جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱٤۰٤، دوره۸، شماره۲، صص۸۵-٦۵

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:۱٤۰۳/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۳/۰٤

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، پنجه دهی، 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، دانه دهی 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، ابربکوه، اردبیل، دوست بیگلو به ترتیب در بین ایستگاه‌های موردمطالعه مکان‌های مناسب برای کشت گندم هستند. نتایج تحلیل داده‌ها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که حدود ٦ درصد از مساحت حوضه نامناسب، ۵۲ درصد کمی مناسب، ۲٤ درصد مناسب و ۱۹ درصد خیلی مناسب و با روش EDAS حدود ۲٦ نامناسب، ٤۲ 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

doi: 10.22034/GAHR.2024.451823.2089 شاپا الکترونیکی:2645-3851

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 افزایش‌یافته 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 مکرم، ۱٤۰۰: ۲۱۵-۲۰٤). 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 شناخته‌شده است (Mihoub et al, 2022:262-276., Dagli and Caglayan, 2016:83-92). (Mohammed et 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 تجزیه‌وتحلیل 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 ایالات‌متحده یافت می‌شود و حدود ۷۰ درصد در مناطق آب‌وهوایی نامناسب (کلاس محدود) کشت می شود. (Hatfied and Dold, 2018) اگروکلیماتولوژی 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 (۱٤۰۲: 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: ٤٦۸-٤۸۲) 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

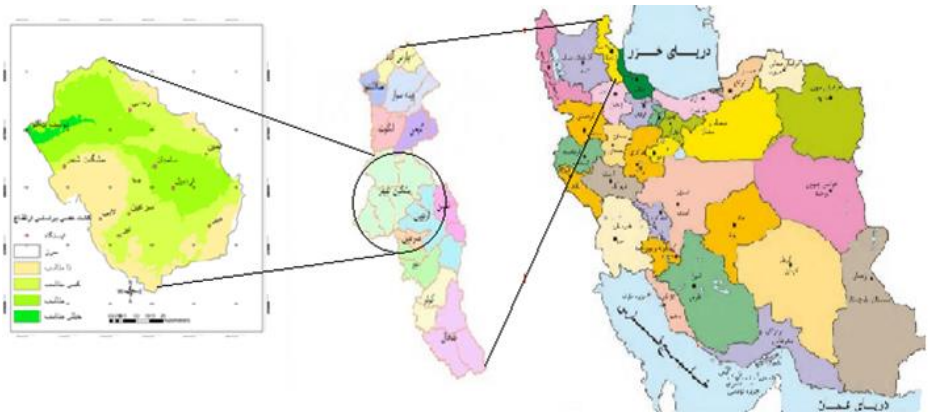
قرار دارند. عینی و همکاران (۱۳۹۱: ۲۲-٤٤) پهنه‌بندی توپوکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه را با استفاده از معیارهای بارش (سالانه، پاییزه و بهاره)، دمای (جوانه‌زنی، بیشینه، گل‌دهی و دانه دهی) و درجه روز، شیب و ارتفاع در محیط GIS انجام و نتایج نشان داد که کشت گندم از شرق به غرب استان مساعد که با پراکندگی بارش سالانه در استان مطابقت دارد. بلیانی و همکاران (۱۳۹۱: ۳٤-۵۰) پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم را در محیط GIS در استان فارس انجام دادند و نتایج نشان داد که حدود ٤۱ 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 دیم 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 دیم 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 (۱۳۹٤: ۷۳-٦۸) نواحی مناسب به کشت گندم دیم را 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 دیم در استان فارس، بیشتر در محدوده جنوب غربی و غرب استان قرار دارند .طالعی و همکاران (۱۳۹۳: ۱۳۹-۱۵٦) ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم دیم 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. سرمدیان و طاعتی (۱۳۹٤: ۳٦۸-۳۸۰) پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی 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 ۳٤ درصد و ٤۳ 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: ۵-۲٦) پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم را در استان آذربایجان غربی با استفاده از پارامترهای احتمال وقوع بارش سالانه، مقادیر بارش پاییزه، احتمال وقوع 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: ۲۱-۳٤) مدل‌سازی و پیش‌بینی عملکرد گندم دیم را با توجه به دوره‌های فنولوژیکی رشد گیاه در استان کردستان با استفاده از داده‌های 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 شهرستان‌های بانه، مریوان، دیواندره، بیجار، قروه، سقز و سنندج است. بر اساس آمار سال زراعی ۱٤۰۰-۱٤۰۱ سطح کل کشت گندم در ایران ٦۹۰۸٥٤٥ هکتار و میزان تولید آن معادل ۱۳۲۸۳۷۳۳ تن است و در استان اردبیل نیز کشت گندم در سال زراعی ۱٤۰۰-۱٤۰۱ معادل ۳٤٤٤۲۱ هکتار است که ۷۷۷٤٥ هکتار آن کشت آبی و ۲٦٦٦۷۷ هکتار آن کشت دیم بوده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱٤۰۱). هدف از این تحقیق، مکان‌یابی نواحی کشت گندم با استفاده داده‌های عناصر و عوامل اقلیمی با روش‌های چندمعیاره در محیط GIS در حوضه آبریز قره‌سو است که نقش مهم درکشت و تولید گندم در استان اردبیل دارد.

۲- روش‌ها

۲-۱-منطقه موردمطالعه

حوضه آبریز قره‌سو از زیر حوضه‌های رودخانه ارس و پرآب‌ترین رودخانه داخلی استان اردبیل است که از ارتفاعات کوه‌های سبلان، باغرو، حیران، صلوات داغی سرچشمه می‌گیرد (شکل، ۱). این رودخانه با عبور از دشت‌های اردبیل و مشگین شهر، در نزدیکی روستای کوجنق به رودخانه دره رود می‌ریزد. این حوضه آبریز در محدوده مرکزی و غربی استان اردبیل واقع است و مساحت آن حدود آن ۷۲٥۰ کیلومترمربع است. موقعیت جغرافیایی آن ۳۸ درجه و ۱۸ دقیقه الی ۳۸ درجه ۷۲ دقیقه عرض شمالی و ٤۷ درجه ۲۷ دقیقه الی ٤۸ درجه ۱۹ دقیقه طول شرقی واقع است. آب‌وهوای آن در تابستان معتدل کوهستانی و در زمستان سرد خشک است. (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱-موقعیت منطقه موردمطالعه

۸-۲-۲داده‌ها

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 موردمطالعه

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

۳-۲-روش AHP

روش AHP یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط ساعتی (Saaty, 1980) معرفی‌شده است و از موارد زیر تشکیل‌شده است: ۱-بهنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی ۲- محاسبه میانگین حسابی ماتریس ۳- ضرب وزن‌های نسبی معیارها ٤- 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 y_{max} :برای محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه‌ی ماتریس مقایسات زوجی، میانگین عناصر بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

٤-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 می‌شود.

$$IR=\frac{II}{IRI}$$ رابطه (۳)

در رابطه (۳)، IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از جدول (۲) استخراج می‌شود. مقادیر این جدول بر پایه شبیه‌سازی تعداد زیادی از ماتریس‌های مقایسه‌ای زوجی n ×n به دست می‌آید.

جدول ۲-شاخص ناسازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
IRI	۰	۰	۰/٥۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲٤	۱/۳۲	۱/٤۱	۱/٤٥	۱/٥۱

اگر نرخ سازگاری، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱۰ باشد؛ (IRI≤10/0)؛ در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد. جدول (۳) مقیاس نمره دهی مقایسات زوجی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقیاس نمره دهی مقایسات زوجی

شرح	تعریف	نمره
دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند	اهمیت یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری متوسط داشته باشد	برتری متوسط	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری زیادی داشته باشد	برتری زیاد	٥
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری بسیار زیادی داشته باشد	برتری بسیار زیاد	۷
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، برتری فوق‌العاده زیادی داشته باشد	برتری فوق‌العاده زیاد	۹
موارد بینابین در قضاوت‌ها	ارزش‌های بینابین	۸، ٦، ٤، ۲

Saaty and vargas (1991)

٤-۲-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

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

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

۲-وزن شاخص‌ها

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

۳-توضیح روش آیداس

۳-تعیین مقدار میانگین شاخص‌ها

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

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

٤-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:

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

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

فواصل مثبت و منفی از مقدار میانگین شاخص‌های منفی نیز به ترتیب از روابط (٤) و (٥) تعیین می‌شوند:

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0,(AV_J - r_{iJ-}}{AV_j} ;i=1,\ldots, m, j=1, \ldots n$$ رابطه (٤)

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0,(r_{ij} - AV_j))}{AV_j} ;i=1,\ldots, m, j=1, \ldots n$$ رابطه (٥)

٥- 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 (٦) و (٧) استفاده گردید:

$$SP_i = \sum_{j=1}^{n} W_j PDA_{ij} ; i=1,\ldots,m, j=1,\ldots,n$$ رابطه (٦)

$$SN_i = \sum_{j=1}^{n} W_j NDA_{ij} ; i=1,\ldots,m, j=1,\ldots,n$$ رابطه (٧)

٦-بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون

جهت بی مقیاس کردن مقادیر فواصل مثبت و منفی کردن موزون، به ترتیب از روابط (٨) و (٩) استفاده می‌شود:

$$NSP_i ; i=1,\ldots,m = \frac{SP_i}{\max(SP_i)}$$ رابطه (٨)

$$NSN_i = \frac{SN_i}{\max(SN_i)} ; i=1,\ldots,m$$ رابطه (٩)

٧- تعیین امتیاز ارزیابی هر گزینه

امتیاز هر گزینه از رابطه (١٠) محاسبه می‌شود:

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) ; i=1,\ldots,m$$ رابطه (١٠)

٨- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

جهت رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، مقادیر امتیاز هر گزینه به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند و رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد (علی نژاد خلیلی، ١٣٩٦).

۳-یافته تحقیق

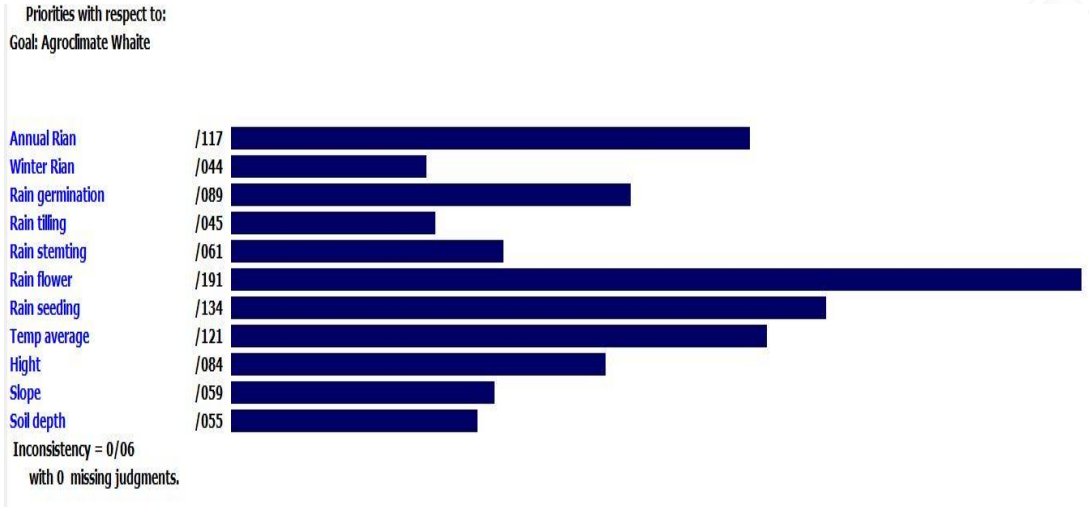
۱-امکان‌سنجی کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی

برای تعیین وزن لایه‌های معیار موردمطالعه و رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش AHP، پس از مشخص کردن اهمیت هرکدام معیارها با توجه به نیاز مطلوب اقلیمی محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو، در قالب پرسشنامه‌ی با ساختار ماتریسی (۱۱×۱۱) گنجانده‌شده 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.

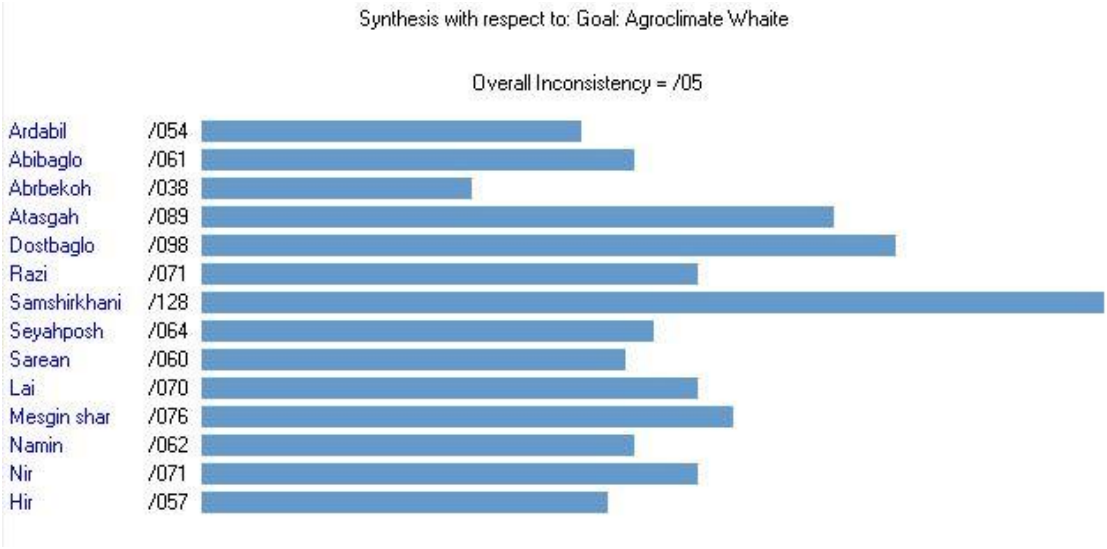
	Annual Ria	Winter Rian	Rain germi	Rain tilling	Rain stemti	Rain flowe	Rain seedi	Temp aver	Hight	Slope	Soil depth
Annual Rian		2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Winter Rian			2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Rain germination				2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Rain tilling					2/0	4/0	2/0	2/0	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 موردمطالعه 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، ۰/۱۳٤، متوسط دما، ۱۲۱/ و بارش سالانه، ۰/۱۱۷ مهم‌ترین معیار برای کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو است که در (شکل، ۳) ارائه‌شده 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 (٤) ارائه‌شده است که نتایج نشان می‌دهد ایستگاه‌های شمشیرخانی با ۰/۱۲۸، دوست بیگلو با ۰/۰۹۸، آتشگاه با ۰/۰۸۹، مشگین شهر با ۰/۰۷٦ 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 (۱٤۰۲) در مورد پهنه‌بندی درخت به با روش AHP همخوانی دارد.

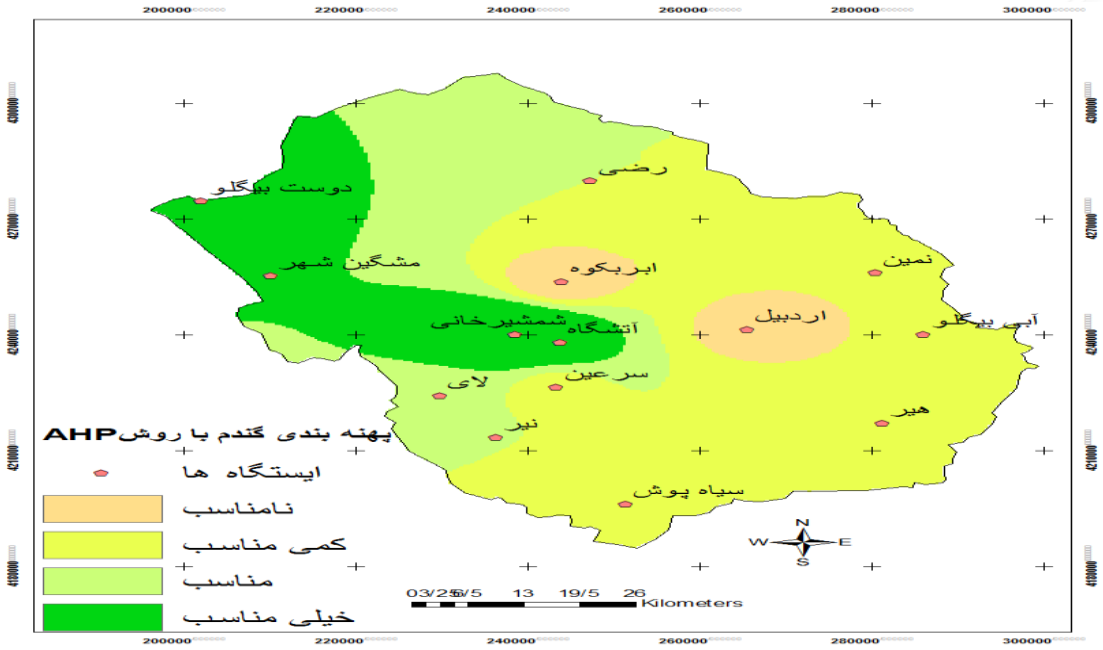


شکل ۳ –ارزش وزنی معیاره های موردمطالعه



شکل ٤–معیار وزنی گزینه‌های موردمطالعه در حوضه آبریز قره‌سو

نتایج تحلیل دادها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که ایستگاه‌های دوست بیگلو، مشگین شهر، شمشیرخانی و آتشگاه خیلی مناسب و ایستگاه‌های رضی، لای، نیر و سرعین مناسب برای کشت گندم هستند (شکل، ٥). همچنین ازلحاظ مکانی حدود ٦ درصد از مساحت حوضه آبریز قره‌سو نامناسب، ٥٢ درصد کمی مناسب، ٢٤ درصد مناسب و ١٩ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است (جدول، ٤). این تحقیق با نتایج پژوهش (امیری کیا و همکاران، ١٣٩٦: ٩٢–٧٤) در مورد کشت گندم با روش AHP در استان فارس مطابقت دارد.



شکل ۵-پهنه‌بندی کشت گندم با روش AHP در حوضه آبریز قره‌سو

جدول ٤-پهنه‌بندی کشت گندم با روش AHP در حوضه آبریز قره‌سو

توصیف قابلیت	مساحت/کیلومتر	مساحت/درصد
نامناسب	٤۳۵	٦
کمی مناسب	۳۷۲۸	۵۲
مناسب	۱۷۵۳	۲٤
خیلی مناسب	۱۳۱٤	۱۹

۲-امکان‌سنجی کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو با روش آیداس

به‌منظور مشخص شدن وضعیت هریک از گزینه‌ها، مقادیر معیارهای موردمطالعه برای هریک از گزینه‌ها تهیه و جمع‌آوری گردید. نحوه انتخاب معیارها، بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت گندم و همچنین با انجام عملیات میدانی در حوضه آبریز قره‌سو انجام شد. معیار وزنی داده‌ها با بهره‌گیری از جدول (۳) محاسبه شدند و سایر مراحل به شرح زیر بررسی گردید:

۱-تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و مقدار میانگین معیارها: در این مرحله، ماتریس تصمیم‌گیری معیارها و گزینه‌ها در مورد کشت محصول گندم تهیه و مثبت (+) و منفی (-) آن‌ها 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 هرقدر مقدار آن‌ها بیشتر باشد، دارای محدودیت بیشتری برای کشت گندم است و امتیاز کمتری دارد و سایر معیارها به‌صورت

مثبت به کار گرفته شدند (دنیایی و ریاحی، ۱٤۰۰: ٤٦٦-٤۸۷). تعیین مقدار میانگین شاخص‌ها با استفاده از رابطه (۱) به تفکیک در جدول (۵) محاسبه شدند.

جدول ۵-ماتریس تصمیم‌گیری معیارهای موردمطالعه 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	٤	۷۵
آبی بیگلو	۳۰	۸۷	٤۳	۲۵	۳٤	٤۵	۲۲	۹	۱۲۲۷	٤	۷۵
ابربکوه	۲۸۵	۹۳	۳٦	۲٦	٤۰	٤۷	۲۱	٦	۱٦۰۰	۱۲	۱۵
آتشگاه	٤٤۲	۱۱٤	٦۰	۳٤	۵٤	۷٤	۳۳	۷	۱۷۰۰	۸	۲۵
دوست بیگ	۳۲۰	۷٦	۳۰	۱۹	٤۲	٦۱	٤۵	۱٤	۸۱٦	۸	۵۰
رضی	۳۱۰	۸٤	۳۸	۲۱	۳۹	۵۹	٤۳	۱۰	۱٤۲۰	۸	۲۵
شمشیرخانی	٦۳۹	۱۳۸	۷۲	۵۲	٦۱	۹۲	۵۵	۵	۲۲۰۰	۱۲	۱۰
سیاه‌پوش	٤۵۲	۱۲۲	٤۷	۳۵	٤۸	۵٦	۲٤	۸	۱۸۰۰	۱۰	۱۵
سرعین	۳۸۲	۱۱٤	٤۱	۳۱	۵۲	۵۵	۳٤	۸	۱٦۵۸	۱۰	۲۰
لای	۳۸۰	۱۱۷	۳٦	۳٦	۵۱	۷٦	۳۸	٦	۲۰۳۸	۱۲	۱۵
مشگین شهر	۳۷۷	۸۸	۳۰	۳۰	۵۱	٦۹	۳۵	۱۱	۱٤۸۵	۵	۲۵
نمین	۲۵۰	۱۰٦	۳٦	۳٦	٤۰	٤۸	۳۳	۱۰	۱٤۲۸	٦	۵۰
نیر	۳۵۷	۱۰۵	٤۲	٤۲	٤٦	٦۸	۳٤	۸	۱٦۱۹	٦	۲۵
هیر	۳۳۳	۱۰۳	٤٦	٤٦	٤۱	٦۰	۲۱	۷	۱۵۹٤	۵	۲۵
میانگین	۳٦۵	۱۰۲	٤۲/۱	۳۲/٤	٤٦	٦۰/٦	۳۳	۸/٤	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 (٦ و ۷) از روابط (۲، ۳، ٤ 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 ٦ -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	۰/۰٤۷	۰/۰۹۲	۰/۰٦۵	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰٦۸	۰/۰٤۷
	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	+
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	۰/۲٤	۰/۲۱	۰	۰/۱٦	۰/۳٦	۰/۳۹	۰	۰/۱۵	۰/٤۹	۰
آبی بیگلو	۰/۱۷	۰/۱۵	۰	۰	۰/۲۵	۰/۲٦	۰/۳۳	۰	۰/۱٦	۰/٤۹	۰

ابربکوه	۰/۲۲	۰/۰۹	۰	۰	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳٦	۰/۲۹	۰	۰	۰/۵۳
آتشگاه	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰/۱۷	۰	۰	۰/۲۲
دوست بیگ	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۲۹	۰	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰/٤۸	۰	۰
رضی	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱	۰	۰/۱٤	۰/۰۳	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۲۲
شمشیرخانی	۰	۰	۰	۰/٦	۰	۰	۰	۰/٤	۰	۰	۰/٦۹
سیاه‌پوش	۰	۰	۰	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۰۵	۰	۰	۰/۵۳
سرعین	۰	۰	۰/۱٤	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰	۰	۰/۵۳
لای	۰	۰	۰/۱٤	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰	۰	۰/۵۳
مشگین شهر	۰	۰/۱٤	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٦	۰/۳۷	۰/۲۲
نمین	۰/۳۲	۰	۰/۱٤	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۲۱	۰	۰	۰/۰۹	۰/۲٤	۰
نیر	۰/۰۲	۰	۰	۰/۳	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰/۲٤	۰/۲۲
هیر	۰/۰۹	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۰۱	۰/۳٦	۰/۱۷	۰	۰/۳۷	۰/۲۲

جدول ۷- فاصله منفی 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	۰/۰٤۷	۰/۰۹۲	۰/۰٦۵	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰٦۸	۰/۰٤۷
	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	+
فواصل منفی	NDA1	NDA2	NDA3	NDA4	NDA5	NDA6	NDA7	NDA8	NDA9	NDA10	NDA11
اردبیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰
آبی بیگلو	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰
ابربکوه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰	۰
آتشگاه	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۰۱	۰	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲
دوست بیگ	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۳۸	۰/٦۷	۰	۰/۰۲	۰/۰۲
رضی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۱	۰/۱۹	۰	۰/۰۲	۰/۰۲
شمشیرخانی	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۳۸	۰/۳٤	۰/۵۲	۰/٦۸	۰	۰/٤	۰/۵۳	۰/۵۳
سیاه‌پوش	۰/۲٤	۰/۲٤	۰/۲٤	۰/۰۷	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۲۷
سرعین	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰	۰/۱٤	۰	۰/۰٤	۰	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۲۷
لای	۰/۰٤	۰/۰٤	۰/۰٤	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۰۷	۰/۳۱	۰	۰	۰
مشگین شهر	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۰۷	۰/۳۱	۰	۰	۰
نمین	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۰۱	۰/۱۹	۰	۰	۰
نیر	۰	۰	۰	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰٤	۰	۰/۰۳	۰	۰
هیر	۰	۰	۰	۰/۳	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰

۳-تعیین مجموع وزنی مثبت نرمال: مجموع وزنی مثبت نرمال معیارهای موردمطالعه درروش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول گندم با استفاده از روابط (۸) محاسبه شد که نتایج نشان داد که اردبیل با ۰/۲۲٤، آبی بیگلو با ۰/۱۷۸، ابربکوه با ۰/۱۷۷، نمین با ۰/۱۲٤، هیر با ۰/۱۱۹ و شمشیرخانی با ۰/۱۱٦ امتیاز نواحی مناسب و خیلی مناسب و دوست بیگلو با ۱۰۲/. سیاه‌پوش با ۰/۰۸۵، لای با ۰/۰۷۷، مشکین‌شهر با ۰/۰۷٤ و رضی با ۰/۰٦۷ امتیاز کمی مناسب برای کشت گندم سرعین با ۰/۳٤۹، لای با ۰/۳٤۵، نیر با ۰/۲۹۱ نواحی مناسب، دوست بیگلو با ۰/۰۸۸، اردبیل با ۰/۱٦ و سامیان با ۰/۱٦۵ نواحی کمی مناسب و رضی با ۰/۲٦۲، مشگین شهر با ۰/۲٦۱، نمین با ۰/۲٤۷ و هیر با ۰/۲۲۸ امتیاز نواحی متوسط برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو می‌باشند (جدول، ۸). با تحقیق (کارپیشه، ۱۰۱٤: ٤۲۱-٤۱۳) 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	۰/۰٤۷	۰/۰۹۲	۰/۰٦۵	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰٦۸	۰/۰٤۷	
	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	+	
اردبیل	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰	۰/۰۱۱	۰/۰٦	۰/۰۵	۰	۰/۰۱٤	۰/۰۳۳	۰	۰/۲۲٤
آبی بیگلو	۰/۰۱۹	۰/۰۰۷	۰	۰	۰/۰۱۸	۰/۰٤	۰/۰٤۲	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۳۳	۰	۰/۱۷۸
ابربکوه	۰/۰۲٤	۰/۰۰٤	۰	۰	۰/۰۰۹	۰/۰٤	۰/۰٤٦	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	۰/۰۰٦	۰	۰	۰	۰/۰٤٤	۰	۰	۰/۱۰۲
رضی	۰/۰۱٦	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۱	۰/۰٦۷
شمشیرخانی	۰	۰	۰	۰/۰۳۹	۰	۰	۰	۰/۰٤۵	۰	۰	۰/۰۳۲	۰/۱۱٦
سیاه‌پوش	۰	۰	۰	۰/۰۰۵	۰	۰/۰۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰٦	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۸۵
سرعین	۰	۰	۰/۰۰۲	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۰٦	۰	۰	۰/۰۱۸	۰/۰٤۱
لای	۰	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰/۰۳۲	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۷۷
مشگین شهر	۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۰۷٤
نمین	۰/۰۳۵	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰٤	۰	۰	۰/۰۰۸	۰/۰۱٦	۰	۰/۱۲٤
نیر	۰/۰۰۲	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	۰/۰۰٦	۰	۰/۰۱٦	۰/۰۱	۰/۰۵٤
هیر	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۰۷	۰	۰/۰٤٦	۰/۰۱۹	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۱۱۹

۵-تعیین مجموع وزنی منفی نرمال: مجموع وزنی منفی نرمال معیارهای موردمطالعه درروش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول گندم با استفاده از روابط (۹) محاسبه شد که نتایج نشان داد که شمشیرخانی با ۰/۵۰٤، لای با ۰/۱۷۷، دوست بیگلو ۰/۱۲۸، آتشگاه با ۰/۱۱۵، سیاه‌پوش با ۰/۱۱۲ و مشگین شهر با ۰/۰۸٤ امتیاز نواحی مناسب و خیلی

مناسب و ابربکوه، رضی و سرعین با ۰/۰٦۳ و نیر با ۰/۰٤٤ امتیاز مناطق کمی مناسب برای کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو است (جدول،۹).

جدول ۹ -مقادیر فاصله منفی موزون نرمال

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	NSNi
وزن معیارها	۰/۱۰۹	۰/۰٤۷	۰/۰۹۲	۰/۰٦٥	۰/۰۷۱	۰/۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰٦۸	۰/۰٤۷	
	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	+	
اردبیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰/۰۰۸
آبی بیگلو	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۸	۰	۰	۰	۰/۰۰۸
ابربکوه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۳٦	۰/۰۲٥	۰/۰٦۳
آتشگاه	۰/۰۲۳	۰/۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰٤	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۱٥
دوست بیگ	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٤۹	۰/۰۷٥	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۲۸
رضی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٤	۰/۰۲۱	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰٦۳
شمشیرخانی	۰/۰۸۲	۰/۰۳٥	۰/۰٦۹	۰/۰۲٥	۰/۰۲٤	۰/۰۹	۰/۰۸۷	۰	۰/۰۳٦	۰/۰۳٦	۰/۰۲٥	۰/۵۰۷
سیاه‌پوش	۰/۰۲٦	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰٥	۰/۰۰٤	۰	۰	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۰/۱۱۲
سرعین	۰/۰۰٥	۰/۰۰۲	۰/۰۰٥	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۰٥	۰	۰/۰۰٥	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۰/۰٦۳
لای	۰/۰۰٤	۰/۰۰۲	۰/۰۰٤	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰٤	۰/۰۲	۰	۰/۰۲۷	۰/۰۳٦	۰/۰۲٥	۰/۱۷۷
مشگین شهر	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۳٥	۰	۰	۰	۰/۰۸٤
نمین	۰	۰	۰	۰/۰۰۷	۰	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰	۰	۰	۰/۰۲۹
نیر	۰	۰	۰	۰/۰۱٥	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰٥	۰	۰/۰۰۳	۰	۰	۰/۰٤٤
هیر	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۱	۰	۰	۰/۰۲۱

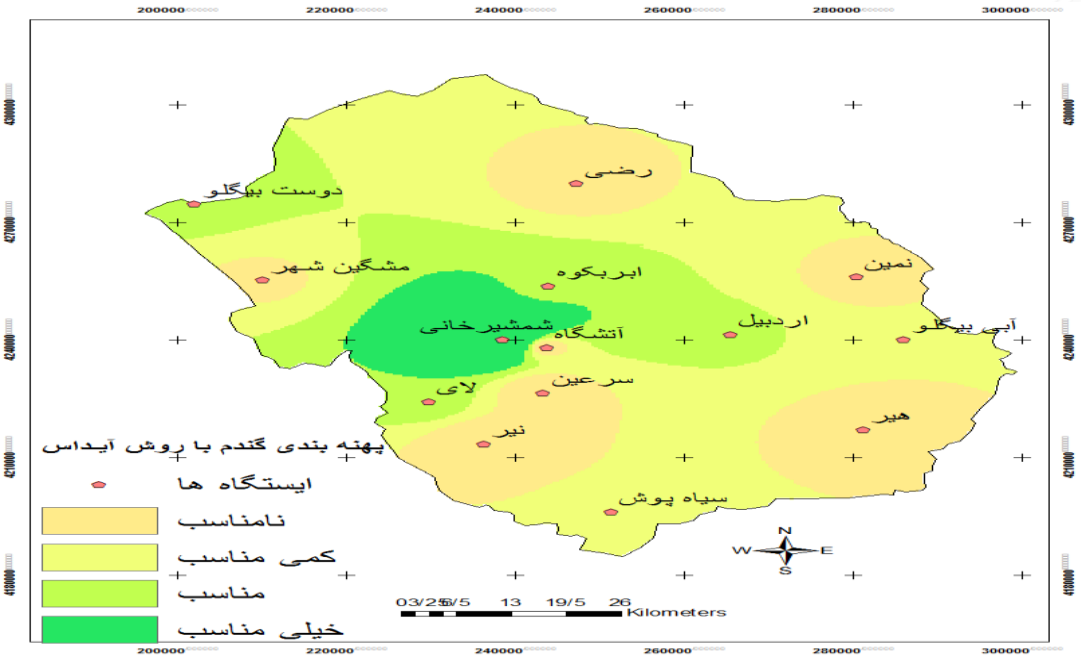
٦-بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی و ارزیابی گزینه‌ها به‌منظور رتبه‌بندی:

مقادیر بی مقیاس کردن فواصل مثبت موزون در ستون ۲، جدول (۱۰) (NSPI) بر اساس رابطه (۸) و مقادیر بی مقیاس منفی موزون در ستون ٤، جدول (۱۱) (NSNI) بر اساس رابطه (۹) محاسبه گردید و نتایج نشان داد که در فواصل مثبت؛ ایستگاه‌های اردبیل با امتیاز ۰/۲۲٤، آبی بیگلو با امتیاز ۰/۱۷۸،ابربکوه با امتیاز ۰/۱۷۷ و نمین شهر با امتیاز ۰/۱۲٤ به ترتیب گزینه‌های مناسب و در فواصل منفی؛ ایستگاه‌های شمشیرخانی با امتیاز ۰/۵۰۷، لای با امتیاز ۰/۱۷۷، دوست بیگلوبا امتیاز ۰/۱۲۸ و آتشگاه با امتیاز ۱۱۵/. به ترتیب گزینه‌های مناسب برای کشت محصول گندم با روش EDAS هستند. همچنین امتیاز ارزیابی هر گزینه به‌منظور کشت محصول گندم در حوضه آبریز قره‌سو بر اساس رابطه (۱۰) محاسبه و در ستون ۵ جدول (۱۰) نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های شمشیرخانی با امتیاز ۰/۳۱۲،لای با امتیاز ۰/۱۲۷ ابربکوه با امتیاز ۰/۱۲۰، اردبیل با امتیاز ۰/۱۱٦، دوست بیگلو با امتیاز ۰/۱۱۵ و آبی بیگلو با امتیاز ۰/۰۹۳ به ترتیب در بین ایستگاه‌های موردمطالعه مکان‌های مناسب برای کشت محصول گندم بر اساس روش EDAS می‌باشند. نتایج تلفیق داده در محیط GIS با روش آیداس نشان داد که حدود ۲٦ درصد از مساحت حوضه

آبریز قره‌سو نامناسب، ٤٢ درصد کمی مناسب، ٢١ درصد مناسب و ٧ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است که در شکل (٦) و جدول (١١) نشان داده‌شده است. در بررسی (مرادی، ١٣٩٩: ١-١٥) نیز طبقه‌بندی اقلیمی با در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام‌شده است.

جدول ١٠- بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون و ارزیابی گزینه‌ها

	NSPi	NSNi	NSPi+NSNi	*5/0	AS	اولویت‌بندی
اردبیل	٠/٢٢٤	٠/٠٠٨	٠/٢٣٢	٠/٥	٠/١١٦	٤
آبی بیگلو	٠/١٧٨	٠/٠٠٨	٠/١٨٦	٠/٥	٠/٠٩٣	٧
ابربکوه	٠/١٧٧	٠/٠٦٣	٠/٢٤	٠/٥	٠/١٢	٣
آتشگاه	٠/٠٣٢	٠/١١٥	٠/١٤٧	٠/٥	٠/٠٧٤	١٠
دوست بیگ	٠/١٠٢	٠/١٢٨	٠/٢٣	٠/٥	٠/١١٥	٥
رضی	٠/٠٦٧	٠/٠٦٣	٠/١٣	٠/٥	٠/٠٦٥	١٢
شمشیرخانی	٠/١١٦	٠/٥٠٧	٠/٦٢٣	٠/٥	٠/٣١٢	١
سیاه‌پوش	٠/٠٨٥	٠/١١٢	٠/١٩٧	٠/٥	٠/٠٩٩	٦
سرعین	٠/٠٤١	٠/٠٦٣	٠/١٠٤	٠/٥	٠/٠٥٢	١٣
لای	٠/٠٧٧	٠/١٧٧	٠/٢٥٤	٠/٥	٠/١٢٧	٢
مشگین شهر	٠/٠٧٤	٠/٠٨٤	٠/١٥٨	٠/٥	٠/٠٧٩	٨
نمین	٠/١٢٤	٠/٠٢٩	٠/١٥٣	٠/٥	٠/٠٧٧	٩
نیر	٠/٠٥٤	٠/٠٤٤	٠/٠٩٨	٠/٥	٠/٠٤٩	١٤
هیر	٠/١١٩	٠/٠٢١	٠/١٤	٠/٥	٠/٠٧	١١



٦-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	۱۸٦۰	۲٦
کمی مناسب	۳۲۵۱	٤۲
مناسب	۱۵۱۷	۲۱
خیلی مناسب	۵۲۳	۷

٤-نتیجه‌گیری

این مطالعه باهدف مقایسه کار آیی 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، دانه دهی با وزن ۰/۱۳٤، متوسط دما با وزن ۱۲۱/ و بارش سالانه با وزن ۰/۱۱۷ از معیارهای اصلی برای کشت گندم در این حوضه هستند و سایر داده‌های موردمطالعه نقش فرعی دارند. همچنین مکانی یابی کشت گندم با روش AHP نشان داد که ایستگاه‌های شمشیرخانی با ۰/۱۲۸، دوست بیگلو با ۰/۰۹۸، آتشگاه با ۰/۰۸۹، مشگین شهر با ۰/۰۷٦ 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 (Gunal 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 ابربکوه با امتیاز ۰/۱۲۰، اردبیل با امتیاز ۰/۱۱٦، دوست بیگلو با امتیاز ۰/۱۱۵ و آبی بیگلو با امتیاز ۰/۰۹۳ به ترتیب در بین ایستگاه‌های موردمطالعه مکان‌های مناسب برای کشت گندم می‌باشند. نتایج تحلیل داده‌ها با روش AHP در محیط GIS نشان داد که حدود ٦ درصد از مساحت حوضه آبریز قره‌سو نامناسب، ۵۲ درصد کمی مناسب، ۲٤ درصد مناسب و ۱۹ درصد خیلی مناسب برای کشت گندم است و با روش آیداس که حدود ۲٦ درصد از مساحت حوضه آبریز قره‌سو نامناسب، ٤۲ 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 آیی کشت پسته در دشت مختاران با روش‌های AHP و TOPSIS همخوانی دارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسنده مقاله، از دانشگاه محقق اردبیلی که این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه به شماره قرارداد ۱٤۰۲/د/۹/۲۹٦۷٤ صورت گرفته کمال تشکر و سپاسگزاری را دارد.

منابع:

-احمدوند، محمد؛ خالدی، شهریار و کردوانی، پرویز (۱٤۰۲). پهنه‌بندی اقلیم-کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نمونه موردی (استان همدان). نشریه تحقیقات کاربردی، سال ۲۳، شماره ٦۹، ص ۱۹۲-۱۷۹.

-اداره کل آب و هواشناسی استان اردبیل (۱٤۰۱). واحد آمار هواشناسی.

-امیری کیا، فرزانه و ناجی دو میرانی، صادق (۱۳۹٦). 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 ٤، ص ۹۲-۷٤.

-بلیانی، یدالله؛ حجازی زاده، زهرا، فرجی، عبدالله و بیات، علی (۱۳۹۱). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت کندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردمطالعه استان فارس، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۵، شماره ۱۵، ص ۵۰-۳٤.

-دنیایی، مجتبی و ریاحی، وحید (۱٤۰۰). تحلیل روند خشک‌سالی و روش‌های سازگاری با آن (نمونه موردی: شهرستان شبستر). جغرافیا و روابط انسانی، سال ٤، شماره ۲، ص ٤۸۷-٤٦٦.

-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 اکو فیزیولوژی گیاهی، سال ۳، شماره ۱، ص ۳۰-۱۷.

-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 ۲٦-۵.

-سازمان جهاد کشاورزی اردبیل (۱٤۰۱). آمارنامه کشاورزی، انتشارات مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار و فناوری اطلاعات، ص ۱۷۰

-سازمان منطقه‌ای آب استان اردبیل (۱٤۰۱). واحد برنامه و آمار هواشناسی

-سبحانی، بهروز (۱٤۰۲). پهنه‌بندی کشت درخت به در استان اردبیل با استفاده از روش‌های AHP, ANP, DEMATEL, Antropy Shanon and WLC. جغرافیا و روابط انسانی، سال ٦، شماره ۳، ص ٤۸۳-٤٦۰.

-سبحانی، 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 ۱۳۸-۱۲۳.

-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 ۱۵٦-۱۳۹.

-ظاهری عبده وند، زینب و مکرم، مرضیه و مسکینی ویشکایی، فاطمه (۱٤۰۰). 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 اثمری، مرتضی (۱۳۹۲). مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق کشت گندم دیم (مطالعه موردی :استان خراسان شمالی. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال ٤، شماره ۱۳، ص ۷۲-۵۳.

-علی نژاد، علیرضا و خلیلی، جواد (۱۳۹٦). 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 ٤٤-۲۲.

-فال سلیمان، محمود؛ حجی 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 ۷٦، ص ۳٤-۲۱.

-فلاح قالهری، غلامعباس، اسدی، مهدی و داداشی رودباری، عباسعلی (۱۳۹٤). تعیین مناطق مستعد کشت گندم دیم (مطالعه موردی: استان فارس). نشریه هواشناسی کشاورزی، سال ۳، شماره ۲، ص ۷۳-٦۸.
-کار پیشه، لیلا (۱٤۰۱). شناسایی چالش‌های کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان اردبیل. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۵، شماره ۱، ص ٤۲۱-٤۱۳.
-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 ٤۸۲-٤٦۸.
-میر حاجی، حمزه؛ خجسته پور، مهدی و عباسپور فرد، محمدحسین (۱۳۹۲). بررسی تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت در ایران. مجله منابع طبیعی، سال ٦٦، شماره ۲، ص ۲۳۲-۲۲۳.
-وزارت جهاد کشاورزی (۱٤۰۱). 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., Pilanalı, 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 Ghorabaee, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L and Turskis, Z. (2015). Multi-criterria inventory classification of the using a newmethod 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. Agricultute Ecosyst Environ. 141:1–12.

-Saaty, TL and vargas, LG. (1991). Predictin, Proecton and forecasting. Kluwer Academic Publishers,Dorderecht.

-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.