نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال سیزدهم، شماره ۲۹، تابستان۹۲

پهنه بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک های سیستم اطلاعات جغرافیایی

دریافت مقاله:۹۰/۱۲/۲۴ پذیرش نهایی: ۹۱/۵/۳۰

صفحات: ۲۱۴-۱۹۵

مسلم صیدی شاهیوندی: فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اقلیم شناسی از دانشگاه شهید بهشتی[۱]
Email: m.shahivand@yahoo.com
شهریار خالدی: دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه شهید بهشتی
Email:shahriar_khaledi6@yahoo.com
علیرضا شکیبا: استادیار اقلیم شناسی دانشگاه شهید بهشتی
Email: A-shakiba@sbu.ic.ir
بابک میرباقری: مربی گروه سنجش از دور و GISدانشگاه شهید بهشتی
Email: b_mirbagheri@sbu.ic.ir

چکیده

در بین عوامل مختلف تأثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی، شرایط جوی و اقلیمی از مهمترین متغیرهای محیط طبیعی است. در این مطالعه به پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت ذرت دانه‌ای در سطح استان لرستان پرداخته شده تا بهترین مکان ها برای کشت مشخص گردد. در این بررسی، عناصر اقلیمی دما، بارش، درجه روز از ۷ ایستگاه سینوپتیک در سطح منطقه و پارامترهای محیطی ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از شبکه هیدروگرافی و خاک به عنوان فاکتورهای مؤثر در پهنه بندی، مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا داده های اقلیمی استخراج و اطلاعات مورد نظر بدست آمد، سپس نقشه های مربوط به این پارامترها با استفاده از توابع عضویت فازی و معیارهایی که برای کاشت ذرت دانه ای در نظر گرفته شده، استاندارد شد و به هر کدام بر اساس روشAHP وزن خاصی داده شده است. سپس همه نقشه ها با یکدیگر تلفیق و نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان به دست آمد. بدین ترتیب در نقشه نهایی بدست آمده، ۲۹۹۵۲۱ هکتار از اراضی استان برای کشت بسیار مناسب، ۸۰۹۹۵۶ هکتار مناسب، ۱۰۴۰۹۴۴ دارای قابلیت متوسط، ۵۲۹۵۳۵ هکتار نامناسب و۹۵۹۳۰ هکتار نیز برای کشت ذرت دانه‌ای بسیار نامناسب هستند. نتایج نشان می دهد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی و زمینی، در مناطق

---

[۱]. **نویسنده مسئول**: تهران- میدان تجریش- دانشگاه شهید بهشتی- دانشکده علوم زمین- گروه آب و هواشناسی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مختلف استان متفاوت است و از طریق تلفیق لایه های مؤثر در فرایند کشت در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد جهت کشت این گیاه زراعی وجود دارد.

کلید واژگان: استان لرستان، ذرت دانه‌ای، اقلیم، روش منطق فازی، مدل AHP

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر کشاورزی، آب و هوا است. به طوری که کمیت و کیفیت بالای محصولات کشاورزی با شرایط محیطی در ارتباط می باشد. به علت قابلیت سازش بالای ذرت دانه‌ای با محیط،کاشت این محصول در مناطق جغرافیایی که دارای شرایط اکولوژیکی گوناگون هستند متداول شده است. در بین محصولات زراعی، ذرت از نظر سطح زیر کشت، مقام سوم را در دنیا دارا بوده و در برخی از سال ها بالاترین میزان تولید را به خود اختصاص داده است به طوری که در سال ۲۰۰۱ با تولید ۶۰۰ میلیون تن و عملکرد ۴۲۹۶ کیلوگرم در هکتار، نسبت به برنج و گندم برتری نشان می دهد. سطح ذرت دانه‌ای کشور در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۲۴۳ هزار هکتار برآورد شده که ۹۹ درصد آن اراضی آبی و بقیه به صورت دیم بوده است. بیشترین سطح ذرت دانه‌ای کشور با ۳۰/۴۴ درصد متعلق به استان فارس می باشد. استان های کرمانشاه، خوزستان، همدان، به ترتیب با ۱۶/۰۷، ۱۳/۲۴ ، ۵/۹۱ و ۴/۸۷ درصد سهم، مقام های دوم تا پنج را به خود اختصاص داده اند، پنج استان مذبور جمعاً۷۶/۱۲ درصد از برداشت ذرت دانه‌ای کشور را به خود اختصاص داده اند (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی ،۱۳۸۶). استان لرستان از نظر سطح زیر کشت ذرت در کشور در مقام دهم و از نظر عملکرد در واحد سطح با بیش از ۸ تن مقام دوم را دارد(بهاروند، ۱۳۸۸ :۱۶). سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان از ۲۷۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۰ به ۸۰۲۶ هکتار در سال ۱۳۸۷ رسیده است و متوسط عملکرد آن طی همین دوره از ۶ تن به ۸/۵ تن در هکتار افزایش یافته است. استان لرستان با داشتن مناطق وسیع کوهستانی،کوه‌های مرتفع و در نتیجه جذب رطوبت زیاد و واقع شدن در مسیر جبهه هوای باران زای مدیترانه از غرب، دارای منابع آب قابل توجهی بوده و با توجه به شرایط اقلیمی مناسب، امکان کشت و توسعه محصول ذرت را دارا می باشد (خندان، ۱۳۸۸).

در ایران به عنوان اولین تحقیقات در زمینه کشاورزی می توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا (۱۳۵۴)، بر روی شرایط کشت ۱۵ محصول مهم زراعی ایران اشاره کرد. در این تحقیق نقش عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین بر روی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

محصولات بررسی گردیده است. (لوید، ۱۹۹۱) در مطالعه خود به برآورد توازن بین تولید ذرت و رخدادهای اقلیمی پرداخته است او تغییرات بارش و دمای ماهانه را در فصل رشد برای توزیع تغیرات تولید محصولات کشاورزی به کار برده است. جان ماکادو[1] (۱۹۹۶) در مطالعه خود در مورد تأثیر بالقوه عوامل اقلیمی بر روی ذرت در زیمبابوه به بررسی تغییرات تولید ذرت با تغیرات عناصر دما و بارش پرداخته است. (باون و همکاران، ۱۹۹۶) انعطاف‌پذیری محصولاتی نظیر ذرت و برنج با عناصر اقلیمی در ناحیه فیلیپین مورد مطالعه قرار داده‌اند. (توماس، ۱۹۹۲) به کمک GIS به پهنه‌بندی آگروکلیمای۲ استان یانان چین پرداخت، با استفاده از داده های اقلیمی، خاک شناسی و فنولوژی۳ منطقه مورد مطالعه و بر اساس مدل بیلان آبی مشخص کرد که مدل بیلان آب برای محصول برنج نتایج مثبت نسبت به ذرت دارد. (یزدان پناه، ۱۳۸۰) در پژوهشی تحت عنوان بررسی آگروکلیمایی کشت بادام دیم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی نقشه آگروکلیمایی استان آذربایجان شرقی را جهت کشت بادام دیم طبقه بندی کرده است. (کاظمی نجف‌آبادی،۱۳۸۳) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان پرداخته است، وی با استفاده از مدل های بولین، رتبه-بندی و مقایسه زوجی(AHP) به تلفیق نقشه ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام کرده است. (خندان، ۱۳۸۸) اقدام به پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی مرکبات در استان لرستان نموده است. وی با بررسی شرایط اقلیمی و محیطی مؤثر بر کاشت مرکبات، و طبقه بندی نقشه های حاصله بر اساس قابلیت کشت مرکبات به تلفیق نقشه ها بر اساس مدل همپوشانی شاخص و منطق فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام نموده است. خوش اخلاق و سلطانی(۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی توت فرنگی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان مازندران به این نتیجه رسیده‌اند که پارامتر اقلیم تأثیرگذارترین عامل در بحث پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی می‌باشد. از مجموع روش‌های مطرح شده مشخص است که هدف از ارائه نواحی اقلیم زراعی، ایجاد نوعی پهنه‌بندی اراضی بر اساس توان‌ها و استعدادهای تولید کشاورزی با تاکید بر جنبه‌های آب و هوایی است. لذا هدف اصلی این تحقیق پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت ذرت دانه ای در استان لرستان می باشد. برای این منظور کلیه شرایط اقلیمی و فنولوژیکی ذرت دانه‌ای بر اساس منابع کشاورزی مکتوب و نظر

[1]. Makadho. M. Johannes
[2]. Agroclimate zoning
[3].phenology

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

کارشناسان تعیین شده و میزان سازگاری ذرت دانه‌ای از نظر ارتفاع، شیب، جهت شیب، دما، بارش، نوع خاک و فاصله از رودخانه، تعیین و سپس نقشه های مناسب با این عناصر و عوامل با توجه به معیارهای تعیین شده تهیه، و با استفاده از منطق فازی استاندارد و تعیین وزن لایه‌ها به روش AHP انجام شد و در نهایت جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی نهایی، این لایه ها با یکدیگر تلفیق گردید.

مواد و روش‌ها

در انجام این پژوهش از یک دوره آماری هفده ساله (۲۰۰۷-۱۹۹۱) و آمار سینوپتیک ۷ ایستگاه استفاده شد. جهت استخراج لایه های مربوط به پارامترهای اقلیمی از داده های اقلیمی مربوط به ایستگاه‌های سازمان هواشناسی استفاده گردید و چون می‌بایست از آمار و اطلاعات یکسانی برای همه ایستگاه‌ها استفاده نمود، لذا دوره آماری ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ انتخاب شد تا اینکه ایستگاه‌ها همه داده‌های آماری لازم را داشته باشند.

جدول(۱) موقعیت ایستگاه‌های منطقه

ایستگاه	ارتفاع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خرم آباد	۱۱۴۷/۸	۴۸/۱۷	۳۳/۲۶
بروجرد	۱۶۲۹	۴۸/۴۵	۳۳/۵۵
الشتر	۱۵۶۷/۲	۴۸/۱۵	۳۳/۴۹
نورآباد	۱۸۵۹/۱	۴۸	۳۴/۳
الیگودرز	۲۰۲۲	۴۹/۴۲	۳۳/۲۴
پلدختر	۷۱۳/۵	۴۷/۴۳	۳۳/۹
کوهدشت	۱۱۹۷/۸	۴۷/۳۹	۳۳/۳۱

مکان‌یابی اراضی مستعد کشت ذرت دانه‌ای در سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از منطق فازی به شرح زیر انجام شد: تهیه لایه‌ها (نقشه شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، بارش، دما، درجه روز، نوع خاک و فاصله از رودخانه)، انتقال کلیه لایه‌های اطلاعاتی به سیستم تصویر UTM، تبدیل ساختار برداری (وکتوری) به ساختار رستری، فازی سازی لایه ها با استفاده از توابع فازی، تعیین وزن لایه ها به روش AHP و در نهایت تلفیق همه لایه ها بر اساس اوزان مشخص شده برای بدست آوردن نقشه نهایی مکان‌یابی و تحلیل اقلیمی و زمینی از منطقه مورد نظر انجام گرفت،که در ابتدا به تحلیل عوامل اقلیمی که شامل درجه روز، دما و بارش پرداخته شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

هرگیاهی برای اینکه بتواند در یک منطقه رشد کند نیاز به تعداد مشخصی درجه روز دارد، برای تعیین نیاز حرارتی گیاه در هر مرحله فنولوژیکی دو روش اصلی وجود دارد:۱- روش مجموع درجه حرارت مؤثر: مبنای کار در این روش جمع بندی درجه حرارتهای مؤثر یعنی درجه حرارتهای است که بالاتر از صفر پایه یا صفر فیزیولوژیکی گیاه است.

رابطه (۱)
$$H_u = \sum_1^N \left[\frac{T_M+T_m}{2} - T_t\right]$$

Hu= واحد حرارتی درجه حرارتهای مؤثری است که در طی N روز جمع‌آوری شده است

T_M= درجه حرارت حداکثر روز

T_m= درجه حرارت حداقل روز

T_t= درجه حرارت پایه صفر بیولوژیک

N= تعداد روزهای در یک مدت زمان مشخص

۲-روش مجموع درجه حرارت فعال: دراین روش کلیه مقادیر درجه حرارت روزانه(بدون کسر درجه حرارت پایه) در طی ایام رویش گیاه با یکدیگر جمع می شوند، با این شرط که باید میانگین درجه حرارت در یک روز از درجه حرارت پایه بیشتر باشد.

رابطه (۲)
$$H_u = \sum_1^N \left[\frac{T_M+T_m}{2}\right] \xRightarrow{\text{به شرطی}} \left[\frac{T_M+T_m}{2}\right] > T_t$$

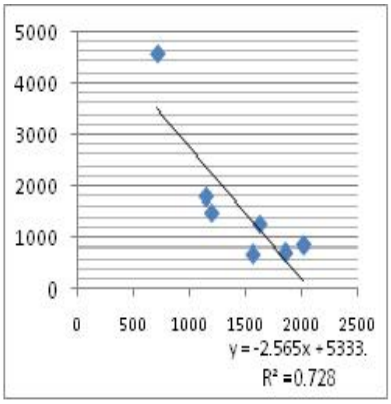
مقادیر درجه روز به روش مؤثر و فعال برای ایستگاه‌های ذکر شده در جدول (۲) نشان می دهد که بیشترین میزان درجه روز مؤثر و فعال متعلق به ایستگاه پلدختر می‌باشد و کمترین میزان درجه روز مؤثر و فعال مربوط به ایستگاه الشتر می باشد. در واقع از سمت جنوب استان به سمت شمال استان از میزان درجه روز کاسته می شود (شکل۲).

جدول (۲) نمایه درجه روز مورد نیاز ذرت دانه‌ای در استان لرستان

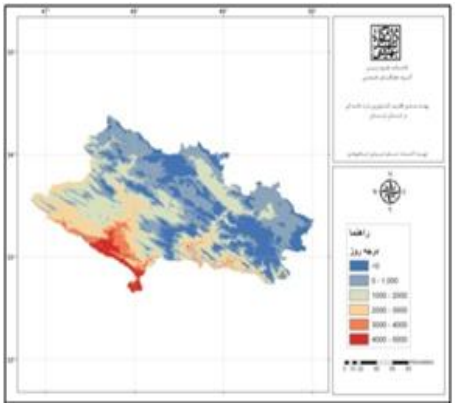
نام ایستگاه	مجموع درجه حرارت مؤثر	مجموع درجه حرارت فعال	ارتفاع
خرم آباد	۱۷۹۰	۵۸۶۸	۱۱۴۷/۸
بروجرد	۱۲۵۶	۴۶۲۰	۱۶۲۹
الیگودرز	۸۵۱	۴۳۸۴/۸	۲۰۲۲
الشتر	۶۷۴	۴۱۶۸/۸	۱۵۶۷/۲
نورآباد	۷۰۷	۴۲۰۰/۱	۱۸۵۹/۱
پلدختر	۴۵۶۶	۷۶۲۳	۷۱۳/۵
کوهدشت	۱۴۸۱	۵۴۹۷/۲	۱۱۹۷/۸

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جهت ترسیم نقشه درجه روز، دما و بارش از ترکیب روش رگرسیون و درونیابی IDW (به دلیل دقیق بودن برآورد این روش بر روی نقاط نمونه) استفاده گردید بدین ترتیب که ابتدا مقدار این عناصر را در هر یک از ایستگاه ها محاسبه و سپس بین مقادیر متغیرهای سالانه و ارتفاع ایستگاه‌های فوق رابطه رگرسیونی برقرار گردید. سپس برای بدست آوردن دقت بالاتر، مانده های حاصل از رگرسیون بر روی نقاط نمونه (ایستگاه ها)، بر اساس روش IDW درون‌یابی گردید و لایه حاصل از آن به نقشه حاصل از رگرسیون افزوده شد. به دلیل اینکه روش درونیابی IDW یک روش درونیابی دقیق است؛ در نتیجه مقدار دقیق مانده ها به مقادیر پیش بینی حاصل از رگرسیون در نقاط ایستگاهها افزوده می شود و باعث می گردد در نقاط نمونه خطا به صفر برسد و همزمان رابطه نقشه های حاصل با ارتفاع نیز حفظ شود. درشکل۴ سطوح هم دمای استان لرستان مشاهده می شود بر اساس این نقشه مشخص گردید که دماهای ۱۲ تا ۱۸ درجه بیشترین پراکنش را به خود اختصاص داده اند. سطوح هم بارش استان لرستان در شکل ۶ نشان داده شده است، با توجه با اینکه بخش عمده‌ای از منطقه در دامنه غربی زاگرس و همچنین در مسیر سیکلون‌های وارده به ایران قرار گرفته است، طیف بارشی استان لرستان بین ۳۰۰ تا ۵۱۰ میلیمتر می‌باشد.

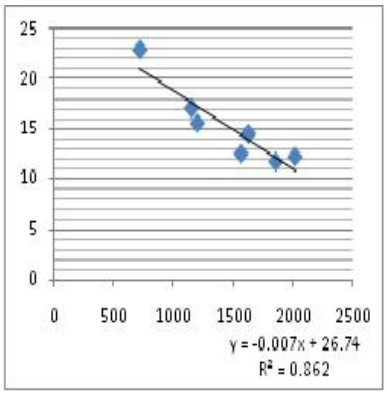


شکل(۱) رابطه بین ارتفاع و درجه روز سالانه

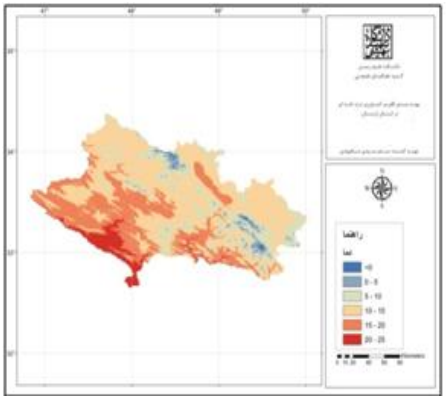


شکل(۲) نقشه درجه روز استان لرستان

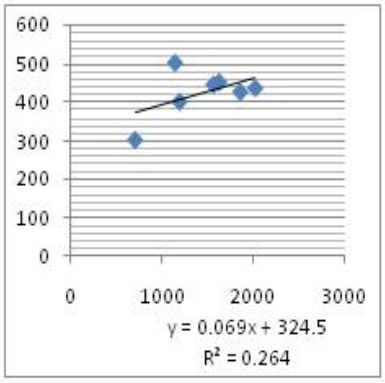
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



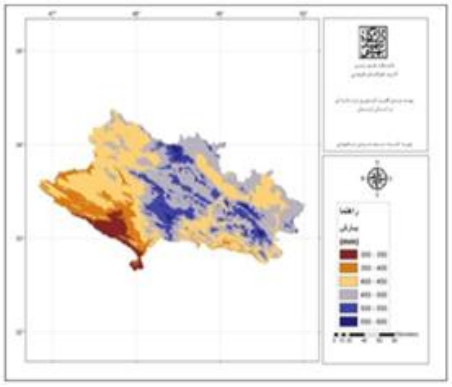
شکل(۳)رابطه بین ارتفاع و دمای سالانه



شکل(۴) نقشه دمای استان لرستان



شکل(۵)رابطه بین ارتفاع و بارش سالانه

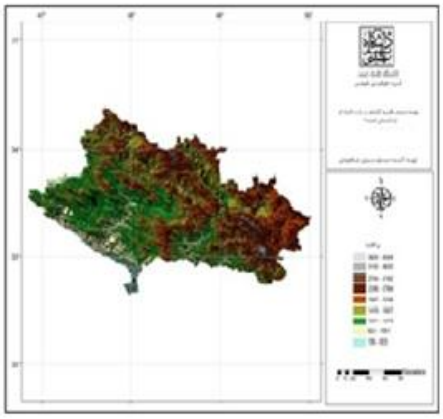


شکل(۶)نقشه بارش استان لرستان

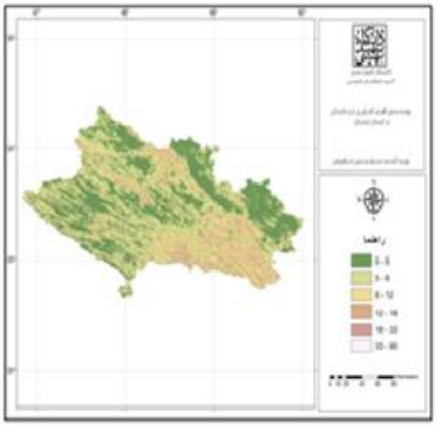
در مرحله بعد تحلیل عوامل زمینی که شامل لایه های (ارتفاع، شیب، جهت شیب، نوع خاک، و فاصله از رودخانه) بر اساس داده های اولیه (لایه های فازی نشده) تولید شدند. بر اساس شکل۷ حداقل طبقه ارتفاعی موجود در حوضه مورد مطالعه ۲۰۰ متر و حد اکثر طبقه ارتفاعی ۴۰۰۰ متر بوده است. روند افزایش ارتفاع به گونه‌ای است که هر چه از جنوب به طرف شمال استان حرکت می‌کنیم بر میزان ارتفاع افزوده می‌شود. نقشه شیب بر پایه DEM منطقه و با استفاده از ابزار 3DAnalys به طبقات مختلف با توجه به استانداردهایی نظیر بارش، دما، درجه روز و... که برای زراعت و کشت بدون محدودیت محصولات کشاورزی وجود دارد طبقه-بندی و ترسیم شده است. این لایه با توجه به اهمیتی که در کشت دارد در انجام فرآیند پهنه-بندی مورد استفاده قرار گرفته است و در شکل۸ شیب کلی محدوده مورد مطالعه در قالب ۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

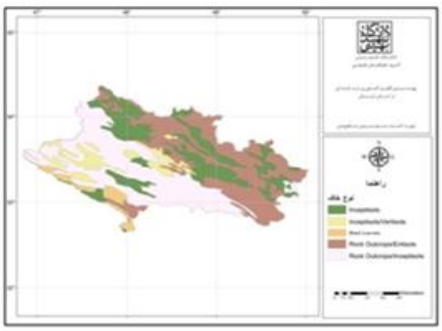
طبقه به نمایش درآمده است. وضعیت جهت شیب یکی از متغیرهای مهم در رشد گیاه است. این لایه با استفاده از لایه های منحنی میزان و طبقات ارتفاعی تهیه شده و در آن جهات جغرافیایی مد نظر قرار گرفته است،که در آن زمین های هموار و مسطح که فاقد شیب خاصی هستند نیز به نمایش درآمده اند.خاک یکی از عناصر مهم در تعیین مقدار و کیفیت کشت ذرت دانه‌ای است. در شکل۱۰ نوع خاک استان لرستان در ۵ رده کلی تقسیم بندی شده است. با توجه به این که ذرت در فصل گرم سال باید کشت شود و در تمامی مراحل رشد و نمو علاوه بر بارش‌های جوی نیاز مبرم به آبیاری دارند و متعاقباً در راستای آن باید در مکان هایی کشت شوند که اولاً دسترسی به آب های سطحی ممکن باشد و ثانیاً سطح آب های زیرزمینی به اندازه کافی بالا باشد، درشکل۱۱کلاس های فاصله از رودخانه های استان نشان داده شده است.



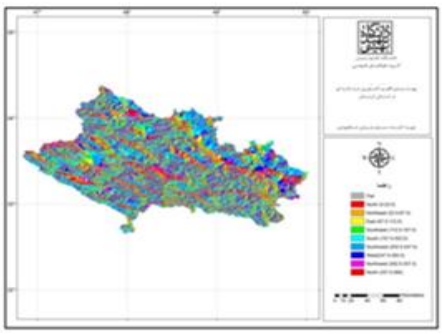
شکل(۷) نقشه سطوح ارتفاعی استان لرستان



شکل(۸) نقشه شیب استان لرستان

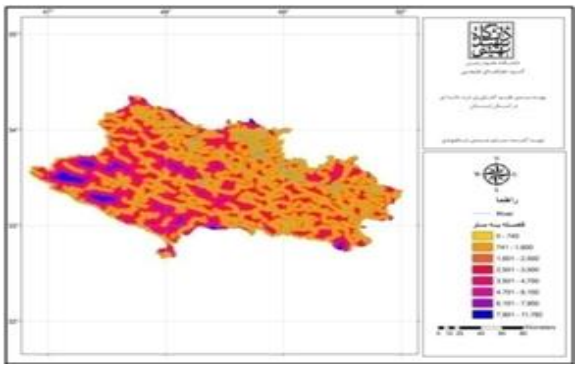


شکل(۱۰) نقشه خاک استان لرستان



شکل(۹)نقشه جهت شیب استان لرستان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۱۱) نقشه فاصله از رودخانه استان لرستان

استاندارد سازی لایه ها با استفاده از توابع عضویت فازی

برای آماده و استاندارد سازی لایه ها بر اساس توابع خطی فازی از نرم افزار Arc GIS استفاده شده است و برای مدل سازی، Spatial analyst Extension به کار گرفته شده است. جهت انتخاب سناریوی مناسب جهت فازی سازی لایه ها از شاخص های مختلفی نظیر شیب کمتر مطلوبیت بیشتر(تابع نزولی) یا بارندگی بیشتر مطلوبیت بیشتر(تابع صعودی) استفاده می شود که این امر به معیارهای به کار گرفته شده در مکان یابی ذرت دانه‌ای بستگی دارد. برای تبدیل ارزش های هر کلاس به امتیاز، باید ارزش ها با یکی از توابع فازی سازی به امتیاز استاندارد شده تبدیل شوند که این توابع شامل تابع عضویت فازی صعودی و تابع عضویت فازی نزولی می باشند.که در تابع عضویت فازی صعودی هر چه مقدار معیار بالاتر باشد، امتیاز داده شده به ۱ بیشتر نزدیک می شود. مثلاً ارزش های کلاس بارندگی بالاتر به عدد یک نزدیک و بارندگی کمتر به عدد صفر نزدیک می شوند. برای استاندارد کردن لایه ها به این روش، از رابطه ۳ استفاده می گردد که Xi لایه مورد مطالعه، X min حداقل ارزش موجود در لایه و Xmax حداکثر ارزش در لایه است.

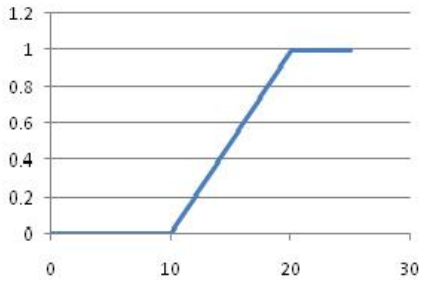
$$z_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad (۳)$$

در روش تابع عضویت فازی نزولی مقادیر با ارزش پایین تر، امتیاز بالاتری می‌گیرند. مثلاً در مورد لایه شیب، هر چه شیب کمتر باشد، ارزش آن در لایه استاندارد شده با تابع عضویت فازی بالاتر و به یک نزدیکتر است. برای استاندارد کردن لایه ها به این روش از رابطه ۴ استفاده می گردد:

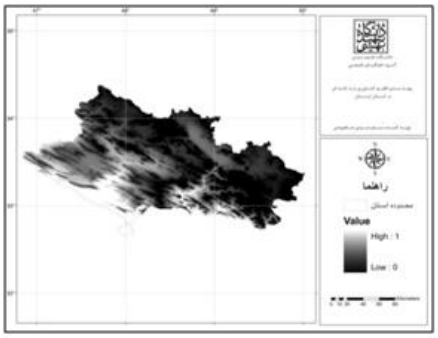
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

$$Z_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}} \quad (۴)$$

البته برای لایه های مورد استفاده در این مطالعه، در اکثر موارد از تلفیقی از این دو روش استفاده می گردد. چگونگی آماده نمودن لایه ها و استاندارد کردن نقشه های مورد نیاز بر اساس توابع عضویت فازی در ذیل آمده است. بر اساس منابع مکتوب و نظر کارشناسان دامنه دمایی بهینه برای ذرت دانه‌ای بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است و لذا مناطقی که دارای چنین دامنه دمایی باشند، مناسب ترین مکان ها برای کاشت ذرت هستند (بهاروند ،۱۳۸۸: ۱۶). بنابر این پس از تهیه لایه دما با توجه به دامنه دمایی مناسب برای کشت ذرت دانه‌ای، این لایه به دو طبقه تقسیم شد. دماهای۱۰ تا ۲۰ درجه به روش صعودی استاندارد شدند و سپس دماهای بالای ۲۰ درجه سانتی گراد به دلیل مناسب بودن برای کشت ذرت مساوی ۱ قرار داده شد.(شکل ۱۲و۱۳).



شکل(۱۲) نمودار تابع عضویت فازی دمای استان



شکل(۱۳)نقشه استاندارد شده دما به روش فازی

با توجه به توضیحات و نمودار بالا، لایه دما بر اساس ربطه ذیل فازی شده است:

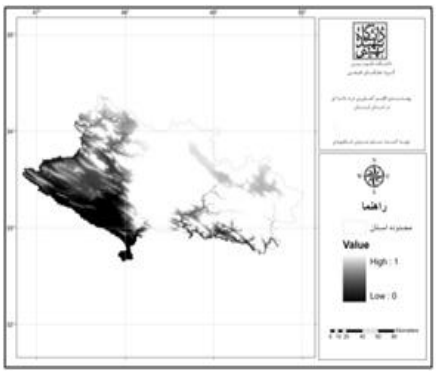
$$\begin{cases} X<=10: z = 0 \\ X>10 \text{ and } X <= 20: Z = (x-10)/10 \\ X>20: Z = 1 \end{cases}$$

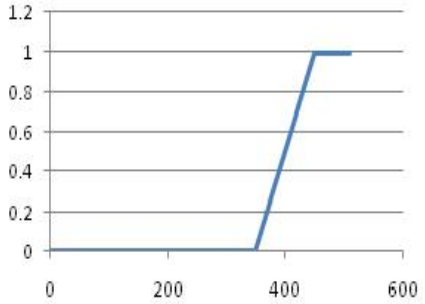
در استاندارد کردن لایه بارش، ارزش مناطقی را که بارندگی بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ میلی متر دارند با فرمول صعودی استاندارد شده اند و مناطقی که بالای ۴۵۰ میلی متر دارند را ارزش مساوی ۱ قرار دادیم (شکل۱۴و۱۵).

فرمول و نمودار زیر چگونگی استاندارد کردن لایه بارش را بر اساس منطق فازی نشان می دهد:

$$\begin{cases} X<= 350: Z= 0 \\ X>350 \text{ and } x <= 450, Z=(x-350)/100 \\ Z>450: Z=1 \end{cases}$$

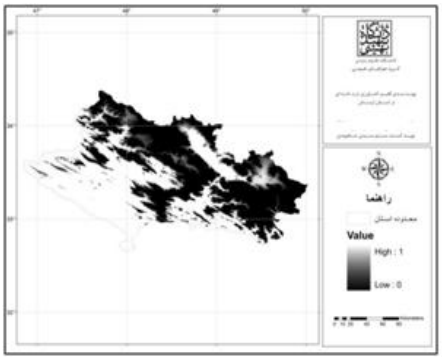
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

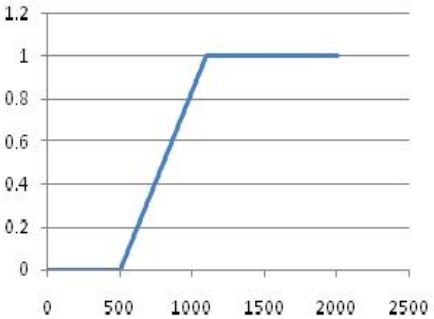




شکل(۱۴)نمودار تابع عضویت فازی بارش استان **شکل (۱۵)نقشه استاندارد شده بارش به روش فازی**

برای استاندارد کردن لایه درجه روز، ابتدا ارزش مناطقی را که زیر۵۰۰ درجه روز بودند مساوی صفر قرار داده شد. برای استاندارد کردن ارزش مناطقی که بین ۵۰۰ تا ۱۱۰۰ بود از فرمول صعودی استفاده شد و ارزش مناطق بالای ۱۱۰۰ درجه روز مساوی یک قرار دادیم (شکل۱۶و۱۷).





شکل(۱۶)نمودار تابع عضویت فازی درجه روز **شکل(۱۷)نقشه استاندارد شده درجه روز به روش فازی**

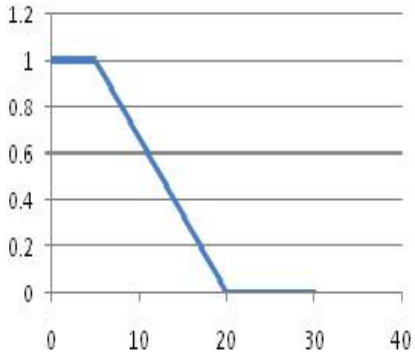
بنابراین با معیارهای در نظر گرفته شده، استاندارد سازی این لایه با توجه به نمودار بالا و فرمول زیر صورت گرفت:

$$\begin{cases} X<=500: Z=0 \\ X>500 \text{ and } x <= 1100: Z=(x-500)/600 \\ Z >1100: Z=1 \end{cases}$$

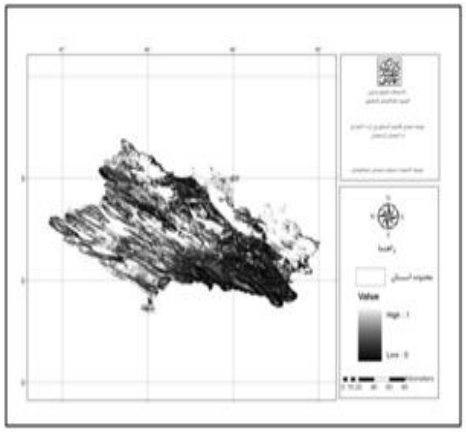
مناسب ترین شیب برای کاشت ذرت دانه‌ای شیب های کمتر از ۵ درصد می باشد بنابر این در این تحقیق نیز شیب کمتر از ۵ درصد به عنوان شیب بهینه برای کاشت ذرت در نظر گرفته

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شده است. بنابر این ابتدا شیب های کمتر از ۵ درصد را مساوی یک و یا بیشترین ارزش قرار داده شد پس شیب های بیشتر از ۵ درصد را با فرمول تابع عضویت نزولی استاندارد شد. شیب های بیشتر از ۲۰ درصد نیز مساوی صفر(مینیمم ارزش) در نظر گرفته شدند. (شکل۱۸و۱۹).



شکل(۱۸)نمودار تابع عضویت فازی شیب استان

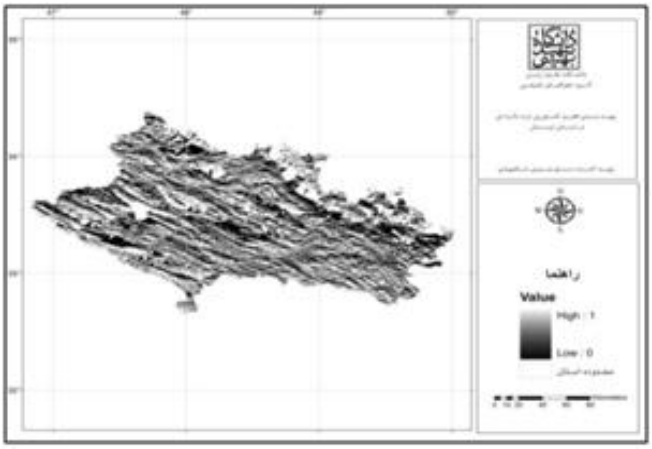


شکل(۱۹)نقشه استاندارد شده شیب به روش فازی

$$\begin{cases} X<=5: Z=1 \\ X>5 \text{ and } x <= 20: Z= (20-x)/15 \\ Z >20: Z=0 \end{cases}$$

جهت شیب نیز یک عامل بسیار مهم در تعیین مکان های مناسب کشت گیاهان زراعی به حساب می آید. به طوری که شیب های جنوبی، جنوب غربی و جنوب شرقی با بیشترین ارزش (مساوی با یک) استاندارد شدند و شیب های شرقی و غربی با استفاده از تابع نزولی و شیب های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی کمترین ارزش یعنی مساوی صفر را به خود اختصاص دادند (شکل۲۰).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۲۰) نقشه استاندارد شده جهت شیب استان لرستان به روش منطق فازی

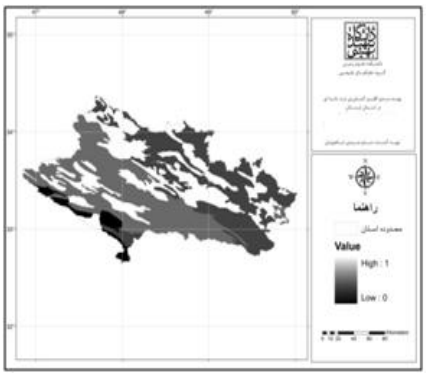
با توجه به اینکه نوع خاک یک پارامتر کیفی است، لذا برای تبدیل آن به ارزش های عددی و استاندارد کردن این لایه در دامنه صفر و یک ابتدا به هر کدام از انواع خاک ها به ترتیب اهمیت آن برای کشت ذرت دانه‌ای ارزشی از صفر تا ده تخصیص داده شد. خاک های مناسب برای رشد ذرت با توجه به نوع خاک در نظر گرفته شده و ارزش آنها برای ذرت در جدول ۳ آورده شده است:

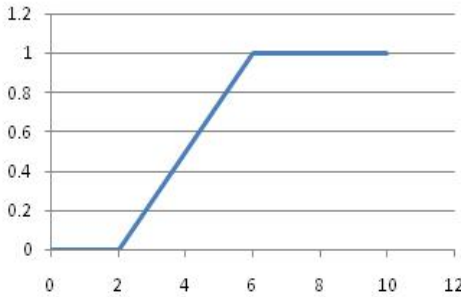
جدول (۳) انواع خاک های استان لرستان و ارزش در نظر گرفته شده برای هر کدام

نوع خاک	ارزش
قهوه‌ای	۱۰
قهوه‌ای/بلوطی	۱۰
آبرفتی	۶
صخره‌ای	۲
بایر	۰

سپس این لایه با توجه به فیلد ارزشی آن، به رستر تبدیل و با توجه به امتیازات داده شده به خاک ها، با استفاده از تابع صعودی بین صفر و یک استاندارد شدند. (شکل۲۱و۲۲).

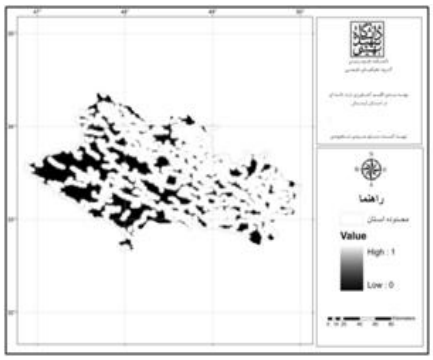
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

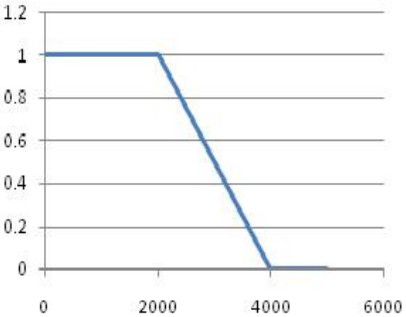




شکل (۲۱)نمودار تابع عضویت فازی خاک استان **شکل(۲۲)نقشه استاندارد شده خاک به روش فازی**

برای استاندارد کردن لایه فاصله از رودخانه مکان هایی را که دارای فاصله کمتر از ۲۰۰۰ متر بودند، مساوی یک و بیشترین ارزش قرار داده شد و مکان های دارای فاصله ما بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر با تابع عضویت نزولی استاندارد گردید و مکان هایی که دارای فاصله بیش از ۴۰۰۰ متر از رودخانه را برابر کمترین ارزش یعنی صفر قرار داده شد (شکل۲۳و۲۴).





شکل(۲۵)نمودار تابع عضویت فازی فاصله از رودخانه **شکل(۲۴) نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه**

وزن دهی نهایی لایه ها با استفاده از روش AHP

در این مرحله، به تخصیص وزن هر لایه اطلاعاتی با روش AHP پرداخته شده است. جدول ذیل مقایسه دودویی لایه ها را جهت استخراج وزن نهایی هر لایه براساس روش AHP نمایش می دهد:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول(۴) مقایسه دو دویی عوامل با یکدیگر به روش AHP جهت استخراج وزن لایه ها

نام لایه	دما	فاصله از رودخانه	درجه روز	بارش	شیب	نوع خاک	جهت شیب
دما	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فاصله از رودخانه	۰/۵	۱	۲	۳	۴	۵	۶
درجه روز	۰/۳۳	۰/۵	۱	۳	۳	۴	۵
بارش	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۳	۴
شیب	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۳
نوع خاک	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲
جهت شیب	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱

و سپس وزن لایه ها به شرح زیر توسط روش AHP محاسبه شد. البته شایان ذکر است که نسبت سازگاری برابر ۰/۰۳ می باشد که با توجه به اینکه این مقدار کمتر از ۰/۱ است قابل قبول می باشد.

جدول (۵) وزن نهایی لایه ها

نام لایه	ارزش وزنی
دما	۰/۳۵۴
فاصله از رودخانه	۰/۲۳۹
درجه روز	۰/۱۵۸
بارش	۰/۱۰۳
شیب	۰/۰۶۷
نوع خاک	۰/۰۴۴
جهت شیب	۰/۰۳۱

تلفیق لایه‌ها

جهت پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان پس از تهیه لایه های مربوط به توزیع جغرافیایی عناصر اقلیمی مورد نظر، نظیر دما، بارندگی، درجه روز، و لایه های مربوط به، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، و استاندارد کردن این لایه ها با استفاده از توابع عضویت فازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، تلفیق لایه های مورد نظر به انجام رسید. تلفیق لایه های اطلاعاتی مختلف در سیستم اطلاعات جغرافیایی ، تحت عنوان Overlay شناخته می شود. در این تحقیق از ترکیب خطی وزنی(WLC) جهت تلفیق لایه ها استفاده

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شد. بدین ترتیب که پس از مشخص شدن وزن هر یک از لایه های اطلاعاتی به روش AHP، وزن هرکدام از لایه ها درآن لایه ضرب شده و در نهایت جمع کردن همه این نقشه ها، نقشه پهنه‌بندی مکانهای مستعد کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان بر اساس رابطه ذیل در محیط Raster Calculater در نرم افزار Arc GIS به دست آمد..

لایه نهایی جهت پهنه بندی= (دما × ۰/۳۵۴) + (فاصله از رودخانه × ۰/۲۳۹) + (درجه روز × ۰/۱۵۸) + (بارش × ۰/۱۰۳) + (شیب × ۰/۰۶۷) + (نوع خاک × ۰/۰۴۴) + (جهت شیب × ۰/۰۳۱)

نتایج

درراستای شناخت مناطق مساعد جهت کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان، مهمترین محورها در شرایط محیطی این استان که زمینه های تولید در کشاورزی را فراهم می سازد به نوعی مورد توجه قرار گرفت. به این منظور پهنه‌بندی پس از تلفیق لایه های مربوط به دما، فاصله از رودخانه، درجه روز، بارش، شیب، خاک، و جهت شیب و با توجه به این که این لایه های اقلیمی از عوامل تأثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی هستند انجام شد. همانطور که که در شکل ۲۵ مشاهد می گردد این نقشه به پنج طبقه تقسیم شده است. مناطق جنوبی، جنوب غربی و مرکز استان مناسب ترین مناطق برای کشت ذرت دانه‌ای می باشند. در واقع هر چقدر که از سمت جنوب و جنوب غرب به طرف شمال استان پیش می‌رویم از میزان استعداد مناطق کشت ذرت دانه‌ای کاسته می شود این شرایط به خاطر ویژگی های اقلیمی و فیزیکی استان می باشد.

جدول(۶) میزان استعداد اراضی استان لرستان برای کشت ذرت دانه‌ای به روش منطق فازی

قابلیت اراضی کشت ذرت	طبقه	مساحت به درصد	مساحت(هکتار)
بسیارمناسب	۱	۱۰	۲۹۹۵۲۱
مناسب	۲	۳۰	۸۰۹۹۵۶
متوسط	۳	۳۷	۱۰۴۰۹۴۴
نامناسب	۴	۱۹	۵۲۹۵۳۴
بسیارنامناسب	۵	۴	۹۵۹۳۰

۱- اراضی بسیار مناسب: به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب نظیر دما و درجه روز در طول دوره رشد ذرت و دارا بودن شرایط خوب زمینی و شیب مناسب دارای عملکرد مناسب هستند، مساحت این ناحیه ۲۹۹۵۲۱ هکتار می باشد که ۱۰ درصد از مساحت استان را به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

خود اختصاص داده است که بیشتر شامل قسمت های جنوب، جنوب غرب، مرکز که شامل شهرستان های، پلدختر، کوهدشت، خرم آباد می باشد.

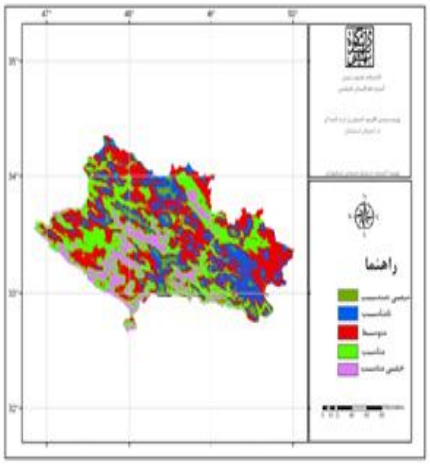
۲- اراضی مناسب (درجه دوم): شرایط مناسبی را برای کشت ذرت دارا می‌باشد و جزء مناطق مستعد برای کشت ذرت دانه‌ای می باشد مساحت این ناحیه ۸۰۹۹۵۶ هکتار می باشد که ۳۰ درصد از مساحت استان را در برگرفته است که شامل قسمت های جنوب غربی، غربی و شمال شرقی استان که دشت های کوهدشت و دشت بروجرد و دورود را در بر می گیرد، و به عنوان نماینده این ناحیه می توان به شهرستان کوهدشت اشاره کرد که دارای بالاترین عملکرد ذرت در سطح استان است و بیش از ۷۰ درصد ذرت استان در این شهرستان کشت می شود.

۳- اراضی متوسط: دارای پتانسیل متوسطی برای کشت ذرت دانه‌ای می باشند، این مناطق به صورت نواری از شمال غربی به جنوب شرقی و شرق استان درامتداد رشته کوههای زاگرس در استان کشیده شده است، پتانسیل کم این مناطق ناشی از دما پایین تر، و شرایط فیزیکی نامناسب است مساحت این مناطق ۱۰۴۰۹۴۴ هکتار می باشد ۳۷ درصد از مساحت استان را در برگرفته است که بیشترین مساحت را در بین مناطق به خود اختصاص داده است.

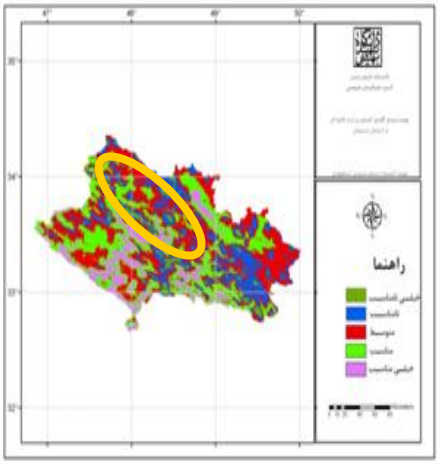
۴- مناطق نامناسب: این مناطق در جنوب شرق استان و شمال و تا حدودی شمال غرب استان می باشد. به دلیل شرایط نامناسب دمای، شرایط نامناسب فیزیکی منطقه شرایط کشت ذرت در این مناطق مقرون به صرفه اقتصادی نیست. مساحت این منطقه ۵۲۹۲۳۵ هکتار می باشد که ۱۹ درصد از مساحت کل منطقه را شامل می شود.

۵- مناطق خیلی نامناسب:در این مناطق دما و درجه روز پایین، ناهمواری شدید، ارتفاع و شیب زیاد و اختلاف دمای زیاد بین شب و روز زیاد است. مساحت این منطقه ۹۵۹۳۰ هکتار می باشد که ۴ درصد از مساحت استان را در بر گرفته است. اما یکی از اهداف مهم و قابل توجهی که در این تحقیق دنبال می شد معرفی مناطق جدید کشت ذرت دانه‌ای بود که در این تحقیق به آن دست پیدا کردیم. منطقه‌ای مورد نظر که در حال حاضر ذرت به صورت عمده در آن کشت نمی شود اما به لحاظ شرایط اقلیمی و فیزیکی مستعد کشت ذرت می باشد، در شمال استان واقع شده که دشت سیلاخور نام دارد، این دشت به خاطر شرایط اقلیمی مناسب، از جمله مناطق مستعد کشت ذرت دانه ای می باشد که در پهنه‌بندی در کلاس خیلی مناسب و مناسب قرار گرفته است. (شکل۲۶).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۲۵) نقشه نهایی پهنه‌بندی کشت ذرت دانه‌ای



شکل(۲۶) نقشه منطقه جدید پیشنهادی کشت

نتیجه گیری

در این تحقیق از لایه‌های دما، فاصله از رودخانه، درجه روز، بارش، شیب، نوع خاک، جهت شیب به صورت تلفیقی در تعیین پهنه بندی اقلیمی کشت ذرت دانه‌ای در مناطق مختلف استان لرستان استفاده گردید. که همه آنها در پنج گروه با قابلیت خیلی خوب، خوب، متوسط، نامناسب، و خیلی نامناسب ارائه شد که هریک دارای مساحت‌های متفاوتی است جدول(۶). در استان لرستان مناطق جنوبی، جنوب غربی و مرکز استان مناسب‌ترین مناطق برای کشت ذرت دانه‌ای به لحاظ پارامترهای اقلیمی و زمینی می باشند. در واقع هر چقدر که از سمت جنوب و جنوب غرب به طرف شمال استان پیش می‌رویم از میزان استعداد مناطق کشت ذرت دانه‌ای کاسته می شود این شرایط به خاطر ویژگی‌های اقلیمی و فیزیکی استان می باشد و این شرایط تا جای ادامه می یابد که به دلیل محدودیت این عوامل کشت محصول امکان‌پذیر نباشد. با تهیه نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کاشت ذرت دانه‌ای علاوه بر اینکه استعداد و قابلیت های اراضی استان لرستان برای کاشت ذرت دانه‌ای مشخص می شود، می توان مشخص کرد که پارامترهای در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی در چه نقاطی در حد مطلوب هستند و چه مناطقی دچار کمبود و ضعف می باشند. به عنوان مثال می توان مشخص کرد که کدام منطقه دارای شرایط دمایی و درجه روز مناسب برای کشت ذرت است و کدام منطقه از نظر دمایی دچار ضعف است. نتایج این تحقیق درباره‌ای پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی مقایسه با سایر تحقیقات مشابه معرفی مناطق جدید کشت ذرت دانه‌ای می باشد که درشکل (۲۶) نشان داده

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شده است. و در نهایت پس از مشخص کردن این نقاط ضعف و مثبت می توان برای انتخاب مناطق مناسب جهت کشت ذرت دانه‌ای در این مناطق برنامه‌ریزی و مدیریت لازم را اعمال نمود.

منابع و ماخذ

۱. آمارنامه کشاورزی (۱۳۸۸) جلد اول ، وزارت جهاد کشاورزی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات .- تهران : وزارت جهاد کشاورزی . معاونت امور برنامه ریزی ، اقتصادی و بین‌المللی . دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ص ۱۱۵.

۲. بهاروند، سعید (۱۳۸۸) **مدیریت تولید ذرت دانه ای**، خرم آباد، انتشارات شاپور خواست،ص۴۵.

۳. برآورد نیازها و محدودیت های کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران (۱۳۵۶) طرح تحقیقاتی مشترک سازمان هواشناسی و مهندسین مشاور کوانتا،ص۱۳۵.

۴. تشنه لب، م (۱۳۷۸) **سیستم فازی و کنترل فازی**، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی،ص۸۷.

۵. خدابنده ، ناصر (۱۳۷۱) **زراعت غلات**، انتشارات دانشگاه تهران ص۱۷۵.

۶. خندان، سکینه (۱۳۸۸) **پهنه بندی کشت مرکبات در استان لرستان**،پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی(اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی)، دانشگاه شهید بهشتی.

۷. خوش اخلاق، فرامرز و محسن سلطانی(۱۳۹۰) **پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی توت فرنگی با استفاده از GIS در استان مازندران**، فصلنامه سپهر، سال بیستم، شماره ۷۸، تابستان ۱۳۹۰

۸. ذبیحی،کمال(۱۳۸۱) **طرح افزایش تولید ذرت دانه ای** کشور، دبیرخانه طرح ذرت ، ص ۲۳.

۹. علیزاده امین، کوچکی عوض (۱۳۶۸) **کشاورزی و آب و هوا**، انتشارات جاوید، ص۱۴۰.

۱۰.کاظمی نجف آبادی، مهدی (۱۳۸۳) **امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان با استفاده ازGIS** ، کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران . دانشکده جغرافیا . گروه جغرافیای طبیعی . رشته جغرافیای طبیعی-اقلیم وژئومورفولوژی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱۱.میر هادی، محمد جواد (۱۳۸۰) **ذرت** ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۲.نورمحمدی، سعید (۱۳۷۴) **نشریه ترویجی ذرت**، انتشارات فنی مدیریت آموزش و ترویج سازمان کشاورزی لرستان.

۱۳. نورمحمدی، قاسم (۱۳۷۶) **غلات**، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۳۱۸

۱۴.یزدان پناه، حجت الله (۱۳۸۵) **پتانسیل یابی و مدل سازی کشت محصولات غالب استان آذربایجان** شرقی، پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت معلم تهران.

Brown,R.H ,.Beaty E.R. Ethredge W.J, and. Hayes D.D (1970) ***influence of row width and plant population onyield of two varie ties of corn*** .Agron. J.**62**:767- 770.

Buan. R. D. Maglino. A. R. Evangelista. P.P. pajuulelas. B. G, (1996) ***Vulnerability of rice and corn to climate chang in the Pilippines***. Publisher Springer Netherlands. **92**(1-2):170

Cox, Eral (1994) ***the Fuzzy Systems Handbook***.

David F. Moncunill (2007) ***Climate Variability and Corn Yields in semiarid Ceara***, Brazil. Journal of Applied Meteorology and Climtalogy. Articale: pp.

Hajek, Peter (1998) ***Metamathematices of Fuzzy Logic***.

Inthavong thavone, (2002) ***the use of Geographic information sestem for soil survey and land evaluation.***

Makadho. M. Johannes (1996). ***Potential effect of climate change corn Production in Zimbabwe***. Vol.6:147- 151.

Thomas, A (1992) ***Agricultural water balance of yunnan prouince,PR china: agroclimatic zoning with GIS***, Agricultural water management. 21: 4, 249-263

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]