

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۹، تابستان ۱۴۰۲

## پهنه‌بندی اقلیم-کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نمونه موردی (استان همدان)

دریافت مقاله: ۹۸/۳/۲۱ پذیرش نهایی: ۹۹/۱/۶

صفحات: ۱۷۹-۱۹۲

محمد احمدوند: دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، علوم انسانی، علوم تحقیقات، تهران، ایران

**Email:** yar@gmail.com

شهریار خالدی: استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران<sup>۱</sup>

**Email:** shahriar\_khaledi6@yahoo.com

پرویز کردوانی: استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

**Email:** P.Kardavani@yahoo.com

### چکیده

شناخت اقلیم و پارامترهای موردنیاز محصول‌های کشاورزی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید است. با بررسی‌های هواشناسی کشاورزی می‌توان امکانات بالقوه را در مناطق مختلف مشخص و حداکثر بهره‌برداری را کرد. به علت توان‌های بالقوه دیم‌زارهای استان همدان، بررسی جامعی بر اساس آمار ۲۰ ساله (۱۳۹۵-۱۳۷۵) عناصر اقلیمی ۹ ایستگاه سینوپتیک اصلی و تکمیلی انجام گرفت. به این منظور با توجه به شرایط فنولوژیکی گندم و تطبیق آن با شرایط اقلیمی موردنیاز در استان همدان به بررسی شاخص‌های مؤثر در کشت محصول پرداخته شده است. در نهایت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مدل (AHP) به پهنه‌بندی عناصر اقلیمی و همچنین وزن‌گذاری آن‌ها اقدام شد. سپس مناطق مناسب و نامناسب استان جهت کشت گندم دیم مشخص گردید. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این واقعیت می‌باشد که در بین عناصر اقلیمی عنصر بارش سالانه و نحوه توزیع آن در طول فصول رشد، همچنین درجه حرارت تراکمی مهم‌ترین عامل در فرایند کشت گندم دیم است. بدین ترتیب بر اساس نقشه‌های استخراج‌شده از مدل (AHP)، حدود ۱۸ درصد از مساحت استان که در قسمت‌های غرب و جنوب‌غرب که شامل شهرهای نهاوند، تویسرکان و اسدآباد می‌باشد دارای استعداد بسیار مناسب، ۴۶ درصد متوسط، ۳۴ درصد با استعداد مناسب و ۲ درصد به نمایندگی شهر قهاوند از توابع شهر همدان فاقد استعداد لازم می‌باشد.

کلیدی واژگان: شرایط اقلیمی، استان همدان، گندم دیم، GIS

۱. نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه جغرافیای طبیعی

## مقدمه

شناخت پارامترهای آب‌وهوایی و اثر آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد و این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت بیشتری برخوردار است. چون اقلیم در کشت دیم بیشترین تأثیر را در عملکرد گندم دارد. کاشت بی‌رویه گندم دیم در مناطق نامساعد و عدم استفاده مناسب از امکانات بالقوه اقلیمی سبب تخریب منابع طبیعی و هدر رفتن سرمایه‌های ملی می‌گردد. پهنه‌بندی اقلیمی-کشاورزی، کشاورزان را قادر می‌سازد که عملیات کشاورزی را متناسب با شرایط آب‌وهوایی منطقه تطبیق دهند. این امر باعث می‌گردد که خسارت وارد شده بر محصول که ناشی از عدم شناخت کافی متغیرهای اقلیمی است، کاهش یابد علت انتخاب محصول گندم دیم از میان محصولات دیگر، بالا بودن سطح زیر کشت آن و شاخص بودن آن در استان همدان می‌باشد.

آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عواملی است که در طول تاریخ مورد توجه انسان بوده است. علت این امر، نقش مهم عناصر آب‌وهوایی بر زندگی بشر، به‌خصوص تولیدات کشاورزی است. به همین دلیل آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب‌وهوایی و فاکتورهای خاکی آن لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است. عامل افزایش محصول در کشورهای توسعه‌یافته، شناخت امکانات بالقوه اقلیمی و نیازهای آب‌وهوایی گیاهان و استفاده از این موضوع در جهت افزایش کارایی می‌باشد. شناخت عناصر آب‌وهوایی و اثر آن‌ها بر روی گیاهان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد. این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای موفقیت در زراعت گندم دیم، آگاهی در زمینه ویژگی‌های دمایی و بارش در مناطق مختلف که دو عامل تأثیرگذار در کشت دیم است، بسیار دارای اهمیت است. (کمالی، ۱۳۸۹). بهترین شرایط برای کاشت گندم، آب‌وهوای نیمه مرطوب تا نیمه‌خشک است که دارای زمستان‌های معتدل باشد، اکثر مناطق گندم خیز دیم جهان نیز در نواحی نیمه‌خشک و نیمه مرطوب قرار دارند. گندم یکی از محصولات استراتژیک کشاورزی است که در سطح بین‌المللی دارای ارزش و اهمیت فراوان بوده و منبع درآمد محسوب می‌شود و زراعت این محصول از گیاهان دیگر ساده‌تر، تطابق آن در مناطق مختلف که دارای شرایط آب‌وهوایی متفاوتی می‌باشند بیشتر است از طرف دیگر غذای اولیه و اصلی اغلب مردم جهان را تشکیل می‌دهد (سلمان‌دستان، ۱۳۹۳).

برآوردها نشان می‌دهند که در مقیاس جهانی برای تأمین نیاز گندم تا سال ۲۰۲۰ میلادی، لازم است تولید این محصول نسبت به سال ۲۰۰۰ به میزان ۴۴ درصد افزایش یابد و افزایش تولید در واحد سطح راه‌حل اصلی تحقق این هدف است. نتایج بررسی‌های انجام‌شده در مورد روند ۵۰ ساله وضعیت تولید غلات به‌ویژه گندم در ایران نیز نشان می‌دهد که سطح زیر کشت این محصول در کشور به‌ویژه در طی ۱۰ سال گذشته رشد اندکی داشته و افزایش تولید این محصول عمدتاً ناشی از افزایش عملکرد در واحد سطح است، که حدود ۵۴ درصد از سطح زیر کشت محصولات سالیانه را به خود اختصاص می‌دهد. بررسی روند سطح زیر کشت گندم دیم در کشور در طول دوره (۱۳۶۱-۱۳۸۹) نشان می‌دهد که به‌طور متوسط در طول این دوره، ۶۳ درصد سطح زیر کشت و ۳۴ درصد تولید گندم کشور به‌صورت دیم بوده است (زارعی‌گریزی، ۱۳۹۳).

بلیانی و همکاران (۱۳۹۱) به پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت گندم دیم در منطقه فارس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نقش بارش و توزیع مناسب آن، همچنین درجه حرارت تراکمی مهم‌ترین عامل در فرایند کشت گندم دیم می‌باشد.

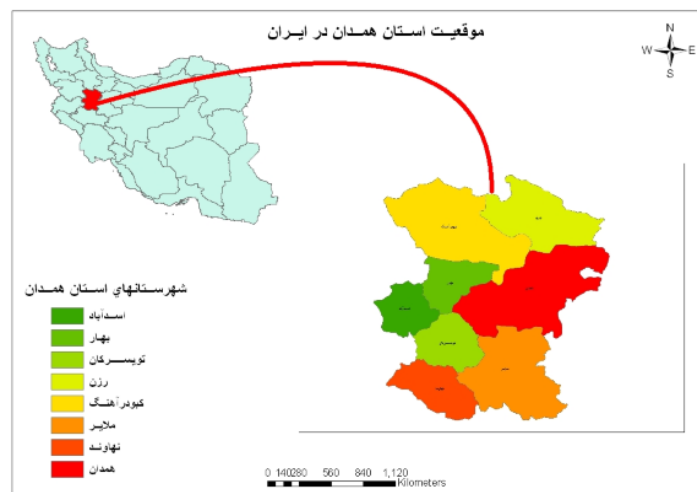
رابرتسون<sup>۱</sup> (۱۹۷۴) عملکرد گندم را در رابطه با شرایط جوی در ساسکانچوان طی پنجاه سال موردبررسی قرار داد. فیشر<sup>۲</sup> (۱۹۷۶) اثر تنش آب را در مراحل مختلف رویشی گیاه و عملکرد گندم موردتوجه قرار داد. زانگ<sup>۳</sup> (۱۹۹۴) آزمایشات متعددی برای تعیین اثر تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات درجه حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. سایتا پریا<sup>۴</sup> (۱۹۹۹) برای پهنه‌بندی گیاهان زراعی خوشه‌ای ذرت، برنج، گندم و سیب‌زمینی در هند از عوامل و از عناصر اقلیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، دما، بارندگی، طول روز، میزان تبخیر و سرعت باد استفاده کرده است. لاماسون<sup>۵</sup> (۱۹۷۴) اثر تغییرات بارندگی بر محصول گندم دیم در مونتانا شرقی را مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که افزایش و کاهش محصول گندم دیم با مقدار بارندگی سالانه و نیز همچنین نحوه توزیع بارندگی ماهانه ارتباط دارد. بازگیر (۱۳۷۸)، مخدوم (۱۳۸۱)، فرج زاده و تکلوبیغش (۱۳۸۱)، رسولی (۱۳۸۴) و کمالی (۱۳۸۸) با تحلیل عناصر و عوامل آب‌وهوایی در محیط GIS پهنه‌بندی کشت گندم دیم را به ترتیب در استان‌های کردستان، همدان، اردبیل و زنجان انجام داده و به این نتیجه رسیدند که پهنه‌بندی آگروکلیمایی با تحلیل عناصر و عوامل آب‌وهوایی در محیط GIS امکان‌پذیر است. جمع‌بندی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که باوجود قابلیت‌های بالای فناوری GIS در تحلیل داده‌ها از قابلیت‌های توابع تحلیلی آن همچون تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مطالعات امکان‌سنجی کشت، مخصوصاً در سطح کشور بهره کافی برده نشده است که این پژوهش باهدف استفاده از توابع تحلیل مکانی GIS و AHP شناسایی مناطق قابل کشت در سطح استان همدان اجرا شد.

## روش تحقیق

### معرفی محدوده مورد مطالعه

استان همدان با مساحت ۱۹۴۹۳ کیلومترمربع، ۱/۲ درصد از کل مساحت کشور را در برمی‌گیرد. این استان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. استان همدان جزء استان‌های غربی ایران است که از شمال به استان زنجان و قزوین، از جنوب به استان لرستان از شرق به استان مرکزی و از غرب به استان‌های کرمانشاه و کردستان محدود می‌شود شکل (۲).

1 - Rabertson  
2 - Fiscer  
3 - Zang  
4 - Sayta.pareya  
5 - Lammason



شکل (۲). موقعیت استان همدان

## داده و روش کار

در این پژوهش با استفاده از ۹ ایستگاه سینوپتیک اصلی و تکمیلی (همدان، نهاوند، کبودرآهنگ، رزن، فامنین، قهاوند، اسدآباد، ملایر، توپسرکان) در بازه زمانی ۲۰ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۵) جهت مطالعه اقلیمی استان مورد استفاده قرار گرفته است همچنین به منظور توان سنجی استان همدان به لحاظ نواحی کشت مستعد گندم دیم از متغیرهای اقلیمی: (بارش سالانه، بارش فصل پاییز، بارش فصل زمستان، بارش فصل بهار، درجه حرارت تراکمی-روز، رطوبت نسبی و ساعت آفتابی) استفاده شد. در این مطالعه برای دستیابی به تاریخ دقیق رسیدن کشت گندم دیم به مراحل مختلف رشد در مناطق مختلف استان از روش روزهای رشد (GDD) استفاده شده است که مبنای کار در این روش جمع بندی درجه حرارت مؤثر یعنی درجه حرارت های است که بالاتر از صفر پایه یا صفر بیولوژیکی گیاه است. این درجه حرارت به نوع گیاه بستگی دارد (P,169, 2005,F.orlandi). برای گیاه گندم ۴ درجه سانتی گراد محاسبه شده است؛ و از طریق رابطه (۱) محاسبه می شود.

$$H_U = \sum_i^n \left[ \frac{T_M + T_m}{2} - T_t \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

$H_U$  = واحد حرارتی (درجه - روز) که در طی  $N$  روز جمع آوری شده است.

$T_M$  = درجه حرارت حداکثر روزانه

$T_m$  = درجه حرارت حداقل روزانه

$T_t$  = درجه حرارت پایه

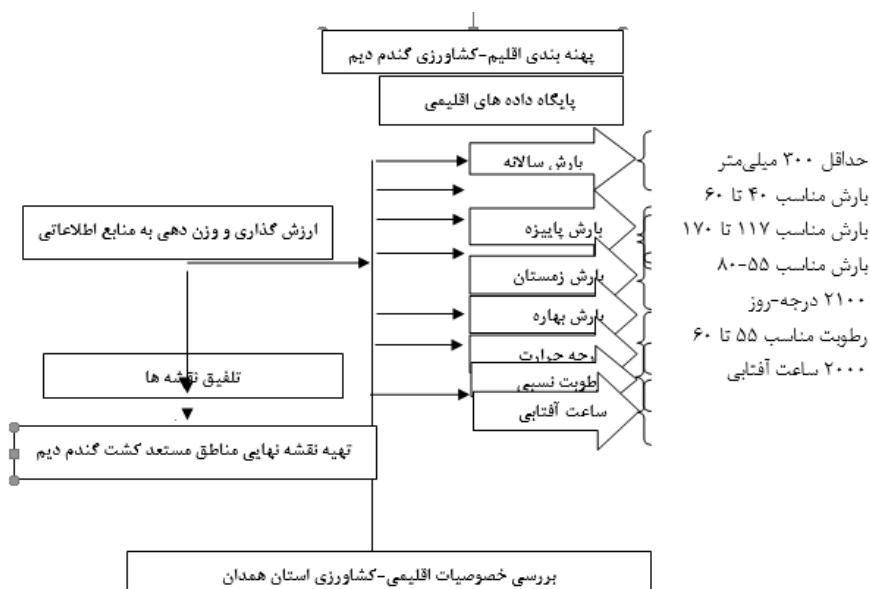
$N$  = تعداد روزها در یک مدت زمان مشخص

با توجه به این که مجموع درجه حرارت‌های مثبت از آغاز بیداری تا برداشت و با توجه به این که قصد کشت گندم پاییزه داریم، محصول گندم باید به ۲۱۰۰ درجه - روز برسد (بهینیا، ۱۳۷۶: ۶۱۰). در ادامه بر اساس شرایط و نیازهای محصول گندم دیم معیارهای مؤثر در کشت این محصول مشخص گردید و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP با توجه به اهمیت و ارزش هر معیار بر معیار دیگر مقایسه زوجی بین معیار در محیط نرم‌افزار Expert Choice پرداخته شد. سپس وزن نهایی هر معیار محاسبه گردید وزن‌های نهایی به دست آمده در محیط نرم‌افزار ArcGis برای تک‌تک لایه‌ها اعمال گردید و در نهایت نواحی مستعد کشت به دست آمد. موارد ذکر شده در جدول (۱) و شکل (۱) حداقل‌ها را شامل می‌شود.

جدول (۱). معیار و نحوه اثر و ضوابط استفاده در مکان‌یابی کشت گندم دیم

ردیف	معیار	نحوه اثر و ضوابط
۱	بارش مناسب سالانه	حداقل ۳۰۰ میلی‌متر
۲	بارش مناسب فصل پاییز	۴۰-۶۰ میلی‌متر
۳	بارش مناسب فصل زمستان	۱۱۷-۱۷۰ میلی‌متر
۴	بارش مناسب فصل بهار	۵۵-۸۰ میلی‌متر
۵	درجه حرارت تراکمی	۲۱۰۰ درجه روز
۶	رطوبت نسبی	۵۰-۶۵ درصد
۷	ساعت آفتابی	۲۰۰۰ درجه

(بلیانی، ۱۳۹۱)



شکل (۱). درخت تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی (بلیانی، ۱۳۹۱)

در فرآیند AHP می‌توان گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی عوامل وجود دارد. یکی از مزایای بالای این روش محاسبه نرخ ناسازگاری بوده که با مشخص شدن آن امکان تجدیدنظر در تصمیم‌گیری‌ها به وجود می‌آید. در روش تحلیل سلسله مراتبی ماتریس مقایسه زوجی بوده که درایه‌های آن میزان اهمیت نسبی معیارها را بیان می‌کند. تصمیم‌گیرنده ابتدا باید همه معیارهای مربوطه را ارزیابی و مقایسه نماید، سپس نتایج را با یک مقیاس استاندارد به مقادیر کیفی تبدیل کند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شامل ایجاد سلسله‌مراتب، محاسبه وزن و محاسبه نرخ ناسازگاری می‌باشد.

#### ایجاد سلسله‌مراتب

برای درک بهتر مسئله در مرحله اول نیاز به نمایش گرافیکی می‌باشد. بر اساس درخت سلسله‌مراتبی در بالاترین هدف، سطوح میانی شاخص‌های تصمیم (معیارها و زیرمعیارها) و در سطح آخر گزینه‌ها قرار دارند. در روش AHP عناصر هر سطح نسبت به یکدیگر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن دهی می‌شوند. مقایسه و وزن‌دهی به عناصر در یک ماتریس  $K \times K$  ثبت می‌شود. مقایسه زوجی به صورت ارزش‌گذاری عنصر سطر نسبت عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش‌گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس فاصله‌ای از ۱ تا ۹ استفاده می‌شود. هر چه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد، نشان‌دهنده اهمیت و ارجحیت بیشتر عنصر سطر نسبت به ستونی است. به طوری که ارزش ۹ بیانگر کاملاً مهم‌تر و ارزش ۱ بیانگر با ارجحیت و اهمیت یکسان است (کرم، ۱۳۸۷) جدول (۲) مقادیر ترجیحات را برای مقایسه زوجی نشان می‌دهد.

جدول (۲). مقایسه زوجی

میزان اهمیت	تعریف
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر و یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوب خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوب قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح با اهمیت یا مطلوب یکسان
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

(منبع: قدسی پور، ۱۳۹۲)

#### محاسبه وزن

در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد که این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامند. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامند رابطه (۲) (قدسی پور، ۱۳۹۲).

$$\text{رابطه (۲)} \quad W_j = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m W_k W_i(g_{ij})$$

رابطه (۲) امتیاز نهایی گزینه  $j$

جدول (۳). ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای ارزیابی کشت گندم دیم

وزن نهایی معیارها	وزن نهایی نرمال نشده	حاصل‌گرب وزن‌ها	ساعت آفتابی	رطوبت نسبی	درجه حرارت تراکمی	بارش فصل بهار	بارش فصل زمستان	بارش فصل پاییز	بارش سالانه	معیارها / زیرمعیار
۴۸/۸۶	۵/۰۵	۸۴۰۳۵	۷	۷	۷	۷	۶	۵	۱	بارش سالانه
۱۶/۸۴	۱/۷۴	۴۸/۶	۳	۳	۳	۳	۳	۱	۰/۲	بارش فصل پاییز
۱۱/۶۸	۱/۲۱	۷۴/۳	۳	۳	۳	۳	۱	۰/۳۳	۰/۱۴	بارش فصل زمستان
۸/۵۱	۰/۸۸	۴۱	۳	۳	۳	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	بارش فصل بهار
۶/۳۰	۰/۶۵	۵	۳	۳	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	درجه حرارت تراکمی
۴/۵۴	۰/۴۷	۵	۳	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	رطوبت نسبی
۳/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۰۰۵	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	ساعت آفتابی
۱۰۰	۱۰/۳۴									مجموع

منبع: یافته‌های پژوهش

## سازگاری سیستم

یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کنترل سازگاری تصمیم است به عبارت دیگر همواره در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه نمود و نسبت خوب و بد بودن و یا قابل قبول بودن و یا مردود بودن آن را قضاوت کرد رابطه (۳).

رابطه (۳)

$$L = \frac{1}{N} \left[ \sum_{i=1}^N \{WA_i/w_i\} \right] \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

## محاسبه نرخ سازگاری

نرخ سازگاری در روش AHP شاخصی است که سازگاری مقایسه‌ها را نشان می‌دهد و این نرخ گویای درجه صحت و دقت ارزش‌گذاری‌ها در مقایسات زوجی است، چنانچه نرخ مذکور برابر و کمتر از ۰/۱ باشد. می‌توان ارزش‌گذاری‌ها مقایسات را خوب و / ارزش‌گذاری‌ها در مقایسات زوجی است، چنانچه نرخ مذکور برابر و کمتر از ۱ صحیح دانست، در غیراین‌صورت ارزش‌گذاری و مقایسات باید دوباره انجام گرفته و یا اصلاح شود (کرم، ۱۳۸۷). شاخص سازگاری ۲ (CI) بر طبق رابطه (۴) به دست می‌آید. در هر مرحله از فرآیند سلسله‌مراتبی برای مقایسه زوجی معیارها و زیر معیارها، نرخ سازگاری برای هر ماتریس در نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد.

$$CI = \sum \frac{MAX - n}{n-1}$$

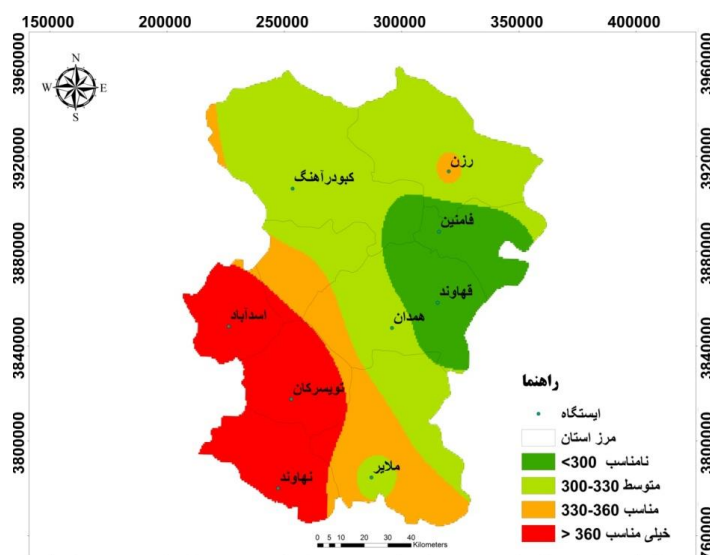
رابطه (۴)

### نرم افزار Expert Choice

Expert Choice یکی از متداول ترین بسته های نرم افزاری است که در رابطه با روش کار مبتنی بر مقایسه دوجه دو مطرح است (Malczewski, 1999). به منظور تدوین فرموله کردن مدل AHP عواملی که در تصمیم گیری تأثیرگذار هستند، شناسایی شوند. برای استفاده از مدل AHP نرم افزار Expert Choice هر یک از مراحل تحلیل سلسله مراتب خودکار و ساده پیاده سازی می کند. این نرم افزار به ما این اجازه را می دهد که با اهداف فردی، شبکه ای از داده ها را برای هر گزینه وارد نماییم. مقایسه زوجی و قدرت ترکیب سلسله مراتبی نرم افزار با توانایی صدها و یا هزاران نفری برابری می کند و می تواند جایگزین آن ها باشد (Karma and Rozman, 2005). پس از مشخص شدن وزن هر کدام از معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها و همچنین محاسبه وزن نهایی، وزن های به دست آمده در محیط نرم افزار ArcGis با استفاده از ابزار Weighted overlay بر لایه اعمال شد.

### نتایج

با اجرای ماتریس جدول (۳) در نرم افزار Expert Choice، نرخ سازگاری در حدود ۰/۰۹ محاسبه شده که نتیجه حاصله قابل قبول می باشد و با توجه به وزن نهایی معیارها اقدام به پهنه بندی منطقه مورد مطالعه شد اشکال (۳ تا ۱۰) نقشه های پهنه بندی شده معیارهای ماتریس مقایسه دوتایی ارزیابی کشت گندم دیم را نمایش داده اند.

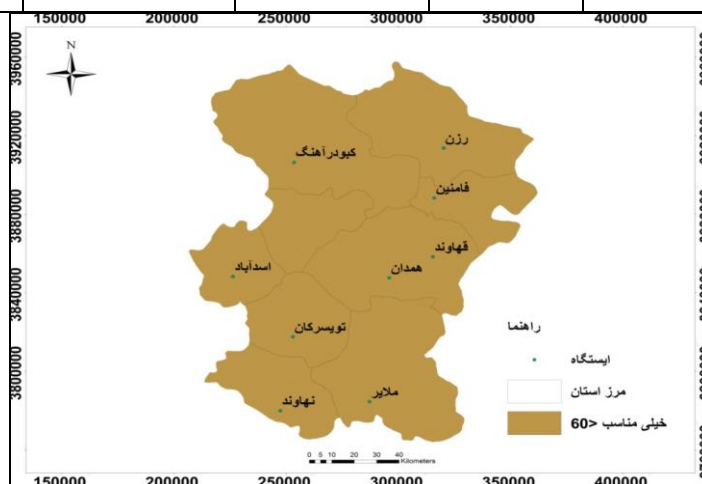


شکل (۳). نقشه وزن گذاری بارش سالانه به میلی متر در منطقه مورد مطالعه (استان همدان)



جدول (۴). مشخصات مختلف گروهی بارش سالانه به میلی‌متر و وزن‌های آن‌ها

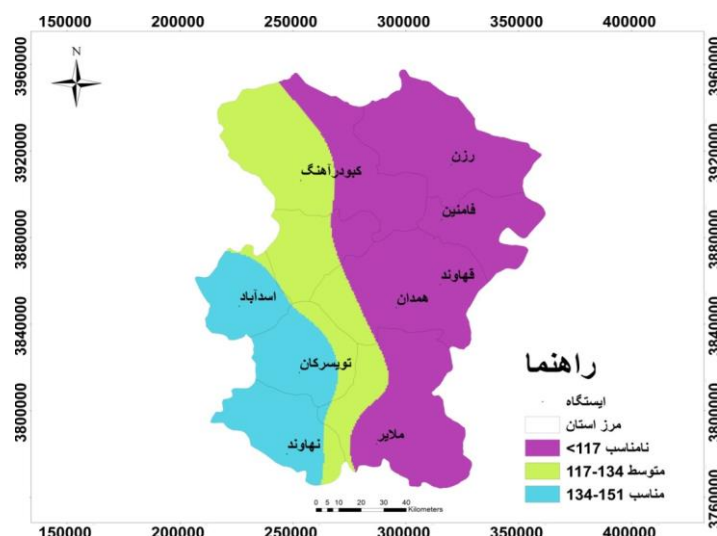
مقدار بارش سالانه	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار
<۳۰۰	۱	نامناسب	۱۵	۲۹۲۸۸۷
۳۰۰-۳۳۰	۳	متوسط	۴۷	۹۲۱۱۶۴
۳۳۰-۳۶۰	۵	مناسب	۱۶	۳۰۰۲۱۹
>۳۶۰	۷	بسیار مناسب	۲۲	۴۳۵۲۱۱



شکل (۴). نقشه وزن‌گذاری مجموع بارش فصل پاییز به میلی‌متر در استان همدان

جدول (۵). مشخصات گروهی مجموع بارش پاییزه (مرحله جوانه‌زنی) به میلی‌متر و وزن‌های آن‌ها

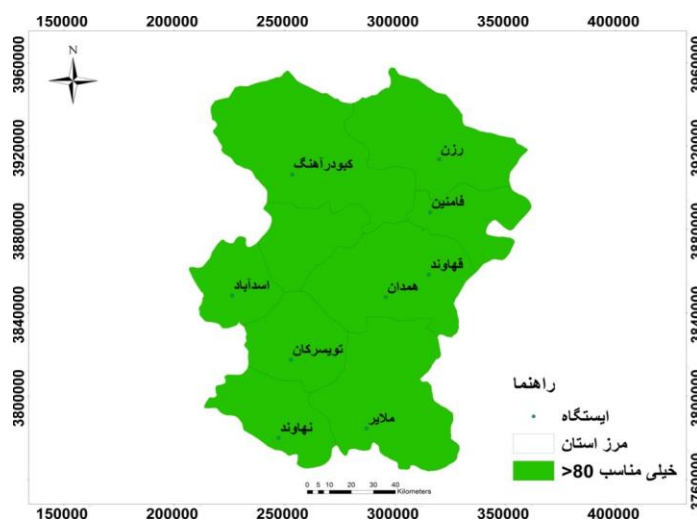
مجموع بارش پاییزه به میلی‌متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۶۰	۷	بسیار مناسب	۱۰۰	۱۹۴۹۴۸۱



شکل (۵). وزن‌گذاری مجموع بارش فصل زمستان به میلی‌متر در استان همدان

جدول (۶). مشخصات گروهی مجموع بارش زمستانه (مرحله گلدهی و دانه دهی) به میلی متر و وزن های آن ها

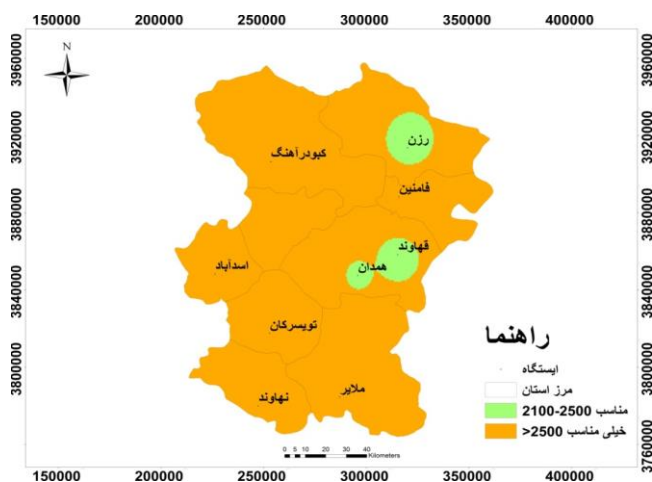
مجموع بارش زمستانه به میلی متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
۱۱۷<	۱	نامناسب	۵۶	۱۰۹۹۷۲۴
۱۱۷-۱۳۴	۳	متوسط	۲۵	۴۸۴۲۲۸
۱۳۴-۱۵۱	۵	مناسب	۱۹	۳۶۶۰۹۳



شکل (۶). وزن گذاری مجموع بارش فصل بهار (مرحله پر شدن دانه) به میلی متر در استان همدان

جدول (۷). مشخصات گروهی مجموع بارش بهاره (مرحله پر شدن دانه) به میلی متر و وزن های آن ها

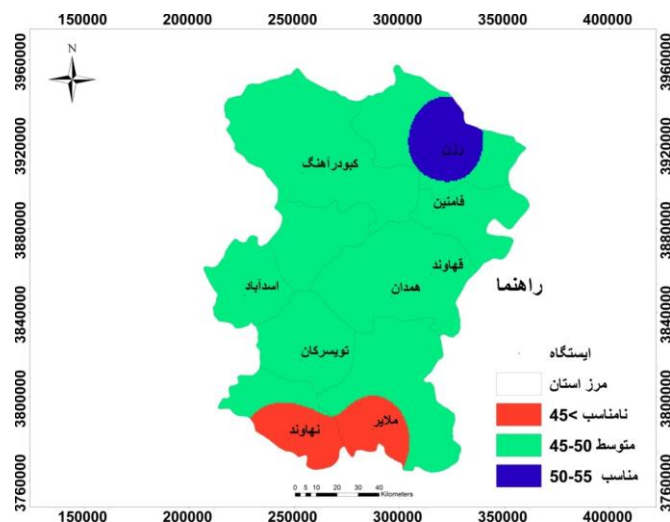
مجموع بارش بهاره به میلی متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
۸۰>	۷	بسیار مناسب	۱۰۰	۱۹۴۹۴۸۱



شکل (۷). وزن گذاری درجه-روز تراکمی در منطقه مورد مطالعه

جدول (۸). مشخصات گروهی درجه حرارت تراکمی (درجه-روز) و وزن‌های آن‌ها

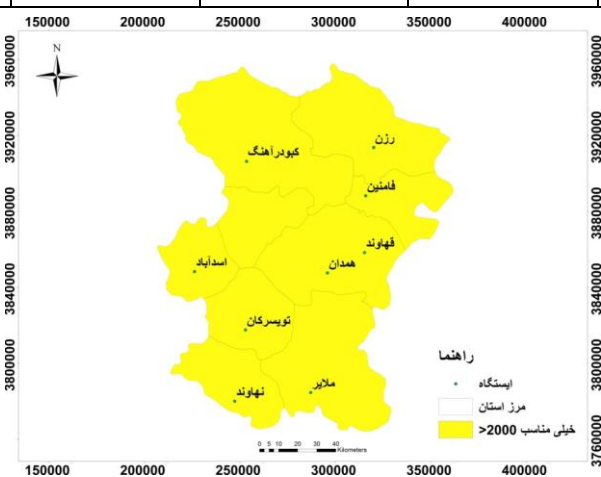
مجموع درجه حرارت تراکمی (درجه-روز)	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار(درصد)
2100-2500	5	مناسب	5	100757
2500>	7	خیلی مناسب	95	1848727



شکل (۸). وزن‌گذاری رطوبت نسبی به درصد در منطقه مورد مطالعه

جدول (۹). مشخصات گروهی رطوبت نسبی به درصد و وزن‌های آن‌ها

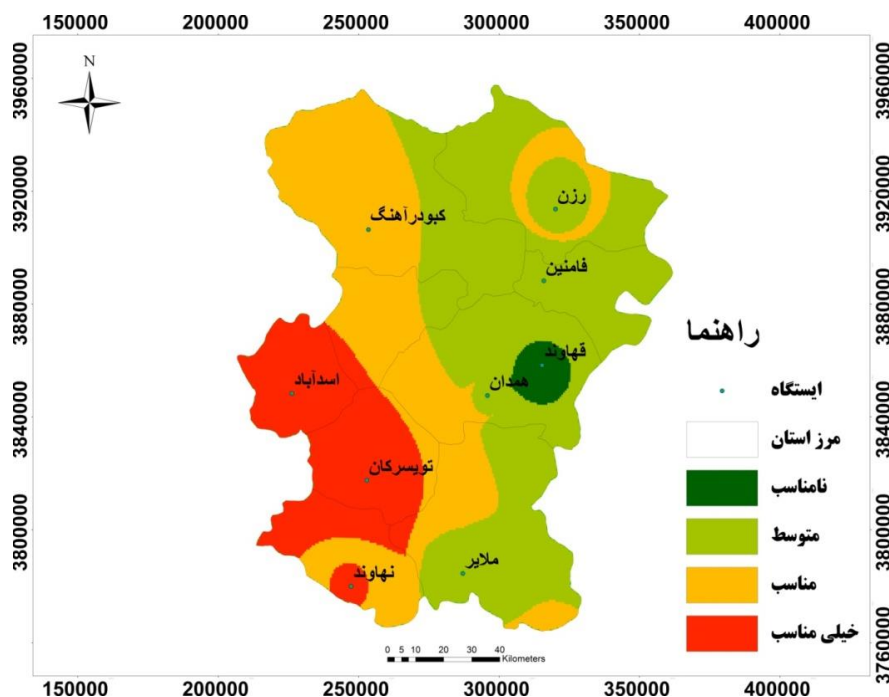
رطوبت نسبی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار(درصد)
۴۵<	۱	نامناسب	۹	۱۶۸۰۶۸
۴۵-۵۰	۳	متوسط	۸۶	۱۶۷۵۲۴۵
۵۰-۵۵	۵	مناسب	۵	۱۰۶۲۸۸



شکل (۹). وزن‌گذاری ساعات آفتابی در منطقه مورد مطالعه

جدول (۱۰). مشخصات گروهی مجموع ساعات آفتابی و وزن‌های آن‌ها

ساعات آفتابی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۲۰۰۰	۷	بسیار مناسب	۱۰۰	۱۹۴۹۴۸۱



شکل (۱۰). پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گندم دیوم

جدول (۱۱). مشخصات گروهی مناطق مستعد کشت گندم دیوم

ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
۱	با استعداد نامناسب	۲	۳۷۲۶۵
۳	با استعداد متوسط	۴۶	۸۹۴۱۲۰
۵	با استعداد مناسب	۳۴	۶۶۰۳۷۲
۷	با استعداد بسیار مناسب	۱۸	۳۵۷۸۳۷

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق، با تحلیل عناصر اقلیمی، آنالیزهای آماری، پهنه‌بندی اقلیمی-کشاورزی استان همدان برای کشت گندم در محیط GIS صورت گرفت. برای این منظور داده‌های بارش و دما ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره آماری مورداستفاده قرار گرفت و با بهره‌گیری از روش درون‌یابی و همپوشانی در محیط GIS نقشه نهایی مناطق هم‌پتانسیل اقلیمی کشت گندم در استان تهیه گردید شکل (۱۰)، بر این اساس اراضی این استان به

چهار پهنه خیلی مناسب (۱۸ درصد، معادل ۳۵۷۸۳۷ هکتار) که شامل مناطق غرب و جنوب غرب به نمایندگی شهرستان‌های نهاوند، توپسرکان و اسدآباد، پهنه مناسب (۳۴ درصد، معادل ۶۶۰۳۷۲ هکتار) از مساحت استان که شامل باریکه‌ای از شمال غرب به نمایندگی کبودرآهنگ و مرکزی و بخشی از جنوب غربی استان، پهنه متوسط (۴۶ درصد معادل ۸۹۴۱۲۰ هکتار) که شامل قسمت‌های شمال، شمال شرق، مرکز و قسمتی از جنوب شرق به نمایندگی شهرستان‌های رزن، فامنین، همدان و ملایر و پهنه نامناسب (۲ درصد معادل ۳۷۲۶۵) شامل قهاوند از توابع شهرستان همدان که به دلیل عدم شرایط اقلیمی مناسب، کشت گندم دیم در این منطقه مقرون به صرفه اقتصادی نیست، تقسیم شده است. همچنین نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت است که بین پارامترهای مورد مطالعه، نقش بارش سالانه و پراکنش آن از همه مهم‌تر است شکل (۱۰)، بر این اساس در حرکت از شمال به جنوب و جنوب غرب مناطق برای کشت گندم از شرایط مساعد به سمت عالی پیش می‌رود که این روند مشابه پراکنندگی بارش سالانه در استان شکل (۳) است. در پایان می‌توان نتیجه گرفت که شناخت محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها جهت مطابقت با محیط، به نحوی که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت گیرد، از طریق مطالعه جامع اقلیمی - کشاورزی امکان پذیر می‌باشد. با مشخص کردن مناطق مساعد کشت و محدودیت‌های هر منطقه و توصیه‌های لازم عملاً می‌توان افزایش عملکرد محصول و استفاده بهینه از شرایط اقلیمی را ارائه نمود و این امر برنامه‌ریزی مناسب در حیطه کشاورزی استان را میسر خواهد ساخت.

## منابع

- بازگیر، سعید. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی استان کردستان)، کارشناسی ارشد، هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
- بلیانی یداله، حجازی زاده زهرا، بیات علی (۱۳۹۱). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، جغرافیای طبیعی، ۵(۱۵): ۳۳-۵۰.
- بهینا، محمدرضا، (۱۳۷۶)، غلات سردسیری، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم.. ص ۶۱۰.
- خداینده، عبدالله، (۱۳۶۹)، زراعت دیم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- دستان سلمان، داداشی رودباری علی (۱۳۹۳). پهنه‌بندی زراعی اقلیمی اراضی کشاورزی مازندران برای کشت گندم دیم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مجموعه مقالات سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۴ الی ۶ شهریورماه.
- زارعی گری. پتانسیل یابی اقلیمی کشت گندم دیم در استان لرستان، کارشناسی ارشد، هواشناسی کشاورزی، دانشکده جغرافیا و علوم برنامه‌ریزی. دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۳، پایان‌نامه کارشناسی ارشد
- سبحانی، بهروز. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS. پایان‌نامه دکتری، جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۴.
- قدسی پور، حسن، (۱۳۹۲). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۲۲۰.

کریمی، هادی، (۱۳۷۱). گندم، مرکز رشد دانشگاهی، تهران، جلد اول، ۴۸.

کمالی، غلامعلی. بررسی اکولوژیکی توانائی‌های دیم‌زارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص بر گندم دیم، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۷۶.

کرم، امیر. (۱۳۸۷). کاربرد روش فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی (AHP) در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه عوامل طبیعی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۸(۱۱): ۵۴-۳۳.

کمالی غلامعلی؛ ملایی پگاه، بهیار، محمدباقر. (۱۳۸۹). تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS، مجله آب‌و‌خاک، ۲۴(۵): ۹۰۷-۸۴۹.

گوپتا، یو، اس، جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، ترجمه غلامحسین سرمدنیا و عوض کوچکی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه مشهد، ۱۳۸۶، ص ۴۲۳.

گیوی، جواد. (۱۳۷۶). ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی، موسسه تحقیقات آب‌و‌خاک، (۱۰۱۵).

مخدوم، مجید و همکاران، (۱۳۸۰). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

F.Orlandi, L.Ruga, B.Romano, and M.Fornaciari. (2005), **Olive floering as an indicator of local climatic change**, Department of plant biology and Agro environmental Biotechnology, University of Perugia.Italy.,pages 169-171.

Fishcer, R. A. and Maurer, (1976): **Crop Temperature Modification and Yield Potential in Dwarf Spring Wheat Ann. Appl. Biology**. Pages 80.

Lammason. T. 1974. **The influence of rainfall on prosperity in Easteren Montana**. Mimegraphed Rep. V. Regioni. U.S. forest service.

Rebertson. G. W, (1974): **Heat Yields for 50 Years at Swift Current. Saskatchewan in Relation to Weather can. J. Plant. Sci**, Pages 54.

Sayta, Pariya, (1999): **GIS-Based Spatial Crop Yield Modeling**; Pages 8.

Zhang. Y. (1994): **Numerical Experiments for The Impacts of Temperature and Precipitation on The Growth and Development of Winter Wheat**, Journal of Environment Science: 194 -200, pages 5.