انـدیشـــه جغـــرافـیایـــی
سال دوازدهم، شماره بیست و سوم، بهار و تابستان۱۳۹۹
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۱۵۸

Geographic Notion
Vol. ۲۳.Spring & Summer ۲۰۲۱
Zanjan University
No ۱۵۸

پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت سیب‌زمینی در استان کردستان

نبی محمدی[۱]

چکیده

یکی از راه‌های اساسی برای توسعه و ارتقاء فعالیت‌های کشاورزی، تعیین و شناسایی نواحی مستعد برای کاشت با توجه به شرایط اقلیمی و فیزیوگرافی زمین است. لذا در این تحقیق به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت سیب‌زمینی در استان کردستان بر اساس عناصر آب و هوایی و عوامل فیزیکی زمین، با استفاده از عملیات انطباق لایه‌های مختلف در محیط GIS پرداخته شد. عناصر اقلیمی مورد مطالعه شامل بارش سالانه، دمای سالانه، بارش جوانه‌زنی، دمای طول دورهٔ رشد، حداقل دمای سه ماهه اول رشد و میزان واحدهای گرمایی(درجه-روز) است .همچنین عوامل فیزیکی زمین از قبیل عمق خاک، تیپ اراضی، شیب، ارتفاع از سطح دریا نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا با بهره‌گیری از شرایط اقلیمی مطلوب برای کشت سیب‌زمینی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، لایه‌های اطلاعاتی ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی شد. سپس با روش مدل همپوشانی شاخص‌ها، عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین به طور جداگانه تلفیق شدند و در نهایت با ترکیب عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین، نقشه پتانسیل کشت سیب‌زمینی در چهار طبقه مختلف تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین بصورت مجزا و تلفیقی در پهنه بندی اقلیم کشاورزی گیاه زراعی سیب زمینی مؤثر هستند .بر این اساس و تحلیل یافته ها مشخص شد که پهنه متوسط با ۳۷ درصد بالاترین درصد مساحت استان جهت کشت سیب‌زمینی به خود اختصاص می‌دهد و ۱۷/۲درصد مساحت استان که عمدتاً نواحی شمالی استان در محدوده‌های دشت اوباتو را شامل می‌شود، دارای وضعیت نامناسب است. ۳۵/۲ درصد از وسعت استان دارای وضعیت مناسب و ۱۰/۷ درصد دارای وضعیت بسیار مناسب جهت کشت سیب‌زمینی می باشد.

کلیدواژه‌ها: اقلیم کشاورزی، سیب‌زمینی، پهنه بندی،کردستان، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱ – دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه تبریز Email: n.mohamadi۱۹۷۴@gmail.com

مقدمه

در کشور ما به علت تغییرات قابل ملاحظه در فرایند بارندگی و نوسانات دمایی در طول سال، عناصر اقلیمی، نقش ویژه‌ای در عملکرد کشاورزی ایفا می‌نمایند. بطوریکه میزان تولید محصولات کشاورزی همبستگی بالایی با نزولات جوی و روند خیزش دما در هر سال دارد(سبحانی، ۱۳۸۴: ۲). و یکی از راه‌های اساسی برای توسعه کشاورزی، استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اقلیمی است که لازمه آن شناخت عوامل مختلف، تحت عنوان عوامل پایدار (ارتفاع، خاک و شیب) و عوامل ناپایدار (بارندگی، دما و رطوبت) می‌باشد (کافی و همکاران(۱۳۷۹). درنتیجه پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی اراضی، یکی از روش‌های برنامه‌ریزی و توسعه کشاورزی است و در صورتی دقیق و میسر خواهد بود که داده‌های اقلیمی و فیزیوگرافی در یک وا حد مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در این راستا گریف و همکاران[۱] (۲۰۰۰) آگروکلیمای جنوب غربی نیجر را در ارتباط با رشد و مدیریت محصول با استفاده از آمار ۳ ایستگاه در دوره ۳۴ ساله مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بارندگی و تغییرات آن، تبخیر و تعرق و سرعت باد از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رشد محصولات زراعی است. کالدیز و همکاران[۲] (۲۰۰۱) پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی کاشت سیب‌زمینی را با استفاده از داده‌های عناصر اقلیمی نظیر دما و درجه- روز و عوامل فیزیکی زمین از جمله جنبه‌های مختلف خاک در آرژانتین انجام دادند. در این پژوهش ۳ هدف عمده به شرح زیر مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. الف- شناسایی نواحی آگرواکولوژیکی برای تولید سیب زمینی .ب- تعیین مدت زمان فصل رشد(طول دوره رشد محصول). ج- تأکید بر کارآمد بودن GIS و مدلهای موجود درآن جهت برآورد امکانات افزایش تولید محصولات زراعی. در تحقیق مذکور برای

۱-Greef et al
۲ -Caldize et al

پهنه بندی سیب زمینی از داده های عناصر اقلیمی نظیر دما و استفاده از درجه- روز و همچنین عوامل فیزیکی زمین مانند جنبه های مختلف خاک، استفاده شده است. یکی از نکات جالب توجه در این تحقیق تقسیم بندی رده ها و گروه های بزرگ خاک و تعیین ارزش آن برای کشت سیب زمینی است. آلیجندرو و همکاران[۱] (۲۰۰۳) با استفاده از عوامل فیزیکی زمین و عناصر اقلیمی و تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS، نقشه نهایی مناطق مستعد کاشت سیب‌زمینی و ذرت در مکزیک را مشخص کردند. هدف از تحقیق شناسایی مناطق مستعد برای کاشت محصولات بود و با تحلیل داده ها ،نقشه نهایی مناطق مستعد کاشت تهیه گردید ودر این تحقیق آستانه مناسب عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین برای کاشت سیب زمین مشخص شد. هولدن[۲] ودیگران(۲۰۰۴) در تحقیقی با استفاده از دما و مقادیر بارش در ارتباط با تکنیکهای آماری و ارائۀ مدلهای شبیه سازی، به پهنه بندی اقلیم کشاورزی محصولات سیب زمینی، شبدر، جو و ذرت در ایرلند پرداختند.نتایج تحقیق آنها سه ناحیه اقلیم-کشاورزی را مشخص نمود: الف-ناحیه خشک که طول دورۀ خشکی طولانی داشته و مناسب برای کاشت نیست . ب- ناحیه مرطوب با طول دورۀ رشد کوتاه که بعلت کم آبی یا محدودیت آب برای کاشت سیب زمینی مناسب نیست. ج- ناحیۀ مرطوب با طول دورۀ رشد بلند که برای کاشت سیب زمینی مناسب است. طبق تحقیقات باخاوسن[۳] (۲۰۰۵) سیب‌زمینی گیاهی است که در یک سیستم هیدرولوژیک با ۸۵ و ۶۰ درصد رطوبت نسبی به ترتیب بیشترین و کمترین رشد بهینه را دارد و در رطوبت‌های کمتر از ۶۰ و بیشتر از ۸۵ از کیفیت محصول کاسته می‌شود. خیاو و دیگران۴۲ (۲۰۰۷) تأثیر افزایش دما در مصرف آب، افزایش یا کاهش طول دورۀ رشد و برداشت محصول را بر روی

۳-Alijendro et al
۲ - Holden
۵-Backhausen
٦-Xiao et al

محصولات زراعی نخود فرنگی،گندم بهاره و سیب زمینی مورد آزمایش قرار دادند. در این تحقیق که در شرایط ازمایشگاهی و در ایستگاهی در ناحیهٔ نیمه خشک کشور چین در عرض جغرافیایی ۳۶ درجهٔ شمالی که دارای متوسط دمای ۷/۲ در جهٔ سانتی گراد می باشد، محقق به نتایج زیر دست یافت: الف: بطور کلی تأثیر افزایش دما در طول دورهٔ رشد محصول و برداشت کلی محصول ، نشان داد که افزایش ۲ درجهٔ سانتی گراد دمای روزانه در صورتی که آب اضافی به محصول داده نشود، طول دورهٔ رشد را ۴۲ روز کوتاهتر می کند، البته سیب زمینی با این افزایش دما بدون آبیاری زیاد به اندازهٔ سایر محصولات تحت تأثیر قرار نمی گیرد . مارتینز و همکاران[۱] (۲۰۱۶) به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی سیستم های تولید کشاورزی در منطقه خشک کاروینای کلمبیا پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که مناطق مورد بررسی با محدودیت خاک و کمبود آب برای رشد محصولات رو به رو هستند. گوسامی و همکاران[۲] (۲۰۱۸) به بررسی اقلیم کشاورزی مناطق مختلف کشت سیب زمینی در آسام هند پرداختند. نتایج نشان دادکه افزایش سطح کشت در منطقه (۶۱٪) و تولید (۶۴٪) در منطقه مورد مطالعه ثبت شده است.(.سبحانی،۱۳۸۴) با استفاده از داده‌های بارندگی سالانه، بارندگی طول دوره رشد، روزهای یخبندان، دمای سالانه، دمای طول رشد، تبخیر، رطوبت نسبی، ارتفاع و شیب با به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌های اقلیم کشاورزی استان اردبیل را برای گیاهان زراعی سیب‌زمینی و گندم دیم تعیین کرده است. ایشان با بهره گیری از نیاز رویشی (شرایط مطلوب اقلیمی) هر یک از گیاهان مورد مطالعه، لایه اطلاعاتی تولید و هر سری از لایه ها ارزش گذاری وطبقه بندی نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که اولاً عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین به صورت توأم و مجزا در فرایند پهنه بندی اقلیم کشاورزی کاشت گندم دیم و سیب زمینی نقش موثری را ایفا می کنند. ثانیاً از طریق انطباق لایه های موثر در روند

---

۱. Martínez et al
۲- Goswam et al

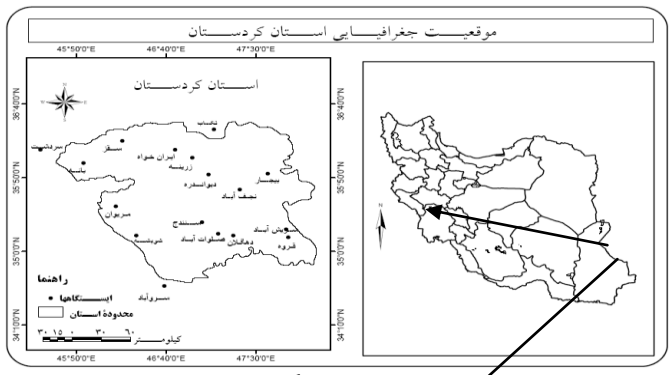
رشد گیاهان زراعی مذکور در محیط GIS ، امکان شناسایی مناطق مستعد برای کاشت این گیاهان وجود دارد. (محمدی ،۱۳۸۵) به بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی پرداخت و اطلاعات بارندگی و درجه حرارت ۲۴ ایستگاه هواشناسی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در این تحقیق ابتدا درجه حرارتهای اصلی و بارش مورد نیاز در مراحل فنولوژیک گندم دیم تعیین گردید. سپس با تهیه لایه های مربوط به توزیع جغرافیایی عناصر اقلیمی مورد استفاده از قبیل احتمال وقوع بارش سالانه ۳۰۰ میلی متر و بیشتر، میزان بارش پاییزه، بهاره وتابستانه و احتمال وقوع دماهای مراحل فنولوژیک گندم دیم و با بهره گیری از روش همپوشانی"وزنی طبقه بندی شده" در محیط GIS، کلیهٔ لایه ها تلفیق و در نهایت نقشهٔ پهنه بندی اراضی برای کاشت این محصول دراستان تهیه گردید. (بلیانی و همکاران،۱۳۹۱) در تحقیقی مشابه، پهنه بندی اقلیم کشاورزی گندم دیم را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داند. در این تحقیق مشخص شد که عناصر اقلیمی بارش سالانه و نحوه توزیع آن در طول دوره رشد و همچنین درجه حرارت تراکمی مهمترین عامل در فرایند کشت گند دیم است و عامل محدود کننده اصلی برای کشت گندم دیم را کمبود بارش و نیاز شدید آبی در محدوده مورد مطالعه عنوان کردند. (صیدی و همکاران،۱۳۹۲) پهنه بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه ای در استان لرستان را در محیط GIS انجام داند.در این بررسی، عناصر اقلیمی دما، بارش، درجه روز از ۷ ایستگاه سینوپتیک در سطح منطقه و پارامترهای محیطی ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از شبکه هیدروگرافی و خاک به عنوان فاکتورهای مؤثر در پهنه بندی، مورد استفاده قرار گرفت. در نقشه نهایی بدست آمده، ۲۹۹۵۲۱ هکتار از اراضی استان برای کشت بسیار مناسب، ۸۰۹۹۵۶ هکتار مناسب، ۱۰۴۰۹۴۴ دارای قابلیت متوسط، ۵۲۹۵۳۵ هکتار نامناسب و۹۵۹۳۰ هکتار نیز برای کشت ذرت دانه‌ای بسیار نامناسب تشخیص داده شد. ایشان نشان داد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی و زمینی، در

مناطق مختلف استان متفاوت است و از طریق تلفیق لایه های مؤثر در فرایند کشت در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد جهت کشت این گیاه زراعی وجود دارد. (خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۹۴) به پهنه بندی تاریخ های کاشت آفتابگردان بر اساس دما در استان اصفهان پرداختند. بر اساس نتایج از ابتدای اسفند کشت آفتابگردان از شرق استان شروع می‌شود و تا خردادماه همه نقاط درجه حرارت لازم برای کشت را کسب می‌کنند. (بیگی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵) به پهنه-بندی اقلیم کشاورزی کشت گوجه فرنگی در استان هرمزگان پرداختند. نتایج نشان دادکه از محدوده مساحت قابل کشت در استان، ۷۸/۵ درصد جزء مناطق بسیار مستعد تا مستعد است. سیب‌زمینی از نظر تولید دومین و از لحاظ اهمیت غذایی سومین محصول پس از گندم و برنج با تولید سالانه بیش از ۵ میلیون تن در کشور ما به شمار می‌رود. استان کردستان نیز با وجود دشت‌های حاصلخیزی نظیر قروه- دهگلان، مریوان و بیجار پتانسیل خوبی برای توسعه کشت سیب‌زمینی دارد. به همین منظور در این تحقیق با استفاده از عناصر اقلیمی و عوامل فیزی به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی، به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت سیب‌زمینی در استان کردستان پرداخته شد.

داده ها و روش ها

سیب‌زمینی از خانواده Slamanaceae و جنس Solanum و نام علمی آن S.Tuberosum است. سیب زمینی شامل ۲۰۰۰گونه وحشی و زراعی است که در سراسر جهان به‌ویژه در نواحی گرم و معتدل پراکنده است و حدود ۱۵۰ گونه آن غده تولید می‌کند. گیاهی است از تیره سیب زمینیان که دارای برگ های مرکب و بریده و گل های سفید یا بنفش است. ساقه های زیر زمینی خوراکی و حاوی اندوخته نشاسته فراوانی است. سیب زمینی درای رقمهای مختلفی می باشد که آن ها را به زور رس، دیر رس و میانه رس تقسیم می کنند. امروزه سیب زمینی پایه ی تغذیه بسیاری از مردم جهان را تشکیل می دهد. بعد از برنج، گندم و ذرت چهارمین ماده غذایی اصلی جهان است.(مقصودی،۱۳۹۳).

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش استان کردستان، با وسعتی برابر با ۲۸۲۳۵ کیلومترمربع در غرب ایران است. این استان بین مدارهای ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و بین نصف‌النهارهای ۴۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی واقع شده است . از شمال به استان‌های آذربایجان غربی و زنجان، از شرق به همدان و زنجان، از جنوب به استان کرمانشاه و از غرب به کشور عراق محدود است.آب و هوای استان کردستان بیش تر متأثر از ارتفاع و جهت کوه های زاگرس، همچنین توده هوای مرطوب مدیترانه ای است. میانگین بارش سالانه ی استان حدود ۵۰۰ میلی متراست که در ارتفاعات غرب و شمال غرب به بیش از ۸۰۰ میلی متر می رسد. نا همواری های استان به دو بخش سرزمین های مرتفع و دشتها تقسیم می شود. رشته کوه شاهوکه ابتدای شروع رشته کوه های زاگرس است در در غرب استان قرار دارد. بلندترین نقطه استان نیز با ارتفاع ۳۳۹۰ متر به نام قله پیر خضر(پیر خدر) در همین رشته کوه واقع شده است. بخش غربی استان در امتداد گسل اصلی و جوان زاگرس با جهت شمالغربی- جنوب شرقی گسترش یافته است. پست ترین نقطه استان نیز در بخش غربی استان و دره رودخانه سیروان واقع شده است. (ایرانی و همکاران،۱۳۹۵).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

جهت انجام پژوهش از آمار هواشناسی عناصر اقلیمی متوسط بارش و دمای اردیبهشت تا مهرماه به صورت متوسط سالانه و ماهانه ۱۷ ایستگاه اعم از ایستگاه‌های همدید، اقلیم شناسی و باران‌سنجی با طول دورهٔ مشترک آماری ۲۵ ساله در بازه زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ استفاده شده .شکل شماره ۱. موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه و همچنین ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی در شکل (۱) آورده شده است.

جهت انجام این پژوهش ۶ لایه عناصر اقلیمی و ۴ لایه عوامل فیزیکی زمین مورد ارزیابی قرار گرفت. عناصر اقلیمی مورد مطالعه شامل بارش سالانه، دمای سالانه، دمای جوانه‌زنی، دمای طول دورهٔ رشد، حداقل دمای سه ماهه اول رشد و میزان واحدهای گرمایی(درجه-روز) است .همچنین عوامل فیزیکی زمین از قبیل عمق خاک، تیپ اراضی، شیب، ارتفاع از سطح دریا نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت تهیه لایه‌های مربوط به عوامل فیزیکی زمین از نقشه‌ی ۱:۲۵۰۰۰۰ رقومی شده منابع طبیعی و قابلیت اراضی استان کردستان و همچنین مدل رقومی ارتفاع(DEM [۱]) استخراج شده از SRTM[۲] استفاده گردید. سپس نقشه‌های عمق خاک و تیپ اراضی توسط بسط دهنده‌های محیط GIS و محیط نرم‌افزار Autodekmap۲۰۰۴ رقومی و به نقشه تبدیل گردیدند. در پایان با تعیین نیازهای رویشی سیب‌زمینی با توجه با عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمینی، ارزش وزنی و طبقه بندی لایه‌ها، مشخص شد و به منظور حصول اهداف نهایی تحقیق از روش همپوشانی شاخص‌ها در محیط رستری استفاده گردید.جهت میان یابی در تهیه لایه های اطلاعاتی و نقشه ها از روش وزن دهی معکوس فاصله (IDW) استفاده شد. روش وزن فاصله معکوس برای مواقعی که تعداد داده های نمونه کم است و از پراکندگی کافی برخوردار نیستند، نسبت به روش های دیگر از جمله کریجینگ از دقت بیشتری برخوردار است.(نجف پور و بابایی فینی،۱۳۹۳). همسایه و امتیاز متوسط لایه‌ها از طریق رابطه زیر محاسبه شده است:

$$S = \frac{\sum^{n} dijwi}{\sum_{i}^{n} w_i}$$

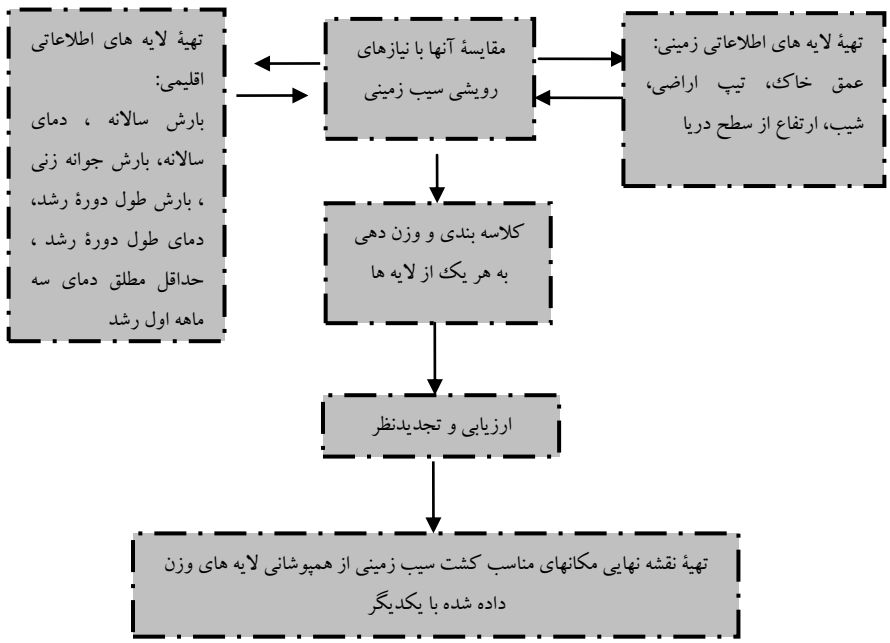
در این رابطه : S نشانه امتیاز وزن شده برای موضوع یا عارضه خاصی است.

$w_i \Leftarrow$ وزن i امین برای نقشه ورودی و dij امتیاز jمین کلاس از iامین نقشه است، مقدار jبه کلاسی که بطور واقعی در موقعیت جاری موجود است، بستگی دارد (بونهام[۳]، ۱۳۷۹). با توجه به

۱ - Digital Elevation Model

۲- Shuutle Radar Topographic Mission۲

اصول تحقیق و پیشینهٔ آن و نیز تحقیقات انجام گرفته در داخل و خارج کشور، استانداردهای تحقیقات قبلی و موجود در پهنه بندی، تجربیات محققین در این زمینه و در نهایت وضع موجود منطقه مورد بررسی در تحقیق جاری مدلی طراحی گردید؛که بر اساس آن به لایه‌های اطلاعاتی ارزش وزنی مناسب تعلق گرفت. بدین‌صورت که ارزش وزنی ۱۰۰-۸۰ خیلی مناسب، ۸۰-۶۰ مناسب، ۶۰-۴۰ متوسط و کمتر از ۴۰ به عنوان ارزش وزنی ضعیف یا نامناسب در نظر گرفته شد.کارنمای مراحل انجام این تحقیق به صور خلاصه در شکل (۲) آورده شده است.



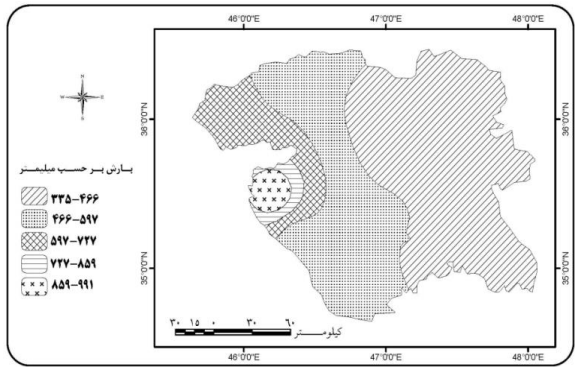
شکل ۲- کارنمای مراحل انجام پژوهش

نتایج و بحث

تحلیل یافته‌های عناصر اقلیمی

جهت بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در پهنه‌بندی اراضی استان کردستان در رابطه با کشت سیب‌زمینی، لایه‌های اطلاعاتی بارش سالانه، دمای سالانه، بارش جوانه‌زنی، دمای طول دورهٔ رشد و دمای حداقل مطلق سه ماهه اول در محیط GIS، رقومی و به نقشه تبدیل گردید.

بارش سالانه: به‌طور کلی در میان فاکتورهای محیطی، رطوبت خاک مهم‌ترین عنصر محدودکننده در تولید و کیفیت سیب‌زمینی محسوب می‌شود. زیرا این گیاه دارای سیستم ریشه تقریباً نازکی است که حدود ۸۵ درصد از طول ریشه در ۳۰ سانتی‌متری لایه سطحی خاک، متمرکز است. به‌طوری که در طول دورهٔ رشد به بارندگی ۳ تا ۴ میلی‌متر در روز نیاز دارد.(یوآن[۱] و همکاران ،۲۰۰۳). با توجه به نتایج حاصل حدود ۱۶ درصد از مساحت استان از نظر توزیع بارش سالانه مناسب، ۳۴ درصد متوسط و بقیه اراضی نامناسب تشخیص داده شد (شکل ۳ و جدول ۱).



شکل۳- توزیع مقادیر بارش سالانه در سطح استان کردستان

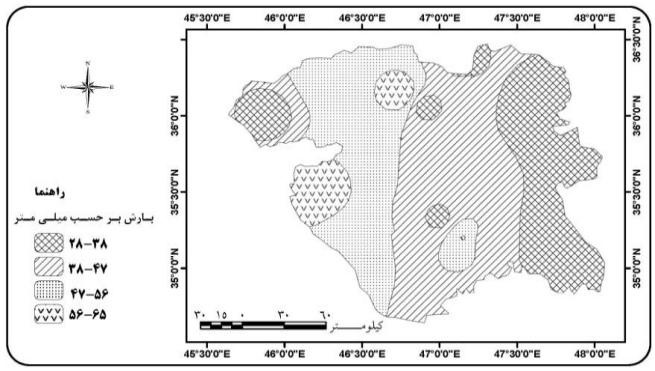
بارش مرحله جوانه زنی: جذب رطوبت توسط بذر، اولین فرایند در سلسله فعالیت متابولیکی در جوانه زنی است که صورت می گیرد(کاظمی ،۱۳۷۸ : ۵۷). بذر سیب زمینی برای جوانه زدن به طور عادی لازم است که حدود ۳۵- ۴۰ میلی متر بارندگی دریافت کند. بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط (مظفری ،۱۳۷۹) و نیز (سبحانی،۱۳۸۴) ، مناسب ترین بارش برای مرحله جوانه زنی سیب زمینی حدود ۴۰ میلی متر تعیین گردیده است. در تحقیق حاضر داده های بارش مرحله جوانه زنی سیب زمینی(اردیبهشت ماه)در استان کردستان، استخراج و در محیط GIS رقومی گردید و نقشه مربوطه (شکل شماره ۴)، تهیه گردید.

۱-Yuan

جدول۱-ارزش وزنی بارش سالانه

بارش سالانه(mm)	ارزش وزنی	مساحت (Km^2)	مساحت (٪)
۳۳۵ -۴۶۶	۴۰	۱۴۱۰۵	۴۹/۸
۴۶۶ -۵۹۷	۶۰	۹۷۳۹	۳۴/۴
۵۹۷ -۷۲۷	۸۰	۳۲۹۷	۱۱/۷
۷۲۷ -۷۵۹	۹۰	۵۵۱	۱/۹
۷۵۹ -۹۹۱	۱۰۰	۶۵۹	۲/۳

همچنانکه در شکل ۴ دیده می شود، اکثریت زمینهای قابل کشت استان از حداقل بارش مورد نیاز برای مرحله جوانه زنی سیب زمینی (۴۰ میلی متر) برخوردار می باشند. حتی در بیشتر مناطق استان مازاد بارش نیز مشاهده می شود.



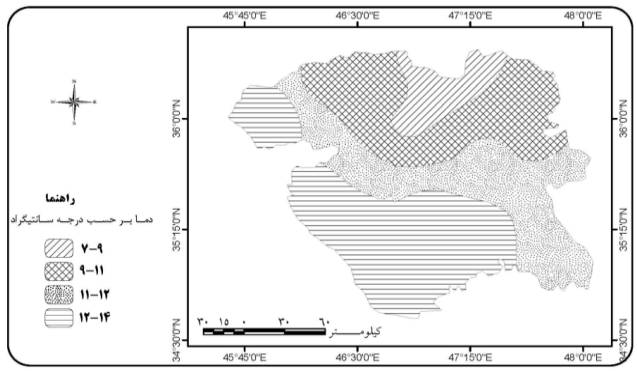
شکل۴- توزیع مقادیر بارش مرحله جوانه زنی سیب زمینی در سطح استان کردستان

جدول شماره ۲- ارزش وزنی مقادیر بارش مرحله جوانه زنی سیب زمینی

بارش جوانه زنی	ارزش وزنی	مساحت (Km□)	مساحت(٪)
۲۹ -۳۸	۷۵	۸۰۷۶	۲۸/۵
۳۸ -۴۷	۱۰۰	۷۶۵۳	۲۶/۹
۴۷ -۵۶	۹۰	۱۰۸۴۵	۲۸/۳
۵۶ -۶۵	۸۰	۱۷۸۱	۶/۳

دمای سالانه: دما یکی از عوامل تعیین‌کننده در جغرافیای گیاهان زراعی است. برای هر گیاهی، محدوده آستانه حرارتی معینی تعریف شده است. به‌طور کلی سیب‌زمینی گیاهی نسبتاً سرمادوست و جزء محصولات فصل خنک محسوب

می‌شود(پرویزی و همکاران،۱۳۸۶: ۷). بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط (سازمان هواشناسی ،۱۳۵۴) و(سبحانی ،۱۳۸۴ :۶۴-۶۷)، مناسب‌ترین دمای سالانه برای کشت سیب‌زمینی ۱۲ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است. در بیشتر تحقیقات داخلی و خارجی دمای سالیانه پایین تراز ۱۰ در جه سانتی‌گراد برای سیب‌زمینی نامناسب تشخیص داده شده است. با توجه به نتایج حاصل بر اساس دمای سالانه حدود ۳۷ درصد از زمین‌های استان جهت کاشت سیب‌زمینی خیلی مناسب تشخیص داده شد که بیشتر شامل محدوده‌های جنوب و غرب استان است (شکل ۵ و جدول ۳).

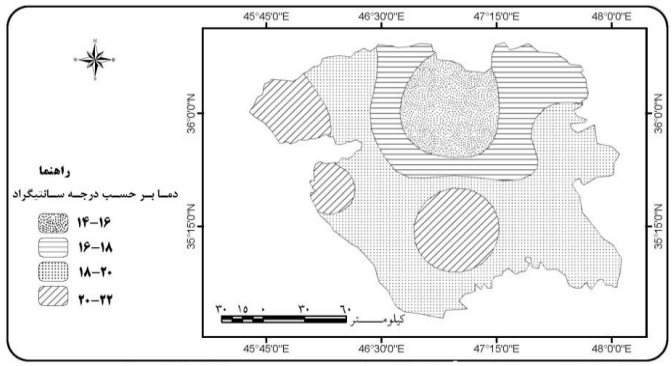


شکل۵: توزیع مقادیر دمای سالانه در سطح استان کردستان

جدول ۳: ارزش وزنی مقادیر دمای سالانه

دما (°C)	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۷-۹	۴۰	۲۲۰۷	۷/۸
۹-۱۱	۶۰	۷۵۴۰	۲۶/۶
۱۱-۱۲	۸۰	۷۹۹۴	۲۸/۲
۱۲-۱۴	۱۰۰	۱۰۶۱۱	۳۷/۴

دمای طول دوره رشد: با توجه به مطالعات انجام گرفته، مناسب‌ترین دما در طول دوره رشد(اردیبهشت تا مهر ماه) سیب‌زمینی ۱۶ الی ۲۰ درجه می‌باشد. در دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد گیاه سیب‌زمینی، دارای طول دورهٔ رشد کوتاه‌تری می‌باشد. توقف کامل تولید غده در دمای بالاتر از ۲۹ درجه به اثبات رسیده است .(مظفری،۱۳۸۲: ۲۷۳). نتایج حاصل نشان داد که حدود ۷۰ درصد از اراضی استان خیلی مناسب و ۳۰ درصد نیز دارای ارزش متوسط می‌باشد (شکل ۶ و جدول ۴).

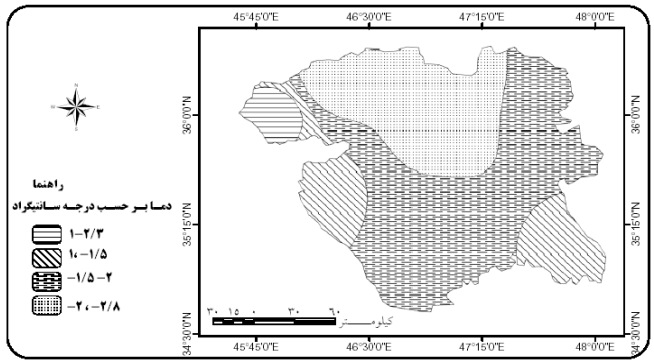


شکل۶: توزیع مقادیر دمای طول رشد سیب‌زمینی در سطح استان کردستان

جدول ۴: ارزش وزنی دمای طول دوره رشد

دما (C°)	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۱۴-۱۶	۵۰	۳۴۴۵	۱۲/۲
۱۶ - ۱۸	۸۰	۶۰۰۶	۲۱/۲
۱۸ - ۲۰	۹۰	۱۴۰۶۷	۴۹/۶
۲۰ -۲۲	۵۰	۴۸۳۸	۱۷

دمای حداقل مطلق سه ماهه اول رشد: با توجه به محدوده آستانه حرارتی معینی که هر گیاه زراعی دارا می‌باشد، دماهای بیشتر و کمتر از آستانه مشخص شده برای گیاه می‌تواند در مراحل رشد محصول زراعی وقفه ایجاد کند. (صفوی و همکاران،۱۳۸۵ :۳۵). لذا با توجه به دمای حداقل مطلق سه ماهه اول رشد، ۲۸/۶ درصد از مساحت استان از این نظر دارای محدودیت شدید برای کاشت بوده و ۲۰ درصد فاقد محدودیت است. در بقیه مناطق استان، کشت این محصول همواره با خطر سرمازدگی همراه می‌باشد (شکل ۷ و جدول ۵).



شکل۷: توزیع مقادیر حداقل مطلق دمای سه ماهه اول رشد سیب‌زمینی

جدول ۵: ارزش وزنی حداقل دمای مطلق سه ماهه اول رشد

دما(°C)	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۱ ، ۲/۳	۹۵	۱۱۱۵	۳/۹
-/۲ ، ۱	۶۵	۴۷۸۶	۱۶/۹
-۱/۵ ، -/۲	۵۰	۱۴۳۵۹	۵۰/۶
-۲/۸ ، -۱/۵	۲۵	۸۰۹۹	۲۸/۶

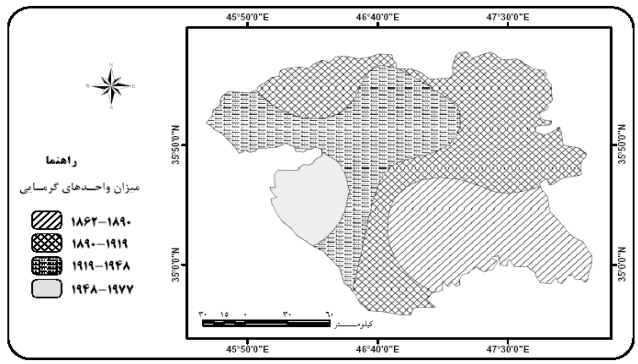
مجموعه درجه روز-رشد: طول روز یا مدت زمان روشنایی، مرحله گل دهی را تعیین می کند و اثر عمیقی بر روی محتوای هیدرات کربن محلول موجود دارد. اکثر گیاهان تنها در زمانی که در معرض بعضی از دوره های نوری ویزه قرار می گیرند شکوفه می دهند. بر اساس همین واکنش گیاهان را از نظر مدت روشنایی به گیاهان روز کوتاه[۱] -روز بلند[۲]و بی تفاوت[۳]نسبت به طول مدت روشنایی طبقه بندی می کنند. زمانی که عامل محدود کننده محیطی دیگری وجود نداشته باشد، بلندی طول روز، فتوسنتز را افزایش می دهد(مظفری ، ۱۳۸۲ : ۴۵) و برگ های سیب زمینی به طرف بالا می پیچند(صفری ،۱۳۸۵ : ۳۵). با توجه به تحقیقات (رستگار،۱۳۷۷ : ۱۰۵) طول مدت روز در زراعت عامل مهم و نیز درتعیین مراحل

[۱] – Short day plants
[۲] – Long day plants
[۳] – Day neutral plants

کشت بسیار با اهمیت تلقی می گردد. در کشت محصول، نمی توان طول روز را به اختیار تغییر داد اما این امکان وجود دارد که با انتخاب محصول مناسب برای هر منطقه جغرافیایی رشد و باروری گیاهان را با طول روز تطبیق نمود.

جدول۶: مجموعه واحدهای گرمایی(درجه-روز)

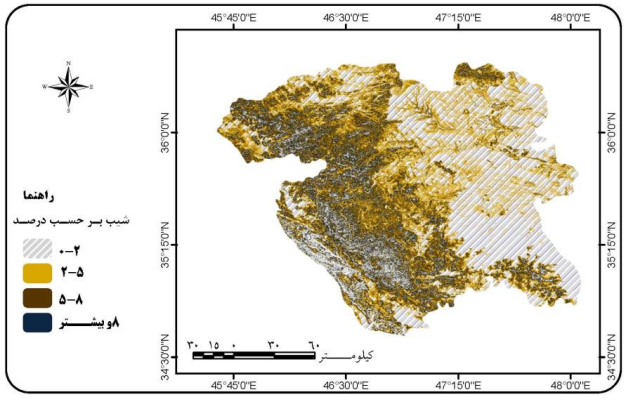
واحدهای گرمایی	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۱۸۶۲-۱۸۹۰	۸۵	۵۸۰۹	۲۰/۶
۱۸۹۰-۱۹۱۹	۹۰	۱۱۲۶۴	۳۹/۸
۱۹۱۹-۱۹۴۸	۹۵	۷۴۷۴	۲۶/۴
۱۹۴۸-۱۹۷۷	۱۰۰	۳۶۸۹	۱۳



تحلیل یافته‌های عوامل فیزیکی زمین

جهت بررسی و ارزیابی نقش عوامل فیزیکی زمین در پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت سیب‌زمینی در استان کردستان، لایه‌های شیب زمین، ارتفاع از سطح دریا، عمق خاک و تیپ اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت.

شیب زمین: شیب زمین یکی از مهم‌ترین جنبه‌های فیزیوگرافیک مؤثر در کشاورزی محسوب شده و عامل مهم در پهنه‌بندی اراضی به شمار می‌رود(سبحانی،۱۳۸۴: ۷۵).



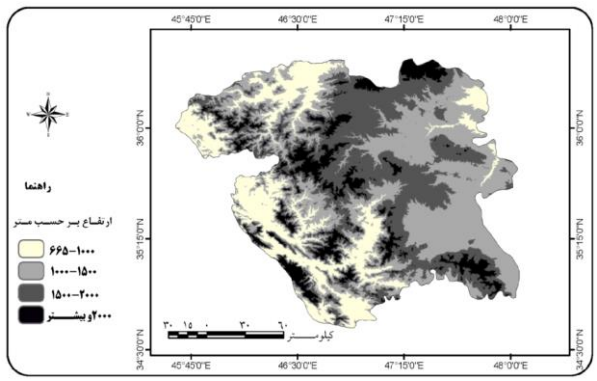
شکل ۹: نقشه شیب زمین‌های استان کردستان

جدول۷: ارزش وزنی و مشخصات شیب زمین‌های استان کردستان

شیب(%)	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۰-۲	۱۰۰	۱۰۴۸۹/۸	۳۷
۲-۵	۸۵	۶۹۱۷/۷	۲۴/۴
۵ -۸	۵۰	۵۱۰۳/۲	۱۸
بیشتر از۸	۲۵	۵۸۴۰/۳	۱۹/۶

شیب زمین به طرق مختلف بر کشاورزی تأثیرگذار است. مثلاً در زمین‌های مسطح در مقایسه با زمین‌های شیب‌دار، آب به مدت طولانی‌تری روی زمین می‌ماند و در نتیجه فرصت نفوذ بیشتری دارد و لذا مقدار رواناب کاهش یافته و مقدار نفوذ افزایش می‌یابد و مقدار باران مؤثر نیز افزایش می‌یابد (فرشی و همکاران، ۱۳۸۲: ۹۸).تحقیقات قبلی از جمله (مخدوم،۱۳۸۵) شیب مناسب را بین ۰-۲ درصد ذکر کرده است. بر اساس نتایج حاصل، ۳۷ درصد از زمین‌های استان(۱۰۴۸۹/۸ کیلومترمربع) از نظر شیب،خیلی مناسب و ۲۴/۴ درصد مناسب برای کشت تشخیص داده شد. در کل ۳۹ درصد از اراضی استان برای کاشت سیب‌زمینی نامناسب تشخیص داده شد (شکل ۹ و جدول ۷).

ارتفاع از سطح دریا: پستی و بلندی یک ناحیه، تعیین کنندهٔ ارزش آن ناحیه برای انجام زراعت است. در نواحی مرتفع کاهش فشار هوا، شیب تند، نوع خاک، وزش باد، کاهش دما و نیز ابرناکی از عوامل عمده محدود کننده زراعت در این مناطق محسوب می‌شوند(محمدی،۱۳۸۵: ۵۴). نقشه طبقات ارتفاعی استان کردستان بر اساس طبقه‌بندی ارتفاعی (مخدوم، ۱۳۸۵) صورت گرفته است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: نقشه طبقات ارتفاعی استان کردستان

منطقه مورد مطالعه از لحاظ ارتفاع به چهار طبقه تقسیم شده است. هدف از این طبقه‌بندی تعیین مرز رشد گیاهان زراعی در ارتفاع خاص می‌باشد. با توجه تحقیقات انجام گرفته سیب‌زمینی در ارتفاع پایین‌تر از ۱۵۰۰ متر رشد خوبی خواهد داشت.

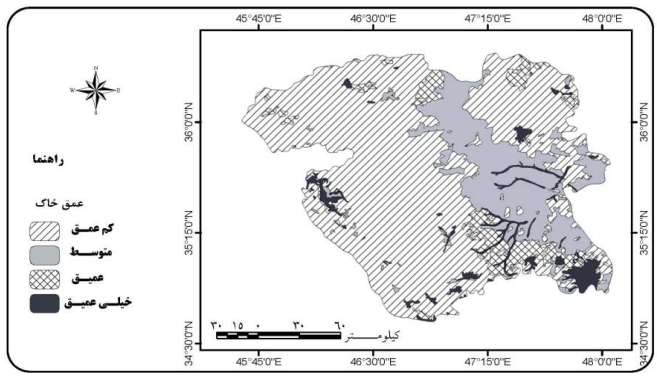
جدول۸: رزش وزنی و مشخصات طبقات ارتفاعی استان

ارتفاع(m)	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
۶۶۵ -۱۰۰۰	۹۵	۷۷۶۴/۶	۲۷/۵
۱۰۰۰ -۱۵۰۰	۷۵	۹۵۱۵/۱	۳۳/۷
۱۵۰۰- ۲۰۰۰	۵۰	۸۰۱۸/۷	۲۸/۴
بیشتر از ۲۰۰۰	۲۵	۲۹۶۴/۶	۱۰/۵

طبقه‌بندی ارتفاعی استان نشان می‌دهد که حدود ۲۹ درصد از اراضی استان از این لحاظ، برای کشت سیب‌زمینی مناسب می‌باشد و عموماً ارتفاعی کمتر از ۱۵۰۰ متر

را دارا می‌باشد. ۱۰ درصد نیز به دلیل ارتفاع زیاد و سنگلاخی بودن نامناسب تشخیص داده شد (جدول ۸).

عمق خاک: خاک محیطی است جهت نگهداری ذخیره رطوبتی، محل تنفس گیاه و تقریباً تمام رطوبت مصرفی گیاه از خاک به دست می‌آید، که قابلیت دسترسی به رطوبت خاک لازمه بقاء گیاهان است (فنگ[۱]،۲۰۰۷). عملاً سیب‌زمینی در اکثر خاک‌ها، حتی خاک‌هایی با بافت خیلی سنگین نیز کشت می‌شود و لیکن خاک مناسب برای زراعت سیب‌زمینی بایستی دارای درصد تخلخل مناسب و تهویه و زهکشی خوب باشد.



شکل۱۱: نقشه عمق خاک استان کردستان

جدول۹: ارزش وزنی عمق خاک استان کردستان

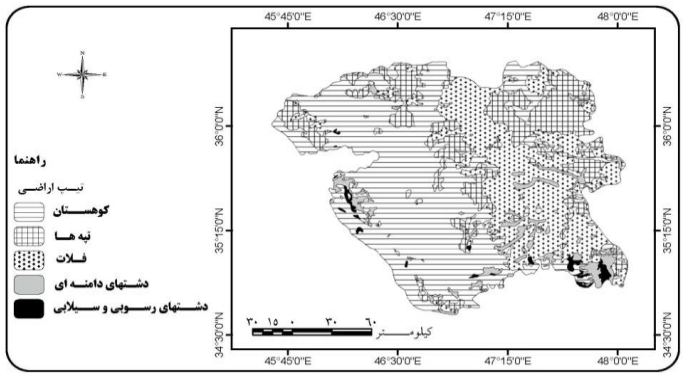
عمق خاک	ارزش وزنی	مساحت (Km^2)	مساحت(%)
کم عمق	۰	۱۳۷۲۹	۴۸/۶
متوسط	۲۵	۱۰۹۰۲	۳۸/۴
عمیق	۶۰	۲۰۷۰	۷/۳
خیلی عمیق	۱۰۰	۱۶۴۰	۵/۷

سیب‌زمینی در خاک‌هایی با بافت متوسط (لوم و لوم شنی) و عمیق، بیش‌ترین محصول را تولید می‌کند (پرویزی و همکاران،۱۳۸۶: ۱). در جدول (۹) و

[۱]-Feng

شکل(۱۱) تعداد طبقات عمق خاک استان بر اساس ارزش وزنی برای محصول سیب‌زمینی نشان داده شده است. چنانچه مشخص است، ۶ درصد از اراضی استان مناسب و ۷ درصد متوسط می‌باشد. بقیه مناطق دارای ارزش ضعیفی برای کاشت هستند.

تیپ اراضی: مناسب‌ترین مکان برای کشت سیب‌زمینی در دشت‌های دامنه‌ای و رودخانه‌ای مشخص شده‌اند، زیرا دارای شیب کم‌تر و خاک عمیق و نفوذپذیر می‌باشند (سبحانی، ۱۳۸۴ :۷۳).



شکل۱۲: نقشه تیپ اراضی استان کردستان

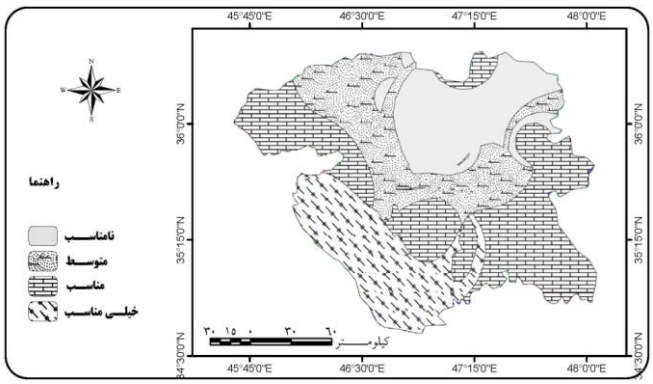
جدول ۱۰: ارزش وزنی و تقسیم‌بندی تیپ اراضی استان

تیپ اراضی	ارزش وزنی	مساحت(Km^2)	مساحت(%)
تیپ کوهستان	۰	۱۳۲۸۴	۴۶/۹
تیپ تپه‌ها،واریزه‌های بادبزنی شکل	۰	۵۹۲۰	۲۰/۹
تیپ فلات‌ها و تراس‌های بالایی	۲۵	۷۵۴۷	۲۶/۵
تیپ دشت دامنه‌ای	۶۰	۱۳۲۸	۴/۷
تیپ دشت‌های رسوبی و رودخانه‌ای	۱۰۰	۲۷۰	۱

با توجه به نتایج حاصل، ۴۷ درصد از مساحت استان به دلیل کوهستانی بودن و ارتفاع زیاد و سنگلاخی بودن، شرایط لازم را برای کاشت سیب‌زمینی ندارد. تنها ۷ درصد از اراضی از این نظر مناسب می‌باشد (شکل ۱۲ و جدول ۱۰).

پهنه‌بندی بر اساس عناصر اقلیمی

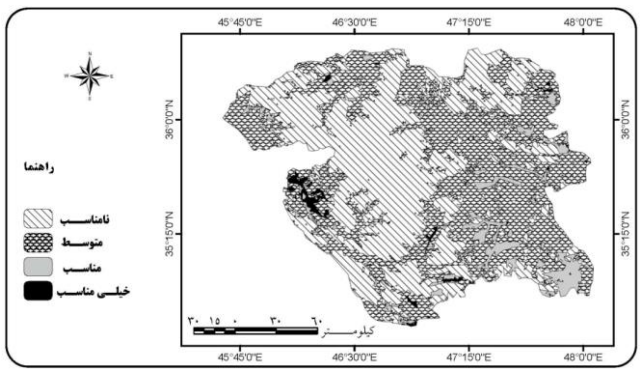
به منظور آگاهی از نقش عناصر اقلیمی در پهنه‌بندی سیب‌زمینی، مهم‌ترین داده‌هایی که در روند طول دوره رشد این محصول مؤثرند با روش همپوشانی چند کلاسه تلفیق گردیدند و پهنه‌بندی سیب‌زمینی بر اساس عناصر فوق انجام شد (شکل ۱۳). بر اساس پهنه‌بندی حاصل از عناصر اقلیمی، ۲۱/۳ درصد از اراضی استان خیلی مناسب، ۳۱/۸ درصد مناسب، ۱۹/۷ درصد متوسط و ۲۷/۲ درصد نامناسب می‌باشد.



شکل ۱۳: پهنه‌بندی اراضی استان کردستان بر اساس عناصر اقلیمی

پهنه‌بندی بر اساس عوامل فیزیکی زمین

برای تعیین محل کشت سیب‌زمینی، علاوه بر نقش عناصر اقلیمی، مطالعهٔ نقش عوامل فیزیکی زمین نیز مورد نیاز است. لذا لایه‌های عوامل فیزیکی زمین نیز به‌طور جداگانه به روش همپوشانی چند کلاسه، در محیط GIS با هم ترکیب شدند.



شکل۱۴: پهنه‌بندی اراضی استان کردستان بر اساس عوامل فیزیکی زمین

بر اساس این پهنه‌بندی، حدود ۴۸ درصد از اراضی استان نامناسب، ۴۴ درصد متوسط، ۶ درصد مناسب و حدود ۱/۲ نیز خیلی مناسب تشخیص داده شد (شکل ۱۴).

پهنه‌بندی نهایی قابلیت اراضی استان کردستان برای کاشت سیب‌زمینی

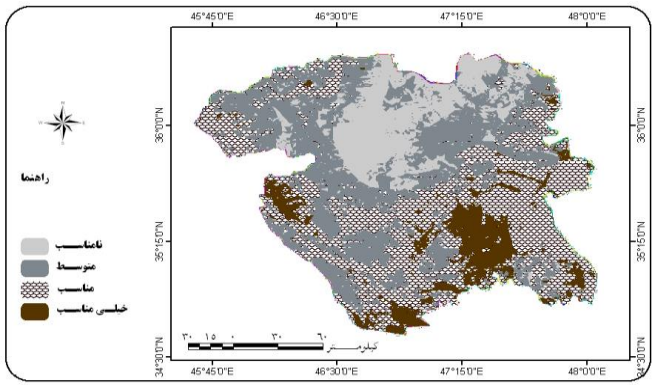
جهت پهنه‌بندی نهایی و رسیدن به اهداف تحقیق، تمام داده‌های مربوط به عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین با بهره‌گیری از مدل همپوشانی شاخص‌ها، در محیط GIS تلفیق شدند و در نهایت نقشه پتانسیل کشت سیب‌زمینی در استان کردستان تهیه گردید (شکل ۱۵). نقشه نهایی حاصل از پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی سیب‌زمینی در استان کردستان دارای ۴ پهنه به شرح زیر می‌باشد:

اراضی بسیار مناسب: به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد سیب‌زمینی دارای عملکرد بالا هستند. این مناطق همچنین دارای شیب مناسب، خاک‌های عمیق و توپوگرافی مناسب جهت کشت این محصول می‌باشند. این ناحیه حدود ۱۰/۷ درصد (۲۹۹۸ کیلومترمربع) مساحت استان را به خود اختصاص داده است.

مناطق مناسب: شرایط ضعیف‌تری را نسبت به مناطق مستعد دارند ولی با کشت سیب‌زمینی در این مناطق می‌توان عملکرد محصول نسبتاً خوبی را از آن‌ها انتظار داشت. این ناحیه ۳۵/۲درصد مساحت استان (۹۸۷۴ کیلومترمربع) را شامل می‌شود.

مناطق متوسط: در قسمت‌های شمالی استان ناشی از دریافت بارش کمتر در طی سال و محدودیت‌های دما در طول دوره رشد، به‌ویژه دماهای بحرانی و پایین در ماه‌های ابتدایی رشد سیب‌زمینی و در مناطق متمایل به مرکز استان به دلیل ارتفاعات سنگلاخی، خاک‌های کم‌عمق و زمین‌های عریان به وجود آمده‌اند. این پهنه بالاترین درصد مساحت استان یعنی ۳۷ درصد(۱۰۳۶۷ کیلومترمربع) را به خود اختصاص داده است.

مناطق نامناسب: به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی و نیز محیط فیزیکی نامناسب زمین، کشت این محصول مقرون به صرفه اقتصادی نیست. این مناطق به مساحت تقریبی ۴۸۰۸ کیلومترمربع(۱۷/۲درصد)، نواحی شمالی استان در محدوده‌های دشت اوباتو(هوتو)، مناطق غربی و شمالی شهرستان دیواندره را شامل می‌شود. با توجه به عملیات میدانی و پایش منطقه از نزدیک، مناطق چهارگانه مذکور تا حدود زیادی با واقعیات منطقه مطابقت دارد.



شکل ۱۵: نقشه نهایی پتانسیل اقلیمی و زمینی کشت سیب‌زمینی در استان کردستان

نتیجه‌گیری

استان کردستان یکی از مناطق مستعد کشاورزی کشور است. لذا مطالعه محصولات زراعی با توجه به تأثیر آب و هوا و عوامل فیزیکی زمین در منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج تحقیق بیانگر این واقعیت است که عنصر بارندگی سالانه در استان کردستان به جز در ایستگاه‌های مریوان و بانه، در سایر نواحی کم‌تر از بارش مورد نیاز سیب‌زمینی بوده و مزارع سیب‌زمینی آب مورد نیاز خود را از طریق آبیاری تأمین می‌کنند. البته در ایستگاه‌های مذکور نیز به دلیل عدم دریافت بارش کافی به‌ویژه در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت،کشت دیم سیب‌زمینی در این مناطق امکان‌پذیر نمی‌باشد. با توجه به اینکه دما نقش تعیین کننده و مستقیمی در طول دوره رشد سیب‌زمینی دارد، با تحلیل دمای سالانه، دمای طول دوره رشد، مناسب‌ترین دما برای کاشت سیب‌زمینی در استان کردستان ۱۲ تا ۱۵

درجه‌ی سانتی‌گراد تعیین شده است. به دلیل تأثیر پذیرفتن سیب‌زمینی از نوسانات دما، مخصوصاً آسیب‌پذیر بودن آن در برابر دماهای پایین، نقشه‌های دمای مرحله جوانه‌زنی و حداقل مطلق دمای سه ماهه اول رشد این گیاه نیز مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که ایستگاه‌های شمالی استان به علت دماهای پایین و بحرانی در طول رشد این محصول، برای کاشت سیب‌زمینی مناسب نیستند. بنابراین دما بعد از بارش مهم‌ترین عنصر اقلیمی مهم و محدودکننده کاشت سیب‌زمینی در استان محسوب می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل عناصر اقلیمی مشخص است که، نواحی مناسب برای کاشت سیب‌زمینی مناطق وسیع‌تری از استان را نسبت به نتایج حاصل از تحلیل عوامل فیزیکی زمین، شامل می‌شود. همچنین نواحی مرتفعی که امکان کاشت گیاهان زراعی در آن وجود ندارد نیز مناسب تشخیص داده شده است. این موضوع به دلیل در نظر نگرفتن نقش زمین در پهنه‌بندی مذکور است. در نتیجه می‌توان اظهار نظر نمود که برای یک پهنه‌بندی اقلیم -کشاورزی مناسب، ترکیبی از عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین مورد نیاز است.

منابع

۱. اچ. اس. ماوی ،۱۳۸۲، اصول و مبانی هوشناسی کشاورزی، ترجمه ی غلامعلی مظفری، موسسهٔ انتشارات نیک پندار. چاپ اول.

۲. ایرانی و همکارن، (۱۳۹۵)؛ استان شناسی کردستان، دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی.

۳. بلبانی، یدالله؛ حجازی زاده زهرا؛ ه فرجی، عبدالله ؛ بیات، علی.(۱۳۹۱)، پهنه بندی اقلیم کشاورزی گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: استان فارس، نشریه جغرافیای طبیعی، بهار ۹۱، دوره۵، شماره ۱۵

۴. بیگی‌پور، غلامحسین.، عبدالهی، فرزین.، شاکری‌زاده، ابراهیم. (۱۳۹۵). پهنه بندی آگروکلیماتولوژی کشت گوجه فرنگی(Solanumlycopersicum)در استان هرمزگان، اکوفیزیولوژی گیاهی، دوره ۸، شماره ۲۴، صص ۲۴۷-۲۳۸.

۵. بونهام، کارتر، گریم اف(۱۳۷۹)؛ سیستم اطلاعات جغرافیایی برای دانش پژوهان علوم زمین، مدل سازی به کمک GIS، ترجمه ی گروه زمین مرجع سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدن کشور، چاپ اول .

۶. پرویزی، خسرو و جعفر نیکان(۱۳۸۶)؛ دستورالعمل فنی کشت و زراعت سیب زمینی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، مدیریت زراعت.

۷. سبحانی، بهروز(۱۳۸۴)؛ پهنه بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره ای در محیط GIS، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

۸. پیتر، ج. ۱۳۷۹. آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه محمد کافی و همکاران. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

۹. خوشحال دستجردی، جواد.، یساری، طلعت.، ابراهیمی قلعه لانی، زینب. (۱۳۹۴).پهنه بندی تاریخ های کاشت آفتابگردان بر اساس دما در استان اصفهان، تحقیقات جغرافیایی، دور ۳۰، شماره ۳، صص ۶۶-۵۱.

۱۰. رستگار، محمد علی(۱۳۷۱)؛ دیمکاری، انتشارات برهمند.

۱۱. صیدی شاهیوندی؛ خالدی شهریار؛ا شکیبا علیرضا ؛ بمیرباقری، بابک(۱۳۹۲)، پهنه بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک های سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۲; ۱۳ (۲۹) :۱۹۵-۲۱۴.

۱۲. فرشی، علی اصغر و جمشید خیرابی(۱۳۸۲)؛ مدیریت آب آبیاری در مزرعه، انتشارات کمیته ملی زهکشی و آبیاری ایران.

۱۳. کاظمی، حمدالله (۱۳۷۸)، اصول دیمکاری، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز.

۱۴. محمدی، غلام حسن(۱۳۸۵)؛ بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی واجتماعی، دانشگاه تبریز

۱۵. مخدوم، مجید و علی اصغر درویش صفت(۱۳۸۵)؛ ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تهران : انتشارات دانشگاه تهران.

۱۶. مخدوم، مجید(۱۳۸۵)؛ شالوده آمایش سرزمین، تهران : انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

۱۷. مقصودی، شهرام(۱۳۹۳)، سیب زمینی(کشاورزی، صنعت، تغذیه و درمان)، انتشارات علم کشاورزی ایران. چاپ اول.

۱۸. هاردی، بیل (۱۳۸۵) ؛ آفات و بیماری های سیب زمینی (انتشارات مرکز بین المللی سیب زمینی)، ترجمه ی صفر علی صفوی و بهرام دهدار مسجدلو، نشر آموزش کشاورزی، چاپ نخست.

۱۹. Alijendro, Ceballs. ۲۰۰۳. Delieation of Suitable Areas for Crops Using a Multi Eriteria Evalution Approach and Landuse/Cover Mapping: Case study Central Mexico. Agricultural System, Vol, ۷۷, Issuc۲, August, ۱۱۷-۱۳۶.

۲۰. Bakhhausen, E. J., et al. ۲۰۰۵. Salt tolerance of potato (Solanum tuberosun L.) plants depends on light intensity and air humidity. Plant science ۱۶۹:۲۲۹-۲۳۷

۲۱. Caldiz, D. O., Fernando, J.,Gaspari, J. ۲۰۰۱. Agro-ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. Agricultural and Forest Meteorology ۱۰۹: ۳۱۱-۳۲۰.

۲۲. Feng-Xin Wang(۲۰۰۷); Effects of soil matric potential on potato growth under irrigation in the North China Plain . Juornal of Agricultural Water Management,۸۸. ۳۴-۴۲.

۲۳. Goswami,B., Dutta, P., Hussain, R. ۲۰۱۸.Agroclimatic Environment of Various Zones of Potato in Assam, India, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, ۷(۹): ۲۶۲۰-۲۶۲۵.

۲۴. Greef, F., Lawreence, P.,Von Oppen, M. ۲۰۰۰. Agroclimatology in SW Niger-implication for crop growth and Perspectives. Verlage Ulrich E. Grauer, Stuttgart,Germany.

۲۵. Satya , Priya and Ryosuke, Shibasaki(۱۹۹۴); GIS-based Regional crop yield modeling . Journal of arid environments, no ۵۰, ۳۳۳- ۵۴۱.

۲۶. Xiao., et al. ۲۰۰۷. Efects of temperature increase on water use and crop yield in a pea-spring wheat-potato rotation. Enstitude of Arid Meteorology. China Meteorological Administration Gaansa Key Laboratory of Arid climate.

۲۷. Yuan B.Z. and et al(۲۰۰۳); Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agricultural Water Management ۶۳, ۱۵۳-۱۶۷.