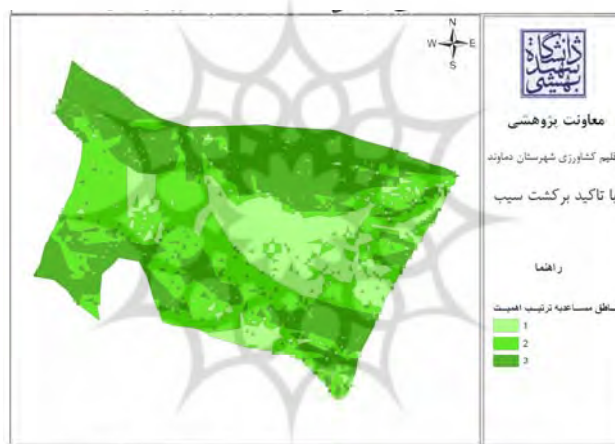
وزن دهی به لایه‌ها

برای آنکه بتوانیم لایه‌های مورد نظر را با یکدیگر مورد تحلیل قرار دهیم و در محاسبات تحلیل مکانی به کار ببریم باید بر اساس روشی استاندارد به آنها وزن داد که وزن بیشتر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر پارامتر مورد نظر در تحلیل نهایی می‌باشد. در این تحقیق تلاش شده است تا داده‌ها بر اساس روش ارزیابی چند معیاره MCE به کلاس‌های وزنی متفاوت تفکیک شده و سپس میزان تأثیر و نقش کلاس مورد نظر را در محاسبات و تحلیل مکانی تعیین می‌نماییم.

در نقشه طبقات ارتفاعی تأکید کلی بر این بوده است تا طبقات را بر اساس ارزیابی چند معیاره با سه کلاس با وزن‌های متفاوت تقسیم کنیم. ارتفاعات پایین‌تر دارای امتیاز بیشتر بوده‌اند که بر این اساس ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۲۰۰۰ متر دارای بیشترین وزن یعنی ۱، ارتفاع بین ۲۵۰۰-۲۰۰۰ وزن ۲ و ارتفاع برابر با ۳۹۰۰-۲۵۰۰ وزن ۳ یا کمترین را به خود اختصاص داده‌اند. در نقشه شیب میزان شیب را به سه کلاس تقسیم نموده‌ایم. کلاس A نشان‌دهنده شیب کمتر از ۵ درجه، کلاس B شیب‌های بین ۱۵-۵ درجه و کلاس C نیز شیب بیشتر از ۱۵ درجه را نشان می‌دهد. نقشه جهت شیب نیز که بر اساس نقشه شیب منطقه بر آورد شده است جهات شیب موثر در پرورش سیب را در سه کلاس بیان کرده است. در کلاس A زمین‌های مسطح و فاقد شیب قابل ملاحظه قرار دارند که دارای بهترین شرایط بوده و بیشترین امتیاز را در تحلیل خواهند داشت، پس از این، زمین‌های دارای شیب‌های جنوب، جنوب‌شرق، جنوب‌غرب، شرق، شمال‌شرق، غرب و شمال‌غرب در کلاس B قرار گرفته‌اند. در نهایت شیب‌های شمالی نیز در کلاس C جای دارند. در نقشه درجه روز هدف کلاس‌بندی میزان درجه روز بر اساس میزان درجه روز مورد نیاز برای رشد درخت سیب در مناطق مختلف می‌باشد که در آن درجه روز برابر با ۳۷۰۰ - ۲۸۰۰ درجه با کلاس A، ۲۸۰۰ - ۱۸۰۰ درجه با کلاس B و کمتر از ۱۸۰۰ درجه را با کلاس C نشان داده شده است. در نقشه بارندگی، میزان بارندگی را در سه کلاس طبقه‌بندی نموده و با این هدف که میزان بارش بیشتر دارای وزن بیشتر است. کلاس A برابر با ۳۹۱-۳۲۵ میلی‌متر، کلاس B برابر با ۳۲۵ - ۲۵۰ میلی‌متر و کلاس C برابر ۲۵۰ - ۱۱۷ میلی‌متر است. بنابراین کلاس A دارای بیشترین وزن و کلاس C دارای کمترین وزن در تحلیل است. نقشه هم‌دما که بر اساس نقشه هم‌دمای شهرستان تهیه شده است محدوده‌های دمای میانگین سالانه را در سه کلاس نشان می‌دهد که عبارتند از: کلاس A: دماهای بیش از ۶ درجه سانتی‌گراد که دارای بیشترین ارزش می‌باشند. کلاس B: دماهای برابر با ۴-۶ درجه سانتی‌گراد که دارای ارزش متوسط هستند. کلاس C: دماهای پایین‌تر از ۴ درجه سانتی‌گراد که دارای حداقل ارزش مورد نظر است. در نقشه هم‌تبخیر مقادیر تبخیر موجود در منطقه موجود می‌باشد که در این قسمت به طبقه‌بندی بر اساس میزان تأثیر در تحلیل نهایی به سه طبقه تقسیم شده است. طبقه اول A: میزان تبخیر در این طبقه بین ۸۰۰-۴۷۷ میلی‌متر است که کمترین تبخیر در منطقه می‌باشد، اما برای ما بسیار مهم است، بنابراین بیشترین وزن موجود را به خود اختصاص داده است. طبقه دوم B: تبخیر در این ناحیه عمدتاً بین مقادیر ۱۲۰۰-۸۰۰ میلی‌متر است که در درجه دوم اهمیت نسبت به طبقه A می‌باشد. طبقه سوم C: در این طبقه نیز میانگین تبخیر در حدود ۱۴۳۲-۱۲۰۰ میلی‌متر است که نسبت به دو طبقه فوق ارزش کمتری را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس نقشه فاصله از رودخانه و اهمیت میزان فواصل به برآورد کلاس‌های ذیل اقدام شده است که بر پایه آن فواصل ۲۵۰۰-۰ متر دارای بیشترین وزن و در کلاس A جای دارند، ۵۵۰۰ - ۲۵۰۰ متر نیز در کلاس B با ارزش متوسط و ۱۶۳۰۰ - ۵۵۰۰ متر نیز با کمترین ارزش در کلاس C قرار دارند.

محاسبه نهایی:

براساس مفهوم Overlay در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از فرمول Index overlay به محاسبه نهایی و تعیین مکان‌های مناسب جهت کاشت درخت سیب با اولویت لایه‌های اطلاعاتی دارای اهمیت بیشتر، که در مراحل مختلف محاسبه به میزان بیشتری وزن را به خود اختصاص دادند، به محاسبه در سه سطح پرداخته شد. در این مرحله که از ابزار جانبی Raster calculation استفاده شده است سه طبقه به ترتیب اهمیت به دست آمده است. در این نقشه طبقه ۱ با مساحت ۷۰۶۴۷ هکتار بهترین مناطق جهت کشت و پرورش سیب به لحاظ اقلیمی و شرایط محیطی به شمار می‌آید، که به لحاظ طبیعی نیز مکان‌هایی هستند که به طور سنتی بیشترین سطح زیر کشت سیب را به خود اختصاص می‌داده‌اند. به نظر می‌رسد که در این گستره عناصر آب و هوایی نسبت به کل شهرستان از حالتی میانگین برخوردار می‌باشند. پس از آن طبقه ۲ با مساحت ۷۴۴۸۷ هکتار در کاشت و پرورش سیب اهمیت بعدی را به خود اختصاص داده است. که بیشتر با مناطق پایکوهی و دارای شیب متوسط انطباق دارد. در مرحله آخر نیز طبقه ۳ قرار دارد که مساحت آن برابر با ۳۷۴۳۹ هکتار می‌باشد و به لحاظ توپوگرافی در ارتفاعات بالا و شیب‌های مرتفع قرار دارد و بالطبع عناصر آب و هوایی نیز در این منطقه از شدت خاصی برخوردار می‌باشند که رشد و تکثیر درخت سیب را در این منطقه به طور طبیعی محدود نموده است.



نقشه شماره (۱۰): مناطق اقلیمی مساعد کشت سیب در شهرستان دماوند

نتیجه گیری

بهترین دما برای فتوسنتز در فصل رشد برای درختان سیب در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در شهرستان دماوند در سه‌ماهه تابستان دما بالاتر از ۲۰ درجه گزارش شده است و در طول این دوره گرمترین ماه‌ها، تیر و مرداد می‌باشند که میانگین دمای ماهانه آنها ۲۴/۲ درجه است که، موارد فوق نشان‌دهنده میزان دمای مناسب برای فصل رشد است. دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد موجب از بین رفتن میوه‌ها در اثر کمبود آب می‌شود. حداکثر دما در مردادماه برابر با ۳۰/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که باز هم دما تقریباً متناسب با مقدار حداکثر است و برای درختان سیب بسیار خطرناک نیست ولی در بعضی از سال‌ها که دما بسیار بالا برود می‌تواند بسیار مضر باشد. حداکثر رطوبت نسبی در دی‌ماه و کمترین رطوبت نسبی در مردادماه دیده می‌شود، که برای پرورش درخت سیب که در اردیبهشت و خرداد نیاز به رطوبت نسبی بیش از ۳۰ درصد برای جوانه زدن، شکوفه دادن و رشد نیاز دارد مناسب می‌باشد. وضعیت تابش نور در شهرستان دماوند از اردیبهشت ماه تا

شهریورماه که اوج فعالیت و نیاز درخت سیب به نور و تابش آفتاب می‌باشد به طور میانگین بالای ۳۰۰ ساعت در ماه است که رقم بسیار بالایی بوده و نیاز درخت را کاملاً تأمین می‌کند. شهرستان دماوند با میانگین ۵۱۸/۶ بارش سالانه میلیمتر از میزان استاندارد بارندگی متوسط سالانه درخت سیب که در حدود ۶۵۰ میلیمتر است برخوردار نمی‌باشد و از این جهت با کمبود روبروست و با توجه به اینکه بیشترین بارندگی در فصل زمستان روی می‌دهد نیاز آبی درخت سیب در این ماه‌ها تأمین و حتی مازاد آن نیز وجود دارد. ولی، در سایر ماه‌ها کمبود آب بایستی از طریق آبیاری جبران گردد و اگر توزیع بارش در تمام فصول متوازن بود باید در این منطقه کشت سیب به صورت دیم نیز رواج یابد. اما، به علت محدودیت آب در این منطقه کشت سیب به صورت آبی انجام می‌شود. در شهرستان دماوند زیاد اتفاق می‌افتد که در فصل بهار در فروردین، اردیبهشت و حتی خرداد ماه بارش تگرگ به باغات سیب و سایر محصولات کشاورزی این منطقه خسارات فراوانی وارد کند یا بارش برف در اوایل فصل بهار که درختان سیب در حال گل‌دهی می‌باشند ممکن است در هنگام شب بر روی شاخه‌های درختان بماند و باعث سرمازدگی شود و یا اینکه در هر زمانی از فصول سرد امکان دارد برف باریده شده چنان سنگین باشد که باعث شکسته شدن شاخه‌های درخت سیب شود. در شهرستان دماوند طول دوره یخبندان ۷ ماه می‌باشد، یعنی از مهرماه شروع می‌شود و تا اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد و به طور متوسط ۱۱۰ روز یخبندان در این منطقه وجود دارد در نتیجه درخت سیب در طول دوره رشد خود تا زمان برداشت محصول، در ماه‌های فروردین و اردیبهشت با یخبندان و سرمازدگی مواجه می‌شود که این عامل به خصوص در دره‌های نسبتاً عمیق و مناطق هموار و دشتی شهرستان دماوند از عوامل محدود کننده و خسارت زا می‌باشد.

مآخذ

- ۱- افخمی، م و م ج، ملکوتی، اثر محلول پاشی کلرور سدیم در بهبود کیفیت و کاهش باقی مانده سموم در میوه سیب، ویژه نامه باغبانی، مجله علوم خاک آب، جلد ۱۲، شماره ۸، موسسه تحقیقات آب و خاک تهران.
- ۲- اهتتام، محمد حسن، عاطفه، خندان، (۱۳۸۲)، اصلاح درختان سیب و اصلاح نباتات در باغبانی، مشهد، انتشارات قدس رضوی.
- ۳- آزاد، علی، (۱۳۸۲)، نقش پارامتر های اقلیمی بر کشت چغندر قند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- ۴- بابالار، م و پیرمادیان، (۱۳۷۹)، م، تغذیه درختان میوه، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- بدری فر، منصور، (۱۳۷۳)، جغرافیای اقتصادی، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۶- بدیعی، ربیع، (۱۳۶۲)، جغرافیای مفصل ایران، جلد سوم، تهران، انتشارات اقبال.
- ۷- تقی بخشی، نیره، (۱۳۸۴)، تاثیر اقلیم بر تولید و پرورش سیب درختی در سطح شهرستان دماوند، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۸- راحمی، محمد، (۱۳۸۰)، فیزیولوژی درختان میوه، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۹- رسول زادگان، یوسف، کلباسی، محمود، (۱۳۷۷)، باغداری متمرکز، تهران، انتشارات سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۱۰- رضانی، بهمن، (۱۳۷۶)، مقدمه ای بر آب و هواشناسی کشاورزی، انتشارات گیلان.
- ۱۱- سرمدیان، فریدون و همکاران، (۱۳۷۸)، تسطیح اراضی، گرایش آب و خاک، تهران، انتشارات مدرسه.
- ۱۲- صفایی، ع، (۱۳۴۵)، دماوند اوضاع طبیعی، اجتماعی و تاریخی، تهران، چاپ ملی.
- ۱۳- طراح، داوود، (۱۳۶۱)، روش نوین کشاورزی و باغداری، موسسه انتشارات امیر کبیر.
- ۱۴- طه نژاد، حسن، (۱۳۸۰)، کشت و پرورش درخت سیب (سیری در باغداری نوین)، تهران، انتشارات بهار.
- ۱۵- علیزاده، امین، (۱۳۷۴)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶- علیزاده، امین و امین، کوچکی، (۱۳۷۴)، کشاورزی، آب و هوا، انتشارات نشر مشهد.
- ۱۷- عیاض ثمر صفا، طاهره، (۱۳۸۲)، ساماندهی اکوتوریسم دماوند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- ۱۸- فیاض زاده، محمود، حسین، رهنما، (۱۳۷۶)، مبانی هواشناسی کشاورزی، تهران، مرکز آموزش عالی هواشناسی و علوم جوی.
- ۱۹- کوچکی، عوض و همکاران، (مترجم)، گریک، دیوید، (۱۳۷۳)، مقدمه ای بر جغرافیای کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲۰- کوانتا، (۱۳۵۹)، راهنمای نیازها و محدودیت های هواشناسی ۱۵ محصول اصلی ایران، سازمان هواشناسی کشاورزی کشور.
- ۲۱- کوچکی، عوض، مهدی، نصیری، (۱۳۷۱)، اکولوژی گیاهان زراعی، جلد اول، جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۲۲- مظفری، غلامعلی، (۱۳۶۸)، اصول و مبانی آب و هواشناسی کشاورزی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۲۳- منیعی، عباسعلی، (۱۳۷۱)، سیب و پرورش آن، شرکت انتشارات فنی ایران.
- ۲۴- مهدوی، محمد، (۱۳۸۰)، هیدرولوژی عمومی، ناشر موسسه فرهنگی و انتشارات آیه، چاپ اول.
- ۲۵- نصرتی، مسعود، (۱۳۸۱)، تاریخ دماوند و آثار تاریخی آن، انتشارات تربت.
- ۲۶- وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۷۹)، پروژه کنترل و مهار سیلاب وادان، کوهان آبسرد.

۲۷- یزدی، علی اصغر (۱۳۸۲)، نقش جغرافیا در مکان یابی اکوتوریسم دماوند، پایان نامه کارشناسی ارشد.

28- Interpolating surfaces in arcgis spatial analyst , by colin childs, esri education services.

29- Applications of spatial interpolation of climatological and meteorological elements by the use of geographical information systems (GIS), Ole Einar Tveito Wolfgang Schöner, Report no. 1/WG2 Spatialisation/ COST-719

30- Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes, Wouter Buytaert a,b,*, Rolando Celleri c, Patrick Willems c, Bert De Bie`vre b, Guido Wyseure a, Journal of Hydrology (2006) 329, 413– 421

31- A GIS Approach to Watershed Modeling in Maricopa County, Arizona, By E. James Nelson, Christopher M. Smemoe, and Bing Zhao

