تعیین اولویت کشت برخی از درختان میوه با استفاده از برنامه ALES

مریم موسوی[۱]، آیدا عباسی کلو[۲*]، مسلم ثروتی[۳]، علی باریکلو[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵)

چکیده

ارزیابی تناسب اراضی براساس دستورالعمل فائو پرکاربردترین روش ارزیابی است. از مشکلات این روش عدم وجود جدول‌های نیازهای تیپ‌های بهره‌وری باغی است. سامانه ارزیابی اراضی خودکار (ALES) یک برنامه میکروررایانه‌ای است که به کاربر اجازه می‌دهد بر اساس دانش متخصصان، تناسب فیزیکی اراضی را در واحدهای اراضی با استناد به دستورالعمل فائو انجام دهد. هدف از این تحقیق، کاربرد برنامه ALES برای تعیین اولویت کشت در منطقه ملکان برای تیپ‌های بهره‌وری انگور، سیب و هلو می‌باشد. بدین منظور داده‌های مرفولوژیکی و آزمایشگاهی ۱۳ خاکرخ شاهد واحدهای مختلف اراضی که براساس روش ژئوپدولوژی تفکیک شده‌اند، اخذ گردید. سپس میانگین وزنی داده‌ها برای عمق صفر تا ۱۵۰ سانتی‌متری تعیین و وارد برنامه ALES شد. نتایج ارزیابی اقلیمی نشان داد که منطقه برای هر سه تیپ بهره‌وری انتخابی کاملاً مناسب می‌باشد. با این حال حاشیه رود لیلان‌چای به‌دلیل برخورداری از شرایط میکروکلیمای مناسب از عملکرد بهتری برخوردار بود. از نظر خاکی نیز کربنات کلسیم و بافت به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های محدودکننده رشد تیپ‌های بهره‌وری انتخابی در منطقه مورد مطالعه بودند. نقشه‌های اولویت کشت تهیه شده در محیط GIS با ALES، نشان داد که ۱۰۰ ، ۷۰ و ۲۸ درصد از کل منطقه به‌ترتیب برای انگور، سیب و هلو مناسب (S_1 و S_2) می‌باشد. همچنین اولویت احداث باغ در منطقه به‌صورت انگور، سیب و هلو ارزیابی شد. در پایان، به نظر می‌رسد که برنامه ALES بتواند برای ارزیابی تناسب اراضی درختان میوه در مناطق نیمه‌خشک مانند آذربایجان‌شرقی، برای فرموله کردن سامانه‌های کشاورزی پایدار مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، دانش کارشناس، روش فائو، شاخص اراضی، ملکان

موسوی م.، عباسی کلو آ.، ثروتی م.، باریکلو ع. ۱۴۰۰. تعیین اولویت کشت برخی از درختان میوه با استفاده از برنامه ALES . تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۹، شماره ۴. صفحه : ۷۴-۸۷.

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه محقق اردبیلی
۳- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه
۴-دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه زنجان
*پست الکترونیک: abbasia@uma.ac.ir

مقدمه

با رشد هر محصول زراعی و باغی با توجه به نیازهای اقلیمی، زمین‌نما و خاک خود در مناطق خاصی قابلیت پرورش دارد. لذا مکان‌یابی کشت محصولات در راستای تناسب محیطی آن‌ها از ضرورت‌های دست‌یابی به تولید حداکثر و با کیفیت است که ارزیابی تناسب اراضی روشی برای تأمین این مهم است (Tadesse & Negese, 2020). ارزیابی تناسب اراضی به‌روش فائو (FAO, 1976) معمول‌ترین رویکرد در این خصوص بوده که مبتنی بر پارامترهای بیوفیزیکی و پارامترهای اقتصادی- اجتماعی اراضی می‌باشد (Ayoubi & Jalalian, 2015). محققان زیادی در ایران و جهان از این روش برای ارزیابی و تناسب اراضی استفاده کرده‌اند و عدم وجود جدول‌های نیازهای خاک، اقلیم و زمین‌نمای اکثر گیاهان باغی را یکی از چالش‌های اساسی در تعیین کاربری بهینه اراضی با این سامانه عنوان نمودند. در صورت وجود جدول‌ها برای یک محصول باغی در کتاب سایس و همکاران (Sys *et al.*, 1993)، برای شرایط کشور ایران کالیبره نشده است و قضاوت‌های آن اغلب سختگیرانه است. همچنین این روش نظرات کارشناسی را نیز در مطالعات ارزیابی در نظر نمی-گیرد (Servati, 2014; Halder, 2013). ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات باغی در مقایسه با محصولات زراعی به‌صورت محدود با سامانه‌های مختلف صورت گرفته، لذا با توجه به کمبودهای موجود ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات باغی و تعیین اولویت کشت آن‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد (Mazahreh, *et al.*, 2019). شاهرخ و ایوبی (Ayoubi & Shahrokh, 2011) ارزیابی اراضی زرین‌شهر و مبارکه اصفهان را برای تیپ‌های بهره-وری گندم آبی و خیار گلخانه‌ای انجام دادند و گزارش کردند که خیار گلخانه‌ای به‌دلیل بالا بودن عامل سودآوری ناخالص و تناسب بالای اقلیم به‌علت تحت کنترل بودن در فضای گلخانه دارای تناسب بیشتری می‌باشد. شلابی و همکاران (Shalaby *et al.*, 2006) با ارزیابی تناسب اراضی منطقه‌ای در شمال‌غرب کشور مصر برای محصولات خرما، خربزه درختی و زیتون نشان دادند که از ۶ سری غالب در منطقه سه سری برای کشت محصولات فوق‌الذکر متناسب بوده و اولویت کشت در منطقه به‌ترتیب با خرما، زیتون و خربزه درختی می‌باشد. رحیمی لک و همکاران (Rahimi lak *et al.*, 2009) در منطقه رودبار، مطالعات ارزیابی کیفی تناسب اراضی را برای تیپ بهره‌وری زیتون انجام دادند. نتایج نشان داد که کلاس اقلیم منطقه دارای تناسب بالا (S_1) بوده و عامل‌های توپوگرافی، ذرات درشت‌تر از شن، عمق خاک و شوری و قلیائیت از عمده عامل‌های محدودکننده می‌باشند. جعفرزاده و شهبازی (Jafarzadeh & Shahbazi, 2010) تناسب اراضی منطقه صوما را با استفاده از مدل آلماگرا برای تیپ بهره‌وری هلو انجام و گزارش دادند که ۱۸۲۴ هکتار از اراضی برای ایجاد باغ هلو مناسب است و محدودیت اراضی در اکثر قسمت‌های منطقه زهکشی و بافت خاک بوده و در قسمت‌هایی شیب تند مانع از استقرار باغ هلو در این منطقه می‌شود. ویدیاماکا و همکاران (Widiamaka *et al.*, 2016) با ارزیابی تناسب اراضی شرق منطقه جاوا در کشور اندونزی ۹۱ درصد اراضی را برای احداث باغات و کشاورزی مناسب تشخیص دادند. ایشان به‌ترتیب اقلیم منطقه، بافت، واکنش خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی را تأثیرگذارترین ویژگی‌ها در تناسب منطقه برای احداث باغ گزارش نمودند. کیم و شیم (Kim & Shim, 2018) با ارزیابی تناسب بخشی از اراضی کشور کره جنوبی برای تیپ بهره‌وری سیب با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) گزارش کردند که ۳۴ درصد اراضی مطالعاتی در کلاس S_1 و ۴۴ درصد در کلاس S_2 طبقه‌بندی شدند و مناسب برای کشت این محصول هستند. مطالعه‌ای نیز توسط رامش‌کومار و همکاران (۲۰۰۶) برای ارزیابی مناسب بودن اراضی برای انگور انجام شد. بر اساس توانایی اقتصادی کشت انگور، الزامات استفاده از زمین و کیفیت زمین، هفت منطقه در کشور هند انتخاب شد. درجه حرارت، رطوبت نسبی، بافت خاک، عمق، pH، زهکشی و محتوای سنگریزه به عنوان فاکتورهای موثر در رشد گیاه انگور انتخاب شد. در پایان عمده‌ترین عوامل محدود کننده شامل pH، زهکشی و سنگریزه سرمایه‌گذاری کم در تولید بهینه انگور بودند. اگرچه سامانه‌های مختلف ارزیابی تناسب که به برخی نتایج حاصل از آنها پیش‌تر اشاره شد در عرصه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند، امّا در کنار مشکل عدم وجود جداول نیازهای اکثر گیاهان باغی برای ارزیابی تناسب توسط روش فائو، کاستی‌هایی همچون عدم تطابق فاکتورهای مورد بررسی در سیستم یاد شده با شرایط محلی و نوع رقم‌های یک تیپ بهره‌وری، ضرورت اعمال نظر در مراحل مختلف ارزیابی تناسب اراضی محصولات باغی توسط کارشناس را

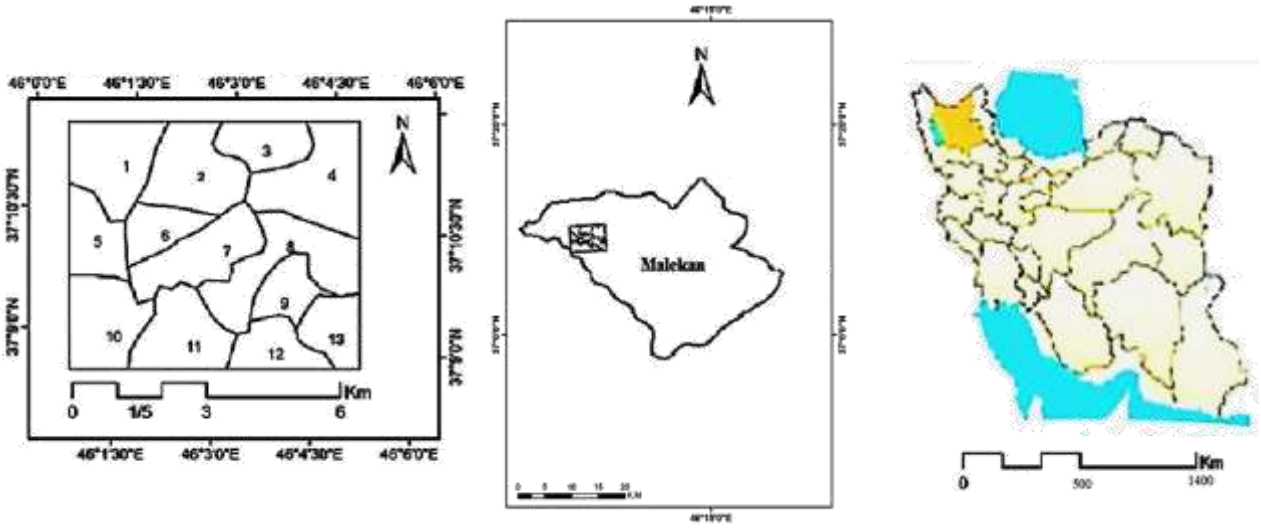
ایجاب می‌نماید. یکی از روش‌های رفع مشکلات مذکور استفاده از سامانه خودکار ارزیابی اراضی[1] برای تعیین اولویت کشت می‌باشد. این سامانه یک برنامه رایانه‌ای است که به کاربر اجازه ساخت یک درخت تصمیم‌گیری برای ارزیابی اراضی در چارچوب فائو (FAO, 1976) را می‌دهد. این سامانه همچنین چارچوب لازم جهت تعیین مناسب‌ترین تیپ بهره‌وری را براساس ویژگی‌های فیزیکی و اقتصادی فراهم می‌نماید. از طرف دیگر سامانه یاد شده چارچوبی جهت ایجاد پایگاه داده توصیف‌کننده محدوده‌های مختلف اراضی که بایستی ارزیابی شوند، فراهم می‌آورد. نهایتاً از طریق محاسبه تناسب فیزیکی واحدهای مختلف اراضی، می‌تواند تیپ بهره‌وری مناسب و اولویت کشت را ارائه نماید (Rossiter & Van Wambeke, 1997). بنی‌نعمه (Baninemeh, 2009) ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه سردشت بهبهان برای گندم آبی و دیم، جو و برنج آبی را با استفاده از نرم‌افزار برنامه ALES انجام داد. نتایج طبقه‌بندی کیفی تناسب اراضی نشان داد که اغلب اراضی مورد بررسی برای محصولات انتخابی نسبتاً مناسب بوده ولی با توجه به محدودیت‌های موجود، دامنه تغییرات کلاس‌ها در واحدهای مختلف از N تا S_2 می‌باشد. اعتدالی و گیوی (Etedali & Givi, 2014) ارزیابی اقتصادی تناسب اراضی منطقه شهرکرد را برای برخی از محصولات مهم زراعی انجام دادند، نتایج مؤید این مطلب است که کلاس تناسب اراضی در ۷۳ درصد منطقه دارای کلاس S_2 و در ۲۷ درصد کلاس S_1 برای محصولات جو و سیب زمینی می‌باشد، در حالی‌که برای محصولات گندم و ذرت همه منطقه دارای کلاس تناسب S_1 می‌باشد. یتبارک و همکاران (Yitbarek *et al.*, 2013) با ارزیابی تناسب اراضی منطقه‌ای در غرب کشور اتیوپی برای محصولات ذرت، کتان و برنج با استفاده از برنامه ALES گزارش نمودند که منطقه از نظر اقلیمی برای کشت دیم این محصولات بحرانی و نسبتاً مناسب بوده و مهم‌ترین محدویت‌های خاک و زمین‌نما، زهکشی، سیل‌گیری، عمق خاک و ویژگی‌های حاصلخیزی می‌باشند. جستجوی منابع مرتبط با موضوع مورد بحث نشان می‌دهد که استفاده از برنامه ALES به‌ویژه برای محصولات باغی کمتر مورد توجه قرارگرفته است. بنابراین در این تحقیق با هدف رفع موانع یاد شده از سامانه‌های مختلف ارزیابی تناسب اراضی و نیز بررسی قابلیت برنامه ALES در ارزیابی تناسب محصولات باغی با توجه محدودیت‌های روش فائو، تعیین اولویت کشت برای برخی از درختان میوه جهت احداث باغ در بخشی از اراضی شهرستان ملکان واقع در استان آذربایجان‌شرقی که به‌عنوان یکی از قطب‌های تولیدات باغی استان به‌شمار می‌آیند، در دستور کار قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۳۸۰۰ هکتار بخشی از اراضی شهرستان ملکان در استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد. از نظر جغرافیایی این منطقه بین ″۳۰ ′۰ °۴۶ تا ″۱۰ ′۵ °۴۶ طول شرقی و ″۲۹ ′۸ °۳۷ تا ″۵۲ ′۱۱ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). براساس آمار اقلیمی منطقه (جدول ۱) مستخرج از اطلاعات هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی ملکان بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ میانگین درجه حرارت سالانه دما ۱۵/۷ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالانه ۲۸۵/۳ میلی‌متر می‌باشد (IRIMO, 2015). با توجه به میانگین درجه حرارت سالانه هوا و اضافه نمودن یک درجه سلسیوس به آن (۱۶/۷ درجه سلسیوس) رژیم حرارتی خاک‌ها در منطقه ترمیک می‌باشد. رژیم رطوبتی خاک نیز بر اساس نرم‌افزار نیو هال (Newhall & Berdanier,1996) زیر یک برآورد گردید.

1. Automated Land Evaluation System (ALES)



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان همراه با واحدهای اراضی.

Figure 1. Location of the study area in the country and province along with land units.

جدول ۱-آمار هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژی ملکان بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹

Table 1. Meteorological statistics of Malekan Climatology Station between 2010 and 2019

Months	Minimum temperature (°C)	Maximum temperature (°C)	Average temperature(°C)	Average rainfall (mm)
January	-4.5	5.1	0.9	28.6
February	-1	7.4	4.5	34.7
March	3.5	13.5	9.6	27.2
April	8.9	19.4	14.7	39.8
May	9.1	21.4	20.3	26.7
June	18.8	30.1	26.1	2.6
July	24.2	37.4	30.2	1.4
August	21	31.6	27.7	1.5
September	20.8	35.5	28.5	8.4
October	12.1	21.7	16.9	39.7
November	1.9	9.9	6.6	45.4
December	-3.2	6.4	2.7	29.3

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

برای نیل به اهداف مطالعه، پس از ثبت اطلاعات زمین‌نمای ۱۳ واحد اراضی جداسازی شده برمبنای شواهد میدانی و نظر کارشناسی مبتنی بر مجموعه اطلاعات پیشین موجود از منطقه، خاکرخ‌های شاهد حفر و براساس راهنمای تشریح شوئنبرگر و همکاران (Schoeneberger *et al.*, 2012) تشریح و نمونه‌برداری شدند. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی شامل بافت به روش هیدرومتر، ذرات درشت‌تر از شن به روش حجمی، هدایت الکتریکی ، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، اسیدیته گل اشباع، ازت کل به روش کجلدال، فسفر قابل‌استفاده توسط عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم و پتاسیم محلول در استات آمونیم بر مبنای روش‌های استاندارد گردآوری شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب (Soil & Water Research Institute, 2008) صورت گرفت.

معرفی تیپ‌های بهره‌وری

هلو[1] با نیاز سرمایی حدود ۱۰۰۰-۴۰۰ ساعت در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای و فاقد سرمای دیررس بهاره به خوبی پرورش می‌یابد. نسبتاً زود و قبل از سیب و انگور گل می‌دهد و در مقایسه با سایر درختان میوه نسبت به سرما مقاومت کمتری دارد. گل‌های باز شده و میوه‌های ریز در صورتی‌که در زمان محدودی در دمای ۲/۲- و یا

1 Prunus persica

کمتر قرار گیرند، از بین می‌روند. در خاک های لومی و لومی شنی با زهکشی مناسب رشد خوبی از خود نشان می‌دهد (Jalili Marandi., 2002).

انگور[1] با انواع خاک‌ها و شرایط متفاوت خاکی سازگاری داشته و قابل‌کشت می‌باشد و به خاک‌هایی با pH بالا و شور تا اسیدی و رسی متحمل می‌باشد. تنوع پایه‌های انگور امکان سازگاری آن را با اکثر خاک‌ها فراهم نموده است. خاک‌های عمیق با زهکشی خوب و بافت سبک مناسب می‌باشد. به‌طورمعمول نیاز به طول فصل رشد طولانی دارد. به‌صورت نسبی درجه حرارت بالا در تابستان و رطوبت نسبی پایین و نیز فصل رشد عاری از بارندگی و زمستان ملایم مناسب می‌باشد. سرمازدگی جوانه‌های اولیه در دمای ۱۸- درجه سلسیوس تا منفی ۲۳ درجه سلسیوس اتفاق می‌افتد (Saiyari., 2011).

سیب[2] سرمای منفی ۳۰ درجه را تحمل کرده و دمای مناسب برای رشد آن بین ۱۵ تا ۲۰ درجه است. خاک‌های مناسب برای پرورش سیب، لومی‌شنی و یا شنی‌لومی است. این گیاه نیاز به زهکشی مناسب و آبیاری به‌موقع دارد. به‌شوری نسبتاً حساس بوده و در موقع نزدیک به رسیدگی نیازمند شب‌های خنک برای کیفیت بالای میوه می‌باشد (Jalili Marandi., 2002).

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از برنامه ALES

به‌منظور مدل‌سازی مطابق روش فائو جدول کیفیت‌های اراضی مطابق نظر کارشناسان تهیه شد و ۸ کیفیت اراضی (جدول ۲) که بیشترین تأثیر را بر رشد درختان میوه انتخابی (انگور، سیب، هلو) داشتند انتخاب گردید. شایان ذکر است که مدل فائو از ۸ ویژگی یا کیفیت اراضی برای ارزیابی تیپ‌های مختلف بهره‌وری استفاده می‌کند (Sys *et al.*, 1991a). سپس در محیط نرم‌افزار ALES اطلاعاتی مشتمل بر واحدهای تفکیک‌شده خاک، کیفیت‌های اراضی، نیازهای رویشی نباتات مورد مطالعه در این نرم‌افزار ایجاد شد (Rossiter & Van Wambeke, 1997). در تعیین تناسب اراضی به روش ALES، در مرحله اول اطلاعات مربوط به مشخصات اراضی، موثر در عملکرد محصولات مورد مطالعه خاک از نتایج مطالعات خاکشناسی استخراج گردید. در مرحله دوم، نیازهای رویشی محصولات مورد مطالعه با بررسی منابع تعیین گردید. همچنین در این تحقیق، توسط یک پرسشنامه نظرات کارشناسی در ارتباط با میزان تاثیر هر یک از ویژگی‌ها جمع‌آوری شد. به‌منظور مدل‌سازی در محیط نرم افزار ALES، یک بانک ویژگی‌ها، اطلاعاتی مشتمل بر واحدهای تفکیک‌شده خاک، نیازهای رویشی گیاهان مورد مطالعه در این نرم افزار ایجاد شد. به‌منظور شبیه‌سازی جدول ویژگی‌ها، از درخت تصمیم‌گیری استفاده شد. به این صورت که واحدی از اراضی که دارای حداکثر عملکرد بود، در نظر گرفته شد. عملکرد سایر واحدهای اراضی که کلاس تناسب کیفی متفاوتی داشتند یا از لحاظ نوع و مقدار نهاده‌های به‌کار رفته با این واحد اختلاف داشتند، به‌صورت کسری از حداکثر عملکرد تعریف شد و به این ترتیب محدوده کلاس‌های مختلف تناسب برای هر ویژگی تعیین شد در واقع مرز کلاس‌های تناسب اراضی و انتخاب ویژگی‌ها بر عهده کاربر است. لذا بعد از تلفیق ویژگی‌ها با روش پارامتریک ریشه دوم، شاخص اراضی محاسبه شد که با استفاده از جدول راهنمای تعیین کلاس تناسب اراضی به کلاس تناسب تبدیل شدند. در این روش نرم‌افزار محدودیت‌ها را در ۴ سطح طبقه‌بندی می‌کند که بر اساس قانون حداقل لیبیک ویژگی یا ویژگی‌هایی که در سطح محدودیت بیشتر و درجه تناسب کمتری قرار گرفتند، به‌عنوان ویژگی‌های محدودکننده معرفی می‌گردند.

برای راست آزمایی و اعتبار سنجی مدل از بانک اطلاعاتی نرم‌افزار استفاده شد. در این نرم‌افزار میانگین وزنی ۱۰۰۰ خاکرخ با کاربری‌های مختلف وجود دارد (Rossiter and Van Wambeke, 1997). بدین ترتیب که هر یک از خاکرخ‌های موجود در بانک نرم‌افزار که در کاربری‌های انتخابی این تحقیق حفر شده دارای مقدار عملکرد مشخصی است. با استفاده از درخت تصمیم در این حالت میزان عملکرد برای سایر خاکرخ‌های موجود تخمین زده شد. طبق همین روند نرم‌افزار میزان عملکرد را بر این اساس برای ۱۳ خاکرخ شاهد تحقیق نیز برآورد نمود. مقایسه عملکرد مشاهده شده (واقعی) با تخمین‌زده شده با استفاده از روابط آماری، ضریب تبیین R^2، ریشه

1Vitis vinifera L.

2Malus pumila mill

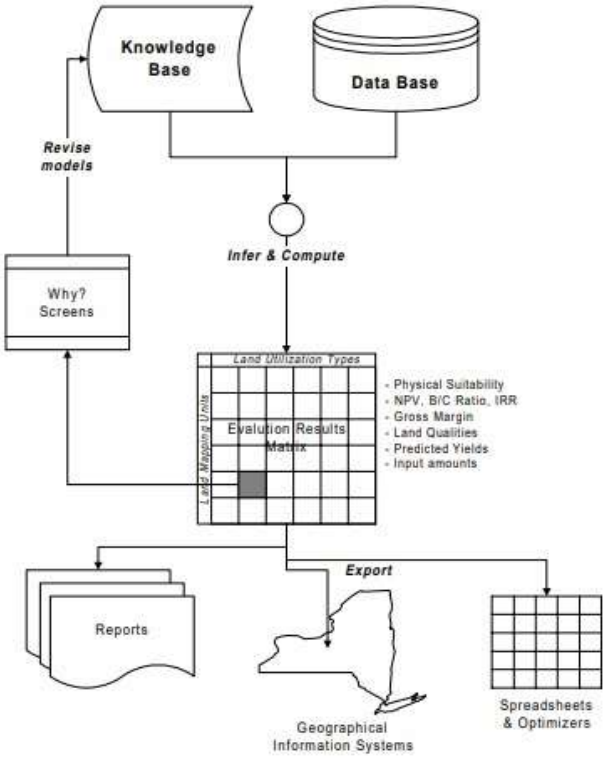
میانگین مربعات خطا RMSE و میانگین هند سی مربعات خطا GEMR دقت و صحت مدل را ارزیابی می‌نماید.

شـــکل ۲ الگوریتم مدل ALES را برای ارز یابی کیفی تناسب اراضی را نشان می‌دهد. در نهایت، کلاس تناسب در محیط برنامه در چهار سـطح ۱ (بدون محدودیت)، ۲ (محدودیت کم)، ۳ (محدودیت متوسط) و ۴ (محدودیت شـدید) بر اسـاس روش محدودیت طبقه‌بندی شـد. برای راست‌آزمایی مدل و نتایج تحقیق، از همبستگی بین تولید واقعی و شاخص اراضی استفاده شد.

جدول ۲-کیفیت‌های مختلف اراضی با ویژگی‌های مرتبط با آن جهت ارزیابی تناسب اراضی

Table 2. Different land qualities with related characteristics to assess land suitability

Soil characteristics	Soil qualities
Annual temperature	Temperature regime
Slope, Depth of soil	Risk of erosion
Flooding, Drainage	Risk of waterlogging
Texture, Particles larger than sand, Average annual rainfall, Number of dry months per year	Moisture regime
Cation exchange capacity	Nutrient storage capacity
Nitrogen, Phosphorus, Potassium	Availability of soil elements
Electrical conductivity, Lime, Gypsum	Materials affecting soil quality and plant growth
pH	Soil reaction



شکل ۲- نمایی از الگوریتم اجرای مدل ALES

Figure 2. View of the ALES model execution algorithm

نتایج و بحث

مطالعات خاکشناسی نشان داد که خاک‌های منطقه براساس کلید رده‌بندی آمریکایی (USDA., 2014) در دو رده اینسپتی‌سول‌ها و آلفی‌سول‌ها و زیر رده‌های زرپت و زرآلف رده‌بندی شدند (جدول ۳). جدول ۴ نیز پارامترهای آماری خاکرخ‌های شاهد را نشان می‌دهد.

جدول ۳- رده‌بندی خاکرخ‌های شاهد

Table 3. Taxonomy of control soil profiles

Land Units	Taxonomy
1	Calcic Haploxeralfs
2	Typic Haploxerepts
3	Typic Haploxerepts
4	Typic Haploxeralfs
5	Typic Calcixerepts
6	Typic Haploxerepts
7	Typic Calcixerepts
8	Typic Haploxeralfs
9	Typic Calcixerepts
10	Calcic Haploxeralfs
11	Typic Calcixerepts
12	Typic Haploxerepts
13	Typic Calcixerepts

جدول ۴- پارامترهای آماری نمونه‌های خاک

Table 4. Statistical parameters of soil samples

Soil properties	Minimum	Maximum	Average	Variance
Clay (%)	12	37	25	1.2
Silt (%)	17	41	27	1.7
Sand (%)	10	61	48	1.6
pH	7.11	8.21	7.51	0.9
$CaCO_3$ (%)	3.8	31.4	18.7	0.7
$CaSO_4.2H_2O$ (%)	0	4.5	1.1	0.3
CEC ($Cmol_c\ Kg^{-1}$)	12.5	40.9	26.3	0.9
Gravel (%)	3.5	45.9	12	1.3
ESP (%)	3.4	11.2	8.6	1.7
Organic Carbon (%)	0.7	1.3	0.88	0.4
EC ($dS\ m^{-1}$)	0.8	12.7	3.3	0.8

جدول ۵ میانگین وزنی ویژگی های اراضی را برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه نشان می‌دهد. بافت خاک در منطقه مطالعاتی از لوم شنی تا لوم رسی متغیر بوده و ذرات درشت‌تر از شن نیز از ۳/۵ در واحد ۱۲ تا ۴۵/۹ درصد در واحد ۱۰ متغیر است. بر اساس راهنمای تشریح فائو (NRCS., 2012) واحد ۱ در کلاس نسبتاً شور (۰/۷۵ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر)، ۴، ۸ و ۱۰ (۲ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر) در کلاس شور متوسط، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۲ و ۱۳ در کلاس شور قوی (۴ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و واحد ۱۱ در کلاس شور خیلی قوی (۸ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) طبقه‌بندی می‌شوند.

در مورد سدیمی بودن خاک‌ها نیز نتایج مؤید عدم سدیمی بودن آن‌ها ست. در ارتباط با گچ نیز خاک‌ها در کلاس نسبتاً گچی (۰ تا ۵ درصد) قرار می‌گیرند. در ارتباط با آهک واحد ۱۰ در کلاس متوسط آهکی (۲ تا ۱۰ درصد)، واحدهای ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳ در کلاس شدیداً آهکی (بزرگتر مساوی ۲۵ درصد) و بقیه واحدها در کلاس آهکی قوی (۱۰ تا ۲۵ درصد) قرار می‌گیرند. شایان ذکر است که از نظر نیتروژن (۰/۱ تا ۰/۱۵ در صد)، فسفر (۶ تا ۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پتاسیم (۲۸۰ تا ۳۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده و کمبودی در منطقه وجود ندارد و در سال‌های آتی می‌توان با مشاهده

کاهش عناصـــر مورد نیاز تیپ‌های بهره‌وری انتخابی، با استفاده از نتایج آزمون خاک اقدام به توصیه کودی نمود.

جدول ۶ ویژگی‌هایی از اراضـــی که مســـتقیماً از کارت تشـریح خاک‌ها اخذ و در ارزیابی تناســب اراضــی به‌کار گرفته می شود را نشان می‌دهد. واحدهایی که در شرق منطقه مطالعاتی (واحدهای ۱، ۵، ۱۰) واقع شـــده‌اند، به دلیل ســـطح بالای آب زیر زمینی تا حدی مشـــکلات زهکشی داشته و در واحد ۱۰ نیز بافت خاک سبک بوده و زهکشی سریع است، در بقیه واحدها مشکلی چندانی از این بابت احساس نمی‌شود. براساس نظرات کشاورزان محلی در ســـال‌هایی که بارندگی زیاد باشـــد، زهکشـــی نامناسب باعث کاهش محصول می‌شود. همچنین در این واحدها ســیل‌گیری نیز در برخی از فصــول ســال با دوره بازگشـــت ۸ تا ۱۰ ســـاله براســـاس نظرات زارعان محلی وجود دارد. از لحاظ عمق و شـــیب، محدودیتی برای واحدهای اراضی مورد مطالعه وجود ندارد.

جدول ۵- میانگین وزنی ویژگی‌های خاکی خاکرخ‌های شاهد تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری

Table 5. Weight average of soil characteristics of control soil profiles up to a depth of 150 cm

Land unit	Clay	Silt	Sand	Lime	Plaster	ESP	Class Texture	Particles	EC	CEC	pHe
	%						-	>2mm	dS m^{-1}	Cmol+ kg-1	-
1	34.8	26.2	39	10.5	1.2	6.4	CL	7.1	1.3	29.1	7.5
2	26.9	20.3	52.8	21.7	2.1	8.8	SCL	21.8	4.4	18.8	7.3
3	27.2	26.8	46	22.2	3.1	10.7	SCL	20.8	4.9	17.8	7.2
4	31.5	32.6	35.9	14.1	4.2	7.9	CL	6.8	2.4	28.4	7.4
5	33.4	36.3	30.3	27.8	1.7	9	CL	19.7	4.5	24.2	7.1
6	39.3	35.6	25.1	16.8	1.6	5.9	CL	8.9	4.1	33.7	7.2
7	34.8	30.5	34.7	25.8	1.2	7.8	CL	27.9	4.5	21.1	7.2
8	29.1	32.9	38	15.7	1.6	6.6	CL	6.9	3.5	33.1	7.9
9	38.3	32.8	28.9	26.1	2.5	11.1	CL	20.1	4.7	24.8	7.3
10	15.7	17.1	67.2	9	1.4	6.2	SL	45.9	2.1	15.7	7.4
11	24.9	40.7	34.4	26.2	0.8	11.4	L	17.8	11.5	19.2	7.8
12	42.9	31.9	25.2	21.4	1.5	10.4	C	3.5	6.8	27	8.2
13	35.3	32.5	32.2	27.6	1.3	10.7	CL	17.4	4.1	24.3	7.9

جدول ۶- ویژگی‌های اراضی در واحدهای مختلف منطقه مطالعاتی

Table 6. Land characteristics in the different units of the study area

Land unit	Slope percentage	Flooding	Drainage	Depth of soil (cm)
1	0	F1	Average	>200
2	2	F0	Good	>200
3	3	F0	Good	>200
4	2	F0	Good	>200
5	2	F1	Average	>200
6	2	F0	Good	>200
7	2	F0	Good	>200
8	3	F0	Good	>200
9	3	F0	Good	>200
10	3	F1	Fast	>200
11	3	F0	Good	>200
12	2	F0	Weak	147
13	2	F0	Good	>200

جدول ۷ کلاس های تناســـب اراضـــی برای تیپ های بهره‌وری انتخابی را نشـــان می‌دهد. نتایج نشـــان داد که بیشترین ضریب تاثیر مربوط به هر ویژگی خاک، اقلیم و زمین‌نما را در منطقه به‌ترتیب اقلیم (۰/۳۱۵)، بافت (۰/۱۸۴)، pH (۰/۱۱۷)، زهکشـی (۰/۰۹۲)، سـیل‌گیری

(۰/۰۸۷)، آهک (۰/۰۸۱)، کربن آلی (۰/۰۶۳)، ESP (۰/۰۶۱) به خود اختصاص دادند.

نتایج نشان‌دهنده این مطلب است که واحدهای ۱، ۴، ۶ و ۸ برای انگور کاملاً مناسب (S_1) می‌باشد. این واحدها برای تیپ‌های بهره‌وری سیب و هلو در کلاس S_2 با محدودیت‌های بافت و گچ برای سیب و با محدودیت‌های بافت، گچ، زهکشی و واکنش خاک برای هلو طبقه‌بندی شدند.

واحدهای ۲، ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۳ برای انگور و سیب دارای کلاس تناسب S_2 بوده که کربنات کلسیم در همه واحدها عامل محدودکننده می‌باشد. همچنین در مورد انگور تنها در واحد ۷ سنگریزه علاوه بر کربنات محدودیت ایجاد می‌کند. شایان ذکر است که در واحد ۵ زهکشی، ۷ سنگریزه و ۱۳ واکنش خاک همراه با کربنات کلسیم مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد تیپ بهره‌وری هلو هستند. این واحدها برای تیپ بهره‌وری هلو دارای تناسب بحرانی S_3 بوده لذا احداث باغ هلو در این واحدها توصیه نمی‌شود.

واحدهای ۱۰، ۱۱ و ۱۲ دارای محدودیت‌های شدیدتری بوده و فقط برای کشت انگور مقرون‌به صرفه است. واحد ۱۰ به‌دلیل سنگریزه زیاد (۳۵/۹ درصد)، واحد ۱۱ با شوری زیاد (۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و واحد ۱۲ به‌دلیل بافت سنگین و زهکشی نامناسب، کلاس تناسب سیب بحرانی و هلو نامناسب ارزیابی شد.

جدول ۷- کلاس‌های تناسب اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری انتخابی

Table 7. Land suitability classes for the selected productivity types

Land unit	Grape	Apple	Peach
1	S_1	S_2t	S_2td
2	S_2c	S_2c	S_3c
3	S_2c	S_2c	S_3c
4	S_1	S_2ty	S_2ty
5	S_2c	S_2c	S_3cd
6	S_1	S_2t	S_2t
7	S_2c	S_2cg	S_3cg
8	S_1	S_2t	S_2tp
9	S_2c	S_2c	S_3c
10	S_2g	S_3c	N
11	S_2cs	S_3s	N
12	S_2t	S_3td	N
13	S_2c	S_2c	S_3cp

t: محدودیت بافت، c آهک، d زهکشی، y گچ، p واکنش خاک، g سنگریزه، s شوری

به‌طورکلی نتایجی که از ارزیابی تناسب کیفی به‌دست آمد، نشان داد که کلاس تناسب برای کاربری هلو در منطقه اکثراً در سطح پایین بحرانی (S_3) و نامناسب (N) قرار دارد و فقط واحدهای اراضی ۱، ۴، ۶ و ۸ تناسب نسبتاً مناسب (S_2) را به خود اختصاص دادند. بنابراین در منطقه مورد مطالعه، کشت هلو به صورت کاربری اصلی توصیه نمی‌شود. در مورد کشت سیب، این منطقه دارای تناسب بهتر از هلو و کلاس S_2 در اکثر واحدهای اراضی است ودر همه موارد دارای محدودیت خاک و اکثراً وجود آهک بالا در خاک می‌باشند. شایان ذکر است که واحدهای ۱۰، ۱۱ و ۱۲ دارای تناسب بحرانی (S_3) است. با این‌حال انگور در کل منطقه مطالعاتی دارای تناسب کاملاً مناسب و نسبتاً مناسب بوده و اختصاص این اراضی به کاربری انگور در اولویت کشت قرار داشته و در برخی واحدها نیز می‌توان با رعایت برخی مسائل مدیریتی اقدام به کشت سیب و هلو نمود.

براساس نظرات کارشناسان محلی و بازدید از شهرستان ملکان و شهرستان‌های مجاور (میاندوآب، بناب، مراغه و شاهین‌دژ و ...)، میوه‌های حاصل از باغات سیب واقع‌شده در مکان‌های مرتفع‌تر نسبت به مناطق پست‌تر (مانند منطقه مطالعاتی)، از کیفیت بالاتری برخوردار هستند. از طرفی پراکندگی بارش نیز در زمان‌های مختلف بیشتر از مقدار کل بارندگی برای انگور مهم است. انگور وینیفرا که در منطقه کشت می‌شود، به روزهای گرم و طولانی و

خشک تابستان و زمستان سرد نیاز دارد. با توجه به اقلیم منطقه نیز چنین شرایطی حاکم است. از طرفی کلاس تناسب اقلیمی با توجه به سطح منطقه اقلیم برای کلیه واحدهای اراضی یکسان در نظر گرفته شده است. اما در حقیقت سطح کوچکی از منطقه مطالعاتی (واحدهای ۴ و ۸) که در حاشیه رودخانه لیلان چای قرار دارند، دارای میکروکلیمای متفاوت از دیگر واحدها هستند و احتمال می‌رود در این ناحیه میزان رطوبت به‌دلیل وجود رودخانه بیش از سایر قسمت‌های منطقه مطالعاتی باشد. بنابراین میزان عملکرد بالاتر تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه در واحدهای حاشیه رودخانه مشاهده شد. البته لازم به ذکر است که مدیریت کشاورز نیز در میزان تولید بسیار مؤثر می‌باشد. محمد و همکاران (Mohammad *et al.*, 2016) نیز با مطالعات خود در کشور هند میکروکلیما را در رشد و محصول‌دهی تیپ‌های بهره‌وری انتخابی مؤثر عنوان کردند.

شوری و سدیمی بودن خاک به دلایلی مثل کاهش پتانسیل اسمزی و همچنین به‌هم‌خوردن تعادل بین عناصر مورد نیاز گیاه باعث کاهش رشد گیاهان می‌شود که به‌صورت کاهش کیفیت (رنگ مطلوب و یکنواخت و مزه) و کمیت (اندازه، مقدار) هر سه محصول به‌ویژه در مورد تیپ بهره‌وری هلو بارز بود. شاکری و مومنی (Shakeri & Moameni, 2012) نیز با مطالعات خود در منطقه آق‌قالا استان گلستان چنین نتیجه‌ای را در ارتباط با گیاهان زراعی برنج، گندم و جو گزارش نمودند. در واحد ۱۱ میانگین وزنی شوری خاک (۱۱/۵) بوده، لذا با آبیاری این واحد انتظار می‌رود که باعث انتقال بیشتر کاتیون‌های دو ظرفیتی مثل کلسیم و غالب شدن سدیم روی محل‌های تبادلی رس و درنهایت سدیمی شدن خاک گردد. بااین‌حال می‌توان از مواد اصلاح‌کننده مانند گچ در این خاک‌ها استفاده نمود. طی عملیات شستشو، گچ در این خاک‌ها ضمن حل شدن با تولید کلسیم کافی، از غالب شدن یون سدیم روی محل‌های تبادلی و قلیایی‌شدن خاک جلوگیری می‌نمایند.

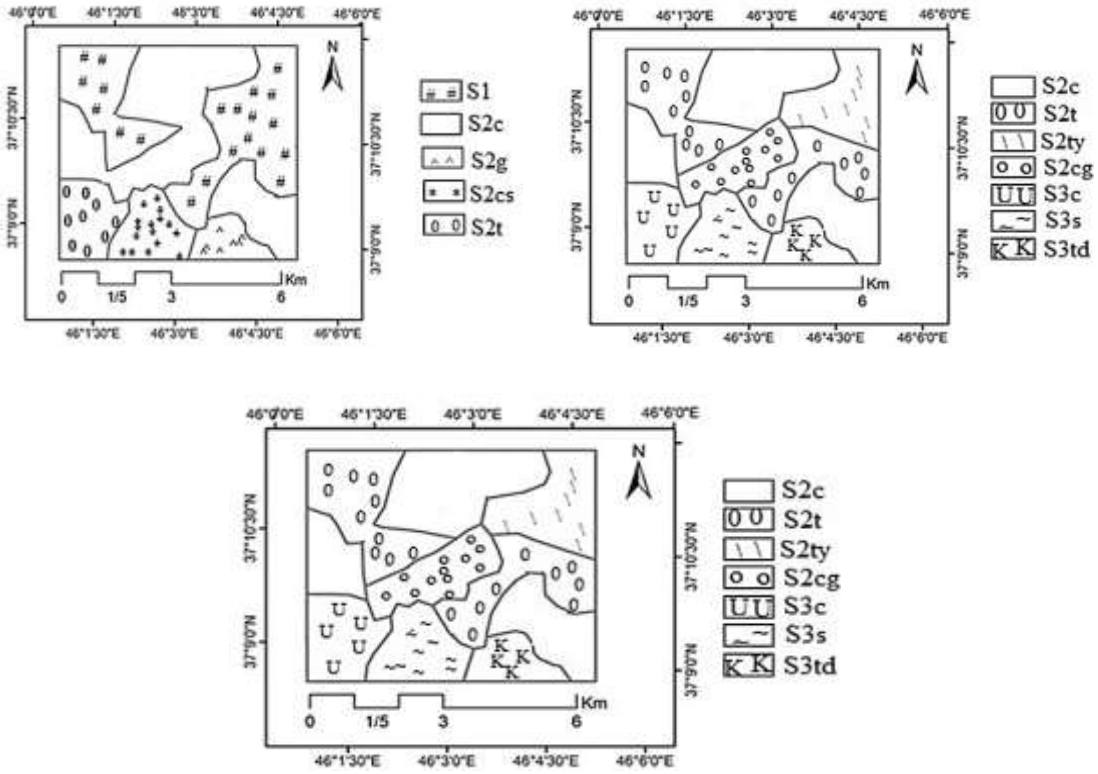
شکل ۳ الف، ب و ج نقشه تناسب اراضی را به‌ترتیب برای تیپ های بهره‌وری انگور، سیب و هلو نشان می‌دهند. کلاس تناسب اراضی برای انگور در تمامی واحدهای اراضی S_2 و S_1 می‌باشد. به‌طوریکه ۳۴/۷ درصد اراضی کلاس کاملا مناسب و ۶۵/۳ درصد اراضی کلاس نسبتا مناسب برای تیپ بهره‌وری انگور دارند. از طرفی کلیه واحدهای اراضی به‌جز ۱۰، ۱۱ و ۱۲ برای تیپ بهره‌وری سیب S_2 ارزیابی گردید. به‌طوری که ۲۳/۸ درصد اراضی در کلاس S_2 و ۷۶/۲ درصد اراضی در کلاس S_3 طبقه‌بندی شدند. همچنین امکان کشت هلو تنها در واحدهای ۱، ۴، ۶ و ۸ (۲۷/۶ درصد اراضی مطالعاتی) وجود داشته و بقیه واحدها تناسب بحرانی و نامناسب دارند.

همبستگی بین شاخص اراضی و تولید واقعی برای تعیین دقت مدل استفاده شد که ضرایب تبیین برای انگور، سیب و هلو به‌ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۴ و ۰/۷۷ برآورد گردید که در سطح احتمال ۵ در صد معنی‌دار بودند. جدول زیر نشان‌دهنده کارایی مدل ALES را برای ارزیابی تناسب اراضی محصولات انگور، سیب و هلو نشان می‌دهد. بر این اساس، مدل برای هر سه محصول کارایی لازم را برای ارزیابی تناسب اراضی داشته و مرز کلاس‌ها مناسب انتخاب شده است. زیرا خطای برآورد شده در هر سه محصول کمتر از ۵ درصد بوده و قابل قبول است. همچنین شاخص میانگین هندسی مربعات خطا (GEMR) نشان‌دهنده بیش‌برآوردی نسبی مدل است. با این حال اعداد نزدیک به یک بوده و به‌ویژه در انگور و سیب از صحت بالایی برخوردار است.

جدول ۸-نتایج آماری اعتبارسنجی مدل

Table 8. Statistical parameter for ALES Model Validation

Land use	RMSE (%)	GEMR	R^2
Grape	2.7	0.93	0.93
Apple	3.2	0.91	0.84
Peach	4.5	0.86	0.77



شکل ۳- نقشه تناسب اراضی برای انگور، سیب و هلو در منطقه مورد مطالعه

Figure 3. Land suitability maps of Grape, apple, peach in study area

نتیجه‌گیری کلی

هدف از این تحقیق تعیین مناطق مستعد برای احداث باغ‌های انگور، سیب و هلو است. جداول پیشنهادی نیاز های اقلیم، خاک و زمین‌نما برای این تیپ های بهره‌وری در کتاب سایس ناموجود بوده، لذا به ارزیابی تناسب اراضی در محیط برنامه ALES اقدام شد. نتایج نشان داد که از نظر اقلیمی برای سه محصول مورد نظر شرایط کاملا متناسب بوده و در کلاس S_1 قرار می‌گیرد. حاشیه رود لیلان‌چای نیز (شمال شرق منطقه مطالعاتی) به‌دلیل برخورداری از شرایط میکروکلیمای مناسب از عملکرد بهتری بر اساس مشاهدات میدانی برخوردار بود. از نظر خاک و زمین‌نما کربنات، بافت، سنگریزه، واکنش خاک، زهکشی و شوری نیز مهم‌ترین ویژگی های محدودکننده رشد تیپ‌های بهره‌وری انتخابی در منطقه مطالعاتی هستند. بررسی‌های محلی و منابع علمی نشان داد که می‌توان با اقدامات مدیریتی (ایجاد زهکش، آبشویی، افزودن مواد آلی و کودهای اسیدزا) نسبت به اصلاح برخی از این محدودیت‌های اراضی در راستای بهبود کیفیت وکمیت تیپ‌های بهره‌وری انتخابی اقدام نمود. طبق دستورالعمل فائو در محیط برنامه ALES کشت انگور در همه واحدهای منطقه مطالعاتی (ملکان) قابل توصیه و سیب با انجام اقدامات اصلاحی و بهبود ویژگی‌های محدودکننده خاک می‌تواند راندمان بهتر و تناسب بالاتری را برای تیپ بهره‌وری فوق رقم بزند، اما برای تیپ بهره‌وری هلو، کشت آن در اکثر واحدها پیشنهاد نمی‌شود. بنابراین توصیه می‌شود در واحدهای ۱، ۴، ۶ و ۸ به کشت هر سه تیپ بهره‌وری، ۱۰، ۱۱، ۱۲ به کشت انگور و در بقیه واحدها به کشت دو تیپ بهره‌وری سیب و انگور اقدام گردد. نهایتا با توجه به مطالعات محدود در ارتباط با محصولات چندساله و باغی، می‌توان از برنامه ALES به‌عنوان یک راه‌کار، برای مطالعات اولیه احداث باغ در راستای مدیریت پایدار اراضی اقدام نمود.

References

Ayoubi Sh., and Jalalian A. 2015. Land Evaluation (Agriculture and Natural Resources). Isfahan University of Technology. (In Persian)

Baninemeh J, 2003. Land evaluation for land use planning with special attentions to sustainable Orumiyeh area, Iran. MSc Thesis of ITC University, Netherland.

Bower CA. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Journal of soil science*, 73: 251-261.

Bremner JM. 1965. Total nitrogen. Pp: 1148-1158, In: Black (Eds.). Method of Soil Analysis. Part II, Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Etedali S and Givi J, 2014. Qualitative and economical land suitability evaluation for important field crops in shahrekord area, using ALES program. *Journal of Water and Soil*, 28(1): 10-21.

FAO. 1976. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin Series No. 32. FAO, Rome.

FAO. 1993. Guidelines for land use planning. FAO development series No. 1. FAO, Rome.

Gee GW., and Bauder JW. 1986. "Particle-size analysis". Pp. 383-411. In: Klute (Eds). Methods of Soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd Ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Halder J.C. 2013. Land suitability assessment for crop cultivation by using remote sensing and GIS. *Journal of Geography and Geology*, 5(3): 65-78.

IRIMO. 2015. Country Climate Analysis. In: Islamic Republic of Iran Meteorological Organization, Malekan center. Data sheet.

Jalili Marandi R. 2002. Fruits. Iranian Student Book Agency Press. (In Persian)

Jafarzadeh AA., and Shahbazi F. 2010. Suitability of peach in Souma area (Iran), using Almagra model. Pp. 143-146. 19th world congress of soil science, 29-31 October, Brisbane, Australia.

Kim H, Shim K. 2018. Land suitability assessment for apple (Malus domestica) in the Republic of Korea using integrated soil and climate information, MLCM, and AHP. International Journal of *Biology Engineering*, 11(2): 139-144.

Knudsen D., Peterson GA., and Part PF. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. Pp: 225-246. In: Page (Ed.), Method of Soil Analysis, Part 2, Monograph No. 9, *American Society of Agronomy*. Madison, WI.

Mazahreh S., Bsoul M., and Abu Hamoor D. 2019. GIS approach for assessment of land suitability for different land use alternatives in semiarid environment in Jordan: Case study (Al Gadeer Alabyad-Mafraq). I*nformation Processing in Agriculture*, 6(1): 91-108.

McLean EO. 1982. Soil pH and Lime requirement. Pp. 199-224. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Micromorphological Properties. 2nd ed. Agron, Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Mohammad AE., Adel RA., and Natarajan RH. 2016. Assessment of land suitability and capability by integrating remote sensing and GIS for agriculture in Chamarjanar district, Karnataka India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19 (1): 125-141.

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.

NRCS. 2012. Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Olsen SR., Cole CV., Watanabe FS., and Dean LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cire. 939. U.S. GOV. Print Office, Washington, DC.

Rahimi lake H., Taghizadeh Mehrijardi R., Akbarzadeh A., and Ramazanpour H. 2009. Qualitative and Quantitative land suitability Evaluation for olive production Roodbar Region, Iran. *Agricaltural journal*, 4(2): 52-62.

Rameshkumar SC, Vadivelu S, Reddy RS, Naidu LGK, Hegde R AND Srinivas S. 2006. Land suitability for grape cultivation and its economic evaluation in Rajanukunte watershed, Karnataka. *Agropedology*, 16 (2):98-104.

Roades JD. 1982. "Soluble salts". Pp: 167-179. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. 2nd Ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Rossiter D. R., and Van Wambeke., A. R. 1997. Automated Land Evaluation System. ALES Version 4.65 User's Manual. Cornell University, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences.

Saiyari M. 2011. Temperate and subtropical fruit production. Ilam University Press, Ilam. (In Persian)

Schoeneberger PJ, Wysocki DA, Benham EC and Broderson WD. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Servati M. 2014. Comparison of parametric, MicroLESE, Fuzzy Set Theory and AHP methods in land suitability evaluation of Khajeh rejoin for some crops. PhD Thesis, Soil Science and engineering department, University of Tabriz, Iran. (In Persian)

Shahrokh V., and Ayoubi Sh. 2011. Land Suitability evaluation of Mobarekeh and Zarinshahr region (Isfahan Province) for cucumber and wheat by AHP methods. Pp. 34-38. 12th Iranian Soil Science Congress. 3-5 September, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian)

Shakeri S., and Moameni A. 2012. Land suitability classification for sustainable use in Aq qaleh area. *Journal of Management System*, 9(4): 57-64. (In Persian)

Shalaby A., Ouma Y O., and Tateishi R. 2006. Land suitability evaluation assessment for perennial crops using remote sensing and Geographic Information System (GIS); A case study in northwestern Egypt. *Agronomy and Soil Science*, 52(3): 243-261.

Soil and Water Research Institute. 2008. Laboratory Analysis Instructions of Water and Soil Samples. No. 467. Ministry of Agriculture, Iran. (In Persian)

Sys C., Van Ranset E., and Debaveye J. 1991a. Land Evaluation, Part I, Principle in Land Evaluation and Crop Production Calculation, International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent., Belgium.

Sys C., Van Ranset E., and Debaveye J. 1991b. Land Evaluation, Part II, Methods in Land Evaluation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent, Belgium.

Sys C., Van Ranset E., Debaveye J., and Beernaert F. 1993. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Tadesse M., and Negese A. 2020. Land suitability evaluation for sorghum crop by using GIS and AHP techniques in Agamsa subwatershed, *Ethiopia. Cogent Food & Agriculture*, 6(1): 1-18.

USDA, 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th Ed. Soil Survey Staff, Natural Resource Conservation Service.

Widiamaka A., Ambarwulan W., Setiawan Y., and Walter C. 2016. Assessing the suitability and availability of land for agriculture in turban regency, East Java, Indonesia. *Applied and Environmental Soil Science*, 48: 148-160.

Yitbarek T., Kibret1 K., Gebrekidan G., and Beyene S. 2013. Physical Land Suitability Evaluation for Rainfed Production of Cotton, Maize, Upland Rice and Sorghum in Abobo Area, western Ethiopia, *American Journal of Research Communication*, 1(10): 296-318.

Determination of Cultivation Priority of Some Fruit Trees by ALES Program

Maryam Mousavi[1], Ayda Abbasi Kalo[2*], Moslem Servati[3], Ali Barikloo[4]

(Receive: August 2020 Accept: February 2021)

Abstract

Land suitability evaluation Based on FAO's Framework is the most widely used assessment method. One of the failures of this method is a lack of crop requirements attribute for fruit trees. The Automated Land Evaluation System (ALES), is a microcomputer program that allows to the users to build their own knowledge-based systems which they can evaluate the physical suitability of land units, based on the FAO's Framework. The main destination of this research was to apply ALES program for land use suitability determination of grape, apple and peach in Malekan region (East Azerbaijan province). For this purpose, soil morphological and analytical data were carried out for 13 lands unites based on geopedological methods. The control section data between 0 and 150 cm were calculated by "soil layer generator" to apply and run the ALES program. Climate evaluation showed that the study area is completely suitable for each three land uses. The main recognized soil limitation factors were calcium carbonate and texture in the total of study area for selected land uses. Application of ALES program revealed that 100% of study region is suitable (S1 and S2) for grape, 70% for apple and 28% for peach. Also, land use could be arranged according to their land suitability classes as follows: peach < apple < grape. This arrangement reflects the priority for agricultural uses. Finally, ALES program appears to be useful in semi-arid regions, such as East Azarbaijan, for fruits trees land suitability evaluation, and formulate sustaining agro-ecological systems.

Keywords: Expert knowledge, FAO framework, Land index, Land suitability, Malekan

Mousavi M., Abbasi Kalo A., Servati M., Barikloo A. 2022. Determination of cultivation priority of some fruit trees by ALES program. *Applied Soil Research*. 9(4): 74-87.

1MSc Graduated, Soil Science and Engineering Department, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Assistant Professor, Soil Science and Engineering Department, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor, Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Urmia, Iran
4. PhD Student, Soil Science and Engineering Department, University of Zanjan, Zanjan, Iran
*Corresponding Autor Email: abbasia@uma.ac.ir