

مکان‌یابی برای کاشت گیاهان زراعی و باغی منتخب در اراضی منطقه آبیگ استان قزوین

کامران مروج*^۱، پریسا علمداری^۲، محمدمیر دلاور^۳، مهدی فتحی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۵

۱ و ۲- استادیاران گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: kmoravej@znu.ac.ir

چکیده

مطالعات خاکشناسی و تناسب اراضی برای اجرای یک پژوهش کاربردی و اطلاع از ویژگی‌های خاک و اراضی ضروری است. هدف این تحقیق، تعیین مکان‌های مناسب در شرایط فعلی و آتی برای برخی محصولات زراعی و باغی بود. منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۹۵ هکتار در منطقه آبیگ قزوین واقع است. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب اریدیک ضعیف و ترمیک بود. فیزیوگرافی‌های غالب، مخروط‌افکنه آبرفتی و دشت دامنه‌ای هستند که برای کشاورزی تسطیح شده بودند. ۹ خاکرخ در منطقه تشریح شد و بر اساس رده‌بندی آمریکایی، خاک‌ها در دو رده انتی‌سول و اریدی‌سول طبقه‌بندی شدند. تناسب اراضی فعلی و آتی ۵ نوع بهره‌وری (شامل کلزای پاییزه، گوجه‌فرنگی، سیب، گلابی و گردو) با توجه به شرایط اقلیم، خاک و زمین بررسی شد. نتایج نشان داد، وجود مقدار نسبتاً زیاد تا زیاد سنگ، سنگریزه، قلوه‌سنگ، کربنات کلسیم معادل و pH خاک، مهم‌ترین عوامل محدوده‌کننده برای انواع بهره‌وری می‌باشند. برای گوجه‌فرنگی و گردو، کلاس تناسب اراضی نمی‌تواند به S1 ارتقاء یابد. زیرا شرایط اقلیمی منطقه برای آن‌ها کم‌وبیش محدودیت‌زا است. اما کلاس تناسب اراضی برای سایر انواع بهره‌وری‌ها با انجام اقدامات مدیریتی مناسب می‌تواند ارتقاء پیدا کند. کلاس تناسب اراضی سایر نوع‌های بهره‌وری اراضی با اجرای اقدامات مدیریت اراضی قابل بهبود می‌باشد. به ترتیب ۴۰٪ و ۴۳٪ از کل اراضی منطقه برای کاربری باغ و زراعت آبی مناسب (کلاس S1) است. در نهایت ۱۷٪ باقی‌مانده نیز به علت وجود محدودیت‌های زیاد می‌تواند برای کاربری‌های غیر کشاورزی مورد استفاده قرارگیرد.

واژه‌های کلیدی: انواع بهره‌وری، کلاس‌های تناسب، کاربری آبی اراضی، مدیریت اراضی

Site Detection for planting of Chosen Agricultural and Horticultural Plants in Abyek Region, Qazvin Province

K Moravej^{*1}, P Alamdari², MA Delavar³, M Fathi⁴

Received: 22 February 2016 Accepted: 05 March 2017

1, 2- Assist. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agric., Univ. of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agric., Univ. of Zanjan, Zanjan, Iran

4- M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Faculty of Agric., Univ. of Zanjan, Zanjan, Iran

* Corresponding Author, Email: kmoravej@znu.ac.ir

Abstract

Soil surveying and land suitability are essential for conducting an applied research and acquiring land and soil characteristics information. The aim of this study was to detect appropriate zones for some chosen agricultural and horticultural plants in current and future conditions. The studied region with an area of 295 hectares was located at Abyek region in Qazvin province. Soil moisture and temperature regimes were Weak Aridic and Thermic, respectively. Alluvial fan and piedmont plain were predominant physiographics that were leveled for agricultural purposes. Nine soil profiles were described and classified based on soil taxonomy, which were placed in Aridisols and Entisols order. Current and future land suitabilities were surveyed taking into account of the climate, soil and land conditions for five land utilization type (including: autumn canola, tomato, apple, pear and walnut). The results showed that existence of relatively large amount of stone, gravel, rubble, carbonate calcium equivalent and soil pH were the most important limitation factors for different utilization types. For tomato and walnut, land suitability class couldn't be promoted to S1 (no limitation). It was because of climate condition of the region that was more or less restrictive for them. However, land suitability class for other LUTs could be improved by implementing suitable land management practices. Also, 40% and 43% of the total study area were suitable (S1) for horticultural and irrigated agricultural use, respectively. Finally, due to high limitations, the remaining 17% of area could be used for non-agricultural purposes.

Keywords: Future land use, Land management, Suitable classes, Utilization types

مقدمه

مشخصات اراضی را با نیازهای نوع نوع ویژه‌ای از بهره‌وری مشخص نمود. بنابراین ارزیابی و مدیریت خاک و اراضی از اهمیت روزافزونی برخوردار بوده و داشتن اطلاعات دقیق از وضعیت آن‌ها پیش‌نیاز تصمیم‌گیری آگاهانه و آمایش سرزمین است (مکنزی و همکاران ۲۰۰۸). همچنین تناسب اراضی برای یک منطقه خاص موجب خواهد شد تا بتوان به‌طور صحیحی از منابع موجود به‌ویژه خاک‌ها، حداکثر استفاده مطلوب را برد. منتخبی و همکاران (۱۳۹۲) اقدام به ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات چغندر قند، پیاز و گلرنگ در ایستگاه تحقیقاتی کرکج با دو روش محدودیت ساده و ریشه دوم کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که منطقه مورد مطالعه برای کشت پیاز و گلرنگ از نظر اقلیمی

طی چند دهه گذشته تقاضا برای افزایش تولیدات کشاورزی در حال افزایش است. سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل برآورد نموده‌است که به‌منظور تغذیه جمعیتی که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ میلادی به بیش از ۹ میلیارد نفر برسد، جهان نیاز به افزایش تولید مواد غذایی تا ۶۰ درصد در مقایسه با سطح فعلی تولید داشته‌باشد (الکساندراتوس و برونسما ۲۰۱۲). بر همین اساس، منابع خاک نقش اصلی را در اثرگذاری سیاست‌های مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی خواهند داشت (کوئل و همکاران ۲۰۱۶). با انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی می‌توان کارایی اراضی را به‌منظور استفاده‌های خاص تعیین کرده و میزان سازگاری و مطابقت

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در فاصله ۵۰ کیلومتری شهر قزوین و منطقه آبیگ قرار دارد. این منطقه با وسعت ۲۹۵ هکتار در سامانه مختصات مرکاتور متعام جهانی در قاچ ۳۹ شمالی و در دامنه ۴۳۴۸۲۴/۴ متر تا ۳۳۶۳۴۶/۳ متر شرقی و ۳۹۹۹۰۸۶/۳ متر تا ۴۰۰۱۰۳۰/۰ متر شمالی قرار دارد. ابتدا مرز منطقه به تصاویر ماهواره‌ای سنجنده لندست ۸ که در سال ۲۰۱۵ تولید شده بود، منتقل شد. سپس بر مبنای باز دیده‌های میدانی و انعکاس طیفی حاصل از خاک‌های منطقه، ۹ خاکرخ و ۱۰ مته مکان‌یابی بررسی گردید (شکل ۱).

رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه

بر اساس اطلاعات ایستگاه کلیماتولوژی نیروگاه شهید رجایی (نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه)، میانگین دما و بارندگی سالانه منطقه، به ترتیب ۱۵/۴ درجه سلسیوس و ۲۲۷/۰ میلی‌متر در سال و متوسط کمینه و بیشینه دما به ترتیب ۷/۳ و ۲۱/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. بنابراین، رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های این منطقه بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده‌های هواشناسی و با استفاده از نرم‌افزار JNSM^۱ (وان وامبک ۲۰۰۰) به ترتیب خشک ضعیف و ترمیک می‌باشد.

تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک

پس از انجام مطالعات صحرایی، نمونه‌های خاک جمع‌آوری و پس از هوا خشک‌نمودن از الک ۲ میلی-متری عبور داده شدند. برخی از خصوصیات خاک از قبیل، بافت خاک به روش هیدرومتری (جی و آر ۲۰۰۲)، اسیدیته با دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه EC متر (رودز و همکاران ۱۹۹۶)، ماده آلی به روش اکسایش تر واکلی و بلک (نلسون ۱۹۸۲)، آهک کل خاک با روش کلسیمتری (بورت ۲۰۰۴)، سدیم با روش فلیم‌فتمتر و کاتیون‌های محلول کلسیم و منیزیم با روش EDTA اندازه‌گیری شدند.

مناسب و برای چغندر قند دارای تناسب متوسط است. بنابراین تعیین کلاس نهائی تناسب تابع خصوصیات خاک، شرایط زمین، نوع کشت و مدیریت تولید محصول می‌باشد.

جعفرزاده و عباسی (۲۰۰۶) اقدام به ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات پیاز، سیب‌زمینی، ذرت و یونجه در اراضی مربوط به ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان کردند. آن‌ها از روش‌های پارامتریک، محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت استفاده کردند. مهم‌ترین عوامل محدودکننده شناسایی شده در منطقه شامل اقلیم، مقدار آهک، pH، ماده آلی، بافت و سنگریزه بودند.

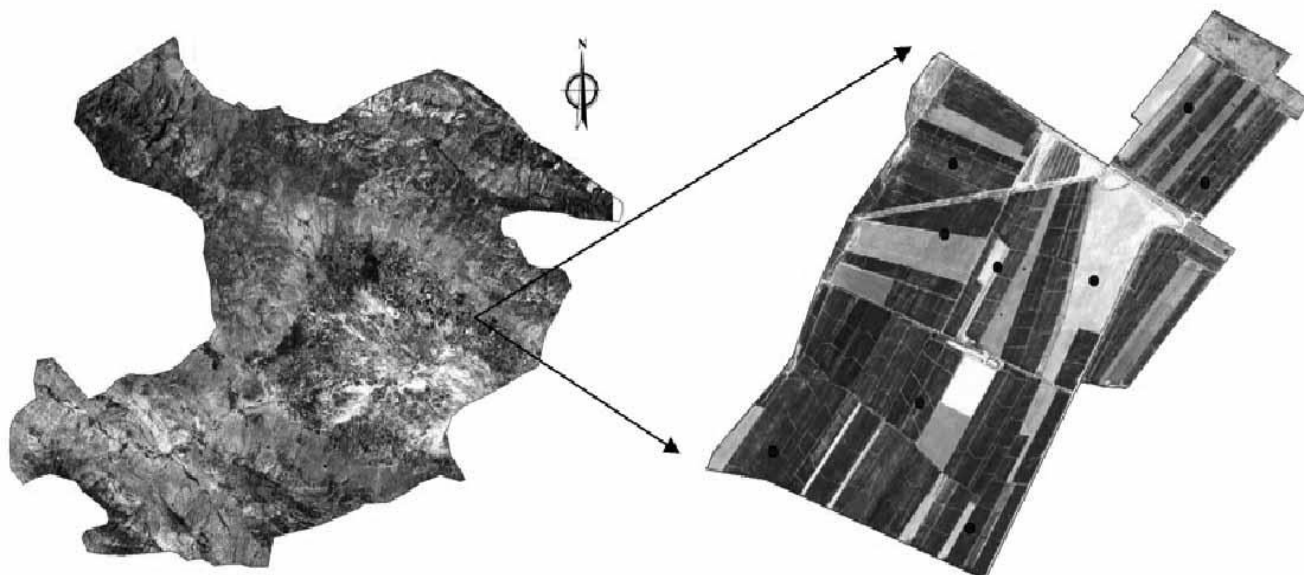
جهانبازی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه ارزیابی

کیفی تناسب اراضی منطقه یخ‌فروزان اهر برای چغندر قند، پیاز و ذرت با روش‌های محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم به این نتیجه رسیدند که روش پارامتریک نسبت به روش محدودیت ساده از کارایی بیشتری برخوردار بوده و علاوه بر محدودیت‌های اقلیمی، مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده اراضی درصد کربن آلی و ذرات درشت‌تر از شن می‌باشد. در اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه، مدت‌های طولانی است که گیاهان متداول و رایج به‌طور سنتی کشت می‌شوند که از پشتوانه علمی برخوردار نبوده و عمدتاً بر مبنای تجربه استوار می‌باشد. با انجام چنین تحقیقی می‌توان بهترین کاربری خاص را با توجه به شرایط محیطی منطقه (اقلیم، خاک و چشم‌انداز) تعیین و اقدام به کشت آن‌ها با رعایت نکات علمی، اقتصادی و در سطح مدیریتی بالا نمود. لذا، این تحقیق با اهداف شناسایی انواع خاک‌های منطقه و تهیه نقشه آن، ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات منتخب زراعی و باغی در منطقه و ارائه روش‌های اصلاحی مورد نیاز برای کاهش یا رفع محدودیت‌های احتمالی و همچنین ارائه کاربرد چنین مطالعاتی در غالب بخشی از مطالعات احداث مجتمع‌های کشت و صنعت انجام شد.

¹ Java newhall simulation model-soil climate simulation model

بندی و تفکیک واحدهای فیزیوگرافی منطقه از راهنمای نشریه ۲۱۲ فائو (ماهلر ۱۹۷۰) استفاده شد.

تشریح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخها در این مطالعه، خاکها براساس روش آمریکایی (بی نام ۲۰۰۴) رده بندی و سپس با روش طبقه بندی مرجع جهانی (بی نام ۲۰۱۴) هماهنگ شدند. برای طبقه-



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه: تصویر سمت چپ: استان قزوین، تصویر سمت راست: منطقه مورد مطالعه همراه با محل حفر خاکرخها در مقیاس تفصیلی، مستخرج از سنجنده لندست ۸.

این تحقیق ارزیابی کیفی با استفاده از درجه بندی محدودیتها و تعیین کلاسهای تناسب اراضی با روش پارامتریک و همچنین مقادیر عددی شاخص برای کلاسهای مختلف تناسب اراضی (ریشه دوم) تعیین شد (سایس و همکاران ۱۹۹۱). در نهایت شاخص کل از روش ریشه دوم (خیدر ۱۹۸۶) محاسبه گردید (رابطه ۱):

$$I = R_{\min} \sqrt{\frac{A}{100} * \frac{B}{100}} \quad [1]$$

که در آن: I = شاخص مورد نظر، R_{\min} = درجه کمینه و A , B درجات اختصاص داده شده به مشخصه های مختلف است. بعد از محاسبه شاخص، کلاسهای تناسب اراضی منطقه تعیین می شود.

انتخاب تیپهای بهره‌وری مناسب

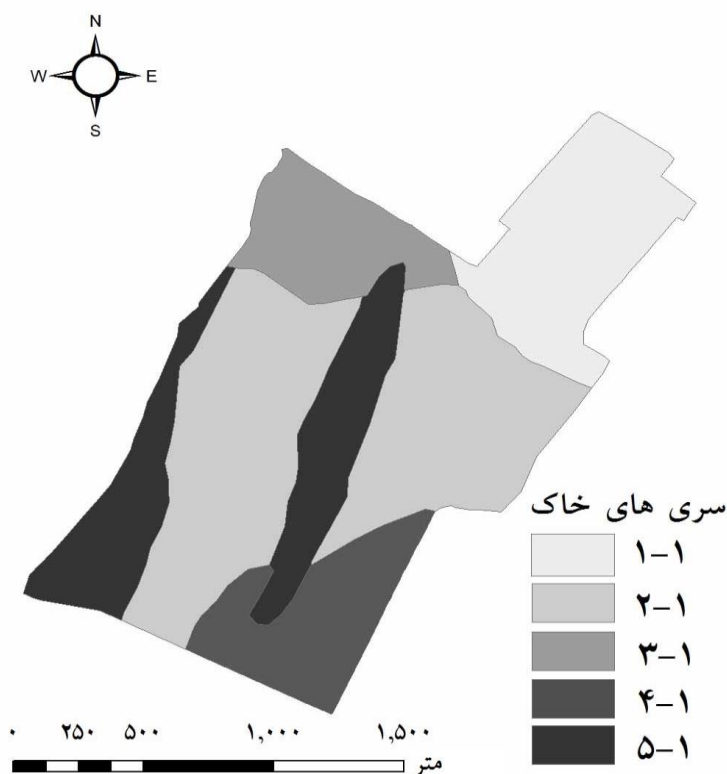
از گروه نباتات صنعتی گیاه کلزا، از گروه صیفی جات گیاه گوجه فرنگی و از میان گیاهان باغی سیب، گردو و گلابی به عنوان انواع بهره‌وری پیشنهاد شدند. داده‌های مورد نیاز از جمله تاریخ کاشت، مولفه‌های سیکل رشد و برخی پارامترهای دیگر گیاهان فوق الذکر در جدول ۱، ارائه گردیده است (بی نام ۱۳۸۵).

طبقه بندی تناسب اراضی

طبقه بندی تناسب اراضی در حال حاضر، نوعی طبقه بندی است که بر پایه تعیین شایستگی اراضی برای یک کاربری خاص در شرایط فعلی انجام می شود. اما در طبقه بندی تناسب اراضی در شرایط آتی، میزان مناسب بودن اراضی برای یک کاربری خاص پس از انجام عملیات عمرانی مد نظر قرار گرفته می شود. در

جدول ۱- داده‌های زمانی مورد استفاده جهت تعیین کلاس تناسب اقلیمی انواع بهره‌وری مورد نظر.

نوع گیاه	تاریخ کاشت		طول مدت مراحل مختلف سیکل رشد				ضرائب گیاهی پایه		
	روز	ماه	آغازین	توسعه	میانی	پایانی	آغازین	میانی	پایانی
کلزا	۲۰	۶	۲۵	۱۲۵	۴۷	۳۲	۰/۲	۱/۲	۰/۴
گوجه‌فرنگی	۱۵	۱	۳۰	۳۵	۶۵	۴۰	۰/۲	۱/۱	۰/۷
سیب	۲۰	۱	۱۰	۵	۱۲۰	۵۰	۰/۵	۰/۹	۰/۷
گلابی	۲۱	۱	۱۲	۴	۱۲۰	۴۹	۰/۵	۰/۹	۰/۷
گردو	۱	۲	۱۵	۴	۱۲۰	۳۵	۰/۴	۱/۱	۰/۷



شکل ۲- نقشه خاک منطقه مورد مطالعه.

نتایج و بحث

مشخصات کلی خاک‌ها

جدول ۲ نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد منطقه را نشان می‌دهد.

پس از بررسی این جدول و مطالعات صحرایی انجام‌شده، نقشه خاک منطقه و رده‌بندی آنها به‌دست آمد (شکل ۲ و جدول ۳).

جدول ۲- خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد.

ذرات درشت‌تر از شن (%)	آهک (%)	ماده آلی (%)	pH	هدایت الکتریکی dS m ⁻¹	بافت خاک	ذرات خاک (درصد)		عمق (cm)		
						رس	شن سیلت			
خاک‌رخ شاهد سری خاک ۱-۱. شیب کلی اراضی ۱-۱/۵ درصد، شیب جانبی ۲-۱ درصد و پستی و بلندی کم										
۲۰	۵	۰/۸۸	۷/۹	۰/۷۶	لومی	۳۹	۴۴	۱۷	Ap	۲۹-۰
۱۷	۵	۰/۲۸	۷/۸	۰/۹۷	لومی	۴۱	۴۲	۱۷	C1	۵۶-۲۹
۳۸	۹/۵	۰/۲۱	۷/۸	۰/۷۸	شنی-لومی درشت	۱۲	۸۲	۶	C2	۷۸-۵۶
۴۵	۱۴/۵	۰/۰۳	۸/۱	۰/۶۷	لومی-شنی	۲۶	۶۰	۱۴	Ck1	۹۵-۷۸
۴۰	۱۸/۵	۰/۱۴	۸	۰/۶۷	لومی-شنی درشت	۲۶	۵۸	۱۶	Ck2	۱۲۰-۹۵
خاک‌رخ شاهد سری خاک ۱-۲. شیب کلی اراضی ۱/۰ -۰ درصد و پستی و بلندی جزئی										
۰	۶/۵	۰/۷۵	۸/۲۳	۰/۶۴	لومی	۳۶	۴۵	۱۹	Ap	۲۳-۰
۰	۱۳/۵	۰/۴	۷/۹۹	۰/۷۳	لومی	۳۶	۴۳	۲۱	Bw	۴۰-۲۳
۰	۱۵/۵	۰/۳۳	۷/۹۸	۰/۵۹	لومی	۳۶	۴۵	۱۹	Bk1	۷۰-۴۰
۰	۱۷/۵	۰/۳۳	۸	۰/۶۴	لومی تا لومی-رسی	۲۸	۴۵	۲۷	Bk2	۹۳-۷۰
۰	۱۷/۵	۰/۲۸	۸/۱	۰/۶۱	لومی-رسی	۲۴	۴۲	۳۴	Bk3	۱۲۰-۹۳
خاک‌رخ شاهد سری خاک ۱-۳. شیب کلی اراضی ۱/۰ -۰ درصد و پستی و بلندی جزئی										
۰	۸/۵	۱/۲۱	۸/۰۳	۱/۱۵	لومی	۴۸	۲۸	۲۴	Ap	۲۵-۰
۰	۱۵	۰/۴	۷/۷	۱/۴۶	لومی-رسی	۳۶	۲۸	۳۶	Bk1	۴۵-۲۵
۰	۲۱	۰/۴۷	۷/۷۵	۱/۲۶	لومی-رسی	۲۴	۳۸	۳۸	Bk2	۶۵-۴۵
۵۰	۱۵/۵	۰/۱۴	۷/۷۴	۱/۳۹	لومی-شنی	۲۰	۶۳	۱۷	Ck	۹۰-۶۵
۷۸	۱۳	۰/۲۱	۷/۸۱	۱/۱۴	شنی-لومی	۸	۸۲	۱۰	C	۱۲۰-۹۰
خاک‌رخ شاهد سری خاک ۱-۴. شیب کلی اراضی ۱/۰ -۰ درصد و پستی و بلندی جزئی										
۰	۹	۰/۷۵	۷/۶	۰/۹۳	لومی-رسی-سیلتی	۵۳	۱۶	۳۱	Ap	۲۳-۰
۰	۸/۵	۰/۴۷	۷/۶	۱/۱۱	لومی تا لومی-رسی	۴۴	۲۹	۲۷	Bw1	۵۳-۲۳
۰	۱۰/۵	۰/۲۸	۷/۶	۰/۷۴	لومی-رسی	۴۸	۲۴	۲۸	Bw2	۷۲-۵۳
۰	۱۲	۰/۳۳	۷/۷	۰/۶۱	لومی	۳۸	۴۴	۱۸	Bw3	۱۰۰-۷۲
۰	۱۸/۵	۰/۱۴	۷/۷	۰/۷۲	لومی	۳۲	۴۴	۲۴	Bk1	۱۲۵-۱۰۰
خاک‌رخ شاهد سری خاک ۱-۵. شیب کلی اراضی ۱/۰ -۰ درصد و پستی و بلندی جزئی										
۰	۲۲	۰/۳۳	۸/۰۱	۰/۶۶	لومی-شنی	۲۶	۵۵	۱۹	AP	۲۵-۰
۰	۱۶/۵	۰/۲۱	۸	۰/۶۸	لومی-شنی	۲۶	۵۵	۱۹	C1	۴۵-۲۵
۰	۶/۵	۰/۳۳	۷/۹۷	۰/۶۳	لومی-رسی-شنی	۱۰	۸۳	۲۷	C2	۸۰-۴۵
۰	۷/۵	۰/۶۷	۸/۰۶	۰/۷۱	لومی	۴۰	۳۹	۲۱	C3	۱۱۰-۸۰
۰	۷/۵	۱/۲۸	۸/۲۱	۰/۶۷	لومی	۳۸	۳۹	۲۳	C4	۱۵۰-۱۱۰

ارائه شده است. در این مطالعه خصوصیات که عامل محدودکننده در منطقه محسوب می‌شوند، لحاظ شده است.

ارزیابی تناسب فعلی و آتی اقلیم، چشم‌انداز و خاک برای تیپ‌های بهره‌وری مورد نظر نتایج مربوط به ارزیابی تناسب فعلی و آتی برای انواع بهره‌وری مورد نظر در جداول ۴ و ۵

جدول ۳- رده‌بندی و هماهنگی خاک‌های منطقه مورد مطالعه.

رده‌بندی با روش مرجع جهانی (بی‌نام) (۲۰۱۴)	رده‌بندی خاک با روش آمریکایی (بی‌نام ۲۰۱۴)	فامیلی	کد سری خاک	سری خاک	فیزیوگرافی
Calcaric Fluvisols	Coarse loamy, mixed, thermic Typic Torrifuvents		۱-۱	۱	یانس‌آباد - ۱
Calcaric Cambisols	Coarse loamy, mixed, thermic Typic Haplocambids		۲-۱	۲	یانس‌آباد - ۲
Haplic Calcisols	Loamy, mixed, thermic Typic Haplocalcids		۳-۱	۳	یانس‌آباد - ۳
Calcaric Cambisols	Loamy, mixed, thermic Typic Haplocambids		۴-۱	۴	یانس‌آباد - ۴
Calcaric Cambisols	Fine loamy, mixed, thermic Typic Haplocambids		۵-۱	۵	یانس‌آباد - ۵

دشت دامنه‌ای

قرار دارند. بالا بودن نسبی pH خاک عامل محدودکننده برای کشت این گیاه می‌باشد. در کنار این عامل، عوامل جانبی دیگری مانند شرایط اقلیمی، مسطح نبودن کامل زمین و بافت خاک (در واحد نقشه خاک یانس‌آباد - ۵) و شرایط اقلیمی (در واحد نقشه خاک یانس‌آباد - ۲) موجب قرارگرفتن این مناطق در کلاس S2 (نسبتاً مناسب) شده‌است. حالت سری خاک یانس‌آباد - ۴ نیز در کلاس S1 (مناسب) جای گرفته و بدون وجود محدودیت می‌توانند به کشت کلزا اختصاص یابند (شکل ۳).

حالت‌های سری خاک یانس‌آباد - ۲، ۴ و ۵ برای کشت گوجه‌فرنگی در کلاس تناسب فعلی S3 قرار دارند. عامل محدودکننده اصلی برای هر ۳ واحد، بالا بودن نسبی pH و آهک خاک می‌باشد. عوامل جانبی دیگری نظیر شرایط اقلیمی، مسطح نبودن کامل زمین و بافت خاک (در حالت سری خاک یانس‌آباد - ۵) و شرایط اقلیمی و بافت خاک (در حالت سری خاک یانس‌آباد - ۴ و ۲) باعث قرارگرفتن این مناطق در کلاس فوق‌الذکر شده‌است (شکل ۳).

به‌طورکلی مقادیر بیش از ۱۵ درصد کربنات‌ها منجر به تشکیل لایه سطحی سخت شده و بر دسترسی عناصر غذایی برای گیاه اثر می‌گذارد (وان-دپین و

ارزیابی تناسب فعلی اراضی برای کلزای پاییزه و گوجه‌فرنگی

براساس نتایج به‌دست‌آمده، حضور مقادیر متوسط تا زیاد سنگ و سنگریزه با اندازه‌های متوسط تا درشت در لایه‌های مختلف خاک (محدودیت اصلی) به‌همراه محدودیت‌های فرعی نظیر عدم مسطح بودن کامل اراضی و ناهمواری‌های کوچک که به‌طور پراکنده در منطقه مشاهده می‌شود، همچنین محدودیت‌های جزئی دیگری از قبیل مقدار آهک خاک و شرایط اقلیمی، موجب شده تا سری خاک یانس‌آباد - ۱ برای کشت گیاهان کلزای پاییزه و گوجه‌فرنگی همراه با محدودیت بوده و این محدودیت‌ها موجب قرار گرفتن این سری خاک در کلاس N1 (نامناسب فعلی) گردیده است (جدول ۴).

محدودیت‌های اصلی و فرعی ذکرشده با شدت کمتری در سری خاک یانس‌آباد - ۳ نیز وجود داشته و در کنار این محدودیت‌ها، عوامل جانبی دیگری از قبیل شرایط اقلیمی، مسطح نبودن کامل زمین در مناطق بالادست، مقدار آهک و pH خاک، مجموعاً باعث قرارگرفتن این سری خاک در کلاس تناسب فعلی S3 (تناسب کم) برای کشت کلزای پاییزه و گوجه‌فرنگی گردیده است. حالت‌های سری خاک یانس‌آباد - ۲ و ۵ در کلاس تناسب فعلی S2 (نسبتاً مناسب) برای کشت کلزای پاییزه

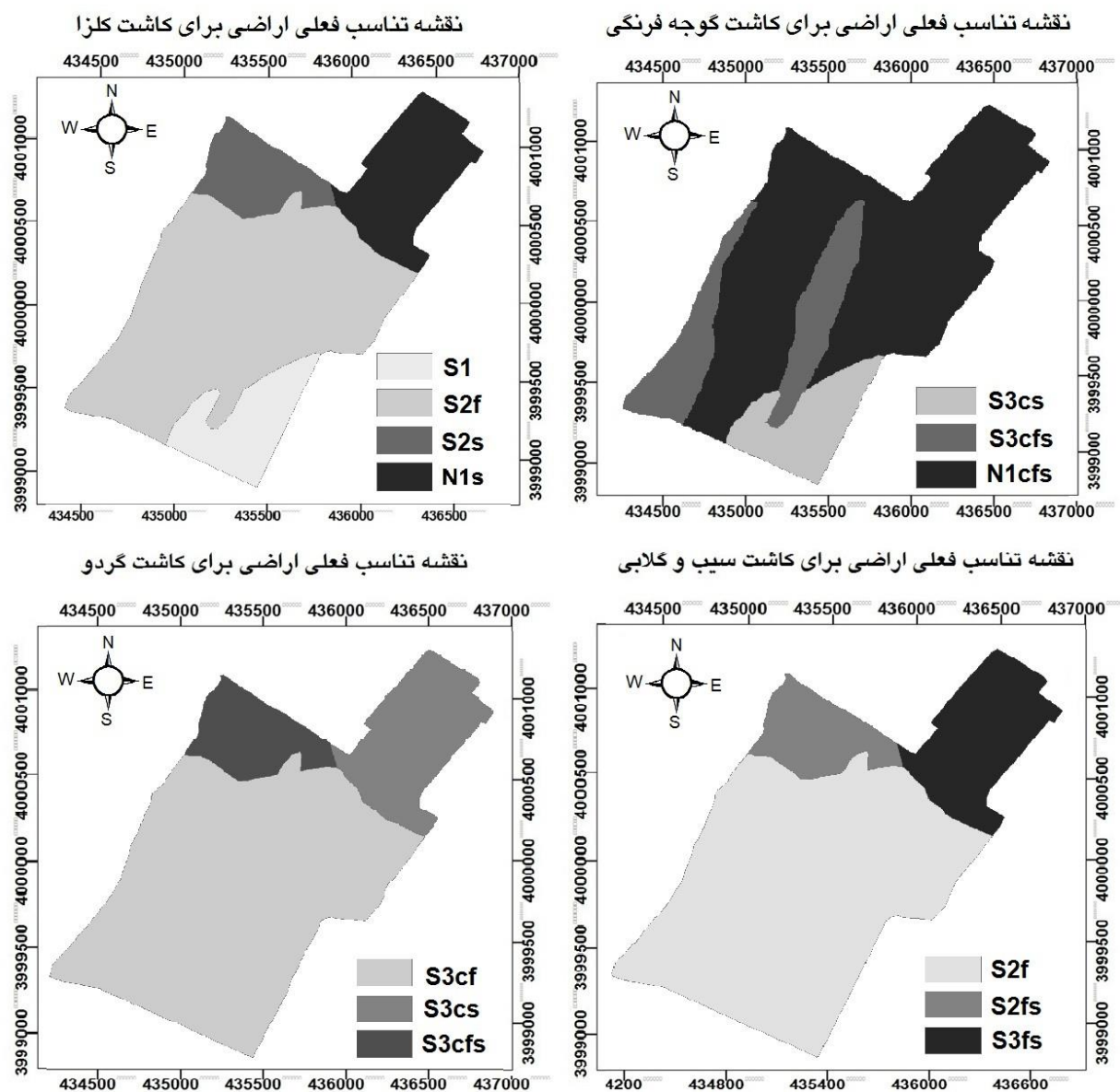
ذرت، خصوصیات فیزیکی خاک به‌ویژه بافت خاک، مقدار کربنات و شیب خاک‌ها را به عنوان عوامل محدودکننده در منطقه معرفی کردند.

همکاران (۱۹۹۱). الباجی و همکاران (۲۰۰۹) نیز، با ارزیابی کیفی تناسب اراضی با روش محدودیت ساده و پارامتریک برای برخی از محصولات نظیر گندم، جو، و

جدول ۴- شاخص‌های خاک، سیمای اراضی و اقلیم برای انواع بهره‌وری در نظر گرفته‌شده و کلاس نهایی فعلی تناسب اراضی.

انواع کاربری خاص	پستی و بلندی (t)	خصوصیات فیزیکی خاک (s)		خصوصیات حاصل‌خیزی خاک (f)		شوری	اقلیم	درجه	شاخص تناسب اراضی	کلاس	سری خاک
		عمق خاک، بافت و ساختمان، مقدار سنگ و سنگریزه	آهک	pH	EC						
کلزای پاییزه	۸۵	۲۹	۹۹	۹۳	۱۰۰	۹۰	۲۴	N1s			یانس آباد-۱
گوجه‌فرنگی	۸۵	۳۷	۸۰	۷۲	۱۰۰	۷۴	۲۲	N1cfs			
سیب	۱۰۰	۵۹	۹۵	۷۸	۱۰۰	۹۳	۴۹	S3fs			
گردو	۱۰۰	۶۸	۹۰	۸۰	۱۰۰	۷۰	۴۸	S3cs			
گل‌ابی	۱۰۰	۵۸	۹۵	۷۸	۱۰۰	۹۰	۴۷	S3fs			
کلزای پاییزه	۱۰۰	۱۰۰	۹۷	۷۷	۱۰۰	۹۰	۷۲	S2f			یانس آباد-۲
گوجه‌فرنگی	۱۰۰	۹۸	۶۰	۳۵	۱۰۰	۷۴	۲۳	N1cfs			
سیب	۱۰۰	۱۰۰	۸۲	۷۵	۱۰۰	۹۳	۶۵	S2f			
گردو	۱۰۰	۱۰۰	۷۵	۶۸	۱۰۰	۷۰	۴۹	S3cf			
گل‌ابی	۱۰۰	۹۵	۸۰	۷۵	۱۰۰	۹۰	۶۲	S2f			
کلزای پاییزه	۹۵	۵۸	۹۸/۵	۸۱	۱۰۰	۹۰	۴۸	S3s			یانس آباد-۳
گوجه‌فرنگی	۹۵	۶۱	۵۰	۵۲	۱۰۰	۷۴	۲۳	N1cfs			
سیب	۱۰۰	۷۶	۷۳	۷۱	۱۰۰	۹۰	۵۰	S2fs			
گردو	۱۰۰	۸۰	۷۲	۷۰	۱۰۰	۷۰	۴۵	S3cfs			
گل‌ابی	۱۰۰	۷۴	۷۳	۷۲	۱۰۰	۹۰	۵۰	S2fs			
کلزای پاییزه	۹۷/۵	۹۵	۹۸	۹۸	۱۰۰	۹۰	۸۵	S1			یانس آباد-۴
گوجه‌فرنگی	۹۷/۵	۹۵	۶۴	۸۲	۱۰۰	۷۴	۴۸	S3cs			
سیب	۱۰۰	۱۰۰	۸۷	۸۰	۱۰۰	۹۳	۷۲	S2f			
گردو	۱۰۰	۱۰۰	۷۵	۷۰	۱۰۰	۶۷	۴۸	S3cf			
گل‌ابی	۱۰۰	۹۵	۸۵	۸۰	۱۰۰	۹۰	۶۸	S2f			
کلزای پاییزه	۹۵	۹۵	۸۹	۷۹	۱۰۰	۹۰	۶۷	S2f			یانس آباد-۵
گوجه‌فرنگی	۹۵	۹۵	۷۲	۶۰	۱۰۰	۷۴	۴۲	S3cfs			
سیب	۱۰۰	۱۰۰	۸۷	۷۵	۱۰۰	۹۳	۶۷	S2f			
گردو	۱۰۰	۱۰۰	۷۴	۶۶	۱۰۰	۶۸	۴۷	S3cfs			
گل‌ابی	۱۰۰	۹۵	۸۵	۷۴	۱۰۰	۹۰	۶۴	S2f			

S1: مناسب، S2: نسبتاً مناسب، S3: تناسب کم، N1: نامناسب در شرایط فعلی، N2: نامناسب دائمی، C: محدودیت اقلیم، f: محدودیت حاصل‌خیزی



شکل ۳ - ارزیابی تناسب فعلی اقلیم، زمین‌نما و خاک برای انواع بهره‌وری موردنظر.

خاک، موجب قرارگرفتن سری خاک یانس آباد-۳ در کلاس تناسب فعلی S3 برای درختان سیب و گلابی شده است. برای سری خاک‌های یانس آباد - ۲، ۴ و ۵، بالابودن نسبی pH و مقدار آهک در خاک همراه با محدودیت‌های ذکرشده، عوامل محدودکننده برای درختان سیب و گلابی بوده و باعث قرارگرفتن آن‌ها در کلاس تناسب فعلی S2 گردیده است (شکل ۳).

ارزیابی تناسب فعلی اراضی برای برخی از درختان میوه در اراضی سری خاک یانس آباد - ۱، محدودیت‌های اصلی مانند مقادیر متوسط تا زیاد سنگ و سنگریزه با اندازه متوسط تا درشت در لایه‌های مختلف خاک و بالابودن نسبی pH خاک، موجب شده تا این اراضی برای کشت درختان سیب و گلابی در کلاس تناسب اراضی فعلی S3 قرار گیرند. همچنین، محدودیت‌های ذکر شده برای سری خاک یانس آباد-۱ به همراه مقدار آهک

جدول ۵- شاخص‌های خاک، سیمای اراضی و اقلیم برای انواع بهره‌وری در نظر گرفته‌شده و کلاس نهایی آبی تناسب اراضی.

کلاس تناسب ارضی	شاخص نهایی	اقلیم	شوری	خصوصیات حاصل‌خیزی خاک (f)		خصوصیات فیزیکی خاک (s)	پستی‌وبلندی (t)	انواع بهره‌وری راضی	سری خاک
				EC	pH				
S1	۸۷	۹۰	۱۰۰	۹۴	۹۹	۱۰۰	۱۰۰	کلزای پاییزه	یانس آباد-۱
S2cf	۵۸	۷۴	۱۰۰	۷۴	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	گوجه‌فرنگی	
S1	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سیب	
S2c	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گردو	
S1	۹۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گل‌ابی	یانس آباد-۲
S2f	۷۴	۹۰	۱۰۰	۸۰	۹۶	۱۰۰	۱۰۰	کلزای پاییزه	
S3cfs	۴۱	۷۴	۱۰۰	۶۰	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	گوجه‌فرنگی	
S1	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سیب	
S2c	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گردو	یانس آباد-۳
S1	۹۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گل‌ابی	
S2f	۷۳	۹۰	۱۰۰	۷۷	۹۸/۵	۱۰۰	۱۰۰	کلزای پاییزه	
S3cfs	۴۱	۷۴	۱۰۰	۵۶	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	گوجه‌فرنگی	
S1	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سیب	یانس آباد-۴
S2c	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گردو	
S1	۹۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گل‌ابی	
S1	۸۸	۹۰	۱۰۰	۹۸	۹۸	۱۰۰	۱۰۰	کلزای پاییزه	
S3cs	۴۸	۷۴	۱۰۰	۸۰	۶۳	۱۰۰	۱۰۰	گوجه‌فرنگی	یانس آباد-۵
S1	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سیب	
S2c	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گردو	
S1	۹۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گل‌ابی	
S2f	۷۴	۹۰	۱۰۰	۷۹	۹۸	۱۰۰	۱۰۰	کلزای پاییزه	یانس آباد-۵
S3cfs	۴۴	۷۴	۱۰۰	۶۱	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	گوجه‌فرنگی	
S1	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	سیب	
S2c	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گردو	
S1	۹۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	گل‌ابی	

مطلوب افزایش یابد. سری خاک یانس‌آباد - ۱، علاوه بر عامل دمایی دارای محدودیت مقدار و اندازه سنگ و سنگریزه و نیز pH خاک است. در اراضی سری خاک یانس‌آباد - ۳ دو عامل pH و آهک خاک همراه با مقدار و اندازه سنگ و سنگریزه در کنار عامل اقلیم نقش محدودکننده برای کشت درخت گردو دارند. در اراضی منطقه یانس‌آباد - ۲، ۴ و ۵، بالا بودن نسبی pH خاک و مقدار نسبتاً زیاد آهک به‌عنوان عوامل محدودکننده برای

برای گیاه گردو نیز تمام منطقه در کلاس S3 جای می‌گیرد. موثرترین عامل محدودکننده احتمال وقوع دمای بالای ۲۸ درجه سلسیوس در دوره تشکیل میوه است. به‌طورکلی در منطقه‌ای که برای کاشت گردو انتخاب می‌شود، دما در فصل تابستان بویژه در زمان تشکیل میوه نباید از دمای ذکرشده تجاوز نماید. بالا بودن عامل دما (شدت و مدت آن) موجب می‌شود تا شدت و میزان آفتاب‌سوختگی میوه بیشتر شده و احتمال خطر کاهش کیفیت میوه از حد

محصولات زراعی معرفی نمودند. بیشتر گیاهان بالا بودن pH خاک را برای رشد ترجیح نمی‌دهند. بنابراین واکنش خاک یکی از عوامل محدودکننده در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته می‌شود (مصطفی و همکاران، ۲۰۱۱).

گیاه گردو هستند. نکا و هافتو (۲۰۱۲) با بررسی خصوصیات تناسب اراضی برای محصولات باغی و زراعی در برخی مناطق کشور اتیوپی، بافت درشت و عمق کم خاک‌ها را در برخی از واحدهای اراضی، به‌عنوان عوامل محدودکننده اصلی برای رشد درختان میوه و

جدول ۶- کلاس‌های فعلی و آتی تناسب اراضی برای هر یک از سری‌های خاک.

انواع بهره‌وری موردنظر

حالت سری خاک	کلزای پاییزه				گوجه فرنگی				گردو	
	درجه	کلاس	درجه	کلاس	درجه	کلاس	درجه	کلاس	درجه	کلاس
	نهایی	فعلی	نهایی	آتی	نهایی	فعلی	نهایی	آتی	نهایی	آتی
یانس‌آباد-۱	۲۴	N1s	۸۷	S1	۲۲	N1cfs	۵۸	S2cf	۴۸	S3cs
یانس‌آباد-۲	۷۲	S2f	۷۴	S2f	۲۳	N1cfs	۴۱	S3cfs	۴۹	S3cf
یانس‌آباد-۳	۴۸	S3s	۷۳	S2f	۲۳	N1cfs	۴۱	S3cfs	۴۵	S3cfs
یانس‌آباد-۴	۸۵	S1	۸۸	S1	۴۸	S3cs	۴۸	S3cs	۴۸	S3cf
یانس‌آباد-۵	۶۷	S2f	۷۴	S2f	۴۲	S3cfs	۴۴	S3cfs	۴۷	S3cfs

S1: مناسب، S2: نسبتاً مناسب، S3: تناسب کم، N1: نامناسب در شرایط فعلی، N2: نامناسب دائمی. C: محدودیت اقلیم، f: محدودیت حاصلخیزی، s: محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک

ادامه جدول ۶- کلاس‌های آتی تناسب اراضی برای هر یک از سری‌های خاک.

انواع بهره‌وری موردنظر

حالت سری خاک	سیب				گلابی			
	درجه	کلاس	درجه	کلاس	درجه	کلاس	درجه	کلاس
	نهایی	فعلی	نهایی	آتی	نهایی	فعلی	نهایی	آتی
یانس‌آباد-۱	۴۹	S3fs	۹۳	S1	۴۷	S3fs	۹۰	S1
یانس‌آباد-۲	۶۵	S2f	۹۳	S1	۶۲	S2f	۹۰	S1
یانس‌آباد-۳	۵۰	S2fs	۹۳	S1	۵۰	S2fs	۹۰	S1
یانس‌آباد-۴	۷۲	S2f	۹۳	S1	۶۸	S2f	۹۰	S1
یانس‌آباد-۵	۶۷	S2f	۹۳	S1	۶۴	S2f	۹۰	S1

میوه است، شرایط را در بخش وسیعی از محدوده توسعه ریشه گیاه بهبود بخشید. متأسفانه محدودیت‌های اقلیمی به‌قوت خود پابرجا خواهند بود. با در نظر گرفتن استفاده از روش‌های فنی فوق‌الذکر، تناسب آتی اراضی برای انواع بهره‌وری مورد نظر در ۵ سری خاک منطقه به شرح زیر خواهد بود (جدول ۶).

همان‌طور که مشاهده می‌شود در برخی مناطق ضمن رفع محدودیت، کلاس اراضی نیز ارتقاء پیدا کرده‌است. اما در برخی مناطق با توجه به نوع عامل محدودیت‌زا کلاس اراضی تغییر نکرده و فقط درجه نهایی اراضی کمی بهبود پیدا کرده‌است که این موضوع نیز می‌تواند تأثیر خود را در افزایش عملکرد داشته

برخی از محدودیت‌ها نظیر وجود سنگ و سنگریزه در خاک سطحی از طریق الک‌کردن و یا وجود ناهمواری‌های کوچک با انجام عملیات تسطیح یا استفاده از روش‌های نوین آبیاری قابل رفع یا چشم‌پوشی هستند. برخی دیگر مانند مقدار آهک خاک و یا pH خاک و همچنین عوامل اقلیمی غیر قابل رفع هستند. نکته مهم این است که با استفاده از روش‌های نوین آبیاری مانند بارانی (برای گیاهان زراعی)، آبیاری با روش نوار آبیاری برای گیاهان صیفی و قطره‌ای (برای درختان میوه) و استفاده از روش‌هایی مانند چال کود و یا کانال کود با استفاده از خاکی که دارای خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی مناسبی برای کاشت درختان

برطرف نمود. اما اصلاح عامل محدودکننده آهک به- راحتی امکان پذیر نبوده و حتی در بیشتر مواقع غیر قابل اصلاح است. در مورد کشت گیاهان زراعی، در صورت به کارگیری روش های نوین آبیاری نظیر آبیاری بارانی می توان کلاس تناسب آبیاری را در مقایسه با تناسب فعلی، افزایش داد. در زمینه کاشت گیاه گوجه فرنگی استفاده از روش های نوین آبیاری توصیه می شود. در مورد درختان باغی (سیب، گلابی و گردو) نیز می توان موارد ذکر شده را (سنگ و سنگریزه، آهک، pH) از طریق کاشت نهال به روش چال کود و استفاده از آبیاری با روش قطره ای مرتفع نمود و کلاس تناسب آبیاری را بهبود بخشید. در روش چال کود پس از طراحی باغ و تعیین محل استقرار نهال، اقدام به انتقال خاک فاقد سنگ و سنگریزه که مقدار آهک و pH آن برای گیاه فاقد محدودیت است و به خوبی با کود دامی مخلوط شده- است (استفاده از منابع قرضه)، می شود. در کنار محدودیت های بیان شده، شرایط اقلیمی منطقه به نحوی است که برای رشد برخی از گیاهان مورد نظر کم و بیش محدودیت زا می باشد و این امر موجب گردیده تا علی رغم انجام عملیات عمرانی مختلف برای رفع محدودیت های خاک و چشم انداز، کلاس آبیاری برای برخی از انواع بهره وری ها به S1 ارتقاء پیدا نکند. از مجموع ۲۹۵ هکتار آبیاری مورد مطالعه، ۱۱۹ هکتار (حدود ۴۰٪) مناسب برای کاربری باغ، ۱۲۶ هکتار (حدود ۴۳٪) مناسب برای کاربری زراعت آبی و ۵۰ هکتار (حدود ۱۷٪) باقی مانده نیز می تواند در کاربری غیر کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

باشد. نقشه مربوط به کلاس تناسب آبیاری تیپ های بهره وری مورد نظر در شکل ۴ ارائه شده است. آنچه که در این بخش بسیار حائز اهمیت است، نقش و جایگاه نگاه اقتصادی و مدیریتی به چنین فعالیت هایی می باشد. متأسفانه اکثر باغداران و کشاورزان با وجود داشتن سال ها تجربه، از نبود نگاه مدیریتی و ضعف در این موضوع رنج می برند و متناسب با تلاش های خود، بهره مند نمی شوند.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی خاک های منطقه مورد مطالعه شامل دو رده انتی سول و اریدی سول بوده که در غالب پنج سری خاک با نام های یانس آباد - ۱ تا ۵ نام گذاری شده اند. خاک های سری یانس آباد - ۱ که در بخش شمالی منطقه قرار دارند، در شرایط فعلی به دلیل وجود مقادیر زیاد سنگ و سنگریزه های ریزودرشت در سطح و عمق خاک، برای کشاورزی، باغداری و احداث گلخانه به ترتیب از قابلیت پایین، متوسط و مناسبی برخوردار می باشد. در خاک های سری یانس آباد - ۲، ۳، ۴ و ۵ واقع در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه، به دلیل تغییر شکل آراضی از مخروط افکنه های آبرفتی قدیمی به دشت دامنه ای، به تدریج از مقدار سنگ و سنگریزه های ریز و درشت در سطح و نیز عمق خاک کاسته شده و بر عمق خاک بدون سنگ و سنگریزه افزوده می شود. از سوی دیگر، بر اساس نتایج به دست آمده، بالا بودن نسبی مقدار آهک و pH در منطقه، اثرات منفی با شدت های متفاوتی با توجه به نوع گیاه در کلاس تناسب دارد. از بین عوامل ذکر شده، محدودیت مربوط به سنگ و سنگریزه خاک سطحی را می توان از طریق اقداماتی نظیر الک کردن خاک و یا جمع آوری سنگ ها،

منابع مورد استفاده

- Anonymous, 2006. Iran's Agricultural Statistics (Volume I), Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran.
- Jahanbazi L, Jafarzadeh AA, shahbazi F and Momtaz HR, 2013. Qualitative land suitability evaluation of Ahar Yakhfarvazan region for sugar beet, onion and maize by simple limitation and parametric square root methods. Water and Soil Science University of Tabriz 24(3): 121-132.
- Montakhabi V, Jafarzadeh AA and Shahbazi F, 2012. Qualitative land Suitability Evaluation of Karkaj research station for sugarbeet, onion and sunflower by simple and parametric square root methods. Water and Soil Science University of Tabriz 23(2): 1-12.

- Albaji M, Naseri AA, Papan P and Nasab SB, 2009. Qualitative evaluation of land suitability for principal crops in the West Shoush Plain, Southwest Iran. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 15(2): 135-145.
- Alexandratos N and Bruinsma J, 2012. World agriculture towards 2030/2050. The 2012 Revision. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>.
- Anonymous, 2004. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Anonymous, 2014. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome, Italy.
- Burt R, 2004. Soil Survey Laboratory (Methods Manual). SSIR 42, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Coyle C, Creamer RE, Schulte RP, O'Sullivan L and Jordan P, 2016. A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. *Environmental Science & Policy* 56: 39-48.
- Gee GW and Or D, 2002. Particle-size analysis. Pp. 255–293. In: Dane JH and Topp GC (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 4: Physical Methods*, Soil Sci Soc Am Book Series no 5 Soil Sci Soc Am, Madison, Wisconsin, USA.
- Jafarzadeh AA and Abbasi G, 2006. Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize, and alfalfa on soils of the khalat Pushan research station. *Biologia* 61(19): 349-352.
- Khidir SM, 1986. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. Ph.D. thesis, State University of Ghent, Belgium.
- Mahler PJ, 1970. Manual of multipurpose land classification. Publ. No. 212. Soil Institute of Iran. Ministry of Agriculture, Tehran. 81p.
- McKenzie N, Grundy M, Webster R and Ringrose VA, 2008. Guideline for Surveying Soil and Land Resources, Part 1: Rationale for Land Resource Assessment, Australian Soil and Land Survey Handbook Series, CSIRO Publishing, Collingwood Victoria 3066, Australia.
- Mustafa AA, Singh M, Sahoo RN, Ahmed N, Khanna M, Sarangi A and Mishra AK, 2011. Land suitability analysis for different crops: a multi criteria decision making approach using remote sensing and GIS. *Researcher* 3(12): 61-84.
- Nelson RE, 1982. Carbonate and gypsum. Pp. 181–196. In: Page AL (ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 2: Microbiological and Biochemical Properties*, Soil Sci Soc Am Book Series no 5 Soil Sci Soc Am, Madison, Wisconsin, USA.
- Rhoades JD, Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loeppert RH, Soltanpour PN and Sumner ME, 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. Pp. 417-435. In: Bartels JM and Bigham JM (eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, Soil Sci Soc Am Book Series no 5 Soil Sci Soc Am, Madison, Wisconsin, USA.
- Sys C, Van Ranst E and Debaveye J, 1991. Land evaluation, Part II: Methods in land evaluation. General Administration for Development Cooperation, Agri. Publ. No: 7, Brussels, Belgium, 247 p.
- Teka K and Haftu M, 2012. Land suitability characterization for crop and fruit production in midlands of Tigray, Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science* 4(1): 64-76.
- Van Diepen CA, Van Keulen H, Wolf J and Berkhout JAA, 1991. Soil fertility research and land evaluation. Pp. 141-143. In: Stewart BA (ed.), *Advances in Soil Science, Part 4: Land Evaluation: From Intuition to Quantification*, Springer-Verlag, New York Inc.
- Van Wambeke AR, 2000. The newhall simulation model for estimating soil moisture and temperature regimes. Pp. 50-60. In: Berdanier CR (eds). *Java Newhall Simulation Model, Part 2: User guide*, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.