نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۵۱-۴۱

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 1, Spring 2012, p. 41-51

ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت نیشابور برای کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) با استفاده از GIS

حمیدرضا باقرزاده[۱]، علی باقرزاده [۲*] و حمید معین راد[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

در مسیر توسعه پایدار کشاورزی و کاربرد الگوهای صحیح کشت، استفاده صحیح و علمی از خاک بعنوان منبعی پایدار در تولید محصولات کشاورزی و جلوگیری از فرسایش و تخریب آن امروزه بیش از هر زمان دیگری نظر محققین را بخود معطوف کرده است. در این راستا، در تحقیق حاضر با استناد به دستورالعمل‌های ارزیابی تناسب اراضی توسط سازمان فائو و جداول نیازهای خاکی و اقلیمی ارائه شده برای هر محصول و بر اساس روش پارامتریک کالوگیرو و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اقدام به ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت مرکزی نیشابور برای محصولات گندم (*Triticum aestivum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) گردید. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کشت آبی محصولات منتخب در منطقه مورد مطالعه نشان داد که اولویت کشت محصولات به ترتیب برای گندم و ذرت بیش از پنبه می‌باشد. نتایج نشان داد که مهمترین عامل محدودیت برای کشت گندم خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد، در حالیکه تولید ذرت و پنبه به طور عمده توسط شرایط اقلیمی محدود شده است. نتایج نشان داد که ۱۰۰ درصد دشت نیشابور برای کشت گندم دارای کلاس تناسب S_3 و S_2 است، در حالیکه این دو کلاس برای محصول ذرت مجموعاً ۶۹/۱۵ درصد محاسبه شده است. همچنین کلاس تناسب اراضی برای محصول پنبه عمدتاً N_1 و N_2 برآورد می‌شود. به نظر می‌رسد که کشت گندم و حتی ذرت در دشت نیشابور با انجام اقدامات اصلاحی و بهبود خواص فیزیکی خاک راندمان بهتر و تناسب بالاتری را برای محصولات رقم بزند، اما برای محصول پنبه با توجه به درجه اقلیمی پایین دشت نیشابور برای این گیاه و شدت محدودیت موجود، کشت این محصول در دشت نیشابور توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: روش‌های پارامتریک، ریشه دوم، کاربری اراضی،کالوگیرو

مقدمه

ارزیابی کیفی تناسب اراضی، اطلاعات مفیدی را در خصوص میزان بازدهی کشت محصولات مختلف و مناسب‌ترین مکان برای تولید هر محصول، جهت مدیریت متمرکز منابع و برنامه‌ریزی الگوی کشت مناسب منطقه، در اختیار ما قرار می‌دهد. به کمک ارزیابی تناسب اراضی می‌توان رابطه بین قابلیت و توان سرزمین با نوع بهره-برداری از آن را مشخص کرد و سپس برآوردی از نهاده‌های لازم و ستانده‌های حاصل را بدست آورد. به منظور یکپارچه سازی روش‌های مورد مطالعه در ارزیابی اراضی، سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (فائو) در سال‌های۱۹۷۶،۱۹۸۳ و ۱۹۸۵ مبانی و چارچوب ارزیابی اراضی را منتشر کرد. از نکات بارز این روش‌ها می‌توان به رویکرد استفاده از مدل‌های ساده و کلاسیک اشاره نمود، موضوعی که منجر به توسعه استفاده از سیستم ارزیابی فائو گردید. بر این اساس در مطالعات مختلف، سایس و همکاران (Sys et al.,1991a; Sys et al.,1991b; Sys et al., 1993) دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی قابلیت کشت محصولات مختلف بر اساس نیازهای خاکی و اقلیمی هر محصول منتشر کردند. امروزه ارزیابی کیفی تناسب اراضی در اکثر کشورهای در حال توسعه محور اصلی روش‌های ارزیابی اراضی می-باشد. برای این منظور می‌توان به مطالعات ارزیابی تناسب و توانایی بالقوه تولید وکشت محصول سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) درآرژانتین (Caldiz et al., 2001) طبقه‌بندی تناسب اراضی برای محصولات یونجه (*Medicago sativa* L.)، ذرت آبی (*Zea*

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: E-mail: abagher_ch@yahoo.com)

(*Daucus carota* L.) و گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) در کنیا (Shepande, 2002)، ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، ذرت، چغندر (*Beta vulgaris* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) در زمین‌های مرکزی یونان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] (Kalogirou, 2002)، مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی در یوگسلاوی برای کلاسه‌بندی واحدهای ارضی (Hangle et al., 2003)، مطالعات منطقه‌ای ارزیابی اراضی برای محصولات کشاورزی ذرت، سورگوم (*Sorghum bicolor* Moench.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) در سنگال (Francesco et al., 2003)، پروژه ارزیابی زمین در منطقه‌ای از چین برای کشت محصولات ذرت، سویا (*Glycine max* L.)، سیب زمینی، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و گندم (Njiki et al., 2005)، مطالعات ارزیابی تناسب کشاورزی اراضی در زمین‌های ایالت اوتارپرادش هند با استفاده از GIS (Sicat et al., 2005)، مطالعات بررسی تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی در استان سیچوان چین با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک (Dunshan et al., 2006) و مطالعه ارزیابی تناسب اراضی خاکهای تحت رده‌های مختلف برای محصولات زیتون (*Olea europaea* L.)، ذرت، آفتابگردان در مصر (Wahba et al., 2007) اشاره کرد. در ایران هم برای مطالعات ارزیابی تناسب اراضی محصولات زراعی می‌توان به تحقیقات افرادی چون ایوبی و همکاران (Ayoubi et al., 2002) برای ارزیابی کمّی تناسب اراضی کشت آبی، گندم، جو، ذرت و برنج (*Oryza sativa* L.) در منطقه برآن شمالی اصفهان، قائمیان و همکاران (Qaemyan et al., 2002)، جهت ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، چغندرقند و یونجه به روش پارامتریک در منطقه پیرانشهر آذربایجان غربی، بامری و همکاران (Bameri et al., 2003) برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی کشت آبی گندم، جو و یونجه در دشت چاه شور ایرانشهر سیستان و بلوچستان، شهبازی و جعفرزاده (Shahbazi & Jafarzadeh, 2004)، برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه، پیاز (*Allium cepa* L.)، چغندر قند و ذرت در منطقه بناب آذربایجان شرقی، جلالیان و همکاران (Jalalian et al., 2006)، برای ارزیابی کمّی و کیفی تناسب اراضی کشت محصولات گندم، ذرت و کنجد (*Sesamus indicum* L.) در دشت مهران ایلام، فرج نیا (Faraj Nia, 2007)، برای ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندرقند در دشت یکانات مرند آذربایجان شرقی، مادح خاکسار و همکاران (Madeh Khaksar et al., 2008)، برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کشت ذرت دانه‌ای و هندوانه تابستانه (*Citrullus lanatus* L.) در دشت گرگر خوزستان و افشار و همکاران (Afshar et al., 2009)، برای ارزیابی کمّی تناسب زمین به منظور کشت گندم آبی در منطقه شهرکیان چهار محال و بختیاری اشاره کرد. همچنین برخی فعالیت‌های صورت گرفته در موضوع ارزیابی زمین با رویکردها و به منظورهای مختلف نیز مورد توجه بوده است از قبیل مطالعاتی که ایوبی و علیزاده (Ayoubi & Alizadeh, 2006)، برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی به منظور چرای دام در حوضه آبریز مهر سبزوار استان خراسان، شاکری و همکاران (Shakeri et al., 2007) برای طبقه بندی تناسب اراضی با استفاده از مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی به روش ژئوپدولوژیک در منطقه آق‌قلای استان گلستان و نیز فلاح‌میری و همکاران (Fallah Miri et al., 2008)، برای پهنه‌بندی توان اکولوژیک به منظور کشاورزی با استفاده از GIS در حوضه آبریز کسیلیان استان مازندران انجام داده‌اند که نشان‌دهنده اهمیت و توسعه روش های ارزیابی زمین در فرآیند برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای در شرایط طبیعی و اقلیمی ایران می‌باشد. اقلیم ایران به دلیل موقعیت طبیعی و توپوگرافی آن خشک و نیمه خشک است. بسیاری از نقاط کشور نظیر دشت نیشابور با میانگین بارش سالانه حدوداً ۲۵۰ میلی‌متر در طبقه‌بندی اقلیمی نیمه خشک قرار می‌گیرند و لذا برنامه‌ریزی توسعه کشت و زرع، مناسب با اقلیم و خاک در آنها اهمیتی حیاتی پیدا می‌کند. با توجه به شرایط مذکور در این مطالعه به ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت نیشابور برای توسعه کشت محصولات گندم، ذرت و پنبه با استفاده از روش پارامتریک کالوگیرو اقدام شد.

مواد و روش‌ها

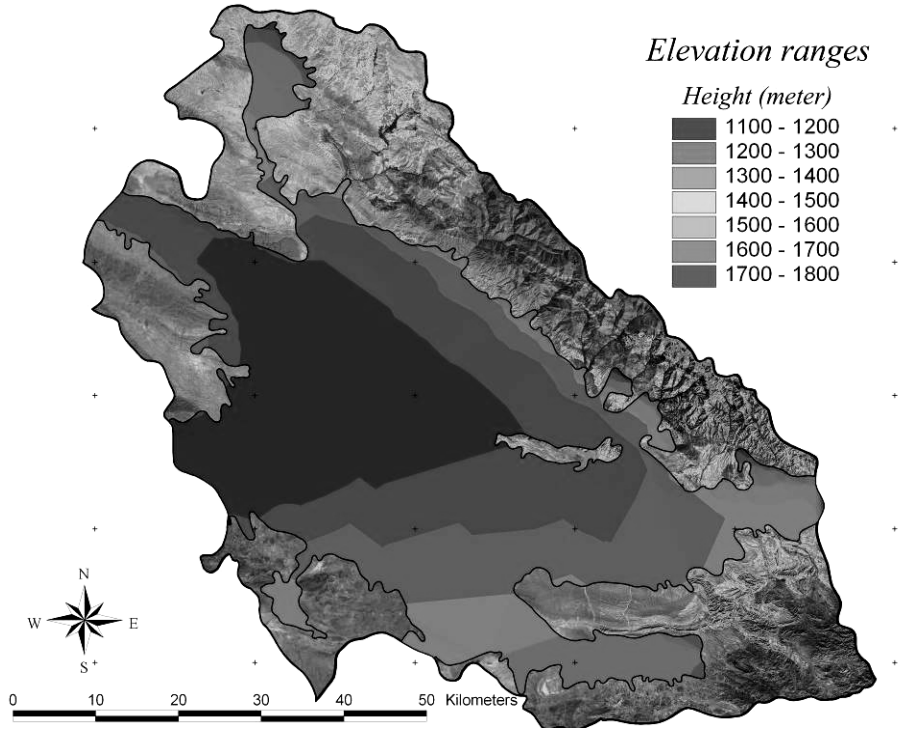
محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی این پژوهش شامل اراضی هموار دشت نیشابور از تراز ارتفاعی ۱۱۰۰ متر تا تراز ارتفاعی ۱۷۰۰ متر می‌باشد که مساحتی در حدود ۳۸۲۸ کیلومتر مربع وسعت دارد و در محدوده جغرافیایی '۴۱ °۳۵ تا '۳۹ °۳۶ عرض شمالی و '۱۳ °۵۸ تا ' ۳۰ ° ۵۹ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). لازم به توضیح است که در تحقیق حاضر به دلیل ماهیت پژوهش مورد انجام، حوضه‌های آبریز کوهستانی از قلمرو مطالعات حذف شده است.

وضعیت مربوط به این محدوده مطالعاتی روی تصویر ماهواره‌ای نیز تطبیق شده است (شکل ۲).

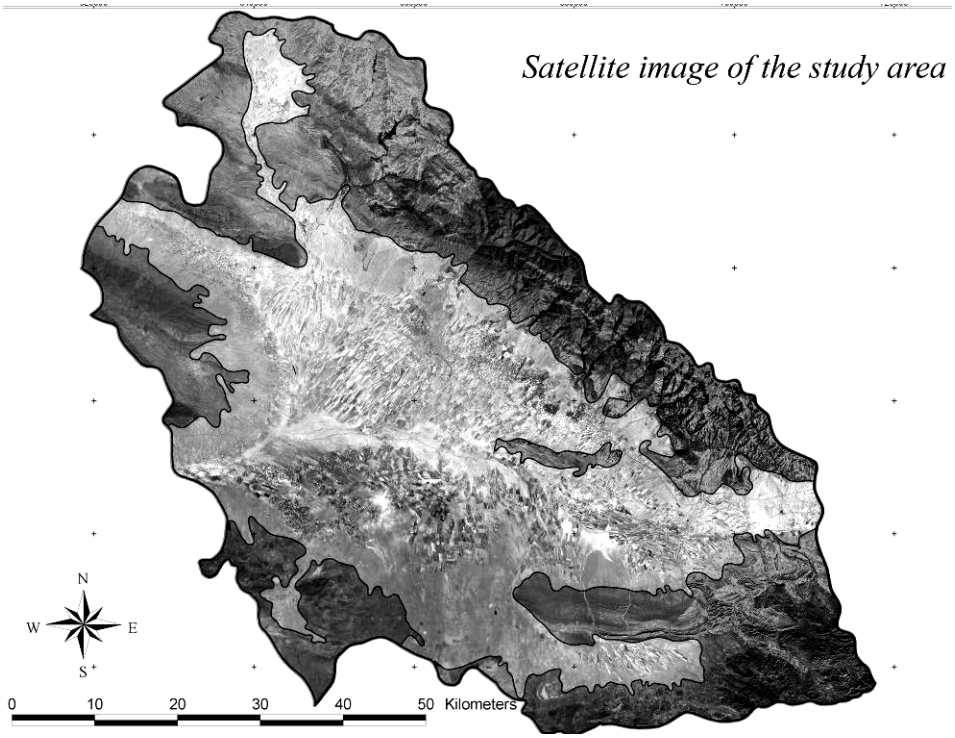
این منطقه بر اساس تحلیل آمار اقلیمی ایستگاه سینوپتیک نیشابور در دوره ۱۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۱) دارای اقلیم نیمه‌خشک با میانگین بارندگی ۲۳۹/۸ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

1- Geographic Information Systems (GIS)



شکل۱– موقعیت ارتفاعی دشت نیشابور

Fig. 1- Altitude of Neyshabour plain



شکل۲– موقعیت دشت نیشابور در تصویر ماهواره ای

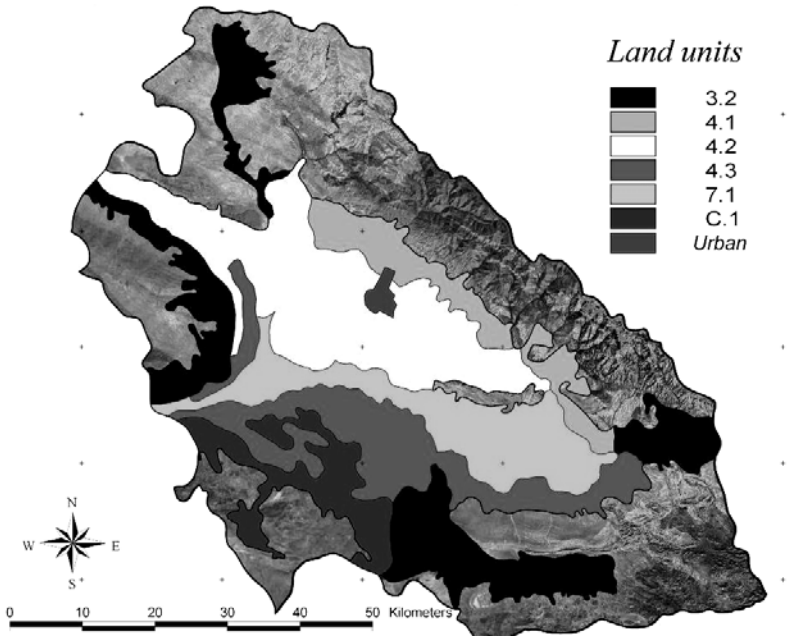
Fig. 2- Neyshabour plain position in Satellite image

با تطبیق نقشه واحدهای ارضی و تصاویر ماهواره‌ای شش تیپ ارضی عمده در سطح دشت نیشابور شناسایی شد که شامل تیپ‌های

فلات‌ها و تراس‌های فوقانی (۳/۲)، دشت‌های سیلابی (۴/۱، ۴/۲ و ۴/۳) تیپ اراضی پست (۷/۱) و تیپ اراضی مخلوط (C.۱) می‌گردد (شکل ۳). در این بین با استفاده از روند عمومی تنوع خاک و نوع کشت، در کل دشت ۱۶ سری خاک شناسایی شدند که ۱۶ پروفیل خاک حفر شده در آنها نیز به عنوان پروفیل‌های شاهد در نظر گرفته شد. موقعیت این ۱۶ سری خاک و پروفیل‌های حفر شده نیز در شکل ۴ نمایش داده شده است. این منطقه عمدتاً بر روی سازندهای کواترنری و نئوژن گسترش یافته است. بافت غالب خاک منطقه لوم، لوم شنی و لوم رسی شنی می‌باشد و رده‌های غالب خاک آن اریدی سول است که منطبق بر واحد دشت‌های آبرفتی و دامنه‌ای می‌باشد و همین طور در نواحی کوهپایه‌ای تپه‌ها و مخروط افکنه‌های شمال دشت، رده خاک آنتی سول گسترده می‌باشد. اصلی‌ترین کاربری زمین را، اراضی زراعت آبی فاریاب و باغات با ۵۵ درصد از سطح کل منطقه تشکیل می‌دهد. در مرتبه بعدی زراعت دیم و مراتع که عموماً در جنوب دشت شکل گرفته ۳۳ درصد از سطح منطقه را پوشانده است. ۱۲ درصد مابقی دشت متعلق به اراضی شور در پیرامون آبراهه کالشور در مرکز دشت و نیز بیشه زارهای پراکنده می‌شود (شکل ۵).

روش پارامتریک به کارگرفته شده در این تحقیق برای ارزیابی تناسب کیفی و سنجش قابلیت اراضی بر اساس چارچوب فائو برای کشت محصولات آبی بوده است که به صورت یک روش پیشنهادی توسط کالوگیرو برای اراضی مرکز یونان در سال ۲۰۰۲ پیشنهاد شده است. ما در این پژوهش برای ترکیب درجات پایانی شاخص‌های خاکی پروفیل‌های شاهد در ۱۶ سری خاک دشت نیشابور از این روش استفاده کردیم که به نسبت سایر روش‌های مرسوم چون روش استوری و ریشه دوم خیدیر قابلیت بالاتری برای انطباق با شرایط خشک و نیمه خشک کشور به ویژه دشت نیشابور دارد. با استفاده از تطبیق نقشه واحدهای ارضی و تصویر ماهواره‌ای[1] دشت نیشابور در محیط GIS و توجه به خصوصیات مرفولوژیک، ۱۶ سری خاک در دشت نیشابور تعیین شد و ۱۶ پروفیل خاک حفر شده در آنها نیز به عنوان پروفیل‌های شاهد در نظر گرفته شدند.

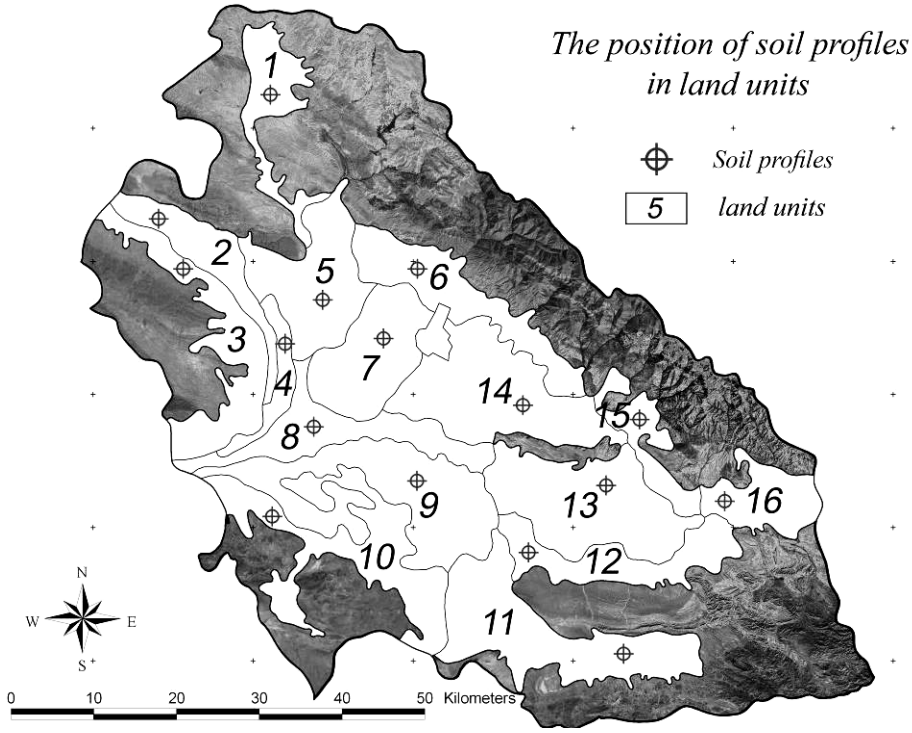
روش مورد استفاده تحقیق شامل سه مرحله می‌باشد: در مرحله اول خصوصیات مهم سرزمین در دو بخش خصوصیات اقلیمی و خصوصیات خاکی جمع‌آوری گردید. برای تحلیل اقلیم دشت نیشابور از آمار اقلیمی ایستگاه سینوپتیک نیشابور در دوره ۱۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۱) استفاده شده است. ابتدا خصوصیات اقلیمی محدوده مورد مطالعه شامل میانگین دمای سیکل رشد، میانگین حداقل و حداکثر دمای سیکل رشد، درصد رطوبت نسبی سیکل رشد، میانگین دمای مراحل رویشی و گلدهی، حداقل دمای مرحله گلدهی در شب، حداکثر دمای مرحله گلدهی در روز، میانگین دمای مرحله رسیدگی، درصد رطوبت نسبی مرحله رسیدگی، میانگین دمای حداکثر در گرم‌ترین ماه سال، میانگین دمای حداقل درگرم‌ترین ماه سال، میانگین دمای حداقل در سردترین ماه سال، میانگین دمای حداکثر در سردترین ماه سال، درصد رطوبت نسبی مرحله بلوغ و نسبت ساعات آفتابی به ساعات روشنایی جمع آوری گردید.



شکل۳- تیپ های ارضی دشت نیشابور

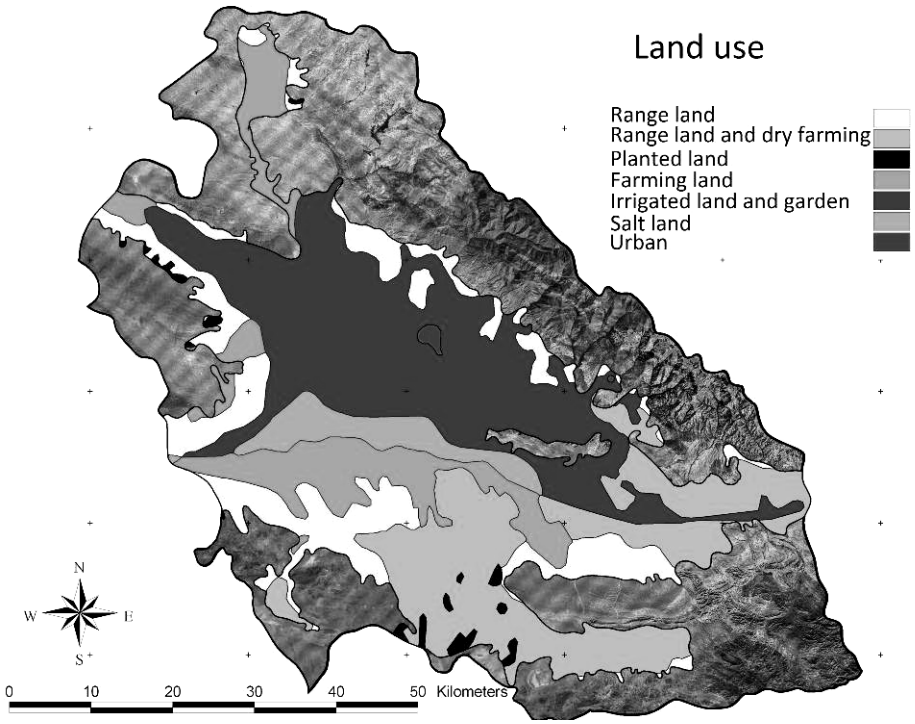
Fig. 3- Land units at Neyshabour plain

1- Google-Earth



شکل٤– موقعیت سری‌های خاک و پروفیل‌های شاهد دشت نیشابور

Fig. 4- Soil series position and control profiles of Neyshabour plain



شکل ٥– کاربری ارضی دشت نیشابور

Fig. 5- Land use of Neyshabour plain

در گام بعد مراحل رشد و نمو و نیازهای اقلیمی محصول گندم بر اساس جداول استانداردی که گیوی (Givi, 1997) برای ایران گردآوری کرده است، تعیین گردید. سپس با استفاده از اطلاعات موجود آب و هوایی، ویژگی‌های اقلیمی منطقه با نیازهای اقلیمی

محصولات منتخب تطابق داده شد و درجه محدودیت برای مراحل مختلف رشد مشخص گردید. برای تعیین شاخص اقلیمی[1](CI) منطقه درجه محدودیت‌های اقلیمی حاصل با استفاده از معادله پارامتریک ریشه دوم ادغام گردید و با استفاده از معادلات ۱ و ۲ درجه اقلیمی[2](CR) منطقه محاسبه گردید (Ayoubi & Jalalian, 2006).

درجه اقلیمی(CR) میزان تناسب ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه را برای کشت هر محصول در آن منطقه بیان می‌دارد.

معادله (۱) if: CI<25 CR=1.6 CI

معادله (۲) if: 25<CI<92.5 CR= 0.9 CI+16.67

در بخش دیگر داده‌های خصوصیات ارضی پروفیل‌های شاهد نظیر شیب زمین، عمق خاک، وضعیت فرسایش، زهکشی، بافت و ساختمان خاک، درصد سنگریزه سطحی خاک، درصد آهک، میزان ESP، میزان EC، میزان CEC، درصد OC و میزان pH خاک برای هر سری خاک جمع‌آوری گردید. در مرحله دوم با استفاده از از جداول استاندارد نیازهای خاکی برای کشت محصولات منتخب که توسط سایس و همکاران در سال ۱۹۹۳ ارائه گردید و توسط گیوی در سال ۱۹۹۷ در نشریه ۱۰۱۵ موسسه تحقیقات خاک و آب منتشر شده است درجه محدودیت هر یک از خصوصیات خاکی برای کشت هر کدام از محصولات منتخب تعیین گردید. در مرحله پایانی هم تطبیق و طبقه-بندی کیفی تناسب اراضی برای کشت محصولات منتخب به روش پارامتریک کالوگیرو انجام گرفت. در این روش مجموعه خصوصیات خاکی و شاخص‌های به دست آمده در سه دسته شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و رطوبتی تحت عنوان فاکتورهای A، B و C طبقه بندی شده است (Kalogirou, 2002). در این تحقیق با اعمال تأثیر درجه اقلیمی بر روی روش پیشنهادی کالوگیرو، ۱۵ شاخص خاک به علاوه یک شاخص اقلیمی در شش دسته به شرح زیر طبقه بندی شده است:

فاکتور خصوصیات فیزیکی خاک (S): شامل بافت و ساختمان خاک (var1)، درصد سنگریزه سطحی خاک (var2) و عمق خاک (var3)، **فاکتور خصوصیات حاصلخیزی و شیمیایی خاک (F):** شامل pH خاک (var4)، درصد OC (var5)، میزان CEC (var6)، درصد BS (var7)، درصد آهک (var8) و درصد گچ (var9)، **فاکتور خصوصیات شوری و قلیائیت خاک (A):** شامل میزان EC (var10) و میزان ESP خاک (var11)، **فاکتور خصوصیات توپوگرافی (T):** شامل درصد شیب زمین (var12) و خطر فرسایش خاک (var13)، **فاکتور خصوصیات رطوبت خاک (W):** شامل خطر سیلگیری (var14) و زهکشی خاک (var15)، **فاکتور خصوصیات اقلیمی (C):** شامل درجه اقلیمی (var16). در ادامه امتیاز هر دسته بر اساس میانگین حسابی درجه محدودیت خصوصیات حاضر در آن دسته بدست آمد. سپس با استفاده از معادله (۳) شاخص سرزمین محاسبه گردید.

معادله (۳)
$$I=\frac{S\times F\times A\times T\times W\times C}{100^{(n-1)}}$$

که در این معادله، I: شاخص سرزمین، S: امتیاز فاکتور خصوصیات فیزیکی خاک، F: امتیاز فاکتور خصوصیات حاصلخیزی و شیمیایی خاک، A: امتیاز فاکتور خصوصیات شوری و قلیائیت خاک، T: امتیاز فاکتور خصوصیات توپوگرافی، W: امتیاز فاکتور خصوصیات رطوبتی خاک و C: امتیاز فاکتور خصوصیات اقلیمی می‌باشد. همچنین n تعداد فاکتورهای مورد بررسی است که برابر شش می-باشد. در ادامه کلاس تناسب سرزمین برای کشت گندم، ذرت و پنبه به تفکیک هر سری خاک با استفاده از جدول ۱ تعیین گردید. داده-های کلاس تناسب سرزمینی هر یک از سری‌های خاک در محیط GIS وارد شد و سپس با عملگر درون یاب[3] از برنامه های الحاقی تحلیل فضایی نرم افزار Arc GIS.vir 9.3 نقشه‌های مربوطه تولید گردید.

جدول۱- کلاس‌های تناسب ارضی بر اساس درجه نهایی شاخص سرزمین در روش‌های پارامتریک (Sys et al., 1991)

Table 1- Land suitability classes based on final degree of land Index in the parametric methods (Sys et al., 1991)

شاخص سرزمین Land Index	تناسب Suitability	کلاس تناسب Suitability class
75-100	مناسب Highly suitable	S_1
50-75	نسبتاً مناسب Moderately suitable	S_2
25-50	تناسب کم Marginally suitable	S_3
12.5-25	نامناسب کنونی Currently not suitable	N_1
0-12.5	نامناسب همیشگی Permanently not suitable	N_2

1- Climatic Index
2- Climatic Rating
3- Interpolation

جدول۲- شاخص‌های اقلیمی محدوده مورد مطالعه بر اساس آمار ۱۵ ساله ایستگاه سینوپتیک نیشابور (2005-1991)

Table 2- Climate indicators of study area based on 15 years statistics in Neyshabour synoptic stations (1991-2005)

پنبه Cotton	ذرت Maize	گندم Wheat	شاخص‌های اقلیمی Land characteristics
13.68	41.90	84.56	شاخص اقلیمی CI
21.89	54.38	92.78	درجه اقلیمی CR

نتایج و بحث

اقلیم

نتایج محاسبه شده CI و CR به تفکیک هر محصول در جدول ۲ نمایش داده شده است. نتایج این جدول نشان داد که تناسب درجه اقلیمی برای سه محصول مورد مطالعه در دشت نیشابور دارای نوسان زیادی است، به طوریکه برای گندم بیشترین تناسب ۹۲/۸۷ برای ذرت تناسب متوسط ۵۴/۳۸ و برای پنبه کمترین تناسب ۲۱/۸۹ به دست آمده است.

شاخص‌های مورد مطالعه در ارزیابی کیفی تناسب اراضی

با مطالعه عوامل محدود کننده خاک در پروفیل‌های شاهد حفر شده در منطقه و طبقه‌بندی آنها پراکنش این عوامل نیز مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین عوامل محدودکننده خاک شامل درصد سدیم تبادلی خاک[1] (ESP)، هدایت الکتریکی خاک[2] (EC)، اسیدیته خاک[3] (pH)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک[4] (CEC)، درصد گچ، درصد آهک، درصد کربن آلی و کلاس بافت خاک می‌شوند. بررسی روند تغییرات ESP خاک نشان‌دهنده میزان بالای آن در بخش‌های جنوبی و مرکزی دشت منطبق بر سری‌های خاک ۴، ۸، ۹ و ۱۲ می‌باشد. روند تغییرات EC خاک نشان‌دهنده میزان بالای هدایت الکتریکی خاک در مرکز دشت و سری خاک شماره ۸ منطبق بر آبراهه کالشور می‌باشد که زهکش اصلی دشت به سمت کویر نمک است. نحوه تغییرات pH خاک نشان‌دهنده میزان بالا و قلیائیت خاک در جنوب دشت منطبق بر سری خاک شماره ۱۲ می‌باشد. روند تغییرات CEC خاک نیز تا حدودی نشان‌دهنده انطباق مقادیر بالای آن بر جنوب دشت و سری خاک شماره ۱۲ است. روند تغییرات درصد گچ خاک نشان‌دهنده افزایش میزان درصد گچ خاک منطقه در مرکز دشت به ویژه سری‌های خاک ۸ و ۱۲ می‌باشد و از این نظر با تغییرات ESP و EC خاک در منطقه روند تغییرات مشابهی را نشان می‌دهد. توزیع درصد آهک خاک نشان‌دهنده انطباق مقادیر بالای آن بر شمال دشت و سری‌های خاک ۱ و۶ می‌باشد که عمدتاً متأثر از سازندهای نئوژن دامنه‌های جنوبی بینالود با لایه‌های سطحی آهکی در خاک است. روند تغییرات درصد کربن آلی خاک نشان‌دهنده مقادیر بالای آن در مرکز دشت می‌باشد که طبق مشاهدات میدانی بیشترین حاصلخیزی و راندمان تولید محصولات زراعی از نوع آبی نیز در این بخش گزارش شده است. این تغییرات به طور واضح در سری‌های خاک ۵، ۷ و ۱۴ با مقادیر پایین ESP، EC، درصد گچ و درصد آهک خاک منطبق شده است. از سوی دیگر، مقادیر بالای درصد کربن آلی در سری‌های خاک ۴ و ۱۲ به دلیل وجود سایر شاخصه‌های نامناسب برای حاصلخیزی خاک قابل تأمل است. نحوه تغییرات کلاس‌های بافت خاک منطقه نشان‌دهنده انطباق بافت خاک نیمه سنگین رسی-سیلتی و متوسط لومی بر سری‌های خاک دارای درجه مرغوبیت بالا با درصد کربن آلی بالا و انطباق بافت خاک لومی سیلتی بر سری‌های خاک دارای مرغوبیت پایین با شوری‌زایی بالا می‌باشد.

ارزیابی تناسب اراضی

نتایج ترکیب ۱۵ درجه پایانی شاخص‌های خاکی به علاوه درجه اقلیمی برای محصول گندم در شکل ۶ که به تفکیک سری‌های خاک در منطقه تعمیم داده شده است نشان داد که دامنه تغییرات درجه تناسب سرزمین برای محصول گندم در دشت نیشابور به روش کالوگیرو از ۲۷/۶۹ تا ۶۷/۹۹ یعنی از کلاس‌های تناسب سرزمین S_3 تا S_2 گزارش شده است. به همین ترتیب ترکیب ۱۵ درجه پایانی شاخص‌های خاکی به علاوه درجه اقلیمی برای محصول ذرت در شکل ۷ نشان داد که دامنه تغییرات درجه تناسب سرزمین برای محصول ذرت در دشت نیشابور به روش کالوگیرو از ۱۲/۱۲ تا ۳۹/۰۳ و به عبارتی از کلاس تناسب زمین N_2 تا S_3 گزارش شده است. این در حالی است که طبق شکل ۸ و بر اساس ترکیب ۱۵ درجه پایانی شاخص‌های خاکی به علاوه درجه اقلیمی برای محصول پنبه مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات درجه تناسب سرزمین برای محصول پنبه در دشت نیشابور به روش کالوگیرو از ۶/۱۵ تا ۱۴/۷۴ یعنی از کلاس-های تناسب سرزمین N_2 تا N_1 در نوسان بوده است. در مجموع نتایج

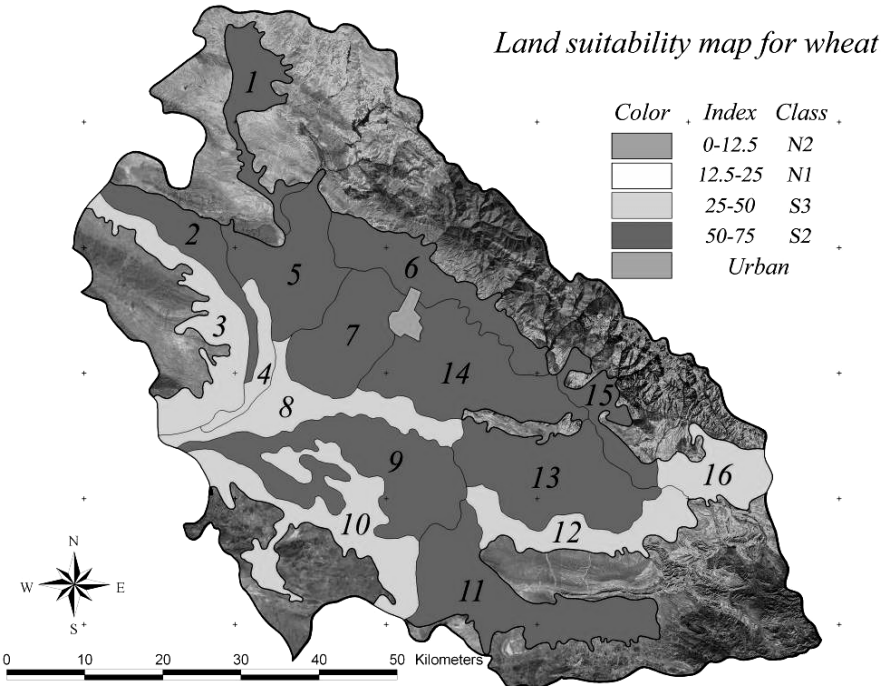
1- Exchangeable Sodium Percentage
2- Electrical Conductivity
3- Potential Hydrogen
4- Cation Exchange Capacity

بدست آمده نشان می‌دهد که دشت نیشابور برای کشت گندم و ذرت دانه‌ای از تناسب سرزمینی مطلوب‌تری نسبت به پنبه برخوردار است. این موضوع با شرایط منطقه نیز همخوانی دارد. همچنین نتایج آماری درجات تناسب سرزمین برای محصولات گندم، ذرت و پنبه نیز در جدول شماره ۳ ارائه شده است. نتایج آماری مساحت و درصد اراضی دارای درجه و کلاس تناسب متفاوت در این جدول برای محصول گندم نشان داد که ۱۰۰ درصد دشت نیشابور برای کشت گندم دارای کلاس تناسب S_3 و S_2 است و عمده ترین عامل محدود کننده در آن فاکتور فیزیک خاک (s) می‌باشد، در حالیکه سهم اراضی دارای تناسب بالا برای محصول ذرت مجموعاً ۶۹/۱۵ درصد محاسبه شده است و عمده‌ترین عامل محدودکننده برای این محصول فاکتور اقلیمی (c) می‌باشد. محصول پنبه نیز عملاً دارای کلاس‌های تناسب S_3 و S_2 نمی‌باشد و کلاس‌های تناسب N_1 و N_2 به دست آمده برای آن هم دارای شدیدترین درجه محدودیت اقلیمی(c) می‌باشد. به نظر می‌رسد که طبق روش کالوگیرو کشت گندم و ذرت در دشت نیشابور با انجام اقدامات اصلاحی و بهبود فاکتور عمده محدودکننده خاک و اقدامات اصلاحی و به نژادی بر روی ارقام ذرت، می‌تواند راندمان بهتر و تناسب بالاتری را برای محصولات فوق رقم بزند، اما برای محصول پنبه کشت این محصول برای دشت نیشابور طبق نتایج روش کالوگیرو پیشنهاد نمی‌شود.

جدول۳- مساحت و درصد اراضی دشت نیشابور بر اساس درجه نهایی و کلاس تناسب زمین برای محصولات گندم، ذرت و پنبه

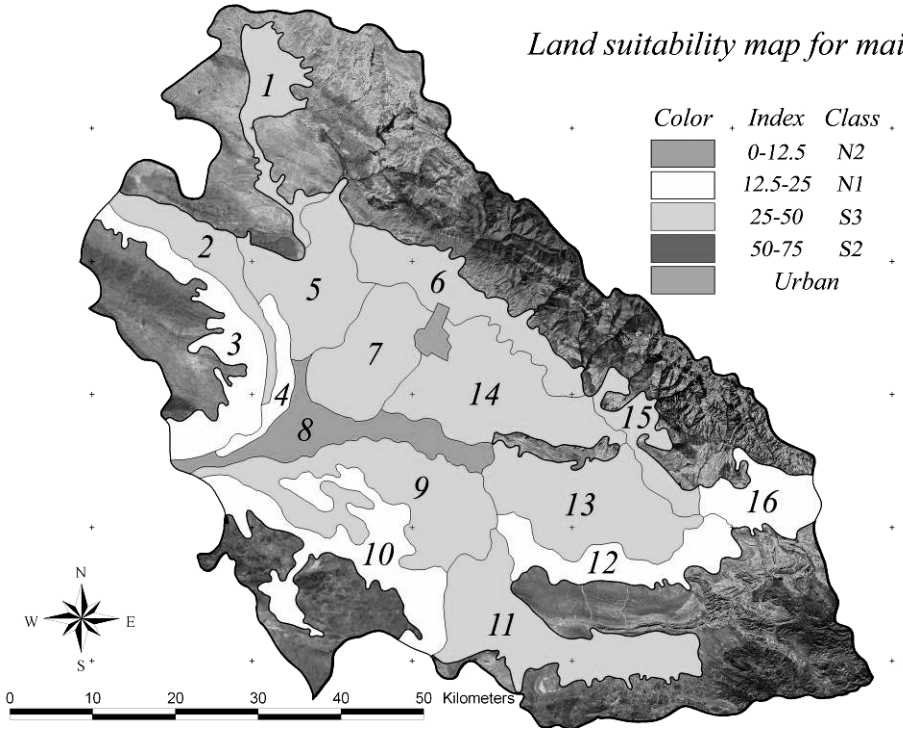
Table 3- Area and land percentage of Neyshabour plain based on final degree and land fitness class for wheat, corn and cotton

تناسب اراضی Land suitability		گندم Wheat		ذرت Maize		پنبه Cotton	
(کلاس) (Class)	(درجه) (Degree)	(کیلومتر مربع) (km^2)	(درصد) (Percent)	(کیلومتر مربع) (km^2)	(درصد) (Percent)	(کیلومتر مربع) (km^2)	(درصد) (Percent)
N_2	0-12.5	-	-	207.21	5.41	2567.54	67.29
N_1	12.5-25	-	-	974.06	25.44	251.94	32.71
S_3	25-50	1208.22	31.56	2647.21	69.15	-	-
S_2	50-75	2620.26	68.44	-	-	-	-
جمع Sum		**3828.48**	**100**	**3828.48**	**100**	**3828.48**	**100**



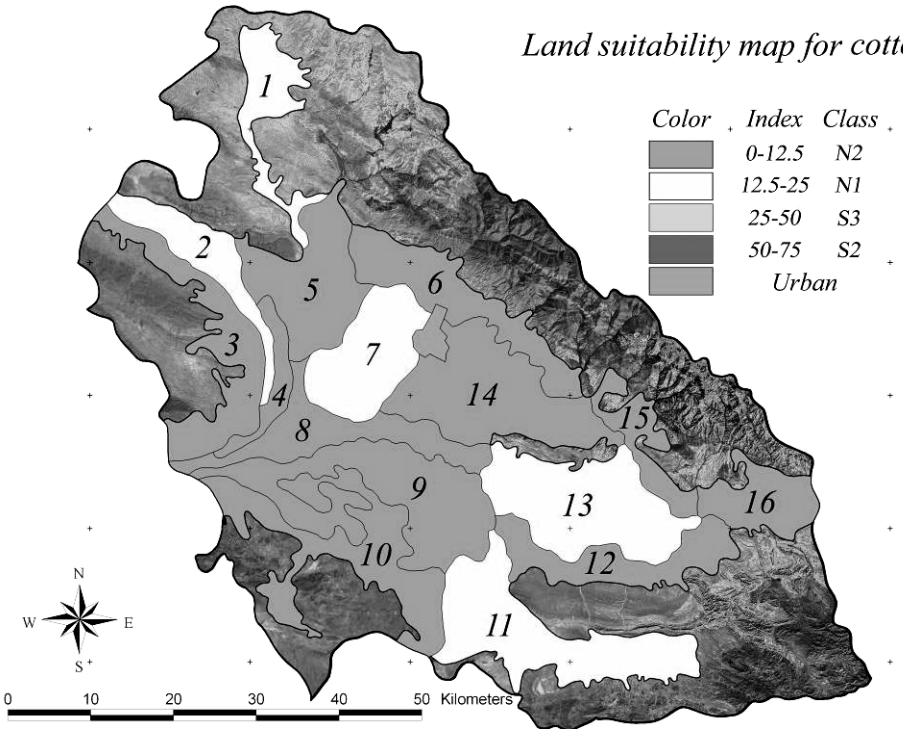
شکل ٦- پهنه‌بندی کلاس‌های تناسب اراضی برای کشت گندم آبی

Fig. 6- Land suitability map for irrigated wheat cultivation



شکل ۷– پهنه‌بندی تناسب اراضی برای کشت ذرت

Fig. 7- Land suitability map for irrigated corn cultivation



شکل ۸– پهنه‌بندی تناسب اراضی برای کشت پنبه

Fig. 8- Land suitability map for irrigated cotton cultivation

منابع

1- Afshar, H., Salehi, M., Mohammadi, J., and Mehnat Kesh, A. 2009. Spatial variability of soil properties and yield of irrigated wheat in a quantitative suitability map; case study: the Shahr kyan zone, Chahar Mahal and Bakhtiari province, Soil and water Science Journal Agricultural Science and Technology 1: 172-161. (In Persian with English Summary)

2- Ayoubi, S., and Alizadeh, M. 2006. Qualitative assessment of land suitability in order to grazing animals in Mehr Watershed in Sabzevar, Khorasan Province. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Journal 10(3): 163-151. (In Persian with English Summary)

3- Ayoubi, S., Givi, J., Jalalian, A., and Amini, A. 2002. Quantitative assessment of land suitability of Isfahan North Braan for irrigated wheat, barley, corn and rice. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Journal 6(3): 119-105. (In Persian with English Summary)

4- Ayoubi, S., and Jalalian, A. 2006. Assessment of Lands, Agricultural and Natural Resources Use, Isfahan University Press Center, Publication, Iran 396 pp. (In Persian)

5- Bameri, M., Bahrami, H., and Masih Abadi, M. 2003. Qualitative land suitability assessment of Chah Shur plain in Iranshahr for irrigated culture of wheat, barley and alfalfa. Soil and Water Science Journal 17(2): 200-190. (In Persian with English Summary)

6- Caldiz, D. O., Gaspari, F.J., Haverkort, A.J., and Struik, P.C. 2001. Agro-ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. Agricultural and Forest Meteorology 109: 311-320.

7- Dunshan, C., Claudia, D.B., Sara, D.S., Hui, B., Maddalena, D.L.L., Weidong, L., and Hailong, M.A. 2006. Land evaluation in Danling county, Sichuan province, China. Proceedings of 26th Course Professional Master Geomatics and Natural Resources Evaluation, Nov. 7, 2005-Jun. 23, 2006, Ministry of Foreign Affairs. Instituto Agronomico Per L'olfremare, Italy, pp: 1-153.

8- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. 32. Rome.

9- FAO. 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. FAO Soils Bulletin. No 52, FAO, Rome.

10- FAO. 1985. Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture. FAO Soils Bulletin, No. 55. Rome.

11- Faraj Nia, A. 2007. Land suitability assessment and identifying potential for sugar beet production in Marand plain. Sugar Beet Journal 23(1): 54-43. (In Persian)

12-Fallah Miri, H., Pirdashti, H., Tabar Ahmadi, M., and Qlych Nia, H. 2008. Classifying agricultural ecologic potential in Kesylyan zone by Geographic Information Systems. Journal of Environmental Studies 34(48): 126-115. (In Persian with English Summary)

13- Francesco, A., Abu El-Ish, B., Piene, B., Vladan, D., Mirjana, I., Rosa, K., and Babacar, 2003. Land evaluation in the province of Thies, Senegal. Proceedings of 23rd Course Professional Master Geomatics and Natural Resources Evaluation, Nov. 8, 2002–Jun. 20, 2003, Ministry of Foreign Affairs, Istituto Agronomico Per L Oltremare, Italy. pp: 1-148.

14- Givi, J. 1997. Qualitative assessment of land suitability for cultural crops and horticultural plants Iranian Soil and Water Research Institute, Publication, Iran No.1015, 100 pp. (In Persian)

15- Jalalian, A., Rostami Nia, M., Ayoubi, S., and Amini, A. 2006. Qualitative, quantitative and economic assessment lands suitability for wheat, corn and sesame in Mehran plain, Ilam. Province Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Journal 11(42): 403-393. (In Persian with English Summary)

16- Kalogirou, S. 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. Computers, Environment and Urban Systems 26: 89-112.

17- Madeh Khaksar, S., Ayneh Band, A., and Albaji, M. 2008. Qualitative assessment of land suitability for summer growing corn and watermelons in Gargar Plain in Khuzestan province Journal of Research in Agronomy (1): 58-71. (In Persian)

18- Qaemyan, N., Barzegar, A., Mahmoudi, S., and Amari, P. 2002. Land suitability Evaluation for wheat, sugar beet and alfalfa by parametric methods in the Piranshahr land. Soil and Water Science Journal 16(1): 94-83. (In Persian with English Summary)

19- Shahbazi, F., and Jafarzadeh, A. 2004. Qualitative land suitability assessment of Khusheh Mehr cooperative company in Banab for wheat, barley, alfalfa, onions, sugar beets and corn. Agricultural Science Journal 14(4):69-86. (In Persian)

20- Shakeri, S., Pashai, A., and Momeni, A. 2007. Semi-detailed soil study by Geopedologic methods in order to optimize land suitability classifying in Aq Qala. Agricultural Sciences and Natural Resources Journal 14(5): 45-35. (In Persian with English Summary)

21- Sicat, R.S., Carranza, E.M., and Nidumolu, U.B. 2005. Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification. Agricultural Systems 83: 49-75

22- Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, I.J. 1991a. Land evaluation. Part I: Principles, In: Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium 274 pp.

23- Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, I.J. 1991b. Land evaluation. Part II: Methods In land Evaluation. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication-No. 7, Brussels-Belgium 247 pp.
24- Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, I.J., and Beernaert, F. 1993. Land evaluation. Part III: Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium 199 pp.
25- Shepande, C. 2002. Soil and land use with particular attention to land evaluation for selected land use types in the lake Neivasha Basin, Kenya. International Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC), Enschede, the Netherlands 106 pp.
26- The country's Meteorological Department, Meteorological Office of Razavi Khorasan Province 2008. 15 years rainfall statistics in Neyshabour Synoptic stations (2005-1991).
27- Wahba, M.M., and Darwish, K.M. 2007. Suitability of specific crops using Microleis Program in Sahal Barakas, Egypt. Journal of Applied Sciences Research 3(7): 531-539.