

مقایسه کار آیی روش‌های AHP and EDAS برای مکان‌یابی مناطق مناسب به کاشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو استان اردبیل

بهروز سبحانی

استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، شهر اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۴

چکیده

شناخت نیازهای مطلوب اقلیمی در طول دوره رشد گندم از موارد ضروری در مکان‌یابی است. هدف از این تحقیق مقایسه و کار آیی روش‌های AHP and EDAS برای مکان‌یابی کاشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو است. بدین منظور با استفاده از بارندگی (سالانه، جوانه‌زنی، پنجه‌دهی، زمستانه، رویش مجدد و گل‌دهی)، دمای (سالانه و کمینه)، ارتفاع، شیب و عمق خاک با روش‌های AHP and EDAS مکان‌یابی کشت گندم انجام شد. نتایج نشان داد که بارش (گل‌دهی، دانه‌دهی و سالانه) و متوسط دما از معیارهای اصلی برای کشت گندم در این حوضه هستند. بر اساس روش AHP ایستگاه‌های شمشیرخانی، دوست بیگلو، آتشگاه، مشگین شهر و رضی و با روش EDAS ایستگاه‌های شمشیرخانی، ابریکوه، اردبیل، دوست بیگلو به ترتیب در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه مکان‌های مناسب برای کشت گندم هستند. نتایج تحلیل داده‌ها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که حدود ۶ درصد از مساحت حوضه نامناسب، ۵۲ درصد کمی مناسب، ۲۴ درصد مناسب و ۱۹ درصد خیلی مناسب و با روش EDAS حدود ۲۶ نامناسب، ۴۲ درصد کمی مناسب، ۲۱ درصد مناسب و ۷ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است. در روش AHP فقط مساحت نواحی مناسب و خیلی مناسب با وضع موجود همخوانی دارد؛ اما در روش EDAS فقط مساحت نواحی خیلی مناسب کمتر از وضع موجود است و سایر قابلیت‌ها با وضع موجود همخوانی دارد؛ بنابراین روش EDAS نتایج بهتری را نسبت به روش AHP ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: حوضه آبریز قره‌سو، گندم، مکان‌یابی، روش‌های AHP and EDAS

۱-مقدمه

گندم به انگلیسی Wheat و بانام علمی Triticum از مهم‌ترین غلات کلیدی است که منبع تغذیه برای میلیون‌ها نفر از مردم جهان را فراهم می‌کند. در سال‌های اخیر، رشد جمعیت جهانی شتاب گرفته و تقاضا برای غذا افزایش یافته است، به همین دلیل انتخاب محصول مناسب برای کشت زمین با توجه به آب‌وهوا، از مهم‌ترین مشکلات کشاورزان در بلندمدت است (Ozdogan, 2011: 1-12). اگرچه کشت گندم در غالب نقاط جهان به عمل می‌آید، ولی موفقیت کشت آن بستگی به شرایط آب‌وهوایی و خاک منطقه دارد (Akdemir et al, 2012: 398-402). مکان‌یابی نواحی مناسب برای کاشت بر اساس ارزیابی داده‌های اقلیمی و محیطی می‌تواند سبب تولید پایدار محصول گندم در مناطق مختلف کشور گردد (ظاهری عبده وند مکرّم، ۱۴۰۰: ۲۱۵-۲۰۴). مدل فرایند تحلیل سلسه‌مراتبی یکی از مهم‌ترین روش تصمیم‌گیری چند معیاره در تحلیل داده‌های اقلیمی و خاک به‌منظور تعیین نواحی مناسب برای کشت گندم در جهان شناخته شده است (Mohammed et al, 2022: 262-276., Dagli and Caglayan, 2016: 83-92). (Mihoub et al, 2022: 262-276., Dagli and Caglayan, 2016: 83-92)

(al, 2020) ارزیابی پتانسیل تناسب اراضی برای کشت گندم زمستانه با استفاده از رویکرد سیستم اطلاعات جغرافیایی با روش چند معیاره (MCDS-GIS) در حوضه الیرموک کشور سوریه با تأکید بر عوامل توپوگرافی مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که بیش از ۲۳/۸ درصد بسیار مناسب و ۳۸/۷ درصد مناسب و ۳۷/۵ نسبتاً مناسب برای کشت گندم است. (Nehbandani et al, 2023: 579-599) مطالعه تجزیه و تحلیل جهانی آب‌وهوای فعلی و آینده را برای تولید گندم دیم بررسی نمودند و نتایج نشان داد که حدود ۳۰ درصد از مناطق کشت گندم جهان در شرایط مناسب آب‌وهوایی؛ اروپا، شرق چین و شرق ایالات متحده یافت می‌شود و حدود ۷۰ درصد در مناطق آب‌وهوایی نامناسب (کلاس محدود) کشت می‌شود. (Hatfied and Dold, 2018) اگر و کلیما تئولوژی تولید گندم را در ارتباط با تغییرات آب‌وهوایی با تأکید بر مقادیر بارش و دمای طول دوره رشد در امریکا مطالعه کردند و نتایج نشان داد که علت اصلی تغییر در عملکرد گندم بارش ناکافی در طول دوره پر کردن دانه گندم است و در کانزاس نیز بارش ماه مه عامل اصلی افزایش گندم شناخته شد. (Sarigin and Karaca, 2023) ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم و جو در منطقه نیمه‌خشک آناتولی شرقی در ترکیه مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که بیش از ۲۸ درصد از مساحت منطقه بسیار مناسب و ۳۹ درصد نسبتاً مناسب برای کشت گندم و جو است. احمدوند و همکاران (۱۴۰۲: ۱۷-۳۰) پهنه‌بندی کشت گندم دیم را در محیط GIS با روش AHP در استان همدان انجام دادند و نتایج نشان داد که بارش سالانه و توزیع بارش در طول فصول رشد، همچنین درجه حرارت تراکمی مهم‌ترین عامل در فرایند کشت گندم دیم است. کمالی و همکاران (۱۳۸۷: ۴۶۸-۴۸۲) بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم را در استان آذربایجان شرقی با استفاده از بارش‌های (سالانه، دوره جوانه‌زنی، دوره گل‌دهی و دوره پر شدن دانه) در ۷ ایستگاه سینوپتیک در محیط GIS مطالعه کردند و نتایج نشان داد که مناطق بسیار مناسب برای کشت گندم در شمال و مناطق مناسب در جنوب استان

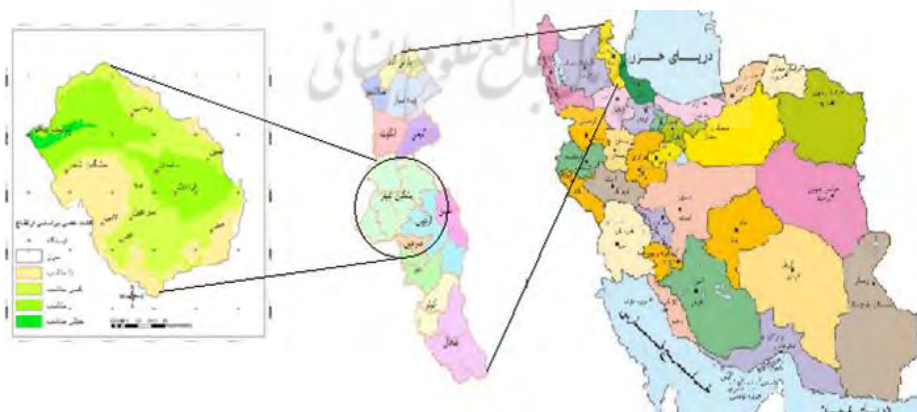
قرار دارند. عینی و همکاران (۱۳۹۱: ۲۲-۴۴) پهنه‌بندی توپوکلیمایی کشت گندم در استان کرمانشاه را با استفاده از معیارهای بارش (سالانه، پاییزه و بهاره)، دمای (جوانه‌زنی، بیشینه، گل‌دهی و دانه‌دهی) و درجه روز، شیب و ارتفاع در محیط GIS انجام و نتایج نشان داد که کشت گندم از شرق به غرب استان مساعد که با پراکندگی بارش سالانه در استان مطابقت دارد. بلیانی و همکاران (۱۳۹۱: ۳۴-۵۰) پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم را در محیط GIS در استان فارس انجام دادند و نتایج نشان داد که حدود ۴۱ درصد از مساحت استان در نواحی غرب، شمال غرب، محدوده‌های مرکزی و جنوب غرب شامل شهرهای کازرون، شیراز، زرقان و فیروزآباد دارای استعداد بسیار مناسب برای کاشت گندم هستند. عباسی و همکاران (۱۳۹۲: ۵۳-۷۲) مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق کشت گندم در استان خراسان شمالی را با استفاده از داده‌های بارش و دمای طول دوره رشد در محیط GIS انجام و نتایج نشان داد که نواحی مناسب به کشت گندم در شمال و نامناسب در جنوب غربی و جنوب شرقی استان واقع است. میر حاجی و همکاران (۱۳۹۲: ۲۲۳-۲۳۲) تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت را در استان فارس بررسی و نتایج نشان داد که گرمایش جهانی نقش بیشتری در مراحل رشد گندم دارد. فلاح قاله‌ری و همکاران (۱۳۹۴: ۷۳-۶۸) نواحی مناسب به کشت گندم در استان فارس با استفاده از داده‌های رطوبت، بارش، دما و به همراه توپوگرافی بر اساس روش AHP مطالعه نمودند نتایج نشان داد که مناطق بسیار مناسب جهت کشت گندم در استان فارس، بیشتر در محدوده جنوب غربی و غرب استان قرار دارند. طالعی و همکاران (۱۳۹۳: ۱۳۹-۱۵۶) ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم در شهرستان میانه را بر مبنای مدل فائو و با استفاده از تکنیک تلفیقی Fuzzy-AHP-OWA در محیط GIS از ۸ شاخص محیطی (عمق خاک و بافت خاک، فرسایش، شیب، ارتفاع، بارش، دما و درجه روز) انجام دادند و نتایج نشان داد که مدل OWA بهترین سناریو برای ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم است. سرمیدان و طاعتی (۱۳۹۴: ۳۶۸-۳۸۰) پهنه‌بندی اگر واکولوژیکی بخشی از اراضی قزوین برای کشت گندم را با استفاده از سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی بر اساس نقشه‌های همباران، هم‌دما، طول دوره رشد، شیب و خاک مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که مناطق خیلی مناسب و مناسب برای کشت گندم به ترتیب ۳۴ درصد و ۴۳ درصد است. سادات بنی عقیل و همکاران (۱۳۹۵: ۱۷-۳۰) پهنه‌بندی فیزیوگرافی پتانسیل کشت گندم با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در استان گلستان را با استفاده از متغیرهای محیطی؛ شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و بافت خاک را مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که مقدار شیب بیشترین و ارتفاع کمترین ضرایب و در نقشه‌ی برون‌داد حاصل از روش ترکیبی خطی وزنی اراضی واقع در شرق، جنوب شرقی و جنوب دارای کمترین پتانسیل تولید بودند. ساری صراف و همکاران (۱۳۸۸: ۵-۲۶) پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم را در استان آذربایجان غربی با استفاده از پارامترهای احتمال وقوع بارش سالانه، مقادیر بارش پاییزه، احتمال دمای مناسب، احتمال وقوع دمای حداکثر روزانه در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در محیط GIS مطالعه کردند و نتایج نشان داد

که نقش هریک از عناصر بارش و دما متناسب با مراحل رشد در مناطق مختلف استان متفاوت است. فرج زاده و همکاران (۱۳۹۰: ۲۱-۳۴) مدل سازی و پیش بینی عملکرد گندم را با توجه به دوره های فنولوژیکی رشد گیاه در استان کردستان با استفاده از داده های اقلیمی از مرحله کاشت تا برداشت گندم با روش آماری مطالعه کردند و نتایج نشان داد که بیشترین تغییر عملکرد محصول گندم دیم به ترتیب در شهرستان های بانه، مریوان، دیواندره، بیجار، قروه، سقز و سنندج است. بر اساس آمار سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ سطح کل کشت گندم در ایران ۶۹۰۸۵۴۵ هکتار و میزان تولید آن معادل ۱۳۲۸۳۷۳۳ تن است و در استان اردبیل نیز کشت گندم در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ معادل ۳۴۴۴۲۱ هکتار است که ۷۷۷۴۵ هکتار آن کشت آبی و ۲۶۶۶۷۷ هکتار آن کشت دیم بوده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). هدف از این تحقیق، مکان یابی نواحی کشت گندم با استفاده از داده های عناصر و عوامل اقلیمی با روش های چندمعیاره در محیط GIS در حوضه آبریز قره سو است که نقش مهم درکشت و تولید گندم در استان اردبیل دارد.

۲- روش ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز قره سو از زیر حوضه های رودخانه ارس و پرآب ترین رودخانه داخلی استان اردبیل است که از ارتفاعات کوه های سبلان، باغرو، حیران، صلوات داغی سرچشمه می گیرد (شکل، ۱). این رودخانه با عبور از دشت های اردبیل و مشگین شهر، در نزدیکی روستای کوچنق به رودخانه دره رود می ریزد. این حوضه آبریز در محدوده مرکزی و غربی استان اردبیل واقع است و مساحت آن حدود آن ۷۲۵۰ کیلومترمربع است. موقعیت جغرافیایی آن ۳۸ درجه و ۱۸ دقیقه الی ۳۸ درجه ۷۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه ۲۷ دقیقه الی ۴۸ درجه ۱۹ دقیقه طول شرقی واقع است. آب و هوای آن در تابستان معتدل کوهستانی و در زمستان سرد خشک است. (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۸-۲-۲ داده‌ها

در این پژوهش برای مکان‌یابی کشت گندم از ۱۱ متغیر اقلیمی و محیطی از قبیل؛ بارش سالانه، بارش زمستانه، بارش جوانه‌زنی، بارش پنجه دهی، بارش رویش مجدد، بارش گل‌دهی، بارش رسیدگی، متوسط دمای سالانه، کمینه دمای، ارتفاع، شیب و عمق خاک در حوضه آبریز قره‌سو استفاده شد. (جدول، ۱).

جدول ۱- نام، واحد و علامت اختصاری داده‌های مورد مطالعه

عمق خاک/cm	شیب/%	ارتفاع/m	دمای سالانه/°C	بارندگی دانه دمی/mm	بارندگی گل‌دهی/mm	بارندگی رویش مجدد/mm	بارندگی پنجه دهی/mm	بارندگی جوانه‌زنی/mm	بارندگی زمستانه/mm	بارندگی سالانه/mm	معیارها
C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	علامت اختصاری

۳-۲-روش AHP

روش AHP یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط ساعتی (Saaty, 1980) معرفی شده است و از موارد زیر تشکیل شده است: ۱- بهنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی ۲- محاسبه میانگین حسابی ماتریس ۳- ضرب وزن‌های نسبی معیارها ۴- اولویت‌بندی گزینه‌ها. در این روش مراحل سنجش نرخ ناسازگاری به شرح است:

۱- محاسبه بردار مجموع وزنی (WSV): ماتریس مقایسات زوجی (D) را در بردار وزن‌های نسبی ضرب می‌شود. به بردار به‌دست‌آمده "بردار مجموع وزنی" گفته می‌شود (رابطه، ۱)

$$WSW = D * W$$

۲- محاسبه بردار سازگاری (CV): عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار وزن‌های نسبی تقسیم می‌شود. به بردار حاصل "بردار سازگاری" گفته می‌شود.

۳- محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ی ماتریس مقایسات زوجی λ_{max} : برای محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ی ماتریس مقایسات زوجی، میانگین عناصر بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

۴- محاسبه شاخص ناسازگاری (II): نرخ ناسازگاری از (رابطه، ۲) محاسبه می‌شود.

$$II = \frac{y_{max} - n}{n - 1}$$

رابطه (۲)

۵- محاسبه نرخ ناسازگاری (IR): از (رابطه، ۳) محاسبه می شود.

$$IR = \frac{II}{IRI}$$

رابطه (۳)

در رابطه (۳)، IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از جدول (۲) استخراج می شود. مقادیر این جدول بر پایه شبیه سازی تعداد زیادی از ماتریس های مقایسه ای زوجی $n \times n$ به دست می آید.

جدول ۲- شاخص ناسازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
IRI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱

اگر نرخ سازگاری، کوچک تر یا مساوی ۰/۱۰ باشد؛ $(IRI \leq 10/0)$ ؛ در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد. جدول (۳) مقیاس نمره دهی مقایسات زوجی را نشان می دهد.

جدول ۳- مقیاس نمره دهی مقایسات زوجی

نمره	تعریف	شرح
۱	اهمیت یکسان	دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند
۳	برتری متوسط	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری متوسط داشته باشد
۵	برتری زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری زیادی داشته باشد
۷	برتری بسیار زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری بسیار زیادی داشته باشد
۹	برتری فوق العاده زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری فوق العاده زیادی داشته باشد
۲، ۴، ۶، ۸	ارزش های بینابین	موارد بینابین در قضاوت ها

Saaty and vargas (1991)

۴-۲- روش آیداس (EDAS)

روش آیداس از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری است که توسط (Keshavarz, Zavadskas, and Turskis, 2015) معرفی شد. این روش دارای مراحل زیر است:

۱- ماتریس تصمیم

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

در ماتریس فوق، r_{ij} در آیه‌ی ماتریس تصمیم برای گزینه i در شاخص j است.

۲- وزن شاخص‌ها

این روش تصمیم‌گیرنده وزن شاخص‌ها $[w_1, w_2, \dots, w_n]$ با در نظر گرفتن خاصیت بی‌مقیاس $(\sum_{j=1}^n w_j = 1)$ ارائه می‌دهد.

۳- توضیح روش آیداس

۳- تعیین مقدار میانگین شاخص‌ها

جهت تعیین مقدار میانگین هر شاخص از رابطه (۱) استفاده می‌شود:

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}}{n}; j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۱)}$$

۴- تعیین فواصل مثبت و منفی

با توجه به نوع مثبت و منفی شاخص‌ها، فواصل مثبت و منفی از مقدار میانگین شاخص‌های مثبت به ترتیب، از روابط (۲) و (۳) تعیین می‌شوند:

$$PDA_{IJ} = \frac{\max(0, (r_{ij} - AV_j))}{AV_j}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$NDA_{IJ} = \frac{\max(0, (AV_j - r_{ij}))}{AV_j}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۳)}$$

فواصل مثبت و منفی از مقدار میانگین شاخص‌های منفی نیز به ترتیب از روابط (۴) و (۵) تعیین می‌شوند:

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - r_{ij}))}{AV_j}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (r_{ij} - AV_j))}{AV_j}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۵)}$$

۵- تعیین فواصل مثبت و منفی موزون

با در نظر گرفتن وزن شاخص‌ها، جهت تعیین مقادیر فواصل مثبت و منفی موزون هر گزینه به ترتیب از روابط (۶) و (۷) استفاده گردید:

$$SP_i = \sum_{j=1}^n w_j PDA_{ij}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n w_j NDA_{ij}; i=1, \dots, m, j=1, \dots, n \quad \text{رابطه (۷)}$$

۶- بی‌مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون

جهت بی‌مقیاس کردن مقادیر فواصل مثبت و منفی موزون، به ترتیب از روابط (۸) و (۹) استفاده می‌شود:

$$NSP_i; i=1, \dots, m = \frac{SP_i}{\max(SP_i)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$NSN_i = \frac{SN_i}{\max(SN_i)}; i=1, \dots, m \quad \text{رابطه (۹)}$$

۷- تعیین امتیاز ارزیابی هر گزینه

امتیاز هر گزینه از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$AS_i = \frac{1}{2} (NSP_i + NSN_i); i=1, \dots, m \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

۸- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

جهت رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، مقادیر امتیاز هر گزینه به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند و رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد (علی نژاد خلیلی، ۱۳۹۶).

۳- یافته تحقیق

۱- امکان‌سنجی کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی

برای تعیین وزن لایه‌های معیار مورد مطالعه و رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش AHP، پس از مشخص کردن اهمیت هر کدام معیارها با توجه به نیاز مطلوب اقلیمی محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو، در قالب پرسشنامه‌ی با ساختار ماتریسی (۱۱×۱۱) گنجانده شده که در آن از ۱ تا ۹ سطح ارزش وزنی طبق جدول (۳) امتیاز مناسب یا بهره‌گیری از روش مقایسات زوجی در نرم‌افزار Expert Choice انجام شد و نتایج آن در شکل (۲) مشاهده می‌شود.

	Annual Ria	Winter Ria	Rain germi	Rain tilling	Rain stemti	Rain flower	Rain seedin	Temp aver	Hight	Slope	Soil depth
Annual Rian		2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Winter Rian			2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Rain germination				2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Rain tilling					2/0	4/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Rain stemting						2/0	2/0	3/0	2/0	2/0	2/0
Rain flower							3/0	3/0	3/0	2/0	3/0
Rain seeding								2/0	2/0	2/0	3/0
Temp average									3/0	3/0	3/0
Hight										3/0	3/0
Slope											2/0
Soil depth	Incon: 0/06										

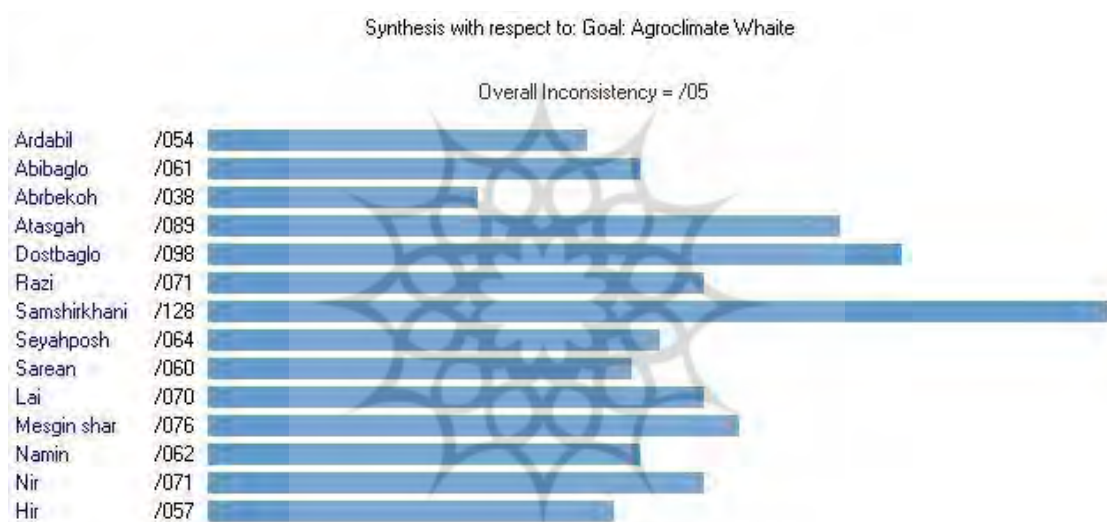
شکل ۲- یک نمونه از پرسشنامه معیارهای مورد مطالعه در مقایسه زوجی

نتایج خروجی از تحلیل معیارها با نرم‌افزار Expert Choice در شکل (۳)، بیانگر آن است که معیارهای وزنی؛ گل‌دهی، ۰/۱۹۱، دانه دهی، ۰/۱۳۴، متوسط دما، ۱/۲۱ و بارش سالانه، ۰/۱۱۷ مهم‌ترین معیار برای کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو است که در (شکل، ۳) ارائه شده است. همچنین اولویت‌بندی گزینه‌ها برای مکان‌یابی کشت محصول گندم با روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice انجام شد که اهمیت هر گزینه نسبت به کشت گندم در شکل (۴) ارائه شده است که نتایج نشان می‌دهد ایستگاه‌های شمشیرخانی با ۰/۱۲۸، دوست بیگلو با ۰/۰۹۸، آتشگاه با ۰/۰۸۹، مشگین شهر با ۰/۰۷۶ و رضی و نیر با ۰/۰۷۱ امتیاز به ترتیب نواحی مناسب برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو هستند که با نتایج تحقیق سبحانی (۱۴۰۲) در مورد پهنه‌بندی درخت به با روش AHP همخوانی دارد.

Priorities with respect to:
Goal: Agroclimate Whaite

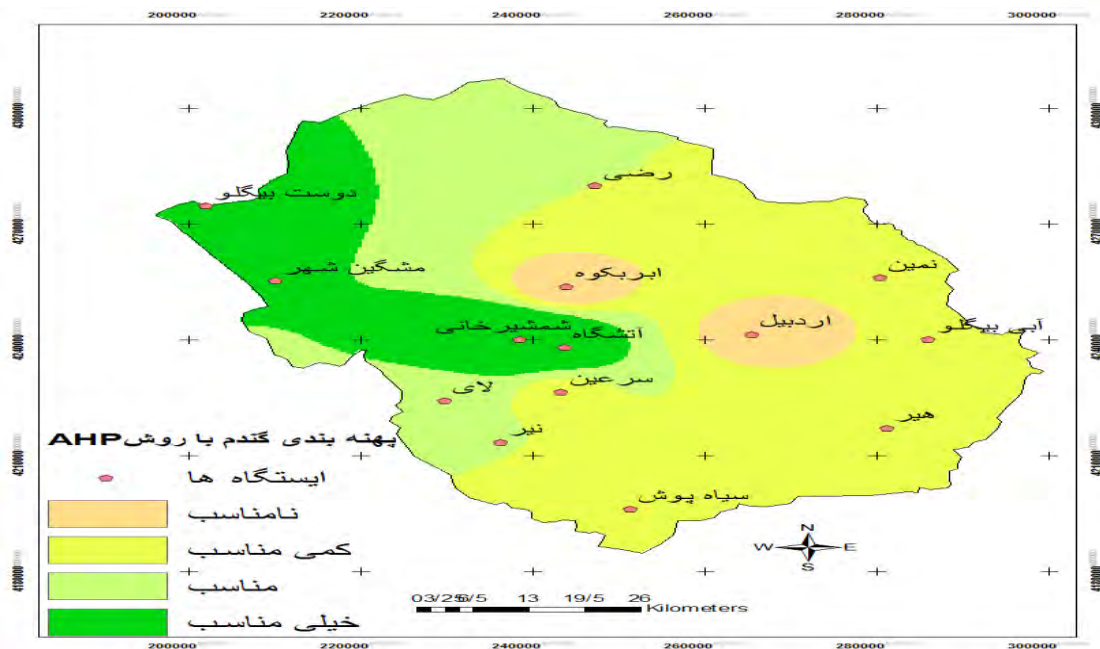


شکل ۳- ارزش وزنی معیاره های مورد مطالعه



شکل ۴- معیار وزنی گزینه های مورد مطالعه در حوضه آبریز قره سو

نتایج تحلیل داده ها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که ایستگاه های دوست بیگلو، مشکین شهر، شمشیرخانی و آتشگاه خیلی مناسب و ایستگاه های رضی، لای، نیر و سرعین مناسب برای کشت گندم هستند (شکل، ۵). همچنین از لحاظ مکانی حدود ۶ درصد از مساحت حوضه آبریز قره سو نامناسب، ۵۲ درصد کمی مناسب، ۲۴ درصد مناسب و ۱۹ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است (جدول، ۴). این تحقیق با نتایج پژوهش (امیری کیا و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۴-۹۲) در مورد کشت گندم با روش AHP در استان فارس مطابقت دارد.



شکل ۵- پهنه بندی کشت گندم با روش AHP در حوضه آبریز قره سو

جدول ۴- پهنه بندی کشت گندم با روش AHP در حوضه آبریز قره سو

توصیف قابلیت	مساحت/کیلومتر	مساحت/درصد
نامناسب	۴۳۵	۶
کمی مناسب	۳۷۲۸	۵۲
مناسب	۱۷۵۳	۲۴
خیلی مناسب	۱۳۱۴	۱۹

۲- امکان سنجی کشت گندم در حوضه آبریز قره سو با روش آیداس

به منظور مشخص شدن وضعیت هریک از گزینه ها، مقادیر معیارهای مورد مطالعه برای هریک از گزینه ها تهیه و جمع آوری گردید. نحوه انتخاب معیارها، بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت گندم و همچنین با انجام عملیات میدانی در حوضه آبریز قره سو انجام شد. معیار وزنی داده ها با بهره گیری از جدول (۳) محاسبه شدند و سایر مراحل به شرح زیر بررسی گردید:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم گیری و مقدار میانگین معیارها: در این مرحله، ماتریس تصمیم گیری معیارها و گزینه ها در مورد کشت محصول گندم تهیه و مثبت (+) و منفی (-) آن ها تعیین شد. همچنین مقادیر هر ایستگاه به تفکیک هر معیار بر اساس جدول (۵) تعیین گردید. از میان ۱۱ معیار، معیارهای شیب و ارتفاع منفی است؛ یعنی هر قدر مقدار آن ها بیشتر باشد، دارای محدودیت بیشتری برای کشت گندم است و امتیاز کمتری دارد و سایر معیارها به صورت

مثبت به کار گرفته شدند (دنیایی و ریاحی، ۱۴۰۰: ۴۶۶-۴۸۷). تعیین مقدار میانگین شاخص‌ها با استفاده از رابطه (۱) به تفکیک در جدول (۵) محاسبه شدند.

جدول ۵- ماتریس تصمیم‌گیری معیارهای مورد مطالعه برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
اردبیل	۲۸۲	۷۸	۳۳	۲۱	۳۸	۳۹	۲۰	۹	۱۳۳۵	۴	۷۵
آبی بیگلر	۳۰	۸۷	۴۳	۲۵	۳۴	۴۵	۲۲	۹	۱۲۲۷	۴	۷۵
ابریکوه	۲۸۵	۹۳	۳۶	۲۶	۴۰	۴۷	۲۱	۶	۱۶۰۰	۱۲	۱۵
آتشگاه	۴۴۲	۱۱۴	۶۰	۳۴	۵۴	۷۴	۳۳	۷	۱۷۰۰	۸	۲۵
دوست بیگ	۳۲۰	۷۶	۳۰	۱۹	۴۲	۶۱	۴۵	۱۴	۸۱۶	۸	۵۰
رضی	۳۱۰	۸۴	۳۸	۲۱	۳۹	۵۹	۴۳	۱۰	۱۴۲۰	۸	۲۵
شمشیرخانی	۶۳۹	۱۳۸	۷۲	۵۲	۶۱	۹۲	۵۵	۵	۲۲۰۰	۱۲	۱۰
سیاه‌پوش	۴۵۲	۱۲۲	۴۷	۳۵	۴۸	۵۶	۲۴	۸	۱۸۰۰	۱۰	۱۵
سرعین	۳۸۲	۱۱۴	۴۱	۳۱	۵۲	۵۵	۳۴	۸	۱۶۵۸	۱۰	۲۰
لای	۳۸۰	۱۱۷	۳۶	۳۶	۵۱	۷۶	۳۸	۶	۲۰۳۸	۱۲	۱۵
مشگین شهر	۳۷۷	۸۸	۳۰	۳۰	۵۱	۶۹	۳۵	۱۱	۱۴۸۵	۵	۲۵
نمین	۲۵۰	۱۰۶	۳۶	۳۶	۴۰	۴۸	۳۳	۱۰	۱۴۲۸	۶	۵۰
نیر	۳۵۷	۱۰۵	۴۲	۴۲	۴۶	۶۸	۳۴	۸	۱۶۱۹	۶	۲۵
هیر	۳۳۳	۱۰۳	۴۶	۴۶	۴۱	۶۰	۲۱	۷	۱۵۹۴	۵	۲۵
میانگین	۳۶۵	۱۰۲	۴۲/۱	۳۲/۴	۴۶	۶۰/۶	۳۳	۸/۴	۱۵۷۳	۷/۹	۳۲

۲- تعیین فاصله مثبت و منفی از میانگین: فاصله مثبت از میانگین (PDA) و فاصله منفی از میانگین (NDA) در جداول (۶ و ۷) از روابط (۲، ۳، ۴ و ۵) محاسبه شدند. برای ارزیابی گزینه‌ها نسبت به مکان‌یابی کشت محصول گندم از اندازه‌گیری فاصله مثبت از میانگین و اندازه‌گیری فاصله منفی از میانگین استفاده شد تا راه‌حل بینابین برای گزینه‌ها انتخاب شود.

جدول ۶- فاصله مثبت از میانگین برای کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
وزن معیارها	۰/۱۰۹	۰/۰۴۷	۰/۰۹۲	۰/۰۶۵	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰۶۸	۰/۰۴۷
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
فواصل مثبت	PDA 1	PDA 2	PDA 3	PDA 4	PDA 5	PDA 6	PDA 7	PDA 8	PDA 9	PDA 10	PDA 11
اردبیل	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۱	۰	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۳۹	۰	۰/۱۵	۰/۴۹	۰
آبی بیگلر	۰/۱۷	۰/۱۵	۰	۰	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۳۳	۰	۰/۱۶	۰/۴۹	۰

۰/۵۳	۰	۰	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۲۲	۰/۱۲	۰	۰	۰/۰۹	۰/۲۲	ابریکوه
۰/۲۲	۰	۰	۰/۱۷	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰	آتشگاه
۰	۰	۰/۴۸	۰	۰	۰	۰/۰۸	۰	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۱۲	دوست بیگ
۰/۲۲	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۱۴	۰	۰/۱	۰/۱۸	۰/۱۵	رضی
۰/۶۹	۰	۰	۰/۴	۰	۰	۰	۰/۶	۰	۰	۰	شمشیرخان ی
۰/۵۳	۰	۰	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰	۰	۰	سیاه پوش
۰/۵۳	۰	۰	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰/۱۴	۰	۰	سرعین
۰/۵۳	۰	۰	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰/۱۴	۰	۰	لای
۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۱۴	۰	مشگین شهر
۰	۰/۲۴	۰/۰۹	۰	۰	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۰	۰/۳۲	نمین
۰/۲۲	۰/۲۴	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۳	۰	۰	۰/۰۲	نیر
۰/۲۲	۰/۳۷	۰	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۰۹	هیر

جدول ۷- فاصله منفی از میانگین برای کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو

C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	معیارها
۰/۰۴۷	۰/۰۶۸	۰/۰۹۱	۰/۱۱۲	۰/۱۲۸	۰/۱۷	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵	۰/۰۹۲	۰/۰۴۷	۰/۱۰۹	وزن معیارها
+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
NDA11	NDA10	NDA9	NDA8	NDA7	NDA6	NDA5	NDA4	NDA3	NDA2	NDA1	فاصله منفی
۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	اردبیل
۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	آبی بیگلو
۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ابریکوه
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۸	۰	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	آتشگاه
۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	دوست بیگ
۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۱۹	۰/۳۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	رضی
۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۴	۰	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	شمشیرخانی
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	سیاه پوش
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۵	۰	۰/۰۴	۰	۰/۱۴	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	سرعین
۰	۰	۰	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	لای
۰	۰	۰	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	مشگین شهر
۰	۰	۰	۰/۱۹	۰/۰۱	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰	نمین
۰	۰	۰/۰۳	۰	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۲۳	۰	۰	۰	نیر
۰	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰/۳	۰	۰	۰	هیر

۳- **تعیین مجموع وزنی مثبت نرمال:** مجموع وزنی مثبت نرمال معیارهای مورد مطالعه در روش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول گندم با استفاده از روابط (۸) محاسبه شد که نتایج نشان داد که اردبیل با ۰/۲۲۴، آبی بیگلر با ۰/۱۷۸، ابریکوه با ۰/۱۷۷، نمین با ۰/۱۲۴، هیر با ۰/۱۱۹ و شمشیرخانی با ۰/۱۱۶ امتیاز نواحی مناسب و خیلی مناسب و دوست بیگلر با ۱/۰۲. سیاه‌پوش با ۰/۰۸۵، لای با ۰/۰۷۷، مشکین‌شهر با ۰/۰۷۴ و رضی با ۰/۰۶۷ امتیاز کمی مناسب برای کشت گندم سرعین با ۰/۳۴۹، لای با ۰/۳۴۵، نیر با ۰/۲۹۱ نواحی مناسب، دوست بیگلر با ۰/۰۸۸، اردبیل با ۰/۱۶ و سامیان با ۰/۱۶۵ نواحی کمی مناسب و رضی با ۰/۲۶۲، مشکین‌شهر با ۰/۲۶۱، نمین با ۰/۲۴۷ و هیر با ۰/۲۲۸ امتیاز نواحی متوسط برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو می‌باشند (جدول، ۸). با تحقیق (کارپیشه، ۱۰۱۴: ۴۲۱-۴۱۳) در مورد شناسایی چالش‌های کشاورزی همخوانی دارد.

جدول ۸- مقادیر فاصله مثبت موزون نرمال

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	NSPi
وزن معیارها	۰/۱۰۹	۰/۰۴۷	۰/۰۹۲	۰/۰۶۵	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰۶۸	۰/۰۴۷	
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	
اردبیل	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰	۰/۰۱۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰	۰/۰۱۴	۰/۰۳۳	۰	۰/۲۲۴
آبی بیگلر	۰/۰۱۹	۰/۰۰۷	۰	۰	۰/۰۱۸	۰/۰۴	۰/۰۴۲	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۳۳	۰	۰/۱۷۸
ابریکوه	۰/۰۲۴	۰/۰۰۴	۰	۰	۰/۰۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴۶	۰/۰۳۲	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۱۷۷
آتشگاه	۰	۰	۰	۰/۰۰۳	۰	۰	۰	۰/۰۱۹	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۳۲
دوست بیگ	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۲۷	۰	۰/۰۰۶	۰	۰	۰	۰/۰۴۴	۰	۰	۰/۱۰۲
رضی	۰/۰۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۱	۰/۰۶۷
شمشیرخانی	۰	۰	۰	۰/۰۳۹	۰	۰	۰	۰/۰۴۵	۰	۰	۰/۰۳۲	۰/۱۱۶
سیاه‌پوش	۰	۰	۰	۰/۰۰۵	۰	۰/۰۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۶	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۸۵
سرعین	۰	۰	۰/۰۰۲	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۰۶	۰	۰	۰/۰۱۸	۰/۰۴۱
لای	۰	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰/۰۳۲	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۷۷
مشکین‌شهر	۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۰۷۴
نمین	۰/۰۳۵	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰	۰	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰	۰/۱۲۴
نیر	۰/۰۰۲	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰	۰/۰۱۶	۰/۰۱	۰/۰۵۴
هیر	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۰۷	۰	۰/۰۴۶	۰/۰۱۹	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۱۱۹

۵- **تعیین مجموع وزنی منفی نرمال:** مجموع وزنی منفی نرمال معیارهای مورد مطالعه در روش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول گندم با استفاده از روابط (۹) محاسبه شد که نتایج نشان داد که شمشیرخانی با ۰/۵۰۴، لای با ۰/۱۷۷، دوست بیگلر با ۰/۱۲۸، آتشگاه با ۰/۱۱۵، سیاه‌پوش با ۰/۱۱۲ و مشکین‌شهر با ۰/۰۸۴ امتیاز نواحی مناسب و خیلی

مناسب و ابریکوه، رضی و سرعین با ۰/۰۶۳ و نیر با ۰/۰۴۴ امتیاز مناطق کمی مناسب برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو است (جدول، ۹).

جدول ۹ - مقادیر فاصله منفی موزون نرمال

NSNi	C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	معیارها
	۰/۰۴۷	۰/۰۶۸	۰/۰۹۱	۰/۱۱۲	۰/۱۲۸	۰/۱۷	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵	۰/۰۹۲	۰/۰۴۷	۰/۱۰۹	وزن معیارها
	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	اردبیل
۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	آبی بیگلر
۰/۰۶۳	۰/۰۲۵	۰/۰۳۶	۰/۰۰۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ابریکوه
۰/۱۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱	۰/۰۲۳	آتشگاه
۰/۱۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۷۵	۰/۰۴۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	دوست بیگ
۰/۰۶۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۲۱	۰/۰۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	رضی
۰/۰۵۷	۰/۰۲۵	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰	۰/۰۸۷	۰/۰۹	۰/۰۲۴	۰/۰۲۵	۰/۰۶۹	۰/۰۳۵	۰/۰۸۲	شمشیرخانی
۰/۱۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۰	۰	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۱	۰/۰۲۶	سیاه‌پوش
۰/۰۶۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۵	۰	۰/۰۰۵	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	سرعین
۰/۱۷۷	۰/۰۲۵	۰/۰۳۶	۰/۰۲۷	۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	لای
۰/۰۸۴	۰	۰	۰	۰/۰۳۵	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	مشگین شهر
۰/۰۲۹	۰	۰	۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱	۰	۰	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	نمین
۰/۰۴۴	۰	۰	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	۰	۰	۰	نیر
۰/۰۲۱	۰	۰	۰/۰۰۱	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	هیر

۶- بی‌مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی و ارزیابی گزینه‌ها به منظور رتبه‌بندی:

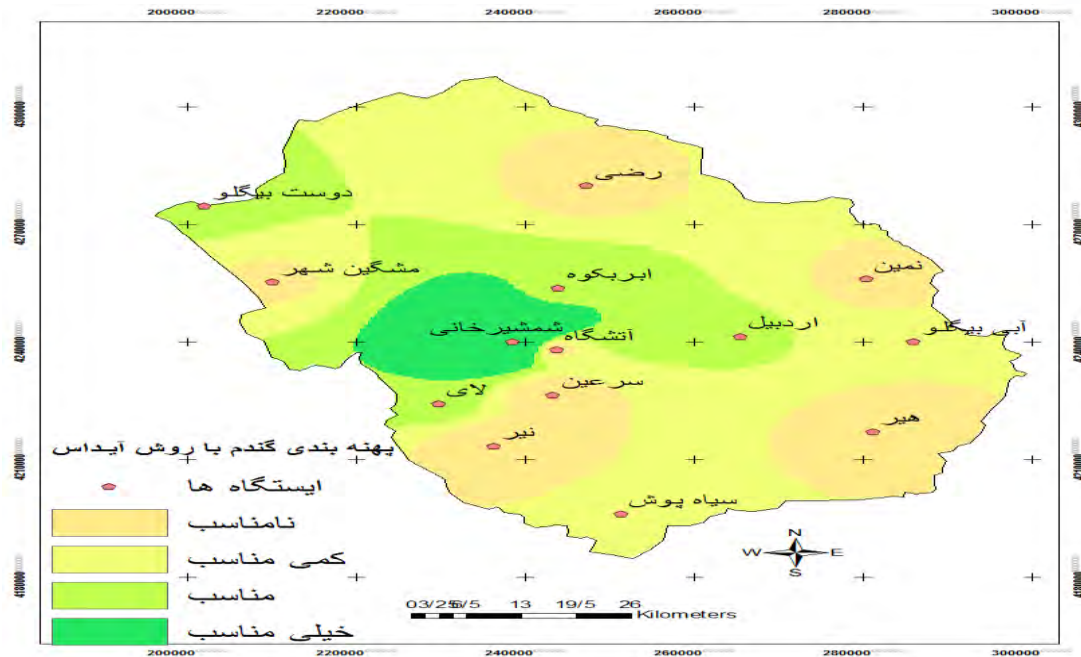
مقادیر بی‌مقیاس کردن فواصل مثبت موزون در ستون ۲، جدول (۱۰) (NSPI) بر اساس رابطه (۸) و مقادیر بی‌مقیاس منفی موزون در ستون ۴، جدول (۱۱) (NSNI) بر اساس رابطه (۹) محاسبه گردید و نتایج نشان داد که در فواصل مثبت؛ ایستگاه‌های اردبیل با امتیاز ۰/۲۲۴، آبی بیگلر با امتیاز ۰/۱۷۸، ابریکوه با امتیاز ۰/۱۷۷ و نمین شهر با امتیاز ۰/۱۲۴ به ترتیب گزینه‌های مناسب و در فواصل منفی؛ ایستگاه‌های شمشیرخانی با امتیاز ۰/۵۰۷، لای با امتیاز ۰/۱۷۷، دوست بیگلر با امتیاز ۰/۱۲۸ و آتشگاه با امتیاز ۰/۱۱۵. به ترتیب گزینه‌های مناسب برای کشت محصول گندم با روش EDAS هستند. همچنین امتیاز ارزیابی هر گزینه به منظور کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو بر اساس رابطه (۱۰) محاسبه و در ستون ۵ جدول (۱۰) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های شمشیرخانی با امتیاز ۰/۳۱۲، لای با امتیاز ۰/۱۲۷، ابریکوه با امتیاز ۰/۱۲۰، اردبیل با امتیاز ۰/۱۱۶، دوست بیگلر با امتیاز ۰/۱۱۵ و آبی بیگلر با امتیاز ۰/۰۹۳ به ترتیب در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه مکان‌های مناسب برای کشت محصول گندم بر اساس روش EDAS می‌باشند. نتایج تلفیق داده در محیط GIS با روش آیداس نشان داد که حدود ۲۶ درصد از مساحت حوضه

آبریز قره‌سو نامناسب، ۴۲ درصد کمی مناسب، ۲۱ درصد مناسب و ۷ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است که در شکل (۶) و جدول (۱۱) نشان داده شده است. در بررسی (مرادی، ۱۳۹۹: ۱-۱۵) نیز طبقه‌بندی اقلیمی با در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شده است.

جدول ۱۰- بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون و ارزیابی گزینه‌ها

اولویت‌بندی	AS	*5/0	NSPi+NSNi	NSNi	NSPi	
۴	۰/۱۱۶	۰/۵	۰/۲۳۲	۰/۰۰۸	۰/۲۲۴	اردبیل
۷	۰/۰۹۳	۰/۵	۰/۱۸۶	۰/۰۰۸	۰/۱۷۸	آبی بیگلر
۳	۰/۱۲	۰/۵	۰/۲۴	۰/۰۶۳	۰/۱۷۷	ابربکوه
۱۰	۰/۰۷۴	۰/۵	۰/۱۴۷	۰/۱۱۵	۰/۰۳۲	آتشگاه
۵	۰/۱۱۵	۰/۵	۰/۲۳	۰/۱۲۸	۰/۱۰۲	دوست بیگ
۱۲	۰/۰۶۵	۰/۵	۰/۱۳	۰/۰۶۳	۰/۰۶۷	رضی
۱	۰/۳۱۲	۰/۵	۰/۶۲۳	۰/۵۰۷	۰/۱۱۶	شمشیرخانی
۶	۰/۰۹۹	۰/۵	۰/۱۹۷	۰/۱۱۲	۰/۰۸۵	سیاه‌پوش
۱۳	۰/۰۵۲	۰/۵	۰/۱۰۴	۰/۰۶۳	۰/۰۴۱	سرعین
۲	۰/۱۲۷	۰/۵	۰/۲۵۴	۰/۱۷۷	۰/۰۷۷	لای
۸	۰/۰۷۹	۰/۵	۰/۱۵۸	۰/۰۸۴	۰/۰۷۴	مشگین شهر
۹	۰/۰۷۷	۰/۵	۰/۱۵۳	۰/۰۲۹	۰/۱۲۴	نمین
۱۴	۰/۰۴۹	۰/۵	۰/۰۹۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	نیر
۱۱	۰/۰۷	۰/۵	۰/۱۴	۰/۰۲۱	۰/۱۱۹	هیر

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



۶- پهنه‌بندی کشت گندم با روش EDAS در حوضه آبریز قره‌سو

جدول ۱۱- پهنه‌بندی کشت گندم با روش EDAS در حوضه آبریز قره‌سو

توصیف قابلیت	مساحت/کیلومتر	درصد مساحت
نامناسب	۱۸۶۰	۲۶
کمی مناسب	۳۲۵۱	۴۲
مناسب	۱۵۱۷	۲۱
خیلی مناسب	۵۲۳	۷

۴- نتیجه‌گیری

این مطالعه باهدف مقایسه کار آبی روش‌های AHP and EDAS برای مکان‌یابی مناطق مناسب به کاشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو استان اردبیل انجام شد. بدین منظور یازده معیار مؤثر اقلیمی و محیطی با دو روش AHP and EDAS برای مکان‌یابی گندم در محیط GIS استفاده شد. نتایج ارزیابی روش AHP نشان داد که معیارهای؛ گل‌دهی با وزن ۰/۱۹۱، دانه‌دهی با وزن ۰/۱۳۴، متوسط دما با وزن ۱/۲۱ و بارش سالانه با وزن ۰/۱۱۷ از معیارهای اصلی برای کشت گندم در این حوضه هستند و سایر داده‌های مورد مطالعه نقش فرعی دارند. همچنین مکانی‌یابی کشت گندم با روش AHP نشان داد که ایستگاه‌های شمشیرخانی با ۰/۱۲۸، دوست بیگلر با ۰/۰۹۸، آتشگاه با ۰/۰۸۹، مشگین شهر با ۰/۰۷۶ و رضی و نیر با ۰/۰۷۱ امتیاز به ترتیب نواحی مناسب برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو هستند. مقایسه نتایج این تحقیق با یافته‌های (Gunel et al, 2022: 16418-16436 and Kilic et al, 2022: 2634-2644) در مورد کاربرد AHP در ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم مطابقت دارد. تحلیل داده‌ها با روش

EDAS در مکان‌یابی کشت گندم نشان داد که ایستگاه‌های شمشیرخانی با امتیاز ۰/۳۱۲، لای با امتیاز ۰/۱۲۷ ابریکوه با امتیاز ۰/۱۲۰، اردبیل با امتیاز ۰/۱۱۶، دوست بیگلو با امتیاز ۰/۱۱۵ و آبی بیگلو با امتیاز ۰/۰۹۳ به ترتیب در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه مکان‌های مناسب برای کشت گندم می‌باشند. نتایج تحلیل داده‌ها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که حدود ۶ درصد از مساحت حوضه آبریز قره‌سو نامناسب، ۵۲ درصد کمی مناسب، ۲۴ درصد مناسب و ۱۹ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است و با روش آیداس که حدود ۲۶ درصد از مساحت حوضه آبریز قره‌سو نامناسب، ۴۲ درصد کمی مناسب، ۲۱ درصد مناسب و ۷ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است. در روش AHP فقط مساحت نواحی مناسب و خیلی مناسب با وضع موجود همخوانی دارد و مساحت نواحی نامناسب کمتر و نواحی کمی مناسب بیشتر از وضع موجود است؛ اما در روش EDAS فقط مساحت نواحی خیلی مناسب کمتر از وضع موجود است و سایر قابلیت‌ها با وضع موجود همخوانی دارد؛ بنابراین روش EDAS نتایج بهتری را نسبت به روش AHP ارائه می‌دهد که با تحقیقات انجام‌یافته (فال سلیمان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۵-۱۳۳) در مورد مقایسه و کار آبی کشت پسته در دشت مختاران با روش‌های AHP و TOPSIS همخوانی دارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسنده مقاله، از دانشگاه محقق اردبیلی که این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه به شماره قرارداد ۱۴۰۲/د/۹/۲۹۶۷۴ صورت گرفته کمال تشکر و سپاسگزاری را دارد.

منابع:

- احمدوند، محمد؛ خالدی، شهریار و کردوانی، پرویز (۱۴۰۲). پهنه‌بندی اقلیم-کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نمونه موردی (استان همدان). نشریه تحقیقات کاربردی، سال ۲۳، شماره ۶۹، ص ۱۷۹-۱۹۲.
- اداره کل آب و هواشناسی استان اردبیل (۱۴۰۱). واحد آمار هواشناسی.
- امیری کیا، فرزانه و ناجی دو میرانی، صادق (۱۳۹۶). ارزیابی تناسب اراضی استان فارس برای کشت گندم دیم بر اساس عوامل اقلیمی، فیزیوگرافی و مدل تلفیقی AHP-TOPSIS در محیط GIS. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، سال ۳۰، شماره ۴، ص ۷۴-۹۲.
- بلیانی، یدالله؛ حجازی زاده، زهرا، فرجی، عبدالله و بیات، علی (۱۳۹۱). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه مورد مطالعه استان فارس، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۵، شماره ۱۵، ص ۳۴-۵۰.
- دنیایی، مجتبی و ریاحی، وحید (۱۴۰۰). تحلیل روند خشک‌سالی و روش‌های سازگاری با آن (نمونه موردی: شهرستان شبستر). جغرافیا و روابط انسانی، سال ۴، شماره ۲، ص ۴۸۷-۴۶۶.

- سادات بنی عقیل، افروغ؛ راحمی کاریزکی، علی، بیابانی، عباس و فرامرزی، حسن (۱۳۹۵). پهنه‌بندی فیزیوگرافی پتانسیل کشت گندم با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در استان گلستان. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۳، شماره ۱، ص ۱۷-۳۰.
- ساری صراف، بهروز، بازگیر، سعید و محمدی، غلامحسین (۱۳۸۸). پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، ص ۵-۲۶.
- سازمان جهاد کشاورزی اردبیل (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی، انتشارات مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار و فناوری اطلاعات، ص ۱۷۰.
- سازمان منطقه‌ای آب استان اردبیل (۱۴۰۱). واحد برنامه و آمار هواشناسی.
- سبجانی، بهروز (۱۴۰۲). پهنه‌بندی کشت درخت به در استان اردبیل با استفاده از روش‌های AHP, ANP, DEMATEL, Antropy Shanon and WLC. جغرافیا و روابط انسانی، سال ۶، شماره ۳، ص ۴۸۳-۴۶۰.
- سبجانی، بهروز؛ صفریان، وحید و صدیق نیا، عباسعلی (۱۳۹۸). پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت انگور در حوضه آبخیز قره‌سو با استفاده از روش‌های نوین چند معیاره، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال ۱۰، شماره ۳۹، ص ۱۲۳-۱۳۸.
- طالعی، محمد؛ سلیمانی، حسن و فرج زاده، منوچهر (۱۳۹۳). ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم دیم بر مبنای مدل فائو با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی FUZZY-AHP-OWA در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان میانه). نشریه آب‌وخاک، سال ۲۸، شماره ۱، ص ۱۳۹-۱۵۶.
- ظاهری عبده وند، زینب و مکرم، مرضیه و مسکینی ویشکایی، فاطمه (۱۴۰۰). ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره. فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۱۲۰، ص ۲۱۵-۲۰۳.
- عباسی، فاطمی، احترامیان، کوروش؛ خزانه‌داری، لیلی، محمد نیا قرایی، سهراب و اثمیری، مرتضی (۱۳۹۲). مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق کشت گندم دیم (مطالعه موردی: استان خراسان شمالی). نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال ۴، شماره ۱۳، ص ۷۲-۵۳.
- علی نژاد، علیرضا و خلیلی، جواد (۱۳۹۶). تکنیک‌های نوین در تصمیم‌های چند شاخص جلد ۲ و ۳، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه امیرکبیر.
- عینی، حسن؛ صادقی، سلیمان و حسین زاده، سید رضا (۱۳۹۱). مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. شماره ۱۹، ص ۴۴-۲۲.
- فال سلیمان، محمود؛ حجتی پور، محمد و صادقی، حجت‌الله (۱۳۹۲). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۱۳، شماره ۳۱، ص ۱۵۵-۱۳۳.
- فرج زاده اصل، منوچهر؛ خورانی، اسدالله؛ بازگیر، سعید و ضیائی‌ان، پرویز (۱۳۹۰). مدل‌سازی و پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با توجه به دوره‌های فنولوژیکی رشد گیاه (مطالعه موردی: استان کردستان). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۶، ص ۲۱-۳۴.

- فلاح قاهری، غلامعباس، اسدی، مهدی و داداشی رودباری، عباسعلی (۱۳۹۴). تعیین مناطق مستعد کشت گندم دیم (مطالعه موردی: استان فارس). نشریه هواشناسی کشاورزی، سال ۳، شماره ۲، ص ۷۳-۶۸.
- کار پیشه، لیلا (۱۴۰۱). شناسایی چالش‌های کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان اردبیل. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۵، شماره ۱، ص ۴۲۱-۴۱۳.
- کمالی، غلامعلی؛ صدقیانی پور، علی؛ صداقت کردار، عبدالله و عسگری، غاحمد (۱۳۸۷). بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. مجله آب‌و‌خاک، سال ۲۲، شماره ۲، ص ۴۸۲-۴۶۸.
- میر حاجی، حمزه؛ خجسته پور، مهدی و عباسپور فرد، محمدحسین (۱۳۹۲). بررسی تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت در ایران. مجله منابع طبیعی، سال ۶۶، شماره ۲، ص ۲۳۲-۲۲۳.
- وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۱). آمارنامه جهاد کشاورزی.
- ۴

- Akdemir, S., Akcaoz, H., Kozilay, H., Ozalp, A. (2012). Impacts of climate factors on wheat yields in Turkey. *Journal Food Agric Environ*, 10:398-402.
- Dagl, D and Caglayan, A. (2016). Determination of optimal land use with analytical hierarchy process: the example of melendiz stream basin. *Turkish Journal of Geography*, 66:83-92 DOI 10.17211/tcd.28071.
- FAOSTAT. (2020). www.fao.org.
- Gunal H, K., Ersay, K and Acir, N. (2022). Land suitability assessment for wheat production using analytical hierarchy process in a semi-arid region of Central Anatolia. *Geocarto International*, 37(27):16418_16436 DOI 10.1080/10106049.2022.2108911.
- Hatfield, J and Dold, C. (2018). Agroclimatology and Wheat Production: Coping with Climate Change. *Frontiers in Plant Science*, DOI:10.3389/fpls.2018.00224.
- Karagoz, A., Pilanali, N., Polat, T. (2006). Agro-Morphological Characterization of Some Wild Wheat (*Aegilops* L. and *Triticum* L.) Species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 387 – 398.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L and Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification of the using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS) *Information*, 26(3): 435-451.
- Kilic, O.M., Ersayin, K., Gunal, H., Khalofah, A., Alsubeie, MS. (2022). Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4):2634-2644 DOI 10.1016/j.sjbs.2021.12.050.
- Mihoub, A., Koull, N., Helimi, S., Elhafed Kherraze, M., Mokhtari, S., Pulido Fernandez, M. (2022). Developing scoring functions for soil quality to assess land suitability for irrigated wheat in Southern Algeria. *Soil Use and Management*, 38(1):262_276 DOI 10.1111/sum.12770.
- Mohammed, S., Alsafadi, K., Ali, H and Nasir Mousavi, S.M. (2020). Assessment of Land Suitability Potentials for Winter Wheat Cultivation by Using a Multi Criteria Decision Support Geographic

Information System (MCDS-GIS) approach in Al-Yarmouk Basin (S Syria). DOI:10.1080/10106049.2020.1790674.

-Nehbandani, A., Alizadeh dehkordi, P., Dadrasi, A and Filippi, P. (202). Global Suitability Analysis of Current and Future Climates for Rainfed Wheat Production. International Journal of Plant Production, 17: 579-592.

-Ozdogan M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey. Agriculture Ecosyst Environ. 141:1-12.

-Saaty, TL and Vargas, LG. (1991). Prediction, Projection and forecasting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

-Saaty, T. (1980). The Analytical Hierarchy Process. New York: John Wiley.

-Sargin, B and Karaca, S. (2023). Land suitability assessment for wheat-barley cultivation in a semi-arid region of Eastern Anatolia in Turkey. PeerJ, DOI:10.7717/peerj.16396.

