



دانشگاه گوارز، نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد بیست و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## پهنه‌بندی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان

\* حسین کاظمی

استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۳۰

### چکیده

به منظور پهنه‌بندی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. به این منظور ابتدا نیازهای زراعی - بوم‌شناختی آفتابگردان با استفاده از منابع و اسناد علمی تعیین، درجه‌بندی و سپس نقشه‌های موضوعی متغیرهای محیطی مانند دمای متوسط، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهات شیب، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، شوری، بافت، pH، میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی تهیه شدند. طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه در ۴ طبقه صورت گرفت. از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن معیارها از طریق تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها استفاده شد. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS پس از اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه، روی هم‌گذاری و تلفیق شدند. سپس پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد انجام شد. نتایج نشان داد که به ترتیب ۷۱/۳۸ و ۱۳/۸۵ درصد زمین‌های زراعی شهرستان گرگان جهت تولید آفتابگردان در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند. این پهنه‌ها از بارش کافی (بالتر از ۴۰۰ میلی‌متر) و حاصلخیزی بالا برخوردار بودند. همچنین نتایج نشان داد حدود ۱۴/۷۶ درصد از اراضی کنونی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان مناسب نمی‌باشد و حداقل از نظر یک منبع بوم‌شناختی دارای محدودیت می‌باشد. این اراضی شامل طبقات نیمه‌مستعد (۶/۸۴) و

\* مسئول مکاتبه: [hossein\\_k\\_p@yahoo.com](mailto:hossein_k_p@yahoo.com)

غیرمستعد (۷/۹۲)، به قسمت‌های جنوبی شهرستان اختصاص یافت. در این مناطق شیب بالا، شوری و کمبود برخی عناصر غذایی مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم از عوامل محدود کننده کشت شناخته شدند.

**واژه‌های کلیدی:** پهنه‌بندی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شهرستان گرگان، آفتابگردان

### مقدمه

پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی، تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی محیطی است که در آن منابع اقلیم، آب، پستی و بلندی و شرایط خاک به صورت یک مجموعه همگن زیست‌محیطی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی بررسی می‌گردد. این نوع پهنه‌بندی یک ابزار ضروری در برنامه‌ریزی کشاورزی محسوب می‌شود. با تلفیق اجزاء اصلی و مؤثر کشاورزی، امکان بررسی همه جانبه شرایط تولید فراهم شده و پتانسیل‌ها و محدودیت‌های محیطی بهتر بررسی گردیده و تصمیم‌گیرندگان عرصه کشاورزی با داشتن یک نقشه جامع و کامل به‌جای نقشه‌های واحد و پراکنده، تصمیمات درستی اتخاذ می‌کنند (غفاری و همکاران، ۲۰۰۲). در زمینه مسایل بوم‌شناختی کشاورزی در مجموع پژوهش‌هایی که در داخل کشور صورت گرفته است توجه کمی به ایجاد پایگاه داده‌های کامل مشتمل بر شرایط اقلیمی، محیطی، فنولوژی گیاهان زراعی و غیره شده است که این مهم خود مستلزم به‌کارگیری هم‌زمان روش‌های آماری، سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، به‌هنگام نمودن و تجزیه و تحلیل نهایی داده‌ها می‌باشد.

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در جهان و به‌عنوان پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام‌زمینی به‌حساب می‌آید (اسدی و فرجی، ۲۰۰۹). مصارف اصلی دانه آفتابگردان تهیه روغن و مصرف آجیلی است. انواع آجیلی دانه درشت‌تر ولی روغن کمتری دارند. این گیاه در ایران به‌صورت آبی و دیم کشت می‌شود (خواججه‌پور، ۲۰۱۰). مساعد بودن آب و هوای استان گلستان برای تولید اغلب محصولات کشاورزی باعث شده که این استان از نظر تولید محصولات زراعی دارای تنوع بالایی باشد، به‌طوری‌که در دانه‌های روغنی به‌خصوص سویا و کلزا، در کشور از نظر سطح زیرکشت و تولید دارای رتبه‌های نخست می‌باشد (وزارت جهاد کشاورزی، ۲۰۱۰). عدم پهنه‌بندی و شناسایی توان مناطق مختلف استان

برای انواع فعالیت‌های کشاورزی با توجه به خصوصیات و عوامل بوم‌شناختی منطقه، باعث تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی، آلودگی منابع آب و خاک، شور شدن اراضی، کاهش سفره آب زیرزمینی و سرانجام ناپایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی در این استان شده است.

در مورد پهنه‌بندی بوم‌شناختی کشاورزی مطالعات متعددی در ایران انجام شده که اکثراً به صورت پهنه‌بندی زراعی اقلیم‌شناختی<sup>۱</sup> مناطق مختلف کشور جهت کشت محصول گندم می‌باشد. تاریخچه این موضوع به دهه ۱۳۵۰ بر می‌گردد. در آن دهه برای اولین بار پهنه‌بندی اقلیمی کشور جهت کشت ۱۵ محصول مهم توسط سازمان هواشناسی کشور و با همکاری شرکت خارجی کواتا انجام شد. میرزاییاتی (۲۰۰۴) نواحی مستعد برای کشت زعفران را در دشت نیشابور با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های مختلف وزن‌دهی به لایه‌ها از جمله فرایند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۲</sup> (AHP) تعیین کرد. نتایج نشان داد که ۲۱۴۶ کیلومتر مربع از اراضی این دشت دارای استعداد بسیار خوب برای توسعه کشت زعفران می‌باشد. فرج‌زاده و همکاران (۲۰۰۷) با ارزیابی منابع اقلیمی و محیطی شهرستان سبزوار با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آماری، تناسب اراضی این منطقه را برای کشت کلزا مشخص کردند. در این پهنه‌بندی، درجه-روز رشد، دمای متوسط، شیب و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) بیشترین تأثیر را در تعیین مناطق مستعد داشتند. اراضی استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری توسط قاسمی پیربلوطی و گل‌پرور (۲۰۰۸) با ارزیابی برخی متغیرهای زراعی-اقلیم‌شناختی جهت کشت کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت، به وسیله سامانه اطلاعات جغرافیایی پهنه‌بندی شد. نتایج مشخص کرد که از عوامل اصلی محدود کننده کشت کلزا در این استان‌ها، درجه-روز-رشد (GDD) از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و از کاشت تا روز شروع یخ‌زدگی می‌باشد.

کالوگرو (۲۰۰۱) با مدل طبقه‌بندی محصولات زراعی به روش فائو و داده‌های مربوط به خاک و شرایط محیطی، تناسب اراضی را برای ۵ محصول زراعی شامل گندم، جو، ذرت، پنبه و چغندر قند در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی مدل‌سازی نموده و مناطق مستعد و غیرمستعد را مشخص کرد. در راستای کشاورزی پایدار و برای استفاده بهینه از عوامل اقلیمی و محیطی، پتانسیل تولید و استعداد اراضی حوضه آبریز استور در ایالت کنت واقع در جنوب شرقی انگلستان، با استفاده از سامانه اطلاعات

1- Agroclimatology

2- Analytical Hierarchy Process (AHP)

جغرافیایی و روش محدودیت ساده (SLA) توسط غفاری و همکاران (۲۰۰۱) بررسی شد. در مطالعه دیگری پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی کشور آرژانتین به‌منظور تولید سیب‌زمینی توسط کالدیز و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۲) انجام شد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد کاهش دما یک عامل محدود کننده کشت این محصول است و اثرات منفی این کاهش دما به‌صورت اثر بر تخصیص ماده خشک نمایان می‌شود.

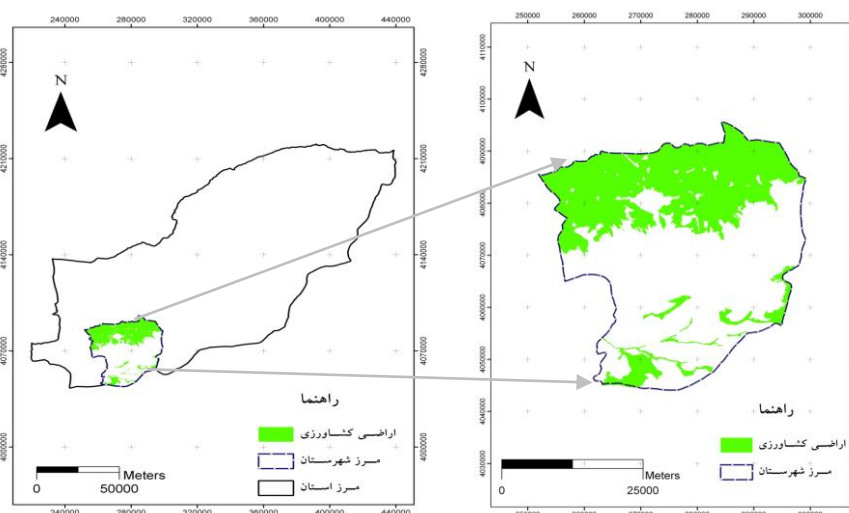
دلاروزا و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد راهکارهای بوم‌شناختی مخصوص خاک، جهت استفاده پایدار از سرزمین در استان سویلا در جنوب اسپانیا، به‌این نتیجه رسیدند که از مجموع ۱۲ محصول زراعی رایج در منطقه، آفتابگردان، گندم، سویا، چغندر قند و یونجه محصولات مناسب برای این مکان بوده و میزان کربنات بالا در خاک عامل محدود کننده کشت گیاهان در آن منطقه می‌باشد. چن و همکاران (۲۰۱۰) بررسی جامعی در استان هنان جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. آن‌ها در این پژوهش از ۱۷ شاخص مرتبط به اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسشنامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که حدود ۲۲/۵۲ درصد از اراضی این استان واقع قسمت‌های غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است. ساماتا و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چند معیاره، استان موروبه در گینه‌نو را جهت کشت برنج پهنه‌بندی کردند. کار پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی کشاورزی کنونی استان گلستان جهت کشت کلزا، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند سلسله مراتبی (AHP) توسط کاظمی و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که به‌ترتیب حدود ۲۱/۳۴ و ۳۵/۰۴ درصد زمین‌های زراعی استان برای تولید کلزا بسیار مستعد و مستعد هستند.

شناسایی استعداد و توان سرزمین برای کاربری‌های مختلف کشاورزی به‌منظور حفظ منابع محیطی و تولید پایدار محصولات کشاورزی در راستای توسعه پایدار و همه‌جانبه در مناطق مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به جایگاه نخست استان گلستان به‌ویژه شهرستان گرگان در تولید و سطح زیر کشت دانه‌های روغنی (وزارت جهاد کشاورزی، ۲۰۱۰)، این مطالعه به‌منظور ارزیابی و پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت تولید گیاه زراعی آفتابگردان، با در نظر گرفتن

ویژگی‌ها و نیازهای گیاه زراعی، شرایط محیطی منطقه و شناسایی محدودیت‌ها و مزیت‌های کشت این گیاه انجام شد.

### مواد و روش‌ها

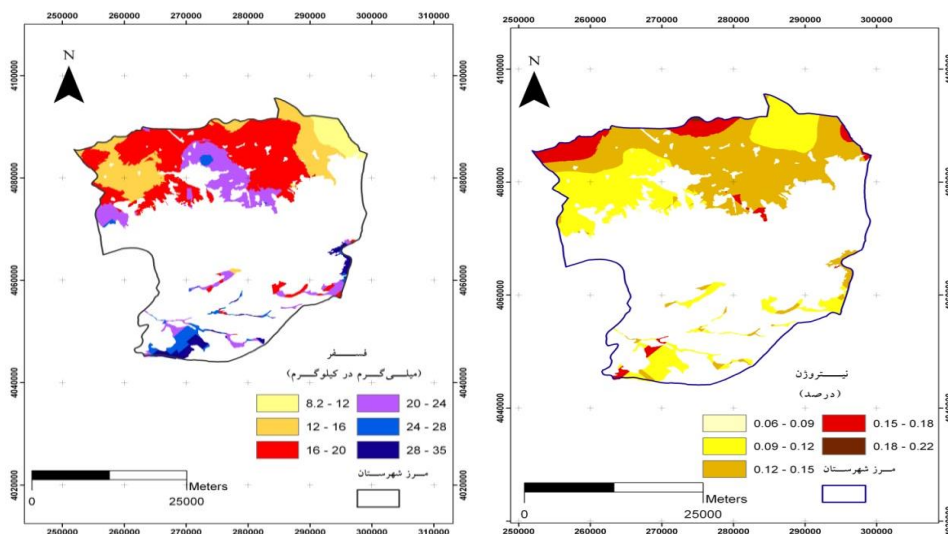
محدوده مورد مطالعه: محدوده مطالعاتی این پژوهش، محدوده اراضی کنونی کشاورزی شهرستان گرگان انتخاب شد. برای تعیین این محدوده، از لایه کاربری اراضی استانداری گلستان (استانداری گلستان، ۲۰۰۹) استفاده شد. ابتدا محدوده کشاورزی شامل اراضی زراعی و باغی از سایر کاربری‌ها جدا شد، سپس تغییرات احتمالی آن با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده تی‌ام (TM) مربوط به سال ۲۰۱۰ کنترل و بازسازی شد و نقشه محدوده کشاورزی به هنگام‌سازی گردید (شکل ۱). کار مکان‌یابی گیاه زراعی آفتابگردان در این محدوده انجام شد.



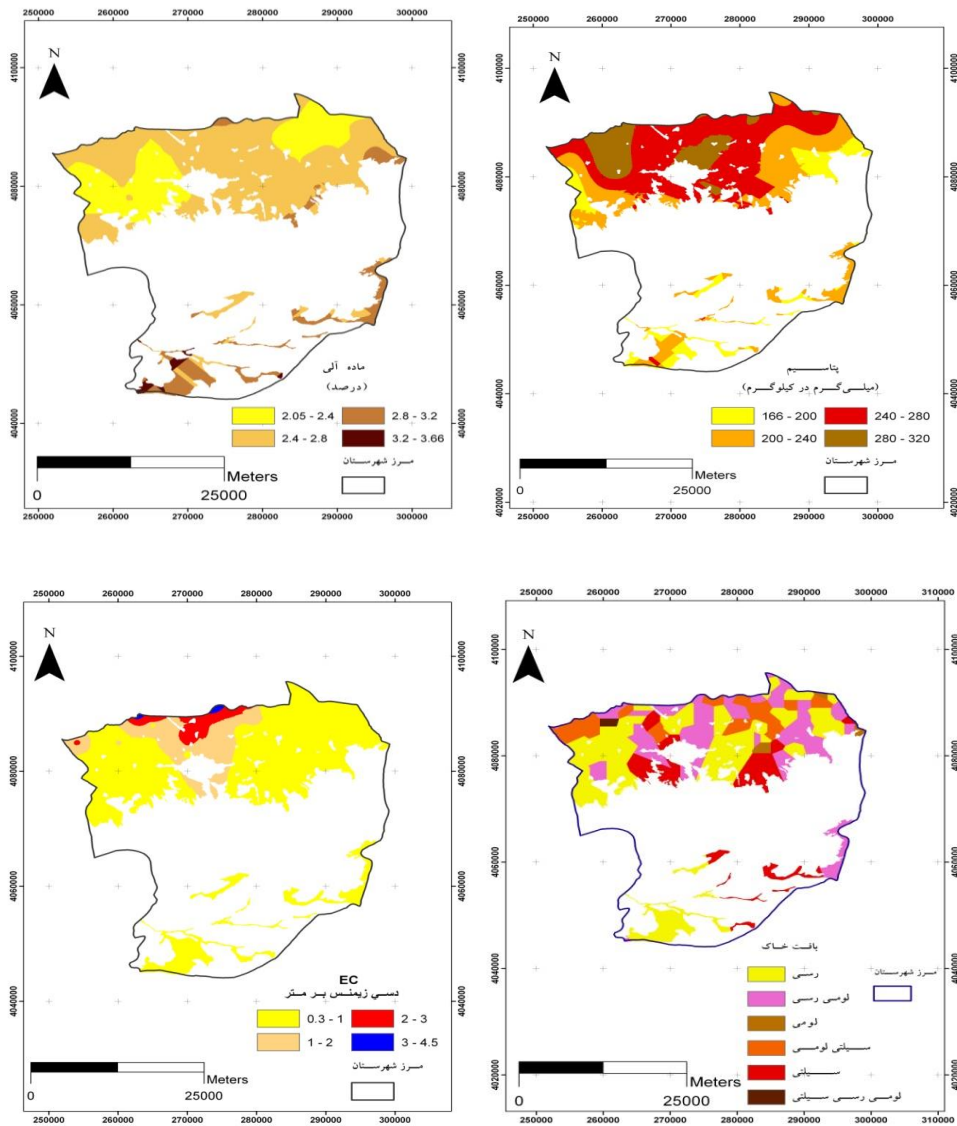
شکل ۱- محدوده اراضی کنونی کشاورزی شهرستان گرگان و موقعیت آن در استان گلستان.

چگونگی تهیه داده‌ها و لایه‌های خاک: به منظور تهیه نقشه‌های رقومی ویژگی‌های خاک اراضی کشاورزی، اطلاعات و داده‌های خام ۵۰۵ نقطه، از بخش آب و خاک مرکز پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد. نمونه‌برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به‌وسیله مته (اوگر) در سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. نمونه‌ها در هوا خشک گردیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. پس از

تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها، مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و همچنین هدایت الکتریکی (EC)، بافت، مقدار کربن آلی و pH خاک به دست آمد. پس از تبدیل واحدها و آماده‌سازی داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با امکانات موجود در نرم‌افزار GIS مانند میزان کشیدگی و چولگی، نزدیکی مقادیر میانه و میانگین داده‌ها، نمودار توزیع Z و غیره سنجیده شد و بعد با کمک نرم‌افزار جی اس پلاس<sup>۱</sup> ساختار مکانی داده‌ها با رسم نیم تغییرنما مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس در محیط ArcMap با استفاده از نواریابزار Geostatistical Analyst کار میان‌یابی داده‌ها با استفاده از روش مختلف درون‌یابی مانند کریجینگ<sup>۲</sup>، چند جمله‌ای موضعی<sup>۳</sup>، تابع پایه شعاعی<sup>۴</sup> و فاصله معکوس وزن‌دار<sup>۵</sup> برای هر خصوصیت خاکی انجام شد. بر اساس محاسبه سه معیار اعتبارسنجی (RMSE<sup>۶</sup>، MBE<sup>۷</sup> و MAE<sup>۸</sup>)، اعتبار و دقت این روش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت روشی که دارای دقت بیشتر و خطای کمتری بود به‌عنوان روش برتر برگزیده و کار تخمین کلیه نقاط براساس آن صورت گرفت. در شکل ۲ نقشه پهنه‌بندی برخی از متغیرهای خاک در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

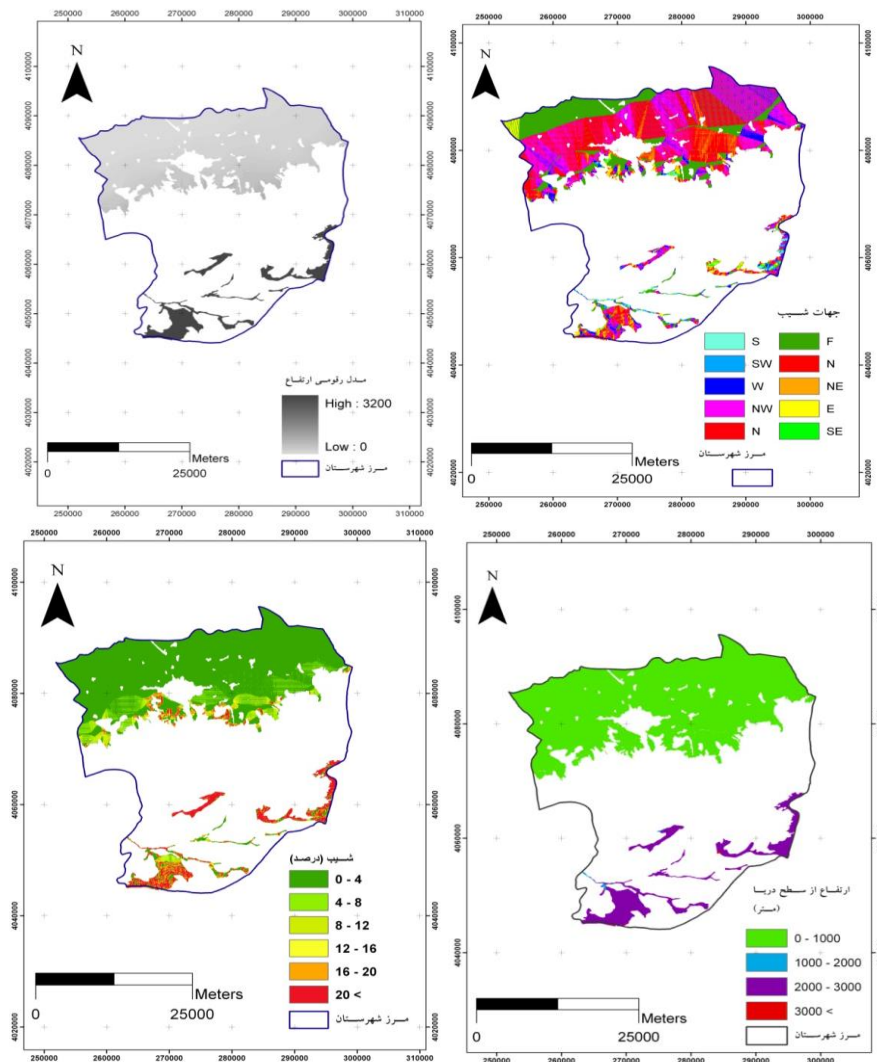


- 1- GS+
- 2- Kriging
- 3- Local Polynomial Method
- 4- Radial Basis Function Method
- 5- Inverse Distance Weight
- 6- Root Mean Square Error
- 7- Mean Bias Error
- 8- Mean Absolute Error



شکل ۲- پهنه‌بندی برخی از متغیرهای خاک در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان

چگونگی تهیه لایه‌های توپوگرافی: نقشه‌های شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا از روی مدل رقومی ارتفاع (DEM<sup>1</sup>) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، با استفاده از ابزار Spatial Analyst در محیط ArcMap تهیه شد. این نقشه‌ها در شکل (۳) نشان داده شده است.

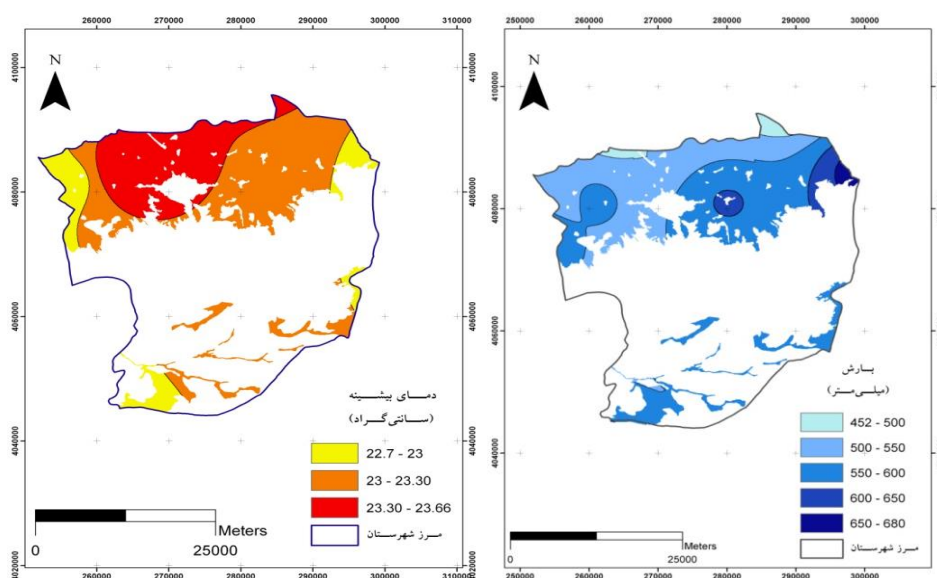


شکل ۳- نقشه‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و متغیرهای توپوگرافی استخراج شده از آن در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

### 1- Digital Elevation Model

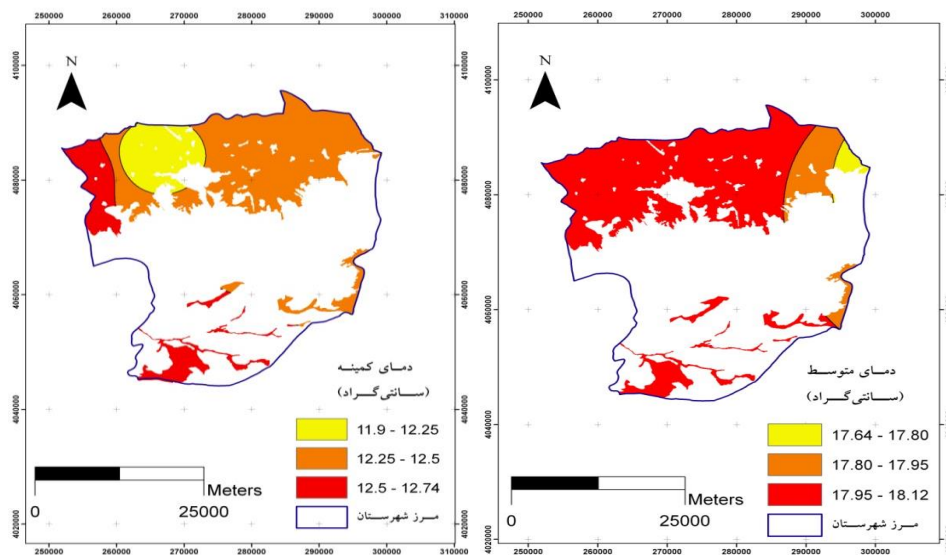


چگونگی تهیه لایه‌های اقلیمی: به منظور تهیه نقشه رقومی عوامل اقلیمی از آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان اعم از هم‌دید (سینوپتیک)، باران‌سنجی و اقلیم‌شناسی استفاده شد. برای تهیه لایه‌های هم‌بارش و دماهای اصلی (کمینه، مطلوب و بیشینه) از داده‌های دوره آماری ۱۵ ساله استفاده شد. ابتدا داده‌های روزانه تهیه و میانگین ماهانه و بعد سالانه به وسیله نرم‌افزار صفحه گستر اکسل<sup>۱</sup> محاسبه گردید. در نهایت برای تهیه نقشه‌ها از روش درون‌یابی فاصله معکوس وزن‌دار (IDW) و نرم‌افزار ArcMap نسخه ۹/۳ استفاده شد.



شکل ۴- پهنه‌بندی متغیرهای اقلیمی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گرگان

1- Excel



ادامه شکل ۴- پهنه‌بندی متغیرهای اقلیمی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

به‌کارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): اجرای فرایند تحلیل سلسله مراتبی از طریق تشکیل سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء ساختار و اندازه‌گیری شاخص سازگاری انجام می‌شود (ساعتی، ۲۰۰۰). اولین گام در روش AHP ساخت درخت سلسله مراتبی است که در سطح اول هدف پژوهش، یعنی مکان‌یابی گیاه زراعی آفتابگردان در اراضی کنونی کشاورزی گرگان قرار گرفت. در سطح دوم معیارها قرار می‌گیرند که در این پژوهش عبارت بودند از اقلیم، توپوگرافی، خاک، عوامل اقتصادی، عوامل اجتماعی و عوامل توسعه‌ای. هر کدام از معیارها به زیرمعیارهای تقسیم شدند. زیر معیارها در سطح سوم قرار گرفتند. متغیرهای دمای متوسط، دمای کمینه و دمای بیشینه به‌عنوان زیر معیار عامل اقلیمی و ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب به‌عنوان زیر معیار عامل توپوگرافی تقسیم‌بندی شدند. در زیر معیارهای عامل خاک بافت، EC، pH، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی قرار گرفت. عواملی مانند میزان درآمد، میزان تولید در واحد سطح، سطح زیر کشت، سیاست‌ها و برنامه‌های حمایتی وزارت جهاد کشاورزی، خرید تضمینی، پوشش بیمه‌ای محصول به‌عنوان زیر مجموعه عوامل اقتصادی در نظر گرفته شدند. همچنین

معیار اصلی عوامل اجتماعی به زیر معیارهای میزان جمعیت، جمعیت شاغل در بخش کشاورزی، سطح سواد و سن تقسیم‌بندی شد.

در روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پس از تشکیل درخت سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارها باید به صورت زوجی با هم دیگر رقابت کرده و به صورت دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند. این کار از طریق تکمیل پرسشنامه‌های AHP توسط افراد خبره و متخصص انجام می‌گیرد. پس از تبیین مفهوم AHP برای افراد خبره و متخصص، پرسشنامه‌ها در اختیار آن‌ها قرار گرفت. ۲۰ کارشناس خبره زراعت شاغل در مرکز پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی و سازمان جهاد کشاورزی استان‌های گلستان و مازندران، کشاورزان پیشرو و اعضای هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در این طرح شرکت داشتند. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها به وسیله نرم‌افزار Expert Choice انجام شد.

نحوه استعدادسنجی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان: جهت مکان‌یابی مناطق مستعد کشت برای گیاه زراعی آفتابگردان، نیاز به انطباق خصوصیات و نیازهای بوم‌شناختی گیاه زراعی با شرایط محیطی منطقه است. در این مطالعه جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، ابتدا نیازهای بوم‌شناختی و زراعی آفتابگردان با استفاده از منابع موجود تعیین گردید. این اطلاعات بوم‌شناختی و زراعی از منابع و اسناد کتابخانه‌ای، مقالات، گزارش‌های نهایی طرح‌های پژوهشی، پایان‌نامه‌ها و مشاوره با کارشناسان مراکز دانشگاهی و پژوهش‌های کشاورزی استان‌های گلستان و مازندران تهیه شد. پس از تهیه این اطلاعات درجه‌بندی آن‌ها براساس روش پیشنهادی سایز و همکاران (۱۹۹۱) و غفاری و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد که در جدول (۱) نشان داده شده است.

سپس براساس متغیرهای این جدول، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در محیط ArcMap تهیه گردید. بعد از تهیه این لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه بر اساس جدول نیازهای محیطی گیاه زراعی در چهار طبقه بسیار مستعد، مستعد، نیمه مستعد و غیر مستعد صورت گرفت و لایه‌های رستری طبقه‌بندی شده آن‌ها تهیه شد.

جدول ۱- درجه تناسب عوامل محیطی برای آفتابگردان.

خصوصیات	بسیار مستعد (S1)	مستعد (S2)	نیمه مستعد (S3)	غیر مستعد (N)
میزان بارش (میلی متر)	≥ ۵۰۰	۴۰۰-۵۰۰	۳۰۰-۴۰۰	< ۳۰۰
دمای متوسط سالانه (سانتی گراد)	۲۰-۲۴	۱۷-۲۰ و ۲۴-۲۷	۲۷-۳۰ و ۱۷	> ۳۰
دمای کمینه (سانتی گراد)	۱۲-۱۵	۱۰-۱۲	۸-۱۰	۸ >
دمای بیشینه (سانتی گراد)	۲۰-۲۵	۳۰-۲۵	۳۰-۳۵	> ۳۵
EC (دسی زیمنس بر متر)	۰-۲	۲-۴	۴-۸	> ۸
pH	۶/۵-۸	۶-۶/۵	۵-۶	> ۸ و < ۵
بافت خاک	لومی - لومی شنی - لومی سیلتی	لومی رسی شنی - لومی رسی سیلتی	لومی - لومی رسی - لومی رسی سیلتی	لومی شنی
شیب (درصد)	۰-۴	۴-۸	۸-۱۲	> ۱۲
جهت شیب	بدون جهت - جنوبی - جنوب شرقی	شرقی - شمال شرقی	جنوب غربی - شمال غربی	غربی و شمالی
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۵۰۰	> ۲۵۰۰
نیترژن (درصد)	≤ ۱	۰/۷-۱	۰/۵-۰/۷	< ۰/۵
فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۵-۱۷	۱۲-۱۵ و ۱۷-۲۰	۲۰-۲۵ و ۸-۱۲	> ۲۵ و < ۸
پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۳۰۰ و ۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰	> ۳۰۰ و < ۱۰۰
آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۰-۱۲	۸-۱۰ و ۱۲-۱۵	۵-۸ و ۱۵-۲۵	> ۲۵ و < ۵
روی (میلی گرم در کیلوگرم)	۱-۲	۲-۴	۴-۶	> ۶ و < ۱
کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	۵-۱۵	۱۵-۲۵	۵۰-۲۵	< ۵ و > ۵۰
ماده آلی (درصد)	> ۳	۲-۳	۱-۲	< ۱

منابع: خواجه پور (۲۰۱۰)، رستگار (۲۰۰۵)، آلیاری و همکاران (۲۰۰۵)، اسدی و فرجی (۲۰۰۹)، مخدوم (۲۰۰۱)، ملکوتی و غیبی (۲۰۰۷)، چوادهوری و ساها (۲۰۰۳)، سائز و همکاران (۱۹۹۱) و کالوگرو (۲۰۰۲).

با توجه به این که عوامل محیطی جهت تعیین تناسب اراضی و کشت محصول فراوان بوده و نیز دارای اهمیت یکسان نمی باشند، بنابراین برای ارزیابی دقیق تر و تصمیم گیری لازم است تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این بنا بر این جهت تعیین اهمیت و ارزش متغیرها از اوزان و ضرایب به دست

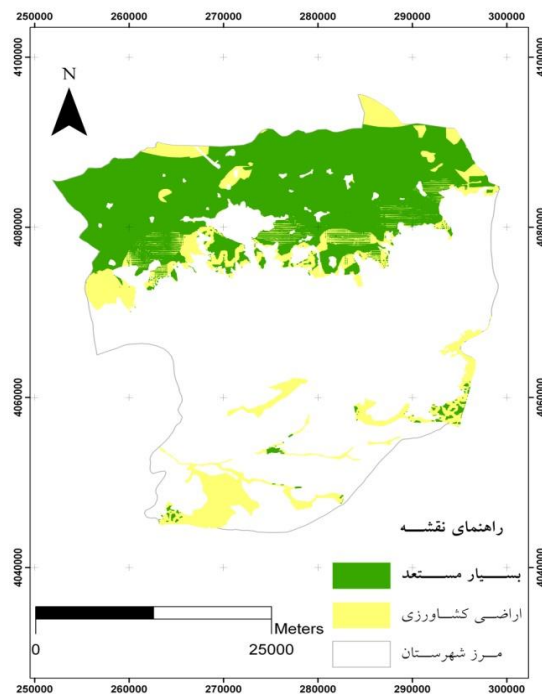
آمده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. کار فراخوانی ۱۷ لایه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده در محیط GIS آغاز و با کمک گزینه حسابگر شبکه‌ای (Raster Calculator) کار تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها با اختصاص وزن AHP به هر لایه انجام شد. در انتها کار استعدادسنجی و پهنه‌بندی منطقه جهت تولید گیاه زراعی آفتابگردان صورت گرفت. نقشه‌های خروجی در چهار پهنه، چگونگی انطباق نیازهای گیاه زراعی با شرایط محیطی منطقه را نشان دادند.

### نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بخش وسیعی از اراضی شهرستان گرگان جهت کشت آفتابگردان بسیار مستعد هستند (۴۴۲۴۰/۳۳ هکتار)، به طوری که مساحت این پهنه حدود ۷۱ درصد از کل اراضی کشاورزی این شهرستان را تشکیل داد (جدول ۲). این اراضی دارای بارش بالای ۵۰۰ میلی‌متر در سال، EC بسیار پایین (۲-۰ دسی‌زیمنس بر متر)، خاک لومی، اراضی بدون شیب با ارتفاع زیر ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و درصد ماده آلی بالا، ۸۰-۱۰۰ درصد پتانسیل تولید (غفاری و همکاران، ۲۰۰۰) آفتابگردان را دارا هستند. این مناطق تقریباً تمام اراضی شمالی شهرستان گرگان را شامل می‌شود (شکل ۵). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌های AHP نشان داد که در بین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب مناطق مستعد کشت گیاه زراعی آفتابگردان، معیار اقلیم دارای بالاترین اهمیت و عوامل اجتماعی به همراه توپوگرافی دارای کمترین اهمیت از نظر کارشناسان خبره زراعت در استان گلستان بودند. معیارهای خاک و اقتصادی در بین انواع معیارها به ترتیب رتبه دوم و سوم را کسب کردند. زیر معیار میزان درآمد بالاترین و سطح زیر کشت به همراه سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی کمترین اهمیت را از نظر متخصصان از زیر معیارهای اقتصادی داشتند. در این مطالعه متخصصان خبره در بین زیرمعیارهای توپوگرافی، شیب را به عنوان عامل مهم‌تر برگزیدند (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ۲- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی شده جهت کشت آفتابگردان در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

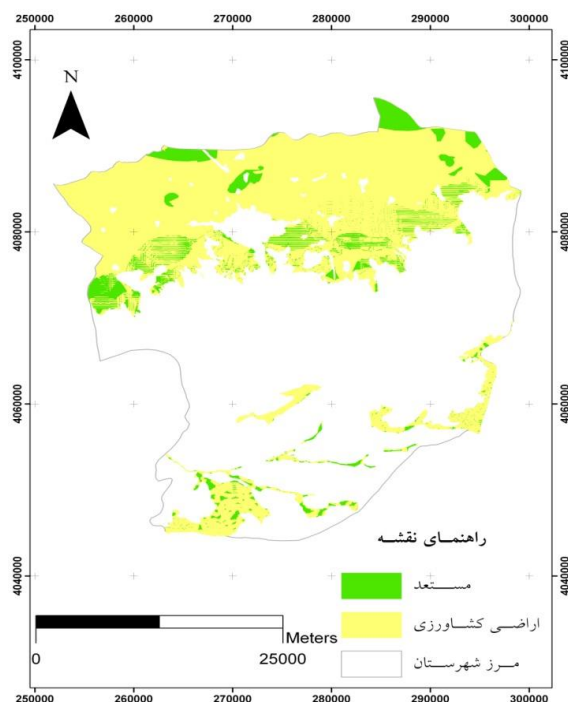
رتبه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت پهنه به مساحت اراضی کشاورزی گرگان (درصد)
بسیار مستعد	۴۴۲۴۰/۳۳	۷۱/۳۸
مستعد	۸۵۸۷/۹۵	۱۳/۸۵
نیمه‌مستعد	۴۲۴۱/۸۶	۶/۸۴
غیرمستعد	۴۹۱۱/۸۳	۷/۹۲



شکل ۵- پهنه بسیار مستعد جهت کشت آفتابگردان در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

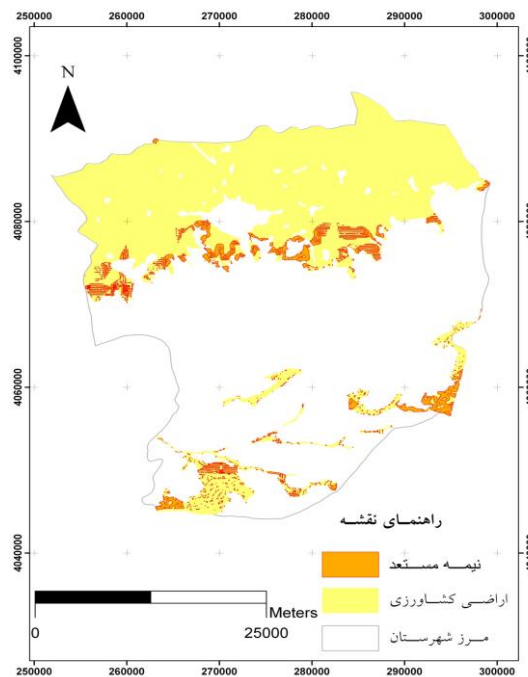
همچنین در این مطالعه مشخص شد که اکثر اراضی کنونی کشاورزی گرگان از نظر اقلیمی شرایط مناسبی برای تولید آفتابگردان دارد و محدودیتی از این نظر مشاهده نشد. در این مناطق به دلیل شرایط مناسب اقلیمی، توپوگرافی و خاکی در طول دوره رشد آفتابگردان، بالاترین عملکرد در واحد سطح مورد انتظار است. همه این خصوصیات محیطی باعث شده که استان گلستان به عنوان یکی از قطب‌های تولید دانه‌های روغنی در کشور مطرح باشد، به طوری که در مقایسه با سایر استان‌های کشور، گلستان با توجه به وسعت نسبتاً کم خود از جایگاه ممتازی در این زمینه برخوردار می‌باشد. با توجه به این که تولید دانه‌های روغنی نقش بارزی در امنیت غذایی دارد، اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های زراعی و بوم‌شناختی این محصول مناطق مساعد کشت آن را شناسایی کرد، عملاً می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که این امر سبب بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان و افزایش سطح درآمد ملی خواهد شد. از طرفی کاشت محصول در مناطق نامساعد نه تنها باعث افزایش تولید نمی‌شود، بلکه به کاهش منابع محیطی و هدر رفتن سرمایه ملی منجر می‌گردد. براساس نتایج این پژوهش، این مناطق نامساعد در شهرستان گرگان تحت دو پهنه نیمه‌مستعد و غیرمستعد مشخص شده‌اند (شکل‌های ۷ و ۸).

پهنه مستعد در بین چهار پهنه ارزیابی شده، مساحتی حدود ۸۵۸۷/۹۵ هکتار را به خود اختصاص داد (جدول ۲). این پهنه دارای شرایط محیطی مطلوب البته پایین‌تر نسبت به پهنه بسیار مستعد است. بارش حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر، بافت خاک لومی و سبک و حاصلخیزی نسبتاً خوب خاک باعث شده که این مناطق دارای تا ۸۰ درصد پتانسیل تولید (غفاری و همکاران، ۲۰۰۰) باشند (شکل ۶). با توجه به این که اراضی موجود در هر پهنه از نظر عوامل اقلیمی و محیطی ویژگی‌های واحدی را ارائه می‌دهند و برنامه‌ریزی واحدی را می‌طلبند، استفاده از پتانسیل موجود در این پهنه‌های مناسب مانند نزولات جوی مطلوب، می‌تواند به افزایش سطح زیر کشت دیم آفتابگردان و گنجاندن آن در تناوب زراعی منطقه بیانجامد. هرچند تطابق کشت زود هنگام بهاره این محصول با عوامل بوم‌شناختی منطقه وجود دارد. اصولاً موقعیت آفتابگردان در تناوب زراعی مشابه ذرت است و معمولاً بعد از بقولات علوفه‌ای به‌عنوان اولین یا دومین محصول وجینی کاشته می‌شود. البته تحت شرایط دیم می‌بایست زمان لازم برای ذخیره رطوبت در خاک را پیش‌بینی کرد (خواججه‌پور، ۲۰۱۰). در مطالعه کاظمی و همکاران (۲۰۱۲) مشخص شد که حدود ۵۴ درصد اراضی کشاورزی استان گلستان مساعد برای کشت کلزا می‌باشد.



شکل ۶- پهنه مستعد جهت کشت آفتابگردان در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

در شکل (۷) اراضی با استعداد نیمه‌مستعد در قسمت‌های مختلف شهرستان به صورت پراکنده دیده می‌شود. گزارش شده که در چنین مناطقی معمولاً ۴۰ تا ۶۰ درصد پتانسیل تولید حاصل می‌گردد (غفاری و همکاران، ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد با رفع محدودیت‌های محیطی می‌توان طبقات تناسب اراضی را در بعضی از نقاط با درجه نیمه‌مستعد ارتقاء داد. برای حفظ تولید در این طبقه و برای جلوگیری از کاهش کیفیت و کمیت منابع محیطی و تنزل این اراضی به طبقه پایین‌تر، لازم است اقداماتی مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری، گنجاندن گیاهان کم‌توقع، گیاهان پوششی و بقولات در تناوب زراعی، خاک‌ورزی حفاظتی و سایر موارد صورت پذیرد. با نگاهی به وضعیت کشاورزی استان گلستان و اهمیت بالای آن در تولید محصولات اساسی کشاورزی در کشور، حفظ این جایگاه ممتاز مسلماً نیازمند حفظ منابع محیطی و استفاده متناسب از سرزمین است. استفاده از نتایج این ارزیابی می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و محلی مانند تنظیم الگوی کشت، تدوین تناوب زراعی، توسعه فعالیت‌های جنبی کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. البته برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری منطبق با توان هر منطقه و حتی هر مزرعه، گامی اساسی در جهت رسیدن به تولید پایدار همراه با حفظ منابع محیطی در آن سرزمین است.

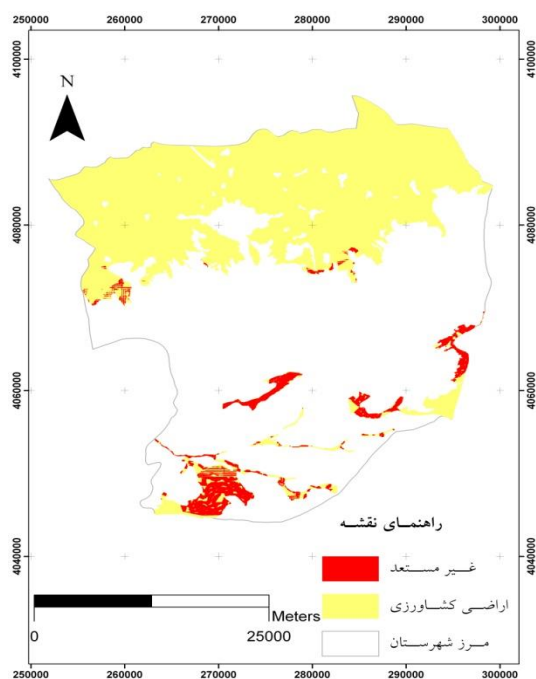


شکل ۷- پهنه نیمه‌مستعد جهت کشت آفتابگردان در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.



در نقشه‌های خروجی حاصل از روی هم‌گذاری عوامل بوم‌شناختی مختلف، مشخص شد اراضی نامناسب برای کشت و تولید آفتابگردان مساحتی حدود ۷/۹۲ درصد از محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود (جدول ۲) در این مناطق، شیب و جهات‌های شیب نامناسب، کمبود عناصر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، روی و بافت خاک کلاس رسی از عوامل محدود کننده کشت آفتابگردان شناخته شدند. به‌طور کلی یکی از عوامل طبیعی که تأثیر زیادی در نوع کشت محصولات کشاورزی دارد، شیب زمین است. هرچه شیب زمین کمتر باشد، برای کشت دیم محصولات مناسب‌تر است. زیرا شیب کم باعث می‌شود تا آب‌های ناشی از بارندگی در زمین نفوذ نماید و ذخیره رطوبتی خاک افزایش پیدا کند. از طرف دیگر دامنه تغییرات حرارتی در شیب کم، کمتر از شیب زیاد می‌باشد و این نیز یک عامل مثبت برای رشد گیاه محسوب می‌گردد. شیب زیاد تأثیر منفی در رشد تکاملی گیاه دارد. در مطالعه الباجی و همکاران (۲۰۰۹) در زمین‌های زراعی شوش مشخص شد که بافت خاک و شیب زمین عوامل محدود کننده کشت گندم در این منطقه است.

گزارش شده که تولید هر تن دانه آفتابگردان موجب خروج ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۵ تا ۳۳ کیلوگرم اکسید فسفر و ۷۵ تا ۱۲۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم از خاک می‌گردد (خواجه‌پور، ۲۰۱۰). به‌نظر می‌رسد علت کاهش پتاسیم در این مناطق، کشاورزی فشرده در این مناطق و عدم مصرف کافی کودهای پتاسیمی است. همچنین در این مناطق میزان بارندگی و مواد آلی خاک (۲/۲-۳/۵ درصد) نسبت به سایر مناطق کشاورزی شهرستان بالاتر است. این بارندگی منجر به اسیدی شدن خاک، جذب کمتر و شستشوی بیشتر پتاسیم می‌شود و چون هوموس خاک منبع تأمین کننده پتاسیم گیاه محسوب نمی‌شود بنابراین کمبود این عناصر در این مناطق تا حدودی مشاهده می‌شود. مهربان و همکاران (۲۰۰۵) اعلام کردند اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های محصول، محدودیت‌ها یا توانمندی‌های محیط را شناسایی و مناطق مساعد کشت محصول موردنظر را مشخص کرد، عملاً می‌توان به عملکردی بیشتری در واحد سطح دست یافت که این امر سبب بهبود شرایط اقتصادی، حفظ منابع پایه و پایداری تولید و سرانجام موجب افزایش سطح درآمد ملی خواهد شد.



شکل ۸- پهنه غیر مستعد جهت کشت آفتابگردان در اراضی کشاورزی شهرستان گرگان.

در استان گلستان محصول آفتابگردان هم به صورت دیم و هم به صورت آبی کشت می‌شود. در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ بیشترین سطح زیرکشت آفتابگردان روغنی آبی در شهرستان آق‌قلا با ۳۳۷۵ هکتار و بیشترین سطح زیرکشت آفتابگردان دیم آجیلی در شهرستان مراوه تپه با ۲۷۰۰ هکتار گزارش شده است. در استان گلستان متوسط عملکرد تولید آفتابگردان آبی ۱۳۱۸ و دیم ۹۶۹ کیلوگرم می‌باشد. کل سطح زیر کشت آفتابگردان در استان حدود ۹۰۶۱ هکتار می‌باشد که در مجموع ۱۰۳۲۵ تن آفتابگردان روغنی و آجیلی تولید می‌شود (جهاد کشاورزی استان گلستان، ۲۰۱۱). در نتایج مکان‌یابی کشت آفتابگردان بر حسب نیازهای زراعی - بوم‌شناختی این گیاه مشخص شد که اراضی شهرستان گرگان پتانسیل بالایی جهت تولید این محصول دارند. با توجه به وابستگی کشور ما به واردات روغن و اهتمام و کوشش دولت در قطع این وابستگی، طرح افزایش تولید دانه‌های روغنی در کشور از دهه قبل در حال اجراست. این طرح باعث افزایش سطح زیرکشت و تولید دانه‌های روغنی در استان گلستان شده است، به طوری که استان گلستان، مقام اول تولید سویا در کشور را داراست (وزارت جهاد

کشاورزی، ۲۰۱۰). اکثر عملیات کاشت، داشت و برداشت آفتابگردان در این استان به‌خصوص در شهرستان گرگان مکانیزه صورت می‌گیرد. خرید تضمینی آفتابگردان در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ با نرخ ۵۷۰۰ ریال توسط شرکت‌های تعاونی روستایی در سطح شهرستان‌ها و روستاها انجام شده است. وجود سه خشک‌کن دانه‌های روغنی و ۹ کارخانه روغن‌کشی و تصفیه روغن، عملیات پس از برداشت آفتابگردان و تبدیلی آن را انجام می‌دهند. از ۹ کارخانه روغن‌کشی استان فعلاً ۴ کارخانه فعال است. در این استان تنها یک کارخانه تولید کنجاله وجود دارد که در شهرستان گرگان واقع شده است. با توجه به انطباق خوب زراعت آفتابگردان در شهرستان گرگان، توجه و سرمایه‌گذاری در بخش صنایع تبدیلی و پس از برداشت این محصول از جمله احداث کارخانه‌های روغن‌کشی، کارخانه‌های تولید کننده فرآورده‌های مختلف مانند کنجاله و غیره می‌تواند، نقش زراعت این محصول را در اقتصاد منطقه پررنگ‌تر نموده و کشت آن را از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نماید.

### نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج استعدادسنجی اراضی با ارزیابی ۱۷ عامل بوم‌شناختی نشان داد که پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد جهت کشت آفتابگردان، حدود ۸۵ درصد از اراضی کشاورزی شهرستان گرگان را شامل می‌شود. در این مناطق وضعیت سایر عوامل مانند توسعه‌ای و اقتصادی نیز بهتر از سایر پهنه‌ها و تقریباً هماهنگ و منطبق با پهنه‌بندی زراعی - بوم‌شناختی است. اراضی نامناسب مساحتی حدود ۷/۹۲ درصد از محدوده مورد مطالعه را شامل شد. در این مناطق، شیب و جهات‌های شیب نامناسب، کمبود عناصر نیتروژن، پتاسیم و بافت رسی از عوامل محدود کننده کشت شناخته شدند. در این مطالعه مشخص شد با وجود پتانسیل خوب اراضی در تولید این محصول در منطقه، اما وضعیت صنایع پس از برداشت و تبدیلی جهت تولید این گیاه و سایر دانه‌های روغنی مطلوب نمی‌باشد. با توجه به سازگاری خوب این گیاهان با شرایط محیطی استان، افزایش سطح زیر کشت و گنجاندن این محصولات در تناوب زراعی بسیاری از مناطق امکان‌پذیر است. حمایت دولت در افزایش درصد مکانیزاسیون مزارع، خرید تضمینی محصول، بیمه محصولات کشاورزی و توجه به صنایع پس از برداشت و تبدیلی می‌تواند مشوق کشاورزان در تولید این محصولات باشد، زیرا پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های محیطی و اجتماعی لازم برای تولید این محصول در استان گلستان وجود دارد. برای ارتقاء تولید در طبقه‌های نیمه مستعد و برای جلوگیری از کاهش کیفیت و کمیت منابع

محیطی و تنزل این اراضی به طبقه‌های پایین‌تر، لازم است اقداماتی مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری، کشت محصولات کم‌توقع، استفاده از گیاهان پوششی، کودسبز، گیاهان تیره بقولات و آیش در تناوب زراعی و خاک‌ورزی حفاظتی صورت پذیرد. همچنین با توجه به محدودیت منابع آب استان و بیلان منفی برخی از سفره‌های آب زیرزمینی، کشت دیم این محصول باید در اولویت قرار گیرد.

جهت اولویت‌دهی و تعیین اهمیت معیارهای تأثیرگذار در مکان‌یابی گیاه زراعی آفتابگردان در اراضی کشاورزی گرگان از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. استفاده از سایر روش‌های ارزیابی چند معیاره مانند دلفی، تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و نیز روش آنتروپی برای تعیین اهمیت و ارزش معیارهای دخیل در استعدادسنجی اراضی توصیه می‌شود. برای مقبولیت کشت آفتابگردان در استان گلستان به‌خصوص در شهرستان گرگان با توجه به نقش مؤثر آن در اقتصاد استان و وجود پتانسیل‌های مطلوب تولید این گیاه راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد:

کاهش هزینه‌های تولیدی با استفاده از اختصاص یارانه‌های نهاده‌ای، بهبود بازاریابی این محصول، تداوم خرید تضمینی محصول توسط دولت با قیمت مناسب برای کاهش خطر درآمدی کشاورزان، افزایش عملکرد محصول از طریق افزایش بهره‌وری آبیاری، استفاده از ارقام پرمحصول و مقاوم به آفات و امراض و تنش‌های محیطی، مکانیزه کردن مزارع، احداث کارخانه‌های روغن‌کشی و پوشش بیمه‌ای مزارع.

### سیاسگزاری

این پژوهش نتایج اجرای طرح پژوهشی با شماره ۹۰-۳۰۶-۹۱ است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است. بدین‌وسیله از این معاونت تشکر و قدردانی می‌گردد.

### منابع

1. Albaji, A., Naseri, A.A., Papan, P., and Boroomand Nasab, S. 2009. Qualitative evaluation of land suitability for principal crops in the west Shoush plain, southwest Iran. *Bulgaria J. Agriculture Science*. 15: 135-145.
2. Asadai, M.A., and Faraji, A. 2009. *Applied Principles of Oil Seed Cropping (Soybean, Cotton, Canola and Sunflower)*. Iran Agricultural Science Press. 84. (In Persian).

3. Alyari, H., Shakari, F., and Shakari, F. 2000. Oil Seed Crops (Agronomy and Physiology). Amidi Press. 182pp. (In Persian).
4. Caldiz, D.O., Gaspari, F.J., Haverkort, A.J., and Struik, P.C. 2001. Agro-ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. *Agri. Forest Meteorol.* 109: 311-320.
5. Caldiz, D.O., Haverkort, A.J., and Struik P.C. 2002. Analysis of a complex crop production system in interdependent agro-ecological zones: a methodological approach for potatoes in Argentina. *Agri. Sys.* 73: 297-311.
6. Chen, H.S., Liu, G.S.H., Yang, Y.F., Ye, X.F., and Shi, Zh. 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. *Agri. Sci. in China.* 9(4):583-592.
7. Choudhury, S., and Saha, S.K. 2003. Cropping pattern change analysis and optimal land use planning by integrated use of satellite remote sensing and GIS. *Indian Cartographer.* 111-123.
8. Dela-Rosa, D.L., Anaya-Romero, M., Pereira, E.D., Heredia, N., and Shahbazi, F. 2009. Soil-specific agro-ecological strategies for sustainable land use- A case study by using MicroLEIS DSS in Sevilla province (Spain). *Land Use Policy.* 26: 1055-1065.
9. Farajzadeh, M., Adab, H., and Amiri, R. 2007. The preparation of the colza (*Brassica napus* L.) suitability map using statistical analysis and GIS; case study: Sabzevar township, Iran. *Inter. J. Botany.* 3:359-365.
10. Ghafari, A., Cook, H.F., and Lee, H.C. 2000. Integrating climate, soil and crop information: a land suitability study using GIS. 4<sup>th</sup> International Conference on Integration GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4). Banff, Alberta, Canada, September. 2-8.
11. Ghafari, A., Cook, H.F., and Lee, H.C. 2002. Land suitability determination for wheat cropping inside sustainable agriculture by GIS. *Proceeding of 7<sup>th</sup> Iranian Agronomy and Plant Breeding Conference. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, 12-14 Sep.* (In Persian).
12. Ghasemi-Pirbalouti, A., and Golparvar, A. 2008. Evaluating agro-climatologically variables to identify areas for rapeseed in different dates of sowing by GIS approach. *Ameri., J. Agri. Biol. Sci.* 3(4): 656-660.
13. Golestan Province Government. 2009. Land use Planning of Golestan Province. Hamoon Jointstock Company and Golestan Province Government. Part, 2: 239-515. (In Persian).
14. Jihad-e-Agriculture Organization of Golestan Province. 2011. Statistics Report of 2010-2011. Years. Statistics and Information Office of Jihad-Agriculture Organization of Golestan Province. (In Persian)
15. Kalogirou, S. 2001. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. *Comp., Environ. Urban Sys.* 26: 89-112.

16. Kazemi, H., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Kamkar, B., and Shataei, S. 2012. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP). *Elec.J. Crop Prod.* 5(1): 123-129. (In Persian).
17. Khajehpoor, M.R. 2010. *Industrial Crops*. (4th Edition). Jihad Dneshgahi of Industrial Esfahan Branch. 571p. (In Persian).
18. Loh, K.F., Halid M., Surip, N., and Hashim, S.A. 1997. Agro-ecological zoning for south west Selangor using remote sensing and GIS. *GIS Development Proceeding, ACRS*. 1-3.
19. Makhdoom, M.F. 2001. *Fundamental of Land Use Planning*. (4<sup>th</sup> Edition). Tehran University Press. 289 p. (In Persian)
20. Mehraban, A., Ghafari, A., Ghanbari-Banjar, A., and Jalali, N. 2005. Climati zoning for rainfed wheat in Moghan and Ardabil townships. *Agri. Sci. J.* 15(4): 1-13. (In Persian)
21. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2010. *Statistics Report of 2009-2010 Years*. Statistics and Information Office of Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian).
22. Mirzabayati, R. 2004. Investigation of suitable areas for saffron cultivation in Nishabor plain using GIS and RS. M.Sc. Thesis of Tarbiat Modares University. 123 p. (In Persian).
23. Rastegar, M.A. 2005. *Industrail Plants Cropping*. Brahmand Press. 479p. (In Persian).
24. Saaty, T.L. 2000. *Decision Making for Leaders*. RWS Publications, Pittsburgh. 322p.
25. Samanta, S., Pal, B., and Pal, D.K. 2011. Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. *Intern. J. Sci. and Emerg. Technol.* 2(1): 12-21.
26. Statistic Center of Iran. 2008. *Statistic Yearbook of Golestan Province*. Statistic Center of Iran Press. (In Persian).
27. Sys, I., Van-Ranst, E., and Debveye, J. 1991. *Land evaluation, Part1: principles in land evaluation and crop production calculations*. General Administration for development Cooperation. Agricultural Publications, No. 7, Brussels, Belgium.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Plant Prod. Res. Vol. 21 (1), 2014*

<http://jopp.gau.ac.ir>

## **Ecological zoning of agricultural lands in Gorgan for sunflower cultivation**

**\*H. Kazemi**

Asistente Prof., Dep. of Agronomy Gorgan University of  
Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2013-6-15 ; Accepted: 2014-1-20

### **Abstract**

Geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP) were applied to ecological zoning of current agricultural lands in Gorgan distinct for sunflower cultivation. For this purpose, agro-ecological requirements of sunflower firstly, were identified according to scientific resources. Rating and thematic requirement maps were then provided. Studied environmental-components were as average, minimum and maximum temperatures, precipitation, slope percent, elevation, slope aspects and soil characteristics (OM, pH, EC, texture, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, iron and zinc). Each layer was classified into four classes. The analytical hierarchy process (AHP) was used to determine the weight of criteria by using the questionnaires analysis sheet. The digital environmental layers overlaid and integrated in GIS media and then zoning of lands carried out in four classes (high suitable, suitable, less suitable and non-suitable). The results showed that 71.38% and 13.85% of these areas were high suitable and suitable for sunflower cropping, respectively. These zones had enough rainfall (>400 mm) and high fertility. Also, about 14.76% of present agricultural lands of Gorgan distinct were not suitable for this crop and these areas were faced by at least one limiting factors in ecological resources. The less suitable and non-suitable regions were located in the south of Gorgan township. Moreover, results showed that the limitation factors were including: high slope and EC, deficient of some elements such as N, K and Ca.

**Keywords:** Zoning, AHP, GIS, Gorgan, Sunflower

---

\*Corresponding author; hossein\_k\_p@yahoo.com

