نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۴۸۹-۴۷۳

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.2, Summer 2018, p. 473-489

امکان‌سنجی تعیین نواحی کاشت محصولات گندم (*Triticum aestivum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه مارون استان خوزستان)

نصرت اله حیدرپور[۱]، هوشنگ بهرامی[۲]، یعقوب منصوری[۳]* و سعید حجتی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰

حیدرپور، ن.، بهرامی، ه.، منصوری، ی.، و حجتی، س. ۱۳۹۷. امکان‌سنجی تعیین نواحی کاشت محصولات گندم (*Triticum aestivum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه مارون استان خوزستان). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۲): ۴۸۹-۴۷۳.

چکیده

یکی از روش‌های مؤثر برای مطالعه و شناسایی پتانسیل اراضی کشاورزی، پهنه‌بندی آن‌ها است. در این تحقیق به‌منظور امکان‌سنجی تعیین نواحی کاشت محصولات گندم (*Triticum aestivum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در حوضه مارون استان خوزستان که یکی از مهم‌ترین استان-های تولیدکننده محصولات کشاورزی است، از برنامه سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید. ازاین‌رو تمام لایه‌های اطلاعاتی زراعی- بوم‌شناختی شامل اقلیم (دما و بارش)، توپوگرافی (شیب و ارتفاع)، خاک (بافت، pH، شوری و کربن آلی) به همراه پتانسیل منابع آبی، پس از وزن‌دهی با روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه و مطابق با نیازمندی‌های محیطی محصولات گندم و کلزا، بر اساس دستورالعمل فائو، طبقه‌بندی شدند. لایه‌های همپوشانی شده به‌عنوان معیاری برای قضاوت در خصوص تناسب اراضی برای محصولات گندم و کلزا لحاظ گردید و نقشه-های حاصل از آن‌ها بر اساس معیارهای موجود و دستورالعمل فائو در پنج طبقه بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که ۷/۴ و ۹/۸ درصد از کل سطح اراضی موجود در محدوده مطالعاتی، به‌ترتیب در طبقات بسیار مناسب و مناسب برای کاشت هر دو محصول قرار گرفتند. در حالی‌که ۵۷/۲ درصد از کل اراضی در طبقات تناسب متوسط و تناسب کم و ۲۵/۶ درصد باقیمانده نیز در طبقه نامناسب واقع شدند. در این طبقه‌بندی عوامل شوری خاک و دسترسی به منابع آب (بارش و پتانسیل منابع آبی)، عوامل محدودکننده اصلی بودند. این نتایج می‌تواند به سیاست‌گذاران، برای طراحی الگوی کشت مناسب در جهت حاصلخیزی خاک، کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، تحلیل سلسله مراتبی، تناسب اراضی

مقدمه

بدون شک توسعه سیستم‌های تولیدی در کشاورزی، بدون شناخت کافی از وضعیت موجود و مشخص شدن محدودیت‌ها، مشکلات و ارزیابی پتانسیل اراضی، امکان‌پذیر نیست. در این راستا سیاست‌گذاران قادرند با اتخاذ سیاست‌های اصولی و علمی که مبتنی بر پتانسیل منطقه‌ای است، نسبت به بهره‌برداری بهینه و منطقی از اراضی با در نظر گرفتن هم‌زمان درآمد مطلوب و حفظ محیط‌زیست، اقدام نمایند. در تحلیل‌های مکانی کشاورزی، لایه‌های فعال اطلاعاتی از منابع موجود از جمله اقلیم، آب، توپوگرافی و حاصلخیزی خاک در قالب مجموعه‌ای منسجم و هماهنگ جهت تعیین نوع

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشیار و استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشیار،گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: (Email: Y.mansoori@Scu.ac.ir
DOI: 10.22067/jag.v10i2.58043

کاربری به‌وجود می‌آید. این تحلیل‌ها با تلفیق ملزومات اصلی و مؤثر کشاورزی، امکان بررسی جامع شرایط تولید را فراهم نموده، فرصت‌ها و محدودیت‌های محیطی را بررسی و تصمیم‌گیری را برای برنامه-ریزان آسان می‌نمایند (Kazemi, 2014). از طرفی کاهش سطح اراضی کشاورزی به‌دلیل رشد گسترده شهرها و کارخانه‌های صنعتی (Chen, 2007) و تغییر اقلیم و مشکلات جوامع محلی (Godfery, 2010; Pary et al., 2004)، مستقیماً بر میزان تولید محصولات غذایی تأثیر گذاشته و بازنگری سیستم‌های تولیدی را برای جبران آن، امری واجب کرده است (Lambin & Meyfrodit, 2011). از این‌رو پرداختن مؤثر به تولید جهانی غذا و امنیت آن، نیازمند روش‌های تحلیلی فضایی است که قادر باشد به‌دقت، توانایی و تناسب اراضی را برای تولید غذا در حال و آینده، ارزیابی نماید (FAO, 1976; Montgomery et al., 2016). این ارزیابی، کاری پیچیده بوده (Hossain et al., 2007; Akcini et al., 2013) و نیازمند استفاده از ابزارهای تحلیلی جغرافیایی است (Khahro et al., 2014).

سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری مفید و انعطاف‌پذیر برای تحلیل تناسب مکانی بوده (Khahro et al., 2014) که قادر است تعداد زیادی داده را در یک مجموعه جدید ترکیب کرده و آن‌ها را به‌صورت نقشه و اطلاعات قابل‌استفاده نشان دهد (Javadian et al., 2011). این تکنیک همچنین به شناسایی پتانسیل اراضی در جهت توسعه کشاورزی نوین، کمک می‌کند. به‌عنوان‌مثال، پهنه‌بندی زراعی–بوم‌شناختی بخشی از اراضی دشت قزوین برای کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در قالب روش فائو انجام و پتانسیل تولید گندم در منطقه، به مقدار ۶۶۶۶ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید (Sarmadian & Taati, 2014). این درحالی است که تعداد زیادی از مدیران با استفاده از تکنیک‌های مرسوم از جمله مشاهدات میدانی و گزارش که ذهنی، زمان‌بر و پرهزینه هستند، برای تخمین عملکرد و یا انتخاب محصول اقدام می‌نمایند. از این‌رو انتخاب محصول بر پایه پتانسیل اراضی و به‌منظور تعیین سیستم تولیدی مطلوب ضرورت دارد (Reshmidevi et al., 2009; Rahman & Saha, 2008).

پیش‌بینی پتانسیل اراضی در تناسب با محصولات برای برنامه-ریزی و سیاست‌گذاری، بسیار مهم بوده و امروزه با ارزیابی تلفیقی از اقلیم، خاک و توپوگرافی منطقه در قالب نقشه‌هایی تعیین می‌شود (Grassano et al., 2011; Giardini et al., 1997). این نقشه‌ها از همپوشانی لایه‌های مختلف تهیه گردیده و روش مؤثری برای ارزیابی تناسب اراضی با محصول است (Pellerano et al., 2007; Ghasemi Pirbalouti, 2009). در تحقیقی که در جهت تعیین تناسب اراضی شهرستان آق‌قلا استان گلستان برای امکان‌سنجی کشت یونجه (*Medicago sativa* L.) یک‌ساله انجام شد، ۲۳/۱ درصد از اراضی در پهنه بسیار مستعد و ۴۷/۲ درصد نیز در پهنه مستعد قرار گرفتند (Nasroallahi et al., 2015). در همین راستا نتایج پهنه‌بندی کشت زعفران (*Crocus sativus* L.) بر مبنای عوامل اقلیمی در تربت‌حیدریه نشان داد که چهار درصد از اراضی دارای کیفیت بسیار مناسب و ۵۰/۵ درصد نیز دارای کیفیت مناسب هستند (Rashid Sorkh Abadi et al., 2015). در مطالعات دیگری، مناطق مناسب کاشت ذرت (*Zea mays* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و حبوبات با استفاده از معیارهای حداقل درجه حرارت، عمق خاک، کلاس بافت خاک، شیب، ارتفاع و حداکثر درجه حرارت و معیارهای مختص محصول از جمله pH خاک و بارندگی، تعیین شدند (Ceballos - Silva & Lopez - Blanko, 2003).

در خصوص وضعیت منطقه مورد مطالعه، آمارها نشان می‌دهند که گندم، برنج (*Oryza sativa* L.)، ذرت، کلزا (*Brassica napus* L.)، نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، حبوبات و محصولات علوفه‌ای، محصولات اصلی در سیستم تولیدی کشاورزان استان خوزستان بوده و در میان آن‌ها گندم بیشترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشد (MAJI, 2016). سطح زیرکشت گندم در دنیا و ایران به-ترتیب، حدود ۲۵۰ و شش میلیون هکتار است (FAO, 2014). این محصول سطحی معادل ۴۰۰۰۰۰ هکتار (۶/۸۹ درصد از کل سطح زیر کشت گندم کشور) را در استان خوزستان پوشش می‌دهد (MAJI, 2016). همچنین آمارها حاکی از آن است که متوسط عملکرد گندم آبی و دیم در این استان، به‌ترتیب ۳۴۷۷ و ۷۲۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (MAJI, 2016).

محصول کلزا به لحاظ وجود پروتئین و روغن فراوان در دانه آن از اهمیت زیادی برخوردار است (Grassano et al., 2011). این گیاه در ایران در مناطقی با بارندگی زیاد و پتانسیل منابع آبی بالا کاشته شده و می‌تواند یکی از محصولات اصلی کشت زمستانه در حوضه مارون استان خوزستان باشد. در ایران سطحی معادل ۴۰ هزار هکتار به کشت کلزا اختصاص داشته که متوسط تولید آن در شرایط آبی کشور

در سال زراعی ۹۴ – ۱۳۹۳ حدود ۱۵۲۶ و در خوزستان ۱۲۲۲ کیلوگرم در هکتار بوده است (MAJI, 2016). از طرفی به لحاظ پایداری تولید، انتخاب صحیح محصولات تناوبی داخل محدوده حوضه مارون استان خوزستان، باعث افزایش ضریب آن خواهد شد. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که کلزا بهترین گزینه بعد از کشت گندم بوده و تناسب اراضی، اولین مرحله از برنامه‌ریزی جهت اجرای آن است (Myers, 2002). در همین راستا گروهی از پژوهشگران استان گلستان، عوامل تناسب اراضی کشاورزی را با روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه کرده و اعلام نمودند که عامل خاک با وزن نسبی ۰/۲۸۴ در مرتبه اول و شیب و بارندگی در اولویت‌های بعدی قرار دارند (Abbaspour et al., 2011).

برای بررسی امکان‌سنجی تعیین نواحی مناسب برای توسعه تناوب در اراضی حوضه مارون استان خوزستان، در تحقیق حاضر از روش‌های تهیه نقشه‌های تناوب کلزا– گندم استفاده شد. این نقشه‌ها بر پایه داده‌های مکانی و تحلیل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، تهیه شدند. هدف این مطالعه امکان‌سنجی پتانسیل اراضی برای کشت محصولات کلزا و گندم در حوضه مارون استان خوزستان بود.

مواد و روش‌ها

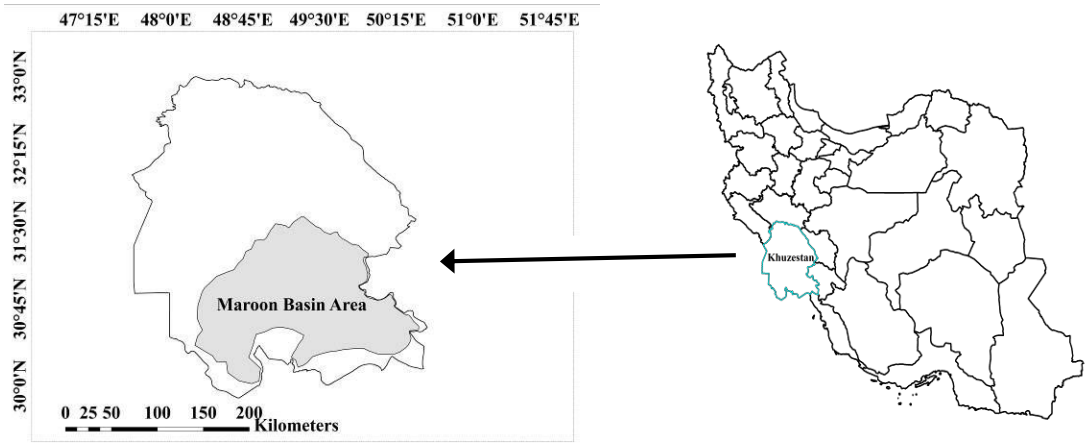
در این مطالعه حوضه مارون استان خوزستان شامل شهرستان‌های بهبهان، رامهرمز، شادگان، رامشیر، امیدیه، هندیجان، ماهشهر و بخش‌هایی از باغملک به همراه شرق شهرستان اهواز انتخاب شد. این منطقه از ۳۰ تا ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و از ۴۸ تا ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی، گسترش دارد. وسعت منطقه مورد مطالعه، تقریباً ۲۰۲۹۴ کیلومترمربع (حدود ۳۰ درصد استان خوزستان) و سطح کل اراضی باغی و زراعی (دیم و آبی) آن حدود ۶۳۳ هزار هکتار است. این اراضی در برگیرنده اراضی کشاورزی کنونی حوضه مارون استان خوزستان بوده و برای تفکیک محدوده آن‌ها از لایه کاربری استان خوزستان، استفاده گردید. همچنین برای تکمیل و به‌روز شدن آن، از تصاویر ماهواره‌ای *لندست*[۱] هشت، مربوط به سال ۲۰۱۵ استفاده گردید. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را جهت بررسی مدل واقعی استفاده در حوضه مارون نشان می‌دهد. جهت مکان‌یابی مناطق مستعد برای کشت محصولات کلزا و گندم و تطبیق نیازمندی‌های محیطی آن‌ها با خصوصیات زراعی، بر اساس دستورالعمل فائو عمل شد (Sys et al., 1991; Kazemi, 2014). برای این کار ابتدا نیازهای محیطی و زراعی محصولات کلزا و گندم با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و طبقه‌بندی گردید. سپس بر اساس پارامترهای مؤثر بر رشد آن‌ها، لایه‌های اطلاعاتی رقومی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، تهیه شد. در این راستا، داده‌های دما و بارندگی از داده‌های بلندمدت (۱۳۴۴ تا ۱۳۹۴ شمسی) هشت ایستگاه بهبهان، رامهرمز، ایذه، باغملک، امیدیه، ماهشهر، آقاجاری و شادگان، واقع در محدوده مورد مطالعه در طول دوره رشد محصول (از زمان کاشت در آبان ماه هرسال تا زمان برداشت در اواخر فروردین‌ماه سال بعدی)، جمع‌آوری شد. این داده‌ها برای تکمیل نقشه، با تکنیک‌های نرم‌افزاری در محیط *جی‌آی‌اس*[۲] نسخه ۱۰/۳، با استفاده از نوار ابزار *اسپشال آنالیست*[۳] و گزینه *اینترپولیشن*[۴]، از روش *کریجینگ*[۵]، میان‌یابی شدند. دقت تخمین در این روش بالا بوده و پرکاربردترین رویه تخمین در نقاط فاقد نمونه است (Apaydin et al., 2004; Hassani Pak, 2013; Ghahroody Tali, 2002).

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد داده‌های اقلیمی به مقدار زیادی تحت تأثیر متغیرهای توپوگرافی قرار می‌گیرند (Ninyerola et al., 2000). به همین دلیل ابتدا نقاط هر شبکه از لایه رقومی ارتفاع در نظر گرفته شد و با استفاده از مختصات این نقاط، چندین نقشه رستری[۶] استخراج گردید. به‌طوری‌که هر متغیر دارای لایه‌ای مجزا بوده و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تبدیل به محدوده‌های مشخص می‌شود. این لایه‌ها برای هر دو محصول کلزا و گندم تهیه و در پایان هم‌پوشانی وزنی شدند. همچنین شوری خاک، بافت، pH و کربن آلی نیز از آزمون خاک‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر توسط سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان در مناطق مختلف حوضه، جمع‌آوری و نقشه‌ها بر مبنای لایه رقومی ارتفاع[۷] و لایه کاربری

۱- Landsat

۲- Geographic information system
۳- Spatial Analyst
۴- Interpolation
۵-Krijing
۶-Raster
۷- Digital elevation model

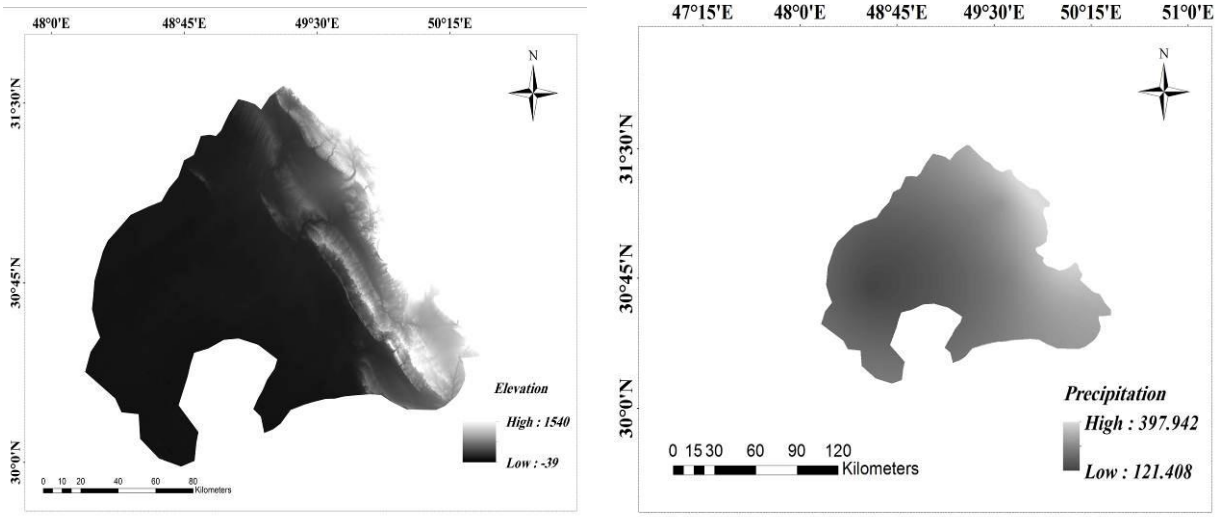
اراضی محدوده موردمطالعه، در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شدند. داده‌ها پس از پردازش بر اساس نیازهای بوم‌شناختی مطلوب رشد برای کلزا و گندم که از منابع علمی مختلف، جمع‌آوری شده بود، طبقه‌بندی گردیدند (جدول ۱).



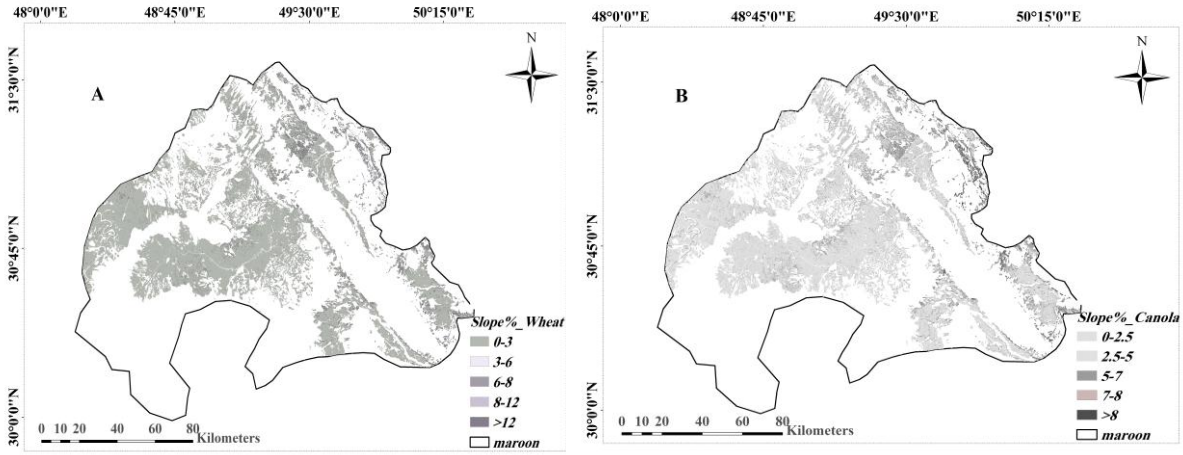
شکل ۱- محدوده حوضه مارون در استان خوزستان و کشور
Fig. 1- Maroon basin area in Khuzestan province and Iran

جدول ۱- نیازمندی‌های مطلوب گیاهی محصولات کلزا و گندم بر اساس منابع مختلف
Table 1- Optimum requirements of canola and wheat crops

عوامل مؤثر Effective factors		کلزا Canola	گندم Wheat	منبع Reference
دما (درجه سانتی‌گراد) Temprature (°C)				
	حداقل Minimum	>4	>5	
	حداکثر Maximum	<30	<30	
	میانگین Mean	18-20	15-20	
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)		400-800	325-700	Rastegar, 2005; Khajehpour, 2014; Kafi et al., 2000; Tajbakhsh & pourmirza, 2003; Syami, 2008; Morrison & Stewart, 2002; Malakouti & Gheibi, 1998; Francois, 1994a and Asana & Kale,1965
ارتفاع (متر) Elevation (m)		<1500	<800	
درصد شیب Slope (%)		<8	<8	
پتانسیل منابع آبی Potential water resources		فراوان Aboundant	فراوان Aboundant	
خاک Soil				
	آستانه شوری ($dS.m^{-1}$) Salinity threshold	11	6	
	pH	6 -7	6-7	
	بافت Texture	دامنه وسیعی از بافت‌ها A wide range of Textures		
	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	1-2	1-2	



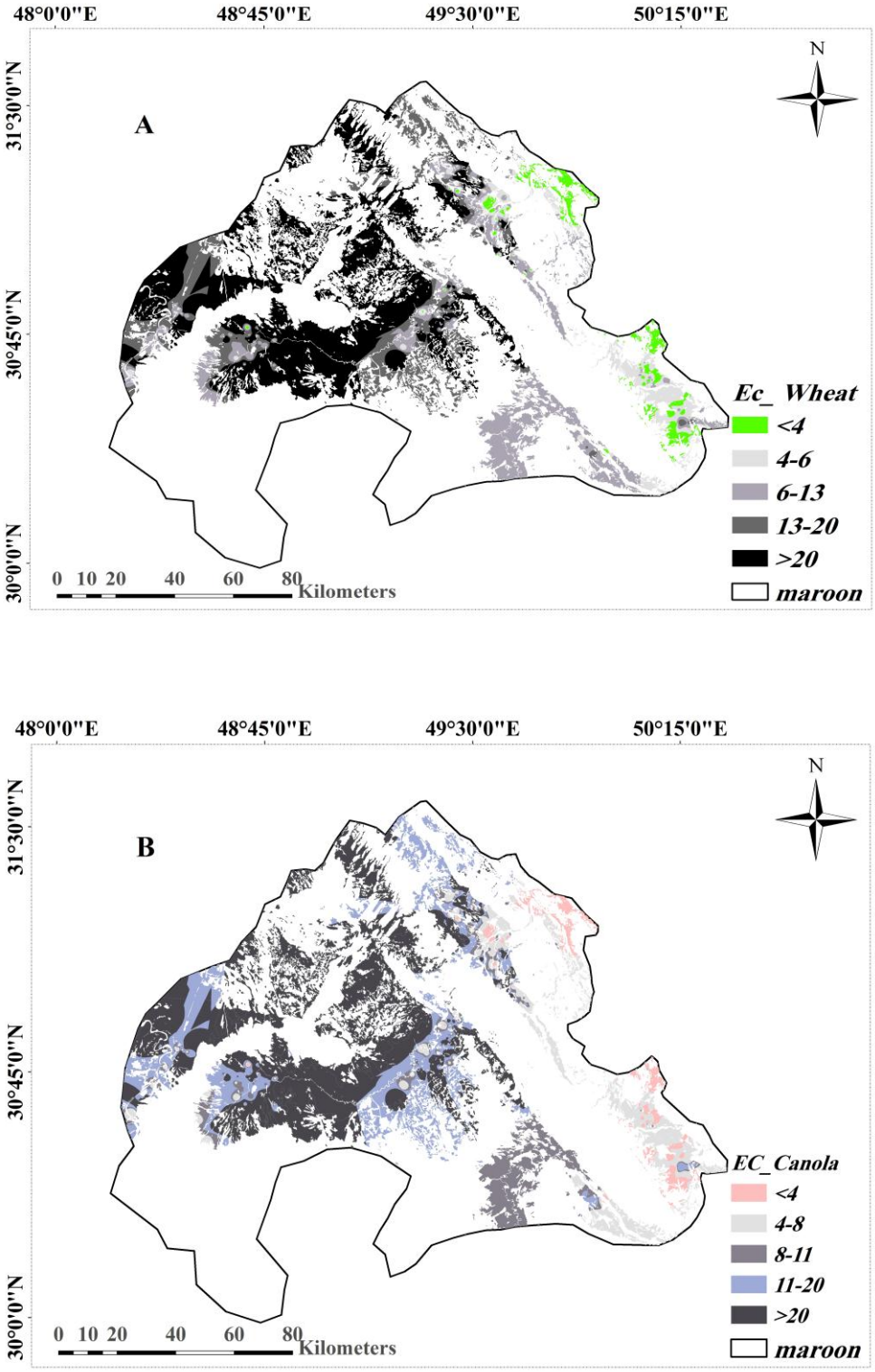
شکل ۲- نقشه بارش (میلی‌متر) و ارتفاع از سطح دریا (متر)
Fig. 2- Map of precipitation (mm) and elevation (m)



شکل ۳- نقشه‌های تهیه‌شده برای شیب محصولات کلزا و گندم
Fig. 3-Slope maps for canola and wheat crops

همپوشانی لایه‌های رستری مختلف بارش و دسترسی به منابع آبی، ارتفاع، شیب و شوری خاک، (شکل‌های ۲، ۳ و ۴) به همراه لایه‌های رستری تغییرات دمایی، بافت، اسیدیته، کربن آلی خاک، همگی با سلول‌های با اندازه یکسان ۳۹ متر انجام گرفت و شرایط زراعی هر محصول تعیین گردید. هرکدام از این عوامل می‌تواند به‌صورت مجزا با توجه به وزن و اهمیت خود، تناسب اراضی محدوده مطالعاتی را برای هر محصول، تحت تأثیر قرار دهد. در اینجا، قانون داشتن حداقل شرایط لازم (Rubio et al., 2003)، می‌تواند برای توصیف برخی نتایج این مطالعه مورد استفاده قرار گیرد. به‌عنوان‌مثال، کافی بودن میزان بارندگی و در دسترس بودن منابع آبی، برای هر دو محصول باعث می‌شود که تناسب اراضی با آن‌ها صرف‌نظر از تأثیرگذاری دیگر عوامل، در طبقه بسیار مناسب قرار گیرد. بنابراین شناسایی مناطق مختلف بر پایه داده‌های جدول ۱ برای هر دو محصول کلزا و گندم به پنج گروه بسیار مناسب، مناسب، تناسب

متوسط، تناسب کم و نامناسب طبقه‌بندی شد.



شکل ٤- نقشه‌های تهیه‌شده برای شوری خاک محصولات کلزا و گندم

Fig. 4- Salinity maps for canola and wheat crops

جدول ۲- مقادیر ترجیحی مقایسات زوجی (منبع: ساعتی (Saaty, 1980, 2004))

Table 2- Preferred values of paired comparisons (Reference: Saaty, 1980, 2004)

درجه اهمیت Intensity of importance	تعریف Definition
1	اهمیت یکسان Equal importance
3	اهمیت متوسط Moderate importance
5	اهمیت زیاد Strong importance
7	اهمیت خیلی زیاد Very strong importance
9	کاملا مهم Extreme importance
2,4,6,8	مقادیر متوسط Intermediate values

از آن‌جایی‌که ترکیب لایه‌های اطلاعاتی بدون لحاظ اهمیت هر لایه در مکان‌یابی نمی‌تواند ارزش واقعی آن لایه‌ها را نشان دهد، برای ارزیابی دقیق‌تر لازم است اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. بدین منظور در این مطالعه از مدل وزن‌دهی تحلیل سلسله مراتبی[1] استفاده شد. این روش دربرگیرنده مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و ارزش‌گذاری به یک شیوه منطقی بوده و بر دانش کارشناسی استوار است. به‌طوری‌که ازیک‌طرف، تکنیکی وابسته به تصورات شخصی و طرح‌ریزی سلسله مراتبی یک مسئله بوده و از طرف دیگر با منطق و درک آن، جهت تصمیم‌گیری و قضاوت نهایی مرتبط می‌شود (Saaty, 1980, 2004). در این مطالعه به‌دلیل اینکه هر یک از ویژگی‌های خاک و محیط دارای تأثیر متفاوتی هستند، به هریک بر اساس اهمیت، وزنی بین یک الی نه اختصاص یافت (جدول ۲) و به‌منظور محاسبه وزن نهایی ماتریس‌های ارزیابی، از افزونه AHP که در محیط نرم‌افزاری جی‌آی‌اس اجرا می‌شود، استفاده شد. این نرم‌افزار، وزن نهایی هر پارامتر و نرخ ناسازگاری کل پارامترها را محاسبه نموده (Farajzadeh & Mirzabayati, 2007) و در آن شوری خاک با وزن ۰/۲۲۳۱ تأثیرگذارترین عامل و نرخ ناسازگاری کل عوامل مؤثر نیز ۰/۰۸ بود.

یکی از مهم‌ترین لایه‌های تهیه‌شده که با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه از اهمیت زیادی برخوردار است، لایه دسترسی به آب است. برای تهیه نقشه این لایه، از اطلاعات بلندمدت (سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۲ شمسی) تعداد ۱۶ ایستگاه اندازه‌گیری از مجموعه ایستگاه‌های سازمان آب منطقه‌ای خوزستان در حوضه مارون و نیز اطلاعات توصیفی نقشه پراکنش چاه‌ها استفاده شد و سپس این نقشه‌ها با نقشه بارش فصلی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ترکیب و نقشه نهایی میزان دسترسی به منابع آبی تهیه گردید. پس از ارزش‌گذاری، رستر عوامل اقلیمی (حداکثر، حداقل و میانگین دمای هوا، بارش و دسترسی به منابع آب)، خصوصیات خاک (شوری، pH، کربن آلی و بافت) و توپوگرافی (شیب و ارتفاع)، بر مبنای دستورالعمل فائو طبقه‌بندی شدند (Hall et al., 2008; FAO, 1984 & 1985; Sys et al., 1991; Kazemi, 2014). در این دستورالعمل ابتدا نیازهای بوم‌شناختی و زراعی گیاهان مورد مطالعه با استفاده از منابع موجود تعیین، سپس محدوده‌های تناسب به پنج گروه بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب طبقه‌بندی شدند (جدول ۱ و ۳). لایه‌های طبقه‌بندی‌شده با استفاده از دستور *رستر کلکولیتر*[2]، هم‌پوشانی شده و برای ارزیابی تناسب اراضی محصولات کلزا و گندم در جهت افزایش حاصلخیزی خاک، مورداستفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

لایه‌های حداقل و حداکثر دما در طول فصل رشد نشان دادند که متوسط دمای رشد در وضعیت مناسبی برای هر دو محصول قرار دارد. در محدوده مطالعاتی، میانگین حداقل دمای روزانه در طول فصل

۱- Analytical hierarchy process (AHP)

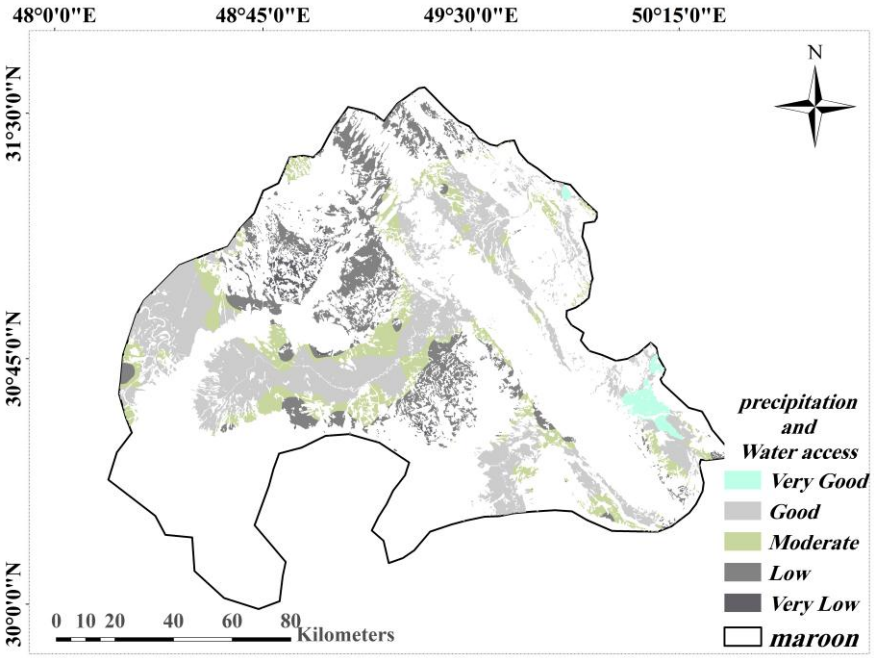
۲-Raster calculator

زمستان اغلب از مقدار حداقل چهار و حداکثر ۲۷/۸ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در باغملک و امیدیه که برای رشد کلزا و گندم مناسب است، در نوسان بود. این در حالی است که میانگین دمای روزانه در طول فصل رشد هر دو محصول، از تاریخ کاشت در آبان ماه هرسال تا زمان برداشت آن‌ها در اواخر فروردین سال بعد، از ۱۳/۶ تا ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دما در همین بازه زمانی، از ۱۳/۲ تا ۳۳/۸ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. البته حداکثر دمای این محدوده در فروردین‌ماه هر سال اتفاق افتاده که زمان رسیدن محصولات منطقه مورد مطالعه است. بنابراین مشخص می‌گردد که دماهای حداقل و میانگین دما، در طول فصل رشد برای هر دو محصول عوامل محدودکننده‌ای نبوده، ولی دمای حداکثر در فروردین‌ماه تا حدودی محدودکننده است. این عامل باعث تنش دمایی اواخر فصل رشد محصولات شده و کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد.

جدول ۳- محدوده تعیین درجات تناسب اراضی (فائو (FAO, 1984)، سایس و همکاران (Sys et al., 1991) و کالوجیرو (Kalogirou, 2002))

Table 3- Groups land suitability classes (Refefences: FAO, 1984; Sys et al., 1991 and Kalogirou, 2002)

درجه تناسب Suitability Degree	رتبه (درصد) Score (%)	طبقه‌بندی فائو FAO Classes	طبقه Class
بسیار مناسب Highly suitable	98-100	S_1	0
مناسب Suitable	85-98	S_2	1
تناسب متوسط Moderately suitable	65-85	S_3	2
تناسب کم Marginally suitable	40-65	S_4	3
نامناسب Not suitable	<40	S_5	4



شکل ۵- نقشه دسترسی اراضی به منابع آب و باران

Fig. 5- Map of land access to precipitation and water resources

بررسی لایه pH خاک نشان داد که محدوده آن از مقدار ۶/۶ تا ۸/۵ در محدوده مطالعاتی قرار داشته که در مقایسه با حداکثر مقدار مناسب هفت، عامل محدودکننده است. از طرفی همپوشانی این لایه با سایر لایه‌های رستری دیگر از جمله متغیرهای اقلیمی و خاک، موجب تعیین نواحی کشت هر محصول گردید. در همین راستا نقشه‌های تولیدی کشت کلزا و گندم نشان دادند که مساحتی معادل ۶۳۲۴۷۳ هکتار از اراضی محدوده حوضه مارون، در هرسال زراعی، از پتانسیل‌های مختلفی برای کشت این محصولات و یا سایر

محصولات، برخوردارند. این‌درحالی است که این اراضی با محدودیت‌های زیادی در مسیر تولید از جمله شوری، اسیدیته و پایین بودن درصد کربن آلی خاک به همراه پتانسیل منابع آبی، مواجه بوده به‌طوری‌که در دو فصل کشت متوالی، تنها مساحت ۵۷۴۱۱ هکتار برای کشت کلزا و ۴۶۸۹۰ هکتار برای کشت گندم، بدون محدودیت قابل بهره‌برداری هستند (جدول ۴).

نقشه هم‌پوشانی متغیرهای اقلیمی (بارش و حداقل، حداکثر و متوسط دمای هوا)، خاک و توپوگرافی با اعمال ضرایب وزنی آن‌ها که از طریق تحلیل سلسله مراتبی به‌دست‌آمدند، در طول فصل رشد نشان داد که ۹/۱٪ (۵۷۴۱۱ هکتار)، ۱۷/۵٪ (۱۱۰۵۸۵ هکتار)، ۲۲٪ (۱۳۸۸۷۳ هکتار)، ۲۵/۸٪ (۱۶۳۵۷۸ هکتار) و ٪ ۲۵/۶ (۱۶۲۰۲۶ هکتار)، از اراضی زراعی به‌ترتیب در طبقات بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب برای کشت کلزا واقع شدند (شکل ۶ ب و جدول ۴). محدودیت‌های عمده در این تقسیم‌بندی شامل شوری خاک، اسیدیته، کربن آلی، بارش و دسترسی به منابع آبی هستند. از آن‌جایی‌که کلزا محدودیت‌های یادشده را به‌صورت کاهش عملکرد، پاسخ می‌دهد، کشت آن در خیلی از مناطق مورد مطالعه در طبقات دوم و سوم می‌تواند گسترش پیدا نماید. این مناطق در حوضه مارون استان خوزستان، بدون کاهش عملکرد تا مساحت ۵۷۴۱۱ هکتار، با کاهش ۱۵ درصدی عملکرد تا مساحت ۱۱۰۵۸۵ هکتار تا ۳۵ درصد کاهش عملکرد تا ۱۳۸۸۷۳ هکتار گسترش یابد (جدول ۳ و ۴). این محدوده‌ها در کلاس‌های بسیار مناسب، مناسب و تناسب متوسط، واقع هستند.

جدول ٤- سطوح تعیین‌شده برای تناسب اراضی محصولات کلزا و گندم در منطقه مطالعاتی

Table 4- Determined areas of different suitability classes for canola and wheat crops in the studied area

تناسب Suitability	طبقه‌بندی فائو FAO class	کلزا Canola		گندم Wheat	
		سطح (هکتار) Area (ha)	درصد از کل سطح % Out of total area	سطح (هکتار) Area (ha)	درصد از کل سطح % Out of total area
بسیار مناسب Highly suitable	S_1	57411	9.1	46890	7.4
مناسب Suitable	S_2	110585	17.5	62013	9.8
تناسب متوسط Moderately suitable	S_3	138873	22	175950	27.8
تناسب کم Marginally suitable	S_4	163578	25.8	185434	29.4
نامناسب Not suitable	S_5	162026	25.6	162186	25.6
کل Total	-	632473	100	632473	100

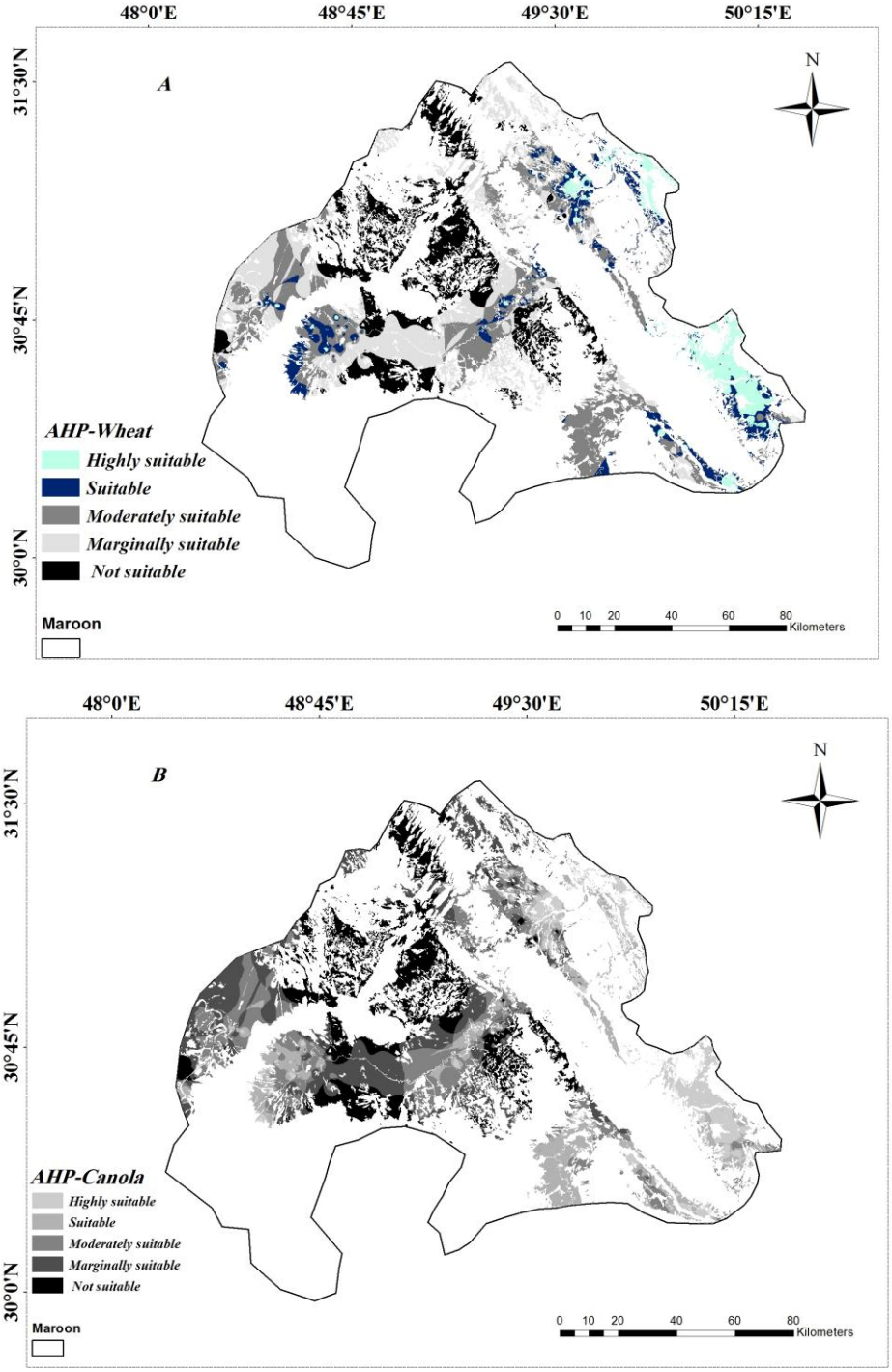
با در نظر گرفتن نقشه نهایی کلزا، بهترین نواحی کاشت آن در مناطق شمالی حوضه مارون عمدتاً در شهرستان‌های بهبهان، رامهرمز و بخش‌هایی پراکنده هم در باغملک، رامشیر و شادگان که فاقد محدودیت‌های شوری بوده و به منابع آبی دسترسی دارند، قرار گرفته‌اند. بر پایه طبقه‌بندی انجام‌شده، ۲۲ درصد از اراضی حوضه مارون در محدوده تناسب متوسط با محدودیت‌های عمده شوری و دسترسی به

منابع آبی مواجه بوده که هم‌زمان باعث محدودیت تناسب اراضی و کاهش عملکرد محصول می‌شوند. این‌درحالی است که متوسط عملکرد دانه کلزا در واحد سطح در حوضه مورد مطالعه (۱۲۲۲ کیلوگرم در هکتار) با متوسط عملکرد کشوری (۱۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) کمتر بوده (MAJI, 2016) که با برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر زراعی، قابل جبران است. همچنین نتایج نشان داد که میزان بارندگی در منطقه مطالعاتی از ۱۲۱ تا ۳۹۸ میلی‌متر متغیر بوده که کمتر از بارندگی مورد نیاز برای کشت کلزا به‌صورت دیم است (شکل ۱ و جدول ۱) و کمبود رطوبت می‌بایست از طریق منابع آبی سطحی، زیرزمینی و به‌صورت آبیاری تکمیلی تأمین گردد. در این مطالعه، نقشه‌های مورد نیاز تناسب اراضی برای گندم نیز تهیه شد که بر اساس آن‌ها ٪ ۷/۴ (۴۶۸۹۰ هکتار)، ٪ ۹/۸ (۶۲۰۱۳ هکتار)، ٪ ۲۷/۸ (۱۷۵۹۵۰ هکتار)، ٪ ۲۹/۴ (۱۸۵۴۳۴ هکتار) و ٪ ۲۵/۶ (۱۶۲۱۸۶ هکتار)، از اراضی زراعی به‌ترتیب در طبقه‌های بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب برای کشت گندم قرار گرفتند (شکل ۶ الف و جدول ۴). در این نقشه‌ها نیز عوامل شوری خاک، اسیدیته و دسترسی به منابع آبی، محدودکننده‌های اصلی هستند. این نتیجه با دیگر نتایج که در آن‌ها بارش باران و پتانسیل منابع آبی تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد دانه گندم داشت، هم‌خوانی دارد (Aminifar et al., 2012). آمارها نشان می‌دهد که استان خوزستان با حدود ۴۰۰۰۰۰ هکتار، بالاترین سطح زیرکشت گندم را در کشور به خود اختصاص داده است. درعین‌حال میزان تولید آن در واحد سطح (۳۴۷۷ کیلوگرم در هکتار) علی‌رغم محدودیت‌های موجود، با میانگین تولید کشوری (۳۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) برابری می‌کند (MAJI, 2016). این‌درحالی است که نتایج تناسب اراضی نشان داد که تنها ۹/۱ درصد از محصول کلزا و ۷/۴ درصد از محصول گندم در کل اراضی حوضه، در طبقات بسیار مناسب واقع‌شده‌اند درصورتی‌که به‌ترتیب ۵۵ و ۵۱/۴ درصد از کل اراضی زراعی در طبقات تناسب کم و نامناسب منطقه هدف قرار دارند (جدول ۴).

آن‌چه در این بررسی مشخص گردید محدودیت شدید شوری خاک بود. آستانه تحمل شوری خاک بدون کاهش عملکرد برای گندم چهار و برای کلزا هشت دسی‌زیمنس بر متر است. این آستانه‌ها به‌ترتیب با افزایش به شش و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر تا ۵۰ درصد کاهش عملکرد ایجاد می‌کند (Francois, 1994a). با این اوصاف، دیگر پژوهشگران آستانه تحمل هر دو محصول را کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر اعلام می‌نمایند (Katerji et al., 2003). این نتایج نشان داد که شوری خاک مهم‌ترین عامل محدودکننده کشت محصولات گندم و کلزا در محدوده مورد مطالعه است. به همین دلیل اغلب اراضی واقع در طبقه اول (بسیار مناسب) که فاقد محدودیت شوری خاک هستند، برای کشت گندم در شهرستان‌های بهبهان، رامهرمز و بخش‌هایی از باغملک انتخاب شدند درحالی‌که عمده اراضی طبقات دوم و سوم در شهرستان‌های رامشیر، شادگان، امیدیه، هندیجان قرار دارند (شکل ۵ الف). بعد از تعیین تناسب اراضی برای محصولات کلزا و گندم در قالب نقشه‌های رقومی شده، این نقشه‌ها جهت امکان‌سنجی تعیین نواحی کاشت آن‌ها به‌صورت تناوبی، در یک نقشه جدید طبقه‌بندی شدند (شکل ۶). کشت هرکدام از آن‌ها در یک سال زراعی بوده و تجهیزات مورد نیاز برای کاشت، داشت و برداشت آن‌ها نیز مشابه است (Murdock et al., 2013). کارشناسان کشاورزی معتقدند که سیستم تناوبی، فرصتی مطلوب برای متنوع کردن محصولات، مقابله با آفات و بیماری‌ها، افزایش مواد آلی و در نهایت حفاظت خاک و پایداری تولید است و در این سیستم، کلزای زمستانه، گزینه‌ای مطلوب برای تناوب با غلات و از جمله گندم بوده که ضمن مزایای یادشده، روغن خوراکی با کیفیت بالا برای استفاده‌های مختلف تولید می‌نماید (Ozturk, 2010). درعین‌حال معمولاً زمان رسیدن کلزا و برداشت آن زودتر از گندم انجام می‌شود (Murdock et al., 2013).

مطالعه نقشه‌های حاصله نشان داد که سطوح نامناسب برای کشت محصولات کلزا و گندم در غرب و قسمت‌هایی از جنوب شرق محدوده مطالعه واقع‌شده‌اند (شکل ۶). این نتایج عمدتاً متأثر از لایه‌های شوری خاک و دسترسی به منابع آبی بوده است. به‌طوری‌که شوری خاک در برخی قسمت‌های محدوده مطالعاتی، بیشتر از آستانه تحمل محصولات گندم و کلزا بوده و همین‌طور این مناطق هم از بارندگی کافی و هم دسترسی فراوان به آب، در شرایط بسیار بدتری قرار دارند (جدول ۱). در این راستا نقشه ترکیبی کلزا – گندم با همپوشانی لایه‌های مختلف، بهترین شرایط را به تصویر می‌کشد (شکل ۷). بر اساس این نقشه، اراضی واقع در حوضه مارون استان خوزستان، عمدتاً می‌بایست در مراحلی از رشد که با عدم بارندگی مؤثر مواجه می‌شوند، در معرض آبیاری تکمیلی قرار گیرند. همچنین بهترین شرایط در این نقشه از اراضی با شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر، شیب کمتر از هشت درصد، ارتفاع از سطح دریای کمتر از ۱۵۴۷

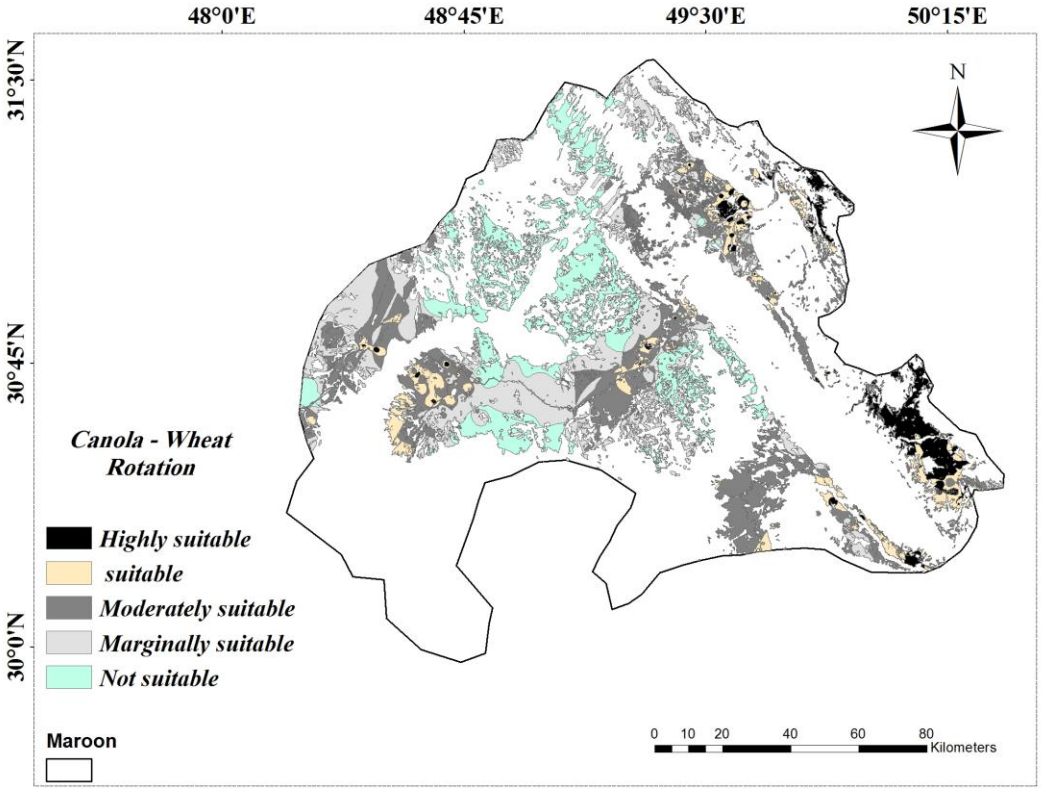
متر و حداقل دمای بیشتر از چهار درجـه سـانتی‌گـراد در زمسـتان بـه همراه دسترسی به منابع آبی فراوان، در اراضی با درجات تناسب بـالا، به‌دست آمد (شکل ۷).



شکل ٦- الف) نقشه تناسب اراضی برای گندم و ب) کلزا در کل منطقه مطالعاتی

Fig. 6- Land suitability maps for wheat (a) and canola (b) in studied area

بر اساس اطلاعات نقشه یادشده، ٪ ۷/۴ (۴۶۸۹۰ هکتار)، ٪ ۹/۸ (۶۲۰۱۳ هکتار)، ٪ ۲۷/۸ (۱۷۵۹۵۰ هکتار)، ٪ ۲۹/۴ (۱۸۵۴۳۴ هکتار) و ٪ ۲۵/۶ (۱۶۲۰۲۶ هکتار)، به‌ترتیب در طبقه‌های بسیار مناسب، مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و نامناسب قرارگرفته‌اند (جدول ۵). مندرجات نقشه واقع در شکل ۷، نشان‌دهنده این است که سطوح طبقه اول برای توسعه کشت محصولات کلزا و گندم در شمال حوضه مورد مطالعه شامل شهرستان‌های بهبهان، رامهرمز و بخش-هایی از باغملک واقع‌شده و طبقات با تناسب اراضی چهارم و پنجم که به سبب عدم بازدهی تولید در معرض محدودیت‌های شدید شوری، عدم حاصلخیزی خاک و عدم دسترسی به آب باران و منابع آبی دیگر است، در دیگر مناطق، قرارگرفته‌اند. بنابراین برای استفاده از این مناطق اصلاح خاک و آبیاری فراوان توسط کامکار و همکاران (Kamkar et al., 2014) پیشنهاد شده است. همین پژوهشگران در مقام مقایسه بین شوری خاک با بارش و دسترسی به منابع آبی، معتقدند که شوری خاک عامل محدودکننده‌تری است که می‌بایست برای سطوح قابل کاشت در نظر گرفته شود.



شکل ۷- نقشه نهایی تناسب اراضی برای کشت کلزا و گندم

Fig. 7- Final Map of land suitablity for cultivation of canola and wheat

هرچند کاهش عملکرد محصولات گندم و کلزا به‌ترتیب در شرایط وجود شوری خاک از شش تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق می‌افتد (جدول ۱)، اما بهترین شرایط رشد برای محصولات یادشده در خاک‌های فاقد شوری است. بنابراین اراضی با طبقه بسیار مناسب برای کشت محصولات کلزا و گندم عمدتاً بر پایه شوری کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر (Hall et al., 2008) به همراه بارش و دسترسی به منابع آبی فراوان، انتخاب شدند. از آن‌جایی‌که نقشه ترکیبی کلزا-گندم از همپوشانی نقشه حاصل از لایه‌های کلزا و گندم تهیه گردیده، در آن نقشه، اراضی که برای کشت گندم بر مبنای آستانه شوری خاک، مناسب هستند، یقیناً برای کشت کلزا نیز مناسب می‌باشند. این

سطوح حدود ۲۸۴۸۵۳ هکتار در طبقات اول تا سوم، مساحت دارند. همچنین نقشه نهایی نشان داد که بیش از ۲۵/۶ درصد (۱۶۲۱۸۶ هکتار) و ۲۹/۴ درصد (۱۸۵۴۳۴ هکتار) در طبقات نامناسب و تناسب کم برای کشت گندم واقع‌شده‌اند. این نتیجه، حقایق زیادی را جهت توسعه کشت کلزا و اثرات آن بر حاصلخیزی خاک در حوضه مارون استان خوزستان مشخص می‌نماید.

جدول ۵- سطوح تعیین‌شده برای تناسب اراضی تناوب کلزا - گندم در منطقه مطالعاتی

Table 5- Determined areas of different suitability classes for canola - wheat rotation in studied area

تناسب Suitability	طبقه‌بندی فائو FAO classes	تناوب کلزا- گندم Canola –wheat rotation	
		سطح (هکتار) Area (ha)	درصد از کل سطح % Out of total area
بسیار مناسب Highly suitable	S_1	46890	7.4
مناسب Suitable	S_2	62013	9.8
تناسب متوسط Moderately suitable	S_3	175950	27.8
تناسب کم Marginally suitable	S_4	185434	29.4
نامناسب Not suitable	S_5	162186	25.6
کل Total	–	**632473**	**100**

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تهیه لایه‌های اطلاعاتی زراعی- بوم‌شناختی بر مبنای وزن‌دهی با تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد حوضه مارون که در شرق و جنوب شرقی استان خوزستان واقع‌شده و حدود ۳۰ درصد کل سطح آن را شامل می‌شود، درجات مختلفی از تناسب اراضی را دارا است. بر مبنای این نتایج، ۷/۴ و ۹/۸ درصد از کل سطوح اراضی موجود در محدوده مطالعاتی، به‌ترتیب در طبقات بسیار مناسب و مناسب برای کاشت هر دو محصول قرار گرفتند. همچنین ۵۷/۲ درصد از کل اراضی در طبقات تناسب متوسط و تناسب کم و ۲۵/۶ درصد باقیمانده نیز در طبقه نامناسب واقع شدند. در این میان تعیین موقعیت اراضی با طبقه بسیار مناسب برای محصولات گندم و کلزا، به مطلوب بودن اثر کشت تناوبی آن‌ها در حاصلخیزی خاک و پایداری تولید کمک خواهد نمود. این نتایج همچنین توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی را به‌عنوان یک ابزار سریع و کارا برای ارزیابی قابلیت ترکیب عوامل بوم‌شناختی و کاشت محصولات با حداقل هزینه و کمترین زمان، مشخص نموده و می‌تواند برای سیاست‌گذاران و تولیدکنندگان مفید واقع شود.

منابع

Abbaspour, M., Mahiny, A.S., Arjmandy, R., and Naimi, B. 2011. Integrated approach for land use suitability analysis. International Agrophysics 25: 311-318.

Akinci, H., Ozalp, A.Y., and Turgut, B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. Computers and Electronics in Agriculture 97: 71-82.

Aminifar, J., Mohsenabadi, G.H., Biglouei, M.H., and Samiezadeh, H. 2012. Effect of deficit irrigation on yield, yield components and phenology of soybean cultivars in Rasht region. International Journal of AgriScience 2(2): 185-191.

Apaydin, H., Kemal Sonmez, F., and Ersoy Yildirim, Y. 2004. Spatial interpolation techniques for climate data in

the GAP region in Turkey. Climate Research 28: 31-40.

Asana, R.D., and Kale, V.R. 1965. A study of salt tolerance of four varieties of wheat. Indian Journal of Plant Physiology 8: 5-22.

Ceballos-Silva, A., and Lopez-Blanco, J. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in central Mexico. Agricultural Systems 77(2): 117-136.

Chen, J. 2007. Rapid urbanization in China: A real challenge to soil protection and food security. Catena (Journal of Soil Science- Hydrology- Geomorphology focusing on Geoecology and Landscape Evolution) 69(1): 1-15.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1976. A Framework for Land Evaluation, Soils Bulletin 32. Rome.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1984. Guidelines for land evaluation for rainfed agriculture. Soils Bulletin, No. 52. Rome: FAO.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1985. Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. Soils Bulletin, No. 55. Rome: FAO.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2014. The FAOSTAT Database Available at Web site. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx (last accessed 2015.12.13).

Farajzadeh, M., and Mirzabayati, R. 2007. Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain using GIS. Tarbiat Modarres University. Journal of Modarres Human Sciences 50: 67-92. (In Persian with English Summary)

Francois, L.E. 1994a. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal 86(2): 233-237.

Ghahroodi Tali, M. 2002. Assessment of Kriging Interpolation, Geographical Research, Tehran University Press, Iran 34: 95-108. (In Persian)

Ghasemi Pirbalouti, A. 2009. GIS-based land suitability evaluation for rapeseed oil crop. Journal of Food, Agriculture and Environment 7(3 and 4): 837-840.

Giardini, L., Borin, M., Giupponi, C., and Bonini Baraldi, A. 1997. La classification agronomic del territorio: proposta metodologica del sistema CAT II. Journal of Genio Rurale 5: 53-64.

Godfray, H. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Journal of Science 327(5967): 812-818.

Grassano, N., Tedone, L., Verdini, L., and De Mastro, G. 2011. Evaluation of rapeseed cultivation suitability in Apulia with GIS multi criteria analysis. Italian Journal of Agronomy 6(2): 101-105.

Hall, O., Duit, A., and Caballero, L.N.C. 2008. World poverty, environmental vulnerability and population at risk for natural hazards. Journal of Maps 4(1): 151-160.

Hassani Pak, A.A. 2013. Geostatistics. Tehran University Press, Tehran, Iran 328 pp. (In Persian)

Hossain, M.S., Chowdhury, S.R., Das, N.G., and Rahaman, M.M. 2007. Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh. Journal of Aquaculture International 15(6): 425-443.

Javadian, M., Shamskooshki, H., and Momeni, M. 2011. Application of sustainable urban development in environmental suitability analysis of educational land use by using AHP and GIS in Tehran. Journal of Procedia Engineering 21: 72-80.

Kafi, M., Ganjali, A., Nezami, A., and Shariat-Madar, F. 2000. Weather and Yeild. Ferdowsi University of Mashhad, Iran 311 pp. (In Persian)

Kalogirou, S. 2002. Expert system and GIS: an application of land suitability evaluation. Journal of Computers, Environment and Urban Systems 26(2 and 3): 89-112.

Kamkar, B., Dorri, M.A., and Teixeira da Silva, J.A. 2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola (*Brassica napus* L.) – soybean (*Glycine max* L.) rotation in four basins of Golestan provience, Iran. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 17: 95-104.

Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., and Mastrorilli, M. 2003. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. Journal of Agricultural Water Management 62(1): 37-66.

Kazemi, H. 2014. Ecological zoning of agricultural lands in Gorgan for sunflower cultivation. Journal of Plant Production 21(1): 25-47. (In Persian with English Summary)

Khahro, S.H., Matori, A.N., Chandio, I.A., and Talpur, M.A.H. 2014. Land suitability analysis for installing new petrol filling stations using GIS. Journal of Procedia Engineering 77: 28-36. http://dx.doi.org/10.1016/j.prong.

Khajehpour, M.R. 2014. Principles and Fundamentals of Crop Production (Third Edition). Isfahan University of Technology Press, Esfahan, Iran 658 pp. (In Persian)

Lambin, E.F., and Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of National Academy of Sciences of the U.S.A. 108(9): 3465-3472.

Malakouti, M.J., and Gheibi, M.N. 1998. Determination of critical level for nutrients effective upon the soil, plant and fruits. Publish Agricultural Training, Iran 64 pp. (In Persian)

Ministry of Agriculture Jihad of Iran (MAJI). 2016. Annual agricultural statistics. http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx.

Montgomery, B., Dragicevic, S., Dujmovic, J., and Schmidt, M. 2016. A gis-based logic scoring of preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture. Journal of Computers and Electronics in Agriculture 124: 340-353.

Morrison, M.J., and Stewart, D.W. 2002. Crop physiology and metabolism heat stress during flowering in summer Brassica. Journal of Crop Science 42: 797-803.

Murdock, L., Herbek, J., and Riggins, S.K. 2013. Canola production and management. www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id114/id114.htm (Last accessed 2008.12.13).

Myers, R.L. 2002. Canola: an emerging oilseed alternative. <http:// www.jeffersoninstitute.org/pdf/Canola crop guide.pdf> (last accessed 2008.12.13).

Nasroallahi, N., Kazemi, H., and Kamkar, B. 2015. Feasibility of annual alfalfa cropping in Aq-Qalla township (Golestan Provience). Journal of Agroecology 7(3): 397-411. (In Persian with English Summary)

Ninyerola, M., Pons, X., and Roure, J.M. 2000. A methodological approach of climatologically modeling of air temperature and precipitation through GIS techniques. International Journal of Climatology 20: 1823–1841.

Ozturk, O. 2010. Effect of source and rate nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed. Chilean Journal of Agricultural Research 70(1): 132-141.

Parry, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., and Fischer, G. 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socioeconomic scenarios. Journal of Global Environmental Change 14(1): 53-67.

Pellerano, A., Pantaleo, A., Tenerelli, P., and Carone, M.T. 2007. Studio per la valorizzation energetica di biomasse agroforestali nella Regione Puglia. Dipartimento PROGESA, Universita di Bari, Italy p. 207.

Rahman, R., and Saha, S.K. 2008. Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a flood prone area. Journal of Spatial Science 53(2): 161-177.

Rashid Sorkh Abadi, M., Shahidi, A., and Khashel Siuki, A. 2015. Spatial zoning of safferon cultivation based on climate factors using hierar analysis process method (Case study: Torbat hydariyeh city). Journal of Agroecology 7(2): 225-236. (In Persian with English Summary)

Rastegar, M.A. 2005. General Agriculture. Barahmand Publications. Iran 411 pp. (In Persian)

Reshmidevi, T.V., Eldho, T.I., and Jana, R. 2009. A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds. Journal of Agricultural Systems 101: 101-109.

Rubio, G., Zhu, J., and Lynch, J.P. 2003. A critical test of the two prevailing theories of plant response to nutrient availability. Ameican Journal of Botany 90(1): 143-152.

Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill Comp., New York p. 54-55.

Saaty, T.L. 2004. Mathematical Methods of Operations Research. Dover Publications, Mineola p. 415-447.

Sarmadian, F., and Taati, A. 2014. Agroecological zoning of the Qazvin area for wheat using RS and GIS. Journal of Agroecology 7(3): 368-380. (In Persian with English Summary)

Seyamy, R. 2008. Techniques and Management of Field Crop Production. Tehran Sepehr Press, Tehran, Iran 400 pp. (In Persian)

Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations; Part II: Methods in Land Evaluation; Part III: Crop Requirements. Agricultural Publications No. 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels 280 pp.

Tajbakhsh, M., and Pourmirza, A.A. 2003. Cereal Agronomy. Urmia University Press Urmia, Iran 312 pp. (In Persian)

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.2, Summer 2018, p. 473-489

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۴۸۹-۴۷۳

Feasibility Study of Determination of Planting Areas for Wheat and Canola using GIS (Case Study: Maroon Basin of Khuzestan Province)

N. Heidarpour[1], H. Bahrami[2], Y. Mansoori[3*] and S. Hojjati[4]

Submitted: 14-08-2016
Accepted: 09-04-2017

Heidarpour, N., Bahrami, H., Mansoori, Y., and Hojjati, S. 2018. Feasibility study of determination of planting areas for wheat and canola using GIS (Case Study: Maroon Basin of Khuzestan province). Journal of Agroecology. 10(2): 473-489.

Introduction

Undoubtedly, development of agricultural production systems without sufficient knowledge of the current situation and defining constraints is impossible. The potential of lands for cultivation of crops is determined by evaluation of biophysical and environmental variables. Therefore, climate, soil and geomorphologic environmental components are the most important agro-ecological variables for the evaluations. GIS is a powerful set of tools for collecting, storing, retrieving, transforming and displaying spatial data of the real world. Much progress has been made over the last twenty years in developing methods of multi criteria-land suitability evaluations, especially by integrating GIS with multi-criteria decision making (MCDM). From MCDM, the analytic hierarchy process (AHP) is one of the most common methods to determine criteria weights. The integration of GIS and AHP approach is a useful method for decision-making, suitable for analysis of a big amount of data with a new set, enabling to show them in the form of maps and shapes. The aim of this study was to investigate the potentiality of lands for cultivation of Canola and Wheat in order to increase the sustainable productivity of the crops in Maroon basin of Khuzestan province, Iran, using a GIS based approach.

Materials and Methods

The study area of this experiment is located in the Maroon basin of Khuzestan Province in South West Iran with hot and dry climatic conditions. This area contains nearly 30 percent of current agricultural lands in Khuzestan province. Relevant environment components such as soil properties (pH, EC, texture, organic matter), topography (Elevation and slope), climate factors (precipitation and temperature) and water resources potential for cultivation of canola and wheat at different spatial resolutions were considered, collected from scientific references and then classified. Afterwards, digital information layers for Wheat and Canola were prepared based on the growth parameters and available environmental conditions, with AHP weighting using GIS. Experts' opinions were employed to determine the sufficient weights of each factors using relevant questionnaires. Finally, the generated agricultural land suitability maps were divided into 5 categories according to FAO classification guidelines as: highly suitable, suitable, moderately suitable, marginally suitable and not suitable.

Results and Discussion

The results of the research showed that among the factors contributing to land, the weightings of soil salinity and slope, with 0.2231 and 0.0254 were the highest and lowest limit, respectively. The weights are applied in overlapping layers of existing conditions using GIS software shows that an area of 632473 hectares of land in the basin Maroon, each year, and the different potential for canola and wheat crops. According to the agricultural land use suitability map, it was determined that 7.4% (46890 ha) of the studied area is highly suitable, 9.8% (62013 ha) suitable, 27.8% (175950 ha) moderately suitable, 29.4% (185434 ha) marginally suitable and 25.6% (162186 ha) not suitable for cultivation of wheat and canola. High soil salinity and limited water resources in the studied area were the most effective factors lowering the suitability of agricultural lands, in this study.

1, 2, 3 and 4- PhD student of Agricultural Mechanization, Associate Professor, Assistant Professor, of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz and Associated Professor, Department of Science and Soil Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: Y.mansoori@Scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i2.58043

Conclusion

GIS is a powerful tool, as it provides many special features in a single system usable for land suitability. Generally, the goal of this study was to achieve some conclusions on the quality of land, decide on crop rotation and scheme for the management of the farms. This study were realized with the aid of GIS and AHP. It determined spatial highly suitable in Maroon basin district of Khuzestan province which help to sustainable agricultural production.

Acknowledgements

This study was supported by the Agricultural Research, Education and Extension Organization, Jehad Agricultural and Water and Power Authority of Khuzestan province. We acknowledge them for their assist.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Crop Rotation, Land Suitability