جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱٤۰۳، دوره۷، شماره٤، صص۳۵۳-۳۳۸

امکان‌سنجی کشت محصول عدس با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: حوضه آبریز قره‌سو استان اردبیل).

بهروز سبحانی

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

sobhani@uma.ac.ir

تاریخ دریافت:۱٤۰۲/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۱/۱۹

چکیده

عدس منبع عمده پروتئین در تغذیه انسان و دام است و نقش مهم در حاصلخیزی خاک، کاهش علف‌های هرز در تناوب کشت با محصولات زراعی ایفا می‌کند. هدف از این تحقیق امکان‌سنجی کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو استان اردبیل با استفاده روش‌های چند معیاره (AHP, EDAS and WLC) است. در این پژوهش از داده های؛ بارندگی سالانه، بارندگی جوانه‌زنی، بارندگی گل‌دهی، بارندگی زمستانه، دمای طول دوره رشد، دمای جوانه‌زنی، دمای گل‌دهی، ده ایستگاه سینوپتیک و هواشناسی در طول سی سال (۱۳۷۱ تا ۱۴۰۰) و همچنین از نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین و عمق خاک استفاده گردید. برای تعیین وزن معیارها و گزینه‌ها از روش‌های چندمعیاره AHP, EDAS and WLC استفاده شد. با استفاده روش ترکیب خطی وزنی در محیط GIS لایه‌های اطلاعاتی با همدیگر تلفیق شدند و نقشه نهایی کشت محصول عدس در چهار کلاس؛ خیلی مناسب حدود ۲۳ درصد، مناسب حدود ۳۲ درصد، کمی مناسب حدود ۲۸ درصد و نامناسب ۱۷ درصد طبقه‌بندی شدند. درروش تحلیل آیداس ایستگاه‌های؛ لای، سرعین، نیر و هیر و همچنین با روش AHP ایستگاه‌های؛ دوست بیگلو، اردبیل، هیر و سامیان گزینه‌های مناسب برای محدوده کشت عدس انتخاب شدند. نتایج ارزیابی معیارهای موردمطالعه با روش AHP نشان داد که ارتفاع با ۰/۲۳۷، شیب زمین با ۰/۱۸۵، بارش زمستانه با ۰/۱۲۶ و بارش سالانه با ۰/۰۹۹ امتیاز، مهم‌ترین عامل‌های مؤثر درکشت عدس در این حوضه می‌باشند.

واژگان کلیدی: حوضه آبریز قره‌سو، امکان‌سنجی، محصول عدس و چندمعیاره.

DOI: 10.22034/GAHR.2024.445544.2059 شاپا الکترونیکی:645-3851

۱-مقدمه

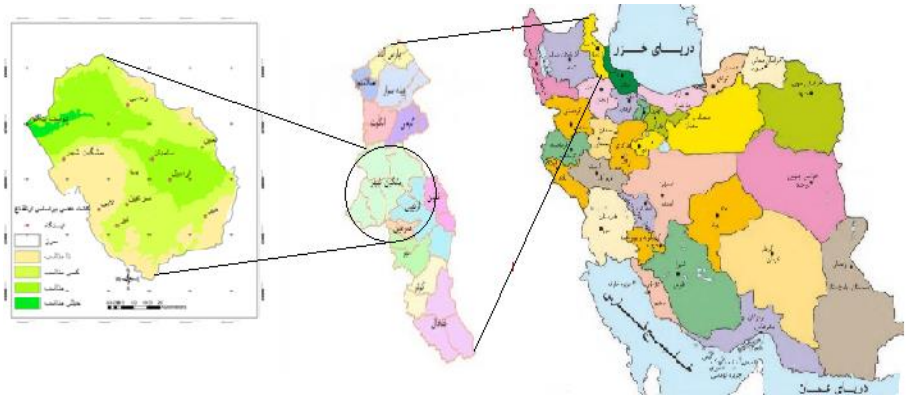
عدس به انگلیسی Lentil و بانام علمی Lens esculinaris یکی از مهم‌ترین منابع پروتئین در تغذیه مردم و علوفه آن برای دام استفاده می‌شود. این محصول در ایران در استان‌های خراسان شمالی، رضوی، اردبیل، کرمانشاه و آذربایجان در سطح وسیعی کشت می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲: ۱۱۳ و باقری و همکاران، ۱۳۷۶: ۵۸). محصول عدس در خاک‌های حاصلخیز خاور نزدیک کشت می‌شود و مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده آن، کانادا با ۳ میلیون ۲۳۳ هزار تن، هند یک‌میلیون ۵۵ هزار تن و ترکیه با ۳۶۵ هزار تن به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم و کشور ایران رتبه دوازدهم را در جهان دارند (Longobardi et al, 2015: 345 and Chen et al, 2011: 167 و فائو، ۲۰۲۰). کمالی و همکاران (۱۳۹۵: ۶۲۵) تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی عدس دیم را در دشت قزوین با استفاده از مدل AquaCrop مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که بهترین زمان آبیاری تکمیلی ۵۵ تا ۶۵ روز پس از زمان کاشت در مرحله گل‌دهی است. کاشت بهاره عدس در فلات مرکزی و کوهپایه‌های شمالی ایران به علت سرمای زمستانه این مناطق است. عدس به حرارت و سرمای زیاد حساس است، لذا در عرض‌های بالا و کشورهای که دارای آب‌وهوای معتدل همچون ترکیه و ایران آن را در بهار می‌کارند. کشت این گیاه در خشکی در مقایسه با نواحی ماند آبی مقاوم‌تر است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). تقی نژاد زیرک (۱۳۹۹: ۱۶) کشت محصول عدس دیم را در منطقه مغان بررسی کردند و نتایج نشان داد که حفظ رطوبت خاک و استفاده بهینه از بارش، بیشترین روش مرسوم در مزارع دیم عدس در منطقه مغان است، بنابراین در بعضی از مناطق بعد از بارندگی پاییزه و زمستانه به علت وجود رطوبت زیاد در خاک در بهار اقدام به کشت عدس می‌نمایند (ضیائی و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۷ و پزشک پور، ۱۳۹۸: ۱۷). پیرزاد و همکاران (۱۳۹۶: ۶۵، نظامی و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۹ و ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۷) تأثیر بارش‌های متغیر در انتهای فصل را در طول دوره رشد عدس مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی و مدیریت آب در مناطق دیم تنش کم‌آبی در عدس را کاهش و عملکرد محصول عدس را بهبود می‌بخشد. عدس و نخود گیاهی سرمادوست هستند در میان گیاهان زراعی نواحی خشک و نیمه‌خشک عدس از گیاهانی است که غالباً در اراضی حاشیه‌ای در خاک‌های نه‌چندان حاصلخیز کشت می‌شود (Anjam et al., 2005: 965). کشت عدس در دمای ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۶ الی ۵۰ درصد و به ۱۱ ساعت روز و ۱۳ ساعت تاریکی نیاز دارد (Montaser et al., 2012: 45). آب‌وهوای مدیترانه‌ای، تابستان گرم و زمستان مرطوب سرد برای کشت عدس مناسب است (Piggin, 2015: 57 and Keating et al, 1995: 258). برای تعیین نیاز آبی و مقدار عملکرد در اکوسیستم نواحی نیمه‌خشک مدیترانه از مقادیر بارش و خاک استفاده می‌شود (Morell et al., 2011: 78 and Owis, 2004: 252). در نواحی که عدس در اوایل بهار کشت می‌شود به‌تدریج تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (Ginnakoula & Ilias., 2012:47). همچنین تحقیقاتی توسط (Ghanem et al., 2015: 25, Erskine and Ashkar, 1993: 352) در مورد عملکرد و فنولوژی کشت عدس انجام و نقش اقلیم در مراحل دوره رشد و عملکرد آن مورد تائید قرارگرفته است. (Jahantigh and Reza Amir,2020: 557)نقش تنش خشکی را در تولید عدس در منطقه سراوان بررسی نمودند و نتایج نشان داد که مرحله گل‌دهی در گیاه عدس نسبت به خشکی حساس‌تر است. (Kahraman et al, 2016: 238) اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد عدس و رشد در محیط نیمه‌خشک را در ناحیه Saniliurfa کشور ترکیه را بررسی کردند و نتایج نشان داد

که آبیاری نقش مؤثر در افزایش عملکرد عدس در منطقه نیمه‌خشک دارد. سطح زیر کشت محصول عدس در کشور با احتساب مناطق دیم و آبی ۷۵ هزار هکتار و میزان تولید آن ٤١ تن در سال است. استان اردبیل ۲۳ درصد عدس کشور را تولید می‌کند. در این استان حدود ۹۹/٦ درصد کشت عدس به‌صورت دیم و ۰/٤ درصد به‌صورت آبی کشت می‌شود. (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ١٤٠١). هدف از این تحقیق بررسی نقش هریک از معیارهای موردمطالعه درکشت محصول عدس با استفاده از روش‌های چند معیاره و امکان‌سنجی نواحی مستعد برای کشت عدس در حوضه آبریز قره‌سو استان اردبیل است.

۲-روش‌ها

۲-۱-منطقه موردمطالعه

حوضه آبریز قره‌سو ازلحاظ ارتفاعی بلندترین و پرآب‌ترین حوضه استان اردبیل است که از ارتفاعات کوه‌های سبلان، باغرو، حیران، صلوات داغی سرچشمه گرفته و در مسیر خود ضمن عبور از دشت‌های اردبیل و مشگین شهر، آب‌های جاری این منطقه را در شمال مشگین شهر پس از پیوستن به رودخانه اهر چای از مسیر دره رود در اصلاندوز به رودخانه ارس می‌ریزد (سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل، ١٤٠٠). این حوضه آبریز در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۸۹ دقیقه الی ۳۸ درجه ۸۵ دقیقه عرض شمالی و ٤٧ درجه ۵۱ دقیقه الی ٤٨ درجه ۷۰ دقیقه طول شرقی واقع است و مساحت آن حدود ۷۲۵۲ کیلومترمربع و آب‌وهوای آن از آذر تا آخر اسفند سرد در فصل‌های پاییز و بهار معتدل و در فصل تابستان گرمای آسایش پذیر و قابل‌تحمل دارد. شکل (۱) موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۲۵).



شکل ۱ - موقعیت منطقه موردمطالعه

۲-۲-داده‌ها

برای انجام این پژوهش از داده‌های؛ بارندگی سالانه، بارندگی جوانه‌زنی، بارندگی گل‌دهی، بارندگی زمستانه، دمای سالانه، دمای جوانه‌زنی، دمای گل‌دهی که از ایستگاه‌های سینوپتیک و هواشناسی تهیه و از نقشه‌های شیب زمین، ارتفاع و عمق خاک منطقه موردمطالعه استفاده شد. جدول (۱) شرایط مناسب اقلیمی برای کشت محصول عدس را نشان می‌دهد.

جدول ۱- شرایط مناسب اقلیمی برای کشت محصول عدس

کلاس / خصوصیات اقلیمی	خیلی مناسب	مناسب	متوسط	ضعیف
بارش دوره رشد mm	۴۰۰ تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۰۰	۲۰۰ تا ۳۰۰	<۲۰۰
دمای دوره رشد (°C)	۲۵ تا ۳۰	۲۰ تا ۲۵	۱۵ تا ۲۰	۱۰ تا ۱۵
دمای جوانه‌زنی (°C)	۱۲ تا ۱۵	۹ تا ۱۲	۶ تا ۹	< ۶
دمای گل‌دهی (°C)	۲۱ تا ۲۵	۱۷ تا ۲۱	۱۵ تا ۱۷	۱۲ تا ۱۵
دمای رسیدگی (°C)	۲۴ تا ۲۸	۲۰ تا ۲۴	۱۶ تا ۲۰	۱۲ تا ۱۶
بارش دوره گل‌دهی mm	> ۵۰	۳۵ تا ۵۰	۲۰ تا ۳۵	<۲۰
بارش دوره جوانه‌زنی mm	> ۵۰	۴۰ تا ۵۰	۳۰ تا ۴۰	<۳۰
رطوبت نسبی %	۵۰ تا ۶۰	۴۰ تا ۵۰	۳۰ تا ۴۰	<۳۰
ساعات آفتابی (h)	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۵۰۰ تا ۱۰۰۰	<۵۰۰
سرعت باد m/s	۴ تا ۷	۷ تا ۱۱	۱۱ تا ۱۵	>۱۵
شیب ٪	۰ تا ۲	۲ تا ۸	۸ تا ۱۲	>۱۲
ارتفاع (m)	۰ تا ۶۰۰	۶۰۰ تا ۱۲۰۰	۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	>۱۸۰۰
عمق خاک (cm)	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	<۱۰۰

منبع: وزارت جهاد کشاورزی، معاونت تولیدات گیاهی، ۱۳۹۰

این تحقیق از نوع کاربردی است و گردآوری اطلاعات به‌صورت تحلیل داده‌ها و عملیات میدانی است. از نرم‌افزارها Excel,Expert Choice 11,Arc GIS برای تحلیل داده‌ها استفاده‌شده است.

۳-۲-روش AHP

روش AHP از کاربردی‌ترین روش تصمیم‌گیری است که به‌منظور تعیین ارزش وزنی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده می‌شود که شامل؛ الف) تهیه ماتریس معیارها، ب) محاسبه میانگین ماتریس مقایسات زوجی، ج) ضرب وزن معیارها در میانگین گزینه‌ها، د) اولویت‌بندی گزینه‌ها است. اگر نرخ سازگاری، کمتر یا مساوی ۰/۱۰ باشد؛ حالت سازگاری در غیر این صورت باید در مقایسات زوجی بازنگری شود (Saaty and vargas, 1991).

۴-۲-روش آیداس (EDAS)

روش آیداس جدیدترین روش چند معیاره به‌منظور انتخاب گزینه برتر است (Keshavars et al, 2015) که دارای مراحل :۱-ورودی داده‌ها به‌صورت ماتریس. ۲-وزن معیارها: که وزن معیارها $[[w_1, w_2, \dots, w_n]$] با در نظر گرفتن خاصیت بی مقیاس $(\sum_{j=1}^{n} wj = 1)$ محاسبه می‌شود.

۳-محاسبه میانگین معیارها: از رابطه (۱) استفاده می‌شود:

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

٤-محاسبه فواصل مثبت و منفی: مقدار میانگین شاخص‌های مثبت به ترتیب، از روابط (۲) و (۳) تعیین می‌شوند:

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

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

و مقدار 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- محاسبه فواصل مثبت و منفی موزون: با در نظر گرفتن وزن شاخص‌ها، از روابط (٦) و (۷) 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 (۷)

٦- بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون: از روابط (۸) و (۹) استفاده می‌شود:

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

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

۷- تعیین امتیاز ارزیابی هر گزینه: از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

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

۸- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها: که مقادیر امتیاز هر گزینه به ترتیب نزولی مرتب و رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد (علی نژاد و خلیلی، ۱۳۹٦).

۲-٥-روش ترکیب خطی وزنی WLC

این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است که کاربر بر اساس اهمیت نسبی، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. گزینه‌ای که بیش‌ترین مقدار را داشته باشد مناسب‌ترین آلترناتیو خواهد بود (کار پیشه، ۱٤۰۱: ٤۱٥) و مخدوم، ۱۳۸۹). برای ارزیابی هر گزینه یا Ai از رابطه (۱۱) استفاده می‌شود:

$$Ai = \sum Wj \; Xij$$ رابطه (۱۱)

که در آن Xij معرف، گزینه i ام، در ارتباط با معیار j ام و Wj وزن استانداردشده معیار j ام، به‌گونه‌ای که مجموع Wj برابر ۱ باشد. وزن اهمیت نسبی هر معیار را به نمایش می‌گذارند. با تعیین ارزش حداکثر Ai اولویت‌دار ترین گزینه انتخاب می‌شود.

۳-یافته‌های تحقیق

۳-۱-روش AHP

برای تعیین وزن لایه‌های موردمطالعه به روش AHP، پس از مشخص کردن اهمیت هرکدام عوامل موردمطالعه با توجه به نیاز مطلوب اقلیمی محصول عدس در قالب پرسشنامه با ساختار ماتریسی (۱۰*۱۰) گنجانده شد که در آن ۹ سطح ارزش وزنی قرار داده شد. با بهره‌گیری از روش مقایسات زوجی AHP، وارد نرم‌افزار Expert Choice گردید که در شکل (۲) یک نمونه از پرسشنامه‌ها ارائه‌شده است.

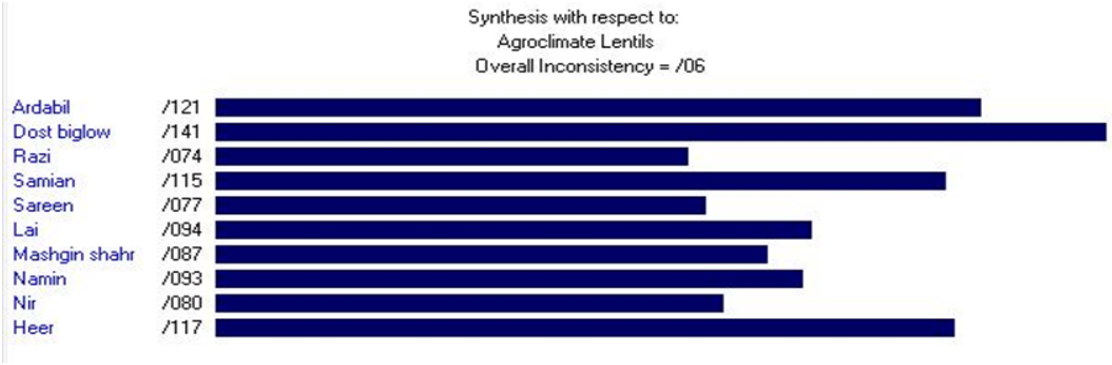
Compare the relative importance with respect to: Agroclimate Lentils

	Annual rain	Germinatio	Flower &se	Annual tem	Germinatio	Flower & s	Slope	Height	Soil depth	Winter rain
Annual rain		2/0	2/0	3/0	3/0	2/0	2/0	2/0	3/0	2/0
Germination rain			2/0	2/0	2/0	3/0	4/0	3/0	2/0	2/0
Flower &seeding rain				4/0	3/0	2/0	3/0	3/0	3/0	2/0
Annual temprature					2/0	3/0	5/0	5/0	2/0	4/0
Germination temprature						3/0	3/0	4/0	3/0	2/0
Flower & seeding temprature							4/0	4/0	3/0	3/0
Slope								3/0	4/0	2/0
Height									3/0	3/0
Soil depth										3/0
Winter rain	Incon: 0/07									

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 معیار وزنی؛ ارتفاع ۰/۲۳۷، شیب ۰/۱۸۵، بارش زمستانی ۰/۱۲٦ و بارش دوره رشد ۰/۰۹۹ مهم‌ترین معیار برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو محسوب می‌شوند که در (جدول، ۲) ارائه‌شده است. همچنین اولویت‌بندی گزینه‌ها برای امکان‌سنجی کشت محصول عدس با روش AHP انجام شد که اهمیت هر گزینه نسبت به کشت عدس در شکل (٤) نشان داده‌شده است.

شکل ۳ -ارزش وزنی معیاره ها



شکل ٤ -معیار وزنی گزینه‌ها

۲-۳-روش آیداس (EDAS)

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 عدس طبق جدول (۱) و همچنین با انجام عملیات میدانی در حوضه آبریز قره‌سو با کمک مراکز تحقیقاتی کشاورزی استان انجام شد. با بهره‌گیری معیار نمره دهی (Saaty and Vargas, 1991) معیار وزنی داده‌ها در محدوده ۱ تا ۹ بر اساس روش AHP محاسبه شدند. در این مقاله به‌منظور نمایش بهتر جداول به‌جای اسامی معیارها که فضایی بیشتری را در جدول می‌گرفت به ترتیب از حروف اختصاری C1 تا C10 استفاده گردید (جدول ۲)

جدول ۲- وزن معیارهای تصمیم‌گیری

معیارها	بارندگی سالانه/mm	بارندگی جوانه‌زنی /mm	بارندگی گل‌دهی /mm	بارندگی زمستانه /mm	دمای سالانه /°C	دمای جوانه‌زنی /° C	دمای گل‌دهی /° C	شیب/ %	ارتفاع/m	عمق خاک/cm
علامت اختصاری معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
وزن معیارها	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰٤٦

برای امکان‌سنجی کشت عدس در حوضه آبریز قره‌سو با روش آیداس مراحل ریز انجام گرفت:

۱-تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: در این مرحله، ماتریس تصمیم‌گیری معیارها و گزینه‌ها در مورد کشت محصول عدس تهیه و مثبت و منفی آن‌ها تعیین شد. همچنین مقادیر هر ایستگاه به تفکیک هر معیار بر اساس جدول (۱) تعیین گردید. از میان ۱۰ معیار، معیارهای شیب و ارتفاع منفی است؛ یعنی هرقدر مقدار آن‌ها بیشتر باشد، دارای محدودیت بیشتری برای کشت عدس است و امتیاز کمتری دارد و سایر معیارها به‌صورت مثبت به کار گرفته شدند (جدول ۳).

جدول ۳-ماتریس تصمیم‌گیری معیارهای موردمطالعه برای کشت عدس در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
مثبت و منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶
اردبیل	۲۳۰	۳۰	۴۴	۵۲	۱۰	۱۰	۱۳	۲	۱۳۵۱	۱۰۰
دوست بیگلو	۳۰۵	۴۲	۶۱	۵۶	۱۴	۱۲	۱۶	۲	۸۱۶	۱۰۰
رضی	۳۰۷	۵۱	۵۸	۶۵	۱۰	۱۰	۱۴	۸	۱۲۴۴	۷۵
سامیان	۲۳۶	۲۸	۴۶	۵۲	۱۰	۱۰	۱۲	۲	۱۲۸۶	۱۰۰
سرعین	۳۸۰	۳۴	۴۵	۵۶	۹	۱۰	۱۲	۹	۱۶۸۰	۵۰
لای	۳۷۱	۵۱	۷۷	۹۱	۸	۹	۱۰	۱۰	۲۰۳۸	۲۵
مشگین شهر	۲۹۱	۳۵	۶۳	۵۶	۱۱	۱۱	۱۴	۷	۱۴۸۵	۷۵
نمین	۳۳۵	۴۰	۴۸	۸۳	۱۰	۱۰	۱۲	۷	۱۳۳۹	۵۰
نیر	۳۵۷	۴۶	۶۸	۷۲	۱۰	۱۰	۱۲	۹	۱۶۲۳	۵۰
هیر	۳۶۶	۵۳	۷۵	۸۵	۱۰	۱۰	۱۲	۷	۱۳۷۸	۵۰

۲-تعیین مقدار میانگین شاخص‌ها: با استفاده از رابطه (۱) میانگین معیارهای موردمطالعه به تفکیک در جدول (٤) محاسبه شدند.

جدول ٤- محاسبه میانگین معیارها برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
نوع مثبت-منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶
اردبیل	۲۳۰	۳۰	۴۴	۵۲	۱۰	۱۰	۱۳	۲	۱۳۵۱	۱۰۰
دوست بیگلو	۳۰۵	۴۲	۶۱	۵۶	۱۴	۱۲	۱۶	۲	۸۱۶	۱۰۰
رضی	۳۰۷	۵۱	۵۸	۶۵	۱۰	۱۰	۱۴	۸	۱۲۴۴	۷۵
سامیان	۲۳۶	۲۸	۴۶	۵۲	۱۰	۱۰	۱۲	۲	۱۲۸۶	۱۰۰
سرعین	۳۸۰	۳۴	۴۵	۵۶	۹	۱۰	۱۲	۹	۱۶۸۰	۵۰
لای	۳۷۱	۵۱	۷۷	۹۱	۸	۹	۱۰	۱۰	۲۰۳۸	۲۵
مشگین شهر	۲۹۱	۳۵	۶۳	۵۶	۱۱	۱۱	۱۴	۷	۱۴۸۵	۷۵
نمین	۳۳۵	۴۰	۴۸	۸۳	۱۰	۱۰	۱۲	۷	۱۳۳۹	۵۰
نیر	۳۵۷	۴۶	۶۸	۷۲	۱۰	۱۰	۱۲	۹	۱۶۲۳	۵۰
هیر	۳۶۶	۵۳	۷۵	۸۵	۱۰	۱۰	۱۲	۷	۱۳۷۸	۵۰
میانگین معیارها	۳۱۸	۴۱	۵۹	۶۷	۱۰	۱۰	۱۳	٦	۱۴۲۴	٦۸

۳-تعیین فاصله مثبت و منفی از میانگین: فاصله مثبت از میانگین (PDA) و فاصله منفی از میانگین (NDA) در جدول (۵ و ٦) از روابط (۲، ۳، ٤ و ۵) محاسبه شد. برای ارزیابی گزینه‌ها، نسبت به مکان‌یابی کشت محصول عدس از اندازه‌گیری فاصله مثبت از میانگین و اندازه‌گیری فاصله منفی از میانگین استفاده شد تا راه‌حل بینابین برای گزینه‌ها انتخاب شود.

جدول ۵ -فاصله مثبت از میانگین برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
فاصله مثبت از میانگین	PDi1	PDi2	PDi3	PDi4	PDi5	PDi6	PDi7	PDi8	PDi9	PDi10
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶
اردبیل	۰/۲۷۷	۰/۲۶۷	۰/۲۵۴	۰/۲۲۴	۰	۰	۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹
دوست بیگلو	۰/۰۴۱	۰	۰	۰/۱۶۴	۰	۰	۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۶	۰/۱۱۸
رضی	۰/۰۳۵	۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳	۰	۰	۰	۱/۳۳۳	۰/۰۰۶	۰/۱۱۸
سامیان	۰/۲۵۸	۰/۳۱۷	۰/۲۲	۰/۲۲۴	۰	۰	۰/۰۷۷	۰/۳۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹
سرعین	۰	۰/۱۷۱	۰/۱۳۷	۰/۱۶۴	۰/۱	۰	۰/۰۷۷	۱/۵	۰/۰۰۶	۰/۱۳۲
لای	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰/۱	۰/۲۳۱	۱/۶۶۷	۰/۰۰۷	۰/۱۴۷
مشگین شهر	۰/۰۸۵	۰/۱۴۶	۰	۰/۱۶۴	۰	۰	۰	۱/۱۶۷	۰/۰۰۵	۰/۱۰۳
نمین	۰	۰/۰۲۴	۰/۱۸۶	۰	۰	۰	۰/۰۷۷	۱/۱۶۷	۰/۰۰۵	۰/۱۰۳
نیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۷	۱/۵	۰/۰۰۶	۰/۱۳۲
هیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۷	۱/۱۶۷	۰/۰۰۵	۰/۱۰۳

جدول ٦- فاصله منفی از میانگین برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
فاصله منفی از میانگین	NDi1	NDi2	NDi3	NDi4	NDi5	NDi6	NDi7	NDi8	NDi9	NDi10
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶
اردبیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۷۱
دوست بیگلو	۰	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰	۰/۴	۰/۲	۰/۲۳۱	۰	۰	۰/۴۷۱
رضی	۰	۰/۱۴۴	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۷	۰/۳۳۳	۰	۰/۱۰۳
سامیان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۷۱
سرعین	۰/۱۹۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰/۱۸	۰
لای	۰/۱۶۷	۰/۲۴۴	۰/۳۰۵	۰/۳۵۸	۰	۰	۰	۰/۶۶۷	۰/۴۳۱	۰
مشگین شهر	۰	۰	۰۰/۰۶۸	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۷۷	۰/۱۶۷	۰/۰۴۳	۰/۱۰۳
نمین	۰/۰۵۳	۰	۰	۰/۲۳۹	۰	۰	۰	۰/۱۶۷	۰	۰
نیر	۰/۱۲۳	۰/۱۲۲	۰/۱۵۳	۰/۰۷۵	۰	۰	۰	۰/۵	۰/۱۴	۰
هیر	۰/۱۵۱	۰/۲۹۳	۰/۲۷۱	۰/۲۶۹	۰	۰	۰	۰/۱۶۷	۰	۰

٤-تعیین مجموع وزنی مثبت نرمال: مجموع وزنی مثبت نرمال معیارهای موردمطالعه درروش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول عدس با استفاده از روابط (٦) محاسبه شد که سرعین با ۰/۳۴۹، لای با ۰/۳٤٥، نیر با ۰/۲۹۱ نواحی مناسب، دوست بیگلو با ۰/۰۸۸، اردبیل با ۰/۱٦ و سامیان با ۰/۱٦٥ 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 محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو می‌باشند (جدول ۷).

جدول –۷ مقادیر فاصله مثبت موزون نرمال

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	NSPI
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶	
اردبیل	۰/۰۲۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰	۰	۰	۰/۰۶۲	۰	۰/۰۰۱	۰/۱۶
دوست بیگلو	۰/۰۰۴	۰	۰	۰/۰۲۱	۰	۰	۰	۰/۰۶۲	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۸۸
رضی	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰	۰	۰	۰/۲۴۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲۶۲
سامیان	۰/۰۲۶	۰/۰۲۲	۰/۰۲	۰/۰۲۸	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۶۲	۰	۰/۰۰۱	۰/۱۶۵
سرعین	۰	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۶	۰/۲۷۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۳۴۹
لای	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۸	۰/۳۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۳۴۵
مشگین شهر	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰	۰/۰۲۱	۰	۰	۰	۰/۲۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲۶۱
نمین	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۷	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۲۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲۴۷
نیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۲۷۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۲۹۱
هیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۲۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲۲۸

۵–تعیین مجموع وزنی منفی نرمال: مجموع وزنی منفی نرمال معیارهای موردمطالعه درروش آیداس برای پهنه‌بندی کشت محصول عدس با استفاده از روابط (۷) محاسبه شد که لای با ۰/۳۳۳، سرعین با ۰/۱۵۵، هیر با ۰/۱۲۵ امتیاز نواحی مناسب، اردبیل با ۰/۰۲۲، سامیان با ۰/۰۲۲ و دوست بیگلو با ۰/۰٦٤ امتیاز نواحی کمی مناسب و نیر با ۰/۱۷، رضی با ۰/۰۹، نمین با ۰/۰٦۷ و مشگین شهر با ۰/۰٦۵ امتیاز نواحی متوسط برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو می‌باشند (جدول ۸).

جدول ۸ –مقادیر فاصله منفی موزون نرمال

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	NSNI
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	
وزن معیار	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰۹۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۹	۰/۱۸۵	۰/۲۳۷	۰/۰۴۶	
اردبیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲
دوست بیگلو	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۸	۰	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۶۴
رضی	۰	۰/۰۱۷	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۶۲	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۹
سامیان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲
سرعین	۰/۰۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹۳	۰/۰۴۳	۰	۰/۱۵۵
لای	/۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۸	۰/۰۴۶	۰	۰	۰	۰/۱۲۳	۰/۱۰۲	۰	۰/۳۳۳
مشگین شهر	۰	۰	۰/۰۰۶	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۶۵
نمین	۰/۰۰۵	۰	۰	۰/۰۳۱	۰	۰	۰	۰/۰۳۱	۰	۰	۰/۰۶۷
نیر	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۹۳	۰/۰۳۳	۰	۰/۱۷
هیر	۰/۰۱۵	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۳۴	۰	۰	۰	۰/۰۳۱	۰	۰	۰/۱۲۵

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

مقادیر بی مقیاس کردن فواصل مثبت موزون در ستون ۲، جدول (۸) (NSPI) بر اساس رابطه (۸) و مقادیر بی مقیاس منفی موزون در ستون ٤، جدول (۸) (NSNI) بر اساس رابطه (۹) محاسبه گردید و نتایج نشان داد که در فواصل مثبت؛ ایستگاه‌های لای با امتیاز ۰/۹۸۹، نیر با امتیاز ۰/۸۳٤، رضی با امتیاز ۰/۷۵۱ و مشگین شهر با امتیاز ۰/۷٤۷ به

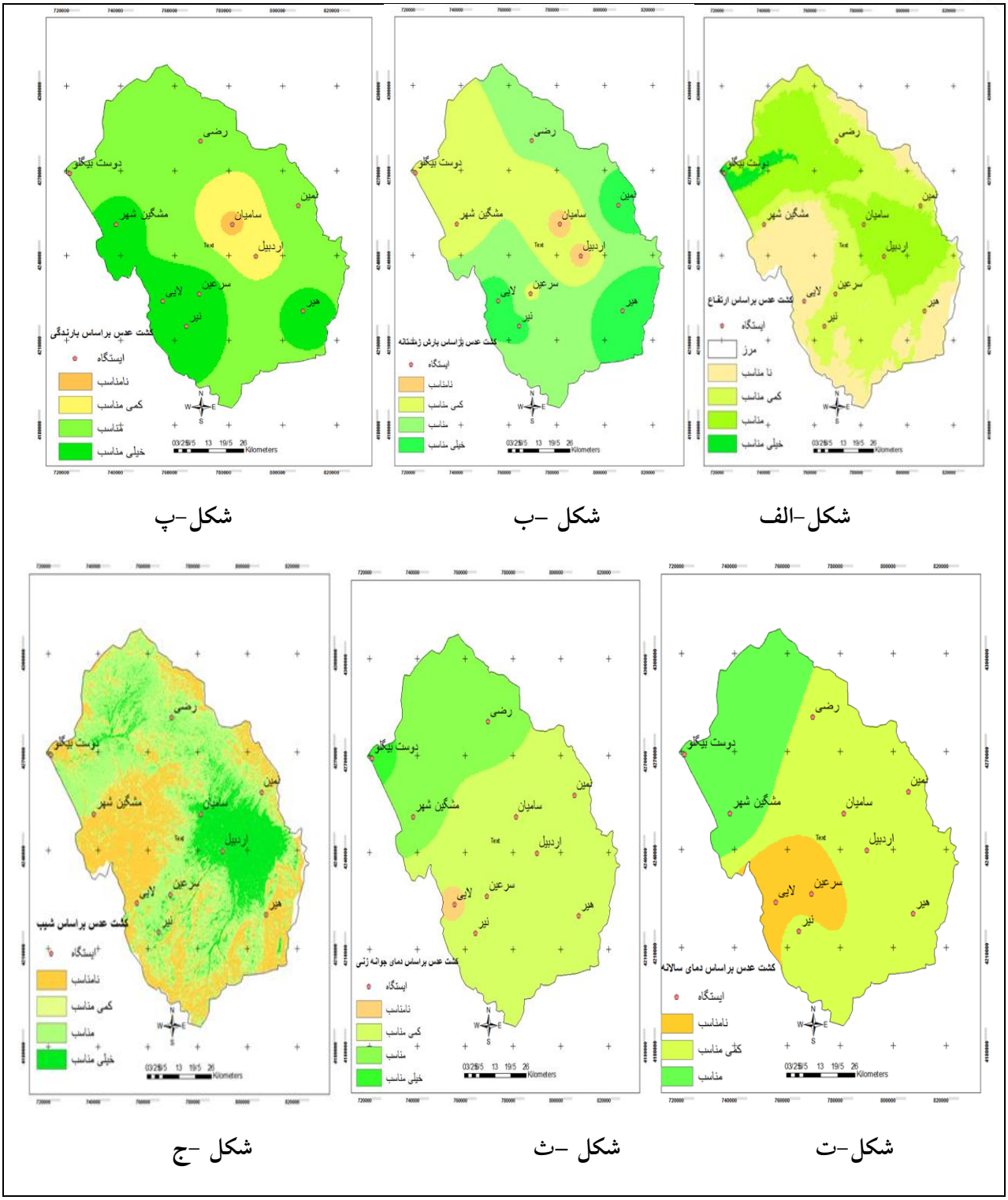
ترتیب گزینه‌های مناسب و در فواصل منفی؛ ایستگاه‌های لای با امتیاز ۱، نیر با امتیاز ۰/۵۱۱، سرعین با امتیاز ۰/٤٦٥ و هیر با امتیاز ۳۷۵/. به ترتیب گزینه‌های مناسب برای کشت محصول عدس با روش EDAS هستند. همچنین امتیاز ارزیابی هر گزینه به‌منظور کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو بر اساس رابطه (۱۰) محاسبه و در ستون ۵ جدول (۸) نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های لای با امتیاز ۰/۹۹۵، سرعین با امتیاز ۰/۷۳۳، نیر با امتیاز ۰/٦٧٣، هیر با امتیاز ۰/٥١٤، رضی با امتیاز ۰/۵۱۱ و مشگین شهر با امتیاز ۰/٤٧٢ به ترتیب در بین ایستگاه‌های موردمطالعه مکان‌های مناسب برای کشت محصول عدس بر اساس روش EDAS می‌باشند.

جدول ۸ – بی مقیاس کردن فواصل مثبت و منفی موزون و ارزیابی گزینه‌ها

	SPI	NSPI	SNI	NSNI	NSPI+NSNI*0.5
اردبیل	۰/۱۶	۰/۴۵۸	۰/۰۲۲	۰/۰۶۶	۰/۲۶۲
دوست بیگلو	۰/۰۸۸	۰/۲۵۲	۰/۰۶۴	۰/۱۹۲	۰/۲۲۲
رضی	۰/۲۶۲	۰/۷۵۱	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۵۱۱
سامیان	۰/۱۶۵	۰/۴۷۳	۰/۰۲۲	۰/۰۶۶	۰/۲۷
سرعین	۰/۳۴۹	۱	۰/۱۵۵	۰/۴۶۵	۰/۷۳۳
لای	۰/۳۴۵	۰/۹۸۹	۰/۳۳۳	۱	۰/۹۹۵
مشگین شهر	۰/۲۶۱	۰/۷۴۸	۰/۰۶۵	۰/۱۹۵	۰/۴۷۲
نمین	۰/۲۴۷	۰/۷۰۸	۰/۰۶۷	۰/۲۰۱	۰/۴۵۵
نیر	۰/۲۹۱	۰/۸۳۴	۰/۱۷	۰/۵۱۱	۰/۶۷۳
هیر	۰/۲۲۸	۰/۶۵۳	۰/۱۲۵	۰/۳۷۵	۰/۵۱۴

۳-۳-امکان‌سنجی کشت محصول عدس با روش WLC

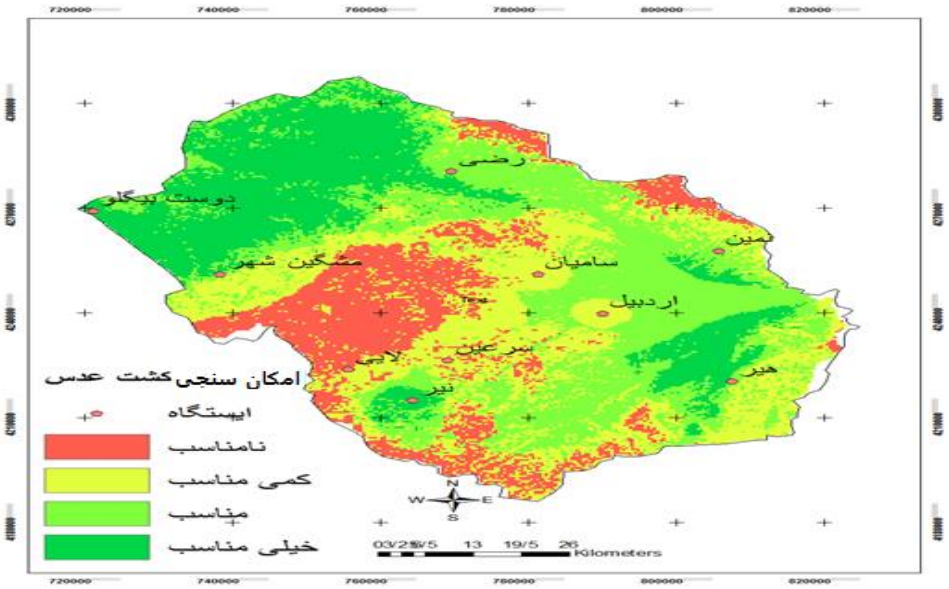
در این تحقیق هریک از معیارهای موردمطالعه شامل داده‌های هواشناسی و محیطی تهیه و اطلاعات آن‌ها به سامانه اطلاعات جغرافیایی وارد و نقشه‌های امکان‌سنجی برای هریک از معیارها با توجه به نیازهای مطلوب اقلیمی تولید شد (شکل ۵-الف-ج). نتایج نشان داد که نواحی مناسب ازلحاظ توزیع بارش؛ مناطق بالای ۳۰۰ میلی‌متر بارش که ۳۵ درصد و ازلحاظ دمای دوره رشد؛ دمای بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد حدود ۲۵ درصد از مساحت حوضه، بهترین قابلیت برای کشت عدس دارا است. بر اساس نقشه عوامل محیطی، ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا حدود ۳۵ درصد و شیب زمین کمتر از ۸ درصد، حدود ۴۰ درصد از مساحت حوضه برای کشت عدس مناسب هستند که با نتایج تحقیقات (دنیایی و ریاحی، ۱۴۰۰: ۴۶۹، سبحانی، ۱۴۰۲) همخوانی دارد. نتایج تلفیق معیارها با روش ترکیبی خطی وزنی در محیط GIS در شکل (۶) نشان داد که حدود ۲۳ درصد خیلی مناسب، ۳۲ درصد مناسب، ۲۸ درصد کمی مناسب و ۱۷ درصد نامناسب برای کشت گیاه عدس در حوضه آبریز قره‌سو است (جدول، ۹).



شکل-الف شکل -ب شکل -پ

شکل-ت شکل -ث شکل -ج

شکل ۵ -امکان‌سنجی معیارهای مؤثر برای کشت گیاه عدس



شکل ۶- تلفیق معیارها به‌منظور امکان‌سنجی کشت محصول عدس

جدول ۹-امکان‌سنجی کشت گیاه عدس

امکان‌سنجی کشت عدس	مساحت به کیلومترمربع	درصد مساحت
نامناسب	۱۲۳۳	۱۷
کمی مناسب	۲۰۳۱	۲۸
مناسب	۲۳۲۱	۳۲
خیلی مناسب	۱۶۶۸	۲۳

٤-نتیجه‌گیری

در این تحقیق، با تحلیل ده معیار عناصر اقلیمی و عوامل محیطی ابتدا، به‌منظور تعیین اولویت معیارهای موردمطالعه بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی کشت عدس با استفاده از روش AHP وزن دهی انجام شد. نتایج نشان داد که هریک از معیارها در طول دوره رشد عدس تأثیر دارند که ارتفاع با وزن ۰/۲۳۷، شیب زمین با وزن ۰/۱۸۵، بارش زمستانی با وزن ۰/۱۲٦، بارش طول دوره رشد با وزن ۰/۰۹۹ و بارش گل‌دهی با وزن ۰/۰۹۲ از پارامترهای مؤثر شناخته شدند. سپس نتایج حاصل از روش AHP در مورد امکان‌سنجی کشت عدس نشان داد که؛ در نواحی شمالی حوضه (دوست بیگلو و شمال مشگین شهر با وزن ۰/۱٤۱)، در نواحی مرکزی حوضه (اردبیل با وزن ۰/۱۲۱، هیر با وزن ۰/۱۱۷، سامیان با وزن ۰/۱۱۵) قابلیت مناسب برای کشت عدس دارند. با استفاده از روش EDAS ایستگاه‌های لای با وزن ۰/۹۹۵، سرعین با وزن ۰/۷۳۳، نیر با وزن ۰/٦۷۳ و هیر با وزن ۰/۵۱۲ مکان‌های مناسب برای کشت عدس حوضه قره‌سو تعیین شدند. همچنین نتایج تلفیق داده‌ها با روش WLC در محیط GIS نشان داد که حدود ۲۳ درصد خیلی مناسب، ۳۲ درصد مناسب، ۲۸ درصد کمی مناسب و ۱۷ درصد نامناسب برای کشت محصول عدس است؛ بنابراین، بارش دوره رشد، بارش زمستانی، دمای دوره رشد و دمای گل‌دهی در از عناصر اقلیمی و ارتفاع و شیب از عوامل محیطی، مهم‌ترین تأثیر را در طول دوره رشد محصول عدس دارند. با مقایسه نتایج سه روش موردمطالعه؛ نواحی

شمالی حوضه (دوست بیگلو و غرب رضی)، نواحی مرکزی حوضه (نیر، نمین و اردبیل) و نواحی جنوبی حوضه (هیر) مکان‌های مناسب برای کشت محصول عدس در حوضه آبریز قره‌سو می‌باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسنده مقاله، از دانشگاه محقق اردبیلی که این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه به شماره قرارداد ۱٤۰۲/د/۹/۲۷۲٦٤ صورت گرفته کمال تشکر و سپاسگزاری را دارد.

منابع:

۱-ابراهیمی، سمیه؛ اسماعیلی، احمد؛ سهرابی، سید سجاد و ترابی پوده، حسن (۱٤۰۱). شناسایی و بررسی الگوی بیان برخی از ژن‌های تحت تنش کم‌آبی در عدس. پژوهشی زیست‌فناوریان گیاهان زراعی، دوره ۱۱، شماره ۳، ص ۳٤-۱۷.

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

۳-باقری، علیرضا؛ گلدانی، مرتضی؛ حسن‌زاده، مجتبی (۱۳۷٦). زراعت و اصلاح عدس. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد،

٤-پزشک پور، پیام (۱۳۹۸). توصیه‌های فنی کاشت، داشت و برداشت عدس پاییز در مناطق معتدله، نیمه گرمسیری و گرمسیر. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی.

۵-پیر زاد، علیرضا؛ مظلومی میمندی، محمود و جلیلیان، جلال (۱۳۹٦). تأثیر بارش‌های متغیر انتهای فصل، آبیاری تکمیلی و همزیستی میکوریزایی بر عملکرد و کیفیت علوفه و دانه عدس دیم. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، دوره ۳۰، شماره ۲، ص ۷۵-۵۰.

٦-تقی نژاد، جبرائیل و زیرک، محمدعلی (۱۳۹۹). مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط زارعین دیم منطقه مغان. نشریه ترویج کشاورزی حبوبات، دوره ۲، شماره ۲، ص ۱۷-۱۱.

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

۸-سازمان جهاد کشاورزی اردبیل (۱٤۰۰). آمارنامه کشاورزی، انتشارات مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار و فناوری اطلاعات.

۹-سازمان منطقه‌ای آب استان اردبیل (۱٤۰۰). واحد برنامه و آمار هواشناسی

۱۰-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، دوره ۱۰، شماره ۳۹، ص ۱۳۸-۱۲۳.

۱۱-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، دوره ٦، شماره ۳، ص ٤۸۳-٤٦۰.

۱۲-ضیائی، سید مسعود؛ نظامی، احمد؛ ولی زاده، جعفر و جعفری، مجید. (۱۳۹۳). بررسی مقدماتی امکان کاشت پاییزه عدس در شرایط آب‌وهوایی سراوان، نشریه زراعت، شماره ۱۰۵، ص ٦٢-٥٦.

۱۳-علی نژاد، علیرضا و خلیلی، جواد (۱۳۹٦). تکنیک‌های نوین در تصمیم‌های چند شاخص جلد ۲ و ۳، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه امیرکبیر.

١٤-کار پیشه، لیلا (١٤٠١). شناسایی چالش‌های کاربرد کشاورزی دقیق از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان اردبیل. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ٥، شماره ١، ص ٤٢١-٤١٣.

۱۵-کمالی، بهنوش؛ رمضانی اعتدالی، هادی و ستوده نیا، عباس (۱۳۹۵). تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل AquaCrop نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱۰، شماره ۵، ص ٦٢١-٦١٣.

١٦-کوچکی، عوض و بنایان اول، محمد (۱۳۷۳). زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۷-مجنون حسینی، ناصر (۱۳۷۲). حبوبات در ایران، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۸-مجید، مخدوم (۱۳۸۹). شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۹-مرادی، هوشنگ (۱۳۹۹). ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی در پهنه‌بندی عناصر اقلیمی استان ایلام. جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۲، شماره ٤، ص ١٥-١.

۲۰-نظامی، احمد؛ باقری، عبدالرضا؛ پرسا، حسن؛ زعفرانیه، محسن و خمدی، نرگس (۱۳۸۹). ارزیابی امکان کاشت پاییزه ژنو تیپ‌های عدس متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، دوره ۱، شماره ۲، ص ٥٨-٤٩.

۲۱-وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰). معاونت تولیدات گیاهی.

22-Anjam, M.S., Iqbu1, Sh. M., Haqqani, A.M. (2005). valuation and correlation of economically important in exotic germ plasm Lentil. Intentional Journal of Agriculture and Bioligy, 716: 959 - 961.

23-Chen,W., Sharma, H.C., Muehlbauer, F.J. (2011). In Crop Protection Compendium for Chickpea and Lentil Diseases and Pests. The American Phytopathological Society, 4: 166-175.

24-Erskine, W., El Ashkar, F. (1993). Rainfall and temperature effects on lentil (lens culinaris) seed yield in Mediterranean environment. Journal Agricultural Science, 121: 347–354.

25-FAOSTAT. (2020). www.fao.org.

26-Ghanem, M.E., Marrou, H., Biradar, G., Sinclair, T.R. (2015). Production potential of Lentil (Lens culinaris Medik.) in East Africa. Agricultural Systems, 137: 24-38.

27-Giannakoula, A E., Ilias, F. (2012). The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. Journal of Food Composition and Analysis, 28: 46–53.

28-Jahantigh, H and Reza Amir, S. (2020). Growth Indices of Kimiya Cultivar of Lentil in Response to Drought Stress at Flowering and Pod Filling Stages under Greenhouse Conditions. Legume Research-An International Journal, 43(4): 552-557.

29-Kahraman, A., Kamran khan, M., Pandey, A and Dogan, E. (2016). Effect of Supplemental Irrigation on Lentil Yield and Growth in Semi-Arid Environment, Not Bot Horti Agrobo, 44(1):237-244

30-Keatinge, JDH., Aiming Qi, I., Kusmenoglu, R.H., Ellis, R.J., Summerfild, W., Erskine, S.P.S., B. (1995). Defining critical weather events in the phenology of lentil for winter sowing in the west Asian highlands. Agricultural and Forest Meteorology, 74: 251-263.

31-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.

32-Longobardi, F., Casiello, G., Cortese, M., Perini, M., Camin, F.,Catucci, F., Agostiano, A. (2015). Discriminiation of geography orogin of lentils. Food Chemistry, 188: 343-349.
33-Longobardi, F., Casiello, G., Cortese, M., Perini, M., Camin, F.,Catucci, F., Agostiano, A. (2015). Discriminiation of geography orogin of lentils, Food Chemistry, 188: 343-349.
34-Montaser, F., Kamal, AB., Abo-Elyousr, AB. (2012). Effect of preceding and intercropping crops on suppression of lentil damping-offand root rot disease in New Valley Egypt. Crop Protection, 32: 41-46.
35-Morell, F.J., Lampurlanes, J., Alvaro-Fuentes, J., Cantero-Martinez, C. (2011). Yield and water use efficiency of barley in a semi arid Mediterranean agro ecosystem: Long-term effects of tillage and fertilization. Soil Tillage Reserch, 117: 76–84.
36-Oweis, T., Hachum A., and pala, M. (2004). Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management, 68: 251-265.
37-Piggin, C., Haddad,A., Khalil, Y., Mustafa, S. (2015). Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barleyand lentil grown in rotation in rainfed systems in SyriaColin. Field Crops Research, 173: 57– 67.
38-Saaty, TL and vargas LG. (1991). Predictin, Proecton and forecasting. Kluwer Academic Publishers,Dorderecht.
39-Silim, S.N., Saxena, M.C., Erskine, W. (1991). Effect of sowing date on the growth and yield of lentil in a rainfed Mediterranean environment. Exp Agric, 27, 145–154.