

Climatic suitability evaluation for Some Horticultural crops, (Case Study: Makou-Shout County, West Azerbaijan)

Javad Seyedmohammadi  | Bahareh Delsouz Khaki | Fatemeh Ebrahimi Meymand |
Zahra Mohammad Esmail | Rasoul Kharazmi | Mohsen Bagheri Bodaghabadi  

Soil and Water Research Institute, Agricultural research, Education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran.
E-mail: m.baghery@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 18 Sept. 2023
Revised: 06 Nov. 2023
Accepted: 11 Nov. 2023
Published online: 19 Feb. 2024

Keywords:
*Ecological Capacity Assessment,
Sustainable Development,
Agrometeorology.*



Abstract

Climate has an important role in agricultural activities and can be examined from two perspectives. First, what locations are suitable for a specific plant, and second, what plants are suitable for a climate. The latter approach is less considered; thus, in this study, it has been investigated by introducing a standard method (Sys method). The study area is located in Mako city. Climatic suitability evaluation was performed by numerical (parametric) method using the Maku Synoptic Station data for pistachio, almond, pears, plum, sour cherry and sweet cherry. The findings showed that except for pistachio, with marginally suitable class (S3), other plants were classified as moderately suitable class (S2) but the value of climatic index for each crop was different. The introduced method made it possible to identify the most important effective climatic factors for the cultivation of each plant and determine the most limiting factor in the phenological period. Such findings showed that there is a close relationship between crops, phenological period, climatic characteristic and location. Based on this, the most suitable plant or plant species can be selected for a region, using the phenological period of the plant and climatic characteristics. However, for sustainable development, other components of the land, such as soil and/or topography, should also be evaluated. In general, the introduced approach can be used as an efficient tool, both for choosing the most suitable plants in a climate and for choosing the most suitable place (in terms of climate) for specific plants.

Cite this article: Seyedmohammadi, J., Delsouz Khaki, B., Ebrahimi Meymand, F., Mohammad Esmail, Z., Kharazmi, R., Bagheri Bodaghabadi, M. (2024). Climatic suitability evaluation for Some Horticultural crops, a Case Study: Makou-Shout County, West Azerbaijan. *Journal of Range & Watershed Management*, 76 (4), 427-440. DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2023.365519.1727>



ارزیابی تناسب اقلیمی برای برخی محصولات باغی (مطالعه موردی: شهرستان ماکو-شوط آذربایجان غربی)

جواد سیدمحمدی  | بهاره دلسوز خاکی | فاطمه ابراهیمی میمند | زهرا محمد اسماعیل |
رسول خوارزمی | محسن باقری بداغ آبادی 

موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
رایانامه: m.baghery@areeo.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

اقلیم در کارهای کشاورزی از جایگاه مهمی برخوردار می‌باشد و از دو دیدگاه قابل بررسی است. ۱- برای کشت یک گیاه خاص چه مکان‌هایی دارای اقلیم مناسب هستند و ۲- یک اقلیم خاص برای کشت چه گیاهانی مناسب است. چون دیدگاه دوم کمتر مورد توجه قرار گرفته، در این پژوهش با معرفی روشی استاندارد (روش ساینز)، این دیدگاه بررسی شده است. منطقه مطالعاتی در محدوده شهرستان ماکو قرار دارد. ارزیابی تناسب اقلیمی به روش عددی و با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک ماکو برای پسته، بادام، گلابی، آلو، گیلاس و آلبالو انجام شد. یافته‌ها نشان دادند بجز پسته که دارای کلاس تناسب اقلیمی کم (S3) می‌باشد، گیاهان دیگر در کلاس تناسب متوسط (S2) قرار می‌گیرند ولی مقدار عددی شاخص اقلیمی برای هر محصول متفاوت است. روش معرفی شده این امکان را فراهم آورد که افزون بر شناسایی مهم‌ترین عامل‌های موثر اقلیمی برای کشت هر گیاه، محدودکننده‌ترین عامل را در دوره فنولوژی تعیین نمود. چنین یافته‌هایی نشان دادند ارتباط تنگاتنگی بین نوع محصول، دوره فنولوژی، ویژگی‌های اقلیمی و موقعیت مکانی وجود دارد. بر این اساس می‌توان با در نظر گرفتن هم زمان دوره فنولوژی گیاه و ویژگی‌های اقلیمی، مناسب‌ترین گیاه یا گونه‌های گیاهی برای یک منطقه انتخاب شود؛ هرچند، در راستای توسعه پایدار باید سایر اجزاء سرزمین از جمله خاک و ناهمواری‌ها را هم مد نظر قرار داد. به طور کلی، رویکرد بکاررفته در این پژوهش می‌تواند به عنوان یک ابزار کارآمد، هم برای انتخاب مناسب‌ترین گیاهان در یک اقلیم و هم انتخاب مناسب‌ترین مکان (از نظر اقلیم) برای گیاهان مشخص، مورد استفاده قرار گیرد.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

کلیدواژه‌ها:

ارزیابی توان اکولوژیک،

توسعه پایدار،

اقلیم‌شناسی کشاورزی.

استناد: سیدمحمدی، جواد؛ دلسوز خاکی، بهاره؛ ابراهیمی میمند، فاطمه؛ محمد اسماعیل، زهرا؛ خوارزمی، رسول؛ باقری بداغ آبادی، محسن (۱۴۰۲). ارزیابی تناسب اقلیمی برای برخی محصولات باغی

(مطالعه موردی: شهرستان ماکو-شوط آذربایجان غربی). نشریه مرتع و آبخیزداری، ۷۶(۴)، ۴۴۰-۴۲۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2023.365519.1727>



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

بهره‌برداری پایدار از منابع و پیرو آن توسعه پایدار، بدون توجه به سرزمین و ویژگی‌های آن امکان‌پذیر نیست. از دیدگاه منابع طبیعی، سرزمین^۱ در برگیرنده‌ی محیط فیزیکی شامل آب و هوا (اقلیم)، پستی و بلندی، خاک، آب و محیط زیست (جانوران و پوشش گیاهی) تا آن اندازه که این عوامل روی استعداد و کاربری سرزمین اثر می‌گذارد، می‌باشد؛ همچنین تغییراتی که انسان بوجود آورده را نیز در بر می‌گیرد (باقری بداغ آبادی، ۱۳۸۷). با توجه به محدودیت منابع سرزمین^۲ در هر منطقه و نیز مواردی مانند افزایش جمعیت، تغییر سبک زندگی و تغییر نیازهای بشری حتی در نیازهای اولیه مانند خوراک و پوشاک، استفاده بهینه از منابع سرزمین، بویژه برای فعالیت‌های مرتبط با منابع طبیعی از جمله کشاورزی، بسیار حیاتی است و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی، به عنوان فرآیندی است که یک منطقه جغرافیایی را با توجه به شاخص‌های اقلیمی و زمینی به نواحی یا پهنه‌های همگن برای کشاورزی تقسیم می‌کند (معروفی و همکاران، ۱۴۰۲) مد نظر قرار گرفته است.

از جمله راه‌ها و ملزومات دستیابی به توسعه پایدار و امنیت در تولید محصولات کشاورزی زراعی و باغی پهنه‌بندی منطقه‌ای تولید محصولات کشاورزی بر پایه پهنه‌بندی اقلیم‌شناسی کشاورزی است (شاهرخوندی و همکاران، ۱۳۹۱). اقلیم‌شناسی کشاورزی به عنوان مجموعه شرایط اقلیمی که امکان کاشت اقتصادی گونه‌های گیاهی را از نظر اقلیم فراهم ساخته، تعریف می‌شود (احمدی و فلاح، ۱۳۹۴). بر همین اساس، مطالعات پهنه‌بندی، مکان‌یابی و یا امکان‌سنجی اقلیمی به طور چشمگیری برای بسیاری از محصولات کشاورزی انجام شده و همچنان ادامه دارد. برای نمونه در محصولات باغی گیاهانی مانند پسته (یاراحمدی و همکاران، ۱۴۰۲؛ رضایی و همکاران، ۱۴۰۰)، انگور (شائمی و همکاران، ۱۴۰۲)، خرما (پروازی، ۱۴۰۱)، زرشک (رضایی و فلاح، ۱۴۰۱)، زیتون (ریاحی و نصیری، ۱۴۰۱)، مکرم و همکاران، ۱۳۹۷؛ موغلی، ۱۳۹۳؛ حجازی زاده و همکاران، ۱۳۹۲؛ میرموسوی و اکبری، ۱۳۸۹؛ جهانبخش اصل و همکاران، ۱۳۸۸ و ادهمی مجرد، ۱۳۷۳)، سیب درختی (علیخانی، ۱۳۹۰؛ خالدی و همکاران، ۱۳۸۷)، مرکبات (برنا و همکاران، ۱۳۹۶؛ ضیایان فیروز آبادی و همکاران، ۱۳۸۹) و عناب (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۲) را می‌توان نام برد.

ویژگی‌های اقلیمی عوامل متعددی را دربرمی‌گیرند. برای نمونه، ویژگی دما عواملی مانند کمینه، بیشینه، میانگین، کمینه مطلق، بیشینه مطلق و غیره را برای دوره‌های زمانی متفاوت مانند روزانه، ماهانه و سالانه دارا می‌باشد. همچنین این ویژگی‌ها نه تنها برای دوره‌های زمانی متفاوت، بلکه برای مراحل مختلف فنولوژی گیاه نیز حایز اهمیت بوده و قابل محاسبه‌اند. در این راستا، پژوهش‌ها نشان داده‌اند مرحله گلدهی هر محصول بسیار تحت تأثیر عوامل مختلف آب و هوایی مانند درجه حرارت، رطوبت نسبی، بارندگی، آفتاب، در دسترس بودن رطوبت در خاک است (Jignasa et al., 2018) و یا مرحله گرده افشانی یکی از حساس‌ترین مراحل فنولوژی به افزایش درجه حرارت است و در طی این مرحله، افزایش درجه حرارت به شدت بر مقدار عملکرد یا تولید گیاه تأثیر می‌گذارد (Hatfield and Prueger, 2015). در پژوهش‌های متعددی تأثیر عوامل اقلیمی در مراحل فنولوژی گیاه بررسی شده هرچند بیش‌تر آن پژوهش‌ها روی گیاهان زراعی بوده‌اند (برای نمونه: Butts-Wilmsmeyer et al., 2019; Qian et al., 2009; Bazgir et al., 2008). چنین مواردی نشان می‌دهند که در ارزیابی اقلیمی برای کشت محصولات کشاورزی بایستی به ویژگی‌های اقلیمی با توجه به مراحل مختلف دوره فنولوژی گیاه توجه داشت؛ چرا که در فعالیت کشاورزی افزون بر رشد رویشی، رشد زایشی و تولید محصول بسیار مهم هستند و ممکن است شرایط برای رشد رویشی گیاه مناسب باشد اما برای تولید محصول محدودیت بوجود آمده و عملکرد مناسبی به دست نیاید به بیان دیگر صرفه اقتصادی نداشته باشد.

به طور کلی پژوهش‌های ارزیابی شرایط اقلیمی برای رشد و توسعه گیاه را از دو دیدگاه می‌توان نگرین. اول اینکه برای یک گیاه خاص چه مکان‌هایی دارای اقلیم مناسب هستند و دوم اینکه در یک اقلیم خاص چه گیاهانی و با چه درجه‌ای برای کشت مناسب هستند. با آنکه بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر تولید محصولات کشاورزی می‌تواند به انتخاب مناسب‌ترین گونه گیاهی برای کشت کمک نماید

1 Land

۲. منابع سرزمین (Land Resource): مجموعه‌ی سرزمین‌های یک محدوده را منابع سرزمین (منابع اراضی) آن محدوده گویند.

میرموسوی و اکبری، ۱۳۸۹)، لیکن متأسفانه به این موضوع (دیدگاه دوم) کمتر توجه شده است و بیش تر پژوهش‌ها پهنه‌بندی اقلیمی را برای گیاهان خاص مد نظر قرار داده‌اند و به عبارت دیگر به تأثیر اقلیم از جنبه مکان‌یابی بهینه برای کشت گیاهان توجه شده است (دیدگاه اول). با توجه به این خلاء مشاهده شده در بین پژوهش‌های مختلف، پژوهش کنونی می‌کوشد با استفاده از روشی استاندارد، درجه تناسب اقلیمی برای گیاهان مختلف را در یک اقلیم خاص ارایه دهد (دیدگاه دوم).

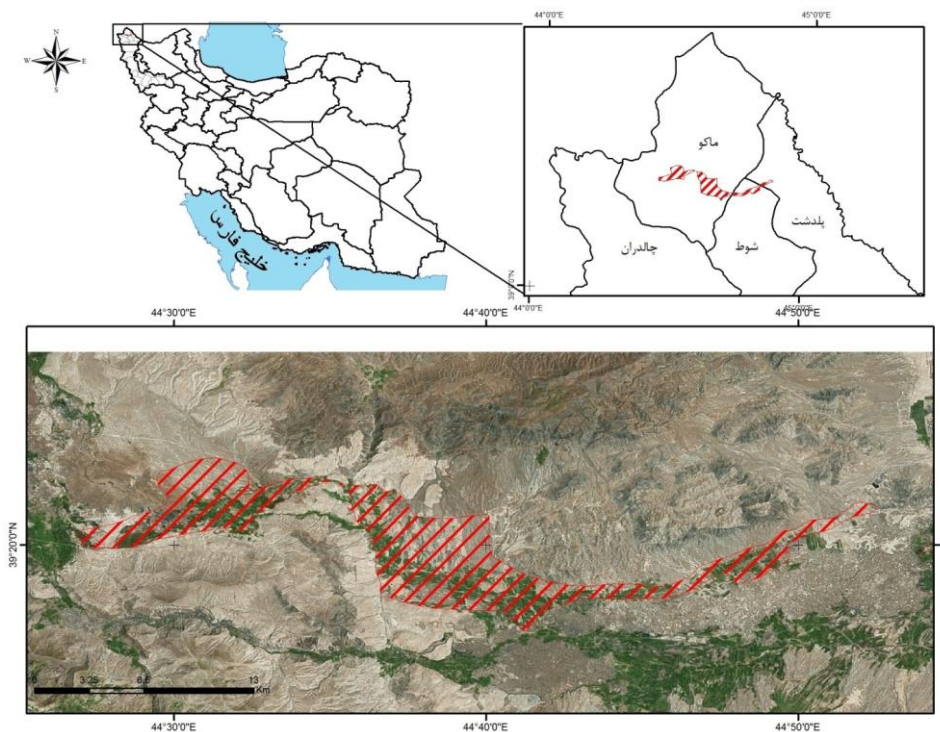
۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۳۹۴۰ هکتار در استان آذربایجان غربی و در محدوده شهرستان‌های ماکو - شوط بین طول شرقی ۴۹۱۴۰۰ تا ۵۰۳۱۰۰ و عرض شمالی ۴۳۲۵۲۰۰ تا ۴۳۳۵۷۰۰ در قاچ ۳۸ سامانه مرکاتور معکوس جهانی (UTM) قرار گرفته است (شکل ۱).

۲-۲. پارامترهای اقلیمی^۱

با توجه به نزدیکی این منطقه به ایستگاه همدیدی ماکو از داده‌های اقلیمی این ایستگاه برای منطقه مورد نظر استفاده شد. براساس تقسیم‌بندی اقلیمی گوسن این منطقه دارای اقلیم استپی سرد^۲ می‌باشد و بیشینه مطلق درجه حرارت مربوط به مرداد ماه با ۴۰/۵ درجه سانتی‌گراد و کمینه مطلق مربوط به بهمن ماه با ۱۴- درجه سانتی‌گراد است. میانگین سالانه دمای منطقه ۱۳/۱ درجه سانتی‌گراد، مقدار بارندگی سالانه ۱۹۰/۸ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی سالانه ۵۷/۱ درصد است. خلاصه آمار هواشناسی منطقه در جدول شماره یک ارائه شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

1 Climatic characteristics

2 Cold Step

جدول ۱. خلاصه آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک ماکو

ANNUAL	DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JULY	JUNE	MAY	APR	MAR	FEB	JAN	MEAN
۱۳/۱	۲/۷	۹/۱	۱۶/۸	۲۳/۴	۳۷/۷	۲۶/۵	۲۱/۸	۱۶/۶	۱۱/۵	۴/۷	-۲	-۱/۷	دمای متوسط
۱۹/۱	۵	۱۵/۹	۲۴/۶	۳۰/۴	۳۴/۱	۳۳/۴	۲۹/۳	۲۳/۱	۱۸/۴	۱۰/۱	۴/۳	۱/۱	دمای بیشینه
۶/۶	-۳/۶	۳	۸/۹	۱۵/۶	۲۰/۱	۱۸/۹	۱۴/۹	۱۰/۱	۴/۲	-۰/۸	-۵/۴	-۶/۶	دمای کمینه
۵۷/۱	۷۳/۷	۶۶/۴	۵۷/۳	۴۳/۶	۴۲/۵	۴۴/۶	۴۸/۷	۵۴/۸	۵۴/۹	۶۱	۶۵/۵	۷۲/۵	رطوبت
۱۹۰/۹	۱۴/۳	۱۶/۳	۱۹/۱	۵/۱	۵/۳	۶/۸	۱۵/۷	۳۰/۷	۳۳/۴	۱۹/۵	۱۰	۱۴/۷	بارندگی
۸۳/۶	۳/۹	۵/۴	۶/۶	۸/۸	۱۰/۴	۱۰/۵	۹/۴	۷/۴	۵/۹	۶/۲	۴/۹	۴/۲	ساعات آفتابی
-۱۳/۹	-۱۳	-۴	۵/۲	۱۰/۳	۱۷/۳	۱۲/۱	۹	۳/۴	-۳/۵	-۷/۶	-۱۴	-۱۳/۹	دمای کمینه مطلق
۴۰/۵	۱۵/۴	۲۵/۴	۳۰/۸	۳۷/۳	۴۰/۵	۳۷/۹	۳۵/۸	۳۰/۵	۲۴/۲	۱۸/۸	۱۳/۲	۷/۵	دمای بیشینه مطلق

در بررسی تناسب اراضی یک منطقه، اقلیم یکی از خصوصیات مهمی است که تأثیر مستقیم در تعیین گیاهان مناسب برای کشت در آن منطقه دارد. طبق چارچوب فائو خصوصیات اقلیمی که در بررسی تناسب اراضی استفاده می‌شوند در چهار دسته کلی جای می‌گیرند که عبارت هستند از دما، بارندگی، رطوبت نسبی و تابش آفتاب (Sys et al., 1991). البته در هر منطقه بسته به نیاز گیاهان مورد نظر ممکن است همه ویژگی‌ها و یا برخی از آنها مورد بررسی قرار گیرد. همچنین ویژگی‌های مورد استفاده با توجه به نوع گیاه مورد نظر و محدودیت‌های موجود در منطقه ممکن است به صورت سالانه و یا برای یک دوره خاص رشد گیاه مد نظر قرار گیرند. در ادامه ویژگی‌های بیان شده به اختصار شرح داده می‌شوند.

۲-۲-۱. دما^۱

دما یکی از خصوصیات مهم اقلیمی است که تأثیر آن در تناسب یک منطقه برای کشت گیاهان قابل توجه می‌باشد. گروه دما شامل مواردی مانند کمینه، بیشینه و میانگین دما، کمینه و بیشینه مطلق دما، میانگین کمینه و بیشینه مطلق دما، احتمال وقوع دمای کمینه (برای دوره‌های ۱۰ روزه)، احتمال وقوع دمای بیشینه (برای دوره‌های ۱۰ روزه)، میانگین تعداد روزهای توأم با یخبندان، میانگین طول دوره یخبندان، دمای نقطه شبنم، میانگین شبانه دما، میانگین روزانه دما می‌باشد. البته همانطور که قبلاً گفته شد در هر منطقه با توجه به نیازهای گیاهان مورد نظر ممکن است تمام یا بعضی از پارامترهای فوق برای تمام سال یا برای دوره زمانی خاصی بررسی شوند که این مسئله بستگی به نوع گیاهان مورد نظر و محدودیت‌های منطقه دارد.

۲-۲-۲. بارندگی^۲

بارندگی یکی دیگر از خصوصیات اقلیمی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در امکان کشت گیاهان به ویژه در دیم‌کاری دارد. البته بعضی از گیاهان که به صورت فاریاب کشت می‌شوند نیز در دوره‌هایی از رشد خود از بارش‌های جوی استفاده می‌نمایند و یا برعکس به بارندگی و رطوبت حساس می‌باشند که در این صورت جنبه منفی بارندگی نیز در تعیین تناسب یک منطقه در نظر گرفته می‌شود. مقدار و پراکندگی باران مهم‌ترین پارامترهای آن هستند که در تناسب اراضی حائز اهمیت می‌باشند. در مورد گیاهان دیم مقدار و پراکندگی باران به طور همزمان دارای اهمیت می‌باشد ولی در مورد کشت آبی و برای گیاهان حساس به بارندگی، زمان بارندگی و اینکه با چه دوره‌ای از رشد گیاه مصادف باشد از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. مثلاً بارندگی در زمان رسیدن محصول باعث کاهش کیفیت آن و یا افزایش آفات و

1 Temperature

2 Rainfall

بیماری‌های گیاهی شده و به عنوان یک محدودیت مهم بایستی به آن توجه نمود. البته نوع و شدت بارش نیز بسته به نوع محصول، فرسایش‌پذیری خاک منطقه مورد مطالعه، توپوگرافی و پوشش گیاهی برای ارزیابی آسیب‌های احتمالی به گیاهان و تعیین میزان فرسایش خاک و بررسی تناسب اراضی مورد توجه قرار می‌گیرد. گروه بارندگی دربرگیرنده مواردی مانند میانگین میزان بارندگی یا بارندگی مؤثر، تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق مرجع، بیشینه بارش ۲۴ ساعته، تبخیر، مجموع بارندگی می‌باشد.

۲-۲-۳. رطوبت نسبی هوا^۱

رطوبت نسبی عبارت است از درصد رطوبت موجود در هوا در دمای خاص نسبت به درصد رطوبت اشباع هوا در همان دما. رطوبت نسبی نیز از ویژگی‌های اقلیمی است که در بررسی وضعیت تناسب اقلیمی برای کشت گیاهان مختلف دارای اهمیت می‌باشد. وجود رطوبت نسبی مناسب برای بعضی از محصولات و گاه برای مرحله خاصی از چرخه رشد، ضروری است، اما برخی دیگر از محصولات به آن واکنش محسوسی نشان نمی‌دهند و حتی برای بعضی از محصولات مضر می‌باشد (برای نمونه در غلات در دوره رسیدگی و برداشت). به طور کلی در مناطقی که دیگر ویژگی‌های محیطی محدودیت ایجاد نکنند و امکان کشت در آنها فراهم باشد، رطوبت نسبی نیز به طور معمول محدودیتی ایجاد نمی‌کند. گروه رطوبت نسبی مواردی مانند بیشینه، کمینه و میانگین رطوبت نسبی را دربرمی‌گیرد.

۲-۲-۴. تابش آفتاب^۳

تابش آفتاب به طور غیرمستقیم با تأثیر بر ویژگی‌های حرارتی در برآورد تناسب اراضی نقش دارد، ولی برای بعضی از محصولات تعداد ساعات آفتابی در طول چرخه رشد و نیز نسبت ساعات آفتابی واقعی به ساعات آفتابی ممکن (n/N) در طول چرخه رشد یا مرحله خاصی از رشد گیاه مورد بررسی قرار می‌گیرد. گروه تابش خورشیدی شامل ویژگی‌هایی مانند کمینه، بیشینه و میانگین ساعات آفتابی، شدت تابش آفتاب، میانگین ساعات ابرناکی و ساعت طول روز می‌شود.

۲-۳. طبقه‌بندی تناسب سرزمین

۲-۳-۱. سطوح طبقه‌بندی در مطالعات ارزیابی تناسب سرزمین

در سامانه طبقه‌بندی تناسب سرزمین به روش فائو رده‌های تناسب سرزمین به دو رده مناسب (S) و نامناسب (N) تقسیم می‌شوند. در رده مناسب سود حاصل از استفاده پایدار از سرزمین تمامی هزینه‌های مرتبط با استفاده از آن را، بدون اثر مخرب در محیط، توجیه می‌کند و شامل سه کلاس می‌شود که عبارت هستند از: S1 = خیلی مناسب^۴، S2 = نسبتاً مناسب^۵ و S3 = تناسب بحرانی یا تناسب سر به سر با هزینه‌ها و سود کم^۶ (Sys et al., 1991). رده نامناسب در تناسب اقلیمی و به عبارتی برای شاخص اقلیمی دارای یک کلاس بوده و به همان صورت N استفاده می‌شود^۷. کلاس‌های تناسب بر اساس نوع محدودیت به چندین زیر کلاس تناسب تقسیم می‌گردند. زیر کلاس‌ها با حروف کوچک انگلیسی که سمت راست هر کلاس قرار می‌گیرد، مشخص می‌شوند. انواع زیر کلاس‌ها شامل شش گروه می‌باشند که در جدول ۲ ارائه شده است. برای نمونه، S2cn یعنی منطقه‌ای با کلاس نسبتاً مناسب که دارای محدودیت‌های اقلیم و شوری و قلیابیت خاک است. در این پژوهش تناسب اقلیمی بررسی شده و تنها زیر کلاس اقلیمی (c) مدنظر قرار گرفته و بنابراین دیگر ویژگی‌های که به

1 Relative humidity

۲. چرخه رشد فاصله کاشت تا برداشت یک گیاه است و دوره رشد مدت زمانی است که شرایط آب و هوایی برای رشد گیاه فراهم باشد.

3 Insolation

4 Highly Suitable

5 Moderately suitable

6 Marginally suitable

۷ رده نامناسب در تناسب سرزمین شامل دو کلاس است که عبارت هستند از: N1 = نامناسب کنونی یا موقت ولی پس از رفع محدودیت‌ها، مناسب خواهد شد و N2 = نامناسب همیشگی.

اراضی مرتبط می‌شوند مد نظر قرار نگرفته‌اند.

جدول ۲. گروه‌های نیازهای کاربری‌های مورد نظر (LUR)

LUR	Land use requirements	نیازهای کاربری اراضی
c	Climate	خصوصیت‌های اقلیمی
t	Topographic characteristics	پستی و بلندی
w	Wetness	خیسی
s	Physical soil characteristics	خصوصیت‌های فیزیکی خاک
f	Fertility characteristics	خصوصیات‌های حاصلخیزی
n	Salinity and alkalinity	شوری و قلیائیت

۲-۳-۲. ارزیابی اقلیمی سرزمین به روش عددی یا پارامتریک

در روش عددی ارزیابی تناسب اقلیمی، مقادیر ویژگی‌های اقلیمی با توجه به مراحل دوره فنولوژی گیاه مورد نظر با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی استخراج شده و سپس مقادیر فوق با جدول نیازمندی‌های اقلیمی گیاه مورد بررسی مقایسه می‌شوند و به هر ویژگی مقدار عددی بین صفر تا ۱۰۰ داده شده و در پایان، شاخص اقلیمی^۱ با روش ریشه دوم^۲ یا خیدیر^۳ و یا روش استوری^۴ محاسبه می‌گردد و براساس آن کلاس تناسب اقلیمی با توجه به جدول ۳ به دست می‌آید. اگر یک ویژگی برای کاربری مورد نظر کاملاً مناسب باشد، عدد ۱۰۰ به آن داده می‌شود و اگر نامناسب، عدد صفر. برای حالات بینابینی، درجه‌ای متناسب با سطح محدودیت ایجاد شده به آن تعلق می‌گیرد (Sys et al., 1991، زین الدینی و همکاران، ۱۳۹۸). برای نمونه جدول ۴ نیازمندی اقلیمی برای پسته را نشان می‌دهد.

$$CI = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots}$$

روش ریشه دوم

$$CI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots$$

روش استوری

که در آن CI = شاخص اقلیمی؛ A، B، C = کمترین درجه یا مقدار عددی عامل‌ها در گروه اقلیمی؛ R_{\min} = کوچک‌ترین درجه بین کمترین مقدار عددی عامل‌ها می‌باشند. محاسبات توسط سامانه ملی تناسب اراضی موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد. با توجه به گسترش کشت برخی محصولات در منطقه و سیاست‌گذاری منطقه‌ای شش محصول پسته، بادام، گلابی، آلو، گیلاس و آلبالو در این پژوهش مد نظر قرار گرفتند. به منظور آشنایی خوانندگان محترم، به طور نمونه محاسبات انجام شده برای پسته در بخش یافته‌ها ارائه شده است.

جدول ۳. مقادیر عددی شاخص برای کلاس‌های تناسب اقلیمی

کلاس‌های تناسب	شاخص اراضی	میانگین شاخص اراضی	شرح کلاس‌های تناسب
S1	۷۵-۱۰۰	۸۷/۵	خیلی مناسب
S2	۵۰-۷۵	۶۲/۵	نسبتاً مناسب
S3	۲۵-۵۰	۳۷/۵	تناسب بحرانی
N	۰-۲۵	۱۲/۵	نامناسب

1 Climatic index

2 Square root

3 Khiddir

4 Storri

جدول ۴. نیازمندی‌های اقلیمی برای کشت آبی پسته (زین الدینی و همکاران، ۲۰۱۹)

کلاس، سطح محدودیت و مقیاس درجه‌بندی						
N2	N1	S3	S2	S1	کلاس تناسب	
	۴	۳	۲	۱	۰	سطح محدودیت
۰	۲۵	۴۰	۶۰	۸۵	۹۵	۱۰۰
						درجه‌بندی
<۴۰۰		۴۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۸۰۰	۸۰۰<	نیاز سرمایی (ساعات کمتر از ۷°C)
۳۷<	-	۳۷-۳۲	۳۲-۲۷	۲۷-۲۶	۲۶-۲۵	متوسط دما در چرخه رشد (°C)
<۱۵	-	۱۵-۱۸	۱۸-۲۰	۲۰-۲۴	۲۴-۲۵	
۲۵<	-	۲۵-۲۲	۲۲-۱۹	۱۹-۱۸	۱۸-۱۷	متوسط دما سالیانه (°C)
<۸	-	۸-۱۰	۱۰-۱۳	۱۳-۱۵	۱۵-۱۷	
۳۰<	-	-	۳۰-۲۵	۲۵-۲۲	۲۲-۱۸	متوسط دما در مرحله گرده افشانی (°C)
<۱۰	-	-	۱۰-۱۴	۱۴-۱۶	۱۶-۱۸	
۶۰<	۶۰-۵۵	۵۵-۵۰	۵۰-۴۰	۴۰-۳۵	۳۵-۳۰	بیشینه مطلق دما سالیانه (°C)
-	<۱۸	۱۸-۲۲	۲۲-۲۵	۲۵-۲۸	۲۸-۳۰	
	-	۶۵<	۶۵-۴۰	۴۰-۳۵	۳۵-۲۰	رطوبت نسبی مرحله گلدهی (%)
	-	-	<۱۵	۱۵-۱۸	۱۸-۲۰	

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول پسته

نتایج تناسب اقلیمی برای پسته در منطقه شوط در جدول ۵ ارائه شده است. محاسبه کلاس تناسب اقلیمی برای پسته به صورت زیر انجام شد: در گیاه پسته براساس جدول ۴، از بین چهار گروه ویژگی اقلیمی (دما، بارندگی، رطوبت نسبی و تابش آفتاب) تنها دو ویژگی دما و رطوبت نسبی مهم هستند. شایان ذکر است چون کشت از نوع آبی می‌باشد و آبیاری انجام می‌شود بارندگی در نظر گرفته نمی‌شود و برای تابش آفتاب هم محدودیت وجود نداشته است. ویژگی دما در چهار مرحله شامل میانگین دما در چرخه رشد، سالانه، گرده افشانی و بیشینه دمای مطلق سالانه مهم می‌باشد. درجه تناسب با توجه به جدول نیازمندی‌های اقلیمی پسته (زین الدینی و همکاران، ۱۳۹۸) برای این چهار دوره به ترتیب برابر ۷۲/۴۶، ۶۵/۰۶، ۷۷/۸۶ و ۹۸/۴۰ به دست آمد. حال از این چهار دوره، میانگین دمای سالانه محدودکننده‌ترین عامل می‌باشد و کمترین درجه تناسب را گرفته است. پس این مقدار به عنوان نماینده ویژگی دما به همراه مقدار رطوبت نسبی (۵۳/۳۳) وارد محاسبات می‌شوند و بر اساس روش ریشه دوم مقدار نهایی شاخص به صورت زیر به دست می‌آید:

$$CI = 53/33 \times \sqrt{\frac{65/06}{100}} = 43/02$$

بنابراین برای منطقه مطالعاتی، محصول پسته با توجه به محدودیت اقلیمی ناشی از "رطوبت نسبی در مرحله گلدهی" دارای تناسب بحرانی یا کلاس S3 می‌باشد.

شایان ذکر است که درجه‌بندی‌های ارائه شده برای هر گیاه به طور معمول، مقدار میانگین در نظر گرفته شده‌اند و همانطور که پیش از این بیان شد، به طور کلی ویژگی‌های اقلیمی و درجه‌بندی آنها نه تنها برای هر گیاه بلکه برای هر رقم متفاوت است. برای نمونه نیاز سرمایی درختان پسته، بسته به رقم متفاوت می‌باشد و مقدار آن از ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ ساعت بیان شده است. در ارقام پسته ایران رقم کله قوچی پایین‌ترین نیاز سرمایی (۶۰۰ ساعت) و رقم اکبری بالاترین نیاز سرمایی (۱۲۰۰ ساعت) را دارا هستند و ارقام احمدآقایی و فندقی بین این دو رقم قرار دارند. به هر حال در این منطقه با توجه به اقلیم آن (سرد استپی) برای نیاز سرمایی پسته محدودیتی وجود ندارد و

بنابراین درجه مربوطه برابر ۱۰۰ می‌باشد.

جدول ۵. نتایج تناسب اقلیمی برای پسته در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین دما	چرخه رشد	۱۷.۴۹	۷۲.۴۶	S3 (43)
میانگین دما	سالانه	۱۰.۶۱	۶۵.۰۶	
میانگین دما	گرده افشانی	۱۲.۸۶	۷۷.۸۶	
بیشینه مطلق دما	سالانه	۳۷.۹	۸۹.۴	
نیاز سرمایی	سالانه	۱۰۰		
رطوبت نسبی	کل دهی	۵۵	۵۳.۳۳	

۳-۲. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول بادام

نتایج تناسب اقلیمی برای بادام در منطقه شوط نشان می‌دهد (جدول ۶) که بادام با توجه به محدودیت اقلیمی میانگین کمینه دما در مرحله گلدهی دارای تناسب متوسط است و در کلاس S2 قرار می‌گیرد. همانطور که دیده می‌شود هم ویژگی مربوط به نیاز اقلیمی و هم دوره‌های زمانی مربوط به هر ویژگی برای بادام متفاوت از پسته است. برای نمونه، در بادام میانگین دما در دوره متورم شدن جوانه‌های عامل مهمی می‌باشد اما برای پسته دوره گرده افشانی مهم‌تر است و الی آخر.

جدول ۶. نتایج تناسب اقلیمی برای بادام در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین کمینه دما	گلدهی	۵.۶	۶۵.۴۲	S2 (64)
میانگین دما	چرخه رشد	۱۶.۱۲	۹۲.۰۶	
میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۵.۰۵	۶۷.۳	
نیاز سرمایی	خارج از چرخه رشد	۱۰۰		
رطوبت نسبی	گلدهی	۵۵	۹۶.۲۶	

۳-۳. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول گلابی

نتایج تناسب اقلیمی برای گلابی در منطقه شوط در جدول ۷ ارائه شده است. برای گلابی ویژگی اقلیمی میانگین دما در مرحله متورم شدن جوانه‌ها محدودکننده‌ترین عامل می‌باشد و با توجه به مقدار شاخص اقلیمی به دست آمده، این منطقه برای کشت گلابی در تناسب متوسط یا کلاس S2 قرار می‌گیرد.

۳-۴. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول آلو

نتایج تناسب اقلیمی برای آلو در منطقه شوط نشان می‌دهد (جدول ۸) که آلو با توجه به محدودیت اقلیمی میانگین دما در دوره گلدهی دارای تناسب متوسط است و در کلاس S2 قرار می‌گیرد.

۳-۵. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول گیلاس

نتایج تناسب اقلیمی برای گیلاس در منطقه شوط نشان می‌دهد (جدول ۹) که گیلاس با توجه به محدودیت اقلیمی میانگین دما در

مرحله رشد رویشی دارای تناسب متوسط است و در کلاس S2 قرار می‌گیرد. البته این مقدار در مرز S2 با S3 می‌باشد. چنین مواردی مرزی نیاز به توجه و بررسی بیش‌تر بویژه در مرحله اجرا و انتخاب گونه گیاهی دارند و نباید کلاس S2 با شاخص اقلیمی ۵۰ را با کلاس S2 با شاخص اقلیمی ۶۴ (برای آلو) یکسان و هم تراز در نظر گرفت. این موضوع در تصمیم‌گیری پایانی برای انتخاب و کشت گیاه می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد؛ بویژه وقتی شاخص خاک برای گیاهان مورد نظر برابر و یکسان است.

جدول ۷. نتایج تناسب اقلیمی برای گلابی در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین بیشینه دما	چرخه رشد	۲۳.۸۳	۹۵.۲۱	S2 (56)
میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۱۰.۴	۵۹.۶۷	
میانگین دما	چرخه رشد	۱۸.۱۲	۸۵.۳۱	
کمینه مطلق دما	چرخه رشد	-۸	۹۷.۵	
رطوبت نسبی	چرخه رشد	۴۹.۰۶	۸۹.۵۳	

جدول ۸. نتایج تناسب اقلیمی برای آلو در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۱۰.۴	۹۸.۴	S2 (64)
میانگین دما	رشد رویشی	۱۹.۳۳	۹۸.۸۹	
میانگین دما	گلدهی	۱۲.۴	۶۴.۸۴	
میانگین دما	تشکیل میوه و رسیدگی	۱۷.۰۵	۷۷.۶۲	
نیاز سرمایی	خارج از چرخه رشد	۱۰۰		
رطوبت نسبی	گرده افشانی	۵۵	۹۸.۵	

جدول ۹. نتایج تناسب اقلیمی برای گیلاس در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین دما	رشد رویشی	۴.۱	۵۰.۱۷	S2 (50)
میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۵.۰۵	۵۵.۶۶	
میانگین دما	رسیدگی	۲۳.۳	۹۵.۷۵	
میانگین دما	گلدهی	۹.۶۱	۵۹.۲۳	
نیاز سرمایی	سالانه	۱۰۰		

۳-۶. ارزیابی تناسب اقلیمی برای محصول آلبالو

نتایج تناسب اقلیمی برای آلبالو در منطقه شوط نشان می‌دهد (جدول ۱۰) که آلبالو با توجه به محدودیت اقلیمی میانگین دما در مرحله گلدهی دارای تناسب متوسط بوده و در کلاس S2 قرار می‌گیرد. در اینجا نیز نکته قابل توجه اینکه با وجود شباهت بسیار زیاد گیلاس و آلبالو، همانطور که جدول‌های مربوطه (۹ و ۱۰) نشان می‌دهند مقادیر اقلیمی و دوره زمانی ویژگی‌های اقلیمی متفاوت است. به منظور مقایسه بهتر نتایج، مهمترین ویژگی محدودکننده و دوره فنولوژیک مربوطه برای هر یک از محصولات در جدول ۱۱ ارائه

گردیده است.

جدول ۱۰. نتایج تناسب اقلیمی برای آلبالو در منطقه شوط

خصوصیت	دوره زمانی	مقدار	درجه	کلاس تناسب اقلیمی (شاخص اقلیمی)
میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۹.۲۵	۸۳.۱۴	S2 (57)
میانگین دما	گلدهی	۱۰.۴	۶۵	
میانگین دما	دوره رشد	۱۷.۶۳	۹۳.۱۶	
رطوبت نسبی	لقاح	۵۵	۷۷.۱۹	

جدول ۱۱. مهمترین ویژگی محدودکننده و دوره فنولوژیک مربوطه برای محصولات مختلف

محصول	خصوصیت محدودکننده	دوره زمانی	مقدار	درجه
پسته	رطوبت نسبی	گل دهی	۵۵	۵۳.۳۳
بادام	میانگین کمینه دما	گلدهی	۵۶	۶۵.۴۲
کلابی	میانگین دما	متورم شدن جوانه‌ها	۱۰.۴	۵۹.۶۷
آلو	میانگین دما	گلدهی	۱۲.۴	۶۴.۸۴
گیلاس	میانگین دما	رشد رویشی	۴.۱	۵۰.۱۷
آلبالو	میانگین دما	گلدهی	۱۰.۴	۶۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که یافته‌ها نشان دادند در بیشتر موارد میانگین دما به عنوان مهم‌ترین و به عبارتی محدودکننده‌ترین ویژگی اقلیمی می‌باشد؛ هرچند در دوره‌های فنولوژی متفاوت اهمیت نسبی آن فرق می‌کند. چنین یافته‌هایی در پژوهش‌های دیگران از جمله برنا و همکاران (۱۳۹۶)، Hatfield and Prueger, 2015، میرموسوی و اکبری (۱۳۸۹) و جهانبخش و همکاران (۱۳۸۸) نیز به دست آمده است؛ اما در پژوهش کنونی به طور دقیق مشخص گردیده است که تأثیر دما در کدام مرحله فنولوژی سبب محدودیت می‌شود (جدول ۱۱). همچنین یافته‌های این پژوهش نشان داد که منطقه شوط از نظر تناسب اقلیمی برای محصولات باغی مورد نظر دارای درجه تناسب اقلیمی متوسط (S2) تا کم (S3) می‌باشد. از آنجا که هزینه سرمایه‌گذاری و مدت زمان مورد نیاز تا به دست آوردن محصول در کشاورزی باغی نسبت به کشاورزی زراعی بیش‌تر است، توجه به چنین دستاوردهایی اهمیت چشمگیری خواهد داشت (Bagheri et al., 2020). از طرفی، هرچند در منطقه مورد مطالعه بیش‌تر گیاهان دارای کلاس تناسب اقلیمی متوسط هستند، ولی مقدار عددی شاخص اقلیمی برای هر محصول متفاوت است. هرچه از نظر عددی مقدار شاخص اقلیمی برای محصولی بزرگتر باشد، بیانگر تناسب بیش‌تر برای آن محصول بوده و محصول فوق دارای اولویت کشت می‌باشد. بر این اساس منطقه شوط بیش‌ترین تناسب اقلیمی را برای کشت محصول‌های بادام و آلو (با شاخص اقلیمی برابر ۶۴) دارد. اما این بدان معنی نیست که گیاهان دیگر برای کشت و توسعه باغبانی در این منطقه مد نظر قرار نگیرند. باید به این نکته نیز توجه داشت که چون اقلیم منطقه برای محصول‌های مورد نظر در رده مناسب (S) قرار می‌گیرد، مفهوم آن این است که امکان کشت آن گیاه وجود دارد. بنابراین به منظور انتخاب گیاه پس از مناسب بودن تناسب اقلیمی باید به ویژگی‌های دیگر سرزمین مانند ویژگی‌های خاک و ناهمواری‌ها توجه کرد. در این راستا می‌توان یافته‌های پژوهش‌های دیگران را مد نظر قرار داد. پژوهش حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد هرچند در مکان‌یابی برای کشت زیتون اقلیم بسیار مهم است اما افزون بر ویژگی‌های اقلیمی، ویژگی‌های ناهمواری شامل ارتفاع، شیب و جهت شیب نیز تأثیرگذارند. در این پژوهش براساس اقلیم و ناهمواری‌ها مکان‌یابی پایانی

برای کشت زیتون در چهار پهنه شامل فاقد استعداد، استعداد متوسط، استعداد مناسب و استعداد بسیار مناسب به دست آمد. بر خلاف پژوهش حجازی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش نظامی و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های خاک نقش تعیین‌کننده داشتند. در این پژوهش ایشان افزون بر ویژگی‌های اقلیمی و ناهمواری، ویژگی‌های خاک را هم به منظور مکان‌یابی برای کشت گیلاس در نظر گرفتند؛ لیکن دوره‌های فنولوژی گیاه مد نظر قرار نگرفتند و شاید یکی از دلایل کم اهمیت شدن اقلیم، نادیده گرفتن ویژگی‌های اقلیمی در دوره فنولوژی گیاه بوده است. هم راستا با این پژوهش، یافته‌های یاراحمدی و همکاران (۱۴۰۲) نیز نشان می‌دهد عدم توجه کافی به محدودیت زیاد بودن رطوبت نسبی هوا در مراحل مختلف گرده افشانی و رشد میوه در احداث باغات پسته در استان اردبیل، توسعه باغات پسته را با مشکل مواجه کرده است. ایشان نقشه پهنه‌بندی اقلیمی مناطق رویشی پسته را راهنمای مناسبی در مکان‌یابی باغات جدید به منظور کاهش خطر برای عملکرد محصول معرفی کردند. پژوهش رضایی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان داد که در بین عوامل اقلیمی مؤثر بر کشت پسته، میانگین رطوبت نسبی اهمیت ویژه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد؛ هرچند ویژگی‌های دمای بیشینه و کمینه، میانگین دما، سرعت باد و ساعات آفتابی تأثیر معنی‌داری را بر رشد و عملکرد پسته نشان دادند. در پژوهش کنونی دمای کمینه در دوره گلدهی محدودکننده‌ترین ویژگی اقلیمی برای بادام تشخیص داده شد. جوادی و همکاران (۱۳۹۳) هم از بین ویژگی‌های اقلیمی شامل میانگین کمینه دما، میانگین بیشینه دما، میانگین دما، بارش، ساعات آفتابی، دمای تر، دمای خشک، رطوبت نسبی و سرعت باد، در شهرستان سبزوار دریافتند دمای بیشینه، بیشترین همبستگی منفی معنی‌دار را با تولید و عملکرد محصول بادام داشته است. این موضوع به طور ضمنی تأثیر همزمان مکان و زمان ویژگی‌های اقلیمی را نشان می‌دهد، یعنی اثرات اقلیمی برای یک گیاه در مکان‌های گوناگون می‌تواند در دوره‌های مختلف تأثیر متفاوتی داشته باشد (اقلیم گرم سبزوار و اقلیم سرد شوط). در این راستا نصر اصفهانی و یزدان پناه (۱۳۹۸) نشان دادند تعداد روزهای با دمای بیشتر از دمای میانگین، مجموع واحدهای حرارتی بیشتر از صفر و تعداد روزهای با دمای کمتر از دمای میانگین بیشترین همبستگی مستقیم معنی‌دار را با تاریخ گل‌دهی دارند. در پژوهشی دیگر، اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۱) وقوع یخبندان‌ها بخصوص یخبندان‌های دیر رس بهاره و شدید زمستانی را به عنوان عوامل محدودکننده برای بادام و زردآلو در خراسان رضوی بیان کردند. چنین مواردی دلیل بر آن است که ارتباط تنگاتنگی بین نوع محصول، دوره فنولوژی، ویژگی اقلیمی و موقعیت مکانی وجود دارد. به بیان دیگر حتی برای یک محصول نمی‌توان انتظار داشت که در مناطق مختلف یک ویژگی اقلیمی خاص عامل محدودکننده باشد. لیکن انتظار می‌رود که در پهنه‌های اقلیمی مشابه، عامل محدودکننده اقلیمی برای یک محصول خاص یکسان باشد. با این حال نیاز به پژوهش‌های بیشتر در مکان‌های مختلف با اقلیم مشابه می‌باشد.

انتخاب نوع و گونه گیاهی نقش به‌سزایی در فعالیت کشاورزی دارد. این موضوع بویژه برای محصول‌های باغی به دلیل سرمایه‌گذاری اولیه و مدت زمان مورد نیاز تا دست‌یابی به محصول، از اهمیت بیش‌تری نسبت به محصول‌های زراعی برخوردار می‌باشد. یافته‌های این پژوهش نشان داد از نظر اقلیمی امکان کشت محصول‌های باغی مختلفی در منطقه وجود دارد؛ لیکن حتی در کلاس تناسب اقلیمی یکسان، مقدار عددی شاخص اقلیمی برای آن محصول‌ها متفاوت است. روش مورد استفاده در این پژوهش این امکان را فراهم می‌آورد که افزون بر شناسایی مهم‌ترین عامل‌های اقلیمی مؤثر برای هر گیاه، محدودکننده‌ترین عامل را در دوره فنولوژی گیاه تعیین نمود. چنین یافته‌هایی می‌توانند به بهره‌برداران، کاربران و بویژه کارشناسان کشاورزی کمک کنند با در نظر گرفتن هم زمان دوره فنولوژی گیاه و ویژگی‌های اقلیمی، مناسب‌ترین گیاه یا گونه‌های گیاهی را برای یک منطقه انتخاب نمایند. البته این گونه دستاوردها گام نخست برای حرکت در راستای توسعه پایدار می‌باشد و بدون شک در گام‌های بعد باید سایر اجزاء سرزمین از جمله خاک و ناهمواری‌ها را مد نظر قرار داد. تلفیق این یافته‌ها توان اکولوژیک منطقه را برای فعالیت یا کشت مورد نظر مشخص می‌کند. روی هم رفته می‌توان بیان کرد ارتباط تنگاتنگی بین نوع محصول، دوره فنولوژی، ویژگی اقلیمی و موقعیت مکانی وجود دارد. بنابراین، رویکرد بکاررفته در این پژوهش می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب، هم برای انتخاب مناسب‌ترین گیاهان در یک اقلیم و هم انتخاب مناسب‌ترین مکان (از نظر اقلیم) برای گیاه یا گیاهان مشخص، مورد استفاده قرار گیرد.

References

- Adhami Majjard, M. H. (1990). *Study of suitable climate for olive plantation, Gorgan and Gonbad Agricultural Organization*. Fajr Rayaneh Publications.
- Ahmadi, H. and Falah GH. (2015). The agroclimatic classification of northern east of Iran based on thermal and humidity conditions. *Journal of Agricultural Meteorology*, 3(1), 67-81.
- Ashrafi, A., Mikaniki, J., & Dehghani, M. (2013). Agro-ecological zoning and evaluation of ecological potencies of south khorasan for jujube plantation. *Geographical Planning of Space*, 3(7), 67-86.
- Bagheri Bodaghabadi, M., Ebrahimi Meiman, F., Mehnatkesh, A., & Mousavi, S. A. (2020). Evaluation of Land Suitability for Horticultural Use Case Study: Saman County, Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Geography and Environmental Planning*. 31(1), 53-72. doi: 10.22108/gep.2020.119932.1224
- Bazgeer, S., KAMALI, G., & Sedaghatkardar, A. (2008). Pre-harvest wheat yield prediction using agro meteorological indices for different regions of Kordestan province, Iran. *Research Journal of Environmental Sciences*. 2 (4). Pp. 275-280, 2008.
- Borna R., Shabankari M., Halbian A., & Alizadeh A. (2017). The Agroclimatic Regionalization of citrus cultivation in Khuzestan province by using AHP model in GIS. *Researches in Earth Sciences*. 8(1), 32-54.
- Butts-Wilmsmeyer, C. J., Seebauer, J. R., Singleton, L., & Below, F. E. (2019). Weather during key growth stages explains grain quality and yield of maize. *Agronomy*, 9(1), 16.
- Esmaili, R., Ataie, H., Fallah Ghalhary, G. (2011). Assessment of Climate Change Impact on the Future Development of Apricot and Almond Species. (Case Study: Khorasan Razavi Province). *Journal of agricultural science and sustainable production*. 21(1), 145-163.
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and climate extremes*, 10, 4-10.
- Hejazizadeh, Z., Saligheh, M., Balyani, Y., Hoseini, S. M., & Mahotchi, M. H. (2013). Olive cultivation location using climate and land parameters analytic hierarchy process: A case study in Fars province. The title of the publication *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*. 13 (30):171-190.
- iaian Firozabadi, P., Khalidi, Sh., Khandan, s., & Alizadeh, A. (2010). Agroclimatic zoning of citrus fruits in Lorestan province using the index overlap model and fuzzy logic and comparing the models. 21-55
- Jahanbakhsh, S., gergoreian, V., & emamgolizadeh, M. (2009). Investigation of Adaptation of Olive Plant Cultivation with Climatological Conditions in the Northern Part of the West Azarbaijan and its Agricultural Zonation. *Geography and Development*. 7(14), 5-26. doi: 10.22111/gdij.2009.1214.
- Javadi, Z., Fallah-Ghalhari, G., & Entezari, A. (2014). The role of climatic parameters on yield of almond Case Study: Sabzevar. *Journal of Climate Research*. 1393(17), 125-141.
- Khaledi, Sh., azam, M., & karami, M. (2008). Apple cultivation site selection based on climatological factors in semirom using ahp, boolean and fuzzy models in gis environment. *Journal of geographical sciences*. 8(11), 55-72. Sid. <https://sid.ir/paper/102402/en>.
- Makram, M., Gardhan, S., & Abbasi, M. (2017). Feasibility of suitable areas for olive cultivation in Lar city using fuzzy methods, AHP and ANP. *Natural Geography*. 11(42), 81-95.
- Maroofi, A., Hasanpour, S., Omidi Shahabadi, O., azizpour, F., Najafizadeh, Z., & Enayati, M. (2023). Ecological Zoning and Determination of cropping and Orchard Spatial Pattern in the Region 3 of Iran. *Village and Space Sustainable Development*. doi: 10.22077/vssd.2023.5982.1162.
- Mirmousavi, S. H., & Akbari, H. (2010). Climate feasibility of olive cultivation in Kermanshah Province. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 5(10), 121-142.
- Moghali, M. (2014). Feasibility of Olive Cultivation Based on Environmental Factors Using GIS in Boyer-Ahmad Township. *Physical Geography Quarterly*. 7(25), 43-54.
- Nasr Esfahani, M., & Yazdanpanah, H. (2019). Prognosis of Frosting Occurrence in Almond Orchards, Najafabad Region. *Physical Geography Research Quarterly*. 51(3), 497-512. doi:10.22059/jphgr.2019.281346.1007380.

- Nezami M. T., Hajian Tazehabadi, Sh., & Chatrsimab Z. (2011). Determination of potential habitat of cherry trees on steep slope using RS and GIS techniques. *Journal of Gis.Rs. Application in Planning*. 2(3): 87 – 98.
- Parvazi M. (2022). Locating land suitable for date palm planting in Shahrood city using climatic factors and GIS Geographical Sciences. *Applied Geography*. 18 (39): 187-208.
- pourzare, M., & Falah ghalhari, G. (2021). Climatic parameters rules on pistachio phenology stages in Gonabad. *Physical Geography Quarterly*.
- Qian, B., De Jong, R., Warren, R., Chipanshi, A., & Hill, H. (2009). Statistical spring wheat yield forecasting for the Canadian prairie provinces. *Agricultural and forest meteorology*, 149(6-7), 1022-1031.
- Rajatiya, J. H., Varu, D. K., Halepotara, F. H., & Solanki, M. B. (2018). Correlation of climatic parameters with flowering characters of mango. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 6, 597-601. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6523>.
- Rezaei, H., Fallahghalhari, A. (2023). Investigating the cold requirement of barberry tree in Iran. *Geography and Planning*. doi: 10.22034/gp.2023.53277.3045.
- Riahi V, nasire zare S. Assessment of environmental capabilities and capabilities of Tarom city for olive production and cultivation. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*, 22(66), 375-394.
- Shaemi Barzoki, A., Nikandish, N., Baghbani- Arani, A., & Aligholi, S. (2023). Evaluation and zoning of thermal and phenological conditions of grape cultivation in Hamadan province. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*. 2023; 23 (70) :299-321.
- Shahrokhvandi, s.m., lashanizand, m., & lorestani, h. (2013). Climate regionalization of grain corn cultivation in lorestan province. *Journal of physical geography*. 5(18), 49-58. Sid. <https://sid.ir/paper/185018/en>
- Sys C., Van Ranst E. and Debaveye J. 1991. *Land evaluation*, Part II. Methods in Land Evaluation. International Training center for post graduate soil scientists, Ghent University, Ghent. 247 pp.
- Yarahmadi, J., Amini, A., & Rostamizad, G. (2023). Accuracy Assessment of Pistachio Climate Suitability Map Based on ROC Curve. *Environment and Water Engineering*. 9(1), 127-140. doi: 10.22034/jewe.2021.262531.1486.
- Zeinadini, A., Toomanian, N., Navidi, M.N., Frarjnia, A., & Seyed Jalali, S.A. (2019). *Horticultural crops requirements*. Iranian Soil and Water Research Institute Press. (In Persian).