نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۲، ص. ۱۲-۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 1, Spring. 2013, p. 1-12

تعیین مدل مناسب زراعت دیم غلات در استان خراسان شمالی با استفاده از قابلیتهای GIS و RS

گل محمد گریوانی[۱]

تاریخ دریافت:۱۳۸۸/۷/۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۴/۱۵

چکیده

بدلیل شرایط اقلیمی استان خراسان شمالی زراعت دیم از فعالیتهای عمده اقتصادی ساکنین منطقه در طول زمان بوده است . این تحقیق با هدف تعیین مدل مناسب زراعت دیم غلات در استان خراسان شمالی با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS) و سنجش ازدور (RS) انجام گرفته است. با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای (TM) و با استفاده از نقشه‌های موضوعی (پوشش گیاهی، توپوگرافی، ...) نقشه وضع موجود کاربری اراضی استان تهیه گردید. این نقشه با پیمایش و کنترل صحرائی به کمک GPS با واقعیات انطباق داده پس از انجام تصحیحات نقشه وضعیت موجود دیمکاری استان تهیه گردید. لایه‌های اطلاعاتی مربوط به متغیرهای دخیل در زراعت دیم شامل وضعیت بارندگی، دما، ارتفاع، شیب، عمق و بافت خاک، فرسایش و شوری خاک جمع آوری و در پایگاه داده‌های زمینی قرار داده شد. سپس با بهره گیری ازروش منطق فازی امتیازدهی کلاسهای اطلاعاتی در هریک از لایه‌ها انجام گرفت. نقشه قابلیت کشت دیم با همپوشانی لایه‌ها و با اعمال شاخص‌های مؤثر در زراعت دیم بر اساس مدل مورد نظر تهیه شد، نتایج تحقیق نشان داد بر اساس نقشه وضعیت فعلی دیمکاری، ۷/ ۵۱۳۸۸۶ هکتار (۱۸/۲ درصد)، از کل مساحت استان، تحت کشت دیم قرار دارد. همپوشانی نقشه قابلیت کشت دیم که در این تحقیق تهیه شد با نقشه وضعیت موجود دیمکاری نشان داد، مساحتی در حدود ۸۶/۱ درصد از دیمزارهای موجود مناطقی هستند که حداقل به دلیل محدودیت یکی از عوامل و یا محدویت مجموعه‌ای ازآنها قابلیت کشت را ندارند، لذا تغییر کاربری در این اراضی اجتناب ناپذیر بنظر میرسد. با توجه به شرایط ویژه اقلیمی منطقه بمنظور پایداری در تولید و جلوگیری از تخریب بیرویه محیط زیست با کنترل عوامل محدود کننده واعمال روشهای بهینه بهره برداری از سرزمین با تأمین حداکثر نیاز آبی گیاهان می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت.

واژه‌های کلیدی: مدل، زراعت دیم، شاخص‌های مؤثر، GIS ، RS ، مدلهای فازی

مقدمه

بخش اعظم پهنه ایران در زمره مناطق خشک محسوب می‌شود. طی سالیان متمادی در اثر بهره برداری‌های غیر اصولی از توانایی تولید اکوسیستمهای آن کاسته شده و قسمت عمده پوشش گیاهی رو به تخریب رفته است. باگذشت زمان و با شکل گیری جوامع روستائی و شهری و به خدمت در آمدن صنعت سیر تخریب مراتع شدت یافت و زمینهای بیشتری زیر کشت محصولات زراعی برده شد. بسیاری از زمینهای دیم سالانه بصورت آیش رها شده و بدون انجام هرگونه عملیات حفظ و ذخیره رطوبت در سال آیش از این زمینها بعنوان چراگاه استفاده می‌شود (۱۹). این سیستم بهره برداری باعث کاهش حاصلخیزی و افزایش روز افزون فرسایش خاک گردیده است بطوریکه اگر روند تخریب به همین صورت ادامه پیدا کند در آینده نزدیک با مشکلات جدی مواجه خواهیم بود. بویژه اینکه امروزه در محافل علمی حفظ محیط زیست و بهره برداری بهینه از منابع طبیعی و اراضی کشاورزی از اولویت برخوردار است. لذا طی سالهای اخیر کشاورزی پایدار با اتکاء به مدیریت پایدار منابع طبیعی یا به عبارت دیگر امکان بهره برداری دراز مدت از منابع طبیعی مورد توجه خاص قرار گرفته است. کشاورزی پایدار حاکی از بهره گیری از جنبه‌های اکولوژیکی در تولیدات کشاورزی و بکار گیری منطق بوم شناسی در این رابطه است (۱۸).

برای برنامه ریزی در راستای تولید پایدار در هر منطقه شناخت کافی از توانمندیها و محدودیت‌های هر منطقه در درجه اول اولویت قرار دارد. استان خراسان شمالی با توجه به شرایط اکولوژیکی نسبتاً مناسب و انجام فعالیت‌های کشاورزی بدون آبیاری (دیم کاری) دارای توانمندیهای است که در صورت شناخت کافی و بهره برداری بهینه از

۱- استادیار پژوهشی، مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
Email: garivani_gol@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

آن میتواند نقش بسزایی در تـأمین برخـی نیازهـای اساسـی جمعیـت استان و حتی کشور داشته باشد. لذا در این پژوهش تلاش شده اسـت تا بـا بررسـی‌هـای لازم مـدل مناسـبی بـرای اختـصاص اراضـی بـه دیمکاری پیشنهاد گردد تا به کمک آن بتـوان اراضـی مناسـب بـرای کاربری زراعت دیم را با استفاده از سیستم نوین سنجش از دور تعیین کرد

تنش‌های خشکی، سرما، توزیع نامناسب بارنـدگی در دیمزارهـا از جمله عوامل اصلی کاهش محصول بشمار می‌آیند پیش بینی نـسبت تخصیص زمینهای مزروعی و قابل کشت به تولیـد انـواع محـصولات زراعی و باغی و داشتن الگوی کشت مناسب عـلاوه بـر امکـان بهـره برداری بهینه و پایدار از شرایط موجود باعث کاهش نوسانات شدید در تولیـد محـصولات مختلـف مـی‌شـود (۱۵). اختـصاص اراضـی بـه کشت‌های مختلف با توجه به توانمندیهای هر منطقه نیازمنـد ارزیـابی مناسب اراضی و انتخاب روش مناسب و آسان است. تاکنون روشـهای ارزیابی متعددی در دیمزارها در نواحی مختلف به اجرا در آمده اسـت. در روشهای کلی[1] که تا قبل از سال ۱۹۷۳، مطرح بودنـد بطـور کلـی زمین رابرای چند نوع بهره وری ارزیابی می‌نمودند. از مهمتـرین ایـن روش‌ها میتوان به، طبقه بندی قابلیت اراضی ارائه شده توسـط وزارت کشاورزی ایالت متحده آمریکـا[2]، سیـستم پارامتریـک[3] (ایـن سیـستم قابلیت فعلی و آتی زمین را بر حسب بـاروری بیـان مـی‌کنـد)، طبقـه بندی قابلیت اراضی برای مناطق حاره مرطوب[4] (که در حقیقت همـان روش پارامتریک است که توسط سایس و فرانکارت در مناطق حاره‌ای مرطوب تطبیق داده شده است.) و روش ارزیابی اراضی بـرای نباتـات گیاهان خاص با طبقه بندی تناسب اراضی به روش سازمان خواروبـار جهانی (فائو) بودند (۲۰) .

سازمان خوار و بار جهانی[5] (FAO) در سال ۱۹۸۷ به منظور بهینه سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان "پهنـه بندی اکولـوژیکی کـشاورزی[6] (A.E.Z) ارائـه و پـس از تحقیقـات و آزمایشات فراوان در سال ۱۹۸۳ آن را برای کلیه کشورها توصیه نمود (۲۶). چارچوب ارزیابی در این سیستم، ایجاد پهنه هـایی بـا پتانـسیل فیزیکی مشابه از نظر خصوصیات اقلیمـی و خـاک بـرای محـصولات کشاورزی می‌باشد. متعاقب تدوین و توسعه چـارچوب تناسـب اراضـی توسط فائو در ایران، افراد مختلفی سعی کردند تـا بـا ترجمـه و انجـام برخی پژوهش‌های کاربردی به عملیاتی کـردن ایـن روشـها مبـادرت نمایند. "انتشار نشریه راهنمای ارزیابی اراضی برای دیمکاری" توسـط گروه مترجمین پروژه برنامه ریزی استفاده از سرزمین (۵)، "ارائه روش ارزیابی کیفی تناسـب اراضـی بـرای نباتـات زراعـی و بـاغی" (۲۰) و "معرفی معیارهای لازم برای تعیین شاخص نیازهای اساسـی گیاهـان بر مبنای شاخص‌های تعیین شـده توسـط سـایز و همکـاران" (۲) از جمله این تلاشها می‌باشد.

با بهره گیری از روش پیشنهادی فائو مطالعات متعددی در سـطح دنیا برای ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی دیم صورت گرفته است. یکی از این روشها روش سلـسله مراتبـی اسـت کـه توسـط محققـین مختلف (۳۶و ۳۸) مورد استفاده قرار گرفته است، در این مـدل، تولیـد دیم در ۴ سطح قابل ارائه است: ۱- تولید پتانـسیل ژنتیکـی (RPP[7])، ۲- تولید پتانسیل بواسطه محدودیت آب (WPP[8])، ۳- تولید پتانـسیل زمین (LPP[9])، ۴- تولید پتانسیل مدیریتی (MPP[10]). طبقـه بنـدی و پیشنهاد دادند.

ویلسون (۳۸) در منطقه موسمن- جولاتن استرالیا مطالعه‌ای روی تیپ‌های بهره وری دیـم محـصولات مختلـف و بـا محـدودیت‌هـای مختلف اراضی انجام داد که در این بررسی اراضی مناسب برای توسعه کشاورزی و نیازهای مدیریتی این اراضی برای استفاده های کشاورزی و همچنین صدمات احتمالی ناشی از هر نوع اسـتفاده شناسـایی شـده است.

مطالعات نسبتاً جامعی با بهره گیری از استفاده از شـیوه فـائو بـه منظور دیم کاری در ایران نیز صورت گرفته است. مطالعه کیفی توسط ضیائیان و ابطحی (۱۲) در منطقه دارنجان واقع در اسـتان فـارس بـر مبنای راهنمای فائو و بهره گیری از جداول نیازهـای گیـاهی تـدوین شده توسط سایز صورت گرفته است. در این منطقـه مـورد مطالعـه ۴ سری خاک تفکیک شده و تیپ‌های بهره وری شامل کشت دیم گندم و جو بوده است. تعیین کلاس نهایی به سـه روش محـدودیت سـاده، روش شدت و تعداد محدودیت و روش پارامتریک صورت گرفته است قائمیـان و همکـاران (۱۵)، بـرای ارزیـابی تناسـب اراضـی گنـدم و چغندرقند و یونجـه در اراضـی منطقـه پیرانـشهر از روش پارامتریـک استفاده کردند بازگیر وهمکاران (۳) اراضی دشت تالاندشت کرمانـشاه را برای محصولات گندم، جو و نخود دیم مورد ارزیابی کیفی، کمـی و اقتصادی قرار داد. در ارزیابی کیفی، مشخصات اقلیمی، پستی و بلندی زمین و خصوصیات خاک منطقـه بـا نیازهـای رویـشی هـر محـصول مقایسه و بسته به میـزان تطـابق آنهـا، کـلاس تناسـب کیفـی را بـه روشهای محدودیت و پارامتریک تعیین و پیشنهاد کـرده اسـت. نتـایج ارزیابی کمی نشان می‌دهد که کشت گندم و جو در اغلـب واحـدهای اراضی مناسب تا نسبتاً مناسب اسـت و از نظـر اقتـصادی، نخـود بـه

1- General land evaluation methods
2- USDA land capability classification
3- Parametric system for general evaluation purposes
4- Land capability classification for the humid tropics
5- Food And Agriculture Organization of the United Nation
6- Agro-ecological zonation
7- Radiation temperature production potential
8- Water limited production potential
9- Land production potential
10- Management production potential

Archive of SID

www.SID.ir

عنوان مناسبترین نبات و در درجات بعدی گندم و جو در منطقه معرفی می‌گردند. مظفری و قائمی (۲۲)، در مورد نقش بارش در کاشت گندم دیم، عزیزی و یار احمدی (۱۳)، نقش آب و هوا در عملکرد گندم دیم، بمنظور بررسی تأثیر بارندگی و درجه حرارت بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه توسط اشرف طلیعی و بهرامی (۱)، مطالعه‌ای صورت گرفته است. سپاسخواه و همکاران (۹) نیز نشان دادند نواحی با میانگین بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی متر برای کشت اقتصادی دیم با احتمال ۵۰ درصد مناسب هستند. در حالی که نواحی با میانگین بارندگی سالانه ۳۶۰ میلی متر، مناسب کشت اقتصادی دیم با احتمال ۸۰٪ مناسب میباشند، امروزه با کاربرد تکنولوژی سنجش از دور (RS) در قالب اطلاعات ماهواره‌ای (تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی)، منابع اطلاعاتی قابل دست یابی و مقرون به صرفه‌ای از پوشش زمین کاربری زمین فراهم می‌گردد. اطلاعات جمع آوری شده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS بهنگام و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از این تجزیه و تحلیلها می‌تواند به بهبود الگوهای کشاورزی کمک نموده و متدولوژی را توسعه بخشد. سنجش از دور در مراحل مختلف ارزیابی اراضی کارایی دارد. اطلاعات کسب شده توسط ماهواره‌ها و عکس‌های هوایی به خوبی قابلیت خود را در این زمینه به اثبات رسانده اند دیویدسون و همکاران (۲۵) از سامانه اطلاعات جغرافیائی (GIS) در تکنیک طبقه بندی فازی در ارزیابی اراضی در یونان بهره گرفته و بیدکرکه و همکاران (۲۳) تناسب زمین‌های جنوب اکوادور را برای گیاهان خانواده نعنائیان با استفاده از علوم تخصصی و GIS بررسی کردند. نقشه‌های مناطق مستعد اقلیمی نشان داد که نواحی با ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰ متر نواحی مناسبی هستند جائی که شرایط درجه حرارت مناسب غالبیت دارد. در حدود ۲۴درصد مناطق موردمطالعه برای رویش خانواده نعنائیان (Cherimoya) مناسب بودند و فقط ۲درصد از این مناطق بسیار مستعد رویش آن بودند. ون لانن و همکاران (۳۶) از یک روش فیزیکی ارزیابی و GIS برای توسعه پتانسیل رشد گندم در اروپا استفاده کردند. آنها دریافتند که ۵۵درصد زمین‌ها برای کشت گندم مناسب نیستند.

ساتیا پریوا (۳۴) برای پهنه بندی محصول گندم دیم در کشور هند از عوامل و عناصر آب و هوایی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، بارش و دمای هوا استفاده کرده است. نامبرده به این نتیجه رسیده است که توزیع بارش ماهانه و ارتفاع منطقه، عامل موثری در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم می‌باشد. زانگ و همکاران (۴۲)، تغییرات کاربری اراضی را در چین با استفاده از تکنیکهای سنجش از دور بررسی کردند.

سرمدیان و همکاران (۱۰)، به مطالعه تناسب اراضی برای محصولات تحت آبیاری با استفاده از سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) در منطقهٔ ورامین پرداختند که نتایج حاصل از ارزیابی تناسب کیفی اراضی منطقه مورد مطالعه نشان میدهد کلاس تناسب کیفی واحدهای اراضی برای گندم و جو آبی در شرایط فعلی غالبا مناسب (S_1)، نسبتاً مناسب (S_2) و برای برخی واحدها مناسب اما با سود کم (S_3) و نامناسب (N) بوده است. همچنین برزگری و خلیلی (۴)، فرج زاده و تکلوبیغش (۱۴)، با تحلیل عناصر آب و هوایی در محیط GIS پهنه بندی کشت گندم دیم را به ترتیب در استان‌های کردستان و همدان انجام داده اند. نتایج تحقیق دیگری در تعیین مناطق مستعد برای کشت دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان اردبیل؛ بیانگر این واقعیت است که اولاً مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص‌های موثر در فرایند کشت دیم محسوب می‌شوند. ثانیاً از طریق انطباق لایه‌های موثر در فرایند کشت گندم دیم در محیط GIS، امکان شناسایی دقیق مناطق مستعد برای کشت دیم وجود دارد (۸). نتایج تحقیق شعبان و عبدی (۱۱) نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ (ETM+) قابلیت تهیه نقشه کاربری اراضی عمده را در مناطق کوهستانی دارا می‌باشند. غفاری (۳۰) نیز با بکارگیری روش یونسکو نسبت به پهنه بندی اقلیم کشاورزی با هدف زراعت دیم درایران پرداخته است.

مواد و روش‌ها

استان خراسان شمالی بین مدارهای ″۴۲ ,°۳۶ و ″۱۴ ,°۳۸ شمالی و نصف النهارهای″ ۳۱ ,°۵۶ و″ ۳۰ ,°۵۸ شرقی در شمال شرقی ایران واقع شده از شمال با جمهوری ترکمنستان با بیش از ۲۸۰ کیلومتر مرز مشترک هم مرز است از شرق و جنوب به استان خراسان رضوی از غرب با استانهای سمنان و گلستان محدود شده و مساحت آن ۲۸۱۶۶ کیلومتر مربع بوده که ۱/۷۱ درصد مساحت کشور را تشکیل می‌دهد. متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۶ متر است، بلندترین نقطه آن با ۳۰۵۱ متر در ارتفاعات آلاداغ (قله شاه جهان) و پائین ترین نقطه آن هم مرز با استان گلستان در شهرستان مانه و سملقان با ۴۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط دمای استان ۱۳ درجه سانتیگراد بوده که در فصل تابستان حداکثر به ۴۰ درجه سانتیگراد در شهرستان مانه و سملقان می‌رسد. بیشترین میزان بارندگی در فصل زمستان و فروردین ماه نازل می‌شود. بر اساس طبقه بندی اقلیمی دومارتن این استان در اقلیم نیمه خشک قرار می‌گیرد. این شرایط اقلیمی منطقه، محیط بسیار مناسبی برای رشد انواع گونه‌های گیاهی و جانوری فراهم می‌سازد.

روش کار مورد استفاده در این تحقیق مبتنی بر شناسایی معیارهای مناسب در کشت دیم و در نهایت مکان یابی مناطق مستعد کشت دیم با استفاده از قابلیتهای GIS و RS می‌باشد. این تحقیق در چهارچوب آمایش سرزمین با هدف کاربری زراعی (بخصوص دیم) در نظر گرفته شده است. مراحل اجرای آن به شرح ذیل می‌باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

– جمع آوری منابع اکولوژیکی و اطلاعاتی مورد نیاز شامل: منابع فیزیکی، اقلیم، هواشناسی، زمین شناسی، فیزیوگرافی، شیب، جهت، خاک شناسی، قابلیت اراضی و پوشش گیاهی .....

– تهیه نقشه اولیه وضعیت موجود دیمکاری در سطح استان: با استفاده از تکنیکهای سنجش از دوردر تفسیر تصاویر ماهواره‌ای پس ازاعمال تصحیحات هندسی و رادیومتری بر روی تصویر ETM^{+} و تهیه تصویر RGB با ترکیب باندهای ۴، ۳ و ۲ و به کمک تفسیر چشمی با استفاده از نقشه‌های موضوعی (کاربری اراضی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و..) و قابلیت‌های محیط GIS و نرم افزارهای Arcview 3.1 و ArcGIS نقشه اولیه وضع موجود (پراکندگی) اراضی با کاربری زراعت دیم و سایر کاربری‌ها درحال حاضر تهیه شد.

– تصحیح و تطبیق نقشه با شرایط طبیعی: برای این منظور نقشه حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از دستگاه GPS مختصات جغرافیائی نقاطی با فواصل متفاوت با کاربریهای مختلف بطور تصادفی ثبت گردید. در صورت مشاهده خطا با توجه به یادداشت برداریها و مشاهدات صحرائی اصلاحات لازم صورت گرفت.

– تهیه لایه‌های اطلاعاتی موردنظر با میان یابی داده‌ها برای هر یک از متغیرهای مورد نیاز و ایجاد یک بانک اطلاعاتی مشخص برای هریک از این عوامل مؤثر وطبقه بندی و امتیاز دهی آنها بر اساس مطالعات ارزیابی روش سایز و همکاران (۳۵)، و با اقتباس از گیوی و همکاران (۲۰).

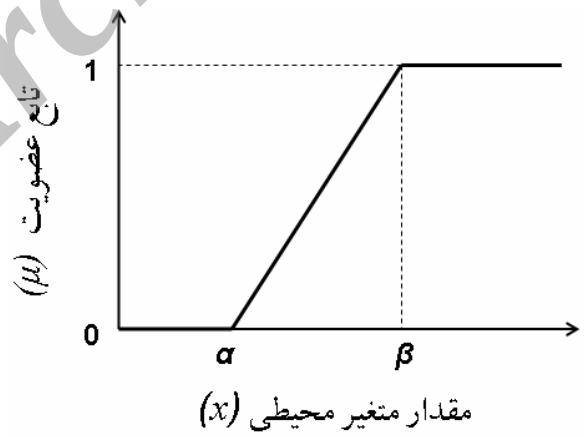
تابع عضویت فازی: در این بررسی ۸ متغیر محیطی شامل بارندگی (r)، شیب (b)، عمق خاک (d)، بافت خاک (t)، ارتفاع از سطح دریا (h)، درجه حرارت (m)، میزان فرسایش (e) و شوری خاک (s) جهت توصیف استعداد اراضی از نظر تولید دیم مورد استفاده قرار گرفت. این متغیرها از نظر مقدار عددی و واحد اندازه گیری کاملا متفاوت می‌باشند لذا به منظور فراهم شدن امکان مقایسه و تلفیق آنها با یکدیگر، مقادیر مربوط به هر یک از متغیرهای محیطی با استفاده از تابع عضویت فازی در دامنه صفر تا یک تعریف گردید. تابع عضویت در یک مجموعه فازی (μ) دستور لازم برای عضویت هر متغیر محیطی (x) به مجموعه را تعیین می‌کند. به بیان دیگر این تابع کیفیت متغیر محیطی مورد نظر را برای عضویت در مجموعه بر اساس مقادیر بین صفر و یک مشخص می‌سازد. در این مطالعه از تابع عضویت خطی (معادله ۱) استفاده شده است (۴۱):

$$\mu = \begin{cases} 0 & x \le \alpha \\ 1 - \dfrac{\beta - x}{\beta - \alpha} & \alpha < x < \beta \\ 1 & x \ge \beta \end{cases} \qquad (۱)$$

بعنوان مثال بارندگی بیش از ۳۰۰ میلیمتر برای دیم کاری کاملا مناسب و کمتر از ۱۵۰ میلیمتر نیز کاملا نامناسب است ولذا ۳۰۰ میلیمتر و بیشتر عدد یک و کمتر از ۱۵۰ عدد صفر میگیرد و بین این دو نیز اعداد مختلفی را به خود میگیرد (جدول ۱).

در این معادله α و β پارامترهایی هستند که حدود یا آستانه‌های بالا و پایین هر یک از متغیرهای محیطی (x) را از نظر مطلوبیت در شرایط دیم تعریف می‌کنند.

تلفیق متغیرها: از آنجا که درجه مطلوبیت اراضی برای تولید دیم تابعی از مجموعه متغیرهای تحت بررسی می‌باشد، لذا لازم است که این متغیرهای محیطی بنحوی در هم تلفیق شوند. متغیرهای مورد بررسی از نظر مقدار عددی و واحد اندازه گیری بسیار متفاوت می‌باشند. با این وجود عضویت آنها در مجموعه فازی بگونه‌ای است که امکان تلفیق آنها را فراهم می‌سازد.



شکل ۱- تابع عضویت خطی (معادله ۱) برای تبدیل مقادیر یک متغیر محیطی به شاخص فازی

Archive of SID

www.SID.ir

در این مطالعه جهت تلفیق متغیرها از روش ارائه شده توسط گاگلیاردی و همکاران (۲۷) استفاده شد. در این روش چنانچه n متغیر محیطی با توابع عضویت مختلف با یکدیگر تلفیق شوند، تابع عضویت نهایی معادل حداقل توابع عضویت هر یک از متغیرها خواهد بود. برای مثال چنانچه قرار باشد توابع عضویت عمق خاک (μ_d)، بافت خاک (μ_t) ارتفاع (μ_h)، درجه حرارت (μ_m) فرسایش (μ_e) و شوری (μ_s) در یک تابع عضویت (c_μ) تلفیق شوند، شکل این تابع بصورت معادله ۲ خواهد بود:

$$\mu_c = \min(\mu_d, \mu_t, \mu_h, \mu_e, \mu_s) \quad (۲)$$

با توجه به معادله ۱ چنانچه یکی از این توابع عضویت صفر باشد، بدون توجه به توابع مربوط به سایر متغیرها، تابع تلفیقی نیز مقدار صفر خواهد داشت. به بیان دیگر اگر یکی از متغیرهای فوق برای تولید دیم مطلوب نباشد، بدون توجه به مقدار سایر متغیرها، تابع تلفیق شده نیز برای دیم مناسب نمی باشد.

در مطالعه حاضر ابتدا دو متغیر بارندگی و شیب به دلیل اهمیت آنها در تولید دیم بر اساس تابع عضویت خطی به شاخص فازی تبدیل شده و سپس به روش فوق با هم ترکیب شدند. در ادامه ۶ متغیر باقیمانده نیز با توجه به توابع عضویت مربوطه به روشی مشابه در هم تلفیق گردیدند. سپس با استفاده از روش مندوزا و پرابو (۳۰) دو تابع عضویت فازی بصورت خطی با هم ترکیب شده و شاخص نهایی برای تعیین مطلوبیت اراضی محاسبه گردید (معادله ۳):

$$S_i = \sum w_x \mu_x \quad (۳)$$

که در آن Si شاخص مطلوبیت، wx وزن مربوط به هر متغیر (متناسب با درجه اهمیت آن) و μx تابع عضویت آن می‌باشند.

داده‌های مربوط به هر متغیر بر اساس تابع عضویت فازی در ۴ گروه طبقه بندی شدند. نهایتا مقادیر حاصل از میان یابی مکانی برای هر متغیر در یکی از این ۴ گروه قرار گرفت. لازم به ذکر است که چنانچه وزن‌های مربوط به هر متغیر بصورت استاندارد شده مورد استفاده قرار گیرد در اینصورت مقدار نهایی شاخص مطلوبیت نیز بین صفر و یک خواهد بود (جدول ۱). البته کامفورث (۲۴) نشان داد که بسته به میزان واریانس متغیرهای محیطی استفاده از وزن‌های استاندارد نشده نتایج بهتری را بدست خواهد داد، بنابراین در این مطالعه نیز وزن متغیرها استاندار نشده است. به این ترتیب با ترکیب ۲ متغیر بارندگی و شیب چهار کلاس کیفیت در دامنه ۸-۲ و با ترکیب ۶ متغیر عمق خاک، بافت خاک، ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، فرسایش و شوری نیز چهار کلاس کیفیت در دامنه ۵/۶۷-۱/۲۵ محاسبه گردید. در نهایت باتلفیق این دو گروه از متغیرها بر اساس معادله ۲، منطقه تحت بررسی از نظر مطلوبیت برای تولید دیم در چهار کلاس طبق بندی شد.

نقشه‌ای که از طریق همپوشانی لایه‌ها با اعمال شاخص‌های مناسب کشت دیم و بر اساس ارزش گذاری با منطق فازی تهیه شده است قطعا با نقشه‌ای که از طریق تفسیر تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده است تفاوت دارد، لذا این دو نقشه در مرحله نهایی با همدیگر همپوشانی داده شدند و مغایرتهای مربوط به دو لایه اطلاعاتی؛ مکان یابی شده و وضعیت فعلی دیمکاری استخراج شد. این عمل برای سایر عوامل موثر در دیمکاری (بارندگی، شیب، هیپسومتری،...) با وضعیت فعلی دیمکاری تکرار شد.

با توجه شرایط اکولوژیکی استان و متکی بودن اقتصاد این استان بر زراعت دیم (زراعت بدون آبیاری) مطالعه الگو یا الگوهای مناسب بهره وری و رعایت دقیق اصول علمی می‌توان هم به نحو مناسب و معقولانه از امکانات بالقوه خدادادی بهره گرفت و هم از فشار بی رویه و بهره برداری غیر اصولی جلوگیری کرد. هدف از اجرای این طرح شناسائی مناطق مستعد زراعت دیم در استان خراسان شمالی و ارائه الگوی مناسب بهره برداری از این اراضی با بهره گیری از نتایج حاصل از مطالعات و تحقیقات انجام شده در دنیا و کشور بویژه در این استان میباشد. تا براساس آن مسئولین مربوطه با اتکا با آن برنامه ریزی مناسبی برای بهره برداری مناسب از توانمندیهای خدا دادی ارائه نمایند. می‌توانند تصمیم گیری و راهکارهای لازم را ارائه دهند.

جدول۱- شاخص کمی مؤثر در پهنه بندی اراضی دیم

شاخص ها	مناسب(S_1)	متوسط(S_2)	کم مناسب(S_3)	نامناسب(S_4)
عمق خاک	۱	۰/۶۴	۰/۱۴	۰
بافت خاک	۱	۰/۶۷	۰/۳۴	۰
بارندگی	۱	۰/۸۳	۰/۳۳	۰
ارتفاع	۱	۰/۷۵	۰/۲۵	۰
حرارت	۱	۰/۶۷	۰/۳۴	۰
فرسایش	۱	۰/۶۷	۰/۳۴	۰
شوری	۱	۰/۷۵	۰/۲۵	۰
شیب	۱	۰/۸۵	۰/۳۵	۰

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نقشه نهائی وضع موجود دیمکاری استان (شکل ۲و جدول ۳) نشان می‌دهد از کل مساحت استان، سطحی معادل ۵۱۳۸۸۶/۷ هکتار (۱۸/۲ درصد) را در حال حاضر زراعت دیم و ۶۹/۳ درصد به جنگل و مرتع به خود اختصاص داده است. از آنجائیکه بارندگی تعیین کننده ترین فاکتور در تناسب اراضی برای دیمکاری است و بطوریکه نتایج نهایی تحقیق رسولی و سبحانی (۷) درمنطقه اردبیل و نتایج مطالعه نورود (۳۴) در مورد کشت گندم دیم در ایالت کانزاس مبین این واقعیت است، لذا این لایه با لایه اطلاعاتی بارندگی تلفیق گردید، نتایج نشان داد. فقط حدود ۲۹ درصد، معادل۱۴۹۰۲۷/۱ هکتار از دیمکاری‌های فعلی در اقلیم با بارندگی بیش ۳۰۰میلیمتر (در حد مناسب یا R_1) و ۵۷/۷ درصد از دیمکاریها در محدوده بابارندگی حدود ۲۵۰ میلیمتر (حداقل بارندگی لازم برای دیمکاری) و در حد متوسط (R_2) ۱۳/۳ درصد از اراضی مورد نظر درمناطقی با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلیمتر (R_3) گسترش دارند که به هیچ وجه برای زراعت دیم مناسب نیستند توصیه نمیشوند. اگر چه سپاسخواه و همکاران (۹) هم در تحقیق خود در استانهای جنوب ایران نواحی با میانگین سالانه ۳۰۰ میلیمتر به احتمال ۵۰ درصد از نظر اقتصادی مناسب گزارش کرده اند. لیکن در مناطق شمال خراسان بدلیل شرایط خاص اکولوژیکی، عمده بارش‌ها از اواسط آبان تا اواسط خرداد ماه نازل میگردد (۱۷) که مطابق جدول ۲، تاریخ ۱۱ اسفند تا ۱۲ اردیبهشت (ماههای مارس و آپریل) بیشترین درصد فراوانی بارندگی‌های سالیانه استان را معادل۳۲/۵ درصد، تشکیل می‌دهند (جدول ۲). بنظر می‌رسد بدلیل نزول درصد قابل توجهی از نزولات جوی در ماههای مصادف با مراحل رشد گیاهان بنظر میرسد با حداقل ۲۵۰ میلیمتر با انجام عملیات ذخیره و حفظ رطوبت در سال آیش و رعایت اصول صحیح به زراعی و اعمال مدیریت صحیح، در صورت تناسب سایر فاکتورهای اراضی میتوان عملکرد مناسبی دست یافت همانطوریکه سایتا پریوا (۳۴) در پهنه بندی محصول گندم دیم در کشور هندوستان توزیع بارش ماهانه منطقه را یکی از عوامل مؤثر در تعیین مناطق مستعد دیم میداند. اشرف طلیعی و بهرامی (۱)، فلاتها، کلیه خاکهای تشکیل دهنده دارای بافت سنگین تر(رسی) هستند به نحوی که در جنوب استان نیز نشان دادند بارندگی بیش از درجه حرارت بر عملکرد محصول گندم دیم موثر است و افزایش بارندگی در اواخر دوره رشد و نمو اثر بیشتری نسبت به افزایش بارندگی در اوایل دوره رشد و نموگندم دارد. نتایج نهایی تحقیق رسولی و سبحانی (۷)، مبین این واقعیت است که مقدار بارش در طول دوره رشد، عامل تعیین کننده‌ای در روند کشت گندم دیم است و از نقطه نظر زمانی، ماه اکتبر مناسب ترین تاریخ کشت محصول گندم دیم در محدوده استان اردبیل شناخته می‌شود. بافت خاک در زراعت دیم نقش اساسی در عملیات خاکورزی بویژه در حفظ وذخیره رطوبت دارد نتایج این بررسی نشان میدهد کلیه خاکهای این استان تشکیل دهنده در مناطق مرتفع که از مخلوط شدن با مواد آبرفتی در امان بوده اند از نوع متوسط تا کمی سبک (لومی، شنی، سیلتی، سیلتی لوم) است. اما در دشتها و آبرفتها و دیده می‌شود. قسمت اعظم استان بویژه جنوب استان، دارای خاکهای عمیق تا نیمه عمیق می‌باشند. تلفیق نقشه‌های مغایرت حاصل ازارزیابی عمق و بافت خاک با وضع موجود کاربری‌های زراعت دیم نشان داد فقط ۸/۲۷درصد (معادل ۱۴۲۸۶۰/۴هکتار) از دیمزارهای استان، تحت عمق و بافت مناسب قرار دارند و ۵۹/۹ درصد از اراضی مذکور، در شرایط نامطلوب از نظر عمق و بافت خاک تحت کشت قرار دارند.

جدول ۲- درصد فراوانی بارندگی‌های سالانه در ماههای پرباران استان

اواسط آبان تا اوسط آذر	اواسط آذر تا اواسط دی	اواسط دی تا اواسط بهمن	اواسط بهمن تا اواسط اسفند	اواسط اسفند تا اواسط فروردین	اواسط فروردین تا اواسط اردیبهشت	اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد
۹/۲	۹/۶	۱۰/۲	۹/۷	۱۷/۳	۱۵/۲	۱۱/۱

جدول ۳- خلاصه نتایج ارزیابی با کاربری فعلی زراعت دیم با شاخص بارندگی

کلاس	مساحت	درصد	توضیحات
S_1	۱۴۹۰۲۷/۱	۲۹/۰	مناسب برای دیمکاری (کد R_1) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
S_2	۲۹۶۵۱۲/۶	۵۷/۷	با وضعیت متوسط برای دیمکاری (کد R_2) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
S_3	۶۸۳۴۶/۹	۱۳/۳	کم مناسب برای دیمکاری (کد R_3) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
مجموع	۵۱۳۸۸۶/۷	۱۰۰	کل دیمکاری‌های استان تحت کلاسه‌های مختلف بارندگی
Non DF	۲۳۰۲۷۲۸	–	در حال حاضر دیمکاری نمی شوند و به سایر کاربریها تعلق دارند

Archive of SID

www.SID.ir

همانطوریکه رستمی نیا (۶) نیز در سال با ارزیابی دشت مهران استان ایلام برای محصولات منطقه شامل گندم، ذرت و کنجد نشان داد که عمده واحدهای زراعی برای محصولات مورد نظر دارای کلاس تناسب متوسط هستند و این امر را ناشی از محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک دانسته است.

مطالعات فرسایشی انجام شده به روش EPM[1]، قسمت عمده استان دارای وضعیت فرسایشی شدید (۴۰/۲ درصد) و یا متوسط (۲۹/۱ درصد) می‌باشد. نتایج حاصل از تلفیق نقشه فرسایش با وضع موجود اراضی با کاربری زراعت دیم نشان داد که؛ به ترتیب در سطحی معادل ۲۵/۵ و ۴۷/۳ درصد اراضی مذکور از نظر شاخص فرسایش در کلاس متوسط و شدید قرار دارند. لذا ادامه زراعت دیم دراین اراضی باعث تشدید روند فرسایش شده وبه هیچ وجه توصیه نمی گردد. تغییرات نوع محصول بستگی به تغییرات خصوصیات خاک و اثر آن بر رشد محصول دارد (یعنی نور، دما و غیره). توپوگرافی مهمترین فاکتور کنترل کننده توزیع آب در خاک، ماده آلی- مواد غذایی، ترکیب بافت خاک و دیگر خصوصیات تأثیر گذار بر رشد محصول در مزرعه است (۳۳، ۳۵و ۴۱). شیب یکی از فاکتورهای محدود کننده برای زراعت دیم محسوب می‌شود بدلیل کوهستانی بودن استان قریب ۶۰ درصد از وسعت استان در شیبهای بیش از ۸ درصد واقع و بیش از ۳۹ درصد در شیب‌های بیش از ۱۵ درصد واقع است. ارزیابی اراضی با کاربری زراعت دیم با شاخص شیب نشان می‌دهد؛ ۴۴ درصد از این اراضی (۲۲۶۱۱۰/۱هکتار) در کلاسهای با شیب ۸-۰ درصد قرار گرفته است و در حدود ۵۶ درصد از دیمکاریهای موجود در سطح استان در شیبهای بیش از ۸ درصد قرار گرفته اند که مطابق با جداول سایز و همکاران با وضعیت متوسط و نامناسب برای دیمکاری ارزیابی شده اند (جدول۴ ارزیابی اراضی با کاربری فعلی زراعت دیم با تلفیق دو شاخص عمده مؤثر در زراعت (بارندگی و شیب) نشان دادمعادل ۱۲۷۱۳۵/۶ هکتار (۲۴/۸ درصد) از دیمزارهای استان با شیب و بارندگی مناسب و حدود ۱۳۹۳۶۶/۱هکتار از دیمزارهای استان معادل ۲۷/۱ درصد با شیب تا ۸درصد و بارندگی بین ۳۰۰-۲۵۰ میلیمتر در حد متوسط برای دیمکاری ارزیابی شده اند. در مجموع می‌توان گفت که در حدود ۵۲ درصد (۲۶۶۵۰۱/۷هکتار) از اراضی که در حال حاضر دارای کاربری دیم هستند با تلفیق بارندگی و شیب در حد مناسب و متوسط ارزیابی می‌شوند. از دیمزارهای استان به ترتیب ۲۶/۹درصد و۲۱/۲ درصد (درمجموع ۴۸/۱ درصد) کم مناسب و نامناسب برای دیمکاری ارزیابی شده اند (شکل ۳ وجدول ۵).

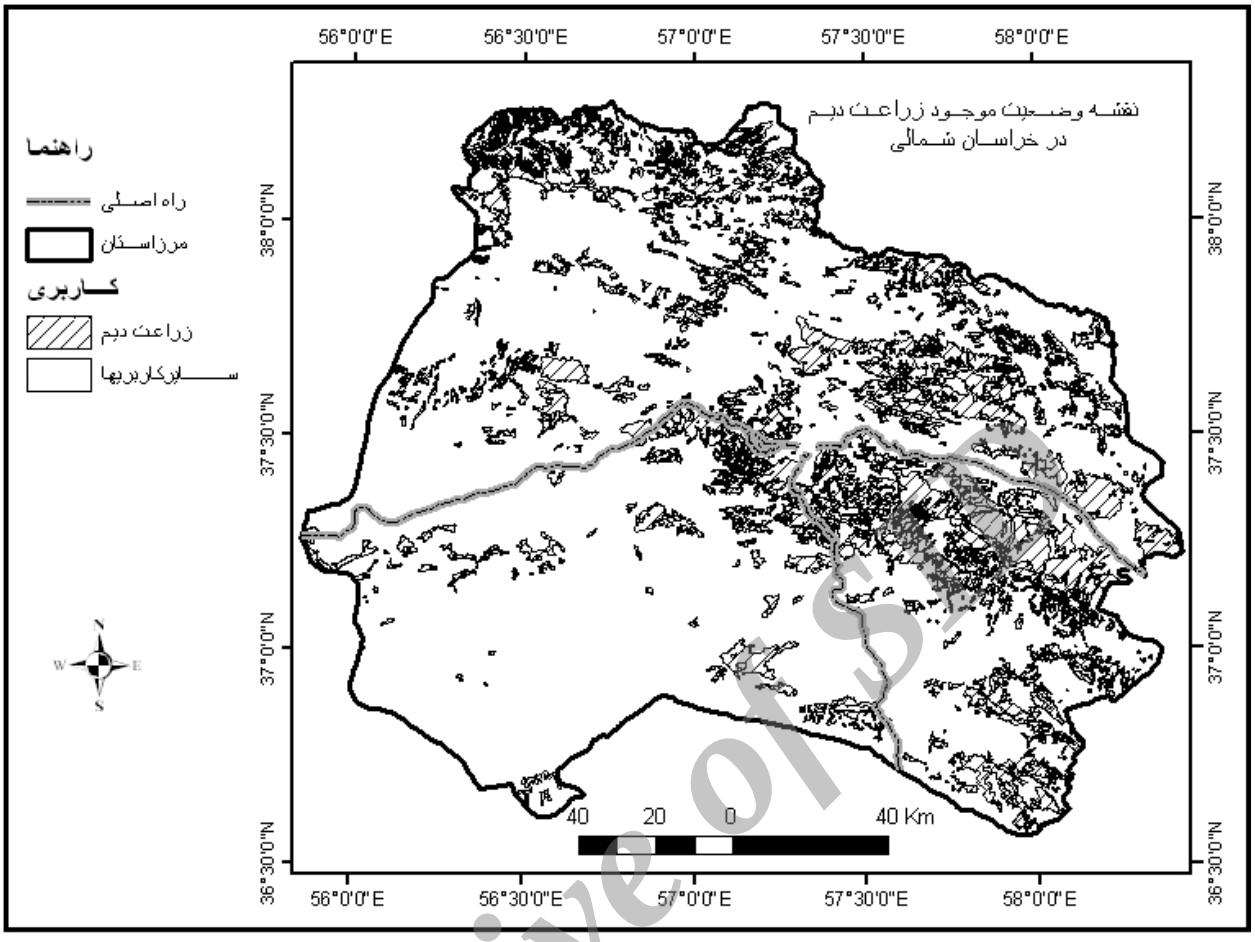
نتیجه مشابهی که ون لانن و همکاران (۳۶) بابهره از یک روش فیزیکی ارزیابی و GIS برای توسعه پتانسیل رشد گندم در اروپا دریافتند که ۵۵ درصد زمین‌ها برای کشت گندم مکانیزه مناسب نیستند در تحقیق دیگری در تعیین مناطق مستعد برای کشت دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان اردبیل؛ نتایج بدست آمده بیانگر این واقعیت است که اولاً مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص‌های موثر در فرایند کشت دیم محسوب می‌شوند. ثانیاً از طریق انطباق لایه‌های موثر در فرایند کشت گندم دیم در محیط GIS، امکان شناسایی دقیق مناطق مستعد برای کشت دیم وجود دارد (۸). اراضی کم مناسب و نامناسب برای زراعت در این استان به دلیل محدودیت بارندگی (نواحی جنوبی استان و یا دارای شیب بالای ۱۵ درصد می‌باشند که به هیچ وجه برای انجام عملیات خاکورزی برای دیمکاری مناسب به نظر نمی رسند و حتی در صورتیکه مناطقی با این ویژگی در حال حاضر شخم خورده است بهتر است برای جلوگیری از تشدید فرسایش به سایر کاربریهای مناسب ازقبیل احداث چراگاه مصنوعی، جنگلکاری، درختکاری و احداث باغات دیم و ... اختصاص یابند. لایه اطلاعاتی حاصل از تلفیق و همپوشانی دولایه مربوط به شاخص‌های بارندگی وشیب بالایه‌های حاصل از شش شاخص دیگر (عمق خاک، بافت خاک، هیپسومتری، فرسایش، شوری خاک، دما) نشان داد سطحی معادل ۵۱۵۹۴/۲هکتار (۱۰/۰۴درصد) از دیمزارهای موجود برای دیمکاری مناسب ارزیابی شده است و حدود ۸۶/۱ درصد معادل ۴۴۲۴۵۶/۴ هکتاراز دیمزارهای موجود مطابق این لایه برای دیمکاری نامناسب بوده است. بنابراین از۱۸/۲درصد از وسعت استان (۵۱۳۸۸۶/۷ هکتار) درحال حاضر به کاربری زراعت دیم اختصاص یافته سطوح زیادی از این اراضی دارای یک یا چند شاخص محدود کننده می‌باشد (جدول ۶ و شکل۴).

به نظر می‌رسد استفاده از جداول نیازهای گیاهی محصولات زراعی وطراحی و بهره گیری از مدل‌های مناسب با کمک سیستمهای RS و GIS میتوان در انتخاب مناطق مساعد کشت برای محصولات مختلف و در تعیین الگوی کشت مناطق مختلف قدمهای مؤثری برداشت و به امر اعمال مدیریت مناسب در بهره برداری بهینه همت گماشت. همانطوریکه سایر محققین از جمله گاردینر (۲۸) در بررسی تناسب خاک‌های ایرلند، بیدکرک و همکاران (۲۳) برای بررسی تناسب اراضی برای چریمویا، دیویدسون و همکاران (۲۵) جهت استفاده از تکنیک طبقه بندی فازی در ارزیابی در اکوادر، زانگ و همکاران (۴۰)، در بررسی تغییرات کاربری اراضی چین، برزگری و خلیلی (۴)، فرج زاده و تکلو بیغش (۱۴) برای تحلیل عناصر آب وهوائی به ترتیب در استانهای کردستان و همدان، رسولی و همکاران (۸) جهت انطباق لایه‌های مؤثر در زراعت دیم، محمدی و همکاران (۲۱) برای تلفیق نقشه‌های حاصل از روش وزندهی ورتبه بندی برای امکان کشت زیتون و سرمدیان و همکاران (۱۰) جهت مطالعه تناسب اراضی برای محصولات تحت آبیاری با استفاده از سنجش دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیائی (GIS) در منطقه ورامین پرداخته اند.

1- Erosion Potential Model

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ - نقشه وضعیت فعلی دیمکاری در سطح استان خراسان شمالی

جدول ٤- خلاصه نتایج ارزیابی اراضی با کاربری فعلی زراعت دیم با شاخص شیب در استان

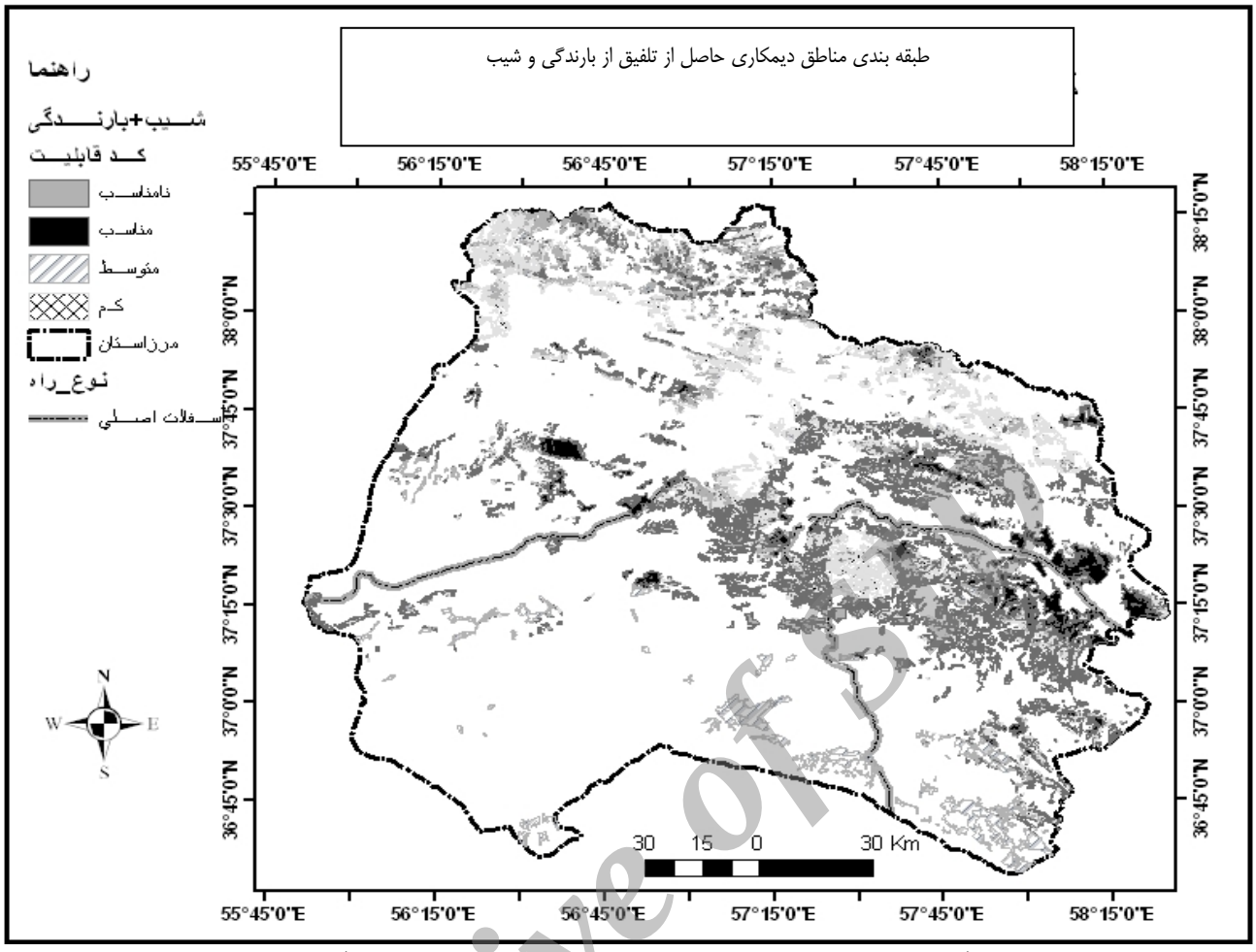
کلاس	مساحت	درصد	توضیحات
S_1	۱۶۴۴۴۳/۷	۳۲/۰	مناسب برای دیمکاری (با شیب متوسط ۵-۰٪) و در حال حاضر دیمکاری می شود
S_2	۶۱۶۶۶/۴	۱۲/۰	متوسط برای دیمکاری (با شیب متوسط۸-۵٪) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
S_3	۱۲۷۴۴۳/۹	۲۴/۸	کم مناسب برای دیمکاری (با شیب متوسط۱۵-۸٪) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
N	۱۶۰۳۳۲/۶	۳۱/۲	نامناسب برای دیمکاری (با شیب متوسط۱۵٪≤) و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
مجموع	۵۱۳۸۸۶/۷	۱۰۰	کل دیمکاری‌های استان تحت کلاسه‌های مختلف شیب
Non DF	۲۳۰۲۷۲۸	-	در حال حاضر دیمکاری نمی شوند و به سایر کاربریها تعلق دارند

جدول ۵- خلاصه نتایج ارزیابی کاربری فعلی زراعت دیم با شاخصهای شیب و بارندگی

کلاس	مساحت	درصد	توضیحات
S_1	۱۲۷۱۳۵/۶	۲۴/۷۴	با شیب و بارندگی مناسب برای دیمکاری و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
S_2	۱۳۹۳۶۶/۱	۲۷/۱۲	با شیب و بارندگی متوسط برای دیمکاری و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
S_3	۱۳۸۴۴۱/۱	۲۶/۹۴	با شیب و بارندگی کم مناسب برای دیمکاری و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
N	۱۰۸۹۴۴	۲۱/۲	با شیب و بارندگی نامناسب برای دیمکاری و در حال حاضر دیمکاری می‌شود
مجموع	۵۱۳۸۸۶/۷	۱۰۰	کل دیمکاری‌های استان تحت کلاسه‌های مختلف مجموع بارندگی و شیب
Non DF	۲۳۰۲۷۲۸	-	سایر کاربریها

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ - نقشه طبقه بندی مناطق دیمکاری حاصل از تلفیق از بارندگی و شیب

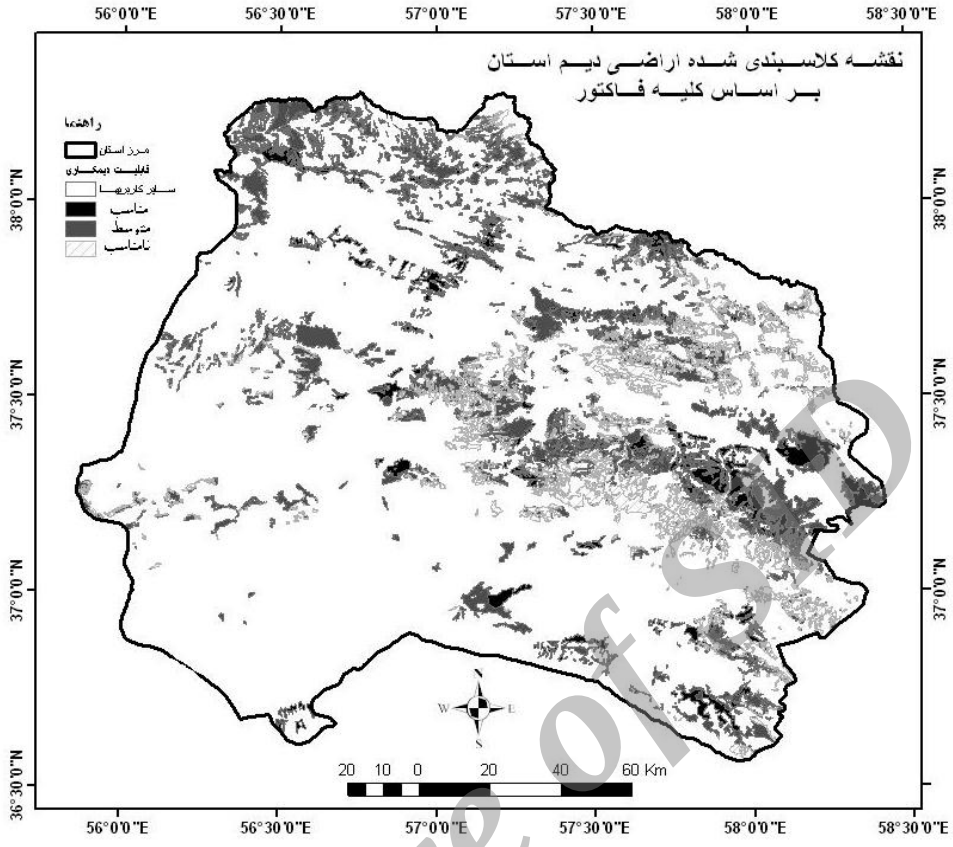
جدول ٦- خلاصه نتایج ارزیابی کیفی کشت دیم در استان خراسان شمالی

کلاس	توضیحات	مساحت (هکتار)	(%)
S_1	دیمزارهایی که بر اساس لایه مکان یابی شده، برای دیمکاری مناسب ارزیابی شده اند	۹۴۸۲۷/۸	۱۸/۴۵
S_2	دیمزارهایی که بر اساس لایه مکان یابی شده، برای دیمکاری متوسط ارزیابی شده اند	۱۱۱۳۷۵/۵	۲۱/۶۸
S_3	دیمزارهایی که بر اساس لایه مکان یابی شده، برای دیمکاری کم مناسب ارزیابی شده اند	۲۵۰۲۰۰/۳	۴۸/۶۹
N	دیمزارهایی که بر اساس لایه مکانیابی شده، برای دیمکاری نامناسب ارزیابی شده اند	۵۷۴۸۳/۱	۱۱/۱۸
مجموع	کل دیمزارهای موجود در سطح استان	۵۱۳۸۸۶/۷	۱۰۰
Non DF	سایر کاربریها	۲۳۰۲۷۲۸	-

بنابراین پایش مداوم شرایط طبیعی و زیست بوم‌های منطقه بابکارگیری سیستمهای نوین، توجه به حفظ توان تولید اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی برای نیل به توسعه پایدار، عنایت به نقش محوری انسان و تعاملات اجتماعی و اقتصادی ودر برنامه ریزیهای توسعه به عنوان بهره بردار اصلی از محیط، توجه به موقعیت جغرافیائی و شرایط اقلیمی حاکم بر آن (خشک ونیمه خشک)، جلوگیری ازبهره برداریهای غیر اصولی از منابع طبیعی بویژه شخم‌های بی‌رویه، چرای مفرط مراتع و قطع جنگلها، هماهنگ نمودن سیاست اجرائی سازمانها و نهادهای مرتبط، رعایت اصول صحیح از سرزمین، بکارگیری نتایج حاصل از تحقیقات، در صدر توجهات قرار گرفته ودرتهیه و تدوین برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی برای این نواحی ایده‌های عالمانه‌ای که توان برقراری تعادل بین نیازهای جامعه و محدودیت‌های موجود در محیط زیست را داشته باشد توجه شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤ - نقشه طبقه بندی مناطق دیمکاری حاصل از تلفیق از تمامی فاکتور ها

منابع

۱- اشرف طلیعی، ع. و ن. بهرامی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر بارندگی و درجه حرارت بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه. ۱۷(۱): ۱۱۲-۱۰۶.

۲- ایوبی، ش. و ا. جلالیان. ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی)، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۹۶ صفحه.

۳- بازگیر، م.، ج. گیوی، و ا. جلالیان. ۱۳۷۸. شناسایی و رده بندی خاکها و ارزیابی کیفی و کمی و اقتصادی تناسب اراضی منطقه تالاندشت استان کرمانشاه برای گندم، جو و نخود دیم: ۱- شناسایی و رده بندی خاکها و ارزیابی کیفی تناسب اراضی. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. صفحات ۱۶۴-۱۶۳.

۴- برزگری، س. و ع. خلیلی. ۱۳۸۰. پهنه بندی آگروکلیماتیک گندم دیم کردستان. سازمان هواشناسی کشور.

۵- بی نام. ۱۳۷۰ راهنمای ارزیابی اراضی برای دیمکاری ، پروژه برنامه ریزی استفاده از سرزمین، مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی . گزارش شماره ۱۵. ۳۸۷صفحه.

۶- رستمی نیا، م. ۱۳۷۹. ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی دشت مهران برای محصولات زراعی مهم منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۷۶ صفحه.

۷- رسولی، ع. ا. و ب. سبحانی. ۱۳۸۴. نقش بارندگی در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان اردبیل. تحقیقات جغرافیایی.۲۰(۳ (پیاپی ۷۸): ۱۱۷-۱۰۲.

۸- رسولی، ع.، ک. قاسمی گلعذانی، و ب. سبحانی. ۱۳۸۴. نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مطالعه موردی: استان اردبیل، مجله جغرافیا و توسعه، صفحات ۱۸۳-۲۰۰.

۹- سپاس خواه، ع.، ت. هنر، و ع. ر. رضایی. ۱۳۸۲. اثرات توزیع بارندگی بر محصول اقتصادی گندم دیم در استان‌های جنوبی جمهوری اسلامی

Archive of SID

www.SID.ir

ایران. تحقیقات کشاورزی ایران. ۱۰۴-۸۹: (۱)۲۲.
۱۰- سرمدیان، ف.،ک. مروج، ش. محمودی، و خ. ابراهیمی .۱۳۸۲. مطالعه تناسب اراضی برای محصولات تحت آبیاری با استفاده از سنجش از دور(RS) و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)در منطقه ورامین. علوم کشاورزی ایران. ۹۱۲-۸۹۹: (۴)۳۴ .
۱۱- شعبان، ش. و ا. عبدی. ۱۳۸۶. تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس با استفاده از داده‌های سنجنده ETM^+ (منطقه مورد مطالعه: حوزه سرخاب خرم آباد لرستان). فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی سال چهاردهم. شماره ۱ (پیاپی ۵۷)، ص ۱۲۹.
۱۲- ضیائیان، ع. و ع. ابطحی. ۱۳۷۵. ارزیابی تناسب اراضی دشت دارنجان در استان فارس. پنجمین کنگره علوم خاک ایران.
۱۳- عزیزی، ق. و د. یاراحمدی. ۱۳۸۱. بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۴.
۱۴- فرج زاده، م. و ع. تکلوبیغش. ۱۳۸۰. ناحیه بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر گندم دیم، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۱.
۱۵- قائمیان، ن.، ع. برزگر، ش. محمودی، و پ. عماری. ۱۳۸۱. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم ، چغندر قند و یونجه به روش پارامتریک در اراضی منطقه پیرانشهر. علوم خاک و آب. ۹۴-۸۳: (۱)۱۶.
۱۶- قائمی، ع. ر.، ا. زارع فیض آبادی، و ش. زارع. ۱۳۸۲. بررسی امکان تجدید نظر در الگوی کشت محصولات زراعی آبی استان خراسان با تاکید بر مسئله کم آبی. ۷۷ صفحه.
۱۷- کمالی، غ. ع. ۱۳۷۶. بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۴.
۱۸- کوچکی، ع.، و ج. خلقانی. ۱۳۷۷، کشاورزی پایدار در مناطق معتدل, انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. شماره ۲۴۲. ۵۸۰ صفحه
۱۹- گریوانی، گ. ۱۳۸۸. بررسی وضعیت بیابان زائی در استان خراسان شمالی، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۶ شماره ۲. ص ۱۸۹-۱۷۴.
۲۰- گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. موسسه تحقیقات آب و خاک. نشریه شماره ۱۰۱۵.
۲۱- محمدی، ح.، م. کاظمی، و ن. گودرزی. ۱۳۸۶. کاربرد GIS در امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان. پژوهش و سازندگی. شماره ۷۴. صفحات ۱۲۴-۱۳۲.
۲۲- مظفری، غ.، و ه. قائمی. ۱۳۸۱. تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم خیز، مطالعه موردی شرق کرمانشاه. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۲.

23- Bydekerke, L., E. Van Ranst, L. Vanmechelen, and R. Groenemans. 1998. Land suitability assessment for cherimoya in southern Ecuador using expert knowledge and GIS. Agriculture Ecosystems & Environment, Vol.69, No.2, pp.89-98.
24- Comforth, I. S. 1999. Selecting indicators for assessing sustainable land management. Journal of Environmental Management. 56: 173-179.
25- Davidson, D. A., S. P. Theocharopoulos, and R. J. Bloksma. 1994. A land evaluation project in Greece using GIS and Based on Boolean and Fizzy set methodologies. Int. J. GIS. 8: 369-384.
26- Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. 2005. Agro-Ecological Zoning and GIS Applications In Asia With special emphasis on Land degradation assessment in drylands (LADA). Proceeding of Regional Workshop. Bangkok,Thailand. 10-14 November 2003.
27- Gagliardi, F., M., Rosica, and G. Lazaroiu. 2007. Evaluation of sustainability of a city through fuzzy logic. Energy. 32: 795-802.
28- Gardiner, M. J. 1984. Soil categorization for cereal production. In: Cereal production. (Ed. Gallagher, E.J.). Butter worth & Co Ltd, London. pp.179-191.
29- Ghaffari, A. A. 2000. Application of GIS and crop simulation modelling to assess crop suitability and production potential under current and climate change scenarios in the Stour Catchment. Kent, UK. PhD thesis. University of London. UK.
30- Mendoza, G. A., and R., Prabhu. 2000. Multiple criteria decision making approaches in assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. Forest Ecology and Management. 131: 107-126.
31- Moulin, A. P., Anderson, D. W., and Mellinger, M. 1994. Spatial variability of wheat yield, soil properties and erosion in hummocky terrain, Can. J. Soil Sci., 74, 219–228.
32- Norwood, C. A. 2000. Dryland winter what as affected by previous crops. *Agronomy Journal.* 92:121-127.
33- Pennock, D. J., Anderson, D. W., and De Jong, E. 1994. Landscape scale changes in indicators of soil quality due to cultivation in Saskatchewan. Canada. Geoderma. 64, 1–19.
34- Satya, Priva. 1999, GIS –Based Spatial Crop Yeild Modeling.

Archive of SID

www.SID.ir

35- Sys, C., E. Van Ranst, and J. Debaveye. 1991. land evaluation Part I, II, international training center for post graduate soil scientists. Ghent university. Ghent. 679pp.
36- Van Lanen, H. A. J., Van Diepen, C. A., Reinds, G. J., De Koning, G. H. J., Bulens, J. D. and Bregt, A. K. 1992b. Physical land evaluation methods and GIS to explore the crop growth potential and its effects within the European Communities. Agricultural Systems, Vol.39, pp.307-328.
37- Van Ranset, E., X. Scheldeman, L. Van Mechelen, M. Van Meirvenne, and P. Kips. 1995. Modeling the land production potential for maize in north-west Cameroon using GIS. Proceeding of the ISSS International symposium (working group RS and DM): 489-502.
38- Wilson, P. R. 1991. agriculture land suitability of the wet tropical coast Mossman-Julatten area. Department of Primary Industries. 87pp.
39- Zebarth, B. J., and E. De Jong. 1989. Water flow in a hummocky landscape in Central Saskatchewan. Canada: I. Distribution of water and soil, J. Hydrol. 107, 309–327.
40- Zhang , K. Z. Yu, X. Li, W. Zhou, D. Zhang. 2007. Land use change and land degradation in China from 1991 to 2001 Land Degradation & Development. Volume 18 (2) : 209 - 219.
41- Zimmerman, H. J. 1985. Fuzzy set Theory and Application. Nijhoff Publishing. Boston. MA.

Archive of SID

www.SID.ir