

## تهیه نقشه رقومی خاک با مدل جنگل‌های تصادفی و ارزیابی تناسب اراضی برای بخشی از منطقه آبیک، استان قزوین

- ❖ سید عرفان خاموشی؛ دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ فریدون سرمدیان\*؛ استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ علی کشاورزی؛ استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

### چکیده

خاک یک محیط پویا بوده و با مدیریت و کاربری ناصحیح اراضی، به راحتی مستعد تخریب می‌گردد. بنابراین افزایش تخریب این منبع محدود، امنیت غذایی جهان را شدیداً در معرض خطر قرار می‌دهد. لذا استفاده مناسب و پایدار از اراضی به امری مهم و اجتناب‌ناپذیر مبدل شده است. هدف از مطالعه حاضر تهیه نقشه رقومی خاک با استفاده از مدل درخت تصمیم به منظور ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی در منطقه آبیک استان قزوین، جهت اهداف مدیریتی و برنامه‌ریزی برای استفاده پایدار از اراضی است. بدین منظور، با استفاده از روش مکعب لاتین م شروط اقدام به نمونه‌برداری از منطقه شد و پس از انجام آنالیزهای آزمایشگاهی، با استفاده از مدل جنگل‌های تصادفی اقدام به مدل‌سازی و تهیه نقشه خاک منطقه شد. همچنین از روش پارامتریک، ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات غالب در منطقه استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که در ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی با آبیاری سطحی ۷۵/۲۷ درصد از کل منطقه در کلاس S2 و ۲۴/۷۳ درصد از اراضی در کلاس S3 قرار دارند. در ارزیابی تناسب اراضی برای ذرت با آبیاری سطحی ۱۴/۷۸ درصد از اراضی در کلاس S1، ۸۴/۸۲ درصد در کلاس S2 و ۰/۳۹ درصد از اراضی نیز در کلاس S3 قرار گرفت. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای یونجه با آبیاری سطحی نشان داد که ۱۱/۱۰ درصد از اراضی در کلاس S1، ۸۸/۴۹ درصد در کلاس S2 و ۰/۴ درصد نیز در کلاس S3 قرار گرفتند.

کلید واژگان: روش پارامتریک ریشه دوم، مکعب لاتین مشروط، گندم، ذرت، یونجه، قزوین.

## ۱. مقدمه

دولت‌ها و سازمان‌های برنامه‌ریز به‌طور مؤثر برای افزایش استفاده از توان اراضی نیاز به اطلاعاتی در مورد ظرفیت زمین‌های کشاورزی دارند. مؤسسات مدیریت منابع که معمولاً با داده‌های محدود پایه کار می‌کنند، به دنبال راه‌های خلاقانه برای پاسخگویی به تقاضای رو به رشد اطلاعات مربوط به منابع زمین هستند. در زمینه جهانی، نیاز به تکنیک‌های ارزیابی عملی و کارآمد برای شناسایی مناطق باقیمانده زمین‌های زراعی در سراسر جهان و همچنین خاک‌های مناسب برای توسعه پایدار کشاورزی وجود دارد [۱۰]. ارزیابی تناسب اراضی در استفاده مؤثر از اراضی یک منطقه نقش مهمی ایفا می‌کند، زیرا به دلیل فشارهای روزافزون افزایش جمعیت، استفاده متناسب با توان اراضی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۹]. از طرف دیگر در مناطق نیمه‌خشک جهان دسترسی به زمین‌های کشاورزی مطلوب محدود است و این افزایش فشار بر اراضی به‌نوبه خود منجر به فرسایش و تخریب اراضی می‌شود [۶].

ارزیابی اراضی بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی برای مدیریت پایدار است. در اصل، هدف از ارزیابی اراضی مقایسه و تطبیق هر یک از استفاده‌های بالقوه اراضی با خواص منحصر به فرد اراضی، برای واحدهای اراضی است [۲۶]. بنابراین به نظر می‌رسد انجام مطالعات ارزیابی دقیق و قابل اعتماد به‌منظور توسعه برنامه‌ریزی‌های استفاده از اراضی امری اجتناب‌ناپذیر باشد. همان‌طور که امروزه در بیشتر کشورهای در حال توسعه، ارزیابی تناسب اراضی به‌عنوان عامل اصلی برای انتخاب محصول سازگار با خاک و شرایط محیطی در نظر گرفته می‌شود [۱۶].

انسانی مشهود است [۱۴]. در این راستا می‌توان از نقشه‌های خاک، به‌عنوان منابع معمول و اصلی اطلاعات منابع اراضی نام برد [۴]. اغلب نقشه‌های خاک به‌عنوان منبع داده‌هایی از خاک محسوب می‌شوند که در جهت تصمیم‌گیری راجع به تناسب اراضی برای اهداف مختلف، استفاده می‌شوند [۸]. نقشه‌برداری رقومی خاک امروزه نه تنها به‌عنوان یک روش برای پیش‌بینی کلاس‌ها و خصوصیات خاک، بلکه به‌عنوان ابزاری در جهت ارزیابی خاک و قابلیت‌های استفاده آن نیز شناخته شده است. به‌طور کلی، سه‌گام اصلی در نقشه‌برداری رقومی خاک وجود دارد، گام اول، داده‌های ورودی، با تولید نقشه‌های پایه، اندازه‌گیری و کالیبراسیون متغیرهای کمکی مکانی به‌هم‌پیوسته از داده‌های در دسترس شروع می‌شود [۱۳]. گام دوم، برآورد یا تخمین خصوصیات خاک است. این خصوصیات با استفاده از روابط کمی بین اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای خاک و متغیرهای کمکی مکانی پیوسته، به دست می‌آید. گام سوم، خواص مکانی خاک به دست آمده، برای پیش‌بینی بیشتر توابع دشوار خاک، مانند اندازه‌گیری مقدار آب خاک در دسترس، تراکم کربن و تثبیت فسفر استفاده می‌شود [۱۸].

از روش‌های نوین در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در یک منطقه و تهیه نقشه رقومی خاک، می‌توان به استفاده از مدل جنگل‌های تصادفی اشاره کرد. جنگل‌های تصادفی در حقیقت مجموعه‌هایی از درخت‌های پیش‌بینی کننده با احتمال یکسان و دارای پراکندگی یکسان هستند. اساس این روش بر انتخاب خطای داده‌های بزرگ‌تر به‌عنوان خطای اصلی و ایجاد همبستگی بین خطاهای دیگر داده‌ها به ترتیب است. همان‌گونه که مشهود است انتخاب خطای عمومی بر اساس بزرگ‌ترین داده‌ها، پیش‌بینی دقیق و قابل استنادی به ما می‌دهد؛ اما زمانی این پیش‌بینی دقیق‌تر هم می‌شود که داده‌های

به‌منظور بهره‌برداری بهینه از خاک لزوم یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی‌مدت در زمینه استفاده از اراضی بر اساس استعداد و نوع نیازهای جامعه امروز

برای انتخاب محصول سازگار با خاک و شرایط محیطی در نظر گرفته می‌شود [۱۶].

به‌منظور بهره‌برداری بهینه از خاک لزوم یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی‌مدت در زمینه استفاده از اراضی بر اساس استعداد و نوع نیازهای جامعه امروز

<sup>1</sup> Digital soil mapping

<sup>2</sup> Random Forests

منطقه و استفاده از خروجی های رقومی برای اعمال ارزیابی به سبک فائو [۱۰]، هدف از مطالعه حاضر تهیه نقشه رقومی خاک، برای به دست آوردن اطلاعات خاک منطقه جهت بررسی و اجرای برنامه های مدیریتی در آینده و استفاده از این نقشه در جهت ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات غالب منطقه هست. همچنین با تعیین کلاس های تناسب اراضی، عوامل محدودکننده نظیر خصوصیات خاک و اقلیم در جهت رسیدن به حداکثر محصول مشخص می گردد. این مطالعات بر مبنای راهنمای ارزیابی اراضی فائو (۱۹۷۶) [۷] و راهنمای ارزیابی اراضی انجام می گیرد [۲۱، ۲۲].

## ۲. روش شناسی

### ۱،۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۷۲۶۱ هکتار در شرق استان قزوین در محدوده شهرستان آبیک و بین  $36^{\circ}2'$  تا  $36^{\circ}5'$  عرض شمالی و  $50^{\circ}24'$  تا  $50^{\circ}29'$  طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۲۷۸ میلی متر و متوسط دمای سالانه  $14/88$  درجه سانتی گراد است. رژیم های رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب زریک و ترمیک طبقه بندی شدند. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا به ترتیب ۱۱۷۵ و ۱۴۵۹ متر است. برخی از گیاهان بومی منطقه مورد مطالعه شامل: گلرنگ وحشی (*Carthamus*)، کندگر وحشی (*Gundelia tournefortii L*)، گراس گرامینه (*Cortaderia Selloana Gold Band*)، پنیسک (*Geraminaceae*)، درمنه (*Artemisia siberia*)، تلخه بیان (*Malva sylvestris*)، گون (*Astragalus*)، تلخه بیان (*Sophora alopecuriodes*) و... محصولات زراعی در منطقه مورد مطالعه بیشتر گندم، ذرت، جو و یونجه هستند.

ورودی به مدل بدون اعمال تغییرات باشد [۲]. روش های بسیاری جهت استفاده در تعیین موقعیت های حفر پروفیل خاک وجود دارد که یکی از کارآمدترین روش های نمونه برداری هدفمند، روش مکعب لاتین مشروط است. این روش در سال ۲۰۰۶ توسط میناسنی و مک براتنی به منظور استفاده در تعیین نقاط نمونه برداری ارائه شد. روش ارائه شده بر پایه روش نمونه برداری مربع لاتین است که در سال ۱۹۷۹ تو مک کی پیشنهاد داده شد اما با این تفاوت که در روش مربع لاتین شرطی تمامی نقاطی که برای نمونه برداری مشخص می شود در جهان واقعی وجود دارند.

محققان بسیاری با استفاده از نقشه های رقومی خاک اقدام به ارزیابی تناسب اراضی در مناطق مختلف دنیا کرده اند. در مطالعه ای در دشت قزوین از نقشه رقومی خاک برای پهنه بندی تناسب اراضی محصولات زراعی غالب منطقه استفاده شد و نتایج نشان داد که نقشه های رقومی خاک می تواند مبنای بسیار خوبی برای مطالعات ارزیابی تناسب اراضی باشد [۱۶]. اخیراً نیز ارزیابی تناسب اراضی زمین های کشاورزی شمال کوئینزلند برای ۲۰ محصول مختلف با استفاده از تکنیک نقشه رقومی خاک انجام شد [۲۴]. در قسمتی از کشور ترکیه در ابتدا اقدام به تهیه نقشه خاک شد سپس با توجه به شرایط منطقه ۱۰ نوع کاربری اراضی و احتیاجات آن مشخص گردید، در نهایت خصوصیات واحد نقشه برداری با احتیاجات انواع کاربری مورد مقایسه قرار داده شد [۲۵]. همچنین در کشور موزامبیک از نتایج خروجی از نقشه رقومی خاک در جهت ارزیابی تناسب اراضی استفاده شد [۲۷]. در تا سمانی استرالیا نیز با هدف توسعه اراضی تحت آبیاری از تکنیک های نقشه رقومی خاک و تناسب اراضی بهره گرفته شد [۱۲].

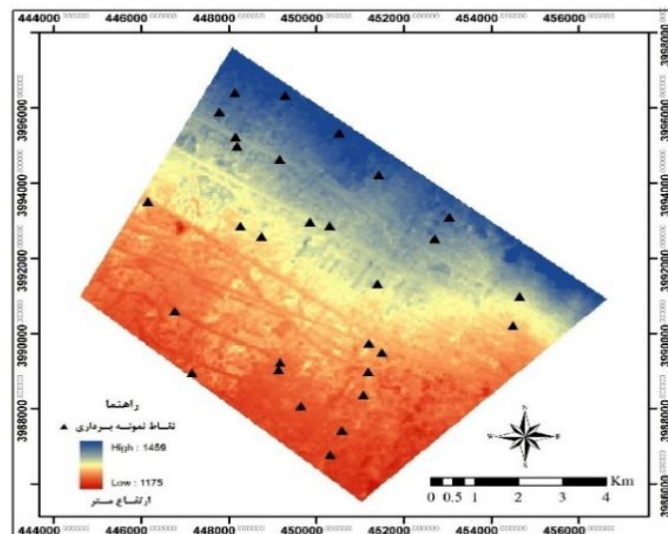
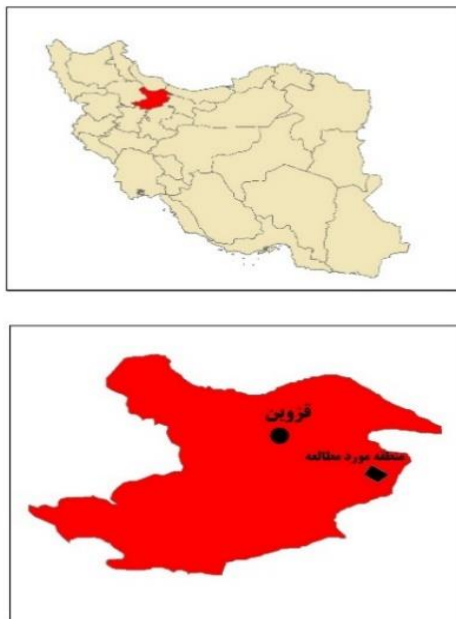
با توجه به اهمیت استراتژیک نقشه های پایه اراضی برای هر منطقه [۲۳] و کمبود اطلاعات مدیریتی در مناطقی با وسعت زیاد، نیاز به یک سری اطلاعات دیجیتالی و دقیق از خاک و ویژگی های آن در سراسر

<sup>1</sup> Conditioned Latin Hypercube

شد، نهایتاً ۹۷ نمونه خاک جمع‌آوری شد و برای انجام آزمایش‌های بافت خاک، واکنش خاک، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، آهک و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین تمامی پروفیل‌ها بر اساس روش طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) تشریح و طبقه‌بندی گردید.

## ۲.۲. نمونه‌برداری و تهیه نقشه رقومی خاک

برای تعیین نقاط حفر پروفیل‌ها از روش نمونه‌برداری مکعب لاتین مشروط<sup>۱</sup> [۱۵]، استفاده شد. با استفاده از دستگاه GPS و نقاط مشخص‌شده توسط روش مکعب لاتین مشروط، اقدام به حفر پروفیل‌ها توسط بیل مکانیکی



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و محل نقاط نمونه‌برداری

تمام لایه‌های کمکی به فرمت رستری با اندازه پیکسلی ۳۰ متر تهیه شدند، این اطلاعات به‌عنوان متغیرهای وابسته در مدل اسکورپن شناخته می‌شوند. تمامی اطلاعات با فرمت نهایی xlsx تبدیل شده و برای فرایند مدل‌سازی در نرم‌افزارهای مربوطه آماده شدند. پس از آماده‌سازی داده‌ها با استفاده از نرم افزار متلب ۲۰۱۵ اقدام به اجرای مدل گردید که در این تحقیق از مدل جنگل‌های تصادفی با اجرای ۵۰۰ درخت پیش‌بینی استفاده شد [۱۷].

پس از پایان آنالیزهای آزمایشگاهی با استفاده از داده‌های به دست آمده اقدام به نام‌گذاری خاک‌ها تا سطح فامیل بر اساس کلید رده‌بندی ۲۰۱۴ گردید و پس از مشخص شدن نام خاک‌ها آن‌ها کدگذاری شدند و متغیرهای کمکی (شیب، جهت شیب، ارتفاع شاخص‌های پوشش گیاهی، پوشش گیاهی اصلاح‌شده خاک و باندهای مستخرج از تصاویر ماهواره لند ست ۸)، برای هر کدام از پروفیل‌ها از طریق نرم افزار آرک جی ای اس استخراج شد و به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. همچنین

<sup>1</sup> Conditioned Latin Hypercube Sampling (cLHS)

<sup>2</sup> Key to soil taxonomy 2014

<sup>3</sup> MATLAB 2015

### ۳.۲. ارزیابی تناسب اراضی

پس از تهیه نقشه رقومی خاک، از واحدهای خاک به دست آمده (شکل ۲) به عنوان واحد اراضی برای ارزیابی تناسب اراضی محصولات گندم، ذرت و یونجه به روش فائو ۱۹۷۶ استفاده گردید [۷]. در این روش ابتدا محدود کننده ترین عوامل از خصوصیات اراضی تعیین شد، سپس در هر یک از واحدهای خاک با نیازهای رویشی گندم، ذرت و یونجه انطباق داده شد و از طریق روش پارامتریک [۲۲] و ریشه دوم (معادله ۱) کلاس نهایی اراضی تعیین گردید.

$$i = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله  $i$  شاخص اراضی،  $A, B, C, \dots$  درجات اختصاص داده شده به هر کدام از خصوصیات اراضی و  $Rmin$  خصوصیت با درجه حداقل می باشد. در روش پارامتریک به هریک از سطوح محدودیت درجه بندی در مقیاس ۱۰۰-۰ نسبت داده می شود و در نهایت شاخص نهایی اراضی از روش ریشه دوم به دست می آید و سپس با توجه به شاخص اراضی، کلاس تناسب اراضی به دست می آید (جدول ۱).

جدول ۱. طبقه بندی شاخص تناسب اراضی [۲۳]

کلاس تناسب		شاخص اراضی
تعاریف	علائم	
خیلی مناسب	S1	۱۰۰-۷۵
نسبتاً مناسب	S2	۷۵-۵۰
تناسب کم	S3	۵۰-۲۵
نامناسب	N	۲۵-۰

[۲۲] منطقه استخراج گردید که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

همچنین مشخصات اقلیمی بلندمدت ۲۰ ساله منطقه از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه جهت ارزیابی اقلیم

جدول ۲. آمار هواشناسی بلندمدت منطقه

DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JUL	JUN	MAY	APR	MAR	FEB	JAN	
۰/۲	۶/۱۱	۶/۸۴	۱۳/۲۴	۲۱/۲	۱۶/۷۴	۱۵/۶۴	۱۳/۰۸	۸	۲/۴	-۳/۰۶	-۲/۸۶	کمینه دما (C°)
۹	۱۵/۷۳	۲۴/۳۸	۳۱/۱۸	۳۲/۲	۳۵/۵	۳۲/۵۶	۲۶/۳۲	۲۰/۸	۱۳/۶	۹/۶	۶/۷۸	بیشینه دما (C°)
۴/۶	۱۰/۹۲	۱۵/۶۱	۲۲/۲۱	۲۶/۷	۲۶/۱	۲۴/۱	۱۹/۷	۱۴/۴	۸/۰	۳/۳	۱/۹۶	متوسط دما (C°)
۴۱	۳۴/۱	۲۳	۰/۱۸	۱/۱۵	۲/۳	۲/۸	۲۲/۸	۳۶/۶	۵۲/۲	۲۹/۸	۳۲/۵	میانگین بارندگی ماهانه (mm)
۶۹	۵۷	۴۹	۴۲	۴۱	۴۳	۴۲	۵۲	۵۵	۵۸	۶۴	۷۰	رطوبت نسبی (%)
۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۴	۱/۴۸	۱/۷۳	۱/۷۳	۱/۷۸	۱/۵۳	۱/۵۳	۱/۹۹	۱/۵۳	۰/۹۷	سرعت باد (m/s)
۴/۶	۶/۰۶	۸/۰۱	۱۰/۲	۱۱/۱	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۰/۴	۷/۴	۶/۴	۵/۷	۵/۱	ساعت آفتابی (h/day)

دست آمده در رده تقریباً عالی می باشد [۱۳] که بر پایه آن می توان گفت مدل جنگل‌های تصادفی پیش بینی مطلوبی را از کلاس‌های خاک انجام داده است. خاک‌های منطقه مورد مطالعه در قالب ۱۷ فامیل مختلف خاک در ۵

### ۳. نتایج

#### ۱.۳. نقشه رقومی خاک

نقشه رقومی خاک با ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰/۸۳ و ۸۷/۵ درصد به دست آمدند. ضریب کاپای به

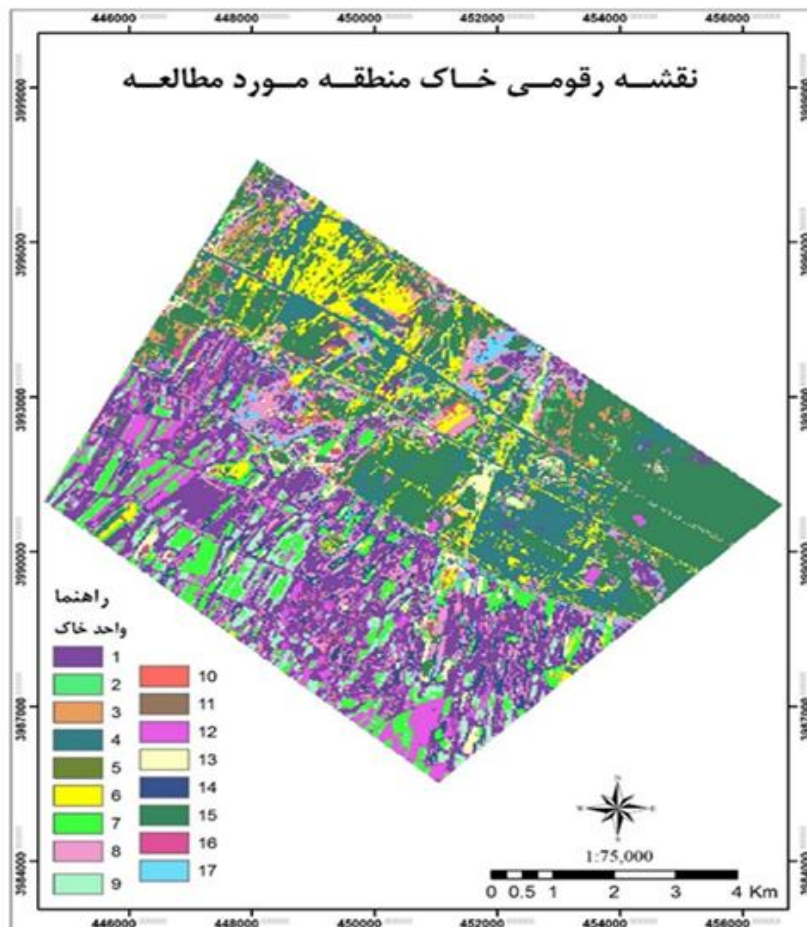
برای مرحله رسیدن میانگین درجه حرارت برابر با ۲۲/۴ شد که درجه بندی آن ۹۷ به دست آمد و در کلاس S1 طبقه بندی شد.

میانگین درجه حرارت در سیکل رشد ذرت برابر ۲۷/۲ درجه سانتی گراد می باشد که درجه بندی آن ۹۳ به دست آمد و در کلاس تناسب S1 قرار گرفت همچنین میانگین حداقل درجه حرارت در سیکل رشد برابر با ۲۴ درجه سانتی گراد بود و درجه بندی آن ۸۵ به دست آمد و کلاس تناسب اقلیمی آن S1 شد. درصد رطوبت نسبی در مرحله توسعه ۴۱/۷۶ درصد می باشد که درجه بندی آن ۸۴ به دست آمد و در کلاس S2 قرار گرفت همچنین میانگین درصد رطوبت نسبی در مرحله بلوغ ۴۸/۱ درصد می باشد که درجه بندی آن ۹۶ به دست آمد و کلاس طبقه بندی اقلیمی آن S1 شد.

زیرگروه ۴، گروه بزرگ، ۳ تحت رده و ۲ رده شناسایی شدند. جدول ۳ رده بندی واحدهای خاک را نشان می دهد، در شکل ۲ نیز واحدهای خاک در منطقه را نشان داده شده است.

### ۲،۳. نتایج ارزیابی اقلیم منطقه

میانگین درجه حرارت در سیکل رشد گندم برابر ۲۴/۲۸ درجه سانتی گراد می باشد که درجه بندی آن ۶۹ به دست آمد و در کلاس تناسب S2 قرار گرفت همچنین در مرحله رویشی درجه حرارت برابر با ۲۳/۲۴ درجه سانتی گراد بود و درجه بندی آن ۸۲ به دست آمد و کلاس تناسب اقلیمی آن S2 شد. میانگین درجه حرارت در مرحله گلدهی ۲۰/۴ درجه سانتی گراد بود که درجه بندی آن ۹۷ می باشد و در کلاس S1 قرار می گیرد.



شکل ۲. پیش بینی کلاس های خاک منطقه توسط مدل جنگل های تصادفی در سطح فامیل خاک (جدول ۳)

جدول ۳. نتایج رده‌بندی خاک‌های منطقه تا سطح فامیل

واحد خاک	فامیل خاک
۱	Coarse-loamy over fragmental, mixed, superactive, calcareous, thermic Typic Xerorthents
۲	Coarse-loamy over fragmental, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۳	Coarse-loamy over loamy skeletal, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۴	Coarse-loamy over sandy, mixed, superactive, calcareous, thermic Typic Xerofluvents
۵	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Fluventic Haploxerepts
۶	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۷	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerepts
۸	Fine-loamy over fragmental, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerepts
۹	Fine-loamy over sandy skeletal, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerepts
۱۰	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Fluventic Haploxerepts
۱۱	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۱۲	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerepts
۱۳	Loamy-skeletal over fragmental, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۱۴	Loamy-skeletal, mixed, superactive, calcareous, thermic Typic Xerofluvents
۱۵	Loamy-skeletal, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۱۶	Sandy skeletal, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts
۱۷	Sandy- skeletal, mixed, superactive, calcareous, thermic Typic Xerorthents

سطحی نشان داد که بیشترین و سعت منطقه مربوط به کلاس S2 و کمترین مساحت را کلاس S3 دارد. ضمناً در منطقه مورد مطالعه اراضی بدون محدودیت برای کشت گندم وجود ندارد (جدول ۵، شکل ۳).

در تعیین کلاس تناسب اراضی برای ذرت با آبیاری سطحی بیشترین و سعت منطقه مربوط به کلاس تناسب S2 و کمترین میزان مساحت مربوط به کلاس S3 است. همچنین ۱۴/۷۸ درصد از منطقه نیز برای کشت ذرت بدون محدودیت گزارش شده است (جدول ۶، شکل ۴).

نتایج روش ریشه دوم برای تعیین کلاس تناسب اراضی یونجه با آبیاری سطحی در منطقه نشان داد که ۱۱/۱۰ درصد از اراضی برای کشت این محصول هیچ‌گونه محدودیتی ندارند و همچنین بیشترین وسعت منطقه مربوط به کلاس S2 و کمترین وسعت مربوط به کلاس S3 است (جدول ۷، شکل ۵).

میانگین درجه حرارت در سیکل رشد یونجه یک ساله ۱۸/۲ بود که درجه‌بندی آن ۷۵ به دست آمد و در کلاس S2 قرار گرفت همچنین میانگین در صد رطوبت نسبی در کل سیکل رشد برابر ۵۲/۵ در صد بود که درجه‌بندی آن ۹۴ می‌باشد و در کلاس S1 قرار دارد.

### ۳.۳. نتایج کلاس تناسب اراضی

محدود کننده‌ترین عوامل برای تعیین کلاس تناسب اراضی شاخص‌های اقلیمی، شیب، واکنش خاک، کربن آلی خاک، آهک، میزان سنگریزه، بافت خاک و عمق خاک تعیین گردید که از پروفیل‌های شاهد در هر کدام از واحدهای خاک استخراج شده بود، (جدول ۴). پس از تعیین درجات مختلف هر کدام از شاخص‌ها از طریق روش ریشه دوم کلاس تناسب هر یک از محصولات گندم، ذرت و یونجه تعیین گردید.

نتایج کلاس تناسب اراضی منطقه برای گندم با آبیاری

جدول ۴. مشخصات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های شاهد

باق	عمق cm	EC dS/m	آهک %	OC %	رس %	سیلت %	شن %	بافت
پروفیل شماره ۱								
loamy fine sand	۲۵-۰	۰/۴۷۶	۲/۸۲	۰/۶۹	۴/۷۵	۱۱/۴۱	۸۳/۸۴	Ap
loamy fine sand	۵۳-۲۵	۰/۳۷۴	۴/۶۲	۰/۰۹	۴/۵۰	۱۲/۹۱	۸۲/۶۰	C1
fine sand	۱۶۰-۵۳	۰/۴۴۳	۳/۳۲	۰/۰۹	۴/۲۵	۳/۱۸	۹۲/۵۸	C2
پروفیل شماره ۲								
sandy loam	۲۵-۰	۰/۶۱۷	۲/۱۷	۱/۴۶	۱۵/۲۶	۲۲/۹۵	۶۱/۷۹	Ap
sandy loam	۸۵-۲۵	۰/۴۳۲	۱۲/۲۰	۰/۲۶	۱۵/۵۲	۲۵/۳۶	۵۹/۱۲	Bk
fine sand	۱۴۰-۸۵	۰/۳۹۳	۷/۳۶	۰/۳۴	۶/۲۵	۵/۲۷	۸۸/۴۸	C
پروفیل شماره ۳								
sandy loam	۱۵-۰	۰/۵۶۹	۱۰/۷۶	۱/۰۳	۱۱/۱۱	۲۹/۴۹	۵۹/۴۰	Ap
loam	۶۰-۱۵	۰/۳۹۸	۲۰/۲۲	۰/۶۱	۹/۳۵	۴۰/۲۹	۵۰/۳۶	Bk
sandy loam	۱۷۰-۶۰	۰/۹۴۷	۲۸/۴۵	۰/۵۴	۹/۵۰	۳۳/۸۶	۵۶/۶۴	Bck
پروفیل شماره ۴								
loamy fine sand	۲۰-۰	۰/۳۴۴	۴/۳۳	۰/۹۴	۹/۵۱	۵/۴۷	۸۵/۰۱	Ap
sandy loam	۶۰-۲۰	۰/۳۳۴	۲/۸۲	۰/۲۶	۱۰/۲۵	۱۳/۷۲	۷۶/۰۲	C1
loamy fine sand	۱۶۰-۶۰	۱/۳۷۵	۳/۹۰	۰/۲۶	۸/۰۰	۵/۷۴	۸۶/۲۶	C2
پروفیل شماره ۵								
sandy loam	۲۵-۰	۰/۴۰۲	۴/۱۹	۰/۶۹	۹/۵۱	۲۶/۲۲	۶۴/۲۶	Ap
sandy loam	۸۰-۲۵	۰/۲۷۵	۳/۵۴	۰/۲۶	۱۰/۳۰	۳۰/۶۹	۵۹/۰۲	Bk1
sandy loam	۱۱۰-۸۰	۰/۶۵۹	۸/۰۹	۰/۳۴	۱۴/۰۸	۲۴/۱۳	۶۱/۷۹	Bk2
sandy loam	۱۷۰-۱۱۰	۰/۶۵۰	۸/۵۲	۰/۴۳	۱۱/۰۳	۱۴/۰۶	۷۴/۹۱	C
پروفیل شماره ۶								
sandy loam	۲۰-۰	۰/۴۳۸	۱۰/۴۰	۰/۶۹	۱۴/۰۵	۱۹/۹۲	۶۶/۰۳	Ap
sandy loam	۶۰-۲۰	۰/۲۸۲	۱۵/۲۷	۱/۲۰	۱۱/۵۲	۲۲/۴۴	۶۶/۰۳	Bk1
sandy loam	۹۰-۶۰	۰/۴۱۳	۱۱/۴۰	۰/۱۷	۱۱/۵۲	۱۳/۶۲	۷۴/۸۶	Bk2
sandy loam	۱۷۰-۹۰	۰/۳۸۴	۱۰/۰۴	۰/۱۷	۱۴/۸۵	۲۳/۲۱	۶۱/۹۴	Bck
پروفیل شماره ۷								
loam	۲۵-۰	۰/۵۹۵	۶/۷۱	۰/۹۱	۱۵/۳۵	۳۵/۸۸	۴۴/۷۷	Ap
loam	۷۰-۲۵	۱/۴۶۹	۸/۵۲	۰/۴۸	۱۸/۴۳	۴۳/۲۶	۳۸/۳۱	Bw1
sandy loam	۱۳۰-۷۰	۱/۴۷۵	۶/۲۸	۰/۲۴	۱۲/۵۶	۳۲/۲۹	۵۵/۱۴	Bw2
پروفیل شماره ۸								
sandy loam	۲۰-۰	۰/۷۷۷	۶/۵۷	۰/۶۰	۱۳/۷۵	۲۴/۲۰	۶۲/۰۵	Ap
sandy loam	۵۰-۲۰	۰/۶۳۸	۳/۰۳	۰/۳۴	۱۹/۵۸	۱۷/۵۲	۶۲/۹۰	Bw
loamy fine sand	۱۲۰-۵۰	۰/۴۴۳	۵/۷۰	۰/۰۹	۶/۲۵	۶/۲۴	۸۷/۵۱	C
پروفیل شماره ۹								
loam	۲۰-۰	۰/۶۲۹	۵/۲۷	۱/۲۱	۲۳/۱۸	۳۲/۳۸	۴۴/۴۴	Ap
loam	۴۰-۲۰	۰/۷۲۷	۶/۹۳	۰/۹۷	۲۱/۳۵	۳۱/۱۸	۴۷/۴۷	Bw1
sandy loam	۷۰-۴۰	۰/۷۲۶	۶/۵۰	۰/۳۰	۱۱/۵۰	۱۸/۸۳	۶۹/۶۷	Bw2

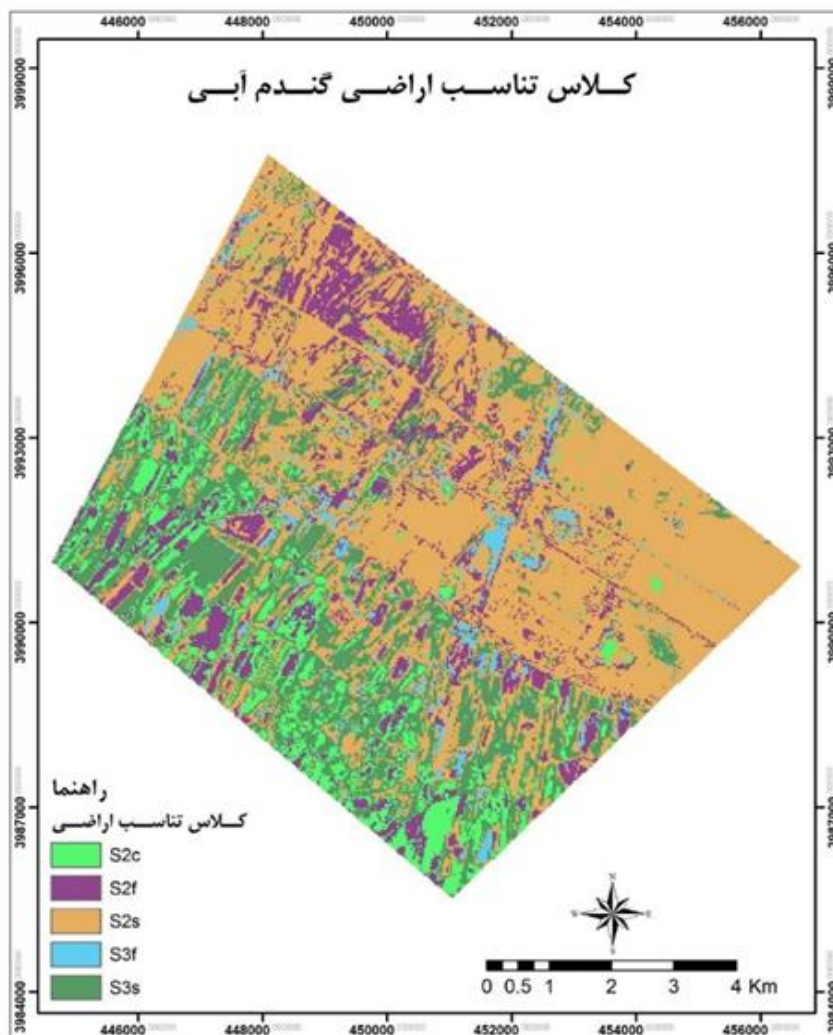


## ادامه جدول ۴.

بافت	شن %	سیلت %	رس %	OC %	آهک %	EC dS/m	عمق cm	افق
پروفیل شماره ۱۰								
loam	۴۵/۲۸	۴۰/۱۳	۱۴/۵۹	۰/۴۸	۷/۲۲	۱/۳۹۸	۳۰-۰	Ap
loam	۳۶/۰۷	۴۲/۰۱	۲۱/۹۱	۰/۴۲	۶/۱۴	۰/۴۳۴	۷۰-۳۰	Bw
sandy loam	۶۹/۸۴	۱۵/۳۵	۱۴/۷۹	۰/۱۸	۶/۱۴	۰/۶۷۶	۱۱۰-۷۰	Bk1
sandy loam	۵۶/۳۹	۲۶/۵۷	۱۷/۰۴	۱/۵۷	۹/۶۰	۰/۷۸۲	۱۶۰-۱۱۰	Bk2
پروفیل شماره ۱۱								
loam	۴۸/۷۷	۳۵/۳۴	۱۵/۸۹	۱/۴۶	۱۰/۹۰	۰/۳۷۱	۲۰-۰	Ap
clay loam	۳۷/۷۳	۳۲/۷۹	۲۹/۴۸	۰/۷۷	۲۳/۱۸	۰/۲۹۰	۴۰-۲۰	Bk1
loam	۳۸/۴۲	۳۶/۹۰	۲۴/۶۸	۰/۶۰	۳۴/۸۰	۰/۳۹۴	۷۰-۴۰	Bk2
sandy loam	۵۴/۲۰	۳۰/۱۹	۱۵/۶۲	۰/۲۶	۳۳/۳۶	۰/۶۱۴	۱۲۰-۷۰	Bck
پروفیل شماره ۱۲								
sandy loam	۵۳/۵۷	۲۹/۳۹	۱۷/۰۴	۱/۰۳	۴/۸۴	۰/۵۶۱	۲۵-۰	Ap
loam	۴۶/۳۷	۳۶/۸۶	۱۶/۷۷	۰/۸۶	۵/۴۲	۰/۸۰۶	۷۰-۲۵	C1
loam	۲۸/۷۳	۴۸/۰۹	۲۳/۱۸	۰/۳۴	۶/۷۱	۰/۵۶۲	۱۱۰-۷۰	C2
clay loam	۲۷/۴۷	۴۵/۲۷	۲۷/۲۷	۰/۳۴	۷/۳۶	۰/۴۱۰	۱۶۰-۱۱۰	2Bwb
clay loam	۲۸/۳۲	۴۱/۸۸	۲۹/۸۰	۰/۲۶	۱۱/۸۴	۰/۳۴۱	۱۹۰-۱۶۰	2Bkb
پروفیل شماره ۱۳								
sandy loam	۶۹/۵۹	۱۹/۶۴	۱۰/۷۷	۰/۷۷	۸/۳۸	۰/۴۱۴	۲۰-۰	Ap
sandy loam	۶۴/۳۰	۲۲/۶۸	۱۳/۰۲	۰/۴۳	۹/۱۷	۰/۴۴۳	۴۵-۲۰	Bw
sandy loam	۷۲/۱۷	۱۸/۳۲	۹/۵۱	۰/۱۷	۱۵/۳۱	۰/۳۲۶	۹۰-۴۵	Bck
پروفیل شماره ۱۴								
sandy loam	۵۴/۸۹	۳۰/۸۰	۱۴/۳۱	۱/۱۱	۵/۵۶	۰/۴۵۱	۳۰-۰	Ap
sandy loam	۵۵/۳۸	۳۵/۸۷	۸/۷۵	۰/۴۳	۵/۱۳	۰/۶۵۸	۶۰-۳۰	C1
fine sand	۹۱/۳۷	۴/۱۶	۴/۴۷	۰/۱۷	۲/۷۴	۰/۴۵۰	۱۰۰-۶۰	C2
silt loam	۲۹/۱۸	۵۲/۳۱	۱۸/۵۱	۰/۳۴	۱۱/۹۱	۰/۹۹۶	۱۶۰-۱۰۰	2Bkb
پروفیل شماره ۱۵								
loam	۴۱/۹۸	۴۴/۰۴	۱۳/۹۷	۱/۶۳	۱۸/۴۸	۰/۵۷۸	۲۰-۰	Ap
silt loam	۳۱/۱۴	۵۶/۹۷	۱۱/۸۹	۰/۵۱	۲۷/۲۹	۰/۶۰۳	۱۱۰-۲۰	Bk
loam	۳۹/۲۵	۴۰/۸۰	۱۹/۹۵	۰/۳۴	۴۴/۷۷	۰/۵۰۶	۱۶۰-۱۱۰	Bck
پروفیل شماره ۱۶								
sandy loam	۷۴/۳۸	۱۲/۰۹	۱۳/۵۳	۰/۸۵	۵/۹۲	۰/۴۸۸	۲۵-۰	Ap
sandy loam	۶۱/۹۴	۲۲/۵۴	۱۵/۵۲	۰/۳۶	۸/۶۶	۰/۶۲۰	۶۵-۲۵	Bk
پروفیل شماره ۱۷								
sandy loam	۶۸/۲۸	۲۲/۷۲	۹/۰۰	۰/۸۶	۹/۲۴	۰/۵۴۸	۲۰-۰	Ap
loamy fine sand	۷۹/۸۹	۱۱/۳۷	۸/۷۵	۰/۰۹	۶/۱۴	۰/۳۷۳	۱۴۰-۲۰	C

جدول ۵. کلاس تناسب اراضی منطقه برای گندم با آبیاری سطحی

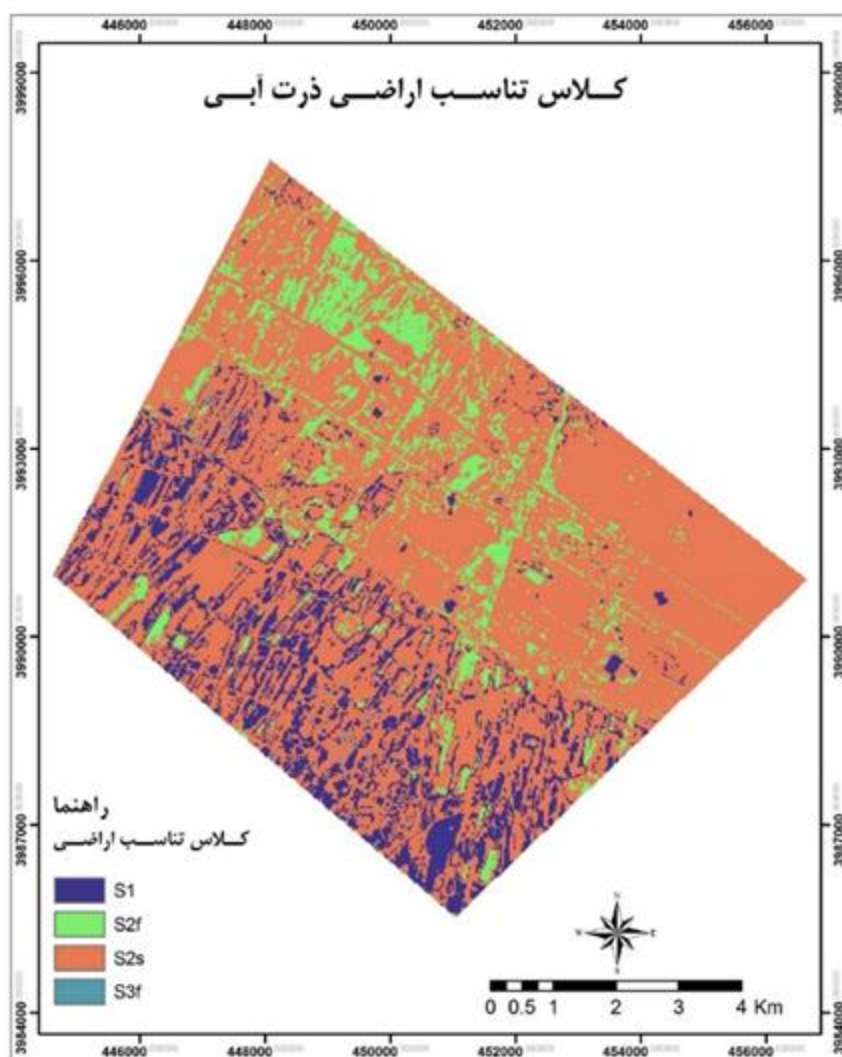
کلاس تناسب اراضی	مساحت (هکتار)	درصد
S2s	۳۶۹۰/۲۴	۵۰/۸۱
S2f	۱۰۷۴/۴۳	۱۴/۸
S2c	۷۰۱/۲۳	۹/۶۶
S3f	۲۷۸/۷۵	۳/۸۴
S3s	۱۵۱۶/۹۲	۲۰/۸۶



شکل ۳. نقشه کلاس تناسب اراضی برای گندم با آبیاری سطحی

جدول ۶. کلاس تناسب اراضی برای ذرت با آبیاری سطحی

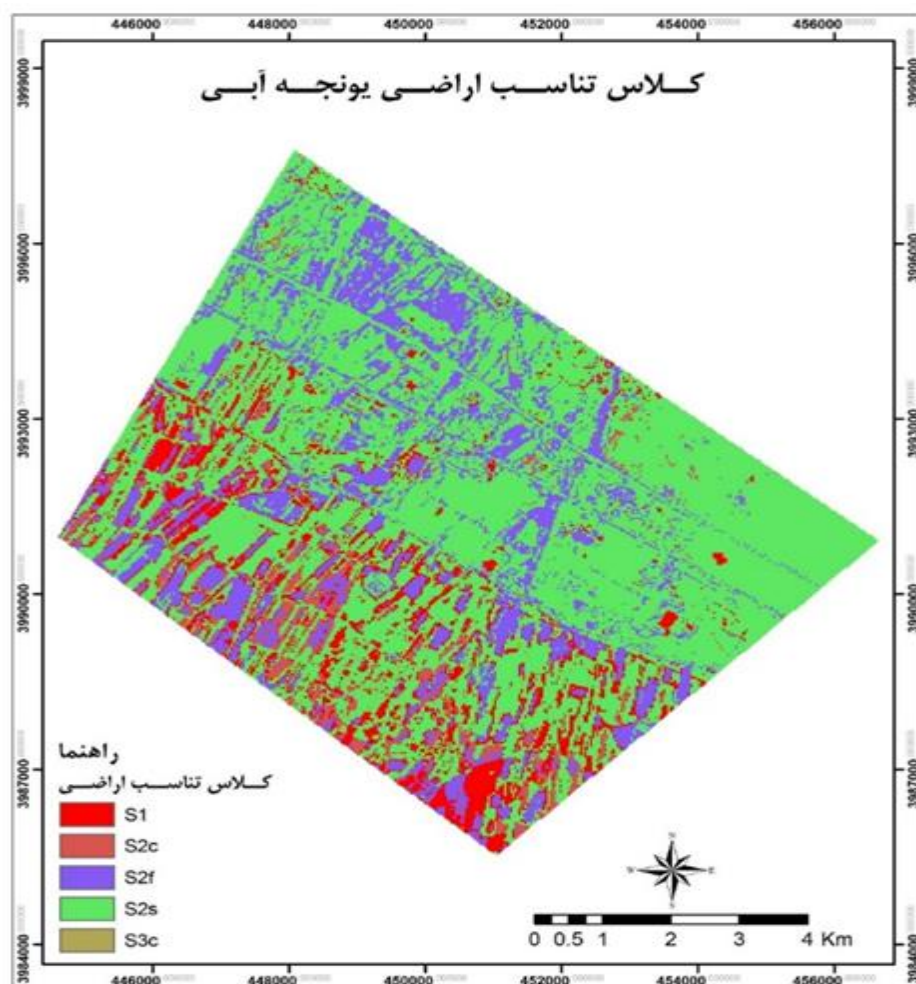
درصد	مساحت (هکتار)	کلاس تناسب اراضی
۱۴/۷۸	۱۰۷۳/۷۲	S1
۷۲/۵۲	۵۲۶۶/۰۸	S2s
۱۲/۳	۸۹۲/۹۲	S2f
۰/۳۹	۲۸/۸۶	S3f



شکل ۴. نقشه کلاس تناسب اراضی برای ذرت با آبیاری سطحی

جدول ۷. کلاس تناسب اراضی یونجه با آبیاری سطحی

کلاس تناسب اراضی	مساحت (هکتار)	درصد
S1	۸۰۶۳۸	۱۱/۱۰
S2s	۴۶۸۹/۵۳	۶۴/۵۸
S2f	۱۴۳۰/۹۱	۱۹/۷
S2c	۳۰۵/۹۰	۴/۲۱
S3c	۲۸/۸۶	۰/۴



شکل ۵. نقشه کلاس تناسب اراضی برای یونجه با آبیاری سطحی

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تشریح پروفیل‌ها و مطالعات صحرایی نشان داد که منطقه داری ۱۷ نوع خاک مختلف در سطح فامیل می‌باشد. نقشه رقومی خاک منطقه که با استفاده از متغیرهای کمکی مستخرج از مدل رقومی ارتفاع و تصاویر ماهواره لندست ۸ از طریق مدل جنگل‌های تصادفی با ضریب کاپای ۰/۸۳ تهیه شد، نشان از توانایی مناسب این مدل برای پیش‌بینی کلاس خاک منطقه دارد. همچنین این نتایج با نتایج محققان دیگر از لحاظ توانایی و دقت بالای مدل همخوانی داشت [۳، ۱۷]. بر اساس خروجی نقشه رقومی خاک، منطقه مورد مطالعه از دو نوع خاک انتی سول و اینسپتی سول‌ها تشکیل شده‌اند به طوری که در شمال و شمال غربی منطقه که از نظر ارتفاع بالاتر از قسمت‌های جنوبی است، فامیل خاک Loamy-skeletal, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerepts نوع خاک قالب منطقه است.

بیشترین کلاس تناسب اراضی منطقه برای گندم با آبیاری سطحی کلاس S2 با محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک (سنگریزه و بافت خاک) است. پژوهشگران دیگر، ارزیابی تناسب اراضی را برای گندم در بخشی از قزوین انجام دادند که نتایج آن‌ها نیز نشان داد بیشترین محدودیت اراضی منطقه مربوط به خصوصیات فیزیکی خاک بود [۱۹]. در تعیین کلاس تناسب اراضی برای ذرت با آبیاری سطحی کلاس تناسب S2 با محدودیت خواص فیزیکی خاک (بافت و سنگریزه) بود که نتایج به دست آمده با نتایج برخی دیگر از محققان که به ترتیب تعیین تناسب اراضی را برای ذرت در بخشی از ایران و نیجریه انجام دادند مطابقت نشان داد و آن‌ها نیز بیشتر محدودیت در کشت ذرت را مربوط به خصوصیات فیزیکی خاک گزارش

کردند [۱، ۱۱]. تعیین کلاس تناسب اراضی یونجه در منطقه نشان داد که بیشترین وسعت منطقه مربوط به کلاس S2 با محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک (بافت و سنگریزه) است. سایر محققان نیز نتایج مشابهی را برای ارزیابی کلاس تناسب اراضی محصول یونجه گزارش کردند [۵ و ۲۰]. به طور کلی در ارزیابی تناسب اراضی محصولات عمده منطقه، بیشترین کلاس تناسب اراضی برای هر سه محصول گندم، ذرت و یونجه، کلاس S2 با محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک شناسایی شده که در قسمت‌های شمالی منطقه که ارتفاع بیشتری دارند عمدتاً این محدودیت به خاطر وجود سنگریزه سطحی و تحتانی و عامل محدودکننده دیگر عمق خاک می‌باشد اما در قسمت‌های جنوبی محدودیت بیشتر بر اثر وجود بافت‌های درشت‌تر از لومی و همچنین محدودیت عمق خاک در بعضی مناطق نیز وجود سنگریزه مشاهده شد.

دو نوع عوامل محدودکننده در ارزیابی تناسب اراضی وجود دارند. نوع اول عواملی هستند که بعد عملیات مدیریتی و اصلاحی، از بین می‌روند مانند سنگریزه سطحی که با جمع‌آوری از بین می‌رود. نوع دوم عواملی هستند که تابع عملیات اصلاحی نیستند مانند بافت خاک. با توجه به این که در منطقه مطالعاتی هر دو این عوامل باعث ایجاد محدودیت خاک شده‌اند، در مکان‌هایی که دارای محدودیت سنگریزه هستند با استفاده از روش‌های مختلف جمع‌آوری سنگریزه به صورت دستی و مکانیزه می‌توان این محدودیت را از بین برد و باعث ارتقاء کلاس تناسب اراضی و افزایش محصول گردید. اما در مناطقی که بافت خاک ایجاد محدودیت می‌کند به دلیل اینکه این گونه محدودیت‌ها قابلیت اصلاح ندارند از محصولاتی استفاده شود که در بافت خاک موجود بهترین عملکرد را دارا باشند.

## References

- [1] Abagyeh, S. O. I., Idoga, S., and Agber, P. I. (2016). Land suitability evaluation for maize (*Zea mays*) production in selected sites of the Mid-Benue valley, Nigeria. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 4(3), 46-51.
- [2] Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- [3] Camera, C., Zomeni, Z., Noller, J. S., Zissimos, A. M., Christoforou, I. C., and Bruggeman, A. (2017). A high resolution map of soil types and physical properties for Cyprus: A digital soil mapping optimization. *Geoderma*, 285, 35-49.
- [4] Daigle, J. J., Hudnall, W. H., Gabriel, W. J., Mersiovsky, E., and Nielson, R. D. (2005). The National Soil Information System (NASIS): Designing soil interpretation classes for military land-use predictions. *Journal of terramechanics*, 42(3), 305-320.
- [5] Deng, F., Li, X., Wang, H., Zhang, M., Li, R., and Li, X. (2014). GIS-based assessment of land suitability for alfalfa cultivation: a case study in the dry continental steppes of northern China. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(2), 364-375.
- [6] Elaalem, M., Comber, A., and Fisher, P. (2011). A comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability. *Transactions in GIS*, 15(3), 329-346.
- [7] Agriculture Organization of the United Nations. Soil Resources, & Conservation Service. (1977). A framework for land evaluation. International Institute for Land Reclamation and Improvement.
- [8] Geypens, M., Vanongeval, L., Vogels, N., and Meykens, J. (1999). Spatial variability of agricultural soil fertility parameters in a Gleyic Podzol of Belgium. *Precision Agriculture*, 1(3), 319-326.
- [9] Gong, J., Liu, Y., and Chen, W. (2012). Land suitability evaluation for development using a matter-element model: A case study in Zengcheng, Guangzhou, China. *Land Use Policy*, 29(2), 464-472.
- [10] Harms, B., Brough, D., Philip, S., Bartley, R., Clifford, D., Thomas, M and Gregory, L. (2015). Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation. *Global Food Security*, 5, 25-36.
- [11] Jahanbazi, L., Jafarzadeh, A. A., Shahbazi, F., and Momtaz, H. R. (2014). Qualitative Land Suitability Evaluation of Ahar Yakhfarvazan for Sugar Beet, Onion and Maize by Simple Limitation and Parametric Square Root Methods. *Water and Soil Sciences*, 24(3), 121-132. (in persian)
- [12] Kidd, D. B., Webb, M. A., Grose, C. J., Moreton, R. M., Malone, B. P., McBratney, A. B., and Minasny, B. (2014). Operational digital soil assessment for enterprise suitability in Tasmania, Australia. *GlobalSoilMap: basis of the global spatial soil information system*. Taylor & Francis, London, 113-119.
- [13] Landis, J. R., and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.
- [14] McBratney, A. B. Santos, M. M. and Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1), 3-52.
- [15] McKenzie, N. J., Grundy, M. J., Webster, R., and Ringrose-Voase, A. J. (Eds.). (2008). *Guidelines for surveying soil and land resources*. Csiro Publishing.
- [16] Minasny, B. and McBratney, A. B. (2006). A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computers & Geosciences*, 32(9), 1378-1388.
- [17] Mousavi, S., Sarmadian, F., Alijani, Z., and Taati, A. (2017). Land suitability evaluation for irrigating wheat by Geopedological approach and Geographic Information System: A case study of Qazvin plain, Iran. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6(3), 275-284.
- [18] Rad, M. R. P., Toomanian, N., Khormali, F., Brungard, C. W., Komaki, C. B., and Bogaert, P. (2014). Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran. *Geoderma*, 232, 97-106.
- [19] Sanchez, P. A., Ahamed, S., Carré, F., Hartemink, A. E., Hempel, J., Huising, J and Minasny, B. (2009). Digital soil map of the world. *Science*, 325(5941), 680-681.

- [20] Sarmadian, F., and Taati, A. (2015). Agro-ecological zoning of the Qazvin area for wheat (*Triticum aestivum L.*) using RS and GIS. *Journal of Agroecology*, 7(3), 368-380. (in persian)
- [21] Servati, M., Jafarzadeh, A. A., Ghorbani, M. A., Shahbazi, F., and Davatgar, N. (2014). Land Suitability Evaluation for Alfalfa in Khajeh Region Using the Parametric Square Root method and Fuzzy Set Theory. *Water and Soil Sciences*, 24(2), 93-105. (in persian)
- [22] Sys, C. O., Van Ranst, E., Debaveye, J., and Beernaert, F. (1993). Land evaluation: Part III Crop requirements (Vols. 1-3). Bruxelles (Belgium): Administration Generale de la Cooperation au Developpement.
- [23] Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. (1991). Land evaluation part I, principles in land evaluation and crop production calculation. Agricultural Publication,
- [24] Taghizadeh-Mehrjardi, R., Sarmadian, F., Tazeh, M., Omid, M., Toomanian, N., Roustia, M. J., and Rahimian, M. H. (2014). Comparison of different sampling methods for digital soil mapping in Ardakan region. *Watershed Engineering and Management*, 6(4), 353-363.
- [25] Thomas, M., Clifford, D., Bartley, R., Philip, S., Brough, D., Gregory, L and Glover, M. (2015). Putting regional digital soil mapping into practice in Tropical Northern Australia. *Geoderma*, 241, 145-157.
- [26] Tunçay, T., Bayramin, I., Erpul, G., and Kibar, M. (2011). Physical land suitability classification in a semi-arid condition: The Çiçekdağı State Farm-Kirsehir, Turkey. *International Journal of Physical Sciences*, 6(12), 2973-2982.
- [27] Van Niekerk, A. (2010). A comparison of land unit delineation techniques for land evaluation in the Western Cape, South Africa. *Land Use Policy*, 27(3), 937-945.
- [28] Van Zijl, G. M., Bouwer, D., Van Tol, J. J., and Le Roux, P. A. L. (2014). Functional digital soil mapping: a case study from Namarroi, Mozambique. *Geoderma*, 219, 155-161.

