

آمایش زمین با استفاده از مدل های تصمیم‌گیری در اراضی پیرانشهر، پسوه و جلدیان

احمد پاکپور ربطی¹، علی اصغر جعفرزاده²، فرزین شهبازی³ و پرویز عماری⁴

تاریخ دریافت: 89/07/28 تاریخ پذیرش: 90/02/07

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

² استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

³ استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

⁴ عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات آذربایجان غربی.

* مسئول مکاتبه E-Mail: am.pakpour@gmail.com

چکیده

ارزیابی اراضی و تعیین تناسب آنها برای تیپ‌های بهره‌وری خاص یکی از روش‌های مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار بوده که مدیران و برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد ضمن برنامه‌ریزی برای افزایش تولید، استفاده بهینه و مستمر از اراضی را نیز برای آینده لحاظ نمایند. هدف از این تحقیق استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری *Terraza*، *Almagra* و *Cervatana* در محیط میکرو لیز و تولید نقشه‌های زمین مرجع شده با استفاده از تکنیک GIS به منظور آمایش زمین در منطقه‌ای به وسعت 37775 هکتار واقع در عرض $36^{\circ}30'$ تا $36^{\circ}50'$ شمالی و طول $45^{\circ}05'$ تا $45^{\circ}25'$ شرقی است. بر اساس پارامترهای موثر در هر مدل، به ترتیب محدودیت‌های بیو-اقلیمی، کلاس‌های قابلیت یا استعداد و ارزیابی کیفی اراضی توسط مدل‌های فوق‌الذکر تعیین شدند و نتایج مدل *Terraza* نشان داد که کشت دیم همه تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه (آفتابگردان، ذرت و سویا) امکان‌پذیر نمی‌باشد. همچنین رعایت برخی توصیه‌های مدیریتی مانند تعیین زمان حساس گیاه به آب آبیاری موجب صرفه‌جویی در مصرف آب بدون هرگونه تأثیر منفی در میزان عملکرد سالانه محصول می‌شود. بر اساس نتایج مدل *Cervatana* حدود 91/35 درصد اراضی به عنوان اراضی خوب تا عالی و ولی حدود 8/65 درصد اراضی به عنوان متوسط تا خوب با محدودیت‌های خاک، شیب و فرسایش تشخیص داده شدند. در ادامه مراحل ارزیابی جهت حفاظت خاک، اراضی غیرمستعد کشاورزی برای احداث جنگل و مرتع معرفی شدند. بنابراین ارزیابی کیفی تناسب اراضی مستعد با استفاده از مدل *Almagra* نشان داد که به ترتیب 10/21 و 89/79 درصد اراضی برای محصولات مورد مطالعه به دلیل محدودیت‌های بافت، کربنات، عمق مؤثر، توسعه پروفیل و زهکشی به ترتیب در کلاس‌های مناسب (S2) و نسبتاً مناسب (S3) قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: آمایش زمین، کشاورزی پایدار، مدل‌های تصمیم‌گیری میکرو لیز

Land Use Planning of Piranshar, Pasveh and Jaldian Using Decision Support Models

A. Pakpour Rabati¹, A.A. Jafarzadeh², F. Shahbazi³, P. Ammary⁴

Received: 20 October 2010 Accepted: 27 April 2011

¹ MSc. Student, Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz,

² Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, :

³ Assist. Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz,

⁴ Sci. Faculty of Agric., Research Center of West Azerbaijan

*Corresponding author : E-Mail: am.pakpour@gmail.com

Abstract

Land evaluation and its suitability determination for specific land-uses is one of the management procedures and sustainable agriculture development that enables the managers and applicants not only for planning to increase the production but also to focus on the future optimum and continuous use. The aim of this research is using the Terraza, Cervatana and Almagra models as decision support models within the MicroLEIS to create geo-referenced maps for the purpose of land use planning in an area with 37775 ha extension, which is located in 36°30' to 36°50' North latitude and 45°05' to 45°25' East longitude. Based on each model effective parameters, bioclimatic deficiency, land capability and qualitative land suitability were determined using above mentioned models. The results of Terraza model showed that rainfed cultivation is not possible for all studied land uses (sunflower, maize and soybean). Also, considering some of the management recommendations such as identifying the sensitive time of crops for irrigation, reduce the water consumption without any negative impacts on annual yield. According to Cervatana model results, 91.35% of total area was distinguished as good to excellent, while 8.65% of the area due to soil, slope and erosion limitation factors was classified as moderate to well lands. Following the land evaluation process, the unsuitable lands determined by Cervatana model are introduced to be established as rangeland or forest to prevent the soil degradation. Therefore, qualitative land suitability evaluation of susceptible lands using Almagra model revealed that 10.21% and 89.79% of total area can take place in suitable (S2) and moderately suitable (S3) respectively by soil texture, carbonate, useful depth, drainage and profile development factors.

Keywords: Decision support models, Land use planning, MicroLEIS, Sustainable agriculture

مقدمه

سوکار² مصر را برای بعضی از محصولات ویژه انجام و نتایج حاصله بیانگر وجود اراضی با کلاس‌های متناسب S2t1، S2l، S3 بوده است که بافت خاک و شرایط توپوگرافی منطقه به عنوان فاکتورهای اصلی محدود کننده این اراضی تشخیص داده شدند. اردوغان و همکاران (2006) در منطقه سیلان پینار³ کشور ترکیه در زمینی به مساحت تقریبی 17000 هکتار با استفاده از مدل Terraza از زیر مجموعه‌های سیستم میکرولیز، محدودیت‌های بیو-اقلیمی برای کشت گندم، جو، سویا، سیب‌زمینی، تنباکو، ذرت، پنبه و آفتاب‌گردان را در 29/94 سری خاک مطالعه و نتایج نشان داد که فقط 29/94 درصد اراضی دارای کلاس متناسب بیو-اقلیمی زیاد (S2) و تقریباً 33 درصد اراضی دارای 40 تا 60 درصد کاهش سالانه در تولید محصول تنباکو بوده و نتایج بررسی نشان داد که تغییر تاریخ کشت و برداشت در میزان درصد کاهش سالانه محصول نقش بسیار مهمی دارد. همچنین سالم و همکاران (2008) نیز در کشور مصر مطالعه موردی متناسب اراضی را با استفاده از سیستم میکرولیز برای برخی محصولات عمده کشاورزی انجام و نتایج حاصله نشان داد که این اراضی عمدتاً در کلاس‌های S2 (تناسب بالا)، S3 (نسبتاً مناسب) و S5 (نامناسب) قرار گرفتند که مشکلات عمده این اراضی بافت و درصد سدیم تبادلی می باشند. جعفرزاده و همکاران (1388)، با استفاده از مدل Almagra تمامی 3300 هکتار از اراضی مستعد کشاورزی منطقه صوما واقع در استان آذربایجان غربی را در کلاس S2 با محدودیت‌های بافت و درصد سدیم تبادلی برای کشت چغندر قند و در مقابل، حدود 223 هکتار از اراضی در کلاس S1 و همچنین 1258 هکتار با محدودیت بافت در کلاس S3 برای سیب‌زمینی گزارش نمودند. شهبازی و همکاران (2008a) از سیستم

استفاده از خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی در تولید محصولات کشاورزی بایستی براساس اصول صحیح و علمی صورت پذیرد تا بتوان از آن در تولید محصولات کشاورزی به عنوان یک منبع پایدار نام برد. هرگونه اشتباه در بهره‌برداری از آن موجب از بین رفتن این منبع با ارزش می‌گردد بنابراین بهره‌برداری از خاک باید به گونه‌ای باشد که در کنار رسیدن به حداکثر تولید، برای استفاده‌های بعدی آسیب پذیر نباشد. ارزیابی اراضی با شناسایی اراضی براساس نوع خاک و تناسب آن برای استفاده‌های مختلف، اجرای طرح‌های عمرانی و کشاورزی را برای وضعیت‌های فعلی و آینده از اراضی توصیه می‌نماید به نحوی که با در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود، تناسب آن برای کاربری‌های مختلف در نظر گرفته شده و بهترین نوع استفاده از اراضی با تولید پایدار و سودآوری دائمی برای کاربران تعیین گردد (بی نام 1976). در ارزیابی اراضی مدل‌ها به عنوان شکل آسان‌شده‌ای از واقعیت هستند که در قالب برنامه‌های کامپیوتری نقش کاربری اراضی بر روی سطوح مختلف اراضی را با استفاده از مشخصات اراضی برآورد می‌کنند (دلاروزا و همکاران 1992). در اوایل 1990 سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز¹ به عنوان مجموعه‌ای از روش‌های ارزیابی کیفی اراضی با برنامه‌های کامپیوتری مطرح و در سال‌های اخیر به عنوان یک ابزار مفید برای تصمیم‌گیری در دامنه وسیعی بکار رفته است که توسط شهبازی (1387) برای اولین بار در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. در این سیستم، تجزیه‌های ارزیابی بر مبنای مطالعه توأم تناسب و آسیب‌پذیری اراضی و نهایتاً توسعه کشاورزی پایدار صورت می‌گیرد (دلاروزا و همکاران 1992 و 2004). یحیی (1998) با استفاده از سیستم میکرولیز ارزیابی متناسب اراضی خاک‌های منطقه بنگار

²Banagar El-Sokkar³Cylan-Pinar¹ MicroLEIS DSS

36° و طول شرقی 05° 45' تا 25° 45' انتخاب شد (شکل 1). بر اساس اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک پیرانشهر این منطقه جزو اقلیم مدیترانه‌ای است که دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های معتدل است که متوسط درجه حرارت سالانه آن 12°C و مقدار متوسط بارندگی سالانه حدود 627/7 میلی‌متر در فواصل بین سال‌های 1365 الی 1385 می‌باشد. همچنین بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران، رژیم رطوبتی منطقه زیرک² و رژیم حرارتی آن مزیک³ می‌باشد (بنایی 1377).

مطالعات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی
اطلاعات 360 پروفیل و مته، با در نظر گرفتن خصوصیات افق‌های مشخصه سطحی و تحت الارضی از قبیل رنگ، بافت، ساختمان، آهک، ذرات درشت‌تر از شن و همچنین خصوصیات ظاهری مانند شیب، پستی و بلندی و فرسایش نسبت به تشریح آنها اقدام گردید که در این رابطه از اطلاعات گزارش خاکشناسی مهندسی مشاور آب و رزاق (بی‌نام 1374) نیز استفاده شده است. بافت خاک به روش هیدرومتری (کلوت 1992)، قابلیت هدایت الکتریکی و اسیدیته به ترتیب در عصاره گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم (باور و همکاران 1952)، میزان آهک (کربنات کلسیم معادل) به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک و تیتراسیون با سود و کربن آلی به روش والکی بلاک (نلسون و سومر 1986)، درصد سدیم تبدیلی یا ESP⁴ (بی نام 2004) و درصد رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی (ریچارد 1954) اندازه‌گیری شدند.

سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی اراضی

میکرولیز برای برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی در منطقه اهر استفاده کردند که در این منطقه 45 درصد اراضی برای کشاورزی با قابلیت خوب کلاس‌بندی شد. بنابراین تقریباً 12 درصد کل منطقه برای احداث جنگل با گونه‌های درختچه‌ای مناسب بوده است و همچنین خاکهایی با خصوصیات Vertic در حال حاضر برای اکثر محصولات سنتی با قابلیت بسیار خوب استفاده می‌شود. شهبازی و همکاران (2008b) تأثیر تغییرات اقلیمی بر روی کلاس‌های استعداد اراضی در دو اقلیم نیمه خشک و مدیترانه‌ای به ترتیب شامل اراضی شهرستان اهر (ایران) و سویل (اسپانیا) را با استفاده از دو مدل Cervatana و Terraza بررسی و نشان دادند که استعداد برخی قسمت‌های اراضی شهرستان اهر فقط برای کشت گندم از کلاس S2 به S3 تبدیل خواهد شد در حالی‌که تأثیر تغییرات اقلیمی در کاهش استعداد اراضی سویل کمتر خواهد بود. هدف اصلی این مقاله استفاده از مدل‌های Cervatana, Terraza و Almagra در محیط میکرولیز به عنوان روشی نوین در راستای توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد. برای این منظور ابتدا محدودیت‌های بیو-اقلیمی کشت آفتابگردان، ذرت و سویا تعیین و مدیریت بهینه استفاده از آب جهت مقابله با کم‌آبی بررسی شد. همچنین پس از جدا نمودن اراضی مستعد کشاورزی از غیرمستعد پهنه‌های مستعد اراضی جهت توسعه کشت دانه‌های روغنی فوق‌الذکر با استفاده از فن‌آوری سامانه اطلاعات جغرافیایی¹ مکان-یابی می‌شوند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به مساحت تقریبی 37775 هکتار از اراضی پیرانشهر، پسوه و جلدیان در استان آذربایجان غربی واقع در عرض شمالی 36° 30' تا 50°

² Xeric

³ Mesic

⁴ Exchangeable Sodium Percentage

¹ Geographical Information System (GIS)

مشخص می‌نماید. مهمترین خصوصیات مورد ارزیابی در این مدل شامل تابش خورشیدی، دما، محدودیت رطوبت و خطر یخبندان است. متغیرهای ورودی شامل متوسط مقدار آب قابل استفاده برای خاکهای مورد مطالعه در محدوده 100 سانتی‌متری از سطح خاک، ضرایب گیاه¹ (Kc) و کارایی² (Ky) آن برای تیپ‌های بهره‌وری ذرت، آفتابگردان و سویا می‌باشد که در جدول 1 تنظیم شده است.

از سال 1990 به بعد سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز با هدف توسعه کشاورزی پایدار به دو دسته ارزیابی تناسب اراضی و آسیب‌پذیری اراضی طراحی شده است که هر کدام از آنها مشتمل بر 6 مدل و جمعاً با 12 مدل قابلیت انجام کار داشته که به هر دو زبان اسپانیایی و انگلیسی در اختیار است (دلاروزا و همکاران 1992).

مدل Terraiza

این مدل محدودیت‌های بیواقلمی مکان‌های مناسب برای رشد محصولات مهم مناطق مدیترانه‌ای را

جدول 1- فاکتور ضرایب کارایی و گیاهی محصولات مورد مطالعه (دورنبوس و همکاران 1978)

Kys	مراحل مختلف رشد و توسعه تیپ‌های بهره‌وری					نوع تیپ بهره‌وری	
	کل دوره	اواخر	اواسط	توسعه	اولیه		پارامتر
1/25	145	30	45	40	30	روز	ذرت
		0/5	1/2	0/7	0/3	Kc	
		0/5	1/3	0/4	0/4	Ky	
0/95	130	25	45	35	25	روز	آفتابگردان
		0/35	1/15	0/8	0/35	Kc	
		1	0/8	0/5	0/25	Ky	
0/85	150	30	75	25	20	روز	سویا
		0/5	1/15	0/8	0/5	Kc	
		1	0/8	0/8	0/2	Ky	

Ky: ضریب کارایی، Kc: ضریب گیاهی، Kys: ضریب کاهش، عملکرد سالیانه محصول

کاهش تولید محصول را نسبت به تولید پتانسیل بدست می‌آورد. بعنوان مثال برای تعیین کاهش عملکرد ذرت فرایند محاسبات از روابط 1 الی 5 صورت می‌گیرد. این روند کاملاً شبیه روش فائو برای نشان دادن تأثیر تنش آب برای کاهش عملکرد است که پایه‌ریزی مدل Terraiza نیز بر این اساس می‌باشد (دلاروزا و همکاران 1992) و بر مبنای کاهش عملکرد ذرت کلاس کمبود رطوبت در یکی از کلاس‌های h1 تا h2 قرار می‌گیرد (جدول 2).

به طور کلی در این مدل فاکتورهای زمین‌نما (عرض جغرافیایی)، خاک (مکش خاک)، گیاه (درصد پوشش اراضی، ضرایب گیاه و کارایی آن) و اقلیم (بارندگی ماهانه، حداکثر و حداقل دمای ماهانه) به عنوان پارامترهای ورودی تلقی می‌شوند. بر حسب نیاز آبی هر کدام از تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه، توازن رطوبتی خاک را محاسبه و نهایتاً درصد کاهش بر حسب نیاز آبی هر کدام از تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه، توازن رطوبتی خاک را محاسبه و نهایتاً درصد

¹ Crop Coefficient

² Yield Coefficient

جدول 2- تعیین کلاس کمبود رطوبت (h) بر مبنای کاهش تولید به واسطه تنش رطوبتی (دلاروزا و همکاران 1992)

کلاس کمبود	درصد کاهش محصول
h1	کمتر از 20 درصد
h2	بین 20-40 درصد
h3	بین 40-60 درصد
h4	بیشتر از 60 درصد

$$ET_c = E_{To} \times K_c : ET_c = 15/2 \times 1/2 = 18/24 \quad [1]$$

$$E_{Ta} = E_{Tc} - D : E_{Ta} = 18/24 - 7/3 = 10/94 \quad [2]$$

$$1 - Y_a / Y_m = K_y (1 - E_{Ta} / E_{Tc}) \Rightarrow 1 - \frac{Y_a}{9/91} = 1/3 (1 - \frac{10/94}{18/24}) \Rightarrow Y_a = 4/747 \quad [3]$$

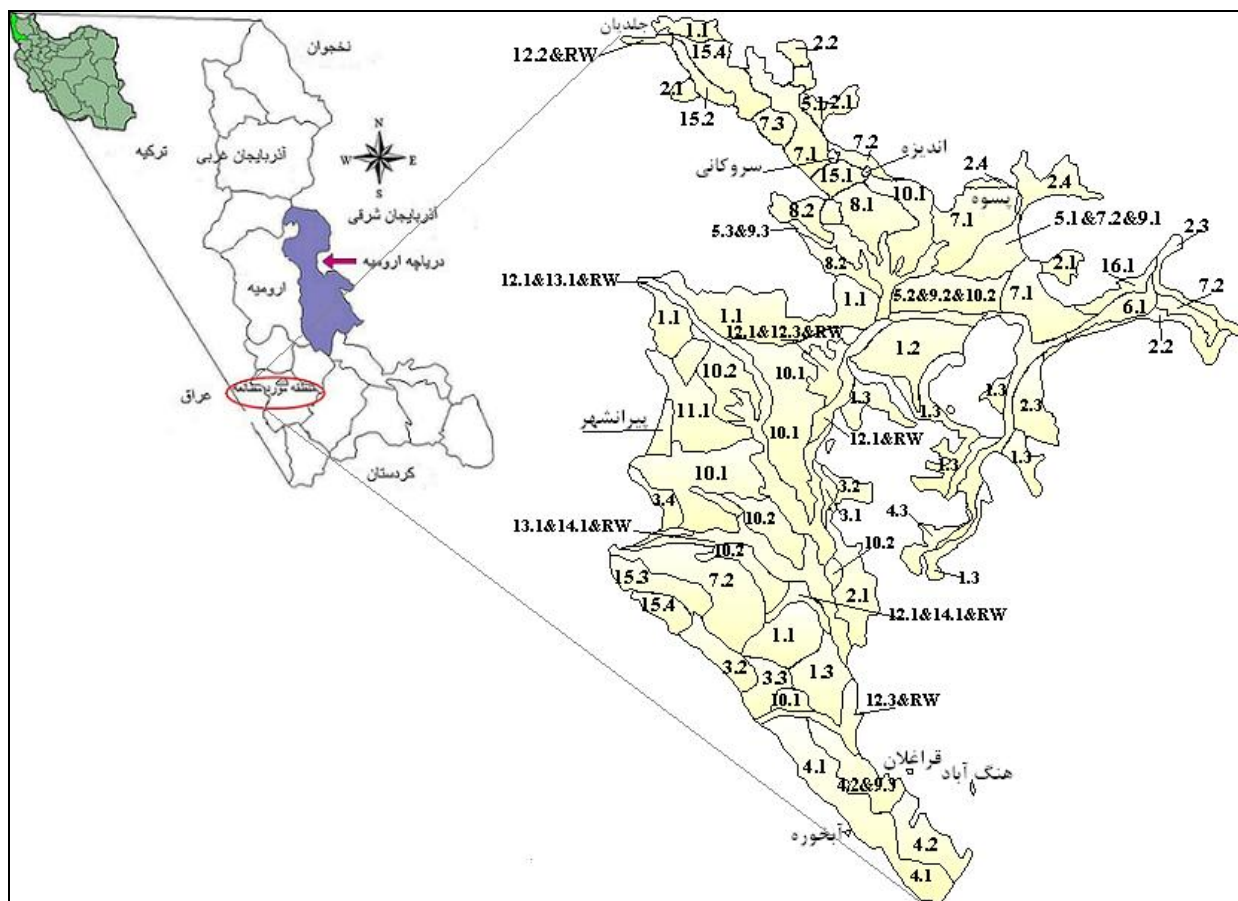
$$1 - Y_a / Y_m = R_y \Rightarrow 1 - (\frac{4/747}{9/91}) = 0/5209 \quad [4]$$

$$R_y = K_y (1 - E_{Ta} / E_{Tc}) \times 100 \Rightarrow R_y = 1/3 (1 - \frac{10/94}{18/24}) \times 100 = 52/09 \quad [5]$$

نشان خواهد داد. با اندازه‌گیری دقیق میزان باران و دانستن وضعیت رطوبت خاک و مراحل حساس گیاه به آب در مرحله رشد گیاهی می‌توان مدیریت خوبی برای آبیاری اعمال کرد. در مناطقی که آبیاری دارای محدودیت بیشتری است، می‌بایست از بین مراحل مختلف رشد گیاه مهمترین مراحل را انتخاب نموده و در آن مراحل به حساسیت این محصول به میزان رطوبت خاک، مزارع باید از زهکشی مناسبی برخوردار باشند. بر این اساس تعداد و فاصله بین آبیاری‌ها بر حسب نوع عوامل آب و هوایی، خاکی و گیاهی متغیر می‌باشد. تأثیر تغییر روش آبیاری با هدف افزایش راندمان آبیاری در میزان کاهش سالانه عملکرد تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه می‌تواند به آسانی با استفاده از این مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

در روابط فوق E_{To} , K_c , K_y , Y_m , E_{Tc} , E_{Ta} , Y_a و D به ترتیب نشان دهنده تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده برای گیاه به روش تورنت وایت، ضریب ماهانه، ضریب کارایی گیاه، پتانسیل تولید محصول، تبخیر و تعرق ماهیانه گیاه، تبخیر و تعرق واقعی ماهیانه، تولید واقعی محصول، کمبود آب (اختلاف بین بارندگی و تبخیر و تعرق ماهیانه گیاه) و کاهش ماهانه عملکرد محصول بر حسب درصد می‌باشد.

یکی از موارد استفاده این مدل محاسبه سریع و آسان کاهش عملکرد سالانه محصول و مدیریت آب آبیاری با امکان وارد نمودن داده‌های فرضی و همچنین برآورد تأثیر تغییر اقلیم بر میزان عملکرد محصول می‌باشد. نتایج محاسبات امکان تصمیم‌گیری برای تعیین نوع کشت، اعم از آبی یا دیم و همچنین مدیریت بهینه مصرف آب آبیاری در منطقه بر اساس عرف محلی را



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

بصورت وزنی محاسبه می‌شوند. در این روش، فرسایش‌پذیری خاک بر اساس سه مشخصه اصلی عمق مؤثر، بافت و درصد ذرات درشت‌تر از شن به سه دسته تقسیم می‌شود. خاکهایی با ضخامت بیشتر از 75 سانتی‌متر، بافت رسی و درصد ذرات درشت‌تر از شن کمتر از 10 درصد به عنوان خاکهای مقاوم در برابر فرسایش، خاکهایی با ضخامت بین 25 تا 75 سانتی‌متر همراه با کلاس بافتی متوسط تا شنی و میزان ذرات درشت‌تر از شن بیش از 10 درصد در کلاس بعدی و خاکهایی با ضخامت کمتر از 25 سانتی‌متر به عنوان خاکهای به شدت فرسایش‌پذیر طبقه‌بندی می‌شوند. عامل مؤثر بعدی در خطرات فرسایشی خاک، درصد پوشش گیاهی توسط تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه

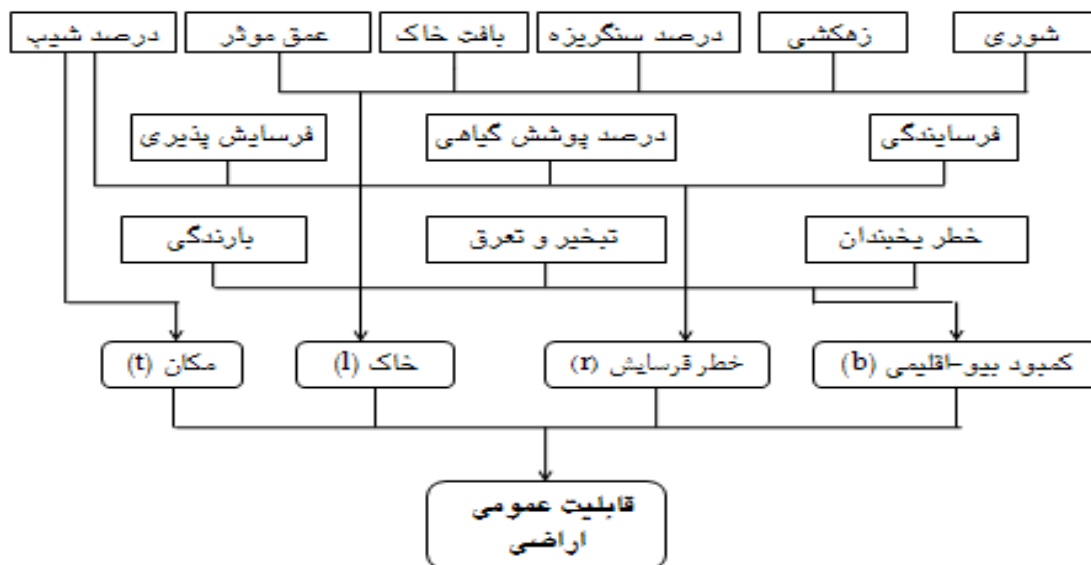
مدل Cervatana

این مدل قابلیت و پتانسیل اراضی را برای طیف وسیعی از اراضی کشاورزی پیش‌بینی می‌کند. خروجی این مدل بر اساس فاکتورهای موقعیت مکانی (t)، خاک (l)، خطر فرسایش (r) و محدودیت بیواقلمی (b) به کلاسهای S1 (اراضی با استعداد عالی)، S2 (اراضی با استعداد خوب)، S3 (اراضی با استعداد متوسط) و بحرانی (N) (اراضی نامستعد) دسته‌بندی می‌شود. شیب و خصوصیات خاک مانند عمق مؤثر، بافت، درصد ذرات درشت‌تر از شن، زهکشی و شوری با استفاده از نتایج تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی مربوط به پروفیل‌های نمونه برداری شده به دست می‌آیند. داده‌های مورد نیاز برای عمق صفر تا 50 سانتی‌متری

عامل خطر یخبندان و کاهش عملکرد محصول ناشی از استرس رطوبتی به عنوان داده‌های ورودی در نظر گرفته شده است (دلاروزا و همکاران 1992). تمامی داده‌های مورد نظر با کدهای معینی وارد سیستم می‌شوند و در نهایت خروجی مدل به صورت تحت کلاس اراضی که مشخص کننده کلاس و نوع محدودیت آن اراضی باشد به دست می‌آید (جدول 3). این مدل در واقع جدا کننده اراضی مستعد عملیات زراعی و باغی از مناطقی است که مستعد برای احداث جنگل و یا توسعه بوته‌های مناسب با شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد که با این عمل از تخریب خاک جلوگیری به عمل می‌آید (شکل 2).

می‌باشد که آفتابگردان با درصد پوشش سطحی کمتر از 30 درصد در کلاس 2 در حالیکه ذرت و سویا با درصد پوشش سطحی بیش از 30 درصد در کلاس 1 قرار می‌گیرند که در این تحقیق به مطالعه آنها پرداخته شده است. قدرت فرساینده‌گی باران، فاکتور مؤثر بعدی در تعیین میزان فرسایش خاک می‌باشد که با استفاده از رابطه مقابل محاسبه می‌شود (بی نام 1976).

[6] $E_i = F_i / H_i$
مقادیر F_i و H_i به ترتیب شاخص فورنیه تصحیح شده¹ و شاخص رطوبتی² می‌باشند که با استفاده از نتایج مدل CDBm³ برای مناطق مطالعاتی محاسبه می‌شوند (پاکپور ربطی 1389). در توسعه این مدل، نتایج مدل Terraza به عنوان فاکتور محدودیت‌های اقلیمی با دو



شکل 2- الگوریتم عمومی مدل Cervatana (دلاروزا و همکاران 1992)

¹ Modified Fournier index

² Climate database

³ Humidity index

جدول 3- کلاس و زیر کلاس های قابلیت اراضی در مدل Cervatana (دلاروزا و همکاران 1992)

کلاس	زیر کلاس ^۱	فاکتورهای محدود کننده
عالی	t	شیب
خوب	l	خاک
متوسط	r	فرسایش
حاشیه‌ای	b	بیواقلمی

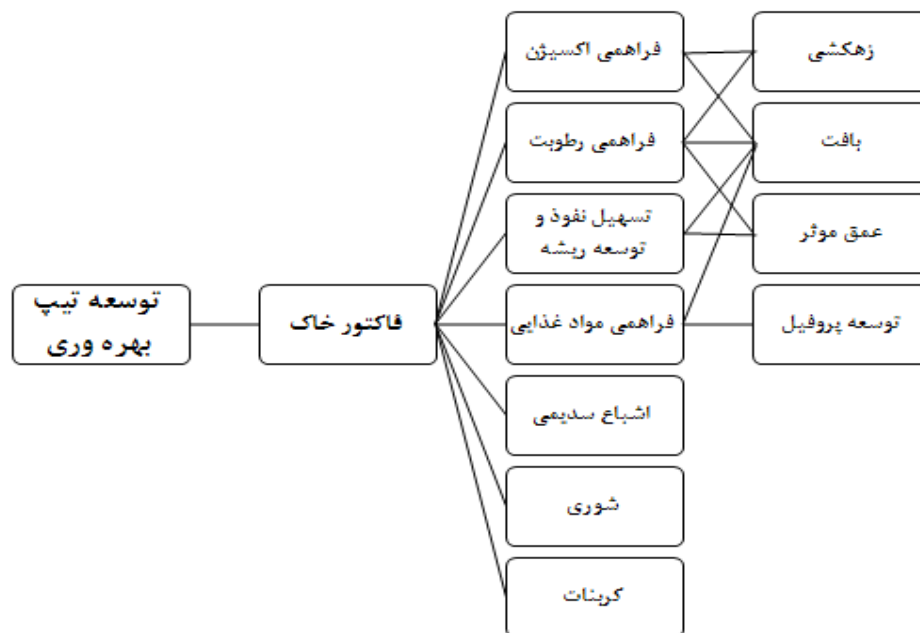
مدل Almagra

سطح خاک محاسبه و وارد مدل شدند. نمودار طراحی و الگوریتم عمومی مدل Almagra در شکل 3 ارائه شده است. در نهایت خروجی مدل به صورت تحت کلاس اراضی که مشخص کننده کلاس و نوع محدودیت آن اراضی باشد به دست می‌آید (جدول 4). خروجی مدل برای تمامی پروفیل‌های مورد مطالعه ذخیره و به صورت نقشه‌های زمین-مرجع شده ارائه خواهد شد.

این مدل بر اساس نیازهای بیوفیزیکی تیپ‌های بهره‌وری مختلف عمل کرده و واحدهای اراضی را برای این تیپ‌ها درجه‌بندی می‌کند. در این مدل، خصوصیات مختلف اراضی از جمله خصوصیات خاک بایستی تعریف شوند. بخش کنترل عمودی برای تیپ‌های بهره‌وری یکساله بین صفر تا 50 سانتی‌متر یا بین سطح خاک تا عمق مؤثر از 50 سانتی‌متری سطح خاک در نظر گرفته می‌شود که لایه محدود کننده تا این عمق وجود داشته باشد (دلاروزا و همکاران 1992). برای این منظور برای تمامی نمونه‌های خاک میانگین وزنی پارامترهای مورد نیاز مدل در محدوده 50 سانتی متری از

جدول 4- کلاس های تناسب اراضی و نوع محدودیت ها در مدل Almagra (دلاروزا و همکاران 1992)

کلاس ها	نوع محدودیت	بافت خاک
عالی	t	بافت خاک
مناسب	c	کربنات
نسبتاً مناسب	d	زهکشی
بحرانی	p	عمق مؤثر
نامناسب	g	توسعه پروفیل



شکل 3- الگوریتم عمومی مدل طراحی شده Almagra (دلاروزا و همکاران 1992)

نتایج و بحث

مطالعات خاکشناسی

سیستم میکرولیز به صورت جدول 5 خلاصه شده است (پاکپور ربطی 1389). بر اساس سیستم طبقه بندی جامع امریکایی (بی نام 2010) رده های انتی سول، ورتی سول و مالی سول همراه با 16 خانواده مختلف در این منطقه تشخیص داده شد.

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل های شاهد از سری های موجود در منطقه به صورت میانگین وزنی در محدوده 50 سانتی متری از سطح خاک با استفاده از مدل $SDBm^1$ یکی از برنامه های جانبی

جدول 5- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل های شاهد و خانواده آن ها بر اساس کلید رده بندی (بی نام 2010)

ذرات خاک		CCE	EC	ESP	سنگریزه	درصد رطوبت*		
Sand%	Silt%	کلاس بافتی (%)	(dS/m)		(%)	FC	PWP	
پروفیل 1، موقعیت شرق جلدیان با شیب 2-5 درصد، واحد 1-1 Fine, mixed, active, mesic, Chromic Calcixererts								
11/8	37	C	15/86	0/4	1/52	5	33/54	19/52
پروفیل 2، موقعیت جنوب جلدیان با شیب 2-5 درصد، واحدهای 2-1 Fine, mixed, active, mesic, Vertic Calcixerolls								
27/8	30	C	5/62	0/68	1/47	12	27/14	15/17
پروفیل 3، موقعیت گرداشون با شیب 2-1 درصد، واحدهای 3-1								

¹ Soil Data Base Mangment

	Fine, mixed, active, mesic , Typic Calcixerolls								
11/8	32/2	56	C	4/25	0/54	1/05	10	36/59	20/27
	پروفیل 4، موقعیت کانی اشکود با شیب 5-8 درصد، واحدهای 4-1								
	Fine, mixed, active, mesic , Pachic Haploxerolls								
11/7	45/3	43	SiC	2	0/51	1/1	8	36/12	23/5
	پروفیل 5، موقعیت غرب سرو کانی با شیب 1-2 درصد واحد 5-1								
	Fine, mixed, active, mesic , Aquic Calcixerolls								
9/6	33/7	56/7	C	12/5	0/66	4/2	-	33/56	20/79
	پروفیل 6، موقعیت شرق خرنج با شیب 2-5 درصد، واحد 6-1								
	loamy, mixed, superactive, mesic, Typic Calcixerolls-Fine								
49/8	26	24/2	SCL	2/35	0/27	3/25	7/5	20/24	8/55
	پروفیل 7، موقعیت در راهی نرده-پسوه با شیب 0-1 درصد 0-15، واحدهای 7-1								
	Fine, mixed, active, mesic , Vertic Calcixerolls								
27	28/6	44/4	C	3/56	0/41	1/38	-	27/77	16/29
	پروفیل 8، موقعیت جنوب اندیزه با شیب 1-2 درصد، واحدهای 8-1								
	Fine, mixed, active, mesic, Chromic Calcixererts								
10/4	30/6	59	C	9/92	0/43	2/45	-	36/57	20/52
	پروفیل 9، موقعیت جنوب اندیزه با شیب 2-5، واحدهای 9-1								
	Fine, mixed, active, mesic , Aquic Calcixerolls								
136/8	34/7	51/5	C	20	0/4	2/2	-	34/94	23/59
	پروفیل 10، موقعیت جنوب سروکانی با شیب 0-2 درصد، واحدهای 10-1								
	Fine, mixed, superactive, mesic, Chromic Haploxererts								
12/6	32/7	54/7	C	2/18	0/31	1/95	-	30/37	18/23
	پروفیل 11، موقعیت شین‌آباد با شیب 0-1 درصد، واحد 11-1								
	Fine-loamy, mixed, superactive, mesic, Fluvaqentic Haploxerolls								
21	50	29	SiCL	1/67	0/31	1/46	-	29/8	14/9
	پروفیل 12، موقعیت گردوین با شیب 0-1 درصد، واحدهای 12-1								
	Fine, mixed, active, mesic, Pachic Haploxerolls								
17/6	30/7	51/7	C	6/41	0/44	1/7	5	32/9	17/6
	پروفیل 13، موقعیت لاورین با شیب 0-1 درصد، واحد 13-1								
	Fine, mixed, superactive, mesic, Fluvaqentic Haploxerolls								
11/8	41/7	46/5	SiC	2/51	0/57	1/36	5	35/7	21/7
	پروفیل 14، موقعیت جنوب جیران با شیب 0-1 درصد، واحد 14-1								
	Fine, mixed, superactive, mesic, Typic calciaquolls								
16	37	47	C	14/74	0/33	1/36	-	40/4	25/3
	پروفیل 15، موقعیت غرب اندیزه با شیب 1-2 درصد، واحدهای 15-1								
	Fine-loamy, mixed, superactive, mesic, Fluvaqentic Haploxerolls								
31/8	42	26/2	L	2/37	0/37	1/83	5	21/1	10
	پروفیل 16، موقعیت شمال شرق خرنج با شیب 5-8 درصد، واحد 16-1								
	Sandy, mixed, mesic, Typic Xeropsamments								
85	6/8	8/2	LS	2/3	0/26	2/1	-	11/9	4/9

* میانگین وزنی رطوبت در محدوده 100 سانتی متری از سطح خاک

محدودیت‌های بیواقليمی

با توجه به شرایط کشاورزی متداول در منطقه مورد مطالعه، محدودیت‌های اقلیمی برای کشت دیم و آبی آفتابگردان، سویا و ذرت با استفاده از نیازهای اقلیمی و خاک منطقه و کاربرد مدل Terraza تعیین شدند. نتایج مدل نشان داد که کشت هر سه تیپ بهره‌وری در حالت دیم در شرایط کنونی در منطقه نامناسب بوده و در کلاس h4 یعنی بیش از 60 درصد کاهش عملکرد

سالیانه خواهیم داشت پس به همین خاطر کشت دیم برای محصولات مورد مطالعه در منطقه توصیه نمی‌شود. با لحاظ نمودن مقادیر آب آبیاری مصرفی طبق عرف محلی (جدول 6) کاهش عملکرد سالانه تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه تحت شرایط کشت آبی محاسبه و مدیریت صحیح جهت افزایش راندمان آبیاری پیشنهاد گردید

جدول 6- اطلاعات آبیاری زراعت‌های آبی بر اساس عرف محلی و خواجه‌پور (1385)

تیپ بهره‌وری	مقدار آب آبیاری (m ³ /ha)	دفعات آبیاری	ماه های آبیاری	تاریخ کاشت
ذرت	550	4-6	اردیبهشت - خرداد - تیر - مرداد - شهریور	اردیبهشت
آفتابگردان	5000	4-5	اردیبهشت - خرداد - تیر	اواخر فروردین
سویا	4500-8250	10-12	اردیبهشت - خرداد - تیر - مرداد - شهریور	اردیبهشت

مدیریت آب

آبیاری رایج و مرسوم در این منطقه برای کشت آفتابگردان، ذرت و سویا بیش از نیاز آبی آنها بوده و باعث شده است تا کلاس بیواقليمی از h4 به h1 برسد. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان متذکر شد که محدودیت منابع آب و رقابت بخشهای مختلف در استفاده از این منابع از یک طرف و افزایش سطح اراضی فاریاب از طرف دیگر اهمیت بهره‌برداری بهینه از این منابع را صد برابر می‌سازد. جهت بهره‌برداری مناسب از برآورد دقیق از نیاز گیاهان در مطالعات کشاورزی، مدیریت منابع آب و محیط زیست ضرورتی اساسی می‌باشد (شهابی‌فر و همکاران 1383). نتایج مدل Terraza با تأثیر افزایش مقدار آب مورد نیاز (5500 متر مکعب در هکتار) در مراحل حساس به کم‌آبی ذرت نشان داد که کاهش عملکرد محصول در این حالت کمتر از 20 درصد بوده و به عنوان حداقل مصرف بهینه آب

برای جلوگیری از کاهش عملکرد تعیین گردید (جدول 7). برخلاف باور عموم آفتابگردان نیاز آبی بالایی ندارد و در حقیقت نیاز آبی آن مشابه و یا کمتر از دیگر گیاهان زراعی تابستانه است. حضور آب فراوان در هنگام کاشت و به دنبال آن یک آبیاری سطحی در زمان غنچه‌دهی می‌تواند عملکرد بالایی حدود 4 تا 5/3 تن را به دنبال داشته باشد. با توجه به اینکه بیشتر نیاز آفتابگردان به آب در زمان گلدهی و پر شدن دانه‌ها می‌باشد، اعمال آبیاری براساس عرف محلی (5500 متر مکعب در هکتار) نتیجه‌ای مشابه با مصرف 2400 تا 3000 مترمکعب خواهد داشت لذا با مدیریت صحیح در تاریخ آبیاری می‌توان در مقدار مصرف آب صرفه‌جویی داشت. زراعت سویای آبی به آب فراوان، تعداد دفعات آن بسته به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، روش آبیاری، ظرفیت نگهداری آب در خاک و عمق نفوذ ریشه بستگی دارد. میزان آب مصرفی سویا در طول فصل

مکعب در هکتار برای رشد سویا با همان عملکردی که از مصرف 4500 تا 8250 میلی‌متر بدست می‌آید برابر است و با رعایت الگوی مصرف بهینه آب می‌توان حدود 1500 تا 5000 متر مکعب در هکتار صرفه‌جویی کرد.

رشد بین 4500 تا 8250 میلی‌متر متغیر بوده که اوج مصرف آن در دوران گلدهی و غلاف بندی دانه می‌باشد. نتایج مدل با احتساب میزان آب مورد نیاز در مراحل حساس از دوره رشد آن نشان داد که 3000 متر

جدول 7 - نتایج حاصله از مدل برای مدیریت نیاز آبی ذرت بر اساس مدل Terraiza

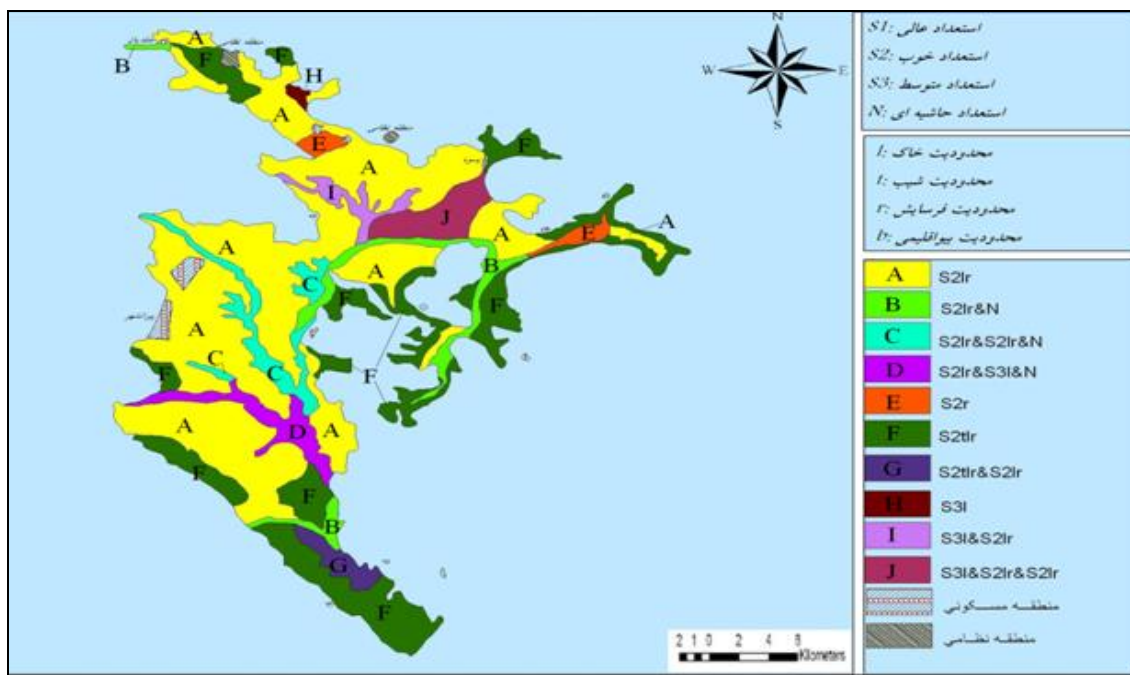
ماه پارامتر	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409
P(cm)	3/7	9/3	9/7	9	10/1	10/6	9/7	10/6	10/1	9	9/7	9/3	3/7
ETo(cm)	5/8	2	0/3	2	0	0	0/3	1/4	0	0	0/3	2	5/8
Kc													
Etc(cm)	5/8	2	0/3	2	0	0	0/3	1/4	0	0	0/3	2	5/8
ST(STo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S(cm)	0	7/3	9/4	9	10/1	9/2	8/4	9/2	10/1	9	9/4	7/3	0
D(cm)	2/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/1
Eta(cm)	3/7	2	0/3	2	0	0	1/3	1/4	0	0	0/3	2	3/7
Ky													
Ry													

S: آب مازاد، D: کمبود آب، P: بارندگی، STo: تنش رطوبتی

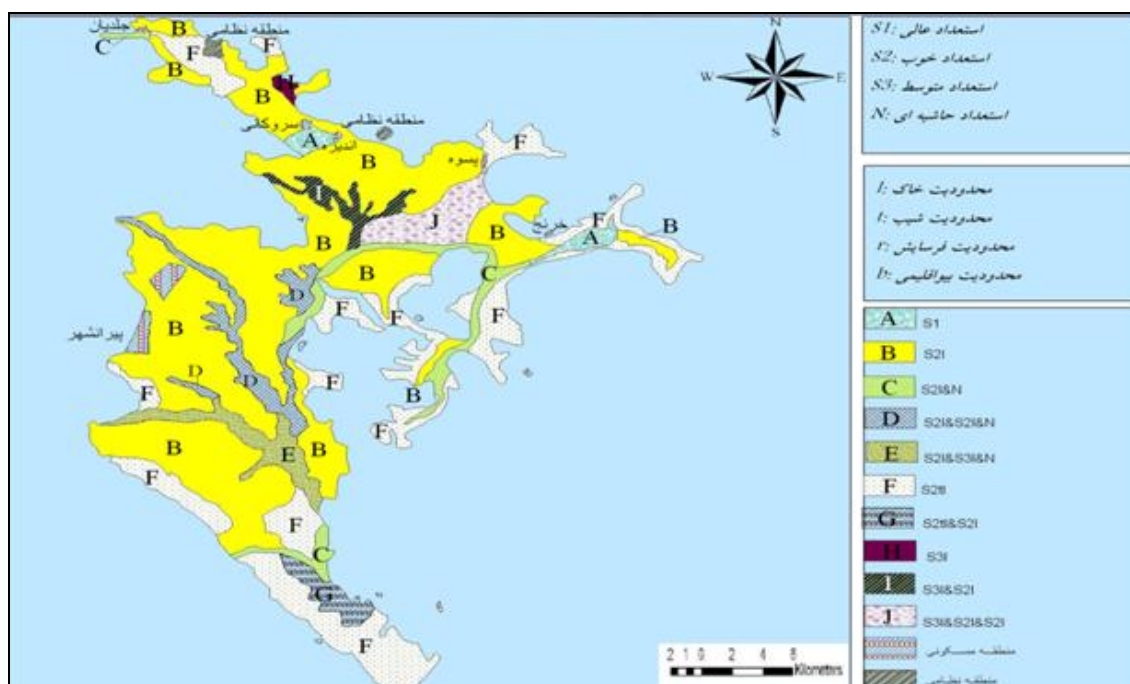
سویا و ذرت بررسی شد. بر اساس نتایج بدست آمده، به ترتیب 60/49، 18/98 و 2/05 درصد اراضی به دلیل محدودیت خاک و فرسایش (Ir)، شیب، خاک و فرسایش (tlr) و فرسایش (r) دارای استعداد خوب (S2) و 0/23 درصد نیز به دلیل محدودیت خاک (l) دارای استعداد متوسط (S3) جهت کشت آفتابگردان می‌باشند (شکل 3). همچنین بررسی‌ها نشان داد که برای کشت سویا و ذرت به ترتیب 2/05، 79/52 و 0/23 درصد اراضی دارای کلاس‌های استعداد عالی (S1)، استعداد خوب (S2) و استعداد متوسط (S3) هستند (شکل 4). عامل خاک در این منطقه به عنوان اصلی‌ترین عامل محدود کننده و تبدیل اراضی با استعداد عالی و خوب به متوسط می‌باشد.

تعیین کلاس‌های قابلیت و استعداد اراضی

اولین قدم در راستای تحقق کشاورزی پایدار، تعیین اراضی قابل کشاورزی و جدا نمودن آنها از اراضی غیر قابل کشت و کشاورزی یا به عبارت دیگر تعیین پتانسیل اراضی و معرفی اراضی مزروعی برای استفاده‌های کشاورزی می‌باشد. بنابراین برای افزایش بهره‌وری همراه با حفظ توأم خاک، فقط دو کلاس عالی و خوب جهت استفاده‌های زراعی و کشاورزی و همچنین اراضی با کلاس استعداد متوسط (S3) به منظور احداث جنگل و توسعه بوته‌های متنوع جهت جلوگیری از هدرروی خاک پیشنهاد می‌شود. در این راستا با استفاده از مدل Cervatana قابلیت و استعداد اراضی به منظور زراعت‌های آبی با فرض آب آبیاری رایج در منطقه برای تیپ‌های بهره‌وری آفتابگردان،



شکل 3- نقشه قابلیت اراضی مورد مطالعه برای کشت آفتابگردان بر اساس مدل Cervatana در محیط GIS

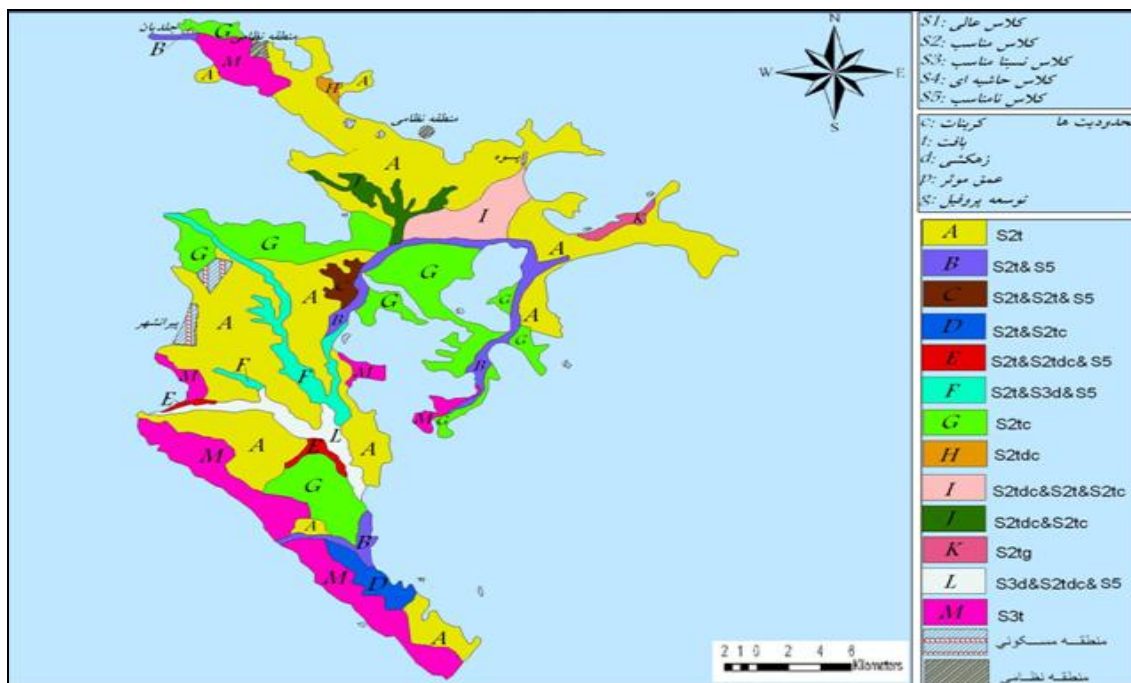


شکل 4- نقشه قابلیت اراضی مورد مطالعه برای کشت ذرت و سویا بر اساس مدل Cervatana در محیط GIS

بررسی ارزیابی کیفی تناسب اراضی

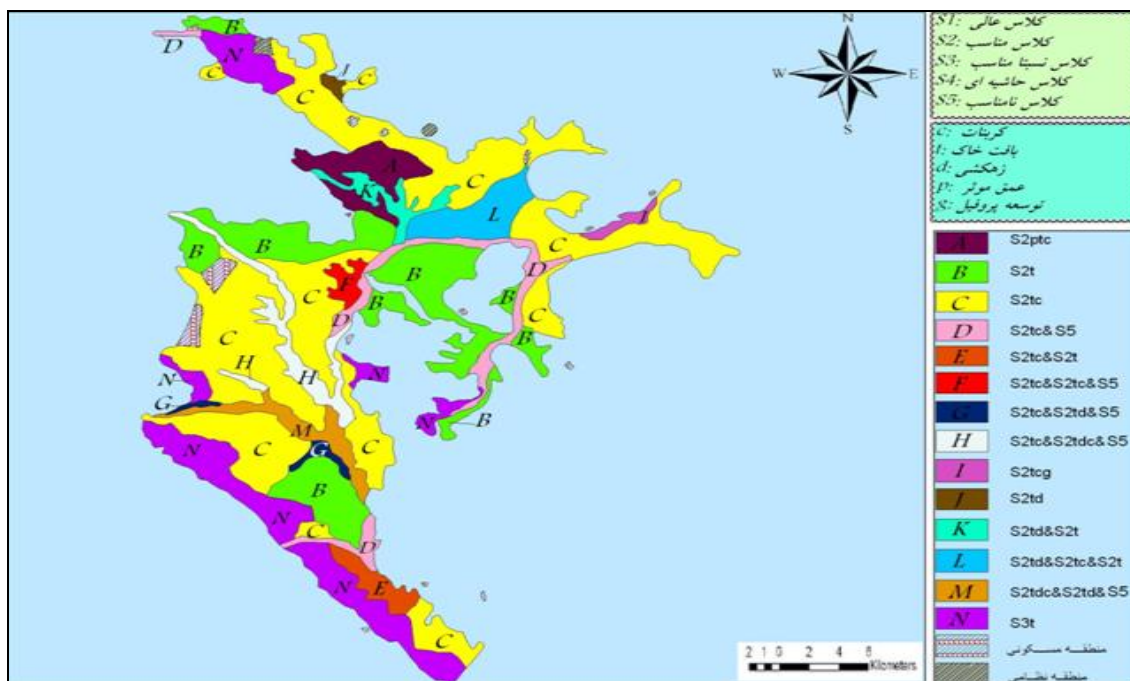
ارزیابی اراضی و تعیین تناسب آنها برای بهره‌وری- های خاص یکی از روشها و ابزارهای مدیریت پایدار اراضی است که مدیران و برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد ضمن برنامه‌ریزی برای افزایش تولید، استفاده بهینه و مستمر از اراضی را نیز برای آینده داشته باشند. تناسب اراضی منطقه برای تیپ‌های بهره‌وری آفتابگردان، سویا و ذرت با استفاده از مدل Almagra بررسی و نتایج نشان داد که حدود 9/98 درصد اراضی برای کشت ذرت، 9/98 درصد اراضی برای کشت آفتابگردان و 10/21 درصد اراضی برای کشت سویا در کلاس نسبتاً مناسب (S3) قرار گرفته و بقیه اراضی برای تیپ‌های مورد بهره‌وری در کلاس مناسب (S2) قرار می‌گیرند (شکل‌های 5، 6 و 7). همچنین عوامل محدود کننده به ترتیب فراوانی در منطقه شامل: بافت، کربنات، توسعه پروفیل، زهکشی و عمق مؤثر خاک تشخیص داده شدند، بطوری که محدودیت‌های بافت، بافت و کربنات، بافت و توسعه پروفیل و همچنین بافت

و زهکشی و کربنات به ترتیب در اراضی به وسعت تقریبی 19340، 6805، 125 و 90 هکتار باعث قرارگیری آنها در کلاس مناسب (S2) می‌گردد. محدودیت ناشی از بافت خاک در 3770 هکتار از اراضی مورد مطالعه منجر به کلاس‌بندی آنها به صورت اراضی نسبتاً مناسب (S3) جهت کشت ذرت گردید. همچنین نتایج نشان داد کشت آفتابگردان به ترتیب در مناطقی به وسعت 26360 و 3770 هکتار با توجه به محدودیت‌های بافت، کربنات، زهکشی، عمق مؤثر و توسعه پروفیل در کلاس‌های مناسب (S2) و نسبتاً مناسب (S3) قرار گرفتند. علاوه بر این محدودیت بافت خاک در 6805 هکتار، محدودیت توأم بافت و کربنات در 17800 هکتار و محدودیت‌های بافت، عمق مؤثر و کربنات در 1540 هکتار و نهایتاً محدودیت‌های توأم بافت، کربنات و توسعه پروفیل در 125 هکتار باعث کلاس‌بندی اراضی به صورت مناسب (S2) ولی 3860 هکتار از اراضی به دلیل محدودیت بافت و زهکشی در کلاس نسبتاً مناسب (S3) قرار گرفتند.



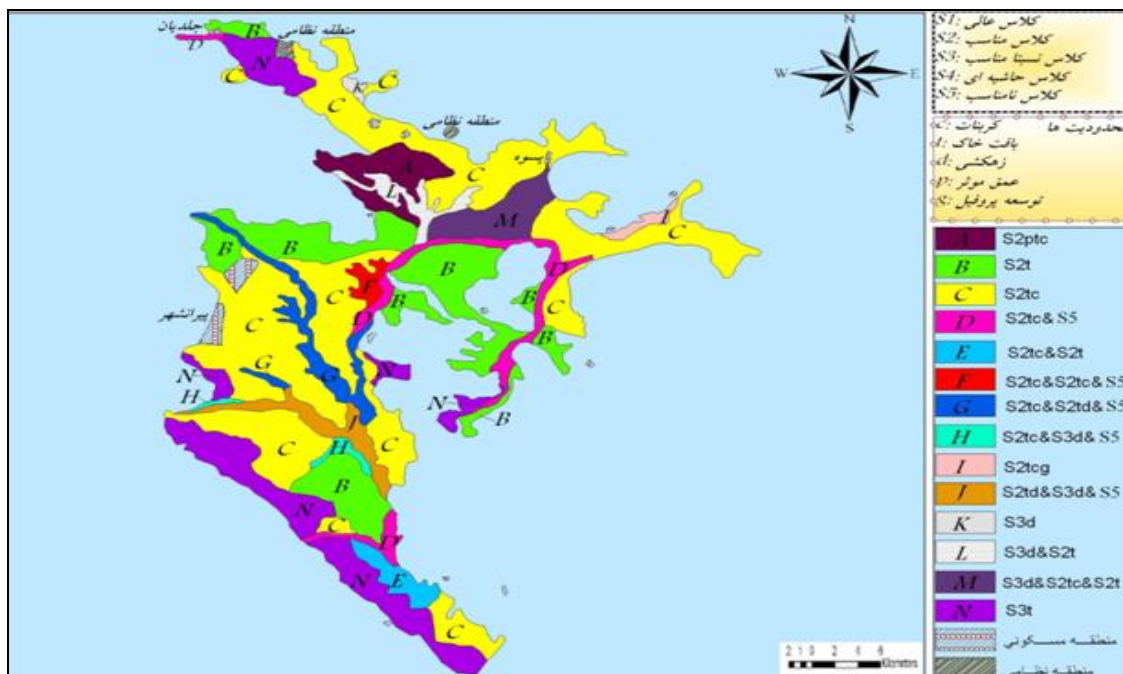
شکل 5- نقشه ارزیابی کیفی تناسب اراضی در محدوده مورد مطالعه برای کشت ذرت بر اساس

مدل Almagra در محیط GIS



شکل 6- نقشه ارزیابی کیفی تناسب اراضی در محدوده مورد مطالعه برای کشت آفتابگردان بر اساس

مدل Almagra در محیط GIS



شکل 7- نقشه ارزیابی کیفی تناسب اراضی در محدوده مورد مطالعه برای کشت سویا بر اساس

مدل Almagra در محیط GIS

نتیجه‌گیری

کلاس استعداد 775 هکتار از اراضی از عالی به خوب گردید.

با استفاده از نتایج مدل Almagra نمی‌توان هیچ گونه تقدیمی برای کشت تیپ‌های مورد بهره‌وری در این مطالعه قائل شد. به عبارت دیگر تناسب اراضی برای محصولات یکسان بوده و فقط نوع محدودیت‌های اراضی متفاوت می‌باشد که کشت هرگونه تیپ بهره‌وری با مدیریت مربوط به خود امکان‌پذیر است. بر همین اساس محدودیت زهکشی در Typic Calciaquolls و Aquic Calcixerolls و Fluvaquentic Haploxerolls، بیشتر نمایان می‌باشد و پیشنهاد می‌شود که در مدل Almagra فاکتورهای بیشتری در نظر گرفته شود تا حداقل واحدهایی که بر اساس یکسری مشخصات از واحدهای اصلی تفکیک شده و به عنوان فاز یا حالت خاک در نظر گرفته می‌شوند، بتواند تفاوت قائل شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشگاه تبریز جهت حمایت مالی از اجرای این طرح در قالب پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد تشکر می‌گردد. همچنین از شرکت اسپانیایی-Evenot-Tech. به دلیل صدور مجوز قانونی جهت استفاده از نرم افزارهای قفل‌دار در راستای پیشبرد اهداف این مقاله قدردانی می‌شود

کشت دیم تمامی تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه (آفتابگردان، ذرت و سویا) براساس نتایج مدل Terraza توصیه نمی‌شود. همچنین نتایج مدل نشان داد که برای ذرت، آفتابگردان و سویا با احتساب مراحل بحرانی رشد گیاهان زراعی، اضافی و کمبود آب در دوره رشد نیاز آبی به ترتیب 5500، 2400 تا 3000 و برای سویا 3000 مترمکعب در هکتار برآورد شد. بنابراین مقدار آب آبیاری رایج در منطقه بیش از مورد نیاز آبی گیاهان بوده و رعایت توصیه‌های مدیریتی فوق می‌تواند مقدار مصرف آب را بدون تأثیر منفی بر میزان عملکرد سالیانه ناشی از تنش رطوبتی کاهش دهد. تعیین زمان خاص و ماه‌های مورد نیاز در ایفای نقش مدیریت برای جلوگیری از کاهش عملکرد محصول از مزیت‌های دیگر این مدل می‌باشد.

بر اساس نتایج مدل Cervatana حدود 91/35 درصد اراضی دارای استعداد عالی تا خوب و همچنین حدود 8/65 درصد اراضی دارای استعداد خوب تا متوسط می‌باشد که مهمترین محدودیت‌ها در منطقه مربوط به خاک، شیب و فرسایش می‌باشد. عامل ایجاد تفاوت در قابلیت استعداد اراضی آفتابگردان در مقایسه با سویا و ذرت، سطح پوشش گیاهی بوده است به طوری که علیرغم محدودیت‌های یکسان موجب تقلیل

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، 1374. مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دشتهای پسوه، جلدیان و پیرانشهر، مهندسین مشاور آب و رزان.
- بنایی م ح، 1377. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران (موسسه تحقیقات خاک و آب).
- پاکپور ربی، 1389. ارزیابی کیفی تناسب اراضی پیرانشهر، پسوه و جلدیان برای آفتابگردان، ذرت و سویا بر اساس مدل Almagra و مقایسه آن با نتایج حاصله از روش پارامتریک ریشه دوم FAO. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

- جعفرزاده ع ا، شهبازی ف و شهبازی م ر، 1388. بررسی تناسب اراضی صومالی جنوبی استان آذربایجان غربی برای تیپ‌های بهره‌وری گندم، ذرت، سیب‌زمینی، چغندر قند و یونجه با استفاده از مدل Almagra. صفحه‌های 402 - 404. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان.
- خواججه‌پور م ر، 1385. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان.
- شهبازی فر م، کوچکزاده م، محمدزاده م و میرلطیفی س م، 1383. استفاده از روش‌های زمین‌آماری برای تعیین نیاز آبی زراعت چغندر قند در استان تهران. چغندر قند 20: 133-147.
- شهبازی ف، 1387. بررسی سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی اراضی. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- Anonymous. 1976. A frame work for land evaluation. Soils Bulletin 32. FAO, Rome.
- Anonymous. 2004. Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual. Natural Resources Conservation Service U.S. Department of Agriculture Lincoln, Nebraska.
- Anonymous. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th edition. Soil Conservation Service, U. S. Depart. Of Agriculture, Washington DC.
- Bower CA, Reitemeier RF and Fire-men M, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soil. Soil Science 73: 251-261.
- De La Rosa D, Mayol F, Diaz-Pereira E, Ferandez M and De La Rosa Jr D, 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agriculture soil protection with special reference to the mediterranean region. Environmental Modeling and Software 19: 929-942.
- De la Rosa D, Moreno JA, Garcia LV and Almorza J, 1992. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean Land Evaluation System. Soil Use and Management 8: 89-96.
- Doorenbos J, Kassam AH, Bentvelder C and Uittenbogaard G, 1978. Yield response to water. UN Economic Commission West Asia, Rome, Italy.
- Erdogan HE, YuKsel M and De la Rosa D, 2006. Bioclimatic classification using mediterranean Agro-ecological evaluation approach in Ceylanpinar State Farm (Turkey) Pp: 730-744. International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology, Sanliurfa.
- Klute A, 1992. Methods of Soil Analysis. Pp. 133-165. In: Dixson, JB and Weed, SB (eds). Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Second edition. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Nelson BW and Sommers LE, 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539 - 577. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2, Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agric. Handbook 60, USDA, Washington, DC.
- Salem MZ, Ageeb GW and Rahim IS, 2008. Land suitability for agricultural of Certain in Al-Boston Area, Egypt. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4: 485-491.
- Shahbazi F, De la Rosa D, Anaya-Romero M, Jafarzadeh AA, Sarmadian F, Neyshabouri MR and Ustan SH, 2008a. Land use planning in Ahar area (Iran) using MicroLEIS DSS. International Agrophysics, 22: 277-286.
- Shahbazi F, Jafarzadeh AA, Sarmadian F, Neyshabouri MR, Oustan SH, Anaya-Romero M, Lojo L and De la Rosa D, 2008b. Land capability evaluation and climate change impact in semi-arid and mediterranean areas using MicroLEIS DSS. Pp. 216-217, Ambientalia, 3rd Congress of Climate Change and Sustainable Development. Huelva, Spain.
- Yehia HA, 1998. Nature distribution and potential use of Gypsiferous-Calcareous soil in sugarbeet area, west of Nubaria, Egypt. MSc. Thesis, Alex University, Egypt.