

تعیین کاربری اراضی برای اهداف کشاورزی و غیر کشاورزی با استفاده از سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز

*مسلم ثروتی^۱، علی اصغر جعفرزاده^۲، فرزین شهبازی^۳، حسن محمدی^۴ و نیلوفر تیمورپور^۵

^۱استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، آستاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تبریز،
^۲دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تبریز،^۳دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شاهد،
^۴دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۲۳

چکیده

سابقه و هدف: استفاده بی‌رویه و تخریب اراضی و نیاز به افزایش عملکرد در واحد سطح، ضرورت بهره‌برداری بهینه از اراضی را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. بنابراین ارزیابی، برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی، برای نیل به توسعه پایدار ضروری است. در این راستا سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز، به‌منظور پشتیبانی از تصمیم‌گیری برای کشت می‌تواند کارساز باشد. هدف از این مطالعه، برنامه‌ریزی اراضی برای تعیین کاربری بهینه اراضی در بخشی از منطقه خواجه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: برای نیل به اهداف، داده‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی از ۲۶ واحد اراضی اخذ و به‌ترتیب محدودیت‌های زیست‌اقليمی، کلاس قابلیت، ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مورد مطالعه (آفتابگردان، خربزه، ذرت و یونجه) و کاربری‌های جنگل و مرتع توسط مدل‌های مربوطه تعیین شد.

یافته‌ها: براساس مدل Terraza، کشت دیم همه محصولات به‌جز ذرت که با کاهش ۶۰ درصدی همراه است، بقیه با کاهش ۲۰ درصدی محصول امکان‌پذیر می‌باشد. براساس مدل Cervatana، ۹ واحد اراضی (۲۷/۸ درصد کل اراضی) نامناسب و ۱۷ واحد اراضی (۷۲/۲ درصد کل اراضی) مناسب برای اهداف کشاورزی تشخیص داده شدند. نتایج ارزیابی اراضی مستعد با استفاده از مدل Almagra نشان داد که ۱۸/۱، ۳۹/۹ و ۱۳/۲ درصد از اراضی به‌ترتیب در کلاس‌های محدودیت متوسط (S_3)، کم (S_2) و بدون محدودیت (S_1) قرار گرفتند. کاربرد مدل Sierra نشان داد که هیچ‌کدام از گونه‌های جنگلی، مناسب برای توصیه نیستند. براساس مدل Sierra2 نیز، ۵ گونه بوته‌ای مناسب تشخیص داده شدند.

نتیجه‌گیری: در نهایت نقشه‌های کاربری تلفیقی با استفاده از مدل‌های Almagra و Sierra بیانگر این مطلب است که سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز می‌تواند در فرموله کردن کشاورزی پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: میکرولیز، توسعه پایدار، زراعت، مرتع، جنگل

مقدمه

افزایش جمعیت، منابع طبیعی و کشاورزی را تحت فشار قرار داده و موجب نیاز بیش‌تر به تولید محصولات کشاورزی شده است. بنابراین با توجه به محدود بودن منابع، شناخت دقیق منابع، محدودیت‌ها و تعیین کلاس تناسب آن‌ها برای استفاده‌های مختلف و افزایش تولید در واحد سطح ضرورت دارد (۱، ۲). از طرفی با افزایش تقاضا، کشاورزان زمین‌های حساس به فرسایش را زیر کشت می‌آورند که منجر به تخریب اراضی می‌گردد. بنابراین نیاز به سامانه‌ای است که بتواند خاک‌ها را در درجه اول به اراضی کشاورزی و غیرکشاورزی تقسیم نماید و سپس اراضی کشاورزی را برای محصولات قابل‌کشت و اراضی غیرکشاورزی را برای جنگل و مرتع در راستای مدیریت پایدار اراضی، ارزیابی نماید (۳). سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز در سال ۱۹۹۰، براساس سامانه مدیترانه‌ای، تحت نظر کشورهای اتحادیه اروپا برنامه‌نویسی شده و به‌عنوان یک سامانه تصمیم‌گیری به‌کار رفته است (۵، ۸). داده‌های ورودی این سامانه به‌صورت بانک اطلاعاتی اقلیم (CDBm)، بانک اطلاعاتی خاک (SDBm) و بانک اطلاعاتی مدیریت اراضی و محصول (MDBm) ذخیره می‌شوند. در این نرم‌افزار ۱۲ مدل جانبی وجود دارد که در دو بخش تناسب اراضی و حساسیت به تخریب‌پذیری دسته‌بندی شده‌اند. این مدل‌های جانبی شامل مدل‌های Marisma, Cervatana, Almagra, Albero Sierra و Terraza، برای تناسب اراضی و مدل‌های Aljarafe, Alcor, Raizal, Impel ERO, Pantanal و Arenal برای حساسیت به تخریب اراضی هستند (۷). مدل Terraza محدودیت‌های زیست‌اقلیمی مانند تشعشع خورشیدی، دما، کمبود رطوبت و خطر یخبندان، مکان‌های مناسب برای رشد تیپ‌های بهره‌وری را مشخص می‌نماید (۷). اردوغان و

همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از این مدل محدودیت‌های زیست‌اقلیمی را برای تیپ بهره‌وری تنباکو در منطقه سیلان پینار ترکیه مطالعه نمود. نتایج نشان داد که فقط حدود ۳۰ درصد اراضی دارای کلاس زیست‌اقلیمی مناسب برای کشت تیپ بهره‌وری تنباکو می‌باشد (۹). مدل Cervatana قابلیت و تناسب اراضی را برای بهره‌وری‌های کشاورزی و جنگل یا مرتع با روش حداکثر محدودیت براساس معیارهای موقعیت مکانی، خاک، خطر فرسایش و محدودیت زیست‌اقلیمی اراضی به‌صورت چهار کلاس S_1 ، S_2 ، S_3 و N (عالی، خوب، متوسط و بحرانی) تعیین می‌کند (۶). یحیی (۱۹۹۸) با استفاده از مدل Cervatana، اراضی منطقه‌ای در کشور مصر را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج به‌دست آمده بیانگر وجود اراضی با کلاس‌های تناسب S_2 ، S_2tl و S_3tl برای بهره‌وری‌های کشاورزی بوده و بافت خاک و شرایط توپوگرافی به‌عنوان عامل‌های اصلی محدودکننده بودند (۲۹). مدل Almagra براساس نیازهای بیوفیزیکی تیپ‌های بهره‌وری کشاورزی، واحدهای اراضی را در ۵ کلاس تناسب S_1 تا S_5 درجه‌بندی می‌کند (۷). مهم‌ترین تیپ‌های بهره‌وری که توسط این مدل قابل ارزیابی هستند، محدود به گندم، ذرت، خربزه، سیب‌زمینی، سویا، پنبه، آفتابگردان، چغندرقد، یونجه، هلو، مرکبات و زیتون است (۷). وهبا و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از مدل Almagra، تناسب اراضی تیپ‌های بهره‌وری ذرت و آفتابگردان را مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که این خاک‌ها برای تیپ‌های بهره‌وری مزبور فوق در کلاس نامناسب بوده و توپوگرافی مهم‌ترین عامل محدودکننده است (۲۷). مدل Sierra براساس مقایسه نیازهای گیاهی ۲۲ گونه جنگلی و ویژگی‌های واحدهای مختلف اراضی، مناسب‌ترین گونه‌ها را معرفی می‌نماید. ویژگی‌های بیوفیزیکی ارزیابی‌شده در این مدل شامل ویژگی‌های

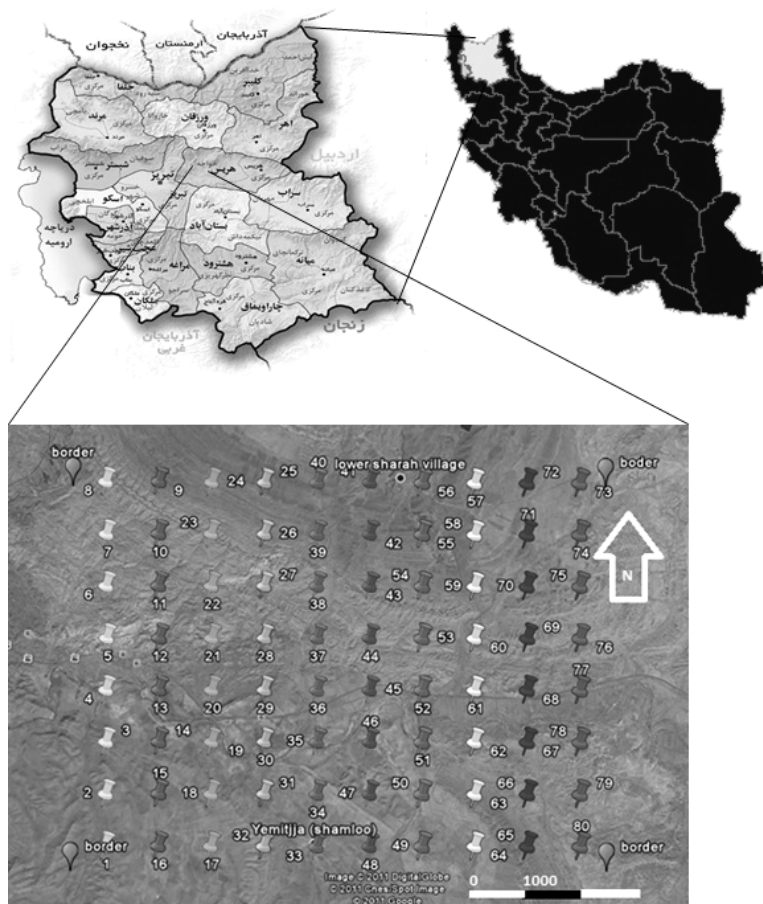
تشکیلات مارنی - آهکی دوره‌های پلیوسن و میوسن و تشکیلات آهکی همراه با رسوبات دوران چهارم بر روی خاکستر آتش‌فشانی تشکیل شده است نهشته‌های این منطقه به صورت واحدهای مارنی، گچ، ماسه‌سنگ، شیل و آهک‌های ماسه‌ای ته‌نشستی می‌باشند (۱۳).

مطالعات مقدماتی: برای انجام مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق (۲۲)، از روش شبکه‌بندی منظم به ابعاد ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ مترمربع (۱۰۰ هکتار) استفاده گردید. در هر شبکه، مکان دو نقطه مطالعاتی (گوشه و مرکز شبکه) مشخص گردید (شکل ۱). بنابراین تعداد ۸۰ خاکرخ و ۸۰ مته در ۷۳۳۵ هکتار به‌عنوان نقاط مطالعاتی انتخاب گردید. در صحرا پس از مشاهده محل و این‌که نقطه مربوطه به درستی انتخاب‌شده (در برخی موارد نیاز بوده که نقطه مورد نظر به دلیل این‌که نقاط استثنایی و معرف اراضی اطراف نبودند، کمی جابه‌جا گردد)، اقدام به حفر خاکرخ گردید. تمامی خاکرخ‌ها براساس دستورالعمل تشریح خاک (۲۰) و کلید رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۳) تشریح شدند. از تمامی افق‌های ژنتیکی مورد مطالعه، نمونه‌برداری صورت گرفته و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. آزمایش‌های فیزیکی شامل بافت به روش هیدرومتر (۱۲)، درصد حجمی ذرات درشت با استفاده از الک و آزمایش‌های شیمیایی شامل واکنش خاک در گل اشباع (۱۴)، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (۱۹)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش اکسالات سدیم (۲۴)، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۱۵)، کربن آلی به روش والکی و بلک (۲۸) و اصلاح‌شده توسط نلسون و سامرز (۱۶)، درصد گچ به روش استون (۱۵) و درصد سدیم تبدلی (۲۵) بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت.

خاکی، اقلیمی و مکانی است (۸). با این وجود اگر چنانچه منطقه برای احداث جنگل مساعد نباشد، از مدل Sierra2 که به زبان اسپانیایی در دسترس می‌باشد، می‌توان به توسعه بوته‌های مناسب برای واحدهای مذکور به منظور جلوگیری از تخریب خاک اقدام نمود (۱۸). شهبازی و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعات خود در منطقه اهر با استفاده از مدل Sierra گزارش کردند که ۱۲ درصد از اراضی منطقه برای احداث جنگل مناسب می‌باشد (۲۱). هدف از این پژوهش، ارزیابی بخشی از اراضی منطقه خواجه برای اهداف کشاورزی و اراضی غیرمستعد برای اهداف غیرکشاورزی شامل جنگل و مرتع با استفاده از سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز و تهیه نقشه کاربری‌های متناسب با شرایط منطقه در راستای توسعه پایدار اراضی می‌باشد. کاربرد سامانه میکرولیز برای منطقه‌ای با مشکلات شوری، گچ، تهیه نقشه تلفیقی کاربری‌های زراعی، مرتع و جنگل و توصیه‌های مدیریت آب برای منطقه از نوآوری‌های این پژوهش محسوب می‌گردد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مطالعاتی: منطقه مورد مطالعه با وسعت ۷۳۳۵ هکتار، در استان آذربایجان شرقی و در محدوده ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی واقع شده است. براساس میانگین دمای سالیانه منطقه ($13/58^{\circ}\text{C}$) و افزودن یک درجه سلسیوس به آن (۴)، میانگین دمای سالیانه خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری $14/58^{\circ}\text{C}$ بوده و رژیم حرارتی خاک مزیک می‌باشد. همچنین با توجه به میانگین بارندگی منطقه (۲۴۱/۸ میلی‌متر) و برنامه نیوهال (۱۷)، رژیم رطوبتی منطقه از نوع اریدیک هم مرز با زیریک است. از نظر زمین‌شناسی منطقه عمدتاً از



شکل ۱- محدوده منطقه مطالعاتی و محل حفر خاکرخ‌ها.

Figure 1. Site and depth of soil profiles in study region.

یک کلاس بین f_1 تا f_4 (جدول ۳) قرار گرفت. کلاس بیوفیزیکی نهایی به وسیله ترکیب دو کلاس فوق (جدول ۴) تعیین گردید. سپس از مدل Cervatana، با استفاده از ویژگی‌های شیب (t)، خاک (l)، خطر فرسایش محاسبه شده براساس درصد پوشش سطح به وسیله تیپ بهره‌وری و بافت خاک (r) و محدودیت زیست‌اقليمی محاسبه شده از مدل Terraiza (b)، قابلیت و پتانسیل اراضی، به صورت کلاس‌های S_1 (ارضی با استعداد عالی)، S_2 (ارضی با استعداد خوب)، S_3 (ارضی با استعداد متوسط) و N (ارضی با استعداد بحرانی) محاسبه شد. برای ارزیابی اراضی غیرمستعد (کلاس‌های S_3 و N براساس مدل

سامانه میکرولیز: با توجه به الگوریتم این سامانه، ابتدا محدودیت‌های اقلیمی با استفاده از مدل Terraiza مشخص گردید. برای این منظور، از داده‌های اقلیمی (بارندگی، دمای حداقل و حداکثر)، تعادل رطوبتی محاسبه شده به روش تورنت وایت (۲۶)، ضرایب گیاهی (جدول ۱) از جدول‌های تهیه شده توسط فرشی و همکاران (۱۱) برای برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی کشور، استفاده شد. نهایتاً براساس میزان کاهش تولید، منطقه در یکی از کلاس‌های رطوبتی h_1 تا h_4 (جدول ۲) قرار گرفت. خطر یخبندان نیز از داده‌های مربوط به ماه‌هایی که دما کم‌تر از ۶ درجه سلسیوس است، محاسبه شد و در

جلوگیری از تخریب اراضی استفاده شد (۱۸). برای ارزیابی اراضی قابل کشت با مدل Almagra، میانگین وزنی ویژگی‌های خاکی وارد مدل شدند و براساس روش محدودیت ساده (۱۰)، واحدهای مختلف در پنج کلاس فاقد محدودیت، محدودیت کم، محدودیت متوسط، محدودیت شدید و محدودیت خیلی شدید طبقه‌بندی شدند (۷).

Sierra2 و Sierra، از مدل Cervatana، از مدل مرتع و جنگل استفاده شد (۸). در این مدل ویژگی‌های عرض جغرافیایی، ارتفاع، نوع شکل اراضی، عمق مؤثر، بافت، زهکشی، واکنش خاک، میانگین و حداکثر دما و بارندگی به‌عنوان ورودی وارد مدل شدند و گونه مناسب انتخاب شد. سپس برای واحدهایی که برای احداث جنگل مساعد نبودند، از مدل Sierra2 برای توسعه بوته‌های مناسب به‌منظور

جدول ۱- ضرایب کارایی و کاهش تولید فصلی تیپ‌های بهره‌وری انتخابی (۱۱).

Table 1. Crop and seasonal reduction coefficient of selected Land use.

Kys	مراحل مختلف رشد و توسعه تیپ‌های بهره‌وری در منطقه مطالعاتی					
	Growing cycle of selected land use in study region					
	اواخر Late	اواسط Mid	توسعه Development	اولیه Early	ضرایب گیاهی Crop coefficient	تیپ بهره‌وری Land use
0.95	0.35	1.1	0.8	0.35	Kc	آفتابگردان
	1	0.8	0.5	0.25	Ky	Sunflower
1.25	0.5	1.2	0.7	0.3	Kc	ذرت
	0.5	1.3	0.4	0.4	Ky	Maize
1.2	0.8	1	0.55	0.4	Kc	خریزه
	0.5	1.1	0.4	0.45	Ky	Melon
0.85	1.15	1.2	0.8	0.4	Kc	یونجه
	0.85	0.85	0.85	0.85	Ky	Alfalfa

جدول ۲- کلاس رطوبت بر مبنای کاهش تولید در اثر تنش آب.

Table 2. Moisture classes based on crop reduction affected by water stress.

کلاس Class	کاهش محصول Crop Reduction (%)
h ₁	< 20
h ₂	20-40
h ₃	40-60
h ₄	> 60

جدول ۳- حدود کلاس‌های خطر یخبندان.

Table 3. Frosting hazard classes range.

کلاس Class	تعداد ماه‌ها با دمای $5 >$ درجه سلسیوس Number month with $5^{\circ}\text{C} >$ Temperature
f_1	0
f_2	0-2
f_3	2-5
f_4	> 5

جدول ۴- کلاس‌های زیست‌اقليمی نهایی براساس مدل Terraiza (۶).

Table 4. Final Bioclimatic Classes based on Terreza model (6).

f_4	f_3	f_2	f_1	دما $(5 >)$ درجه سلسیوس Temperature ($5^{\circ}\text{C} >$)	کاهش محصول Crop Reduction (%)
C_4	C_3	C_2	C_1		h_1
C_4	C_3	C_2	C_2		h_2
C_4	C_3	C_3	C_3		h_3
C_4	C_4	C_4	C_4		h_4

نتایج و بحث

پس از بررسی ۸۰ خاکرخ حفرشده، ۲۶ خاکرخ شاهد انتخاب گردید که هر کدام نماینده یک واحد اراضی بودند و ارزیابی تناسب اراضی بر روی این واحدها صورت پذیرفت. شایان ذکر است که خاک‌های مورد مطالعه براساس کلید رده‌بندی (۲۳) در رده‌های انتی‌سول و اریدی‌سول قرار گرفتند. مقادیر و میانگین وزنی داده‌های آزمایشگاهی، صحرایی واحدهای اراضی منطقه مطالعاتی نیز مطابق جدول ۵ می‌باشد.

مدل Terraiza: تمامی تیپ‌های بهره‌وری، به جز ذرت (جدول ۶) در کلاس کمبود رطوبت h_1 بودند، بدین معنی که در دوره رشد، کم‌تر از ۲۰ درصد کاهش تولید خواهند داشت. ذرت در کلاس h_3 بوده و بین ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش تولید خواهد داشت. خطر یخبندان برای تمامی تیپ‌های بهره‌وری f_2 بوده که بین ۰ تا ۲ ماه از سال دمای زیر ۶ درجه سلسیوس وجود دارد. در نهایت کلاس نهایی برای همه تیپ‌های بهره‌وری C_2 و برای ذرت C_3 ارزیابی شد.

جدول ۵- ویژگی‌های اصلی واحدهای مختلف اراضی در منطقه مطالعاتی.

Table 5. Major soil properties of different Land units in the study region.

زهکشی Drainage	سیل‌گیری Flooding	ESP (%)	EC (dS m ⁻¹)	گچ Gypsum (%)	کربنات‌ها Calcium Carbonate (%)	ذرات Fragment >2mm	کلاس بافت Soil Texture class	شیب Slop (%)	واحد اراضی Land unit
moderate	F ₀	10.1	0.92	2.21	19.25	7.04	CL	0	1
good	F ₀	13	1.57	0.84	13.06	3.45	CL	3	2
good	F ₀	11.24	6.95	17.33	14.27	17.6	L	11	3
week	F ₂	7.5	40.18	1.43	9	13.9	SL	1	4
good	F ₀	4.98	1.44	1.02	14.11	6.88	CL	1	5
good	F ₀	4.95	26.18	8.67	12.84	3.96	CL	1	6
moderate	F ₀	20.61	33.94	1.53	10.42	4.54	C	0	7
good	F ₀	5.91	1.35	1.62	18.77	6.49	CL	3	8
good	F ₀	8.1	4.14	8.01	16.72	6.08	SCL	6	9
good	F ₀	11.76	2.69	7.85	15.21	15.84	SCL	15	10
good	F ₀	7.48	1.4	4.54	19.15	3.88	CL	3	11
moderate	F ₀	11	4.05	1.1	13.81	2.67	CL	2	12
moderate	F ₀	15.25	5.35	15.12	15.83	6.81	C	2	13
moderate	F ₀	7.75	2.31	0.29	18.78	25.41	SCL	5	14
good	F ₀	9.87	2.2	1.84	19.77	10	CL	10	15
week	F ₂	12.76	8.85	2.5	9.86	13.39	SL	1	16
Somewhat good	F ₀	10.34	15.88	6.91	22.15	7.44	CL	3	17
Somewhat good	F ₀	6.65	7.32	8.24	17.49	3.9	CL	2	18
good	F ₀	4.73	0.73	1.8	16.32	3.96	SiCL	4	19
good	F ₀	9.98	8.36	13.59	14.64	3.22	CL	4	20
week	F ₂	7.51	8.35	3.29	15.18	2.78	CL	3	21
good	F ₀	9.14	7.76	12.92	12.49	5.55	SCL	4	22
week	F ₀	9.04	2.88	28.67	5.71	2.56	SCL	3	23
good	F ₀	10.25	4.65	1.3	17.73	7.45	CL	5	24
Somewhat good	F ₀	9.22	4.44	25.73	6.74	3.57	CL	4	25
good	F ₀	10.23	2.45	3.26	21.68	2.18	CL	0	26

جدول ۶- کلاس محدودیت زیست‌اقلیمی تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه برای کشت دیم.

Table 6. Bioclimatic deficiency classes for study land use on rainfed culture.

کلاس زیست‌اقلیمی Bioclimatic classes	تیپ بهره‌وری Land use
C ₂ (h ₁ - f ₂)	آفتابگردان Sunflower
C ₃ (h ₃ - f ₂)	ذرت Maize
C ₂ (h ₁ - f ₂)	خرربزه Watermelon
C ₂ (h ₁ - f ₂)	یونجه Alfalfa

نظر زیست‌اقلیمی محدودیتی در منطقه وجود نخواهد داشت. با لحاظ نمودن مقادیر آب آبیاری مصرفی برای ذرت (جدول ۷) تحت شرایط کشت آبی کاهش عملکرد وجود نخواهد داشت.

نتایج نشان داد که کشت ذرت در منطقه امکان‌پذیر نبوده و کاشت ذرت در منطقه بایستی به صورت فاریاب انجام گیرد. بنابراین اگر چنانچه تنش رطوبتی به وسیله آبیاری در منطقه مرتفع گردد، از

جدول ۷- اطلاعات آبیاری زراعت فاریاب در منطقه مطالعاتی.

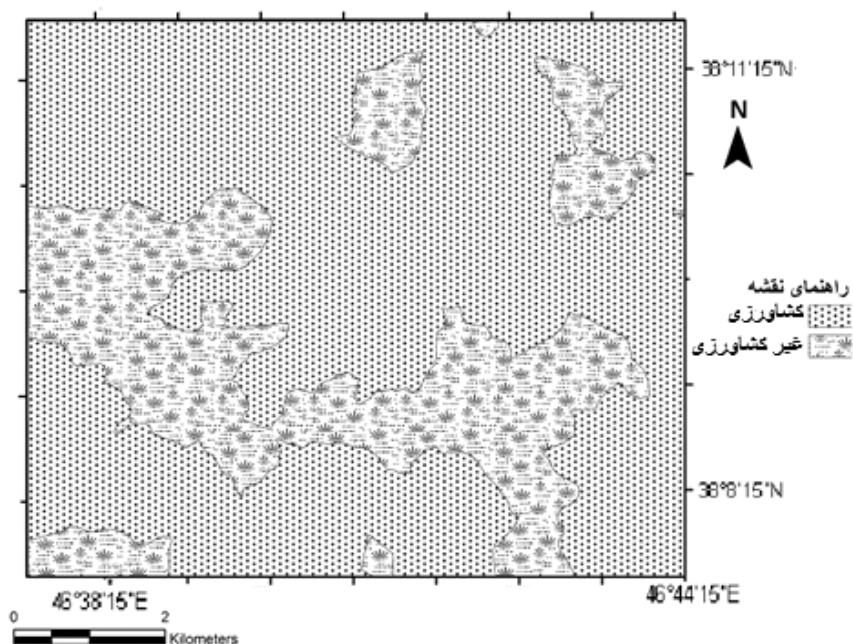
Table 7. Water irrigation supplements in study region.

ماه‌های آبیاری Irrigation month	دفعات آبیاری Number of irrigation	مقدار آب آبیاری Amount of irrigations water (m ³ /ha)	تیپ بهره‌وری Land use
اردیبهشت، خرداد، مرداد، شهریور May, Jun, August, September	3-4	1200	ذرت Maize

کلاس‌های S_1 و S_2 قرار دارند و مناسب برای اهداف کشاورزی می‌باشند (شکل ۲).
مدل **Almagra**: جدول ۱۰ نتایج ارزیابی تناسب اراضی هر کدام از واحدهای مختلف اراضی که برای اهداف کشاورزی با استفاده از مدل **Cervatana** مناسب تشخیص داده شده بودند را برای تیپ‌های بهره‌وری انتخابی نشان می‌دهد. بر این اساس به ترتیب $1/1$ ، $9/39$ و $2/13$ درصد از اراضی برای محصولات کشاورزی در کلاس‌های تناسب متوسط (S_3)، مناسب (S_2) و عالی (S_1) قرار گرفتند. همچنین نتایج کلاس‌های تناسب بیانگر این مطلب است که در اراضی مناسب برای کشاورزی، الویت کشت با یونجه و آفتابگردان بوده و به ترتیب خربزه و ذرت در درجات بعدی قرار دارند.

برای جلوگیری از کاهش ۲۰ درصدی سایر تیپ‌های بهره‌وری تمهیدات زیر پیشنهاد می‌گردد: آفتابگردان به علت بالا بودن کارایی مصرف آب، می‌تواند در حضور آب فراوان در هنگام کاشت و چند آبیاری سطحی تولید بالایی را به دنبال داشته باشد. خربزه در منطقه به دلیل سازگاری رقم مربوطه با شرایط آب و هوایی منطقه، با یک بار آبیاری سنگین بعد از کاشت می‌توان به تولید مشاهده شده بالایی (به‌طور متوسط ۲۰ تن در هکتار) نائل شد. یونجه نیاز آبی متوسطی داشته و آب بایستی به تدریج در اختیار گیاه قرار داده شود که در این شرایط نیازهای رطوبتی کاملاً مرتفع می‌گردد.

مدل **Cervatana**: براساس این مدل، $8/27$ درصد کل اراضی جزو اراضی S_3 و N بوده و نامستعد تشخیص داده شدند. $2/72$ درصد کل اراضی نیز در



شکل ۲- نقشه قابلیت و استعداد اراضی منطقه خواجه برای اهداف کشاورزی براساس مدل Cervatana.

Figure 2. General Land Capability Map of Khajeh region for agricultural purpose using Cervatana Model.

جدول ۸- نتایج نهایی ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از مدل Almagra.

Table 8. Final results of land suitability evaluation by Almagra model.

یونجه Alfalfa	خریزه Melon	ذرت Maize	آفتابگردان Sunflower	تیپ بهره‌وری Land use	واحد اراضی Land unit
S _{2a}	S _{2tca}	S _{3a}	S _{2a}		1
S _{2a}	S _{2tca}	S _{3a}	S _{2a}		2
S ₁	S _{2tc}	S _{2c}	S ₁		5
S ₁	S _{2tc}	S _{2c}	S ₁		8
S _{2sa}	S _{3s}	S _{2csa}	S _{2sa}		9
S _{3t}	S _{2tcsa}	S _{3ta}	S _{3t}		10
S _{2a}	S _{2tca}	S _{2ca}	S _{2a}		11
S _{2sa}	S _{3a}	S _{3s}	S _{2sa}		12
S _{3a}	S _{3sa}	S _{4a}	S _{3a}		13
S _{3a}	S _{3sa}	S _{4a}	S _{3a}		14
S _{2sa}	S _{2tcsa}	S _{2ca}	S _{2sa}		15
S _{3s}	S _{3s}	S _{3s}	S _{3s}		18
S ₁	S _{2tc}	S _{2c}	S ₁		19
S _{3s}	S _{3s}	S _{3s}	S _{3s}		22
S _{3d}	S _{2dsa}	S _{2tda}	S _{2tdcsa}		23
S _{2csa}	S _{3s}	S _{2sa}	S _{2csa}		25
S _{2sa}	S _{2tcsa}	S _{3a}	S _{2sa}		26

S₁: بدون محدودیت (No limitation)، S₂: محدودیت کم (Slightly limitation)، S₃: محدودیت متوسط (Moderately limitation)، S₄: محدودیت شدید (Severe limitation)، S₅: محدودیت خیلی شدید (Very Severe limitation)، p: محدودیت عمق (Depth limitation)، t: محدودیت بافت (Texture limitation)، d: محدودیت زهکشی (Drainage limitation)، c: محدودیت کربنات (Carbonate limitation)، s: محدودیت شوری (Salinity limitation)، a: محدودیت سدیمی بودن (Alkalinity limitation).

بوته‌های مناسب، اقدام گردید. نتایج بیانگر این مطلب بود که ۵ گونه مصطکی (*Pistacia Lentiscus*)، نخل کوتوله مدیترانه‌ای (*Chamaerops Humilis*)، پنجه عروس (*Anthyllis Cytisoides*)، گل سرخ وحشی (*Cistus Albidus*) و درختچه لگوم (*Retama Sphaerocarpa*) (جدول ۹) با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی مناسب می‌باشند.

مدل **Sierra**: در واحدهایی که دارای تناسب N و S₃ بودند، برای حفظ خاک و توسعه کشاورزی پایدار، ارزیابی برای جنگل به وسیله مدل Sierra (۸) صورت پذیرفت. با این وجود نتایج نشان داد که هیچ‌یک از ۲۲ گونه شاخص، برای منطقه خواجه مناسب نیستند. با این توضیحات که منطقه مساعد برای احداث جنگل نیست، ناچار از مدل Sierra2 (۱۸)، به توسعه

جدول ۹- پیش‌بینی گونه‌های مناسب بر پایه نتایج ارزیابی مدل Sierra2 برای منطقه خواجه.

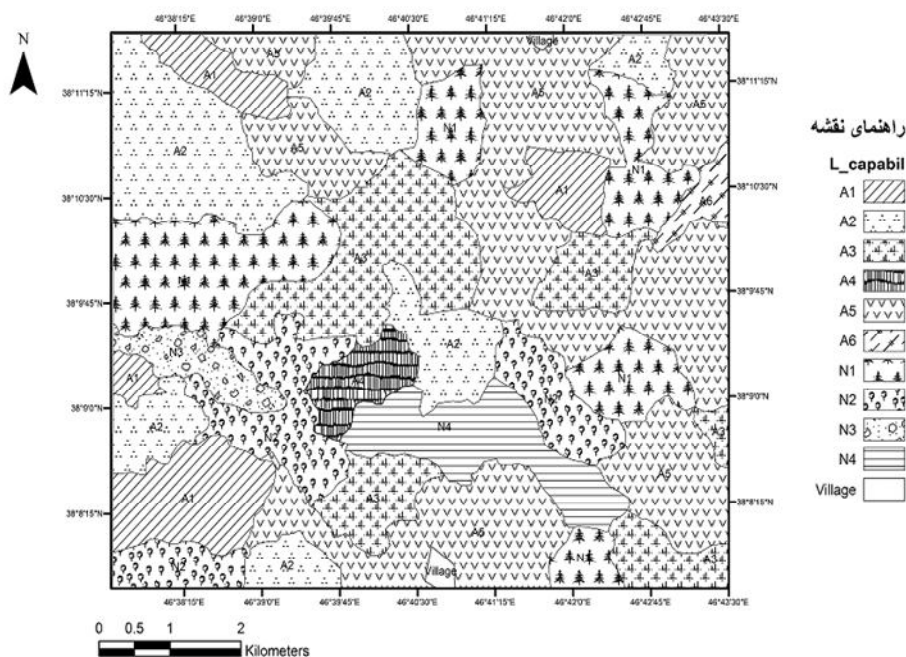
Table 9. Suitable spaces prediction for Khajeh region based on Sierra2 model.

گونه spaces	واحد اراضی Land unit								
	24	21	20	17	16	7	6	4	3
<i>Pistacia Lentiscus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Chamaerops Humilis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Anthyllis Cytisoides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cistus Albidus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Retama Sphaerocarpa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Sierra2 با واقعیت همخوانی داشته و گیاه مسطکی (نوعی گیاه از تیره پسته) در همه واحدهای اراضی، براساس مدل Sierra2 قابل توصیه می‌باشد و درختچه لگوم به‌خاطر همزیست بودن با باکتری ریزوبیوم سبب افزایش حاصلخیزی خاک شده و بدین ترتیب سبب افزایش استقرار گیاهان علفی در زیراشکوب خود می‌شود.

در نهایت با ترکیب نتایج حاصل از مدل‌های Sierra و Almagra، نقشه بهینه کاربری اراضی، برای اهداف کشاورزی (آفتابگردان، ذرت، خربزه و یونجه) و غیرکشاورزی (مرتع و جنگل) به صورت شکل ۳ تهیه گردید.

چنانچه ملاحظه می‌شود برخی از گونه‌های ارائه شده در جدول ۹، برای واحدهای خاصی توصیه شده است، به‌نظر می‌رسد که بافت متوسط (SL) واحدهای ۴ و ۱۶ مانع توصیه مدل Sierra2 برای بوته‌های *Humilis Chamaerops* و *Anthyllis Cytisoides* و به همین ترتیب میزان شوری زیاد واحدهای ۴، ۶ و ۷ مانع توصیه *Retama sphaerocarpa* و *Albidus Cistus* توسط مدل Sierra2 شده است. برای سایر واحدها همه گونه‌های ارائه شده قابل توصیه هستند. در منطقه خواجه همچنین مطالعاتی در ارتباط با احداث باغ‌های پسته شروع شده و نتایج نشان‌دهنده موفقیت نسبی کشت این تیپ بهره‌وری می‌باشد. بنابراین نتایج مدل



شکل ۳- نقشه کاربری بهینه اراضی براساس سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز.

Figure 3. Optimal land use map Based on MicroLEIS DSS.

مطالعاتی، ۲۷/۸ درصد جزء اراضی نامستعد و ۷۲/۲ درصد مناسب برای اهداف کشاورزی براساس مدل Cervatana می‌باشند. همچنین نتایج کلاس‌های تناسب براساس مدل Almagra بیانگر این مطلب است که در اراضی مناسب برای کشاورزی، الویت کشت با یونجه و آفتابگردان بوده و به ترتیب خربزه و ذرت در درجات بعدی قرار دارند. براساس مدل Sierra هیچ‌یک از ۲۲ گونه شاخص، برای منطقه خواجه مناسب نیستند. بنابراین اقدام به توصیه گیاهان بوته‌ای براساس مدل Sierra2 گردید. نتایج بیانگر این مطلب است که ۵ گونه مصطکی، نخل کوتوله مدیترانه‌ای، پنجه‌عروس، گل سرخ وحشی و درختچه لگوم با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی مناسب می‌باشند. بنابراین سامانه تصمیم‌گیری میکرولیز می‌تواند به‌عنوان بک ابزار، کارشناسان و تصمیم‌گیران آمایش سرزمین را در تعیین کاربری اراضی بهینه، حفاظت خاک و توسعه پایدار اراضی کمک نماید.

در نقشه ۳، اراضی را که با حروف A و N نشان داده شده‌اند به ترتیب برای اهداف کشاورزی و غیرکشاورزی (مرتع) مناسب هستند. شایان ذکر است که A1 برای سه محصول آفتابگردان، خربزه و یونجه، A2 برای یونجه و آفتابگردان، A3 برای آفتابگردان، ذرت و یونجه، A4 برای خربزه، A5 برای همه تیپ‌های بهره‌وری، A6 برای ذرت آفتابگردان و خربزه، N1 برای همه بوته‌های مرتعی معرفی شده و N2، N3، N4 برای برخی از گونه‌های بوته‌ای مناسب هستند که در جدول ۹ ارائه شده‌اند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کشت ذرت در منطقه امکان‌پذیر نبوده و کاشت ذرت در منطقه بایستی به صورت فاریاب انجام گیرد، ولی امکان کشت سایر محصولات (آفتابگردان، خربزه و یونجه) با کاهش ۲۰ درصدی عملکرد امکان‌پذیر است. از کل منطقه

منابع

1. Ayoubi, S.H., and Jalalian, A. 2010. Land Evaluation (Agricultural and Natural Resources Second Edition), Isfahan University of Technology Press, 402p.
2. Baninemeh, J. 2003. Land evaluation for land use planning with special attentions to sustainable Orumiye area, Iran. M.Sc. Thesis, ITC University, Netherland, Pp: 73-81.
3. Beatty, M.T., Peterson, G.W., and Swindale, L.D. 1979. Planning the Uses and Management of Agricultural Land. Soil Science Society of America Inc, Madison, Wisconsin; American Society of Agronomy, Pp: 113-119.
4. Buol, S.W., Hole, F.D., and McCracken, R.J. 1989. Soil Genetic and Classification. 2nd edition. Iowa State University. Press, Ames, Iowa, 446p.
5. Darvish, K.M., Wahba, M.M., and Awad, F. 2006. Agricultural soil suitability of Haplo-soils for some crops in Newly Reclaimed areas of Egypt. J. Appl. Sci. Res. 2: 12. 1235-1243.
6. De la Rosa, D., and Magaldi, D. 1982. Rasgos metodologias de UN Sistema de evaluation tierras para regions Mediterranean. Soc, ESP, Cien, Suelo, Madrid, Pp: 31-43.
7. De la Rosa, D., Moreno, J.A., Garcia, L.V., and Almorza, J. 1992. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. Soil Use and Management. 8: 89-96.
8. De la Rosa, D., Mayol, F., Diaz-Pereira, E., Fernandez, M., and De la Rosa, D.J. 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. Environmental Modeling and Software. 19: 929-942.
9. Erdogan, H.E., Yuksel, M., and De la Rosa, D. 2006. Bioclimatic classification using Mediterranean agro-ecological evaluation approach in Ceylanpinar State Farm Turkey. 5th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology, Sanliurfa, Turkey, Pp: 738-744.
10. FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. Soils Bulletin 32. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, Italy, 85p.
11. Farshi, A.A., Shariati, M.R., Jarollahi, R., Ghasemi, M.R., Shahabifar, M., and Tolayi, M. 1997. Water Requirement Estimating of Main Crops. Part 1. Soil and Water Research Org. Press, 840p.
12. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, P 383-411. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
13. Geological survey and Mineral Exploration of Iran. 2006. Geology Map of Iran, 1:100000 series, Shite N, Khoja.
14. McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement, P 199-224. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Micromorphological Properties. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
15. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum, P 181-197. In: Page, A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
16. Nelson, W., and Sommers, L. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter, P 532-581. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methodes. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
17. Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conversations Service, Soil Survey Investigation Report, No. 46, 13p.
18. Norberto, H., Anaya-Romero, M., Diaz-Pereira, E., and De la Rosa, D. 2008. A neural network model to predict the distribution of Mediterranean shrub species for converting arable marginal land in semi-natural habitat. Elsevier, Environmental Modeling and Software. 20: 300-311.

19. Roades, J.D. 1990. Soluble salts, P 167-179. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
20. Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. 2006. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 280p.
21. Shahbazi, F., Jafarzadeh, A.A., Sarmadian, F., Neyshaboury, M.R., Oustan, S.H., Anaya-Romero, M., Lojo, L., and De la Rosa, D. 2008. Land capability evaluation and climate change impact in semi-arid and Mediterranean areas using MicroLEIS DSS. 3rd Congress of Climate Change and Sustainable Development. Huelva, Spain, Pp: 216-217.
22. Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey manual. USDA. Handb. No. 18. U.S. Govt. Print. Office, Washington, DC, Pp: 29-41.
23. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 362p.
24. Sayegh, A.H., Khan, P., and Ryan, J. 1978. Factors affecting gypsum and cation exchange capacity determination in gypsiferous soils. Soil Sci. J. 125: 294-300.
25. Thomas, G.W. 1982. Exchangeable Cations, P 159-165. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
26. Thornthwaite, C.W. 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. The Geographic Research. 38: 55-94.
27. Wahaba, M.M., Darvish, Kh.M., and Awad, F. 2007. Suitability of specific crops using MICRO LEIS program in Sahel Baraks, Egypt. J. Appl. Sci. Res. 3: 7. 531-539.
28. Walkley, A., and Black, L.A. 1934. Examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method. J. Soil Sci. 37: 29-38.
29. Yehia, H.A. 1998. Nature distribution and potential use of Gypsiferous-Calcareous soil in sugarbeet area, west of Nubaria, Egypt. M.Sc. Thesis, Alex University, Egypt, 78p.



Land Use Designation for Agricultural and Non-Agricultural Purposes by MicroLEIS DSS

*M. Servati¹, A.A. Jafarzadeh², F. Shahbazi³,
H. Mohammadi⁴ and N. Teimourpour⁵

¹Assistant Prof., Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, ²Professor, Dept. of Soil Science and Engineering, University of Tabriz, ³Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, University of Tabriz, ⁴M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science and Engineering, Shahed University, ⁵M.Sc. Student, Dept. of Soil Science and Engineering, University of Tehran

Received: 12/22/2014; Accepted: 04/12/2015

Abstract

Background and Objectives: Irregular land use, land degradation and increasing yield per surface area unit supplicate to be inevitable optimal land utilization. Therefore, land evaluation, planning and management to be necessary to achieve a sustainable development. Following this trend, MicroLEIS (Mediterranean Land Evaluation Information System) has evolved towards an agro-ecological decision support system. The goal of this study is land planning of some parts of Khajeh region.

Materials and Methods: Soil morphological and analytical data were carried out for 26 land units. Then, bioclimatic deficiency, land capability and qualitative land suitability (For Sunflower, Maize and Melon) and forest or pastures were determined using MicroLESE models.

Results: Based on Terraza model, rainfed cultivation is possible with less than 20% yield reduction for all crops except maize. Based on Cervatana model 9 land units (27.8 of total area) of were categorized as S₃ and N and 17 land units (72.2 of total area) were classified as S₁ and S₂. Land suitability evaluation of susceptible lands using Almagra model revealed that 18.1, 39.9 and 13.2 can take place in moderately suitable (S₃), suitable (S₂) and excellent (S₁) respectively. Results of applying Sierra model, were obtained any forest species communities suitable for the study area. Therefore, within the framework of the land evaluation decision support system MicroLEIS, a data processing tool (Sierra2 model) was developed for evaluating the relative suitability species and 5 species is suitable for this land unit.

Conclusion: MicroLEIS DSS appears to be useful in semi-arid regions, for example Khajeh, to formulate sustainable agricultural systems.

Keywords: MicroLESE, Sustainable develop, Farming, Pasture, Forest

* Corresponding Authors; Email: m.sarvati@urmia.ac.ir