



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۴۰۲، دوره ۶، شماره ۳، صص ۴۸۳-۴۶۰

پهنه‌بندی کشت درخت به در استان اردبیل با استفاده از روش‌های AHP، ANP،

WLC و DEMATEL، Antropy shanon

بهر روز سبحانی

استاد آب و هواشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل-ایران.

sobhani@uma.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶

چکیده

درخت به، بعد از سیب و گلابی مهم‌ترین میوه در گروه دانه‌دارها است. میوه به از دیرباز مورد توجه بوده در سال‌های اخیر در استان‌های مختلف کاشت یکدست باغ میوه به توسعه پیدا کرده است. بر همین اساس پهنه‌بندی کشت درخت به، متناسب با شرایط اقلیمی و محیطی مورد نیاز است. هدف از این تحقیق شناسایی نواحی کشت درخت به در استان اردبیل با روش‌های چندمعیاره، با استفاده از شاخص‌های؛ بارندگی، متوسط دما، کمینه دما، بیشینه دما، ارتفاع، شیب و عمق خاک در محیط GIS است. برای تعیین معیار وزنی شاخص‌ها و پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی درخت به، از روش‌های AHP، ANP، Antropy shanon، DEMATEL و WLC استفاده گردید که روش‌های AHP، ANP و DEMATEL در تعیین ارزش وزنی شاخص‌ها و روش‌های Antropy shanon و WLC در پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی بیشترین نقش داشتند. نتایج تحلیل روش‌ها نشان داد که؛ متوسط دما و بیشینه دما مهم‌ترین شاخص در طول دوره رشد درخت به در استان اردبیل هستند؛ اما شاخص‌های باران، کمینه دما، ارتفاع، شیب و عمق خاک در بعضی نواحی استان محدودیت‌های را برای کشت درخت به ایجاد می‌کنند. نتایج پهنه‌بندی اقلیمی روش‌ها، بیانگر آن است که؛ حدود ۲۷ درصد از مساحت استان اردبیل خیلی مناسب، ۳۱ درصد مناسب، ۲۰ درصد کمی مناسب و ۲۲ درصد نامناسب برای کشت درخت به است. نواحی شمال استان و محدوده شهرستان‌های گیوی و خلخال مناطق مناسب برای کشت درخت به بر اساس روش‌های مورد مطالعه شناخته شده‌اند. واژگان کلیدی: استان اردبیل، درخت به، پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی، روش‌های تصمیم‌گیری.



۱- مقدمه

به بانام علمی *Cydonia oblonga* به تیره گل سرخیان^۱ و زیر خانواده Pomoideae تعلق دارد و بعد از سیب و گلابی مهم ترین میوه در گروه دانه دارها است و خاستگاه درخت به، اروپای جنوب شرقی و آسیای صغیر بوده و مراکز انتشار آن ایران، افغانستان و اروپای جنوب شرقی است (وست وود، ۱۳۷۰: ۱۲۰). طبق گزارش فائو (۲۰۲۰) کل تولید میوه به در جهان ۶۹۶۸۶۱ تن است که بزرگ ترین تولیدکننده جهانی میوه به کشور ترکیه با تولید ۱۸۹۲۵۱ تن، پس از آن چین با تولید ۱۱۱ هزار و ۹۸۲ تن، ازبکستان با تولید ۹۶۲۴۲ تن، ایران با تولید ۸۷۷۹۹ تن، مراکش ۵۷۷۰۰ تن و جمهوری آذربایجان ۳۹۳۶۵ تن است. کاشت آن به طور سنتی در حاشیه باغها متداول بود که با استقبال بیشتر از میوه به، در سالهای اخیر، اقدام به کاشت باغهای یکدست به در استانهای اصفهان، خراسان رضوی و زنجان و اردبیل شده است. سطح زیر کشت درخت به در ایران حدود ۱۰۹۸۲ هکتار با تعداد ۲۲۱۷۷ درخت و میزان تولید آن، در همان سال ۱۰۹۴۹۷ تن برآورد شده است. استان اردبیل با سطح زیر کشت ۴۲۰ هکتار با میزان تولید ۶۳۰۳ تن، جزء ششمین استان از لحاظ کشت میوه به در کشور شناخته می شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰). در مورد تعیین مناطق مناسب برای کشت درخت به، سوابق مطالعاتی انجام یافته که در زیر به اختصار بیان می گردد: عبداللهی (۱۳۹۳: ۱۰۰) شرایط آب و هوایی و نیاز سرمایی درخت به را مطالعه و نتایج نشان داد که نیاز سرمایی درخت به، بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ ساعت است. این درخت تابستانهای گرم نواحی نیمه گرم ایران نظیر؛ اصفهان، نطنز و قزوین را تحمل و بروز این گرما تأثیری در کیفیت میوه آن ندارد. شدت سرمای زمستانه عامل محدودکننده تری برای این درخت محسوب می شود. با توجه به تأخیر در زمان باز شدن گل های درخت به، سرمازدگی در شکوفه های این درخت ندرتاً اتفاق می افتد. برای کاشت درخت به، حداقل ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر خاک با خصوصیات مطلوب نیاز است و در خاک های که هوموس آنها بین ۲ تا ۳ درصد است از رشد و عملکرد بهتری برخوردار است. درخت به، در ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا می تواند بهترین عملکرد را داشته باشد. زمین های هموار تا شیب های کمتر از ۴۰ درصد برای کشت درختان به مناسب است. فصل شکفتن تا میوه دهی نیاز به نور کامل خورشید با حداقل ۶ تا ۹ ساعت نور خورشید دارد. دمای مناسب برای رشد این میوه در فصول مختلف سال بین ۵- تا ۴۵ درجه سانتی گراد است که تا دمای ۷- را تحمل می کند (جلیلی مرندی، ۱۳۹۴: ۶۶) و

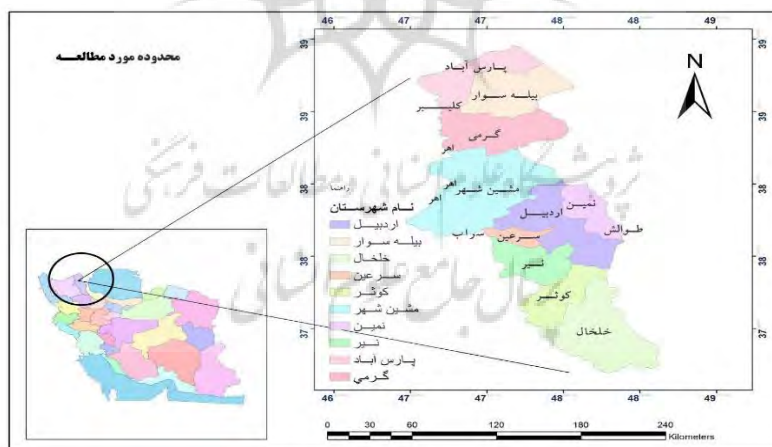
توکلی، ۱۳۹۸: ۳۸۷). ایمانی و سبحانی (۱۳۹۶: ۴۵) پهنه‌بندی کشت درخت به را در استان اردبیل انجام و نتایج نشان داد که حدود ۲۳ درصد از مساحت استان برای کشت درخت به، مناسب و بسیار مناسب هستند. امین زاده و سبحانی (۱۴۰۱: ۴۸) پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی درخت به را با استفاده از روش‌های AHP و FAHP در جنوب استان اردبیل مطالعه و نتایج نشان داد که حدود ۱۹ درصد از مساحت منطقه دارای قابلیت کشت مناسب و خیلی مناسب است و در هر دو مدل نواحی جنوب غربی شهرستان گیوی و خلخال نسبت به سایر نواحی از پتانسیل بیشتری برای کشت درخت به برخوردار است. (Radovic et al, 2020: 1289). تأثیر سه نوع دمای (۸، ۱۶ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد) را در مرحله جوانه‌زنی درخت به، مطالعه کردند، نتایج نشان داد که دمای ۱۶ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد دارای شرایط بهینه در جوانی زنی درخت به است. (Jakobija et al, 2018: 2018; Wani et al, 2012: 1081) در مورد مراحل رشد درخت به، در ژاپن به این نتیجه رسیده‌اند که دوره گل‌دهی درخت به در ماه اردیبهشت و مرحله توسعه بعد از گل‌دهی از خرداد تا آخر تیرماه ادامه دارد و مرحله نزدیک به برداشت بعد از مرداد شروع و در شهریورماه به اوج خود می‌رسد. (Grinan et al, 2019: 68; Duraka et al, 2020: 13) ارزیابی تأثیر آب را در مرحله رشد درخت به، در اورهویولا اسپانیا بررسی کردند و نتایج نشان داد که کمبود و تنش آب در مرحله میانی بعد از گل‌دهی در رشد میوه به، باعث کاهش عملکرد و کیفیت آن می‌گردد و دمای مناسب برای رشد میوه به را ۱۹ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد است. جکسون و همکاران (۱۳۹۲: ۵۷) مطالعاتی در مورد تولید میوه‌های معتدله و نیمه گرمسیری انجام و نتایج نشان داد که؛ درخت به با درختان سیب و گلابی خویشاوندی نزدیکی دارد. درخت به از گلابی کمتر رشد می‌کند و بنابراین به‌عنوان پایه برای کم کردن قدرت رشد پیوندک‌های گلابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Andrade et al, 1998: 968; Coutinho et al, 2019: 1324 and Rop et al, 2011: 65) میوه به، برای انواع مختلف فرآوری مناسب است که در سال‌های اخیر مورد توجه مصرف‌کنندگان به دلیل عطر خاص قرار گرفته است (Patel et al, 2011: 51 and Alvarenga, 2008: 302). (Sonmez et al, 2019: 8) تعیین مناطق مناسب برای کشت درخت سیب در استان آنتالیای ترکیه را با استفاده از داده‌های اقلیمی (دمای طول دوره رشد، دمای سالانه و بارندگی و داده‌های محیطی (عمق خاک، شیب، جهات، ارتفاع، پوشش سطح زمین) با استفاده از روش AHP در محیط GIS را مطالعه کردند نتایج نشان داد که ۱۴/۴۸ درصد خیلی مناسب، ۱۳/۷۹ درصد مناسب است. در سال‌های اخیر تغییرات آب و هوایی باعث افزایش شدید دما و خشک‌سالی شده و باغات درخت به را، بشدت تحت تأثیر

قرار داده است و سبب سوختن و پژمردگی برگ‌ها و کاهش عملکرد آن گردیده است (Dahal et al., 2019: 10) ; Ding et al., 2016: 15 و دنیائی و ریاحی، ۱۴۰۰: ۶۶). (Xu et al, 2023: 15) توزیع جغرافیایی درخت سیب را در فلات لس چین با استفاده از داده‌های اقلیمی و محیطی از قبیل؛ میانگین دمای سالانه، حداکثر دما در ماه‌های گرم، حداقل دما در ماه‌های سرد، میانگین دما در سردترین ماه، میانگین بارش سالانه، بارش فصلی، شیب، جهات، ارتفاع، بافت خاک و نوع خاک را در محیط GIS مطالعه نتایج نشان داد که محدوده کشت درخت سیب به سمت شمال غربی توسعه دارد. (Madrigal-Martinez and Puga Calderon, 2018: 95) تجزیه و تحلیل تناسب اراضی برای برنامه کشت درخت سیب را در دره ملا در پرو را با استفاده از عمق خاک، بافت و شوری خاک، شیب، فاصله از جاده و بر اساس جمعیت مطالعه و نتایج نشان داد که حدود ۳/۹۸ درصد خیلی مناسب، ۳/۳۷ درصد کمی مناسب، ۵/۲۲ درصد متوسط و ۸۷/۴۳ درصد نامناسب برای کشت سیب است. (Chozom and Nimasow, 2021) تجزیه و تحلیل تناسب اراضی درخت سیب با استفاده از داده‌های اقلیمی (میانگین دما، بارش سالانه)، توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت) و خاک (بافت خاک، زهکشی و کاربری اراضی) را با روش AHP در محیط GIS در منطقه کامنگ غربی آروناچال پرادش در هندوستان را مطالعه کردند نتایج نشان داد که ۸/۱۳ درصد خیلی مناسب، ۲۴/۷۳ درصد مناسب، ۴۶/۵۵ درصد متوسط و ۲۰/۵۹ درصد نامناسب برای کشت درخت سیب است. (Kim and Shim, 2018: 139) ارزیابی تناسب اراضی برای درخت سیب با استفاده از داده‌های اقلیم و خاک را با روش AHP در محیط GIS در کره جنوبی را مطالعه کردند نتایج نشان داد که ۳۴/۱ درصد خیلی مناسب و ۴۴/۱۷ درصد مناسب برای کشت درخت سیب است. در این تحقیق سعی شده نواحی مناسب برای کشت درخت به در استان اردبیل شناسایی شوند. ضرورت انجام چنین تحقیقی می‌تواند شناخت معیارهای تأثیرگذار در طول دوره رشد این درخت باشد. لذا در این پژوهش معیارهای مؤثر در طول دوره رشد درخت به با استفاده روش‌های مورد مطالعه تعیین و نقش آن‌ها در تعیین نواحی مناسب برای کشت آن مشخص می‌گردد.

۲- روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب ایران و در منطقه آذربایجان واقع است و موقعیت آن در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان با وسعتی حدود ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع (حدود ۱/۰۹ درصد مساحت کل کشور) است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت آن برابر ۱۲۷۰۴۲۰ نفر است. این استان بر طبق آخرین تقسیمات کشوری شامل ۱۲ شهرستان، ۲۵ بخش، ۲۱ شهر و ۶۶ دهستان است. حداقل ارتفاع آن در ساحل رود ارس، روستای تازه کند شهرستان پارس آباد ۳۲ متر و حداکثر ارتفاع آن قله کوه سبلان در مرکز استان ۴۸۱۱ متر از سطح دریا است. اقلیم آن در ماه آذر و فصل زمستان سرد و در ماه‌های پاییز و بهار معتدل و در تابستان گرمای آسایشی مناسب و قابل تحمل دارد. از اوایل فروردین تا اواسط آبان باد غالب آن شرقی (خزری و مغانی) که همراه با هوای خنک و لطیف و از اواسط آبان تا اواخر اسفند باد غالب، جنوب غربی همراه با هوای سرد و بعضی موقع توأم با گردوخاک است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی استان اردبیل را در کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت استان اردبیل در کشور

۲-۲- داده‌های مورد مطالعه

در این تحقیق از داده‌های عناصر اقلیمی از قبیل؛ بارندگی برحسب میلی‌متر و درجه حرارت متوسط، کمینه و بیشینه برحسب سانتی‌گراد از ایستگاه‌های سینوپتیک در طول ۳۰ سال (۱۴۰۰-۱۳۷۱) و عوامل اقلیمی؛ ارتفاع برحسب متر از سطح دریا، شیب برحسب درصد و عمق خاک برحسب سانتی‌متر در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه خواهد شد. جدول (۱) نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت درخت به را نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات و محدوده نیازهای اقلیمی و محیطی درخت به

معیارها	خیلی مناسب	مناسب	کمی مناسب	نامناسب
متوسط دمای سالانه/سانتی‌گراد	۱۶-۲۰	۱۶-۱۴ و ۲۳-۲۰	۲۵-۲۳ و ۱۴-۱۲	۱۲ > ۲۵
دمای کمینه/سانتی‌گراد	۱۴-۲۰	۱۴-۱۲	۱۲-۱۰	کمتر ۱۰
دمای بیشینه/سانتی‌گراد	۲۵-۳۰	۲۰-۲۵	۲۰-۱۵	کمتر ۱۵
بارندگی/میلی‌متر	۵۰۰-۶۰۰	۴۰۰-۵۰۰	۴۰۰-۳۰۰	کتر از ۳۰۰
شیب/درصد	۵ تا	۱۰-۵	۱۳-۱۰	بیش ۱۳
ارتفاع/متر	۱۰۰۰ تا	۱۳۰۰-۱۰۰۰	۱۵۰۰-۱۳۰۰	بیش ۱۵۰۰
عمق خاک/سانتی‌متر	۱۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۸۰	۸۰-۵۰	کمتر ۵۰

منبع: وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸

۲-۳- روش AHP

روش AHP را ساعتی (۱۹۹۷) معرفی نموده است که در مرحله اول، مسائل پیچیده به مسائل ساده تقسیم می‌شوند. در مرحله دوم مقایسات زوجی بین معیارها و آلترناتیوها انجام می‌گردد و در مرحله سوم سازگاری مناسب بین اندازه‌ها به وجود آید. (اصغری زاده و محمدی بالانی، ۱۳۹۷). این روش یکی از معیارهای وزنی است که در پژوهش هواشناسی کشاورزی استفاده می‌شود. روش AHP بر سه اصل استوار است:

الف اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی،

ب) تعیین اولویت‌ها و انجام مقایسات زوجی (جدول، ۲) و برتری یک گزینه بر گزینه دیگری را تعیین می‌کند.

جدول ۲-مقادیر ترجیحات برای مقایسه زوجی

مقدار عددی	ترجیحات	
۹	Extremely Preferred	کاملاً مرجع یا کاملاً مهم
۷	Very Strongly Preferred	ترجیح خیلی بیشتر
۵	Strongly Preferred	ترجیح بیشتر
۳	Moderately Preferred	کمی مرجع یا کمی مهم تر
۱	Equally Preferred	ترجیح یکسان
۲ و ۴ و ۶ و ۸	Extremely preferred	ترجیحات بین فواصل فوق

منبع: ساعتی (۱۹۹۷)

ج) اصل سازگاری، اصل سازگاری شامل مراحل زیر است:

۱- محاسبه بردار مجموع وزنی (WSV): ماتریس مقایسات زوجی (D) را در بردار وزن نسبی بر اساس رابطه (۱) ضرب می کنیم.

$$WSV=D \times V$$

رابطه (۱)

۲- محاسبه بردار سازگاری (CV): عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار وزنهای نسبی تقسیم می شود.

۳- محاسبه بزرگترین مقدار ویژه مقایسات زوجی (λ_{max})

۴- محاسبه شاخص ناسازگاری (II) که از رابطه (۲) به دست می آید.

$$II = \lambda_{max} - n / n - 1$$

رابطه (۲)

۵- محاسبه نرخ سازگاری (IR) بر اساس رابطه (۳) محاسبه می شود:

$$IR = II / IRI$$

رابطه (۳)

۲-۴- روش تحلیل شبکه عصبی ANP

این روش یک مسئله تصمیم گیری به چند سطح مختلف تجزیه می شود و مجموع این سطوح تصمیم گیری، تشکیل یک سلسله مراتب را می دهد. این روش می تواند همه نوع وابستگی را در نظر بگیرد و مشکلات وابستگی درونی و بازخورد بین شاخصها و گزینهها در ذیای واقعی را حل می نماید (علی نژاد و خلیلی، ۱۳۹۶). این روش در زمره روشهای جبرانی قرار دارد که شاخصها مستقل از یکدیگر می باشند. ورودیهای مدل شامل: ۱- ساختار شبکه. ۲- ماتریس مقایسات زوجی

شامل مراحل؛ الف- تعیین بردار اولویت. ب- تشکیل ابر ماتریس. ج- تشکیل ماتریس خوشه‌ای. ح- تشکیل ابر ماتریس هوزون. خ- تشکیل ابر ماتریس حدی. چ- تعیین شاخص مطلوبیت گزینه‌ها. د- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها. (پورهادیان، ۱۴۰۰: ۳۰۲).

۲-۵- روش آنتروپی شانون

روش تصمیم‌گیری آنتروپی شانون، ارزیابی و وزن دهی معیارها است. که بیانگر میزان عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است. در این روش هرچه قدر پراکندگی در مقادیر یک معیار بیشتر باشد آن معیار از اهمیت بیشتری دارد که دارای مراحل زیر است (عرب عامری، ۱۳۹۷: ۱۳۲).

مرحله ۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری رابطه (۴).

رابطه (۴)

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

مرحله ۲- رابطه (۴) را بر اساس رابطه (۵) نرمال‌سازی می‌شود.

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i}{s_i}$$

رابطه (۵)

Z_{ij} = ارزش نرمال هر شاخص (j) در رابطه با گزینه (i). X_{ij} = ارزش عددی هر شاخص (j) در رابطه با گزینه (i). s_i = میانگین هر ستون از ماتریس داده‌ها و S_i = انحراف معیار هر ستون از ماتریس داده‌ها. در این مرحله ماتریس داده‌های استاندارد (نرمالیزه شده) مشخص می‌شود.

مرحله ۳- محاسبه روش آنتروپی معیارها: آنتروپی E_j از رابطه (۶) محاسبه می‌شود و k مقدار ثابت و مقادیر E_j بین ۰ و ۱ است رابطه (۶)

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \times \ln P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

که در آن $p(x)$ توزیع احتمال X است.

$$d_j = 1 - e_j$$

مرحله ۴- مقدار d_j : از رابطه (۷) محاسبه می‌شود. رابطه (۷)

مرحله ۵- مقادیر وزن w_j برآورد می‌شود رابطه (۸) که هر d_j تقسیم بر مجموع d_j ها است

$$w_j = d_j / \sum d_j$$

رابطه (۸)

۲-۶- روش دیمتل DEMATEL

این تکنیک بررسی روابط شاخص‌های که روی یکدیگر اثر می‌گذارند و از یکدیگر اثر می‌پذیرند مطالعه می‌کند. این ماتریس همواره مربع است و ابعاد آن برابر با تعداد شاخص‌ها است. درایه سطر a و ستون b این ماتریس بیانگر میزان تأثیر شاخص‌ها A_1 بر شاخص A_h است. مراحل محاسباتی این روش به شرح زیر است (اصغری زاده و محمدی بالانی، ۱۳۹۷).

۱- مجموع سطری ماتریس F محاسبه و بیشترین مجموع سطری را S بنامیم (رابطه ۹). $S = \{\sum_{h=1}^m f_{1,h}\}$

۲- تمام درایه‌های ماتریس (F) را بر S تقسیم تا ماتریس بی‌بعد M به دست آید (رابطه ۱۰). $M = \frac{F}{S}$

۳- معکوس ماتریس گام دوم محاسبه می‌شود (رابطه ۱۱). $C = M(I - M)^{-1}$

۴- تأثیرگذاری کلی هر گزینه برابر با مجموع سطری ماتریس C را محاسبه کنید (رابطه ۱۲). $R_i = \sum_{h=1}^m c_{i,h}$

۵- تأثیرپذیری کلی هر گزینه برابر با مجموع ستونی ماتریس C را محاسبه می‌کنیم (رابطه ۱۳). $D_i = \sum_{l=1}^m c_{l,i}$

۶- میزان وابستگی کلی $R_i + D_i$ و میزان عدم وابستگی کلی $R_i - D_i$ هر گزینه را نسبت به مجموعه کل گزینه‌ها.

۲-۷- روش ترکیب خطی وزنی WLC

این روش بر اساس مفهوم میانگین وزنی است که بر وزن نسبی هر معیاری بررسی می‌شود. برای ارزیابی هر گزینه یا A_i از رابطه (۱۴) استفاده می‌شود (مخدوم، ۱۳۸۹، آلیانی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۷۳).

$$A_i = \sum W_j X_{ij} \quad \text{رابطه}$$

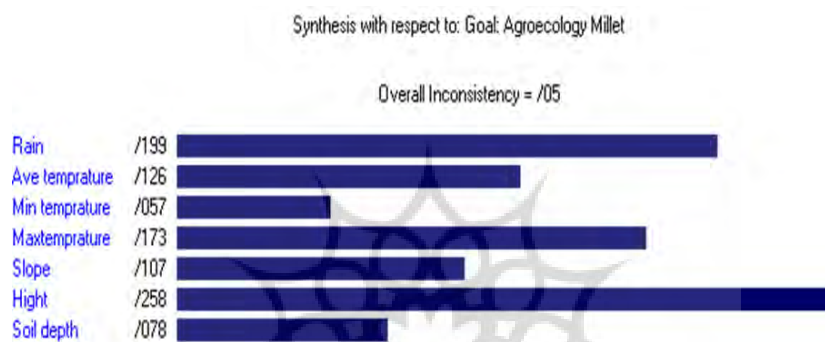
(۱۴)

که مقدار X_{ij} شاخص گزینه i در رابطه با شاخص j و W_j وزن استاندارد شاخص j است که مجموع W_j مساوی ۱ است (مرادی، ۱۳۹۹: ۱۵).

۳- یافته تحقیق

۳-۱- روش AHP

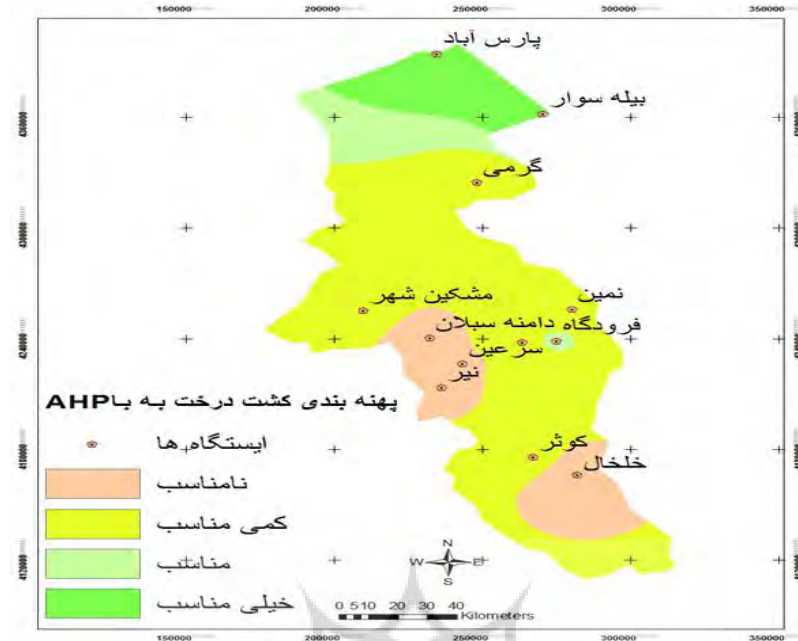
یکی از روش های شاخص وزن دهی است که از طریق نرم افزار Export Choice نتایج مقایسات را به صورت جدول و نمودار نشان و همزمان نرخ نا سازگاری نیز مشاهده می شود. نرخ نا سازگاری معیارها ۰/۰۵ بوده که نشان دهنده دقت قابل قبول این مقایسه زوجی است (شکل، ۲). نتایج نشان داد که ارتفاع، بارندگی و بیشینه دما به ترتیب با وزن ۰/۲۵۶، ۰/۱۹۹ و ۱۷۳ بیشترین تأثیر در طول دوره رشد درخت به دارند.



شکل ۲- ماتریس ارجحیت نسبی معیارها در کشت درخت به

با استفاده از معیارهای مورد مطالعه با روش AHP پهنه بندی کشت درخت به انجام و بر اساس نقشه استخراج شده از روش AHP حدود ۱۱ درصد از مساحت استان دارای استعداد بسیار مناسب و مناسب، ۶۵ درصد کمی مناسب و ۱۶ درصد نامناسب و فاقد استعداد لازم برای کشت درخت به است (شکل، ۳).

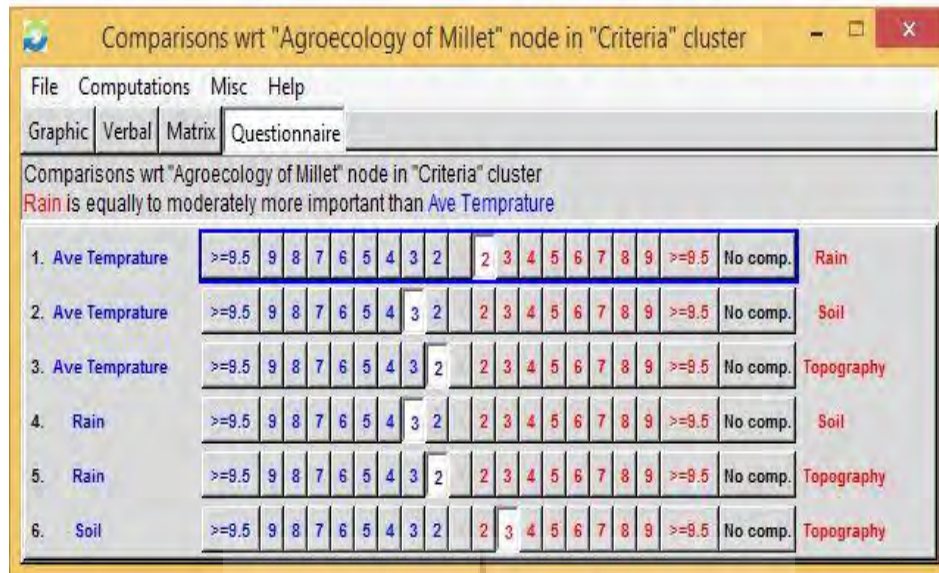
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳- پهنه‌بندی کشت درخت به با استفاده روش AHP

۳-۲- روش تحلیل شبکه عصبی ANP

پس از تعیین معیار های مورد مطالعه برای کشت درخت به، برای وزن دهی از مدل ANP استفاده شد. وزن دهی به معیار های مدل ANP بر اساس خروجی داده ها و نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت درخت به مبتنی بر طیف وزنی مدل ANP است که دامنه آن عددی از ۱ تا ۹ را شامل می شود و بر اساس نتایج پرسه شنامه صورت گرفته است. شکل (۴) نمونه ای از روش وزن دهی بر اساس معیار های مورد مطالعه در این تحقیق با نرم افزار Super Decisions را نشان می دهد. در جدول (۳) سوپر هاتریس غیر وزنی و در جدول (۴) سوپر هاتریس وزنی و (جدول ۵) سوپر هاتریس حد را نشان می دهد. همان گونه که ملاحظه می شود؛ بارندگی با وزن ۰/۴۰۹، متوسط دما با وزن ۰/۲۸۹ و توپوگرافی با وزن ۰/۲۰۴ با اهمیت ترین شاخص و در نتیجه بجه بیشترین تأثیر در پهنه بندی کشت درخت به را در استان اردبیل دارند همچنین ایستگاه های پارس آباد با وزن ۰/۱۲۹، مشکین شهر با وزن ۰/۰۷۶ و خلخال ۰/۰۶۸ با اهمیت ترین مکان برای کشت درخت به در استان اردبیل شناخته شده اند.



شکل ۴- نمونه‌ای از روش وزن دهی پرسشنامه‌ای معیارها در مدل ANP

جدول ۳- سوپر ماتریس غیر وزنی بر اساس معیارهای مورد مطالعه

گزینه‌ها/معیارها	اردبیل	خلخال	مشکین	پارس آباد	دامنه سبلان	متوسط دما	باران	خاک	توپوگرافی	آگروکلیم
اردبیل	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰۶	۰/۱۱۶	۰/۲۲۴	۰/۲۱۹	۰/۰۰
خلخال	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۸۲	۰/۲۲۳	۰/۱۰۷	۰/۱۳۸	۰/۰۰
مشکین	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۱۸	۰/۱۶۹	۰/۱۶۶	۰/۱۸۹	۰/۰۰
پارس آباد	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴۲۴	۰/۰۷۷	۰/۴۲۶	۰/۳۹۳	۰/۰۰
دامنه سبلان	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۶۹	۰/۴۱۵	۰/۰۷۷	۰/۰۶۱	۰/۰۰
متوسط دما	۰/۴۵۵	۰/۴۱۸	۰/۴۲۳	۰/۲۶۲	۰/۱۴۹	۰/۰۰	۰/۵۳۹	۰/۳۱۱	۰/۵۳۹	۰/۲۸۹
بارندگی	۰/۲۸۲	۰/۲۷۱	۰/۱۷۴	۰/۳۵۱	۰/۱۹۷	۰/۴۹۴	۰/۰۰	۰/۱۹۶	۰/۲۹۷	۰/۴۰۹
خاک	۰/۱۱۸	۰/۱۲۱	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷	۰/۲۳۷	۰/۱۹۶	۰/۱۶۳	۰/۰۰	۰/۱۶۳	۰/۰۹۶
توپوگرافی	۰/۱۴۵	۰/۱۹۱	۰/۲۶۶	۰/۲۵۰	۰/۳۱۱	۰/۳۱۱	۰/۲۹۷	۰/۴۹۴	۰/۰۰	۰/۲۰۵

جدول ۴- سوپر ماتریس وزنی بر اساس معیارهای مورد مطالعه

آگروکلیم	توپوگرافی	خاک	باران	متوسط دما	دامنه سیلان	پارس آباد	مشکین	خلخال	اردبیل	گزینه‌ها/معیارها
۰/۰۰	۰/۱۴۶	۰/۱۵۰	۰/۰۷۷	۰/۰۷۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	اردبیل
۰/۰۰	۰/۰۹۲	۰/۰۷۲	۰/۱۴۸	۰/۱۲۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	خلخال
۰/۰۰	۰/۱۲۶	۰/۱۱۰	۰/۱۱۲	۰/۱۴۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	مشکین
۰/۰۰	۰/۲۶۲	۰/۲۸۴	۰/۰۵۱	۰/۲۸۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	پارس آباد
۰/۰۰	۰/۰۴۰	۰/۰۵۲	۰/۲۷۷	۰/۰۴۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	دامنه سیلان
۰/۲۸۹	۰/۱۸۰	۰/۱۰۴	۰/۱۸۰	۰/۰۰	۰/۱۴۹	۰/۲۶۲	۰/۴۲۳	۰/۴۱۸	۰/۴۵۵	متوسط دما
۰/۴۰۹	۰/۰۹۹	۰/۰۶۵	۰/۰۰	۰/۱۶۴	۰/۱۹۷	۰/۳۵۱	۰/۱۷۴	۰/۲۷۱	۰/۲۸۲	بارندگی
۰/۰۹۶	۰/۰۵۴	۰/۰۰	۰/۰۵۴	۰/۰۶۵	۰/۲۳۷	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷	۰/۱۲۱	۰/۱۱۸	خاک
۰/۲۰۴	۰/۰۰	۰/۱۶۴	۰/۰۹۹	۰/۱۰۳	۰/۴۱۵	۰/۲۵۰	۰/۲۶۶	۰/۱۹۱	۰/۱۴۵	توپوگرافی

جدول ۵- سوپر ماتریس حدی بر اساس معیارهای مورد مطالعه

آگروکلیم	توپوگرافی	خاک	باران	متوسط دما	دامنه سیلان	پارس آباد	مشکین	خلخال	اردبیل	گزینه‌ها/معیارها
۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	اردبیل
۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	خلخال
۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	مشکین
۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	پارس آباد
۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	دامنه سیلان
۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	متوسط دما
۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	بارندگی
۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	خاک
۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۵۲	توپوگرافی

۳-۳- روش آنتروپی شانون

به منظور ارزیابی وزن معیارها و پهنه‌بندی کشت درخت به در استان اردبیل از مدل آنتروپی شانون استفاده گردید. بر اساس معیارهای مورد مطالعه اقدام به تشکیل ماتریس داده‌ها شد که در جدول (۶) نشان داده شده است. نتایج حاصل از محاسبه وزن معیارها نشان داد که ارتفاع، کمینه دما و شیب به ترتیب با کسب بالاترین امتیاز (۰/۳۲۷، ۰/۱۸۸ و ۰/۱۰۸) بیشترین تأثیر را در طول دوره رشد درخت به دارند. همچنین نتایج تحلیل گزینه‌ها نشان داد که

مشکین شهر، سرعین، خلخال با امتیاز (۰/۰۸۸ و ۰/۰۸۶) نواحی مناسب برای کشت درخت به در استان اردبیل می‌باشند.

جدول ۶- ماتریس معیارهای مورد مطالعه برای کشت درخت به

عمق خاک	شیب	ارتفاع	کمینه دما	بیشینه دما	متوسط دما	بارندگی	معیاره/گزینه ها
۸۰	۵	۱۳۵۱	۵	۱۸	۱۱	۲۸۲	اردبیل
۱۰۰	۵	۸۳	۱۱	۲۲	۱۶	۳۷۱	بيله سوار
۱۰۰	۵	۴۵	۱۰	۲۲	۱۶	۲۶۴	پارس آباد
۵۰	۱۰	۱۸۹۱	۳	۱۷	۱۰	۳۶۹	خلخال
۵۰	۱۰	۱۶۸۰	۵	۱۷	۱۱	۳۹۱	سرعین
۱۰۰	۵	۱۳۱۳	۳	۱۸	۱۰	۲۳۱	فرودگاه ار
۵۰	۱۰	۱۲۵۳	۶	۲۳	۱۶	۲۸۱	کوثر-گیوی
۵۰	۱۰	۸۶۰	۱۰	۲۰	۱۴	۳۰۹	گرمی
۵۰	۱۰	۱۴۲۲	۷	۱۸	۱۲	۳۸۷	مشگین
۵۰	۱۰	۱۴۳۰	۶	۱۸	۱۰	۲۷۳	نمین
۵۰	۱۰	۱۶۱۶	۴	۱۸	۱۰	۳۵۴	نیر
۵	۱۴	۲۱۶۴	۳	۱۵	۶	۶۳۰	دامنه سبلان

پس از تشکیل ماتریس داده‌ها به منظور یکسان کردن مقیاس داده‌ها یا به عبارتی بی مقیاس کردن، اقدام به نرمال‌سازی داده‌ها از رابطه (۵) مدل آنتروپی شانون گردید و بدین ترتیب ماتریس نرمال معیارهای مورد مطالعه برای کشت درخت به شکل گرفت (جدول، ۷).

پرونده‌گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی

جدول ۷- ماتریس نرمال شده معیارهای مورد مطالعه در کشت درخت به

عمق خاک	شیب	ارتفاع	کمینه دما	بیشینه دما	متوسط دما	بارندگی	معیاره/گزینه ها
۰.۱۰۹	۰.۰۴۸	۰.۰۸۹	۰.۰۶۸	۰.۰۸	۰.۰۷۷	۰.۰۶۸	اردبیل
۰.۱۳۶	۰.۰۴۸	۰.۰۰۵	۰.۱۵۱	۰.۰۹۷	۰.۱۱۳	۰.۰۹	بيله سوار
۰.۱۳۶	۰.۰۴۸	۰.۰۰۳	۰.۱۳۷	۰.۰۹۷	۰.۱۱۳	۰.۰۶۴	پارس آباد
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۱۲۵	۰.۰۴۱	۰.۰۷۵	۰.۰۷	۰.۰۸۹	خلخال
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۱۱۱	۰.۰۶۸	۰.۰۷۵	۰.۰۷۷	۰.۰۹۴	سرعین
۰.۱۳۶	۰.۰۴۸	۰.۰۸۷	۰.۰۴۱	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۵۶	فرودگاه ار
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۰۸۳	۰.۰۸۲	۰.۱۰۲	۰.۱۱۳	۰.۰۶۸	گیوی
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۰۵۷	۰.۱۳۷	۰.۰۸۸	۰.۰۹۹	۰.۰۷۵	گرمی
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۰۹۴	۰.۰۹۶	۰.۰۸	۰.۰۸۵	۰.۰۹۳	مشگین
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۰۹۵	۰.۰۸۲	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۶۶	نمین
۰.۰۶۸	۰.۰۹۶	۰.۱۰۷	۰.۰۵۵	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۸۵	نیر
۰.۰۰۷	۰.۱۳۵	۰.۱۴۳	۰.۰۴۱	۰.۰۶۶	۰.۰۴۲	۰.۱۵۲	دامنه سیلان

۳-۳-۱- برآورد آنتروپی شاخص ها (ej)، درجه انحراف (dj) و اهمیت شاخص ها نسبت به هم (wj) در ادامه آنتروپی شاخص های مطرح در مراحل رشد درخت به (ej) از رابطه (۶) محاسبه شد و با محاسبه درجه انحراف (dj) و اوزان شاخص ها (wj) از روابط (۷) و (۸) مدل آنتروپی شانون اهمیت شاخص های مطرح در فرایند کشت درخت به در استان اردبیل مطابق جدول (۸) برآورد شد.

جدول ۸- برآورد آنتروپی، درجه انحراف و اوزان شاخص های مطرح در مراحل کشت درخت به

عمق خاک	شیب	ارتفاع	کمینه دما	بیشینه دما	متوسط دما	بارندگی	معیارها
-۲.۳۷۱	-۲.۴۲۹	-۲.۳۰۷	-۲.۳۸۳	-۲.۴۷۶	-۲.۴۴۸	-۲.۴۴۷	ln (12)
۰.۹۵۳	۰.۹۷۶	۰.۹۲۷	۰.۹۵۸	۰.۹۹۵	۰.۹۸۴	۰.۹۸۴	ej
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	1-ej
۰.۰۴۷	۰.۰۲۴	۰.۰۷۳	۰.۰۴۲	۰.۰۰۵	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶	di=1-ej
۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	۰.۲۲۳	di/w
۰.۲۱۱	۰.۱۰۸	۰.۳۲۷	۰.۱۸۸	۰.۰۲۲	۰.۰۷۲	۰.۰۷۲	wj

۳-۲-رتبه‌بندی نواحی مستعد کشت درخت به در استان اردبیل

پس از تعیین ضریب اهمیت معیارها، اولویت نهایی راهبردها از ضرب مؤلفه‌های ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه گروهی در ضریب اهمیت شاخص‌ها ماتریس ضریب اولویت واحدها نسبت به هر شاخص شکل گرفت که در نهایت از مجموع سطری ضریب اولویت هر واحد، اولویت‌های نهایی واحدها برآورد شد (جدول ۹). بر اساس تحلیل مدل آنتروپی شانون که مشاهده می‌شود که ایستگاه‌های مشکین‌شهر، سرعین، خلخال به ترتیب با امتیاز ۰،۸۸، ۰،۸۸ و ۰،۸۶ نواحی مناسب برای کشت درخت به و سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه به ترتیب در رتبه بعدی قرار دارند.

جدول ۹- ماتریس ضریب اولویت گزینه‌ها و تعیین اولویت نهایی

جمع رتبه	عمق خاک	شیب	ارتفاع	کمینه دما	بیشینه دما	متوسط دما	بارندگی	معیاره/گزینه‌ها
۰،۸۳	۰،۲۳	۰،۰۵	۰،۲۹	۰،۱۳	۰،۰۲	۰،۰۶	۰،۰۵	اردبیل
۰،۸	۰،۲۹	۰،۰۵	۰،۰۲	۰،۲۸	۰،۰۲	۰،۰۸	۰،۰۶	بيله سوار
۰،۷۶	۰،۲۹	۰،۰۵	۰،۰۱	۰،۲۶	۰،۰۲	۰،۰۸	۰،۰۵	پارس آباد
۰،۸۶	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۴۱	۰،۰۸	۰،۰۲	۰،۰۵	۰،۰۶	خلخال
۰،۸۸	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۳۶	۰،۱۳	۰،۰۲	۰،۰۶	۰،۰۷	سرعین
۰،۸۱	۰،۲۹	۰،۰۵	۰،۲۸	۰،۰۸	۰،۰۲	۰،۰۵	۰،۰۴	فرودگاه ار
۰،۸۱	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۲۷	۰،۱۵	۰،۰۲	۰،۰۸	۰،۰۵	کوثر-گیوی
۰،۸۳	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۱۹	۰،۲۶	۰،۰۲	۰،۰۷	۰،۰۵	گرمی
۰،۸۸	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۳۱	۰،۱۸	۰،۰۲	۰،۰۶	۰،۰۷	مشکین
۰،۸۲	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۳۱	۰،۱۵	۰،۰۲	۰،۰۵	۰،۰۵	نمین
۰،۸۲	۰،۱۴	۰،۰۱	۰،۳۵	۰،۰۱	۰،۰۲	۰،۰۵	۰،۰۶	نیر
۰،۸۶	۰،۰۱	۰،۱۵	۰،۴۷	۰،۰۸	۰،۰۱	۰،۰۳	۰،۱۱	دامنه سیلان

۳-۴-روش دیمتل

به منظور ارزیابی روابط بین معیارها از روش دیمتل بر اساس روشی بیان شده استفاده گردید. در گام نخست روابط بین معیارها بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی درخت به تعیین گردید. سپس ماتریس اولیه معیارها ایجاد شد و در گام‌های بعدی ماتریس روابط مستقیم و ماتریس کلی به دست آمد در (جدول ۱۰) ماتریس اولیه را نشان می‌دهد. سپس مطابق گام دوم ماتریس نرمالیزه شده محاسبه شده

جدول ۱۰ ماتریس روابط مستقیم

معیارها	بارندگی	متوسط دما	حداکثر دما	حداقل دما	شیب	ارتفاع	عمق خاک	جمع
بارندگی	۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱۸
متوسط دما	۲	۰	۳	۳	۳	۲	۳	۱۶
حداکثر دما	۱	۲	۰	۲	۲	۲	۲	۱۱
حداقل دما	۱	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۱۱
شیب	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۳	۱۳
ارتفاع	۳	۳	۳	۳	۳	۰	۳	۱۸
عمق خاک	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۰	۱۴

سپس مطابق گام دوم ماتریس نرمالیزه شده محاسبه شده و بر اساس گام سوم ماتریس کلی ایجاد شد که در جدول (۱۱) نمایش داده شده است و در نهایت بر اساس ماتریس روابط کلی نمودار علی ترسیم می‌گردد. با توجه به ماتریس روابط کلی معیار شاخص بارندگی، ارتفاع و متوسط دما به ترتیب تأثیر بیشتری نسبت به سایر معیارهای مورد مطالعه در مراحل کشت درخت به در استان اردبیل دارند؛ زیرا خالص R-D عدم وابستگی (خالص اثرگذاری) آن‌ها مثبت است. این بدان معنی است که نسبت به ۴ شاخص دیگر که R-D آن‌ها منفی است اهمیت بیشتری دارند. در مقایسه شاخص‌های بارش، ارتفاع و متوسط دما می‌توان گفت که شاخص با توجه به میزان وابستگی R+D از موقعیت مهم‌تری برخوردار است.

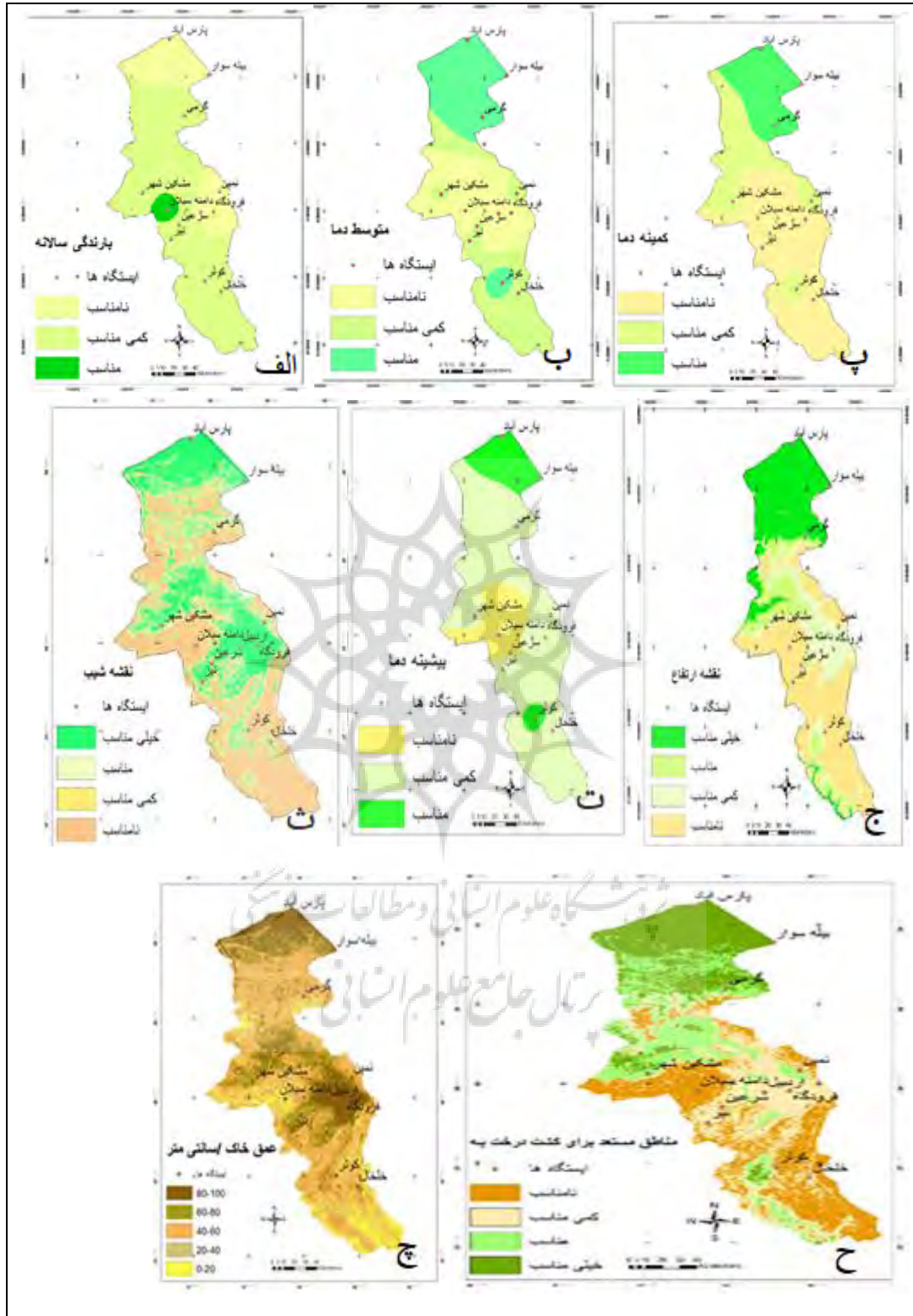
جدول ۱۱ ماتریس کلی

شاخص‌ها	باران	متوسط دما	حداکثر دما	حداقل دما	شیب	ارتفاع	عمق خاک	R	D	R+D	R-D
بارندگی	۰.۴۱۶	۰.۶۵۷	۰.۶۹	۰.۷۲۶	۰.۷۲۶	۰.۶۲۶	۰.۷۲۶	۴.۵۶۶	۲.۹۲۱	۷.۴۸۶	۱.۶۴۵
متوسط دما	۰.۴۶۵	۰.۴۵۲	۰.۶۲۵	۰.۶۵۷	۰.۶۵۷	۰.۵۲۷	۰.۶۵۷	۴.۰۴	۳.۶۱۵	۷.۶۵۵	۰.۴۲۵
حداکثر دما	۰.۳۲	۰.۴۲۸	۰.۳۴۹	۰.۴۷۳	۰.۴۷۳	۰.۴۰۸	۰.۴۷۳	۲.۹۲۳	۳.۸۴۴	۶.۷۶۸	-۰.۹۲۱
حداقل دما	۰.۳۲	۰.۴۲۸	۰.۴۴۹	۰.۳۷۳	۰.۴۷۳	۰.۴۰۸	۰.۴۷۳	۲.۹۲۳	۴.۰۹۷	۷.۰۲	-۱.۱۷۳
شیب	۰.۴۱۳	۰.۴۸۶	۰.۵۱	۰.۵۳۹	۰.۴۳۹	۰.۴۶۳	۰.۵۸۲	۳.۴۳۳	۴.۰۹۷	۷.۵۲۹	-۰.۶۶۴
ارتفاع	۰.۵۵۸	۰.۶۵۷	۰.۶۹	۰.۷۲۶	۰.۷۲۶	۰.۴۸۴	۰.۷۲۶	۴.۵۶۶	۳.۳۹۸	۷.۹۶۴	۱.۱۶۷
عمق خاک	۰.۴۲۸	۰.۵۰۶	۰.۵۳۱	۰.۶۰۴	۰.۶۰۴	۰.۴۸۳	۰.۴۶۲	۳.۶۱۸	۴.۰۹۷	۷.۷۱۴	-۰.۴۷۹
D	۲.۹۲۱	۳.۶۱۵	۳.۸۴۴	۴.۰۹۷	۴.۰۹۷	۳.۳۹۸	۴.۰۹۷				

۳-۵- روش ترکیبی خطی وزنی WLC

بر اساس نیازهای مطلوب اقلیمی درخت به، معیارهای مورد مطالعه جداگانه بر اساس روش WLC ارزش گذاری شدند و نقشه پتانسیل کشت درخت به، برای هر معیار در (شکل، ۵ الف تا ج) تعیین گردید. نتایج هریک از معیارها نشان دهنده این است که؛ از لحاظ بارش حدود ۱۰ درصد از مساحت استان مناسب، ۶۵ درصد کمی مناسب و ۲۵ درصد نامناسب، بر اساس متوسط دما حدود ۶۴ درصد مناسب، ۳۱ درصد کمی مناسب، در معیار کمینه دما حدود ۲۱ درصد مناسب، ۷۵ درصد کمی مناسب و ۴ درصد نامناسب و در بیشینه دما حدود ۱۶ درصد مناسب، ۶۴ درصد کمی مناسب و ۲۰ درصد نامناسب و در تأثیر ارتفاع حدود ۳۱ درصد مناسب، ۱۸ درصد کمی مناسب و ۴۱ درصد نامناسب برای کشت درخت به در استان اردبیل هستند. نقشه برون داد حاصل از روش ترکیبی خطی وزنی برای ارزیابی و پهنه بندی کشت درخت به در استان اردبیل انجام شد و نتایج نشان داد که؛ حدود ۲۷ درصد از مساحت استان اردبیل خیلی مناسب، ۳۱ درصد مناسب، ۲۰ درصد کمی مناسب و ۲۲ درصد نامناسب برای کشت درخت به است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۵ - پهنه‌بندی کشت درخت به بر اساس معیارهای مورد مطالعه با

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش برای پهنه‌بندی کشت درخت به از روش‌های DEMATEL، Antropy shanon، ANP، AHP و WLC و همچنین از هفت معیار بارش، متوسط دما، کمینه دما، بیشینه دما، ارتفاع، شیب و عمق خاک استفاده شد. با بهره‌گیری از نیاز مطلوب اقلیمی درخت به، به‌وسیله نرم‌افزارهای SuperDicision و Exper Choice و وزن‌های معیارها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که در هر یک روش‌های مورد مطالعه، از لحاظ وزن دهی و پهنه‌بندی برای درخت به تأثیر دارند که؛ در روش سلسله مراتبی، محاسبه ارزش وزنی معیارها و پهنه‌بندی مکان مناسب برای کشت درخت به، بررسی و نتایج نشان داد که؛ ارتفاع، بارندگی و بیشینه دما به ترتیب با وزن ۰/۲۵۶، ۰/۱۹۹ و ۱۷۳ بیشترین تأثیر در طول دوره رشد درخت به دارند و همچنین بر اساس نقشه استخراج شده از روش AHP حدود ۱۱ درصد از مساحت استان دارای استعداد بسیار مناسب و مناسب، ۶۵ درصد کمی مناسب و ۱۶ درصد نامناسب و فاقد استعداد لازم برای کشت درخت به است که با مطالعه (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۱۱) در دشت مغان مطابقت دارد. نتایج معیارهای مورد مطالعه با استفاده از روش‌های ANP نشان داد که بارندگی با وزن ۰/۴۰۹، متوسط دما با وزن ۰/۲۸۹ و توپوگرافی با وزن ۰/۲۰۴ با اهمیت‌ترین شاخص و در نتیجه بیشترین تأثیر در پهنه‌بندی کشت درخت به را در استان اردبیل دارند و ایستگاه‌های پارس‌آباد با وزن ۰/۱۲۹، مشکین‌شهر با وزن ۰/۰۷۶ و خلخال ۰/۰۶۸ با اهمیت‌ترین مکان برای کشت درخت به در استان اردبیل شناخته شده‌اند. این نتایج با نتیجه مطالعه (پورهادیان، ۱۴۰۰: ۳۱۵) در استان لرستان در مورد تناسب کشت ارزن با روش ANP همخوانی دارد. نتایج حاصل از محاسبه وزن معیارها با روش آنتروپی شانون نشان داد که ارتفاع، کمینه دما و شیب به ترتیب با کسب بالاترین امتیاز (۰/۳۲۷، ۰/۱۸۸ و ۰/۱۰۸) بیشترین تأثیر را در طول دوره رشد درخت به دارند و نتایج تحلیل گزینه‌ها نشان داد که مشکین‌شهر، سرعین، خلخال با امتیاز (۰/۰۸۸ و ۰/۰۸۶) نواحی مناسب برای کشت درخت به در استان اردبیل هستند که با یافته تحقیق (عرب عامری، ۱۳۹۷) در مورد پهنه‌بندی لغزش زمین با روش آنتروپی شانون در حوزه کارون مطابقت دارد. یافته‌های تحقیق در مورد روش دیمتل نشان داد که شاخص بارندگی، ارتفاع و متوسط دما به ترتیب تأثیر بیشتری نسبت به سایر معیارهای مورد مطالعه در مراحل کشت درخت به در استان اردبیل دارند؛ زیرا خالص R-D عدم وابستگی (خالص اثرگذاری) آن‌ها مثبت است که نسبت به ۴ شاخص دیگر که R-D آن‌ها منفی است اهمیت بیشتری دارند. این تحقیق با نتایج مطالعه (پورخباز و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۱) در مورد آنالیز اراضی کشاورزی با مدل دیمتل همخوانی دارد. نتایج تلفیق معیارها با روش WLC در محیط GIS نشان داد حدود ۲۷ درصد از مساحت استان اردبیل خیلی مناسب، ۳۱ درصد مناسب، ۲۰ درصد کمی مناسب و ۲۲ درصد نامناسب برای کشت درخت به است. به جز متوسط دما، هر کدام از معیارها در نواحی مختلف باعث محدودیت در مراحل کشت درخت به می‌شوند. نتایج این تحقیق با مطالعات (کارپیشه، ۱۴۰۱: ۴۱۳؛ آلیانی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۷۳؛ Beyene et al, 2022)

در مورد استفاده روش WLC در پهنه‌بندی همخوانی دارد. نتایج روش‌های مورد مطالعه در مورد پهنه‌بندی کشت درخت به در استان اردبیل نشان داد که متوسط دما و بیشینه دما و ارتفاع مهم‌ترین شاخص درکشت درخت به در استان اردبیل هستند؛ اما شاخص‌های باران، کمینه دما، شیب و عمق خاک در بعضی نواحی استان محدودیت زیادی را برای کشت درخت به ایجاد می‌کند که در نتایج تحقیق روش‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسنده مقاله، از دانشگاه محقق اردبیلی که این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه به شماره قرارداد ۱۴۰۲/د/۹/۱۰۶۹۷ صورت گرفته کمال تشکر و سپاسگزاری را دارد.

منابع

- ۱- اصغری، عزت‌الله و محمدی بالانی، عبدالکریم (۱۳۹۷). تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- آلیانی، حمیده؛ قنبری مطلق، محدثه و حلیمی، منصور (۱۴۰۱). مقایسه دو مدل WLC و TOPSIS در آنالیز تناسب اراضی توسعه شهری (مطالعه موردی: فومن و شفت). نشریه تحقیقات علوم جغرافیایی، سال ۲۲، شماره ۶۵، ص ۱۷۳-۱۹۱.
- ۳- امین زاده، مرضیه و سبحانی، بهروز (۱۴۰۱). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت درخت به با استفاده از روش‌های سلسله مراتبی و سلسله مراتبی فازی در جنوب استان اردبیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۴- ایمانی، مهرداد و سبحانی، بهروز. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت درخت به در استان اردبیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۵- پورخباز، حمیدرضا؛ جوانمردی، سعیده؛ یآوری، احمدرضا و فرجی سبکبار، حسنعلی (۱۳۹۲). کاربرد روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل تلفیقی ANP-DEMATEL در آنالیز تناسب اراضی کشاورزی دشت قزوین. محیط‌شناسی، دوره ۳۹، شماره ۳، ص ۱۶۴-۱۵۱.
- ۶- پورهادیان، حسین (۱۴۰۰). تناسب بندی اراضی لرستان برای کشت دوم ارزن علوفه‌ای به کمک GIS و ANP و منطق فازی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، سال ۳۱، شماره ۴، ص ۳۰۲-۳۱۵.
- ۷- توکلی، حمید (۱۳۹۸). ارزیابی و مقایسه، شرایط اقلیم نظامی استان کردستان و ایلام. جغرافیا و روابط انسانی. دوره ۲، شماره ۱، ص ۳۹۶-۳۸۷.

- ۸- جکسون، د؛ لونی، ن، بانکر، م و تایل، ک (۱۳۹۲). تولید میوه‌های معتدله و نیمه گرمسیری. ترجمه حسین را دنیا، تهران: انتشارات آبیژ.
- ۹- جلیلی مرندی، رسول (۱۳۹۴). میوه کاری. ارومیه: انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.
- ۱۰- دنیایی، مجتبی و ریاحی، وحید (۱۴۰۰). تحلیل روند خشک‌سالی و روش‌های سازگاری با آن (نمونه موردی: شهرستان شبستر). جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۴، شماره ۲، ص ۴۸۷-۴۶۶.
- ۱۱- سبحانی، بهروز؛ صفریان، وحید و قاسم‌آبادی، زهرا (۱۳۹۸). بررسی شرایط آب‌وهوایی دشت مغان برای کشت محصول پنبه با روش ANP، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. سال ۱۰، شماره ۳۷، ص ۱۱۱-۱۲۲.
- ۱۲- عبدالهی، حمید (۱۳۹۳). راهنمای عملی کشت و پرورش درختان میوه دانه‌دار (سیب، گلابی و به). تهران: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۱۳- عرب عامری، علیرضا. رضایی، خلیل. شیرانی، کورش. یمانی، مجتبی (۱۳۹۷). تعیین عرصه‌های حساس به لغزش با استفاده از روش ترکیبی نوین آنتروپی شانون-ارزش اطلاعات (مطالعه موردی حوضه سرخون کارون). پژوهشنامه مدیریت آبخیز، دوره ۹، شماره ۱۷، ص ۱۴۴-۱۳۲.
- ۱۴- علی نژاد، علیرضا و خلیلی، جواد ۱۳۹۶. تکنیک‌های نوین در تصمیم‌گیری جلد دوم، جهاد دانشگاهی امیرکبیر.
- ۱۵- کارپیشه، لیلا (۱۴۰۱). شناسایی چالش‌های کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان اردبیل. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۵، شماره ۱، ص ۴۲۱-۴۱۳.
- ۱۶- مجید، مخدوم (۱۳۸۹). شالوده آمایش سرزمین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۷- مرادی، هوشنگ (۱۳۹۹). ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی در پهنه‌بندی عناصر اقلیمی استان ایلام. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۲، شماره ۴، ص ۱۰۵-۱.
- ۱۸- وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۸). دستورالعمل احداث باغ در اراضی شیب‌دار. تهران: نشریه شماره ۵۱۰.
- ۱۹- وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۰). تهران: آمارنامه جهاد کشاورزی.
- ۲۰- ووست وود، ام ان (۱۳۷۰). میوه کاری در مناطق معتدله. (ترجمه‌ی. رسول زادگان). اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان.

21-Alvarenga, A.A., Abrahao, E., Pio, R., Assis, F.A., and de Oliveira, N.C. (2008). Comparacao entre doces produzidos a partir de frutos de diferentes especies e cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Miller and *Chaenomeles sinensis* Koehne). *Cienc. Agrotec.* 32 (1): 302-307 <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000100043>.

22-Andrade, P.B., Carvalho, A.R.F., Seabra, R.M., and Ferreira, M.A. (1998). A previous study of phenolic profiles of quince, pear, and apple purees by HPLC diode array detection for the evaluation of quince puree genuineness. *Journal Agricultural. Food.* 46 (3): 968-972. <http://dx.doi.org/10.1021/jf970571j>.

- 23-Beyene, G., Dechassa, N., Regasa, A., and Wogi, L. (2022). Land Suitability Assessment for Apple (*Malus domestica*) Production in Sentele Watershed in Hadiya Zone, Southern Ethiopia. *Hindawi Applied and Environmental Soil Science*, <https://doi.org/10.1155/2022/4436417>.
- 24-Chozom, K and Nimasow, G. (2021). GIS- and AHP-based land suitability analysis of *malus domestica* borkh. (apple) in west kameng district of Arunachal Pradesh, Indi, *Applied Geomatics*, DOI:10.1007/s12518-021-00354-7.
- 25-Coutinho, G., Pio, R., Souza, F.B.M., Daniela da Hora Farias, D.H., Bruzi, A.Tand Guimar, P. H. S. (2019). Multivariate Analysis and Selection Indices to Identify Superior Quince Cultivars for Cultivation in the Tropics.*Hortscience*, 75 (8): 1324-1329. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14004-19>.
- 26-Dahal, K., Li, X.Q., Tai, H., Creelman, A., Bizimungu, B. (2019). Improving potato stress tolerance and tuber yield under a climate change scenario – a current overview. *Front Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00563>.
- 27-Ding, X., Jiang, Y., Hao, T., Jin, H., Zhang, H., He, L., Zhou, Q., Huang, D., Hui, D., Yu, J.(2016). Effects of heat shock on photosynthetic properties, antioxidant enzyme activity, and downy mildew of cucumber (*Cucumis sativus* L). *PLoS One* 11, 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152429>.
- 28-Duraka, R, Dampca, J and, Dampc, J.(2020). Role of temperature on the interaction between Japanese quince *Chaenomeles japonica* and herbivorous insect *Aphis pomi* (Hemiptera: Aphidoidea). *environmental and Experimental Botany*, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104100>
- 29-FAO. (2020). FAOSTAT database.www.fao.org.
- 30-Grinan,I, Galindo,A., Rodriguez,P., Morales, D., Corell, M., Centeno, A., Gonzalez, J., Torrecillas, A., Carbonell-Barrachina, A.A and. Hernandez, F.(2019). Volatile composition and sensory and quality attributes of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruits as affected by water stress. 224: 68-74 *Scientia Horticulturae*, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.013>.
- 31-Jakobija, I and Bankina, B. (2018). Incidence of fruit on japanese quince in latvia, *Agricultural sciences*,, DOI: 10.22616/rrd.24.2018.055.
- 32-Kim, H and Shim, K. (2018). Land suitability assessment for apple (*Malus domestica*) in the Republic of Korea using integrated soil and climate information, MLCM and AHP,«*International Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 11(2): 139–144.
- 33-Madrigal-Martinez, S.Y and Puga-Calderon, R.J.(2018). Land suitability and sensitivity analysis for planning apple growing in mala’s valley. *Peru Bioagro*, 30(2): 95–106.
- 34-Moradi, S., Koushesh Saba, M., Mozafari, A.A., and Abdollahi, H. (2017). Physical and Biochemical Changes of Some Iranian Quince (*Cydonia oblonga* Mill) Genotypes during Cold Storage. *Journal Agricultural Science Technology*. 19: 377-388.
- 35-Patel, N.C., Rathod, B.G., Shah, V.N., and Mahajan, A.N. (2011). *Cydonia vulgaris* Pers.: a review on diversity, cultivation, chemistry and utilization. *Der Pharmacia Lettre* 3, 51–61.
- 36-Radovic, a., Nikolic, D., -Cerovic, R., Milatovic, D., Rakonjac, V., Bakic, I. (2020). The effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of quince cultivars. *International Society for Horticultural Science*, 10.17660/ActaHortic.2020.1289.10.
- 37-Rop, O., Balik, J., Raeznicek, V., Jurikova, T., Sskardova, P., Salas, P., Sochor, J., Mlcek, J., and Kramarova, D. (2011). Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Czech Journal Food Science*. 29, 65–73.
- 38-Saaty TL and vargas LG. (1997). *Predictin, Proecton and forecasting*. Kluwer Academic Publishers,Dorderecht

- 39-Sonmez, N.K. Sonmez, S., Coslu, M and urkkan,, H. R.(2019). Determination of suitable areas of apple cultivation with AHP and GIS. International Journal of Agriculture, Forestry and Life Science, 3 (1): 1-8.
- 40-Wani, N., Khan, I.A., Wani, I.A., Akhter, S., Malik, A.R., and Ganie, M.A. (2012) Study of variability in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) population from Budgam and Baramulla districts of Kashmir Valley. Plant Arch. 12, 1081– 1084.
- 41-Xu, W., Miao, Y., Zhu, S., Cheng, J and Jin, J. (2023). Modelling the Geographical Distribution Pattern of Apple Trees on the Loess Plateau, China, Agriculture, <https://doi.org/10.3390/agriculture13020291>.

