Original Article

Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development

Spring 2024, Vol.5, No.1, Serial Number 17, pp 1-25

10.22077/vssd.2023.5982.1162

Ecological Zoning and Determination of cropping and Orchard Spatial Pattern in the Region 3 of Iran

Aiub Maroofi[1*], Farhad Azizpour[2], Omid Omidi Shahabadi[3], Samaneh Hasanpour[4], Maryam Enayati[5], Seyedah Zahra Najafizadeh[6]

1. PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Human Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. PhD in Geography and Rural Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran. Iran.
4. PhD in Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz. Iran.
5. PhD in Geomorphology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
6. Master of Public Administration, Faculty of Management, Islamic Azad University, Borujerd branch. Borujerd Iran.

**Corresponding author, Email: aiub.maroofi@gmail.com*

Keywords:
Zoning, Ecology, Spatial Planning, Region 3

Received:
09/Jan/2023
Revised:
08/Apr/2023
Accepted:
12/May /2023

Abstract

Agroecological zoning is a process that divides a specific territory according to climatic and environmental indicators into homogeneous zones for agriculture. Essentially, agroecological zoning involves applying ecological principles to the management of sustainable agricultural systems. The diversity of the geographical environment in a region further emphasizes the need for ecological zoning. The primary objective of this study is ecological zoning and delineating the spatial patterns of cropping and orchards in the watersheds of region 3. The research falls under the category of applied-developmental research, with a descriptive-analytical research method employed. Relevant data have been gathered from the Iran Water Resources Management Company, the Geological Survey of Iran, and the Meteorological Organization of Iran. Geographic information systems and hierarchical analysis have been utilized for analysis. The results indicate that the three regions of the country exhibit significant diversity in terms of ecological indicators. Ecologically, this region comprises distinct zones, each with unique characteristics that differentiate them in terms of constraints and opportunities for horticultural and agricultural activities. These zones include the "zone of changing the dominant pattern of cultivation and irrigation systems, " the "zone of stabilizationof industrial plants and gardens, " the "development of cereals, legumes, and rainfed gardens, " the "development of oilseeds and tropical gardens, " and the "development of agritourism and organic gardens". In conclusion, it can be inferred that in areas with substantial natural and environmental diversity, determining ecological zones and establishing spatial cultivation patterns is the most effective approach for resource utilization and mitigating the impacts of horticultural and agricultural activities. By determining spatial cultivation patterns, it becomes easier to identify the predominant types of orchards and agricultural crops suitable for each area.

How to cite this article:

Maroofi, A., Azizpour, F., Omidi shahabadi, O., Hasanpour, S., Enayati, M., & Najafizadeh, Z. (2024) Ecological Zoning and Determination of cropping and Orchard Spatial Pattern in the Region 3 of Iran. *Village and Space Sustainable Development*, **5(1), 1-25.** 10.22077/vssd.2023.5982.1162

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقاله پژوهشی

فصلنامه روستا و توسعه پایدار فضا

دوره پنجم، شماره یکم، پیاپی هفدهم، بهار ۱۴۰۳، شماره صفحه ۱-۲۵

10.22077/vssd.2023.5982.1162

پهنه‌بندی بوم‌شناختی و تعیین الگوی فضایی کشت محصولات زراعی و باغی در سطح منطقه ۳ آمایش کشور

ایوب معروفی*[۱]، فرهاد عزیزپور[۲]، امید امیدی شاه‌آبادی[۳]، سمانه حسن‌پور[۴]، مریم عنایتی[۵]، سیده زهرا نجفی‌زاده[۶]

۱. دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳. دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران. ایران

۴. دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم‌اجتماعی، دانشگاه شهید چمران، اهواز. ایران

۵. دکتری رشته ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۶. کارشناسی‌ارشد مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد. بروجرد، ایران

* نویسنده مسئول، ایمیل: *aiub.maroofi@gmail.com*

چکیده:

پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی، فرایندی است که یک منطقه جغرافیایی با توجه به شاخص‌های اقلیمی و زمینی به نواحی یا پهنه‌های همگن برای کشاورزی تقسیم می‌شود. درواقع، پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی به معنی به‌کارگیری اصول بوم‌شناختی جهت مدیریت یک نظام کشاورزی پایدار است. وجود تنوع محیط جغرافیایی در یک منطقه، ضرورت پهنه‌بندی بوم‌شناختی را بیشتر نمایان می‌سازد. هدف اصلی پژوهش حاضر پهنه‌بندی بهینه بوم‌شناختی و تعیین الگوی فضایی کشت محصولات زراعی و باغی در سطح حوزه‌های آبریز منطقه ۳ آمایش کشور است. نوع پژوهش حاضر، کاربردی- توسعه‌ای و روش پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های مربوطه از شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور و سازمان هواشناسی کشور جمع‌آوری‌شده و جهت تحلیل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله‌مراتب استفاده شده‌است. نتایج پژوهش نشان داد منطقه ۳ کشور ازنظر شاخص‌های بوم‌شناختی بسیار متنوع است. این منطقه به‌لحاظ بوم‌شناختی دارای پهنه‌های مختلفی بوده و این پهنه‌ها دارای ویژگی‌های خاصی است که هرکدام را از دیگری به‌لحاظ محدودیت‌ها و فرصت‌های فعالیت‌های باغداری و زراعت مجزا می‌کند. این پهنه‌ها عبارت‌اند از "پهنه تغییر الگوی غالب کشت و سیستم آبیاری"، "پهنه تثبیت گیاهان صنعتی و باغات"، "توسعه غلات، حبوبات و باغات دیم"، "توسعه دانه‌های روغنی و باغات گرمسیری" و "توسعه اگریتوریسم و باغات ارگانیک". به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که مناطقی که دارای تنوع طبیعی و محیطی زیادی هستند بهترین روش برای بهره‌برداری از منابع‌طبیعی و کاهش اثر فعالیت‌های باغداری و زراعت، تعیین پهنه‌های بوم‌شناختی و تعیین الگوی فضایی کشت است؛ به‌طوری‌که تعیین الگوهای فضایی کشت در تعیین کشت نوع محصولات غالب باغی و زراعی در هر پهنه کمک شایانی می‌کند.

واژگان کلیدی:

پهنه‌بندی، بوم‌شناختی، آمایش، منطقه ۳ کشور.

تاریخ ارسال:

۱۴۰۱/۱۰/۱۹

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۲/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۲/۲۲

۱–مقدمه

توسعه پایدار کشاورزی مستلزم تلاش سیستماتیک در جهت برنامه‌ریزی فعالیت‌های زمین محور کشاورزی به مناسب‌ترین روش است. یکی از راهبردهای تضمین امنیت غذایی نحوه بهره‌برداری مناسب از زمین است که تنها از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین در تعیین الگوهای تولیدی حاصل می‌شود. پهنه‌بندی زراعی– بوم‌شناختی در این عصر – که در آن نواحی دارای تغییرات اقلیمی و تغییرات هستند–، کاربردهای گسترده‌ای در برنامه‌ریزی کاربری زمین دارد. پهنه‌بندی بوم‌شناختی همچنین جهت برنامه‌ریزی نیاز آبی محصولات در بلندمدت و حفاظت در برابر سرمازدگی محصولات کاربرد دارد (موگاندانی و همکاران، ۲۰۱۲، ۳۶۲)[1]. به‌طوری‌که، عدم توجه به توانمندی‌های اقلیمی و محیطی اراضی و ادامه کشت سنتی محصولات کشاورزی، سبب بازدهی اندک و پر نوسان محصولات می‌گردد. شناخت مشخصه‌های محیط طبیعی و تأثیر آن روی گیاهان زراعی و باغی یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در افزایش عملکرد و بالا بردن تولید است. با شناخت دقیق تأثیر هر یک از عناصر طبیعی روی محصولات کشاورزی، می‌توان عملیات کشاورزی را طوری تنظیم کرد تا بهترین شرایط برای رشد و نمو گیاه در منطقه فراهم شود درواقع آگاهی از شرایط رشد انواع محصول و انتخاب مکان‌های مناسب برای پرورش آن با اصول علمی، دستیابی به بیشترین بازده در واحد سطح را امکان‌پذیر می‌کند. بنابراین، یکی از ابزارهای مؤثر برای شناخت توانمندی‌های اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین انواع بهره‌وری، پهنه‌بندی بوم‌شناختی است. پهنه‌بندی بوم‌شناختی یکی از انواع ارزیابی‌هایی است که می‌تواند به‌عنوان الگویی برای ارزیابی اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر از منابع اراضی مورداستفاده قرار گیرد (سرمدیان و طاعتی، ۱۳۹۰: ۳۶۹). ارجاعات فضایی و مدیریت داده‌های محیطی، به‌طور فزاینده‌ای در برنامه‌ریزی توسعه پایدار کشاورزی تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که در گذشته، امکانات و ظرفیت‌های فضایی جهت مدیریت منابع محیطی کشاورزی کمتر موردتوجه قرار می‌گرفت (پاتل، مندال و پنده، ۲۰۰۰: ۱)[2] پهنه‌بندی بوم‌شناختی یکی از سنگ بناهای برنامه‌ریزی کشاورزی است، زیرا بقا و شکست کاربری زمین یا سیستم کشاورزی خاص در یک منطقه معین، به‌شدت به ارزیابی دقیق منابع بوم‌شناختی وابسته‌است (زیمارویوا و همکاران، ۲۰۱۹، ۲۴۶۱)[3]. پهنه‌بندی بوم‌شناختی، یک منطقه را بر پایه توانایی‌های آن از لحاظ استعداد اراضی، تولید و قابلیت اراضی تقسیم‌بندی می‌نماید (کمالی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۵۶).

طراحی الگوهای کشت از مهم‌ترین و علمی‌ترین فعالیت‌ها در جهت پایدارسازی بوم‌نظام‌های کشاورزی و بهینه‌سازی مصرف نهاده‌هاست. اجرا و طراحی الگوی بهینه کشت در قالب برنامه‌ای مشخص در بسیاری از کشورهای جهان به کار گرفته‌شده و به‌کمک آن بسیاری از مشکلات تولید محصولات زراعی و باغی مرتفع شده‌است. طراحی الگوی فضایی کشت مستلزم جمع‌آوری، دسته‌بندی و پردازش انبوهی از داده‌ها و اطلاعات است. بنابراین انتخاب روش پردازش، تحلیل و تلفیق اطلاعات گردآوری‌شده با توجه به معیارهای تخصصی بسیار بااهمیت بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در نحوه ارزیابی دارد. طراحی الگوی کشت می‌تواند بر طبق تیپ خاک منطقه، قابلیت دسترسی به آب، تناوب زراعی، سیاست‌های تخصیص آب، مزیت‌های بوم‌شناختی انجام شود (وایت، ۲۰۰۹: ۳۴۵)[4]. معمولاً تجزیه‌وتحلیل و تغییر و طراحی الگوی کشت با دشواری‌های جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز در سطح وسیع و کمبود فرایندهای مؤثر محدود می‌شود. در این موارد سامانه اطلاعات جغرافیایی یک روش مؤثر برای مدیریت و تحلیل داده‌هاست (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۴)[5]. با توجه به گستردگی پهنه مرزی کشور و تنوع اقلیمی مختلف، رسیدن به الگوی فضایی کشت مناسب که از آن به توان حداکثر بهره‌برداری را

[1] Mugandani, et al. 2012, 362
[2] Patel, Mandal and Pande 2000, 1
[3] Zymaroieva, et al. 2019, 2461
[4] .(White, 2009: 345)
5 Wang et al, 2011:3080

از عوامل و نهاده‌های تولیدی به‌دست‌آورد، ضرورتی انکارناپذیر است. در بین روش‌های امکان‌سنجی کشت، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکانات بسیار مناسبی را در تعیین قابلیت‌های کشت محصولات کشاورزی فراهم می‌آورد، این سامانه با ارائه امکانات لازم درباره تهیه هر یک از عوامل در قالب لایه‌های اطلاعاتی کاربران را قادر می‌سازد که با بیشترین دقت ممکن نسبت به ارزیابی مناطق مستعد کشت محصولات کشاورزی اقدام نمایند. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی امروزه به‌عنوان ابزاری مهم در مدیریت داده‌های زمینی مطرح می‌باشند که با فراهم ساختن امکان یکپارچه‌سازی داده‌های حاصل از منابع مختلف، امکان استخراج اطلاعات موردنیاز و کشف ارتباطات پیچیده بین پدیده‌های مختلف را فراهم می‌نمایند، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر، به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی در پژوهش‌های کشاورزی و منابع‌طبیعی و تهیه نقشه‌های موضوعی گسترش فراوانی پیدا کرده است.

کشور ایران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی و تنوع توپوگرافی، دارای اقلیم‌ها و شرایط مختلف جغرافیایی است که ظرفیت‌ها و محدودیت‌های زیادی را برای کشاورزی ایجاد کرده است. دراین‌بین منطقه ۳ آمایش کشور که شامل چهار استان لرستان، کرمانشاه، همدان و ایلام است، ازنظر ظرفیت‌های محیطی برای کشت محصولات کشاورزی و باغی دارای تنوع و تفاوت‌های زیادی است؛ بنابراین شناسایی پهنه‌های کشاورزی – بوم‌شناختی جهت تعیین الگوی کشت غالب بسیار مهم است. آنچه که در اینجا و در این پژوهش مدنظر است، الگوی فضایی کشت است، که این مفهوم به تخصیص مکانی و اراضی کشاورزی به یک کشت غالب اطلاق می‌شود. درواقع الگوی فضایی کشت با توجه به ظرفیت‌های محیطی موردبررسی قرار گرفت و الگوی فضایی کشت بر پایه پتانسیل‌های بالفعل و بالقوه برای درازمدت پیشنهاد می‌شود. درواقع تعیین پهنه‌های مناسب با در نظر گرفتن نیازهای محیطی محصولات زراعی و باغی، بهترین راه‌حل در تولید بهینه و کاهش تخریب محیط‌زیست و حفظ منابع‌طبیعی محسوب‌می‌شود. همچنین با توجه به نوسان‌های مختلف در تولید محصولات در سال‌های مختلف، شناسایی مناطق مستعد و غیر مستعد بر پایه شناخت مزیت‌ها و محدودیت‌های محیطی کشت محصولات می‌تواند کمک شایانی به پایداری میزان تولید محصولات زراعی و باغی در منطقه ۳ کشور داشته‌باشد. بنابراین هدف اصلی پژوهش پهنه‌بندی بهینه بوم‌شناختی و تعیین الگوی فضایی کشت محصولات زراعی و باغی در منطقه ۳ کشور است که این مسئله با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی (AHP) انجام می‌گیرد.

۲– بنیان نظریه‌ای

برنامه آمایش سرزمین یک چشم‌انداز فضایی ملی است که توسعه کشور را در درازمدت هدایت می‌کند (وزارت برنامه‌ریزی عمرانی، ۲۰۱۵)[1]. برنامه‌ریزی فضایی یا آمایش سرزمین عبارت است از اجرای یک سری استراتژی‌های مبتنی بر زمین برای ادغام و هماهنگی تخصیص مکانی مربوط به توسعه مکان‌ها و منابع در بین بخش‌های مختلف، همچنین تعامل و حل تعارض بین سیاست‌های بخشی، ترویج هماهنگی توسعه محیطی، اقتصادی و اجتماعی، دستیابی به نظم مؤثر نظم مکانی و کاهش شکاف‌های منطقه‌ای، به‌منظور افزایش رقابت ملی. برنامه‌ریزی استراتژیک، پیشنهاد رویکردها و ایده‌ها برای به‌کارگیری راه‌حل مسئله‌محور است (یو–جینگ و چی–لونگ، ۲۰۱۰)[2]. برنامه‌ریزی فضایی یا آمایش سرزمین نوعی مداخله دولتی است که با تحولات سیاسی و اقتصادی کاملاً درهم‌تنیده شده و یکی از عوامل اصلی درباره برنامه‌ریزی فضایی، ظرفیت نهادی است (هر یس، هوپر و بیشاپ، ۲۰۰۲: ۵۶۰)[3].

کشاورزی آینده برای تأمین غذای جمعیت رو به افزایش بشر باید علاوه بر پایداری، قدرت تولید زیادی نیز داشته‌باشد .ترکیب این دو موضوع بدین مفهوم است که به‌سادگی نمی‌توان عملیات کشاورزی رایج را به‌طورکلی به

[1] Department of Physical Planning 2015
[2] Yu-Jing and Chih-Lung 2010
[3] Harris, Hooper and Bishop 2002:560

فراموشی سپرد و به شیوه‌های کشاورزی سنتی یا بومی روی آورد. اگرچه کشاورزی سنتی، الگوها و شیوه‌های ارزشمندی را برای توسعه کشاورزی پایدار فراهم می‌سازد، اما قادر نخواهد بود که غذای کافی برای مناطق شهری دوردست از مراکز روستایی و بازارهای جهانی را تولید کند زیرا تأکید کشاورزی سنتی، تأمین نیازهای محلی و در مقیاس کوچک است. پس‌نیاز به یافتن شیوه‌ای جدید در توسعه کشاورزی است که بر مبنای جنبه‌های حفاظت منابع مربوط به کشاورزی سنتی، محلی و در مقیاس کوچک استوار بوده و در عین حال روش‌ها و دانش اکولوژیک نوین را نیز به خدمت بگیرد .این رهیافت در علم اکولوژی کشاورزی جای دارد. دانش مربوط به کاربرد اصول و مفاهیم اکولوژیک برای طراحی و مدیریت بوم‌نظامهای پایدار را بوم‌شناسی کشاورزی گویند، که این شاخه علم موردنیاز برای تکامل نوعی نظام کشاورزی را فراهم می‌سازد که از یکسو با طبیعت هماهنگی دارد و از سوی دیگر تولید به‌لحاظ اقتصادی ماندگار است. در عصر حاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به‌نحو بهینه استفاده شود. ارزیابی توان اکولوژیک به‌عنوان یکی از ابزارهای حرکت در راستای توسعه پایدار، به‌دنبال سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش‌طرح ریزی شده) شمسی‌پور و همکاران،۱۳۹۱: ۶۵). و به‌دنبال استفاده بهینه از فضا و سرزمین و توزیع عادلانه امکانات است (شمسی‌پور و همکاران،۱۳۹۲: ۶۶). ازآنجاکه اصول مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح در منابع‌طبیعی، بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان اکولوژیک اکوسیستم استوار است، آگاهی از این استعدادها و تعیین پتانسیل منابع مذکور می‌تواند راهگشای تهیه و اجرای طرح‌های کاربردی و عملی به‌منظور نیل به اهداف اقتصادی، حمایتی و حفاظتی باشد.

پهنه‌بندی اکولوژیکی _ کشاورزی[1] می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی منابع اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر از آن مورداستفاده قرار گیرد. کمیته بین‌المللی تحلیل سیستم‌های کاربردی (IIASA) روش AEZ را ارائه داد .در این روش ارزیابی دقیقی از منابع آب، خاک و اقلیم به‌عمل‌آمده و با استفاده از یک سیستم مناسب اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد .اهداف اصلی پهنه‌بندی اکولوژیکی – کشاورزی شامل :شناسایی منابع اراضی، محیط‌های همگن، تعیین پتانسیل کشاورزی یک منطقه و برنامه‌ریزی برای توسعه منطقه‌ای می‌باشد. پهنه‌بندی زراعی – اکولوژیک به‌صورت زیر تعریف‌شده است (پاتل، ۲۰۱۲، ۲۱۵)[2]:

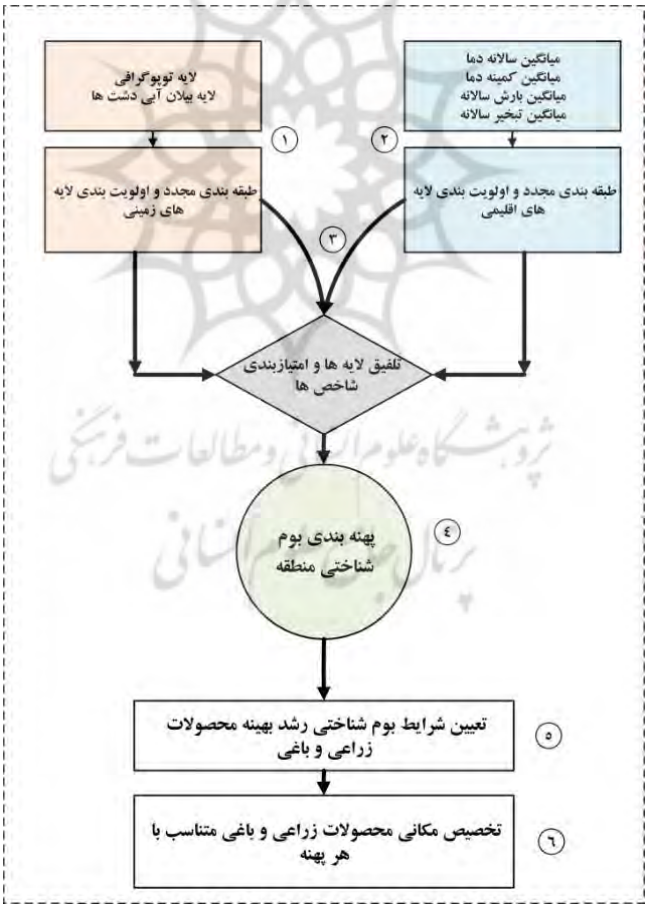
- پهنه‌بندی زراعی–اکولوژیک (AEZ) به تقسیم یک منطقه از زمین به واحدهای کوچک‌تر اشاره دارد که دارای ویژگی‌های مشابه مربوط به تولید بالقوه تناسب زمین و اثرات زیست‌محیطی هستند.
- منطقه زراعی–اکولوژیک یک واحد نقشه‌برداری از منابع زمین است که دارای ترکیبی منحصربه‌فرد از شکل زمین، ویژگی‌های خاک و آب‌وهوا و / یا پوشش زمین با طیف خاصی از پتانسیل‌ها و محدودیت‌ها برای استفاده از زمین است.
- سلول زراعی اکولوژیکی (AEC) با ترکیبی منحصربه‌فرد از شکل زمین، خاک و ویژگی‌های آب و هوایی تعریف می‌شود (پاتل، ۲۰۱۲، ۲۱۵).

پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی برای شناسایی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های منابع مرتبط با کشاورزی به‌کاربرده می‌شود . بوم‌کشت ها به‌عنوان واحدهای جغرافیایی پایه به کار گرفته می‌شوند و اطلاعات محلی و منابع مرتبط با رشد گیاهان زراعی و توانایی‌های بالقوه آن‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند .استفاده تخصصی از زمین‌های کشاورزی و مدیریت سیستم زمین‌بر طبق پتانسیل‌ها و محدودیت‌های پهنه‌های اگرواکولوژیکی، بهترین راه برای دستیابی به پایداری در سیستم‌های تولید می‌باشد(پاکپور ربطی و همکاران،۱۳۹۲: ۱۷۹). در این روش با تقسیم کردن یک منطقه جغرافیایی به واحدها یا

[1] (Agroecological Zoning) AEZ
[2] Patel 2012: 215

پهنه‌هایی همگن با حداکثر شباهت ازنظر خصوصیات خاک و اقلیم، عملکرد پتانسیل محصول زراعی در هر پهنه به‌وسیله یک مدل شبیه‌سازی پیش‌بینی‌شده و با انتقال نتایج به محیط GIS نقشه عملکرد پتانسیل در مقیاس منطقه‌ای تهیه می‌شود. با استفاده از این روش مناطق زراعی مناسب کشت گیاهان مشخص‌شده و از کشت محصولات در مناطقی که از کارایی کمی برخوردارند، جلوگیری می‌شود .به‌این‌ترتیب عملاً کشت محصولات زراعی بر اساس نیازهای واقعی آن‌ها در عرصه‌های زراعی مشخص‌شده و نظام‌های پایدار زراعی طرح‌ریزی می‌شوند. از طرفی با معلوم بودن تولید واقعی در مناطق تحت بررسی و تخمین عملکرد پتانسیل گیاهان با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد می‌توان خلأ عملکرد را بر اساس اختلاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی برآورده کرد و مورد تجزیه‌وتحلیل قرارداد (کاظمی پشت مساری و همکاران،۱۳۹۱: ۱۳۰).

مدیریت و ساماندهی فعالیت‌های کشاورزی نیازمند به‌کارگیری رویکردی یکپارچه به مؤلفه‌های دخیل در امر تولید است. توجه به مؤلفه‌های پیچیده طبیعی مانند زمین، منابع آبی و مؤلفه‌های اقلیمی به‌دلیل غیرقابل‌پیش‌بینی بودن این مؤلفه‌ها در قالب یک سیستم یکپارچه ضرورتی انکارناپذیر است. به همین سبب، در پژوهش حاضر معیارها و شاخص‌های پهنه‌بندی بوم‌شناختی در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی و در یک چارچوب مفهومی پیوسته مورد تحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به مبانی نظری و رویکرد تحلیلی به کار گرفته‌شده، مدل مفهومی پژوهش در شکل زیر ارائه‌شده است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

درزمینه پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی در سطح ایران و خارج کشور مطالعاتی انجام‌شده است که در این بخش به مهم‌ترین و مرتبط‌ترین مطالعات انجام‌شده پرداخته می‌شود.

در پژوهشی در آرژانتین به پهنه‌بندی زراعی – بوم‌شناختی و عملکرد بالقوه کشت تک یا دوگانه سیب‌زمینی، پرداخته است که هدف این مطالعه شناسایی پهنه مناسب برای رشد سیب‌زمینی در سطح کشور است که در این مطالعه خاک‌های مناسب را شناسایی کرده و مدت‌زمان بالقوه مربوط به فصول رشد و عملکرد بالقوه برای هر یک از مکان‌ها و فصول مناسب را مشخص کرده است (کالدیز و همکاران، ۲۰۰۲: ۳)[1]. مطالعه‌ـای دیگر به ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی برای مطالعه تغییرات اقلیمی با تصمیمات کشاورزی خرد در جنوب صحرای آفریقا انجام‌گرفته است که نتایج آن نشان‌می‌دهد که منطقه بندی و شناسایی پهنه‌ـهای مناسب برای زراعت راه را برای اجرای راهبرد متنوع سازی در برابر تغییرات اقلیم باز می‌کند و آسیب‌پذیری کشاورزان کمتر خواهد بود (سئو، ۲۰۱۴:۱۶۰)[2]. در کشور اسپانیا نیز تحقیقی درزمینه پهنه‌بندی کشاورزی بوم‌شناختی جنگل‌های که در آن به‌طور طبیعی قارچ دنبلان تولید می‌شود، انجام‌شده که نتایج نشان آن می‌دهد که دسترسی به آب در پهنه‌بندی جنگل‌ها نقش مهمی دارد و شیب تنها در یکی از پهنه‌ها تعیین‌کننده بوده است (سرجی و همکاران، ۲۰۱۹:۲۶۹)[3]. درزمینه ارزیابی یکپارچه سیستم آگرواکولوژیک تحت عنوان ارزیابی یکپارچه سیستم‌های آگرواکولوژیک: مطالعه موردی پارک ملی آلتا مورگیا در ایتالیا انجام‌شده است که نتایج آن نشان‌می‌دهد که با پهنه‌بندی اکولوژیک یک محدوده سیاست‌های حمایتی کشاورزی در هر پهنه تخصصی‌تر خواهد شد و به حفظ محیط‌زیست هر پهنه کمک شایانی می‌کند. همچنین تحقیقی در هندوستان نشان‌می‌دهد که تنوع آب و هوایی در یک محدوده جغرافیایی بر عملکرد گندم تأثیر زیادی داشته است (آگاروال، ۱۹۹۳:۵۴)[4]. در کشور مصر نیز پژوهشی درزمینه توسعه مدل فضایی جهت ارزیابی مناطق زراعی–اکولوژیکی برای توسعه کشاورزی پایدار در منطقه منا، مؤلفه‌های اصلی پهنه‌بندی شناسایی‌شده و سپس محصولات متناسب برای پهنه‌ها پیشنهادشده است (امین و همکاران، ۲۰۲۲:۳۰۵)[5]. یافته‌های پژوهشی تحت عنوان مناطق زراعی–اکولوژیکی، منابع خاک و سیستم‌های زراعی آن‌ها حاکی از آن است که با توجه به منابع خاک و شاخص‌های اقلیمی کل کشور هند به ۲۰ پهنه همگن اصلی و ۶۰ زیر پهنه بوم‌شناختی کشاورزی قابل‌تقسیم است که در هر یک از این پهنه‌ها قابلیت خاصی برای توسعه محصولات کشاورزی ویژه وجود دارد (گجبهیه و ماندال، ۲۰۰۰:۱۵)[6].

نتایج پژوهشی در استان خوزستان تحت عنوان پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات در استان خوزستان با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در محیط (GIS)، نشان‌می‌دهد که مناطق شمالی و شرقی استان از شرایط خوب تا عالی جهت کشت مرکبات برخوردار است و مناطق محدودیت دار استان با پتانسیل ضعیف، بخش‌های جنوبی، مرکزی و غربی را در برمی‌گیرد (برنا و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۰). در استان گلستان پژوهشی تحت عنوان پهنه‌بندی زراعی– بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از فرایند تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام‌گرفته است که نتایج آن نشان‌می‌دهد که ۲۱ و ۳۵ درصد زمین‌های زراعی استان برای تولید کلزا به‌ترتیب بسیار مستعد و مستعد هستند. این اراضی به‌صورت پهنه‌ای در سطح استان نشان داده‌شده‌است (کاظمی پشت مساری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۰). نتایج پژوهشی تحت عنوان پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشان‌می‌دهد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی و زمینی، در مناطق

1 Caldiz et al., 2002:
2 Seo, 2014:160
3 Sergi et al., 2019:269
4 Aggarwal, 1993: 54
5 Amin et al., 2022:305
6Gajbhiye & Mandal, 2000:15

مختلف استان متفاوت است و از طریق تلفیق لایه‌های مؤثر در فرایند کشت در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد جهت کشت این گیاه زراعی وجود دارد (صیدی شاهیوندی و همکاران، ۱۳۹۲). در مورد محصول زعفران پژوهشی تحت عنوان پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران در استان اردبیل با استفاده از روش AHP انجام‌گرفته است که نتایج آن نشان‌می‌دهد که حدود ۴۱ درصد از مساحت استان اردبیل شرایط مناسب، ۲۰ درصد شرایط متوسط و ۳۹ درصد شرایط نامناسب برای کاشت گیاه زعفران می‌باشد (سبحانی، ۱۳۹۶). در شهرستان گرگان پژوهشی در مورد پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جو لخت بر اساس منطق بولین انجام‌گرفته است، این پژوهش نشان‌می‌دهد که در بین عوامل موردبررسی، عوامل توپوگرافی و خاکی بیشترین تأثیر را در تعیین مناطق مناسب جهت کشت جولخت داشتند. عوامل اقلیمی در کل اراضی شهرستان برای کشت این گیاه مناسب تشخیص داده شد و هیچ‌گونه محدودیتی برای رشد این محصول نداشتند. (کاظمی، ۱۳۹۲: ۱۷۰) در پژوهشی در خصوص پهنه‌های مناسب کشت گندم در استان قزوین نشان‌می‌دهد که پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی می‌تواند به برنامه‌ریزی و مدیریت منابع اراضی، کشت هر محصول مطابق با پتانسیل اراضی و درنهایت دستیابی به توسعه پایدار، کاربردی و گران‌بها باشد (سرمدیان و طاعتی، ۱۳۹۴: ۳۶۹). در مورد ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی با رویکرد آمایشی و توسعه استان آذربایجان غربی پژوهشی انجام‌گرفته است که نتایج نشان‌می‌دهد که شهرستان‌های استان در رابطه باقابلیت و استعداد کشاورزی اعم از باغداری و زراعی با تفاوت‌هایی مواجه بوده که با شناخت این تفاوت‌ها اعم از محدودیت‌ها و ظرفیت‌ها و با شناخت و ارزیابی سایر توان‌ها ازجمله گردشگری، صنعتی و غیره با سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های سازگار با شرایط اکولوژیکی هر منطقه در استان از لحاظ اقتصادی توازن و تعادل ایجاد نمود (کاشفی دوست و همکاران، ۱۴۰۰: ۷۸).

۳–روش، تکنیک‌ها و قلمرو

منطقه ۳ کشور شامل چهار استان همدان، کرمانشاه، لرستان و ایلام است که در غرب کشور واقع‌شده است. مساحت منطقه موردمطالعه برابر ۹۲۴۲۸ کیلومترمربع یا به‌عبارت‌دیگر ۹۲۴۲۸۶۷ هکتار است. جمعیت منطقه ۳ در سال ۱۳۹۵ برابر با ۶۰۳۱۴۷۵ نفر جمعیت است. منطقه ۳ با کشور عراق ۷۰۱ کیلومتر مرز مشترک دارد که این مرز مشترک بخش غربی استان‌های ایلام و کرمانشاه را در برمی‌گیرد. از طرف دیگر منطقه ۳ با مناطق ۴، ۷ و ۲ کشور مرز مشترک دارد. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه مرز سیاسی با مرز حوزه‌های آبریز متفاوت است، در این پژوهش همه حوزه‌های آبریزی که همه آن یا بخشی از آن در منطقه ۳ کشور قرار گرفته باشد، موردبررسی قرار گرفته است. به همین دلیل نقشه حوزه‌های آبریز کمی متفاوت و فراتر از مرزهای سیاسی منطقه ۳ است.

شکل ۲- موقعیت منطقه ۳ در بین مناطق ۹ گانه آمایش کشور

نوع پژوهش حاضر، کاربردی-توسعه‌ای و روش پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های پژوهش از مراکز مختلف ملی و بین‌المللی جمع‌آوری‌شده است. به‌طوری‌که برای تهیه نقشه‌های دما و بارش محدوده موردمطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۵ ساله آماری ایستگاه‌های باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و سینوپتیک مستقر در سطح منطقه ۳ کشور استفاده شد. برای تهیه این نقشه‌ها روش مین‌یابی فاصله معکوس وزن‌دار (IDW) به کار برده شد. شاخص‌های مربوط به آب از شرکت مدیریت منابع آب ایران و شاخص مربوط به خاک از سازمان زمین‌شناسی کشور جمع‌آوری‌شده است. همچنین نقشه‌های شیب، جهت‌های شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه ۳ کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای محدوده کشاورزی منطقه ۳ در محیط ArcMAP تهیه شد. به‌طورکلی معیارهای اصلی مورداستفاده شده برای پهنه‌بندی بهینه بوم‌شناختی محصولات زراعی و باغی منطقه ۳ شامل توپوگرافی، اقلیم و آب است. برای پهنه‌بندی بهینه بوم‌شناختی محصولات زراعی و باغی در سطح منطقه ۳ کشور از تابع تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاری فازی (FUZZY AHP) استفاده شد.

به‌منظور وزن دهی به معیارها با روشAHP، ابتدا مسئله تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مستعد کشت محصولات زراعی و باغی موردنظر می‌باشد، به‌صورت درخت سلسله‌مراتبی که شامل عناصر تصمیم‌گیری است، تجزیه شد. در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم معیارهای اصلی تأثیرگذار در کشت محصول (توپوگرافی، منابع خاک، اقلیم) در سطح سوم زیرشاخه‌ها یا زیر معیارهای هرکدام از عوامل سطح دوم دسته‌بندی شدند. برای جمع‌آوری داده‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و وزن معیارها و زیر معیارها از پرسش‌نامه AHP استفاده شد. این پرسشنامه‌ها حاوی مقایسات مشترک برای کلیه عوامل تأثیرگذار در مکان‌یابی است که توسط متخصصین مربوطه تکمیل شد.

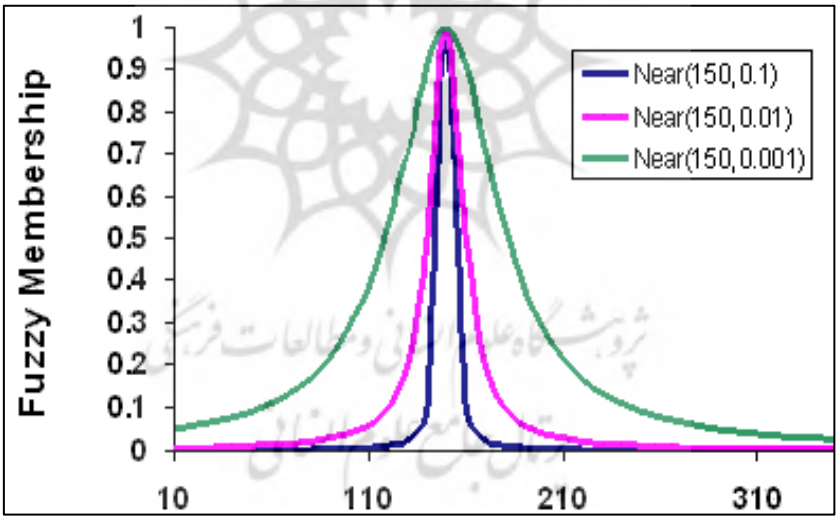
روش نمونه‌گیری از خبرگان این حوزه به‌صورت هدفمند بوده است و کارشناسانی انتخاب شدند که هم دانش و آگاهی کافی از مسئله داشتند و هم قابل‌دسترس بودند. ویژگی جمعیت‌شناسی خبرگان بدین شیوه بود، که از تعداد ۲۵ نفر خبره ازنظر تحصیلات، تعداد ۵ نفر دارای مدرک کارشناسی، ۱۰ نفر کارشناسی‌ارشد و ۱۰ نفر دکتری بوده و ازنظر تجربه نیز ۱۰ نفر ۳ تا ۱۰ سال، ۷ نفر ۱۰ تا ۱۵ سال و ۱۰ نفر ۱۵ تا ۳۰ سال تجربه داشتند. درواقع کارشناسانی انتخاب شدند که

هم تجربه علمی کافی داشتند و هم به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم با وضعیت کشاورزی و جغرافیایی منطقه ۳ کشور ارتباط داشتند.

جدول ۱- ویژگی جمعیت‌شناسی خبرگان بر اساس تحصیلات و تجربه

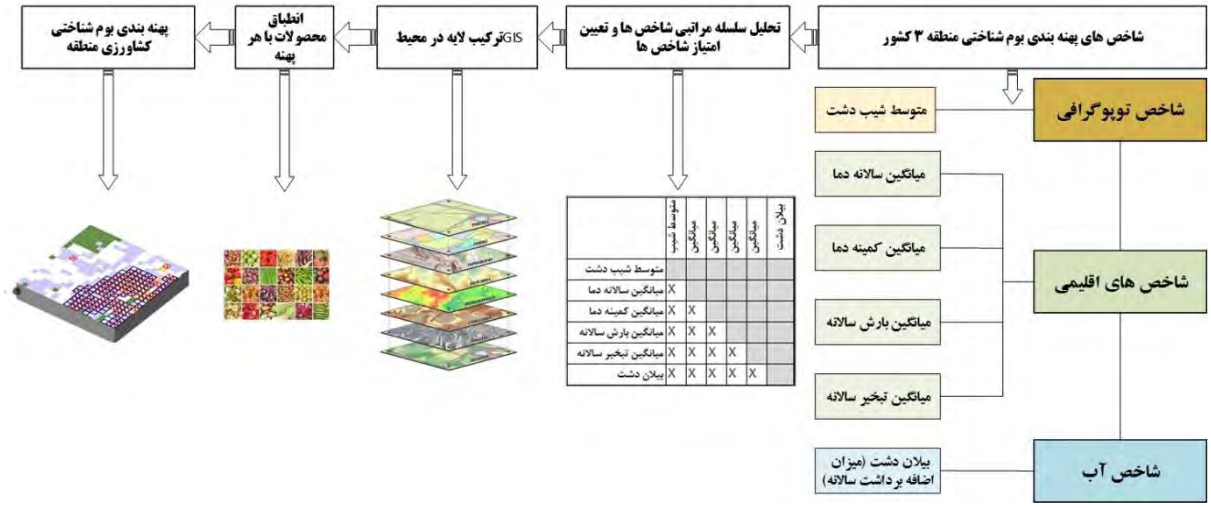
سطح تحصیلات خبرگان	تعداد	درصد	تجربه خبرگان	تعداد	درصد
کارشناسی	۵	٪۲۰	۳ تا ۱۰ سال	۷	٪۲۸
کارشناسی‌ارشد	۱۰	٪۴۰	۱۰ تا ۱۵ سال	۸	٪۳۲
دکتری	۱۰	٪۴۰	۱۵ تا ۳۰ سال	۱۰	٪۴۰

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها تعیین اوزان به‌وسیله نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۲۰۰۰ انجام شد. بعد از انتخاب شاخص‌ها و فاکتورهای دخیل در مدل آشکارسازی توان اکولوژیکی کشت محصولات زراعی و باغی در منطقه، اقدام به فازی سازی این فاکتورها گردید. در این مرحله به‌طورکلی از سه تابع فازی سازی (fuzzifier) برای فازی کردن لایه‌های دخیل در مدل آشکارگر توان اکولوژیکی استفاده شد. تابع SMAL یا MSSMAL، تابع LARG یا MSLARG، و درنهایت تابع NEAR. در تابع SMALL کل لایه رستری به‌گونه‌ای فازی سازی می‌شود که مقادیر کمتر یا کوچک‌تر از متغیر دارای وزن یا تابع عضویت بیشتری باشند و با افزایش مقدار متغیر مقدار تابع عضویت کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۳- تابع فازی سازی NEAR (fuzzifier)

به‌طورکلی تلفیق شاخص‌های اصلی دخیل در پهنه‌بندی بهینه بوم‌شناختی محصولات زراعی و باغی که شامل منابع آب سطحی و زیرزمینی، بارش، توپوگرافی، منابع خاک، شرایط اقلیمی (ویژگی‌های دمایی و حرارتی و ریسک یخبندان، طول دوره رشد، و تبخیر و تعرق) در محیط نرم‌افزار ArcMap انجام شد. مراحل و شاخص‌های اصلی پژوهش در نمودار زیر نشان داده‌شده‌است.



شکل ۴-روند نمای مراحل انجام پژوهش

۴-یافته‌ها و تحلیل داده

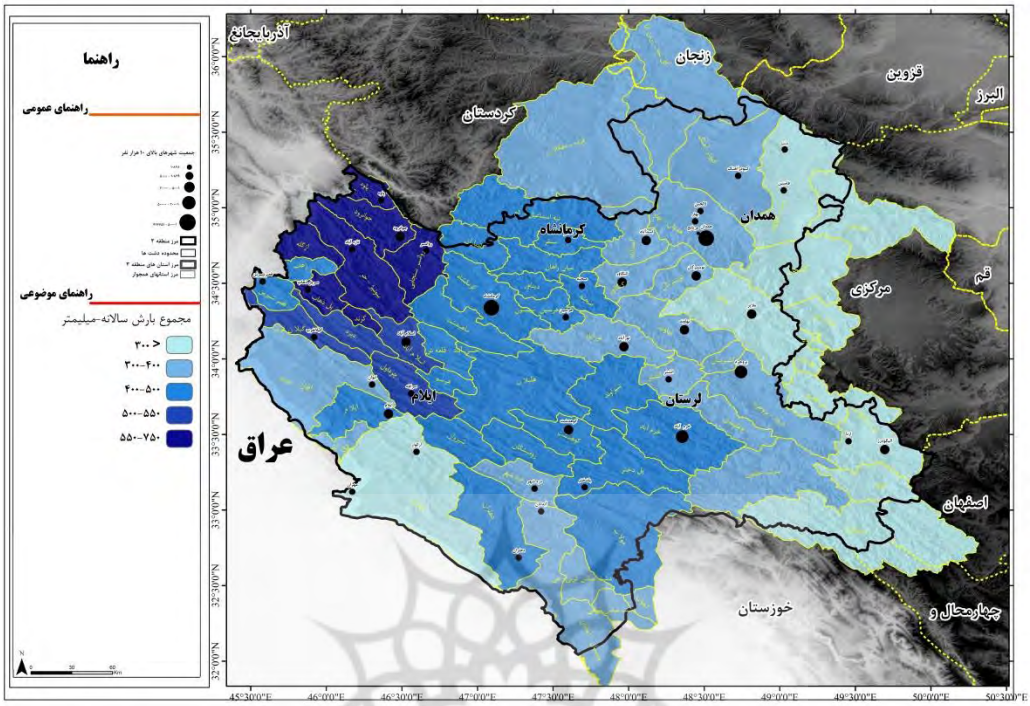
یافته‌ها و نتایج پژوهش حاضر در پنج بخش ارائه می‌گردد، بخش اول شناسایی و ارزیابی شاخص‌های پهنه‌بندی، بخش دوم امتیازبندی و رتبه‌بندی شاخص‌ها، بخش سوم اجرای مدل پهنه‌بندی در محیط ArcMap، بخش چهارم شناسایی محصولات با ویژگی‌های متناسب و منطبق و بخش نهایی شناسایی الگوی غالب کشت منطقه در هر پهنه که در پیوند محصول غالب با هر پهنه به‌دست‌آمده است. در اولین مرحله از پژوهش شاخص‌ها پهنه‌بندی اکولوژیک به تفکیک حوزه‌های آبریز در سطح منطقه ۳ کشور مورد شناسایی و بررسی قرار می‌گیرد.

شاخص مجموع بارش سالانه

بارش یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین فاکتورهای آگروکلیمایی است. نقش بارش در کشاورزی بسیار گسترده و پیچیده‌است. محصولات دیم به‌صورت مستقیم به بارش وابسته هستند و ارتباط بسیار نزدیک و تنگاتنگی با بارش دارند درحالی‌که محصولات آبی به‌صورت مستقیم ارتباط ضعیف‌تری با بارش نشان می‌دهند، اما وابسته به منابع آبی هستند (آب‌های زیرزمینی و سطحی-چاه، چشمه، قنات، رودخانه، آب‌بند) که این منابع آب به‌صورت مستقیم وابسته به بارش هستند. بر پایه توزیع فضایی بارش سطح دشت‌ها، مشاهده گردید که بارش منطقه در سطح دشت‌های منطقه ۳ از ۲۶۰ میلی‌متر تا ۷۵۰ میلی‌متر در سال متفاوت است. هسته بارش منطقه که درواقع بارش‌های بیش از ۵۰۰ میلی‌متر است منطبق بر بخش شمال غرب منطقه است. به‌طورکلی در سطح منطقه ۳ از سمت غرب به شرق منطقه، روند کلی بارش کاهش می‌یابد. از شمال به جنوب منطقه نیز روند مشابهی در کاهش بارش منطقه مشاهده می‌گردد.

توزیع بارش به تفکیک دشت‌ها بیانگر آن بود که هسته بارش‌های منطقه منطبق بر دشت‌های شمال غرب واقع در استان کرمانشاه یعنی دشت‌های، پاوه، جوانرود، روانسر، بیونژ-حر، از گله، پل ذهاب، کرند، است. این دشت‌ها، دشت‌های نیمه مرطوب هستند که بارش در آن‌ها بیش از ۵۵۰ میلی‌متر در سال بوده برای دارای اطمینان بالایی برای زراعت و باغداری دیم هستند. زارعت دیم در این دشت‌ها، با اطمینان بالایی قابل انجام است و ریسک زراعت دیم در این دشت‌ها از لحاظ عدم قطعیت بارش سالانه پایین است. دشت‌های دسته دوم دشت‌هایی هستند که به‌طور متوسط سالانه ۵۰۰ تا ۵۵۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کنند. این دشت‌ها نیز از لحاظ قابلیت زراعت دیم، در شرایطی که سایر فاکتورهای دیگر از

قبیل خاک، توپوگرافی، منابع آب سطحی در شرایط مناسبی باشند، قابلیت اطمینان بالایی برای زراعت و باغداری دیم ایجاد می‌کنند.

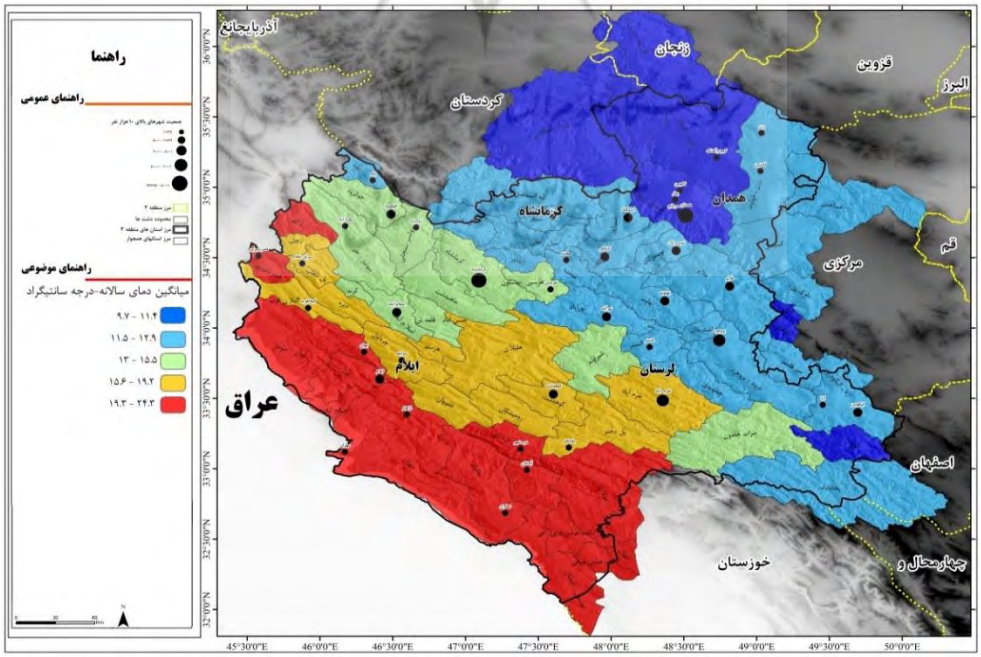


شکل ۵- مجموع بارش سالانه به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

شاخص میانگین دمای سالانه

دما در رشد و نمو گیاه یکی از عوامل مهم به‌شمار می‌رود. دما، در کنار سطح نور، دی‌اکسید کربن، رطوبت دما، آب و مواد مغذی، بر رشد و درنهایت تولید محصولات تأثیرگذار است. همه‌ی این عوامل باید تعادل داشته‌باشند. دما در درازمدت و کوتاه‌مدت بر گیاه تأثیر می‌گذارد. سرعتِ بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی در دماهای بالاتر افزایش می‌یابد و این مسئله هم با اثرات مثبت و هم با اثراتِ منفی همراه است. برای مثال، در بسیاری از موارد تولید سریع‌تر میوه و رشدِ سریع‌تر یک مزیت به‌شمار می‌رود. باوجود این، تنفس بیش از اندازه که رخ می‌دهد اثر سوئی دارد زیرا این به این معنی است که برای رسیدن میوه انرژی کمتری وجود دارد و میوه‌ها کوچک‌تر خواهند بود. برخی از اثرات کوتاه‌مدت هستند در حالی سایر عوامل اثرات بلندمدتی دارند. برای مثال، تعادل جذب در گیاه متأثر از دما است و بلافاصله تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، گل انگیزی به‌واسطه‌ی آب‌وهوا در یک دوره‌ی بسیار طولانی مشخص می‌شود. دمای گیاه و هوا برابر نیستند زیرا گیاهان می‌توانند به‌واسطه‌ی تبخیر خنک و به‌واسطه‌ی تابش گرم شوند. گیاهان به‌دنبال رسیدن به دمای مطلوب در خودشان و تعادلی بین دمای هوا، رطوبت نسبی هستند و در این امر نور نقش بسیار مهمی دارد. دامنه دمای هوا در سطح منطقه موردمطالعه از ۳ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد متناوب است. بخش‌های جنوب غرب و غرب منطقه موردمطالعه که عموماً در استان ایلام و بخش‌های محدودی نیز در غرب استان کرمانشاه قرار گرفته است. دشت‌های موسیان-آبدانان، آهوان، دشت عباس شرقی و دشت عباس غربی، بخش‌های غربی دشت‌های مهران، دهلران، صالح‌آباد، قصر شیرین و ذهاب، ایوان-سومار، و گیلان غرب، را که میانگین دمای سالانه آن‌ها بیش از ۱۸ درجه سانتی‌گراد است، را می‌توان دشت‌های گرمسیری منطقه نامید. میانگین دمای سالانه این دشت‌ها از ۱۷ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد متفاوت است. ازآنجاکه این دشت‌های

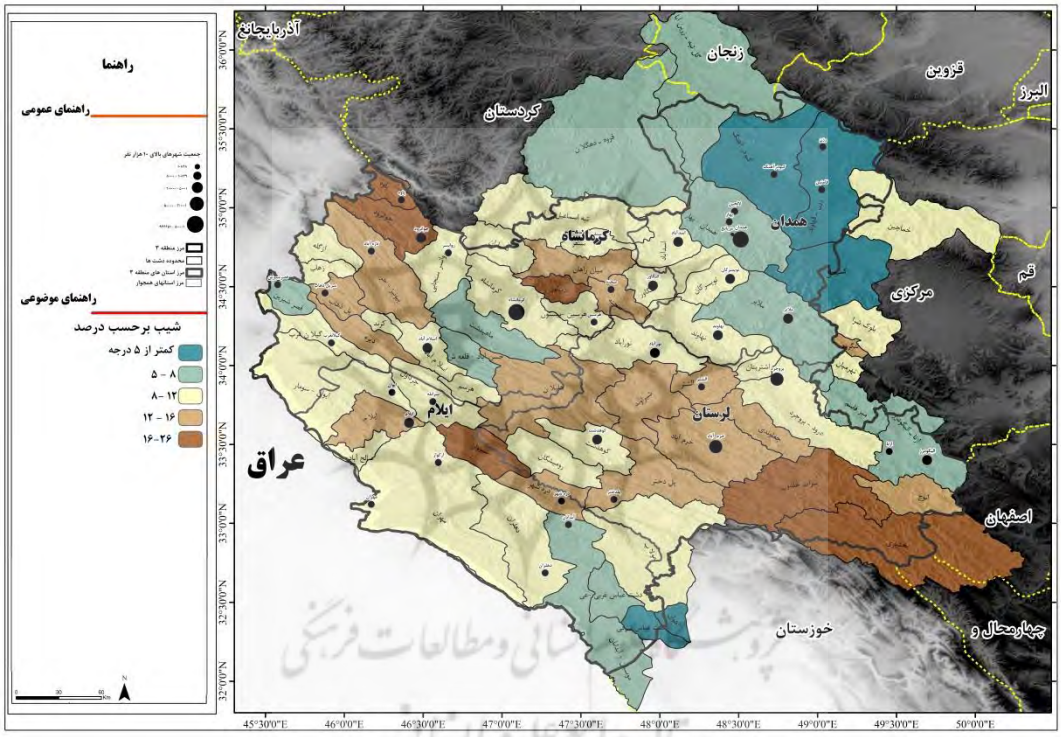
گرمسیری در فصل زمستان و پاییز با تنش سرمایی کمتری روبه‌رو می‌شوند، لذا کشت پاییزه برخی محصولات می‌تواند مدنظر قرار گیرد. بخش دیگر از منطقه، که میانگین، دمای آن‌ها، بین ۱۴ تا ۲۰ درجه است، و عموماً شامل دشت‌های خرم‌آباد، هلیلان، رومشکان، پلدختر، شیروان، هر سین–بیستون، از گله، بخش‌های شرقی دشت‌های گرمسیری، جز دشت‌های معتدل هستند. در این دشت‌های معتدل نیز محدودیت دمایی برای زراعت محصولات دیم وجود ندارد و تنوع کشت بالایی در این دشت‌ها متصور است. بخش وسیعی از نواحی مرکزی و شرقی منطقه موردمطالعه دارای میانگین دمای بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد در سال هستند این دشت‌ها که عموماً دشت‌های مرکزی منطقه شامل دشت‌های استان کرمانشاه، و دشت‌های همدان و لرستان را در برمی‌گیرند. به‌طورکلی ویژگی‌های دمایی دشت‌های این منطقه، همبستگی نزدیکی با تغییرات توپوگرافی دارد. دشت‌های سردسیری منطقه دشت‌هایی هستند که میانگین دمایی سالانه آن‌ها پایین‌تر از ۱۲ درجه است. در نقشه زیر، میانگین دمای سالانه هرکدام از دشت‌های موردمطالعه ارائه‌شده است. همان‌طور که در این نقشه مشاهده می‌گردد، دشت‌های گرمسیری منطقه موردمطالعه که عموماً در غرب منطقه موردمطالعه و استان ایلام و سپس غرب کرمانشاه قرار گرفته‌اند، عبارت‌اند از دشت‌های از گله، قصر شیرین در استان کرمانشاه، ایلام، دهلران، صالح‌آباد، سومار–ایوان، دشت عباس غربی، دشت عباس شرقی، دره شهر، مولاب، موسیان–آبدانان، دشت‌هایی هستند که میانگین دمای سالانه آن‌ها ۱۹.۳ تا ۲۴.۲ درجه سانتی‌گراد است. دشت‌های، نیمه گرمسیری منطقه همان‌طور که در نقشه شکل زیر مشاهده می‌گردد، دشت‌های بخش شرقی استان کرمانشاه و لرستان، در زمره این دشت‌ها قرار گرفته‌اند. این دشت‌ها عبارت‌اند از ذهاب، پل ذهاب، دیره، گیلان غرب، هر سم، چاردالول، هلیلان، شیروان، رومشکان، کوهدشت، پلدختر، خرم‌آباد. میانگین دمای سالانه این دشت‌ها همان‌طور که در نقشه دیده‌می‌شود، برابر ۱۵.۶ تا ۱۹.۲ درجه سانتی‌گراد است. دشت‌های شمال شرق منطقه شامل کبودرآهنگ، همدان بهار، گل‌تپه–زرین‌آباد و دشت ان و و درنهایت دشت لنگرود و نهرمیان، جز دشت‌های سردسیری منطقه به‌حساب آمده و میانگین دمای سالانه آن‌ها، کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد در سال است.



شکل ۶ – میانگین دمای سالانه به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

متوسط شیب

شیب یکی از مهم‌ترین فاکتورهای توپوگرافیکی تأثیرگذار در کشاورزی و عملکرد محصول است. میانگین شیب این دشت‌ها ۱۱ درصد است. در این دامنه ارتفاعی دشت دینار با شیب ۱۹ درصد پرشیب‌ترین دشت است. از بین دشت‌های موردبررسی ۲۶ دشت، در دامنه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر (بر اساس فراوان‌ترین شیب) قرار گرفته است. کرند چرداول، جوانرود، خماجین، هلیلان، الشتر، پاوه، رزن قهاوند، بیونیز – حر، شیراوند، تویسرکان، کمیجان، چغلوندی، کبودر، آهنگ، ملایر، سنقر، همدان – بهار، بلوک شرا، اسدآباد، تپه اسماعیل، گل‌تپه زرین‌آباد، قروه دهگلان، سراب خلدون، نورآباد، اشترینان، ازنا الیگودرز، دشت‌هایی هستند که فراوان‌ترین دامنه ارتفاعی آن‌ها بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است. در این دامنه ارتفاعی، دشت‌های پاوه، سراب خلدون و جوانرود دارای میانگین شیب بیش از ۲۰ درصد هستند. در این طبقه ارتفاعی قابلیت مناسبی برای زراعت محصولات دیم و باغداری وجود دارد.

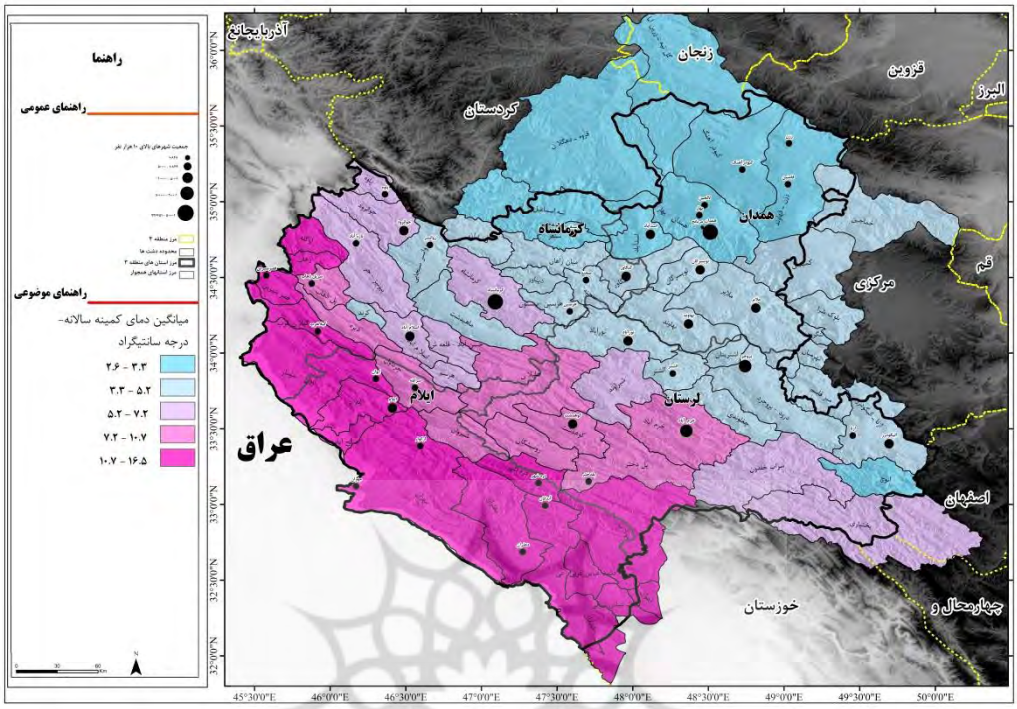


شکل ۷- متوسط شیب به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

میانگین کمینه دما

میانگین دمای کمینه در سطح منطقه موردبررسی از ۲- درجه سانتی‌گراد تا ۱۷.۳ درجه سانتی‌گراد در متفاوت است. همان‌طور که در این نقشه مشاهده می‌شود، توپوگرافی منطقه نقش پررنگ و اساسی در سازمان‌دهی دمایی منطقه‌ایفا کرده است، به‌نحوی‌که کمترین دمای کمینه در سطح منطقه منطبق بر ارتفاعات است و دماهای کمینه بالاتر منطبق بر نواحی کم‌ارتفاع‌تر. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌گردد، دشت‌های شمال شرق منطقه شامل همدان–بهار، کبودرآهنگ، اسدآباد، رزن–قهاوند، تپه اسماعیل، سنقر، دشت‌هایی هستند که میانگین دمای کمینه سالانه در آن‌ها کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد است. در این دشت‌ها خطر یخبندان‌های دیررس بهار و به‌ویژه پاییزه وجود دارد. به‌طورکلی یخبندان شرایط جوی است که با به‌کارگیری دمای کمینه اندازه‌گیری می‌شود. از دیدگاه هواشناسی یخبندان زمانی رخ می‌دهد که دمای

کمینه روزانه به صفر یا کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد برسد، اما واقعیت این است که در دماهای بالاتر از این دما نیز آسیب‌های جدی به محصولات زراعی و باغی وارد می‌شود.



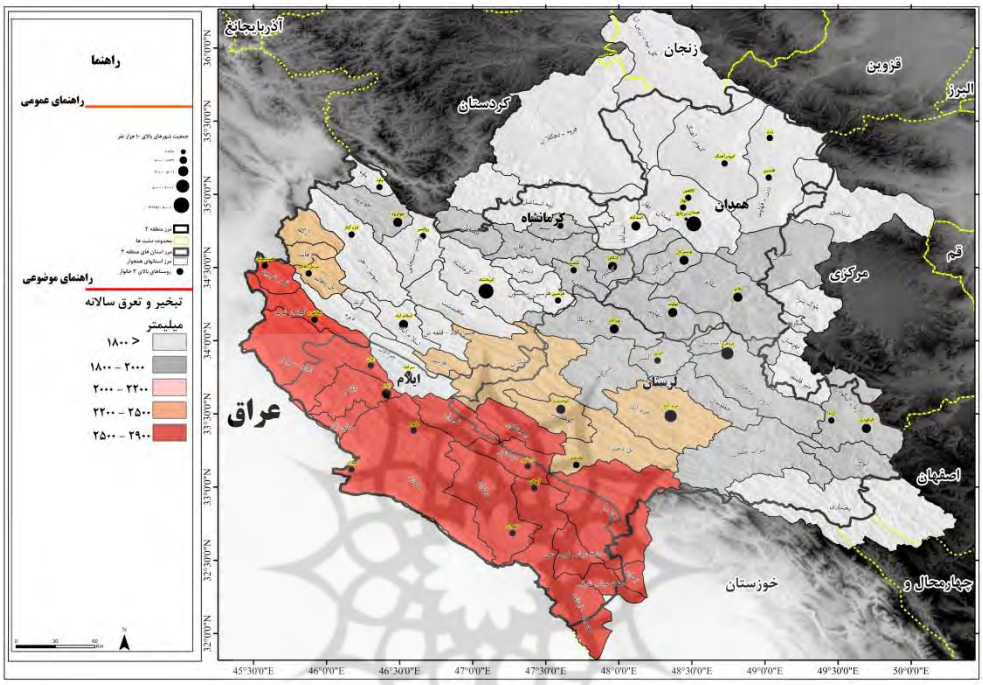
شکل ۸- میانگین کمینه دما به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

مجموع تبخیر سالانه

میزان تبخیر و تعرق می‌تواند منابع آب در دسترس گیاه را به‌شدت محدود کرده و گیاه را با تنش خشکی روبه‌رو کند در تبخیر و تعرق باید دو مفهوم تبخیر و تعرق واقعی و تبخیر و تعرق پتانسیل از هم تفکیک شود. درواقع تبخیر و تعرق پتانسیل یک مفهوم تئوریک و حدی است. تبخیر و تعرق پتانسیل درواقع گویای قدرت تبخیرکنندگی اتمسفر هر منطقه با توجه به ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه است. تبخیر و تعرق واقعی هنگامی است که با توجه به آب در دسترس برای تبخیر یا آب در دسترس گیاه برای تعرق به‌صورت واقعی طی یک واحد زمانی اتفاق می‌افتد. اختلاف بین این دو کمیت یعنی تبخیر و تعرق واقعی و تبخیر و تعرق بالقوه به‌نوعی کمبود آب در دسترس را نشان‌می‌دهد. در سطح آب‌های آزاد، جایی که محدودیتی برای تبخیر وجود ندارد، تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل بسیار به‌هم نزدیک می‌شوند درحالی‌که در سطح خشکی‌ها، همواره تبخیر و تعرق واقعی کمتر از تبخیر و تعرق پتانسیل یا تئوریک است.

بررسی توزیع فضایی میزان تبخیر و تعرق مرجع در سطح دشت‌های منطقه ۳ نشان داد که بالاترین میزان بخار آب در دشت‌های غرب و جنوب غرب منطقه دیده‌می‌شود. میزان تبخیر و تعرق در این دشت‌ها بیش از ۲۵۰۰ میلی‌متر در سال است در بیشترین حالت تبخیر و تعرق به حدود ۲۹۷۰ میلی‌متر می‌رسد. درواقع در این دشت‌های گرمسیری تبخیر و تعرق بیش از ۸ تا ۹ برابر بارش است. این فاصله چشمگیر بین بارش و تبخیر و تعرق به‌نوعی می‌تواند نمایه تنش خشکی در این دشت‌ها باشد. زراعت در این دشت‌ها یا باید محدود به گونه‌های کم آب خواه و مقاوم در برابر خشکی باشد یا اینکه باید متکی بر آبیاری فناوری‌محور که میزان مصرف آب را به‌صورت قابل‌توجهی کاهش می‌دهد باشد. در این دشت‌های گرمسیری کشت‌های پاییزه به‌ویژه برای گونه‌های پرآب‌خواه که دوره رشد کوتاه‌تری داشته‌باشند، متواند راهکار مناسبی

برای بهره‌برداری بهینه از نزولات جوی باشد. کمترین میزان تبخیر و تعرق مربوط به بخش‌های شرقی و ارتفاعات منطقه ۳ است. در این بخش‌ها، میزان تبخیر و تعرق سالانه کمتر از ۱۸۰۰ میلیمتر در سال است، ولی کمتر از ۱۳۰۰ میلی‌متر در سال نیست. در بخش وسیعی از منطقه موردمطالعه میزان تبخیر و تعرق سالانه حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر است. بنابراین با مقایسه میزان تبخیر و تعرق مرجع با میزان بارش مشاهده می‌گردد که در همه جای منطقه میزان تبخیر و تعرق بالاتر از بارش است و لذا خشکی و کمبود بارش ویژگی اصلی و عمده این منطقه است.



شکل ۹- مجموع تبخیر سالانه به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

میزان اضافه‌برداشت سالانه از آبخوان

محدودیت اصلی این دشت‌ها اضافه‌برداشت از آبخوان‌های زیرزمینی است و لذا تمام فعالیت‌های کشاورزی باید با ملاحظات مدیریت منابع آب صورت بگیرد. بررسی و تحلیل بیلان کلی منابع آب دشت‌ها بیانگر آن بود که بیشترین بیلان منفی مربوط به دشت‌هایی است که بیشترین افت سطح ایستابی منابع آب زیرزمینی را داشته‌اند. درواقع این دشت‌ها که با بیلان منفی روبه‌رو هستند، دشت‌هایی هستند که دارای اضافه‌برداشت از ذخیره آبخوان هستند. در دشت‌هایی که با بیلان منفی ناشی از اضافه‌برداشت، روبه‌رو هستند سیاست کاهش سطح زیر کشت‌های آبی یا حداقل تثبیت و جلوگیر از افزایش سطح زیر کشت محصولات پرآب‌خواه، مدنظر قرار می‌گیرد.

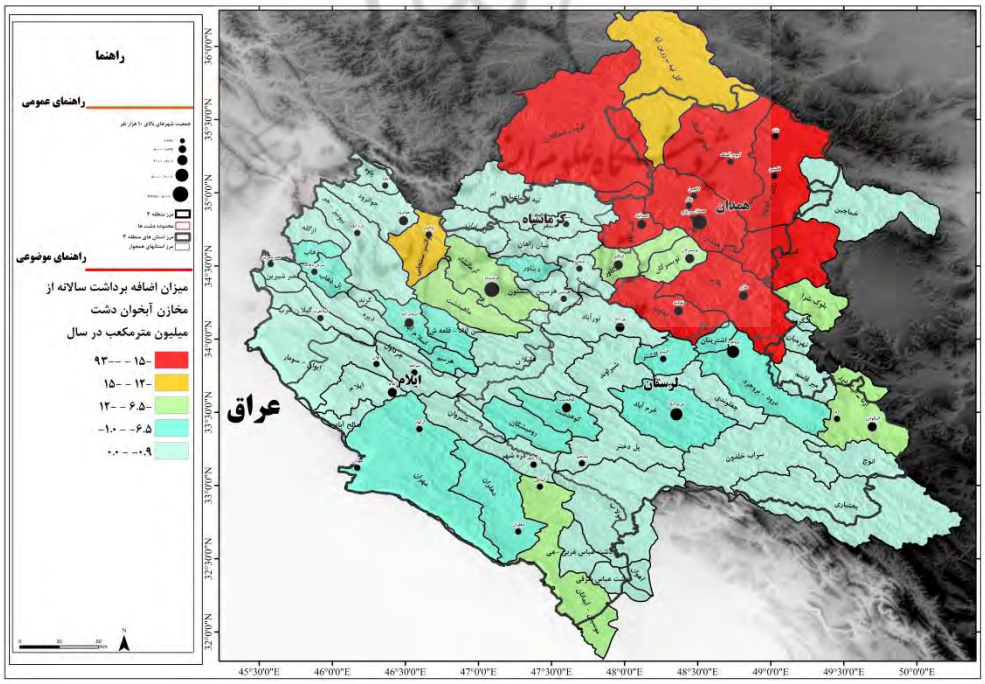
برآیند کلی سیکل هیدرولوژیک در سطح هر دشت، بیلان کلی منابع آب آن دشت است. در صورتی که اجزای سیکل هیدرولوژیک که شامل دو مؤلفه اساسی: یعنی میزان آب ورودی (برآمده از بارش، جریانات سطحی ورودی به دشت، جریانات زیرزمینی ورودی به دشت فاکتور I) با میزان آب خروجی (تبخیر، مصرف آب در بخش‌های مختلف در سطح دشت، جریان سطحی خروجی از دشت، جریان زیرزمینی خروجی از دشت فاکتور O)، برابر باشد، منابع آب در سطح دشت در حالت تعادل یا بالانس قرار دارد و اضافه‌برداشت از منابع آبخوان دشت انجام نمی‌گیرد و بیلان در این دشت‌ها صفر است. در حالت عکس یعنی در صورتی که میزان مصرف آب در سطح دشت (فاکتور O) بالاتر از میزان آب ورودی دشت باشد، بیلان دشت منفی بوده و این بیلان منفی از اضافه‌برداشت از منابع آب آبخوان تأمین می‌گردد. که در حالت دوم سطح پیزومتریک

دشت با افت روبه‌رو خواهد شد و مشکلات عدیده‌ای در سطح دشت بروز می‌کند که ازجمله آن نشست زمین، ایجاد فرو چاله‌ها، کویر زایی و شور شدن خاک، خواهد بود.

بیشترین بیلان منفی یا اضافه‌برداشت از منابع آبخوان مربوط به دشت کبودرآهنگ بوده که حدود ۹۳ میلیون مترمکعب در سال است. دشت‌های رزن قهاوند، با اضافه‌برداشت ۷۰ میلیون مترمکعب در سال، و سپس کمیجان با ۳۴ میلیون مترمکعب اضافه‌برداشت در سال و نیز ملایر با ۲۴ میلیون مترمکعب اضافه‌برداشت از منابع آب زیرزمینی در سال، دشت‌هایی هستند که دارای بیلان منفی شدیدی هستند و منابع آب زیرزمینی در این دشت‌ها به‌سرعت در حال افت است. میزان تخلیه آبخوان در این دشت‌ها به حدی شدید است که در بسیاری از این دشت‌ها فرو چاله‌های عظیمی ایجادشده است.

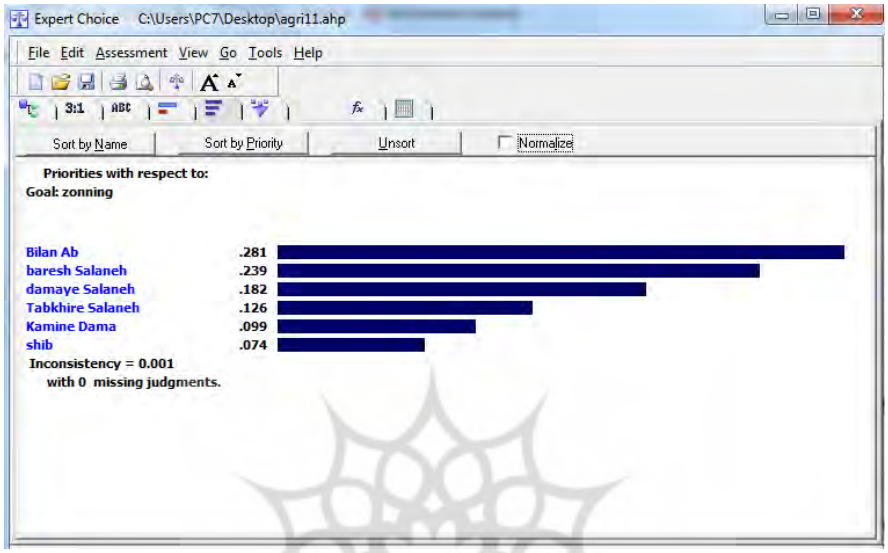
دشت‌های خرم‌آباد، زهاب، الشتر و اسلام‌آباد، درود بروجرد و دینور، اشترینان، هر سم و پل ذهاب، از دشت‌هایی دسته متعادل هستند که میزان بیلان منفی یا اضافه‌برداشت از منابع آب زیرزمینی آن‌ها بین ۱ تا ۳ میلیون مترمکعب در سال است. در این دشت‌ها در صورت تداوم روند کنونی و عدم کنترل اضافه‌برداشت از منابع آب زیرزمینی در چشم‌انداز آینده نزدیک در زمره دشت‌های دسته اول یعنی دشت‌های با بیلان منفی شدید قرار می‌گیرند.

در این دشت‌ها (از گله، ان و، آهوان، بختیاری، بیونیژ – حر، پاوه، پل‌دختر، تپه اسماعیل – ام، جوانرود، خماجین، دره شهر، دشت عباس شرقی، سراب خلدون، شیراوند، شیروان، قصر، شیرین، لنگرود، مولاب، نورآباد) عموماً اضافه‌برداشت از منابع آب زیرزمینی وجود ندارد. در غالب این دشت‌ها وجود تراکنش منابع آب سطحی و نیز بارش مناسب (بیش از ۴۵۰ میلی‌متر در سال) و در کنار آن محدودیت اراضی مناسب زارعت (در مقایسه با اراضی هموار و مناسب دشت‌های شمال شرق منطقه ۳) باعث شده‌است که فشار زیادی به منابع آب زیرزمینی وارد نشود و میزان اضافه‌برداشت از ذخایر آبخوان دشت‌ها کم باشد و این اضافه‌برداشت نیز توسط نزولات جوی تا حد مناسبی جبران می‌شود.



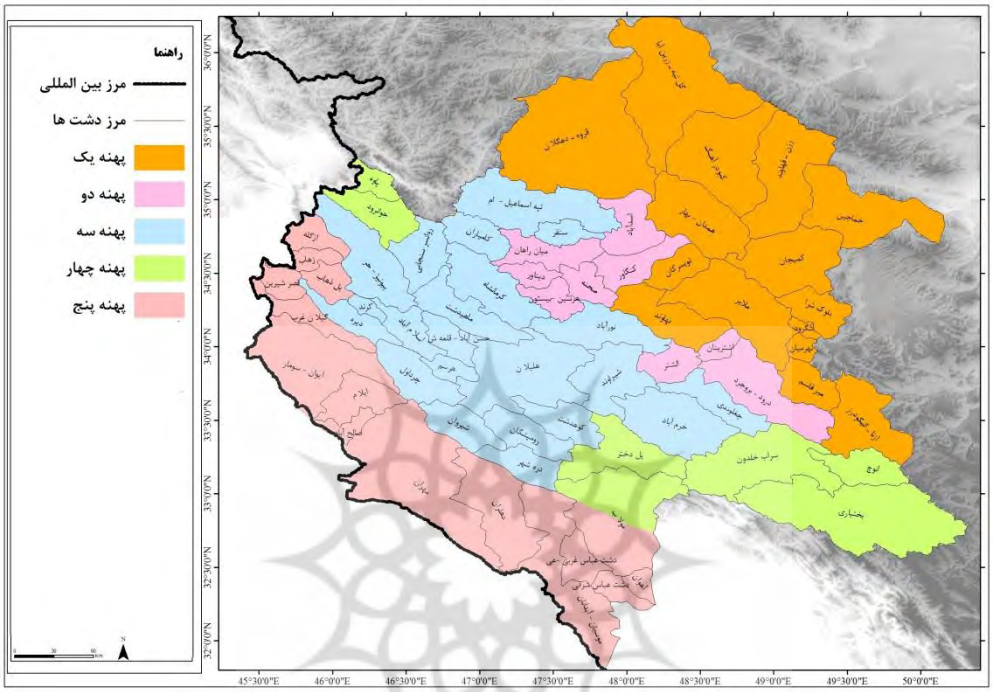
شکل ۱۰- میزان اضافه‌برداشت سالانه از آبخوان به تفکیک دشت‌های منطقه ۳

پس از تهیه لایه‌های موردنیاز، برای امتیازبندی لایه‌ها و مقایسه زوج آن‌ها، از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد و برای این منظور، از نرم‌افزار Expert Choice کمک گرفته شد. جهت اعمال امتیازهای کسب‌شده از پرسش‌نامه خبرگان، میانگین اعداد پرسشنامه به‌عنوان امتیاز نهایی در نظر گرفته شد. نتایج تحلیل امتیازبندی نشان‌می‌دهد که به‌ترتیب لایه‌های میزان اضافه‌برداشت سالانه از آبخوان، مجموع بارش سالانه، میانگین دمای سالانه، مجموع تبخیر سالانه، میانگین کمینه دما و متوسط شیب بیشترین امتیاز مقایسه زوج را کسب کردند.



نتیجه تلفیق این فاکتورها ۵ پهنه بوم‌شناختی را مشخص کرد که در نقشه زیر ارائه‌شده است. نتیجه و خروجی مدل در محیط Arcmap، تقسیم‌بندی دشت‌های منطقه در ۵ پهنه اصلی است. این پهنه‌ها بر اساس مدل ریاضی و خروجی نرم‌افزار شناسایی‌شده‌اند. پهنه "یک"، بیشتر شامل دشت‌های استان همدان و دشت‌ها شرق استان لرستان است. خاک حاصلخیز (عموماً خاک‌های اینسپتی سویل با بافت و عمق مناسب و زهکشی نسبتاً مناسب) و کمبود بارش (بارش کمتر از ۳۳۰ میلی‌متر در سال که آستانه زراعت دیم است) از ویژگی‌های اصلی اقلیمی این پهنه است که تلاقی این دو فاکتور متناقض باعث شده که زراعت و باغداری در این پهنه عموماً مبتنی بر منابع آب زیرزمینی باشد. دقیقاً به همین دلیل در این پهنه اورلود استفاده از منابع آب زیرزمینی و افت شدید سطح آبخوان ایجادشده است. در کنار افت شدید سطح آبخوان دشت و آب قابل‌برنامه‌ریزی استانی، سرمازدگی نیز در این دشت‌ها از مخاطرات اصلی به‌حساب می‌آید که می‌تواند خسارات زیادی به باغات و زراعت منطقه وارد کند. پهنه دیگری که تفکیک‌شده است، پهنه "دو" دارای منابع خاک حاصلخیز است اما بارش آن نیز نسبتاً مناسب بوده و منابع آب زیرزمینی آن نیز فعلاً به شرایط بحرانی نرسیده‌است. این پهنه بیشتر شامل دشت‌های غرب استان همدان، شرق استان کرمانشاه و شمال شرق استان لرستان است. پهنه "سه" شامل دشت‌های مرکزی منطقه ۳ کشور است که از جنوب استان کردستان تا جنوب استان لرستان به‌صورت یک نوار باریک توزیع‌شده‌اند. این دشت‌ها در سه استان کرمانشاه، همدان و لرستان واقع‌شده‌اند. ویژگی اصلی این دشت‌ها وجود بارش مناسب (بیش از ۵۰۰ میلی‌متر در سال است که قابلیت مناسبی برای زراعت دیم و الگوهای کشت پاییزه است) که این بارش مناسب در کنار تنوع توپوگرافیکی این زون، تشکیل جریانات سطحی بسیار عظیمی را داده است که زمینه مناسبی برای توسعه باغات آبی حاشیه این جریانات و توسعه گلخانه مبتنی بر آب‌های سطحی و نیز توسعه فعالیت‌های آبزی‌پروری در این پهنه را فراهم کرده است. این پهنه سیلاب خیزترین پهنه منطقه ۳ است و یکی از مخاطرات اصلی درزمینه کشاورزی رخدادهای

سیلاب می‌باشد. پهنه "چهار"، پهنه دشت‌های غربی استان کرمانشاه و ایلام را در برگرفته است. مهم‌ترین کاراکتر این دشت‌ها دمای سالانه بالا و دسترسی به شبکه انتقال آب گرمسیری است. مخاطره اصلی این پهنه گرد غبار و آتش‌سوزی مراتع است. درنهایت پهنه "پنج"، شامل دشت‌های شمال غرب استان کرمانشاه و دشت‌های جنوب شرق استان لرستان است که مهم‌ترین ویژگی آن‌ها بالا بودن میانگین بارش سالانه و نبود اراضی زراعی است. از سوی دیگر شیب زیاد و کوهستانی بودن این دشت‌ها نیز ازجمله خصیصه‌های اصلی این پهنه به‌شمار می‌آید.



شکل شمار ۱۱- پهنه‌بندی بوم‌شناختی (زراعی و باغی) دشت‌های منطقه ۳

پس از شناسایی پهنه‌های بوم‌شناختی، با توجه به ویژگی‌های محیطی غالب هر پهنه، محصولات متناسب با هر پهنه مشخص شد. برای این منظور نخست محصولات پیشنهادی منطقه ۳ کشور مشخص شدند – این محصولات، محصولاتی هستند که در منطقه قابلیت رشد دارند و هم‌اکنون به‌صورت پراکنده در سطح منطقه کشت می‌شوند- سپس، شرایط عمومی موردنیاز جهت رشد هر محصول مشخص شد. این شرایط بر پایه منابع معتبر کشاورزی جمع‌آوری‌شده است. در جدول زیر ۲۳ محصول زراعی و باغی مشخص‌شده است که برای هرکدام چهار ویژگی دمای موردنیاز – سانتی‌گراد، بارش موردنیاز برای دیم، شیب موردنیاز و آب موردنیاز شناسایی گردید.

جدول ۲- محصولات پیشنهادی و شرایط موردنیاز برای هر محصول برای رشد بهینه

ردیف	محصول پیشنهادی منطقه	شرایط موردنیاز برای رشد محصول			
		دمای موردنیاز – سانتی‌گراد	بارش موردنیاز برای دیم	شیب موردنیاز	آب موردنیاز
۱	گندم دیم	۳ تا ۲۵	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۲	گندم آبی	۳ تا ۲۵	-	۰ تا ۱۲ درجه	پرآب‌خواه
۳	جو	۱۲ تا ۲۵	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه

ردیف	محصول پیشنهادی منطقه	شرایط موردنیاز برای رشد محصول			
		دمای موردنیاز – سانتی‌گراد	بارش موردنیاز برای دیم	شیب موردنیاز	آب موردنیاز
۴	ذرت	۲۹ تا ۳۲	-	۰ تا ۱۲ درجه	پرآب‌خواه
۵	زعفران	منفی ۱۵ تا ۴۰	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۶	ذرت علوفه‌ای	۲۶ تا ۳۴	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۷	سیر	صفر تا ۱۰	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۸	عدس	۱۲ تا ۱۸	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۹	نخود	۱۲ تا ۱۸	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۱۰	چغندرقند	۱۵ تا ۲۵	-	۰ تا ۱۲ درجه	پرآب‌خواه
۱۱	کلزا	۲۰ تا ۲۵	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۱۲	کنجد	۲۵ تا ۳۵	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۱۳	گل‌رنگ	۲۴ تا ۳۲	-	۰ تا ۱۲ درجه	کم آبخواه
۱۴	انار	۲۳ تا ۳۲	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۱۵	انجیر	منفی ۶ تا ۲۰	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۱۶	انگور	منفی ۶ تا ۲۱	بیش از ۳۵۰ میلی‌متر	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۱۷	بادام	۱۵ تا ۳۰	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۱۸	سیب	۲۱ تا ۲۴	-	۰ تا ۲۵ درجه	پرآب‌خواه
۱۹	لیمو	۲۱ تا ۳۰	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۲۰	خرما	۲۰ تا ۳۸	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۲۱	گردو	۱۸ تا ۲۲	-	۰ تا ۲۵ درجه	پرآب‌خواه
۲۲	گل محمدی	۱۵ تا ۲۱	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه
۲۳	زیتون	۱۵ تا ۲۰	-	۰ تا ۲۵ درجه	کم آبخواه

نتایج نشان‌می‌دهد که پهنه یک بوم‌شناختی به‌دلیل ویژگی‌های اقلیمی و کمبود منابع آبی، جهت کشت محصولات کم آبخواه و تغییر کلان الگوی کشت مناسب است، بنابراین در این پهنه محصولاتی باید کشت شوند که به منابع آبی زیرزمینی وابسته نباشند و میزان آبخواهی آن‌ها کم باشد. این پهنه نام "پهنه تغییر الگوی غالب کشت و سیستم آبیاری" انتخاب‌شده و محصولاتی مانند گندم دیم، زعفران، سیر، عدس، نخود، کلزا، انجیر، انگور، بادام و گل محمدی پیشنهادشده است. پهنه دو به‌دلیل وجود منابع آبی و شرایط اقلیمی مناسب و همچنین حفظ امنیت غذایی، جهت تثبیت مساحت کشت محصولاتی ازجمله چغندرقند، سیب و گردو پیشنهاد می‌شود، بنابراین این پهنه "پهنه تثبیت گیاهان صنعتی و باغات" نام‌گذاری شد. البته به‌کارگیری فناوری‌های نوین آبیاری به شیوه گسترده در این پهنه پیشنهاد اکید می‌گردد. وضعیت بوم‌شناختی پهنه سه، نشان از وجود پتانسیل بالا برای دیم‌کاری و کشت محصولات کم آبخواه دارد. این پهنه در کشت حبوبات پتانسیل بالایی دارد. در این پهنه محصولاتی مانند گندم دیم، گندم آبی، جو، زعفران، سیر، عدس، نخود، کلزا، انار، انجیر، انگور، بادام، گل محمدی قابلیت کشت را دارند؛ این پهنه به‌نام " پهنه توسعه غلات، حبوبات و باغات دیم" نام‌گذاری شده‌است. پهنه چهار به‌دلیل بالا بودن میانگین دمای سالانه برای کشت محصولاتی ازجمله کنجد، زرت، گل‌رنگ، خرما، زیتون و سایر گیاهان گرمادوست مناسب است. این پهنه می‌تواند در پرورش دانه‌های روغنی و محصولات گرمسیری در سطح منطقه نقش‌آفرینی کند و به همین دلیل نام " پهنه توسعه دانه‌های روغنی و باغات گرمسیری" انتخاب‌شده است. درنهایت پهنه پنج، به‌دلیل کوهستانی بودن و دارا بودن ویژگی‌های محیطی خاص، برای فعالیت‌های غیر زراعی و پرورش

محصولات کشاورزی ارگانیک و ویژه ازجمله باغات ارگانیک، گیاهان دارویی و همچنین برای توسعه گردشگری کشاورزی مناسب است و از این روی نام " پهنه توسعه اگریتوریسم و باغات ارگانیک " برای این پهنه انتخاب گردیده‌است.

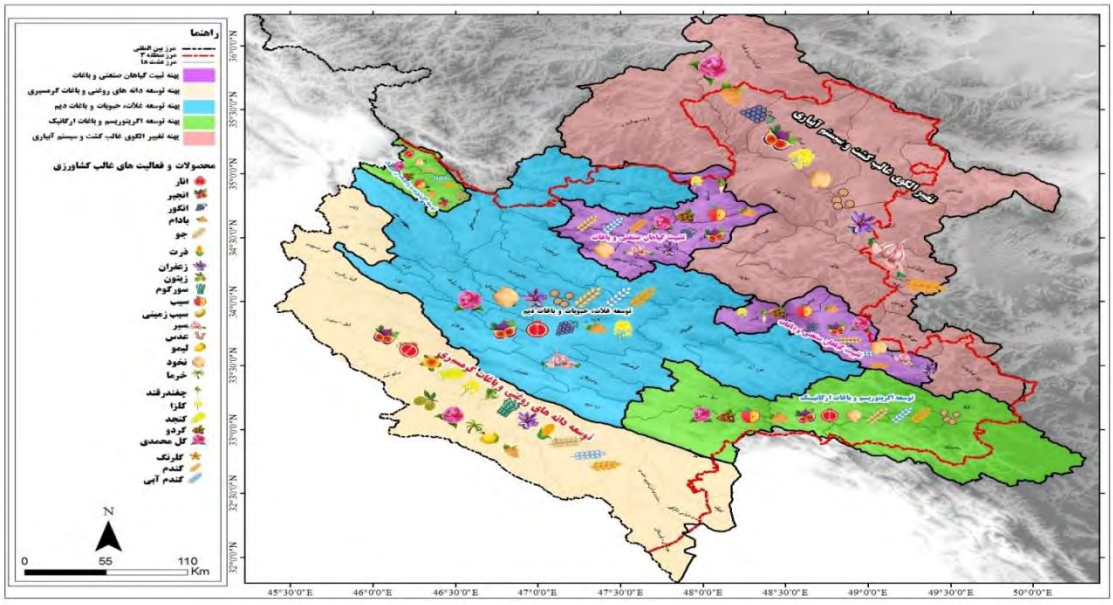
در جدول زیر، نتایج متناسب‌سازی محصولات زراعی و باغی با پهنه‌های شناسایی‌شده نشان داده‌شده‌است. این جدول نشان‌می‌دهد که هر پهنه در وضع موجود چه محصولات غالبی وجود دارد و چه محصولاتی جهت کشت غالب جایگزین پیشنهادشده است. به‌طوری‌که الگوی فضایی کشت در سطح منطقه به تفکیک پهنه‌ها مشخص‌شده است.

جدول ۳- الگوی کشت غالب محصولات زراعی و باغی به تفکیک پهنه‌های بوم‌شناختی در وضع موجود و پیشنهادی

پهنه بوم‌شناختی	وضعیت	الگوی کشت غالب محصولات زراعی و باغی در هر پهنه
پهنه تغییر الگوی غالب کشت و سیستم آبیاری	کشت غالب موجود	سیب‌زمینی، چغندرقند، یونجه، گندم آبی، سیب، انگور، هلو و زردآلو
	کشت غالب پیشنهادی	گندم دیم، زعفران، سیر، عدس، نخود، کلزا، انجیر، انگور، بادام و گل محمدی
پهنه تثبیت گیاهان صنعتی و باغات	کشت غالب موجود	چغندرقند، گندم آبی، یونجه، ذرت علوفه‌ای، سیب، انگور و هلو
	کشت غالب پیشنهادی	گندم دیم، گندم آبی، جو، زعفران، سیر، عدس، نخود، چغندرقند، کلزا، انجیر، انگور، بادام، سیب، گردو و گل محمدی
پهنه توسعه غلات، حبوبات و باغات دیم	کشت غالب موجود	چغندرقند، گندم دیم، یونجه، نخود، گوجه‌فرنگی، هندوانه، انار، انگور، سیب، انجیر
	کشت غالب پیشنهادی	گندم دیم، گندم آبی، جو، زعفران، سیر، عدس، نخود، کلزا، انار، انجیر، انگور، بادام، گل محمدی
پهنه توسعه دانه‌های روغنی و باغات گرمسیری	کشت غالب موجود	گندم آبی، ذرت دانه‌ای، هندوانه، انگور و گردو
	کشت غالب پیشنهادی	گندم دیم، گندم آبی، جو، ذرت، زعفران، ذرت علوفه‌ای، چغندرقند، کلزا، کنجد، گل‌رنگ، انار، انجیر، انگور، بادام، لیمو، خرما، گل محمدی، زیتون
پهنه توسعه اگریتوریسم و باغات ارگانیک	کشت غالب موجود	خیار، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، گندم دیم، انجیر و انگور
	کشت غالب پیشنهادی	گندم آبی، گندم دیم، جو، عدس، نخود، انار، انجیر، انگور، بادام، سیب، گردو و گل محمدی

در مرحله نهایی پژوهش توزیع محصولات باغی و زراعی در هر پهنه بر روی نقشه مشخص شد. در این نقشه، نقش و جایگاه هر پهنه در سطح فضا برای تولید محصولات کشاورزی مشخص‌شده است. البته این نقشه به‌صورت پهنه‌های اصلی است و برای تدقیق محصولات در هر حوزه آبریز یا دشت، نیازمند مطالعات در سطح خُرد است تا کشت‌های متناسب با شرایط محیطی هر دشت و کشت‌های متناوب سالانه مشخص گردد.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۲- پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی (زراعی و باغی) دشت‌های منطقه ۳

۵- بحث و فرجام

پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی، فرایندی است که یک منطقه جغرافیایی با توجه به شاخص‌های اقلیمی و محیطی به نواحی یا پهنه‌های همگن جهت کشاورزی تقسیم می‌شود. درواقع، پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی به معنی به‌کارگیری اصول بوم‌شناختی جهت طراحی و مدیریت یک نظام کشاورزی پایدار است. وجود تنوع محیط جغرافیایی در یک منطقه، ضرورت پهنه‌بندی بوم‌شناختی را بیشتر نمایان می‌سازد. در این پژوهش به شناسایی پهنه‌های بوم‌شناختی کشاورزی منطقه ۳ کشور پرداخته شد. بعد از شناسایی پهنه‌های همگن جغرافیایی، محصولات و گونه‌های زراعی و باغی متناسب با هر پهنه مشخص گردید. نتایج پژوهش نشان‌می‌دهد که در مقیاس حوزه‌های آبریز منطقه ۳، تفاوت‌های زیادی ازنظر شاخص‌های اقلیمی و محیطی وجود دارد به‌طوری‌که اختلاف میانگین دمای سالانه در سطح منطقه برابر با ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. ازنظر ارتفاع از سطح دریا نیز این اختلاف چشمگیر است به‌طوری‌که اختلاف ارتفاع در منطقه ۴۰۰۰ متر است و با توجه به این اختلاف، شیب نیز بسیار مختلف است. در حوزه منابع آبی نیز بخش غربی منطقه دارای میانگین بارش سالانه بیشتری نسبت به سایر بخش‌های منطقه است. همچنین نتایج در حوزه بیلان منابع آبی در دشت‌های منطقه نیز نشان‌می‌دهد که دشت‌های واقع در استان همدان با ورشکستگی آبی روبه‌رو هستند و نسبت به دشت‌های دیگر منطقه وضعیت بدتری دارد. روی‌هم‌رفته در ۸ حوزه آبریز منطقه ۳، سالانه بیش از ۱۵ میلیون مترمکعب آب اضافه‌برداشت وجود دارند. با روی هم‌گذار لایه‌های شش‌گانه، – لایه مجموع بارش سالانه، لایه میانگین دمای سالانه، لایه متوسط شیب، لایه میانگین کمینه دما، لایه مجموع تبخیر سالانه و لایه میزان اضافه‌برداشت سالانه از آبخوان، پهنه‌بندی بوم‌شناختی منطقه نمایان شد. پهنه‌های اصلی با توجه به شاخص‌های ذکرشده دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی هستند که هرکدام شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را برای کشت و پرورش محصولات باغی و زراعی دارند. یکی دیگر از نتایج پژوهش شناسایی شرایط عمومی کشت محصولات زراعی و باغی قابل‌کشت در سطح منطقه است که بعدازاین مرحله با توجه به خصیصه هر منطقه توزیع محصولات بهینه هر پهنه برای کشت و توسعه مشخص گردید. به‌طوری‌که نواحی جنوب و جنوب غربی منطقه (توسعه دانه‌های روغنی و باغات گرمسیری) دارای شرایط خاصی برای کشت محصولات گرمسیری و دانه‌های روغنی است. نواحی شمال و شمال شرق منطقه (دشت‌های حاصلخیز) با توجه به بحران آب و شرایط اقلیمی آن جهت کشت محصولات کم

آبخواه و به‌کارگیری همه‌جانبه فناوری‌های کشاورزی مناسب است. در بخش مرکزی منطقه که بیشتر در پهنه توسعه غلات، حبوبات و باغات دیم قرار دارد به‌دلیل بارش باران برای دیم‌کاری و باغات دیم مناسب است. مدیریت بهینه بخش زراعت و باغداری در یک سطح جغرافیایی گسترده، نیازمند شناسایی پهنه‌های همگن است و این کار جهت افزایش بهره‌وری و حفظ منابع تولید منطقه ضروری است. یکی دیگر از مهم‌ترین نتایج پژوهش این است که گندم به‌عنوان یک محصول راهبردی کشور به‌غیراز پهنه تغییر الگوی غالب کشت و سیستم آبیاری که فقط به‌صورت دیم قابلیت دارد، در همه پهنه‌ها، قابلیت کشت به‌صورت دیم و آبی امکان‌پذیر است.

این نتیجه به مطالعه گاجبی و ماندل (۲۰۰۰) و امین و همکاران(۲۰۲۲) انطباق دارد و در مطالعه آن‌ها نیز پهنه‌های زراعی – باغی همگون شناسایی‌شده و برای مدیریت بخش کشاورزی در سطح کشور و منطقه یک ضرورت برشمرده‌اند. از سوی دیگر هر نوع محصول زراعی یا باغی در یک فضا و منطقه‌ای ویژه می‌تواند به‌خوبی رشد کند، ازاین‌رو تخصیص محصولات در هر پهنه نیز یکی از نتایج این مطالعه است که با نتایج پژوهش برنا و همکاران (۱۳۹۶) و کالدیز و همکاران (۲۰۰۱) منطبق است.

مدیریت و ساماندهی فعالیت‌های کشاورزی به‌ویژه زراعت و باغداری در سطح بزرگ جغرافیایی (منطقه)، نیازمند رویکرد یکپارچه و متناسب باقابلیت‌های بوم‌شناختی منطقه‌ای است. وجود تنوع جغرافیایی و بهره‌برداری بهینه از ظرفیت‌های محیطی مختلف موجود در هر منطقه، نیازمند رویکرد پهنه‌بندی بوم‌شناختی جهت تخصیص مکانی فعالیت‌های زراعت و باغداری است. به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که منطقه ۳ کشور به‌دلیل تنوع جغرافیایی دارای پهنه‌های مختلف بوم‌شناختی است و در هر پهنه شرایط کشت محصولات باغی و زراعی مخصوص به خود را دارد. که در صورت اجرای الگوی غالب کشت در این منطقه می‌توان توسعه پایدار کشاورزی تحقق پیدا کند و در ادامه سیاست‌های مدیریت یکپارچه فعالیت‌های کشاورزی منطقه‌ای گام مثبتی برداشته شود. بنابراین جهت مدیریت بهینه فضایی نظام زراعی و باغی منطقه ۳ کشور پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- معرفی و ترویج محصولات زراعی و باغی پیشنهادی در هر پهنه توسط نهادهای مربوطه
- اعطای تسهیلات به کشاورزان برای کشت محصولات در هر پهنه
- توسعه مراکز جمع‌آوری و فرآوری محصولات پیشنهادی در هر پهنه، جهت ایجاد جذابیت اقتصادی برای تولیدکنندگان
- پهنه‌های بوم‌شناختی در اسناد بخشی و غیره بخشی استان‌های منطقه
- ایجاد مدیریت یکپارچه در سطح منطقه ۳ برای اجرای الگوهای فضایی کشت بر پایه پهنه‌بندی بوم‌شناختی

۶–منابع

برنا، رضا، شبانکاری، مهران، حلبیان، امیرحسین، علیزاده، افسانه. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت مرکبات در استان خوزستان با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در محیط GIS. *پژوهش‌های دانش زمین*، ۸(۱)، ۳۲–۵۴. https://esrj.sbu.ac.ir/article_96211.html

پاکپور ربطی، احمد، جعفر زاده، علی‌اصغر، شهبازی، فرزین. و عماری، پرویز. (۱۳۹۲) ارزیابی اراضی مستعد برای تعدادی از محصولات کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطقی از استان آذربایجان غربی، *دانش آب و خاک*.۲۳ (۱)، ۱۷۶–۱۶۵. https://journals.tabrizu.ac.ir/article_205.html

کاظمی پشت مساری، حسین، زین‌العابدین طهماسبی سروستانی، بهنام کامکار، شعبان شتایی و سهراب صادقی(۱۳۹۱). پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). *تولید گیاهان زراعی*(۱)۵، 123-139 . https://www.sid.ir/paper/135149/fa

سبحانی، بهروز (۱۳۹۶) پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران در استان اردبیل با استفاده از روش AHP، *پژوهش‌های زعفران*،۴(۱). ۷۲-۸۶. https://journals.birjand.ac.ir/article_394.html

سرمدیان، فریدون و طاعتی، عباس (۱۳۹۲). پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی بخشی از اراضی قزوین برای کشت گندم (Triticum aestivum L.) با استفاده از GIS و RS. *اقتصاد و توسعه منطقه‌ای (دانش و توسعه)*، ۷(۳)، ۳۶۸-۳۸۰. https://agry.um.ac.ir/article_34887.html

شمسی‌پور، علی‌اکبر.، فیضی، وحید. و ساعد موچشی. رامین(۱۳۹۱). ارزیابی توان اکولوژیک زمین در تعیین قابلیت زمین در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک. *مطالعات شهری*، (۲)۵، ۷۲-۶۱. urbstudies.uok.ac.ir/article

صیدی شاهیوندی مسلم، خالدی شهریار، شکیبا علیرضا، میرباقری بابک(۱۳۹۲). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، (۲۹)۱۳، ۲۱۴-۱۹۵. http://jgs.khu.ac.ir/article-1-1520-fa.html

کاشفی دوست، دیمن، ابراهیم‌زاده، عیسی، موسوی، میر نجف. (۱۴۰۰). ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی با رویکرد آمایشی و توسعه منطقه‌ای مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی. *آمایش جغرافیایی فضا*، (۱۱)۴۲، ۷۵-۸۹. https://gps.gu.ac.ir/article_148630.html

کاظمی، حسین (۱۳۹۲). پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جولخت بر اساس منطق بولین. *تولید گیاهان زراعی*، (۶)۱، ۱۶۵-۱۸۵. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008739.1392.6.4.10.2

کمالی، غلامعلی، ملائی، پگاه، بهیار، محمدباقر (۱۳۸۹). تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی وGIS ، *آب و خاک*،۵(۲۴).۲۹-۴۳ doi: 10.22067/jsw.v0i0.5281

کمالی، غلامعلی، صدقیان پور، علی.، صداقت کردار، عبداله.، عسگری، احمد (۱۳۸۷). بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. *آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، (۲۲)۱، ۴۶۸-۴۸۳. https://jm.um.ac.ir/article_28898.html

Aggarwal, P.K. (1993). Agro-ecological zoning using crop growth simulation models: characterization of wheat environments of India. In *Systems approaches for agricultural development* (pp. 1-32). Springer, Dordrecht.https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-2840-7_6

Amin, M.E.S., Mohamed, E.S., Belal, A.A., Jalhoum, M.E.M., Abdellatif, M.A., Nady, D., Ali, A.M., & Mahmoud, A.G. (2022). Developing spatial model to assess agro-ecological zones for sustainable agriculture development in MENA region: Case study Northern Western Coast, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *25*(1), 301-311. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022EJRSS..25..301A/abstract

Caldiz, D.O., Gaspari, F.J., Moreno Kiernan, A., & Struik, P.C. (2002). Agro-ecological zoning at the regional level: spatio-temporal variation in potential yield of the potato crop in the Argentinian Patagonia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *88*, 3-10. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00160-8

Department of Physical Planning. (2015). National Spatial Plan, 2015-2045 An integrated Spatial Plan for Balanced and Sustainable National Development. MINISTRY OF LANDS AND PHYSICAL PLANNING – Kenya. https://lands.go.ke/wp-content/uploads/2021/04/National-Spatial-Plan.pdf

Gajbhiye, K.S., & Mandal, C. (2000). Agro-Ecological Zones, their Soil Resource and Cropping Systems. In *Status of Farm Mechanization in India* (pp. 1-32). http://dx.doi.org/10.17161/randa.v25i1.14223

Harris, N., Hooper, A., & Bishop, K. (2002). Constructing the practice of 'spatial planning': a national spatial planning framework for Wales. *Environment and Planning C: Government and Policy*, *555*-572. https://doi.org/10.1068/c17m

Mugandani, R., Wuta, M., Makarau, A., & Chipindu, B. (2012). Re-classification of agro-ecological regions of Zimbabwe in conformity with climate variability and change. *African crop science journal*, *20*, 361-369. semanticscholar.org/paper

Patel, N. (2012). Remote Sensing and GIS Application in Agro-Ecological Zoning. In *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology* (pp. 213-233). https://www.scribd.com/document/78475405/Paper-11

Patel, N., Mandal, U., & Pande, L. (2000). Agro-ecological zoning system. A Remote Sensing and GIS Perspective. *Journal of Agrometeorology*, *2*(1), 1-13. https://doi.org/10.54386/jam.v2i1.358

Seo, S.N. (2014). Evaluation of the Agro-Ecological Zone methods for the study of climate change with micro farming decisions in sub-Saharan Africa. *European Journal of Agronomy*, *52*(Part B), 157-165. https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.014

Garcia-Barreda, S., Sánchez, S., Marco, P., & Serrano-Notivoli, R. (2019). Agro-climatic zoning of Spanish forests naturally producing black truffle. *Agricultural and Forest Meteorology*, *269-270*. http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.020

Wang, Y., Chen, Y., & Peng, S. (2011). A GIS framework for changing cropping pattern under different climate conditions and irrigation availability scenarios. *Water Resources Management*, *25*, 3073-3090. http://dx.doi.org/10.1007/s11269-011-9846-6

White, J.W. (2009). Adapting cropping patterns to climate change. In *Proceedings of the 21st Annual Conference of the National Agricultural Biotechnology Council*. College of Agriculture and Bioresources, University of Saskatoon, Saskatchewen. http://dx.doi.org/10.1086/661150

Yu-Jing, F., & Chih-Lung, K. (2010). Strategic Plan for National Spatial Development Summary. Baoqing Road, Taipei City 10020, Taiwan (R.O.C.): Manufacture: The Central News Agency. ndc.gov.tw/en

Zymaroieva, A., Zhukov, O., Fedonyuk, T., & Pinkin, A. (2019). Application of geographically weighted principal components analysis based on soybean yield spatial variation for agro-ecological zoning of the territory. *Agronomy Research*, *2460–2473*. http://dx.doi.org/10.15159/AR.19.208

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی