

## برنامه‌ریزی مدیریت پایدار اراضی کشاورزی به کمک مدل سازی ارزیابی اراضی و فن آوری سنجش از دور در منطقه خشک ایوانکی، استان سمنان

اردوان کمالی\*<sup>۱</sup>

[a.kamali@vru.ac.ir](mailto:a.kamali@vru.ac.ir)

فریدون سرمدیان<sup>۲</sup>

شهلا محمودی<sup>۲</sup>

### چکیده

ارزیابی تناسب اراضی یا تعیین درجه سازگاری آنها برای کاربریهای مختلف، قدمی منطقی در دستیابی به مدیریت پایدار اراضی است. در این تحقیق، درجه سازگاری اراضی منطقه خشک ایوانکی برای محصولات گندم پاییزه، ذرت، یونجه و خربزه فاریاب توسط مدل آلماگرا از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری میکرولیز و فن آوری سنجش از دور تعیین گردید. برای این منظور، پس از طبقه‌بندی رقومی تصاویر ماهواره استر و حفر و تشریح تعدادی پروفیل و مته درون واحدهای به دست آمده، خصوصیات خاک و اراضی از پروفیل‌های شاهد هر واحد خاک استخراج گردیده و در پایگاه داده‌های خاک سامانه میکرولیز ذخیره شدند. در مرحله بعدی، میانگین وزنی خصوصیات خاک تا عمق یک متری محاسبه شده و برای به دست آوردن درجه انطباق واحدهای خاک با کاربریهای ذکر شده، به مدل آلماگرا معرفی گردیدند. سپس برای توجیه دقیق نتایج با منطقه مورد مطالعه و اطلاع از موقعیت مکانی هر یک از کلاسهای به دست آمده، نقشه‌های تناسب اراضی از تلفیق خصوصیات خاک و نتایج به دست آمده از مدل آلماگرا، در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شدند.

بر اساس نتایج این تحقیق، در حدود ۵۱ درصد اراضی مورد مطالعه از سازگاری خوب تا متوسط برای محصولات انتخاب شده برخوردار می‌باشند. شوری، سدیمی بودن و بافت خاک، محدودیتهای عمده در تولید محصولات مورد بحث در این منطقه شناخته شدند. بر این اساس، اولویت انتخاب محصولات در این منطقه بر حسب بیشترین تولید و کمترین تخریب پذیری به ترتیب شامل گندم، یونجه، خربزه و ذرت تعیین گردید. استفاده از فن آوری سنجش از دور همراه مدل به کار رفته در این تحقیق، علاوه بر افزایش سرعت جمع‌آوری داده‌ها، قابلیت مدل‌سازی ارزیابی اراضی و مکانی نمودن نتایج را از طریق تولید لایه‌های اطلاعاتی رقومی و زمین مرجع مورد نیاز سیستم اطلاعات جغرافیایی افزایش داد.

**کلمات کلیدی:** سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، مدیریت پایدار، اراضی، سنجنده استر.

۱- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران (مسئول مکاتبات).

۲- استاد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

## مقدمه

است و مهمترین خصوصیات اراضی مؤثر بر روی کاربریهای کشاورزی مختلف را ارزیابی می نماید. در طول سالهای گذشته سامانه میکرولیز به عنوان یک سیستم هوشمند به منظور غلبه بر طیف وسیعی از مشکلات زیست محیطی در مناطق مختلفی از دنیا به ویژه نواحی نیمه خشک به کار رفته است. مدل آلماگرا از سیستم مذکور در مناطق سردسیر سیبری (۹) و همچنین در مناطقی از مصر (۱۰ و ۱۱) با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه استفاده از مدل آلماگرا به منظور دستیابی به توسعه پایدار اراضی در مناطق خشک ایران و به طور موردی، در منطقه ایوانکی استان سمنان می باشد. از آن جا که تفسیر رقومی تصاویر ماهواره ای، که اغلب به منظور شناسایی منابع اراضی و تهیه نقشه های موضوعی از آنها مورد استفاده قرار می گیرند، بخشی جدایی ناپذیر از مطالعات مدیریت اراضی می باشند، در این تحقیق اهمیت پردازش تصاویر ماهواره ای، در ارتقای قابلیت های مدل ارزیابی آلماگرا مورد بحث قرار گرفته است.

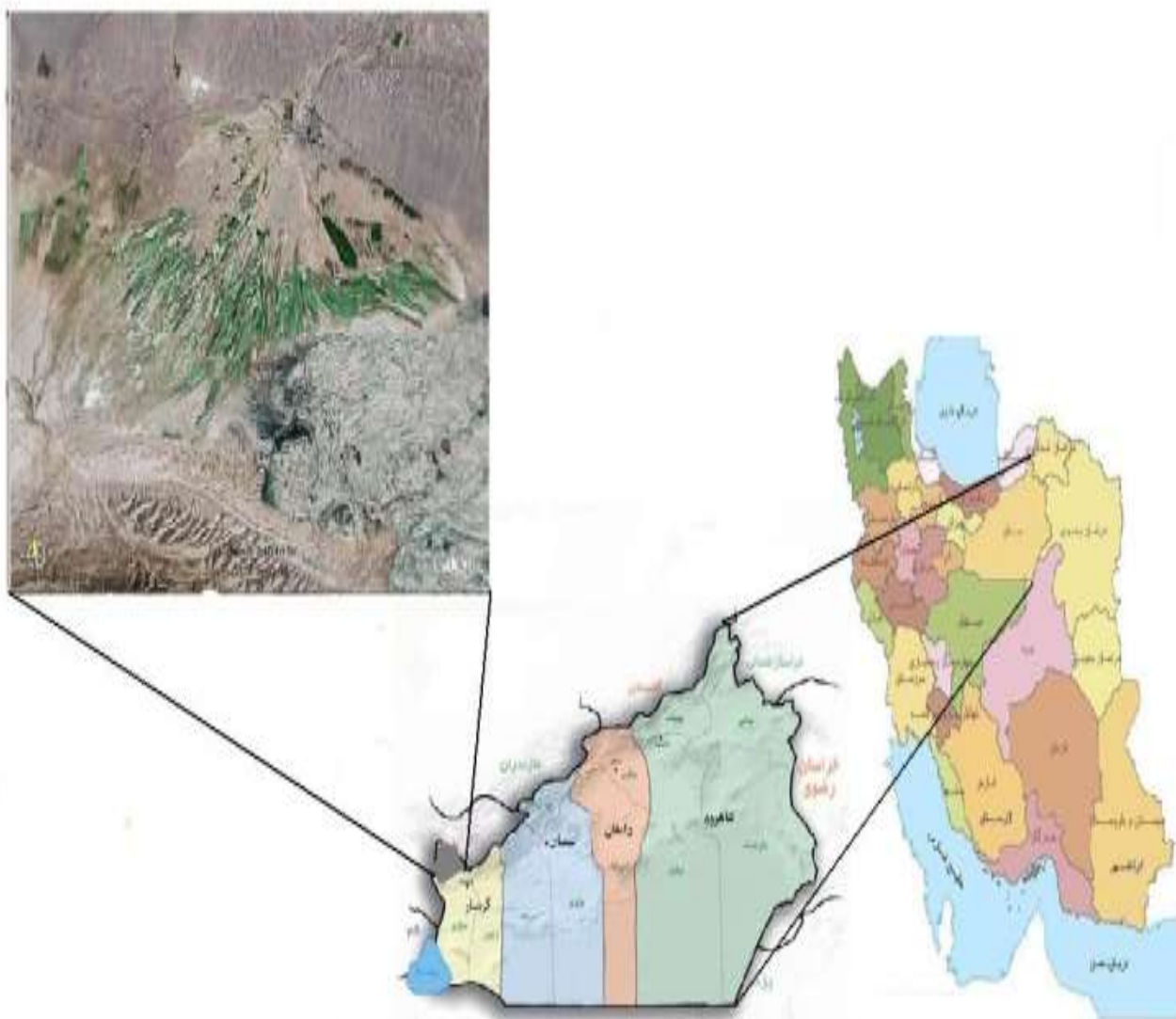
## روش بررسی

بخشی از اراضی شهرستان ایوانکی استان سمنان (شکل ۱) به مساحت حدود ۱۵۰۰۰ هکتار، واقع در بین طولهای جغرافیایی '۵۵° ۵۱ تا '۱۰° ۵۲ شرقی و عرضهای جغرافیایی '۱۵° ۳۵ تا '۲۳° ۳۵ شمالی برای این مطالعه انتخاب گردید. منطقه مورد مطالعه بر روی رسوبات آبرفتی دوران چهارم زمین شناسی و مارنهای گچی و آهکی میوسن - الیگوسن قرار گرفته است و شامل فیزیوگرافیهای آبرفتها و واریزه های بادبزی شکل سنگریزه دار، دشتهای دامنه ای، دشتهای سیلابی و اراضی پست می باشد. شیب منطقه از ۰ تا ۸ درصد متغیر بوده و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۹۰۰ تا ۱۰۷۵ متر است. عمده ترین کاربریهای کشاورزی در منطقه مشتمل بر باغهای انار، زیتون، پسته و محصولات زراعی و جالیزی می باشد.

استفاده بیش از حد توان از اراضی و بدون توجه به محدودیتهای موجود در آنها، در پی افزایش روز افزون جمعیت و کاهش اراضی قابل کشت در سالیان اخیر به چالش عمده مدیریت پایدار اراضی تبدیل شده است (۱). ارزیابی اراضی، یا برآورد پاسخ زمین قبل از به کار بردن آن برای استفاده های مختلف، نخستین قدم در دستیابی به توسعه پایدار اراضی است (۲). سازمان خوار و بار جهانی (۱) چهارچوبی را برای ارزیابی اراضی ارائه نموده که نقطه عطفی در مطالعات ارزیابی اراضی است. چهارچوب مذکور برخلاف روشهای پیشین (۳ و ۴) که اراضی را صرفاً برای اهداف عمومی طبقه بندی می نمودند، ارزیابی اراضی برای اهداف خاص را گام مؤثری در آمایش سرزمین دانسته است (۱ و ۲). بر این اساس، استقرار سیستمهای مدیریتی پایدار در اراضی، علاوه بر مطالعه خصوصیات خاک و منطقه، مستلزم بررسی دقیق نیازهای اقلیمی محصولات و شرایط مدیریتی است (۱ و ۵). با این حال تجزیه و تحلیل و ادغام هم زمان چنین حجم وسیعی از داده ها، از پیچیدگیهای مطالعات ارزیابی اراضی به شمار می رود (۶). امروزه با توسعه کامپیوتر و ظهور سیستمهای پشتیبان تصمیم گیری<sup>۱</sup>، مدیریت، تلفیق و ارتباط داده ها، همچنین نمایش نتایج با دقت و سهولت بیشتری انجام می گیرد. سیستمهای پشتیبان تصمیم گیری که از تعدادی پایگاه داده های مرتبط به هم، مدلهای کامپیوتری و ابزارهای مکانی نمودن<sup>۲</sup> نتایج تشکیل شده اند (۲)، تمام اطلاعات مورد نیاز برای اتخاذ بهترین تصمیم را با یکدیگر تلفیق و سازماندهی می نمایند (۷).

سامانه میکرولیز<sup>۳</sup> یکی از سیستمهای مذکور است که برای ارزیابی تناسب و تخریب پذیری اراضی در مناطق مدیترانه ای مورد استفاده قرار گرفته است (۲). زیر مدل آلماگرا<sup>۴</sup> از مدل میکرولیز، نرم افزاری رایانه ای است که بر اساس چهارچوب فائو (۸ و ۱) برای تعیین تناسب اراضی، طراحی شده

- 1- Decision Support Systems
- 2- Spatialization
- 3- MicroLEIS
- 4- Almagra



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه براساس روش آمبرژه دارای اقلیم خشک سرد بوده و با توجه به آمار هواشناسی موجود (جدول ۱)، رژیم رطوبتی خاک، اریدیک<sup>۱</sup> و رژیم حرارتی خاک، ترمیک<sup>۲</sup> تعیین گردید.

داده های اقلیمی منطقه از آمار ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) ایستگاه سینوپتیک گرمسار که نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه است استخراج گردید (جدول ۱) و به منظور تأمین اطلاعات مورد نیاز در تعیین بهترین کاربری به پایگاه داده های اقلیمی سیستم میکرولیز وارد شدند.

جدول ۱- داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک گرمسار مربوط به دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۸۶)

بارندگی (میلی‌متر)	دما (درجه سانتی‌گراد)			ماه
	میانگین روزانه	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	
۴/۲	۱۹/۵	۳۶/۴	۴	مهر
۱۲/۲	۱۲	۲۷/۲	-۵/۴	آبان
۱۳/۲	۶/۵	۲۲/۲	-۸/۶	آذر
۱۵/۱	۴/۸	۲۰/۸	-۱۱	دی
۱۳/۱	۷/۱	۲۳	-۱۱/۲	بهمن
۲۸/۶	۱۱/۷	۲۹/۶	-۷	اسفند
۲۱/۱	۱۸/۳	۳۶/۶	۰/۸	فروردین
۱۱/۵	۲۳/۶	۴۰/۸	۳/۸	اردیبهشت
۰/۹	۲۹/۳	۴۵	۱۳	خرداد
۳/۲	۳۲	۴۷	۱۶/۴	تیر
۱/۲	۳۱	۴۶	۱۵/۶	مرداد
۰/۱	۲۶/۲	۴۱	۸/۴	شهریور
۱۲۴/۴	۱۸/۵	۴۷	-۱۱/۲	میانگین سالانه

درصد و جهت شیب و نوع مواد مادری، پس از مشخص نمودن محل نقاط مطالعاتی بر روی تصاویر ماهواره ای و توسط سامانه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۳</sup> در صحرا، انجام گردید. نقشه خاک منطقه، پس از اعمال فیلتر و ادغام کلاسهای یکسان به دست آمده از طبقه بندی رقومی و بعد از کنترل صحرایی مرز واحدهای خاک، در سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۴</sup> تهیه شد (شکل ۳).

به منظور تعیین درجه سازگاری یا تناسب اراضی برای کاربریهای خاص، پس از جمع آوری اطلاعات مربوط به خاک و اراضی، شرایط محیطی لازم در تولید بیشترین عملکرد هر یک از کاربریهای مورد نظر، از منابع مختلف استخراج می‌گردد. در مرحله بعدی، درجه استعداد اراضی برای کاربریهای تعیین شده، از طریق مقایسه یا انطباق خصوصیات اراضی با نیازهای کاربریهای اراضی مشخص می‌شود. در این تحقیق، درجه انطباق اراضی برای محصولات گندم، یونجه، ذرت و خربزه فاریاب توسط مدل آماگرا مورد مطالعه قرار گرفته است. خصوصیات اقلیمی در سیستم میکرولیز، با توجه به تعداد ماههایی که درجه حرارت از ۶ درجه سانتی‌گراد کمتر است و میزان کمبود

اطلاعات خاک منطقه از طریق پردازش رقومی تصاویر ماهواره-ای و حفر پروفیل و مته درون واحدهای تفکیک شده، جمع آوری گردید. استفاده از تصاویر سنجنده استر<sup>۱</sup> در مطالعات مدیریت منابع اراضی به دلیل دسترسی آسان، قدرت تفکیک مکانی مناسب (۱۵ متر برای باندهای مرئی) و ارزان بودن تصاویر آن در حال گسترش می باشد (۱۲). وجود تعداد نسبتاً زیاد باندها در محدوده مادون قرمز و همچنین طیف حرارتی، تشخیص انواع پوشش گیاهی و تفکیک خاکهای شور و گچی را از سایر خاکها تسهیل نموده است (۱۳، ۱۴ و ۱۵). لذا در تحقیق حاضر، تصاویر مذکور به عنوان مبنای تهیه نقشه خاک مورد استفاده قرار گرفتند. برای این منظور تمامی باندهای تصاویر استر(سطح ب) مربوط به منطقه مورد مطالعه پس از انجام تصحیحات هندسی، مورد طبقه بندی نظارت شده قرار گرفتند. مطالعات صحرایی با حفر مته<sup>۲</sup> و پروفیل، به منظور کنترل مرز واحدها و نمونه‌برداری برای انجام آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی انجام شد. نمونه‌برداری به صورت تصادفی طبقه بندی شده و بر اساس وسعت واحدها، نوع فیزیوگرافی،

3-Global positioning system (GPS)  
4-Geographic Information System (GIS)

1-ASTER  
2-Auger

مطالعه در سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه های تناسب اراضی برای محصولات مورد بحث تولید شدند.

#### یافته ها

در این مطالعه از مقایسه کلاسهای به دست آمده در تصویر طبقه بندی شده با واقعیت زمینی همان پدیده ها (از طریق بازدیدهای صحرایی) و بررسی شاخصهای ضریب کاپا<sup>۱</sup>، دقت کلی، دقت کاربر و دقت تولید کننده، برای ارزیابی دقت طبقه بندی استفاده شد. مقادیر عوامل یاد شده (به ترتیب برابر ۰/۷۴۵، ۰/۷۹۴، ۷۵/۸۴ و ۷۷/۲۶ درصد) نشان می دهد که طبقه بندی انجام شده (شکل ۲) از مقبولیت مطلوبی برای تهیه نقشه خاک برخوردار است.

رطوبت در طول دوره رشد گیاه، به ترتیب به منظور تعیین خطر یخبندان و کاهش عملکرد در اثر کم آبی، مورد ارزیابی قرار می گیرند. برنامه آلماگرا خصوصیتی از خاک نظیر عمق مفید ریشه، بافت، درصد سنگریزه، زهکشی، درصد کربنات کلسیم، درجه تحول پروفیلی، شوری و سدیمی بودن را براساس جداول درجه بندی بیک<sup>۱</sup> و بنما<sup>۲</sup> (۱۶) به پنج کلاس S1 (تناسب عالی)، S2 (تناسب مطلوب)، S3 (تناسب متوسط)، S4 (تناسب بحرانی) و S5 (نامناسب) تقسیم نموده و به همراه حروفی که نشان دهنده انواع محدودیتهای موجود در هر واحد اراضی هستند، پس از علامت کلاس اراضی مشخص می نماید. عمقی از خاک که در این مدل به عنوان بخش کنترل برای ارزیابی خصوصیات خاک پیشنهاد شده است، سطح خاک تا عمق ۵۰ سانتی متری برای گیاهان یک ساله و سطح خاک تا عمق یک متری برای گیاهان چند ساله می باشد. سائز و همکاران ارزیابی شوری خاک را در عمقی معادل دو برابر عمق حداکثر تجمع حجم ریشه ضروری دانسته اند (۵). با توجه به این که شوری خاکهای مورد مطالعه از سطح به عمق افزایش نشان می دهد و شوری مذکور در عمقی قرار دارد که ریشه گیاهان یک ساله را نیز تحت تأثیر قرار می دهد، لذا بعد از معرفی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای پروفیلهای شاهد به پایگاه داده های خاک<sup>۳</sup> سیستم میکرولیز، میانگین وزنی خصوصیات خاک تا عمق یک متری توسط پایگاه مذکور تعیین گردیده و برای انتخاب بهترین کاربری به مدل آلماگرا وارد شدند. مکانی نمودن نتایج به دست آمده از مطالعات ارزیابی اراضی و آمایش سرزمین از طریق تولید نقشه های زمین مرجع<sup>۴</sup> روشی مؤثر در اتخاذ تصمیمات مناسب در هر واحد خاک یا به عبارت دیگر مدیریت خاص ناحیه ای<sup>۵</sup> و متعاقب آن کشاورزی دقیق<sup>۶</sup> می باشد. لذا در مرحله بعدی از تلفیق نتایج حاصل از مدل مورد استفاده و واحدهای خاک منطقه مورد

1-Beek

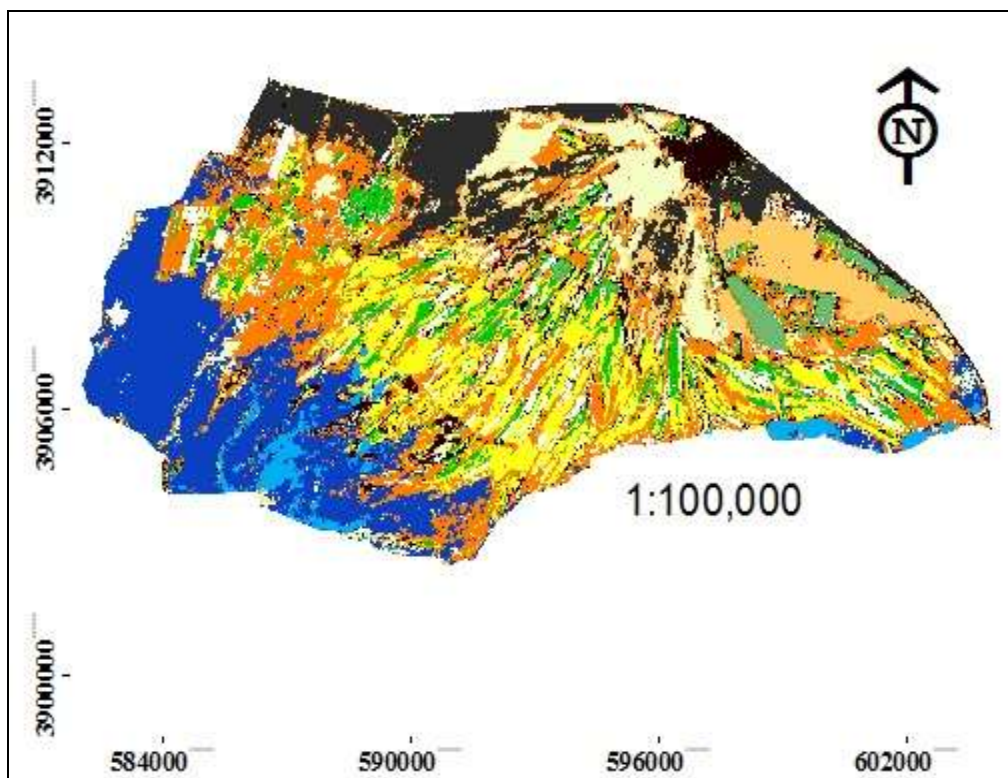
2-Bennema

3-SDBm plus

4-Geo-reference

5-Site-specific management

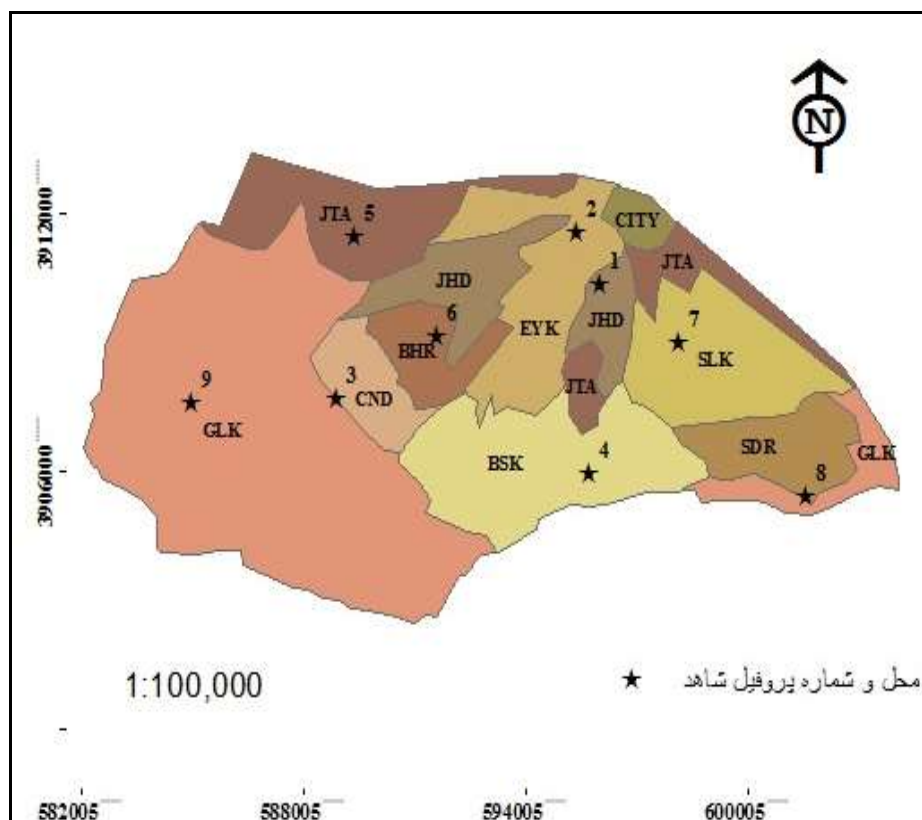
6 -Precision agriculture



شکل ۲- نقشه پوشش و کاربری اراضی حاصل از طبقه بندی نظارت شده تصاویر استر

این منطقه کاملاً از طریق آبیاری انجام می‌شود و دوره آبیاری به گونه‌ای تنظیم می‌گردد که رطوبت خاک در حد رطوبت قابل استفاده حفظ شود، کاهش عملکرد در اثر کم آبی نیز در این منطقه غیر محتمل است. در نتیجه، تفاوت در خصوصیات خاک، مهمترین عوامل در درجه سازگاری واحدهای خاک به کاربریهای انتخاب شده هستند.

اسامی خاکهای موجود در منطقه مورد مطالعه بر اساس دو سیستم رده بندی آمریکایی (۱۷) و جهانی<sup>۱</sup> (۱۸) و نقشه آنها، به ترتیب در جدول ۲ و شکل ۳ آورده شده اند. همچنین جدول ۳ میانگین وزنی خصوصیات خاکهای مورد مطالعه را تا عمق ۱۰۰ سانتی متری از سطح خاک نشان می‌دهد. با توجه به این که دوره رشد ذرت و خربزه کاملاً خارج از دوره یخبندان منطقه مورد مطالعه بوده و گندم و یونجه زمستانه نیز از ماههای دارای یخبندان برای تکمیل دوره رشد خود استفاده می‌کنند، خطر یخبندان عامل محدود کننده‌ای برای محصولات مورد تحقیق نمی‌باشد. همچنین، از آن جا که کشت محصولات مذکور در



شکل ۳- نقشه واحد های خاک منطقه ایوانکی همراه محل پروفیل های شاهد

جدول ۲- اسامی خاکهای موجود در منطقه مورد مطالعه، بر اساس دو سیستم رده بندی آمریکایی (۱۷) و جهانی (۱۸)

واحد خاک	نام بر اساس رده بندی آمریکایی	نام بر اساس رده بندی جهانی
<b>JTA*</b>	Sandy- skeletal, Mixed, Thermic, Typic Torriorthents.	Colluvic Regosol (Calcaric, Aridic)
<b>JHD</b>	fragmental, Mixed, Thermic, Shallow, Typic Torrifluvents	Colluvic Regosols (Calcaric, Aridic)
<b>SDR</b>	Fine, Mixed, Semiactive, Thermic, Sodic Haplogypsisds.	Haplic Gypsisol (Sodic, Aridic, clayic)
<b>BSK</b>	Fine, Mixed, Semiactive, Thermic, Fluventic Haplocambids	Fluvic Cambisol (Calcaric, Aridic, siltic)
<b>CND</b>	Fine silty, Mixed, Active, Thermic, Typic Haplogypsisds	Haplic Gypsisol (Aridic, Siltic)
<b>BHR</b>	Sandy-skeletal, Mixed, Thermic, Typic Torrifluvents	Colluvic Regosol (Calcaric, Aridic)
<b>SLK</b>	Clayey over loamy-skeletal, Mixed, Semiactive, Thermic, Typic Haplogypsisds	Haplic Gypsisol (Aridic, Skeletic)
<b>EYK</b>	Fine, Mixed, Semiactive, Thermic, Typic Haplocambids	Haplic Cambisol (Calcaric, Aridic, Clayic)
<b>GLK</b>	Fine silty, Mixed, Active, Gypsic Haplosalids	Gypsic Solonchak (Sodic, Aridic, Siltic)

\* اسامی واحدهای خاک از حروف اول نام منطقه ای که خاک مربوطه در آن قرار گرفته است، اقتباس شده اند.

جدول ۳- میانگین وزنی خصوصیات خاکهای مورد مطالعه تا عمق ۱۰۰ سانتی متری از سطح خاک

واحد خاک	کلاس بافت	سیلت %	شن %	رس %	CEC Cmol/kg	ESP %	آهک %	گچ %	pH	ECEc dS/m	شیب %
JHD	لومی شنی	۱۱	۷۶	۱۳	۱۰	۲/۸	۱۷/۶	ناچیز	۷/۸	۴/۲	۲-۵
EYK	رسی	۳۴	۱۰	۵۶	۱۷/۶	۱۰/۵	۲۰/۲	ناچیز	۷/۹	۶/۸	۲-۵
CND	لومی رسی سیلتی	۵۱	۱۹	۳۰	۱۰/۵	۲/۹	۱۶/۷	۴/۴	۸	۳/۷	۰-۲
BSK	رسی سیلتی	۴۱	۱۳	۴۶	۱۷/۵	۵/۴	۲۰/۲	۲	۷/۹	۵/۳	۰-۲
JTA	شنی لومی	۷	۸۲	۱۰	۱۱	۶/۹	۹/۷	۰	۸	۴/۸	۲-۵
BHR	لومی رسی شنی	۱۷	۶۱	۲۲	۱۱	۳/۵	۱۷/۵	۰	۸	۲/۷	۰-۲
SLK	رسی شنی	۱۱	۵۵	۳۴	۱۳	۸/۸	۱۵/۸	۱	۷/۸	۵/۹	۲-۵
SDR	رسی	۳۸	۱۴	۴۸	۱۷/۵	۱۴/۴	۱۶/۶	۳/۸	۷/۷	۱۱/۲	۰-۲
GLK	لومی	۴۷	۲۹	۲۴	۱۲/۳	۴۵/۷	۱۱/۵	۶/۷	۷/۶	۳۱/۱	۰-۲

جدول ۴- نتایج به دست آمده از مقایسه خصوصیات خاک و نیازهای محصولات توسط مدل آلمگرا

واحد خاک	یونجه	خربزه	ذرت	گندم پاییزه
JHD	S5p	S5p	S5p	S5p*
JTA	S3t	S3st	S3t	S3t
SDR	S4s	S5s	S5s	S5s
SLK	S3s	S3s	S3as	S3s
BSK	S2ast	S3s	S3a	S2ast
CND	S2s	S2est	S2c	S1
BHR	S2s	S2est	S2c	S1
EYK	S3ds	S3s	S3as	S3ds
GLK	S5as	S5as	S5as	S5as

\*a: سدیمی بودن، c: کربنات کلسیم، d: زهکشی، p: عمق خاک، s: شوری، t: بافت خاک  
S1: تناسب عالی، S2: تناسب مطلوب، S3: تناسب متوسط، S4: تناسب بحرانی، S5: نامناسب

جدول ۵- مساحت کلاسهای تناسب اراضی بر حسب درصدی از کل منطقه

(با در نظر گرفتن حدود ۳ درصد مساحت مناطق شهری)

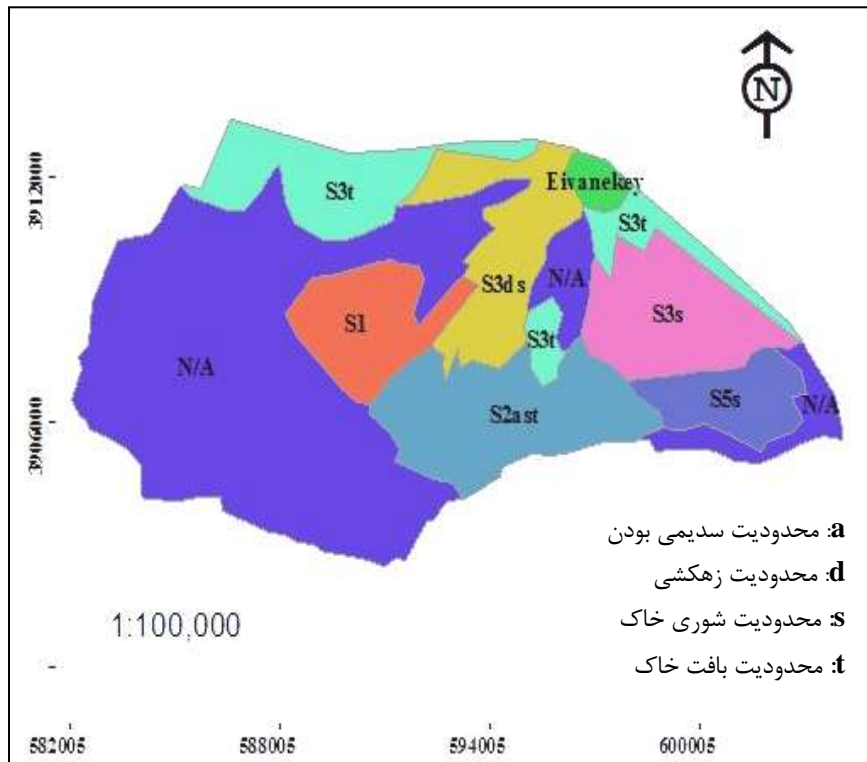
کلاس تناسب اراضی	یونجه	خربزه	ذرت	گندم پاییزه
عالی (S1)	۰	۰	۰	۶/۸۲
مطلوب (S2)	۱۸/۷۴	۶/۸۲	۶/۸۲	۱۱/۹۲
متوسط (S3)	۲۹/۲۸	۴۱/۲	۴۱/۲	۲۹/۱
بحرانی (S4)	۴/۷۸	۰	۰	۰
نامناسب (S5)	۴۵	۴۹/۷۸	۴۹/۷۸	۴۹/۷۸



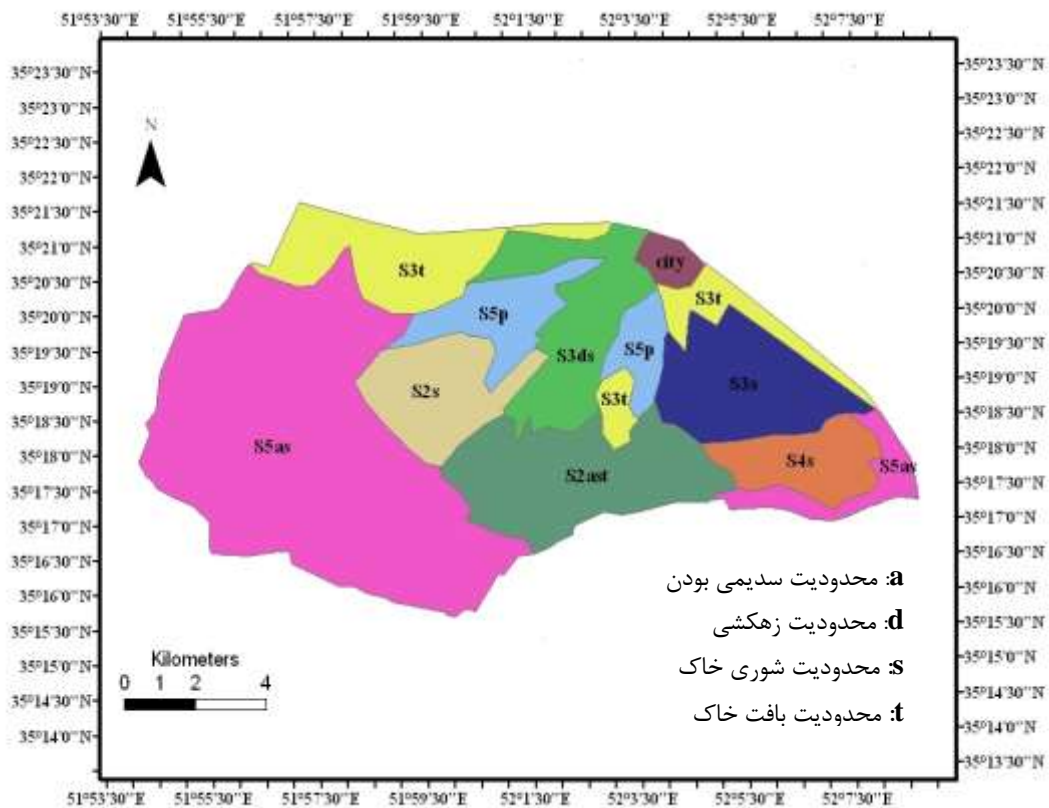
گرفتند. واحد خاک JTA، با وجود هدایت الکتریکی مطلوب برای محصولات مورد مطالعه، به علت بافت سبک خاک، از تناسب متوسطی برای آنها برخوردار است. عملکرد گندم و خربزه نیز در این منطقه متأثر از شوری خاک می باشد. چنان که هدایت‌های الکتریکی بیشتر از ۴ باعث گردیده تا ۲۹ و ۴۱ درصد اراضی به ترتیب برای گندم و خربزه در کلاس S3 واقع گردد. با توجه به نتایج این مدل گندم و یونجه دارای بیشترین سازگاری با خاکهای منطقه می‌باشند. خربزه و ذرت از این لحاظ در رتبه بعدی قرار دارند. شکل‌های ۴ تا ۷ نقشه‌های تناسب اراضی برای کاربریهای مورد مطالعه را نشان می دهند که از تلفیق نقشه خاک منطقه با نتایج مدل آلماگرا در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شده اند.

نتایج حاصل از مدل آلماگرا (جداول ۴ و ۵) حاکی از وجود محدودیتهای مربوط به بافت خاک، شوری و سدیمی بودن، زهکشی و آهک در آن خاکها است؛ ولی با توجه به این که محصولات مورد مطالعه، از دسته گیاهان مقاوم و نیمه مقاوم به آهک خاک هستند، خصوصیت مذکور محدودیت کمتری برای کاربریهای مورد نظر، ایجاد نمود. همچنین مشکل زهکشی در خاک EYK (تیپیک هاپلو کمپیدز<sup>۱</sup>) که در ارتباط با بافت سنگین این واحد خاک است (جدول ۳)، علاوه بر شوری خاک، محدودیت بیشتری برای کاربریهای گندم و یونجه که حساس ترین کاربریها به تهویه هستند، به وجود آورد. بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق (جداول ۴ و ۵)، در حدود ۴۹ درصد اراضی مورد مطالعه، به دلیل شوری زیاد خاکهای SDR (سدیک هاپلو جیپسیدز) و GLK (جیپسیک هاپلو سالیدز)، همچنین عمق کم خاک JHD (تیپیک توری فلوونتز<sup>۲</sup> با لایه محدود کننده تا عمق ۵۰ سانتی متری از سطح خاک و بیش از ۹۰ درصد حجمی ذرات درشت در خاک) برای کاربریهای مورد نظر نامناسب هستند. بنابراین کاربریهای کشاورزی در این واحدهای خاک علاوه بر فقدان توجیه اقتصادی، به دلیل شوری زیاد و بالا آمدن سطح آب زیر زمینی می تواند موجب تخریب اراضی گردد. بر عکس، حدود ۷ درصد از کل منطقه مورد مطالعه شامل دو واحد خاک BHR و CND فاقد هرگونه محدودیت برای گندم بوده و محدودیتهای کمی برای سایر کاربریهای مورد مطالعه دارند. دو واحد خاک مذکور به ترتیب در زمره خاکهای رسوبی عمیق و حاصل خیز (تیپیک توری فلوونتز) و خاکهای گچی ساده (تیپیک هاپلو جیپسیدز<sup>۳</sup>) قرار دارند که حداکثر تجمع گچ در خاک اخیر، در عمقهای پایینتر از نفوذ ریشه گیاهان مورد بحث مشاهده می گردد. به همین ترتیب، بافت و شوری خاک مهمترین محدودیتهای موجود در خاک برای ذرت و یونجه در این منطقه تعیین شدند. به طوری که واحدهای SLK و EYK با وجود بافت سنگین مناسب این دو کاربری (۵ و ۱۶)، به دلیل شوری زیاد در کلاس S3 قرار

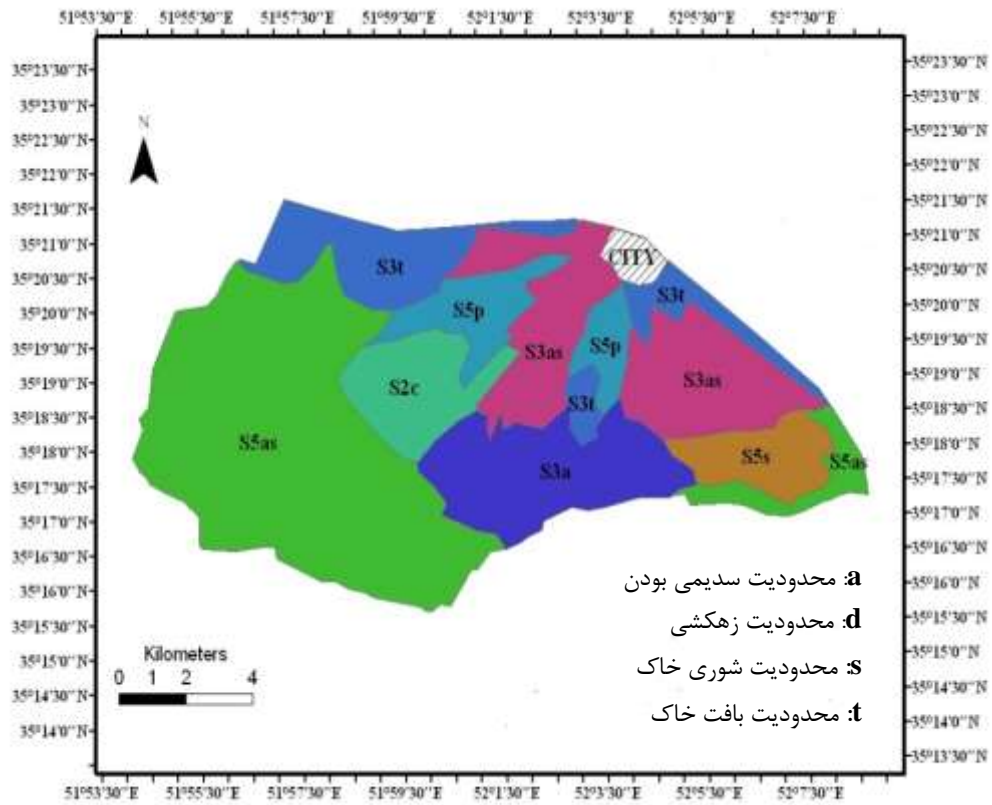
1-Typic Haplocambids  
2-Typic Torrifuvents  
3-Typic Haplogypsid



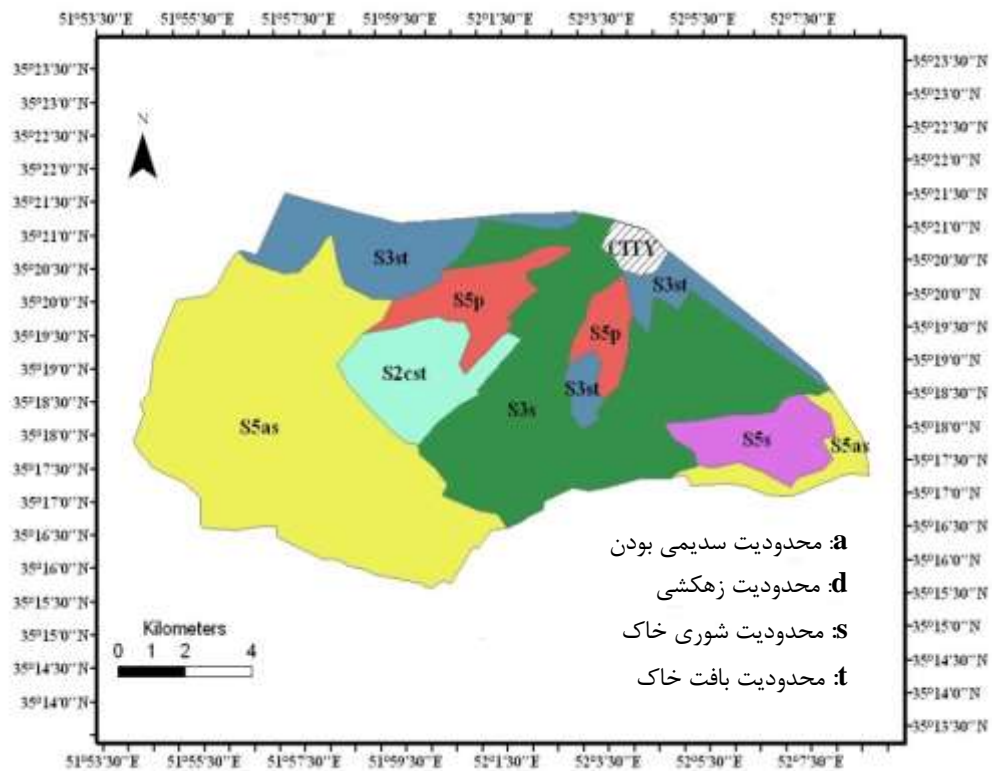
شکل ۴- نقشه تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه ابوانکی



شکل ۵- نقشه تناسب اراضی برای یونجه در منطقه ابوانکی



شکل ۶- نقشه تناسب اراضی برای ذرت در منطقه ایوانکی



شکل ۷- نقشه تناسب اراضی برای خربزه در منطقه ایوانکی

## نتیجه گیری

- Environ. Model. & Software.19: 929–942.
3. Klingebiel, A.A. and Montgomery, P.H. 1961. Land capability classification. USDA Agricultural Handbook 210 US government printing office, Washington, DC.
  4. Storie, R.E. 1933. An index for rating the agricultural value of soils. Bulletin California Agricultural Experimental station 556, University of California Agricultural Experiment station, Berkley, CA.
  5. Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land evaluation, Part I. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculation. International Training center for post graduate soil scientists, Ghent University, Ghent. 274 pp.
  6. Kutter, A., Nachtergaele, F. O., and Verheye, W. H. 1997. The new FAO approach to land use planning and management, and its application in sierra leone. ITC Journal.
  7. Shim, J.P., Warkentin, M., Courtney, J.F., Power, D.J., Sharda, R. and Carlsson, C. 2002. Past, Present and Future of Decision Support Technology. Decision Support Systems. 33, 111-126.
  8. FAO. 1981. Report on the agroecological zones project. Vol.3. Methodology and results for South and Central America. World Soil Resour. 48/5. Rome.
  9. Kelgenbaeva K. 2002. Adaptation of a Mediterranean Land Suitability Model for Inner-Alpine Basin of the Siberian Altai. Proceeding of 7<sup>th</sup> International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, ICA.
  10. Wahba M.M., Darwish K.M. & Awad F. 2007. Suitability of specific crops using MicroLEIS program in Sahal Baraka,

اختصاص بهترین کاربری اراضی بر اساس پتانسیلها و محدودیتهای آنها، هدف اصلی سرزمین بوده و بررسی تناسب اراضی برای اهداف خاص و به مدت طولانی، اولین گام در رسیدن به این هدف است. مدل‌های ارزیابی اراضی، با تلفیق ویژگی‌های مختلف اراضی، ضمن غلبه بر پیچیدگی‌های موجود در این مطالعات، اتخاذ تصمیم‌های مؤثر در تخصیص مناسبترین کاربری به هر واحد اراضی و متعاقب آن، مدیریت پایدار اراضی را تسهیل می‌نمایند. مدیریت پایدار اراضی، به ویژه در مناطق خشک، به دلیل محدودیتهای موجود در منابع خاک و آب و احتمال تخریب اراضی، از اهمیت زیادی برخوردار است. با استفاده از زیر مدل تناسب اراضی سیستم میکرولیز در این تحقیق مشخص گردید که حدود ۵۱ درصد اراضی مورد مطالعه قابلیت خوبی برای کشاورزی دارند. ۴۹ درصد دیگر اراضی، به علت وجود محدودیتهای شدید عمق خاک و شوری زیاد، فاقد پتانسیل کشاورزی می‌باشند. از بین محصولات انتخاب شده در این مطالعه، گندم و یونجه بیشترین سازگاری را با خصوصیات خاک داشته و خریزه و ذرت از این نظر در اولویتهای بعدی قرار دارند. استفاده از سنجش از دور به همراه مدل آلماگرا در این تحقیق علاوه بر کاهش حجم مطالعات صحرایی و صرفه جویی در وقت و هزینه، عملیات تصمیم‌گیری نظیر روی هم اندازی لایه‌ها، استخراج اطلاعات و مکانی نمودن نتایج در سیستم اطلاعات جغرافیایی را نیز تسهیل نمود. پژوهشگران دیگری (۱۹، ۲۰ و ۲۱) نیز به کاهش حجم عملیات نقشه برداری خاک‌ها در روش‌های رقومی نسبت به روش سنتی اشاره نموده اند.

## منابع

1. FAO. 1976. A Framework For Land Evaluation. Soils Bulletin 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
2. De la Rosa D., Mayol F., Diaz-Pereira E. & Fernandez M. 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection.

16. Beek K.J. & Bennema J. 1972. Land evaluation for agricultural land use planning: An ecological methodology. Dept. Soil Sci. and Geol., Agric. Univ Wageningen. 70 p.
17. USDA. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 10th Edition. Philadelphia, Pennsylvania, USA.
18. FAO 2007. World reference base for soil resources. World Soil Resources Report 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
19. Morris, D.K., Steinhardt, G.C. and Nielsen, R.L., 2000. Using GIS, GPS and Remote Sensing as a Soil Mapping Tool. 5th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, MN.
20. Burrough, P.A., 1998. Principles of Geographic information Systems for Land Resources Assessment. Oxford Science Pub.
21. Gottfried, K., 2003. Geoinformation: Remote sensing, Photogrammetry and Geographic Information System. Taylor & Francis.
- Farfara oasis, Egypt. J. Appl. Sci. Res. 37: 531-539.
11. Darwish Kh.M., Wahba, M.M., & Awad, F. 2006. Agricultural Soil Suitability of Haplo-soils for Some Crops in Newly Reclaimed Areas of Egypt. J. Applied Sciences Research, 2(12): 1235-1243
۱۲. کمالی، ا. سرمیدیان، ف. و محمودی، ش. ۱۳۸۸. تولید مدل رقومی ارتفاع از تصاویر ASTER و ارزیابی دقت آن در منطقه ایوانکی استان سمنان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران (۴۰) ۱ صص ۶۶-۵۹
13. Apan, A., Kelly, R., Jensen, T., Butler, D., Strong, W. and Basenet, B., 2002. Spectral Discrimination and Separability Analysis of Agricultural Crops and Soil Attributes Using ASTER Imagery. 11th ARSPC.
14. Goossens, R. and Van Ranst, E., 1998. The Use of Remote Sensing to Map Gypsiferous Soils In The Ismailia Province(Egypt). Geoderma 87: 47-56.
15. Nield, S.J., Boettinger, J.L. and Ramsey, R.D., 2007. Digitally Mapping Gypsic and Natric Soil Areas Using Landsat ETM Data. SSSAJ: Volume 71: Number 1.