نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۴۱۱-۳۹۷

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 397-411

امکان‌سنجی کشت یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L. Mill.) در شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) با استفاده از GIS

نیلوفر نصراللهی[۱]، حسین کاظمی[۲*]، بهنام کامکار[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۲/۰۷

چکیده

در این تحقیق به منظور امکان‌سنجی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا در استان گلستان جهت کشت یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L. Mill.)، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS[۴]) و تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد. بدین منظور اطلاعات و لایه‌های مورد نیاز از منطقه مورد بررسی در سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری و نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شد. از روش‌های کریجینگ (مدل‌های گوسی، نمایی و کروی) و نیز وزن‌دهی فاصله معکوس برای تهیه لایه‌های متغیرهای محیطی استفاده شد. سپس لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS با اختصاص وزن حاصل از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[۵]) روی هم‌گذاری وزنی و تلفیق شدند. در انتها لایه نهایی در چهار پهنه بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که به ترتیب ۲۳/۱ درصد و ۴۷/۲ درصد اراضی کشاورزی این شهرستان برای کشت یونجه یک‌ساله بسیارمستعد و مستعد هستند. در این مناطق مقدار بارش و اکثر متغیرهای حاصلخیزی خاک و توپوگرافی در سطح مطلوبی قرار داشتند. مناطق نیمه-مستعد و غیرمستعد (حدود ۳۰ درصد اراضی) نیز بیشتر در شمال غربی، شرق و جنوب اراضی زراعی شهرستان قرار گرفتند. از دلایل وجود این پهنه‌ها، عدم تطبیق نیازهای محیطی مورد نیاز گیاه یونجه یک‌ساله با خصوصیات بوم‌شناختی این اراضی می‌باشد. در این مطالعه میزان بارش اندک، EC بالا در حدود ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر، محتوی پایین ماده آلی، کلسیم و پتاسیم از عوامل محدودکننده کشت شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، کریجینگ

مقدمه

یکی از موضوع‌های مهم و اصلی جهان، به ویژه در مورد اغلب کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، استفاده بهینه از اراضی برای تأمین نیازهای جمعیت در حال رشد می‌باشد. منابع اراضی محدود و تخریب‌شونده هستند. از طرف دیگر، بهره‌برداری نامناسب از اراضی و آثار سوء ناشی از آن محدودیت‌ها را تشدید می‌کند. کشاورزی به منظور تأمین غذای جمعیت رو به رشد بشر می‌بایست علاوه بر قدرت تولید زیاد، پایداری درازمدت استفاده از اراضی و حفظ منابع اراضی را نیز مورد توجه قرار دهد (Bihen,1992). شناخت متغیرهای آب و هوایی و اثر آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد و این موضوع به ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت بیشتری برخوردار است. با شناسایی نیازمندی‌های حرارتی و رطوبتی محصولات مختلف و نیز محدودیت‌ها یا توانمندی‌هایی که اقلیم در محیط ایجاد کرده است، عملاً می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد ملی خواهد شد (Sari-Sarraf et al., 2009). در بسیاری از مناطق، عمده گیاهان زراعی به طور نسبی و تنها با اتکاء به تجربه و بدون بررسی انطباق آن با نیازهای محیطی کشت می‌شوند. در نتیجه عملکرد آن‌ها کم و در نهایت موجب به هدر رفتن پتانسیل‌های اقلیمی با توجه به کمبود

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد،
۲ و ۳- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: hossein_k_p@yahoo.com

4- Geographic Information System
5- Analytical Hierarchy Process

آب در کشور خواهند شد (Ehteramiyan et al., 2009). گیاهان زراعی بهترین رشد خود را در مناطقی انجام می‌دهند که شرایط اقلیمی نیاز رشدی آن‌ها را تأمین نماید. ارتفاع، شیب، جهت شیب، میزان پوشش سطح زمین و برخی از عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد، در امکان‌سنجی تولید یک محصول در یک منطقه می‌توانند مفید واقع شوند (Baghat et al., 2009).

هر منطقه دارای توانمندی‌ها و تنگناهایی در زمینه کشاورزی است. از این‌رو شناخت و تحلیل آن‌ها می‌تواند در جهت توسعه، مؤثر واقع شود و از منابع موجود استفاده مطلوب و مناسب به عمل آید. زیرا هر گیاه یا محصول، با شرایط خاصی سازگار می‌باشد که با در نظر گرفتن شرایط لازم، می‌توان به نتیجه مطلوب و متناسب با محیط دست یافت. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دارای قابلیت فراوانی در زمینه سنجش و پتانسیل‌سنجی عوامل طبیعی با استفاده از مدل های مختلف می‌باشد. از این‌رو امروزه تهیه و کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به منظور افزایش دقت در امر برنامه‌ریزی رواج گسترده‌ای یافته است زیرا از طریق آن‌ها با توجه به معیارهای کمی و کیفی متعدد، می‌توان به انتخاب بهترین گزینه دست یافت (Malczewski, 2006).

یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L. Mill.) یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای جهان به شمار می‌رود و به لحاظ تولید و کیفیت علوفه‌ی مناسب، تثبیت نیتروژن و کاهش فرسایش خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Esfandyari et al, 2008). یونجه با توجه به تنوع گونه‌ای فراوان در میان سایر گیاهان علوفه‌ای، به لحاظ ارزش غذایی، کیفیت علوفه و خوشخوراکی و همچنین دارا بودن ذخایر غذایی، مواد پروتئینی، مواد معدنی و انواع ویتامین‌ها اهمیت خاصی دارد تاجایی که به عنوان ملکه گیاهان علوفه‌ای از آن یاد شده است. این گیاه علاوه بر تولید علوفه خوشخوراک قابل توجه در واحد سطح، از طریق همزیستی با *ریزوبیوم*ها نیتروژن هوا را در خاک تثبیت کرده و علاوه بر رفع نیازهای خود سبب حاصلخیزی خاک نیز می‌گردد (Abarsaji et al, 2000). بر اساس آمار سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ سطح زیر کشت یونجه در استان گلستان ۱۹۰۰ هکتار گزارش شده است (Agriculture Organization of Golestan Province, 2011). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد مناطق غربی ایران دارای درجه حرارت، شرایط جغرافیائی و خاک مناسب و بارندگی بالاتر از ۳۰۰ میلی‌متر هستند که به منظور کشت یونجه‌های یک‌ساله در دیمزارها تحت عنوان تناوب غله مرتع، جهت تولید علوفه برای دام، افزایش عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.)، کاهش فرسایش، بالا بردن ماده آلی خاک و استفاده بهتر از بارندگی‌ها مناسب می‌باشند (Francis, 2000).

عسکری و همکاران (Askari et al., 2009) به پهنه‌بندی بوم-شناختی- کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی در منطقه تاکستان پرداختند. در این پژوهش پهنه‌بندی مطابق روش فائو صورت گرفت و پس از پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی و پهنه بندی خاکی- کشاورزی، در نهایت ۲۷ واحد بوم-شناختی کشاورزی تعیین شد. کلاس‌های تناسب اراضی، میزان پتانسیل تولید و میزان تولید در هر یک از پهنه‌ها برای محصولات گندم، جو (*Hordeum vulgare* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.) و ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) محاسبه گردید. در ادامه مشخص شد محدودیت‌های موجود عمدتاً شامل محدودیت‌های توپوگرافی در بخش‌های غربی و محدودیت‌های شوری و قلیائیت در قسمت‌های شرقی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در تحقیقی در ایالت هیماچال پرادش هند[1] با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی اراضی دارای پتانسیل کشت غلات (گندم، جو، ذرت و برنج (*Oryza sativa* L.)) پرداخته شد. در این پژوهش مشخص شد که نواحی واجد پتانسیل کشت گندم معادل ۴۱۰ هزار هکتار می‌باشد و افزایش ۱۳ درصدی در سطح زیر کشت این محصول قابل انتظار است. به طور مشابه این رقم در مورد محصولات جو و برنج به ترتیب ۳۸۴ و ۲۲ هزار هکتار برآورد شد (Baghat et al., 2009). شریفی حسینی و همکاران (Sharifi-Hoseyni et al., 2009) به ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کشت گندم و یونجه در منطقه هندیجان با استفاده از GIS پرداختند. ایشان بیان کردند متغیرهای اقلیمی در تولید این محصولات محدودیتی ایجاد نمی‌کند اما شوری و قلیائیت شدید و مقدار زیاد آهک خاک مهم‌ترین عوامل می‌باشند. نتایج نشان داد در مجموع هشت واحد مورد بررسی، شش واحد آن جهت کشت یونجه در کلاس مستعد (S_2) قرار دارد. بامیری و همکاران (Bameri et al., 2003) به ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت چاه‌شور ایرانشهر جهت کشت یونجه، گندم و جو پرداختند. پس از بررسی خصوصیات اقلیم، خاک و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ایشان به این نتیجه رسیدند

1- Himachal pradesh

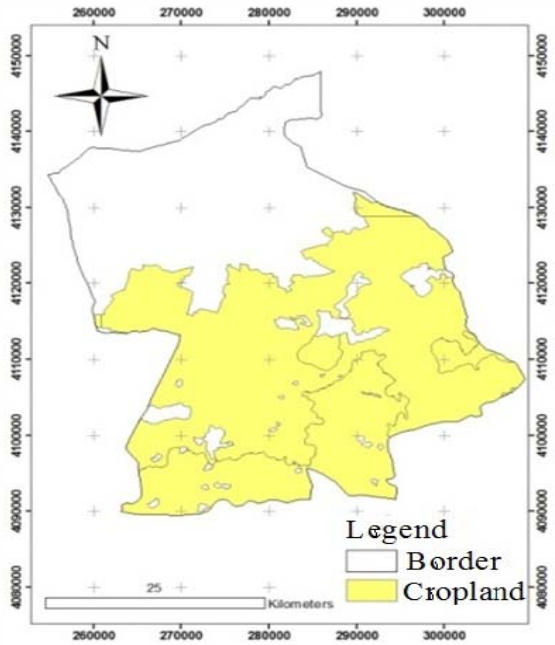
برخی از خصوصیات خاک و توپوگرافی عامل محدودکننده تولید محصولات نام برده در منطقه هستند. از عوامل محدودکننده جهت کشت یونجه در این منطقه، توپوگرافی، شوری، بافت خاک و از عوامل محدودکننده کشت گندم و جو، بافت خاک، سنگریزه و توپوگرافی اعلام شد.

استعداد اراضی منطقه دامغان جهت کشت گندم آبی توسط اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2010) و جهت کشت جو آبی توسط اشرف (Ashraf, 2011) مورد ارزیابی قرار گرفت. کمبود آب، شوری خاک، میزان سدیم قابل تبادل، خصوصیات فیزیکی خاک و حاصلخیزی ضعیف از عوامل محدودکننده کشت در این منطقه شناخته شد.. ال مشرقی و همکاران (Al-Mashreghi et al., 2011) تناسب اراضی را در استان ایب، جمهوری یمن جهت کشت سورگوم (*Sorghum bicolor* L. Moench) ارزیابی کرده و بیان کردند که حدود ۶۱ درصد از منطقه جهت کشت این محصول مناسب است. بر اساس مطالعه هینوک (Hinok, 2010) در منطقه لگامبو در اتیوپی جهت کشت گندم و ذرت ایشان از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده کرده و بیان کردند که منطقه مورد مطالعه در حدود ۸۵ درصد جهت کشت گندم مناسب بوده و همچنین در حدود ۶۵ درصد نیز جهت کشت ذرت مناسب است. بریزا و همکاران (Briza et al., 2005) نیز به بررسی تناسب اراضی استان سلیمانه در مراکش جهت تولید ذرت پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که محتوای آهک خاک، شیب و بافت خاک به عنوان مهم‌ترین عامل در کشت ذرت در این منطقه است. با توجه به این‌که شهرستان آق‌قلا یکی از مراکز مهم دامپروری در استان گلستان می‌باشد، لذا شناسایی مناطق مستعد و غیرمستعد بر اساس شناخت مزیت‌ها و محدودیت‌های محیطی کشت محصول می‌تواند کمک شایانی به توسعه سطح زیرکشت و پایداری میزان تولید یونجه یک‌ساله در این شهرستان نماید. از طرفی با وجود قابلیت بالای فن‌آوری GIS در تحلیل داده‌ها، از قابلیت‌های توابع تحلیلی در مطالعات امکان‌سنجی کشت محصولات زراعی، در سطح کشور ما بهره کافی برده نشده است. بنابراین این مطالعه با هدف بهره‌گیری از توابع تحلیل‌های مکانی همراه با فرآیند سلسله مراتبی (AHP) جهت شناسایی مناطق مناسب کشت یونجه یک‌ساله در شهرستان آق‌قلا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان آق‌قلا یکی از شهرستان‌های شمالی استان گلستان است و بین ۵۴ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی در شمال استان واقع شده است. این شهرستان در طرفین رودخانه گرگان رود و در شمال شهر گرگان قرار گرفته است. محصولات عمده آن شامل : غلات، حبوبات، نباتات علوفه‌ای، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و دانه‌های روغنی است که از طریق کشت آبی و دیم به دست می‌آید. محدوده مورد مطالعه در این پژوهش اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا می‌باشد که در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل۱- محدوده اراضی کنونی کشاورزی شهرستان آق‌قلا
Fig. 1- Current area of agricultural land of Aq-Qalla township

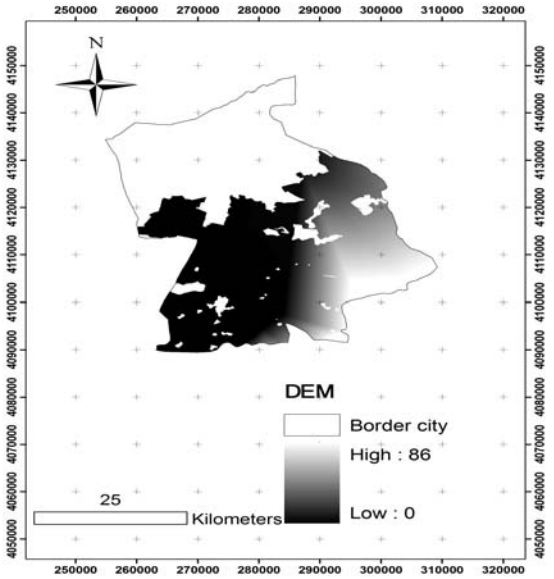
بازدید صحرایی از منطقه مورد مطالعه

در بازدیدی که از زمین‌های کشاورزی شهرستان آق‌قلا در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت، مشاهده شد که کشاورزان منطقه جهت تأمین علوفه مورد نیاز دام‌های خود، در کنار محصولات زراعی همانند گندم و جو دیم، یونجه یک‌ساله، البته به صورت محدود، به صورت سنتی

کشت می‌کنند. بر اساس گفته زارعین منطقه، کشت این گیاه، علاوه بر تأمین خوراک دام‌ها، باعث افزایش عملکرد محصولات بعدی در تناوب با یونجه خواهد شد.

تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی

نقشه‌های شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)[1] با دقت مکانی ۴۰ متر برای استان گلستان در مقیاس۱:۲۵۰۰۰ برای محدوده کشاورزی شهرستان آق‌قلا در محیط ArcMAP تهیه شد (شکل۲).



شکل۲- نقشه مدل رقومی ارتفاع اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا

Fig. 2- A digital elevation model of agricultural land in Aq-Qalla township

برای تهیه نقشه‌های دماهای متوسط، کمینه، بیشینه ومیزان بارش در محدوده مورد مطالعه، از داده‌های اقلیمی ۱۵ ساله آماری ایستگاه‌های باران‌سنجی، هم‌دیدی و اقلیم‌شناسی مستقر در استان گلستان (در مجموع ۴۳ ایستگاه) استفاده شد. برای تهیه این نقشه‌ها نیز از روش میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW)[2] و کریجینگ استفاده شد. در شکل ۳ برخی از این نقشه‌ها آمده است.

به منظور تهیه نقشه‌های رقومی بافت، شوری، pH، ماده آلی و همچنین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و آهن از اطلاعات ۳۰۰ نمونه خاک از اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه استفاده شد. این نمونه‌ها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد. پس از جمع‌آوری این اطلاعات به منظور تهیه نقشه خصوصیات خاک از روش‌های مختلف درون‌یابی از جمله کریجینگ و IDW استفاده شد. به این صورت که در روش میان‌یابی کریجینگ از سه مدل کروی، نمایی و گوسی و در مورد روش وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) از توان‌های یک، دو و سه جهت تعیین بهترین روش جهت ترسیم نقشه‌های خاک استفاده شد. در شکل ۴ برخی از نقشه‌های متغیرهای خاکی نشان داده شده است. جدول (۱) نوع روش- مدل میان‌یابی جهت ترسیم نقشه متغیرهای خاک را در اراضی شهرستان آق‌قلا نشان می‌دهد. دقت این روش‌ها و مدل‌ها با سه معیار آماری میانگین خطای اریب یا انحراف (MBE[3])، میانگین خطای مطلق (MAE[4]) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE[5]) سنجیده شد.

جدول۱- روش‌های درون‌یابی جهت تولید نقشه متغیرهای خاکی در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا

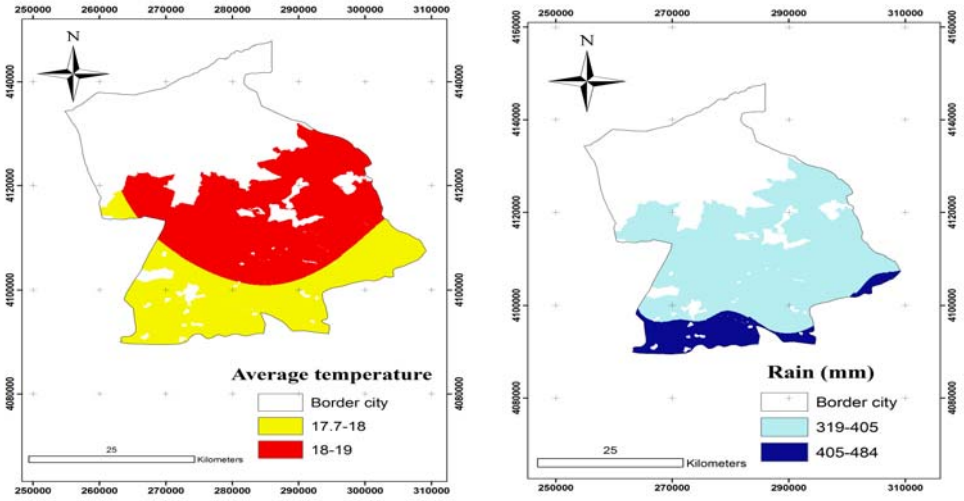
Table 1- Interpolation methods for soil variables mapping in agricultural land of Aq- Qalla township

متغیر خاکی Soil variable	روش/مدل Method/model
نیتروژن N	کریجینگ- مدل کروی Kriging-spherical model
فسفر قابل استفاده Availability P	کریجینگ- مدل نمایی Kriging-exponential model
پتاسیم قابل استفاده Availability K	کریجینگ- مدل نمایی Kriging-exponential model
کلسیم قابل تبادل Exchangeable Ca	کریجینگ- مدل کروی Kriging-spherical model
آهن Fe	کریجینگ- مدل گوسی Kriging-gaussian model
روی Zn	کریجینگ- مدل کروی Kriging-spherical model
شوری EC	کریجینگ- مدل نمایی Kriging-exponential model
اسیدیته pH	کریجینگ- مدل نمایی Kriging-exponential model
ماده آلی Organic matter	کریجینگ- مدل کروی Kriging-spherical model

فرآیند سلسله مراتبی (AHP)

1- Digital elevation model
2-Inverse distance weighting

3-Mean bias error
4- Mean absolute error
5- Root mean square error



شکل۳- نقشه برخی متغیرهای هواشناسی در محدوده اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا

Fig. 3- Maps of some meteorological variables in agricultural lands of Aq-Qala township

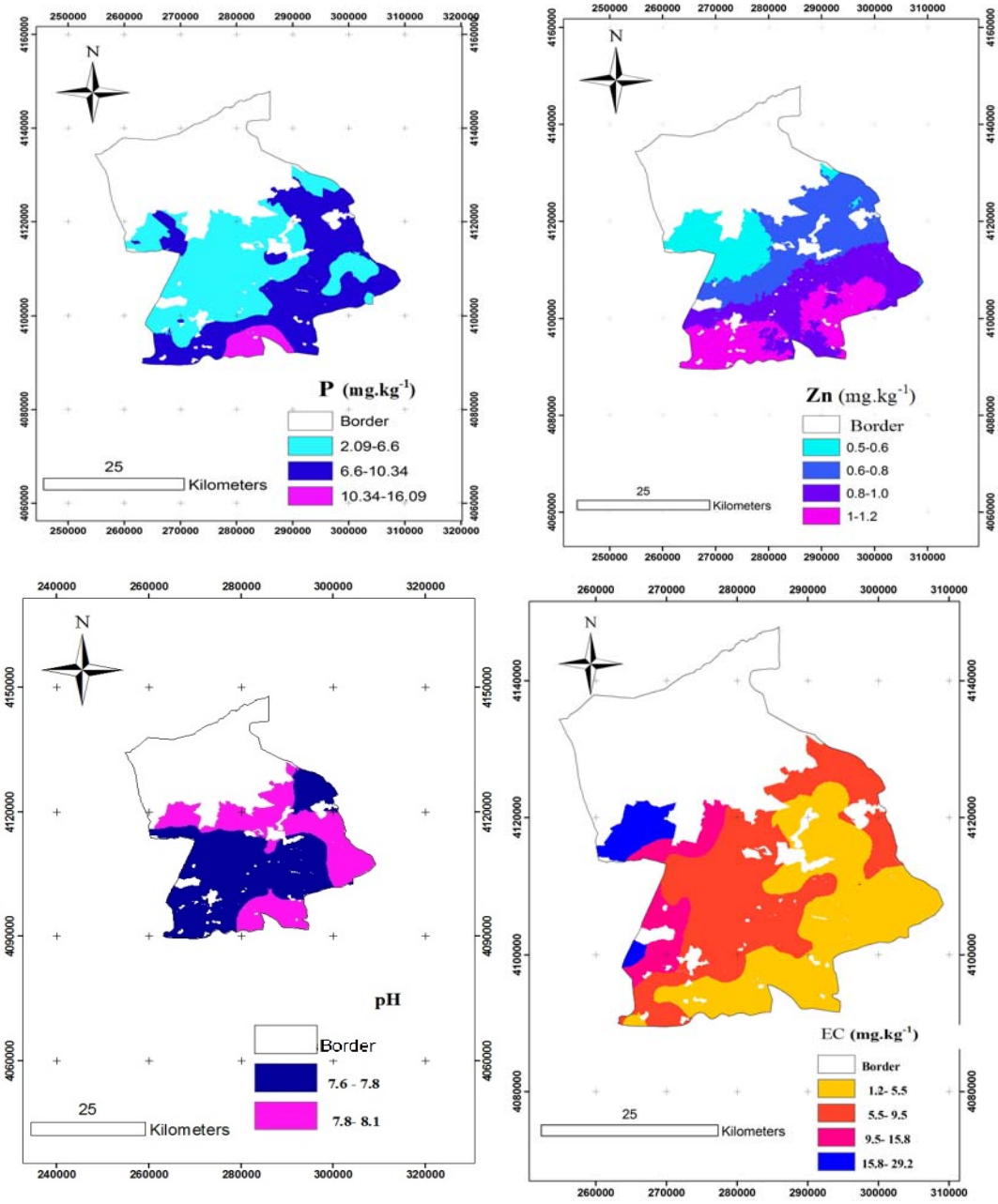
به منظور وزن‌دهی به معیارها با روش AHP[1] ، ابتدا درخت سلسله مراتبی تشکیل گردید. بدین ترتیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از قوی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزیی و ارتباط هدف اصلی با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی به شکل ساده‌تری بیان می‌کند. در تحقیق حاضر جهت استعدادسنجی اراضی مستعد کشت یونجه ابتدا عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی به عنوان معیار-های اصلی انتخاب شدند و هر یک از این عوامل به زیر معیارهایی تقسیم شدند.

در تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر باید به صورت زوجی مقایسه شوند که بدین صورت وزن نسبی آن‌ها به دست می‌آید و سپس با استفاده از وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می‌گردد. با توجه به این‌که در تعیین تناسب اراضی عوامل محیطی فرآوان دخیل هستند و به جهت ارزیابی دقیق‌تر لازم است تا اهمیت نسبی آن‌ها مشخص شود، مقایساتی بین معیارها و زیر معیارها صورت می‌گیرد. بنابراین در این مقایسه‌ها میزان ارجعیت عناصر بر یکدیگر مشخص می‌شود. برای جمع‌آوری داده‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و وزن معیارها و زیرمعیارها از نتایج ۲۵ پرسشنامه استفاده شد. این پرسشنامه‌ها حاوی مقایسات مشترک برای کلیه عوامل مؤثر در استعدادسنجی است که توسط متخصصان زراعت شاغل در استان گلستان بر اساس رویه‌ایی که توسط ساعتی (Satty, 1980) ارائه شده است، تکمیل شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها تجزیه و تحلیل آن‌ها به وسیله نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۲۰۰۱ انجام گردید.

نحوه امکان‌سنجی اراضی

جهت انطباق نیازهای محیطی گیاه زراعی با خصوصیات اراضی، ابتدا نیازهای زراعی و بوم‌شناختی گیاه مورد نظر با استفاده از منابع علمی موجود (ترجیحاً منابع مطالعاتی در استان گلستان) تعیین و درجه‌بندی گردید. سپس اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری و تهیه و به محیط GIS نسخه ۹/۳ منتقل شد و نقشه‌های موضوعی مورد نظر تهیه گردید. این نقشه‌ها عبارت بودند از دمای متوسط سالانه، دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، شیب، جهات شیب، ارتفاع از سطح دریا ،مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، pH، آهن، روی، شوری، بافت و ماده آلی. پس از تهیه لایه‌ها، کار طبقه‌بندی و رتبه‌بندی هر لایه بر اساس جدول نیازهای بوم‌شناختی (جدول ۲)، در چهار طبقه بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد، غیرمستعد صورت گرفت. این لایه‌ها در محیط GIS فراخوانی شدند و سپس لایه‌ها تلفیق و روی‌هم‌گذاری هر لایه با اختصاص وزن AHP مختص به آن انجام شد برای این کار از روش هم‌پوشانی وزنی در محیط ArcMap استفاده شد.

1- Analytical hierarchy process



شکل٤- نقشه پهنه‌بندی برخی از متغیرهای خاک در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا

Fig. 4- Zoning maps of some soil variables in agricultural land of Aq-Qalla township

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از فرآیند سلسله مراتبی (AHP) نشان داد که عامل اقلیم نسبت بـه دو عامـل خـاک و توپـوگرافی بـا ارزش وزنـی ۰/۵۵۹ به عنوان اولویت اول از نظر متخصصان زراعت انتخـاب شـد. در بین عوامل اقلیمی نیز بارش با ارزش وزنی ۰/۵۳۷ بالاترین اهمیت و دمای کمینـه و بیشـینه بـا ارزش وزنـی ۰/۰۹۲ و ۰/۱۵۰ کمتـرین

اهمیت را داشتند (جدول۳).

جدول۲- درجه‌بندی نیازهای بوم‌شناختی گیاه یونجه یک‌ساله گونه (*Medicago scutellata* L. Mill.)

Table 2- Grading of ecological needs of annual alfalfa (*Medicago scutellata* L. Mill.)

متغیر Variables	بسیار مستعد (S_1) High suitable (S_1)	مستعد (S_2) Suitable (S_2)	نیمه‌مستعد (S_3) (Semi- suitable S_3)	غیرمستعد (N) Non-suitable (N)	منبع Reference
میزان بارش سالانه (میلی‌متر) Annual rain (mm)	>500	450-500	300-450	<300	Bahrani (2005); Kazemi (2012); KhodaBandeh (2009)
دمای متوسط سالانه (سانتی‌گراد) Average temperature (^oC)	25-20 & 20-5	20-30 & 25-30	35-30	>35	Dorri et al. (2007)
دمای کمینه سالانه (سانتی‌گراد) Minimum temperature (^oC)	10-15	5-10	0-5	<0	Dorri et al. (2007)
دمای بیشینه سالانه (سانتی‌گراد) Maximum temperature (^oC)	20-30	20-25	30-38	>38	Dorri et al. (2007)
شوری (دسی‌زیمنس برمتر) EC ($dS.m^{-1}$)	0-3.5	3.5-5.5	8-12	>12	Dorri et al. (2007) Gool et al. (2005)
اسیدیته pH	6.5–8	8-8.5 & 5.5-6.5	5-5.5	<5	Dorri (2007) Sys et al. (1991)
بافت خاک Soil texture	لومی– لومی رسی– لومی رسی‌شنی Loam- clay loam- clay- sandy clay loam	لومی شنی– لومی رسی– سیلتی Sandy loam- clay loam- silty	رسی شنی– شنی لوم– لومی– سیلتی Silty loam- sandy clay- silty loam- sandy loam	شنی و سایر کلاس‌ها Sandy and Other classes	Kazemi (2012); Sys et al. (1991); Gool et al. (2005)
شیب (درصد) Slope (%)	0-4	4-8	8-12	> 12	Makhdum (2011)
جهات شیب Aspect slope	بدون جهت– جنوب – جنوب‌شرقی Plateau, south and southeast	شرق– شمال‌شرقی East and northeast	جنوب‌غربی– شمال‌غربی Southwest and northwest	غرب– شمال West and north	Makhdum (2011)
ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	0-1000	1000-1500	1500-2500	>2500	Makhdum (2011)
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) Fe (ppm)	10-15	8-10 & 15-18	5-8 & 18-20	>20 & <5	Malakuti & Gheybi(1997)

روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) Zn (ppm)	1.5-2	2-4 & 1-1.5	4-6	>6 & <1	Malakuti & Gheybi (1997)
کلسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) Ca (ppm)	10-20	20-30 & 5-10	30-50	<5 & >50	Malakuti & Gheybi (1997); Kazemi (2012)
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) P (ppm)	10-14	14-18 & 8-10	18-22 & 5-8	<5 & >22	Malakuti & Gheybi (1997)
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم K (ppm)	200-300	& 150-200 300-350	100-150	& <100 >350	Malakuti & Gheybi (1997)
ماده آلی (درصد) Organic Matter	>3	2-3	1-2	<1	Malakuti & Gheybi (1997); KhodaBandeh (2009)
نیتروژن (درصد) N (%)	0.1<	0.07-0.1	0.05-0.07	<0.05	Malakuti & Gheybi (1997); Kazemi (2012)

جدول۳- ارزش وزنی و اهمیت معیارها و زیرمعیارها مؤثر در کشت یونجه یک‌ساله در شهرستان آق‌قلا

Table 3- The value and weights of criteria and sub-criteria for annual alfalfa cropping in Aq-Qalla township

معیار/زیرمعیار Criteria / Sub-criteria	وزن Weight	اهمیت Important	معیار/زیرمعیار Criteria / Sub-criteria	وزن Weight	اهمیت Important
۱- اقلیم **1. Climate**	0.559 0.537	1	**۳- خاک** **3. Soil**	0.328	2
بارش Rain	0.221	1	ماده آلی Organic matter	0.176	1
دمای متوسط Average temperature	0.150		هدایت الکتریکی EC	0.172	2
دمای بیشینه Maximum temperature		2	اسیدیته pH	0.162	3
دمای کمینه Minimum temperature	0.092	3	بافت Texture	0.153	4
۲- توپوگرافی **2. Topography**	0.113	4	نیتروژن N	0.106	5
جهات شیب Slope aspect	0.504		فسفر P	0.076	6
شیب Slope	0.345	3	پتاسیم K	0.052	7
ارتفاع از سطح دریا Elevation	0.151	1	کلسیم Ca	0.037	8
ضریب ناسازگاری IR	0.002	2	آهن Fe	0.033	9
		3	روی Zn	0.033	9

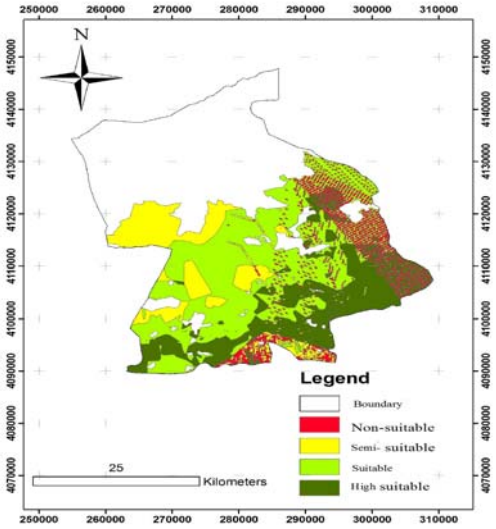
در بین متغیرهای توپوگرافی جهات شیب با ارزش وزنی ۰/۵۰۴ دارای اهمیت بالاتری نسبت به شیب و ارتفاع از سطح دریا بود. در بین عوامل مربوط به خصوصیات خاک سه عامل ماده آلی، شوری و pH به ترتیب بالاترین وزن و عناصر کم‌مصرف آهن و روی کمترین ضریب را کسب کردند (جدول ۳).

نتایج نشان داد که با انطباق ۱۷ لایه محیطی مؤثر در فرآیند

کشت یونجه در محیط GIS، امکان شناخت مناطق مستعد کشت برای این گیاه زراعی در منطقه آق‌قلا وجود دارد. نتایج حاصل از روی‌هم‌گذاری وزنی لایه‌ها جهت پهنه‌بندی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا با بررسی عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی در چهار طبقه در شکل ۵ نشان داده شده است.

در پهنه بسیار مستعد به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد یونجه، با فرض اجرای صحیح مدیریت زراعی، دارای عملکرد بالایی خواهد بود. این مناطق ۲۵۸۱۰/۸۶ هکتار (۲۳/۱ درصد) از مساحت اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا را به خود اختصاص داد (جدول ۳). میزان بارش حدود ۴۰۰-۳۰۰ میلی‌متر، دمای مناسب، شیب مناسب و داشتن جهات‌های جغرافیایی جنوبی و جنوب شرقی از خصوصیات این پهنه بود. از لحاظ عناصر غذایی نیز این اراضی وضعیت مطلوبی دارند به طوری‌که میزان کلسیم در این منطقه در حدود ۱۳-۲ و پتاسیم ۲۵۰-۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. البته پهنه بسیار مستعد دارای مقدار شوری پایین، بافت خاک لومی رسی و درصد ماده آلی بالاتری نسبت به دیگر مناطق دارا بود. در نقشه نهایی پهنه بسیار مستعد در قسمت‌های جنوبی تا شرق شهرستان به صورت نواری از غرب به شرق کشیده شده است (شکل ۵). سندگل و همکاران (Sandgoul et al., 2005) به مقایسه عملکرد علوفه پنج گونه یونجه یک‌ساله بومی و خارجی در منطقه گرگان پرداختند. ایشان بیان کردند از بین گونه‌های خارجی گونه *M. scutellata* گونه رطوبت‌پسند و گرمادوست با عملکرد ۲۰۸۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین تولید و گونه *M. polymorpha* با منشأ بومی با عملکرد متوسط ۱۴۸۷ کیلوگرم در هکتار در مقام دوم قرار گرفت. براساس مطالعات انجام شده توسط دری و همکاران (Dorri et al., 2007) گونه *M. scutellata* دامنه سازگاری بیشتری با شرایط محیطی گلستان داشته و در سال دوم مقدار علوفه خشک آن افزایش می‌یابد. اما گونه *M. polymorpha* دارای کمترین مقدار تولید پروتئین در واحد سطح است. با توجه به این نتایج گونه *M. scutellata* گونه مناسبی جهت کشت در این مناطق محسوب می‌شود.

پهنه مستعد ۴۹۰۷۹/۷۸ هکتار (۴۷/۲ درصد) از مساحت اراضی این شهرستان را به خود اختصاص داد (جدول ۴) که نسبت به سایر پهنه‌ها از وسعت بیشتری برخوردار بود. پهنه مستعد عمدتاً در کل اراضی کشاورزی شهرستان قابل مشاهده بود. این مناطق از لحاظ شرایط بوم‌شناختی جهت کشت یونجه مناسب هستند اما در رتبه پایین‌تری نسبت به مناطق بسیار مستعد قرار دارند و از لحاظ شیب، جهات شیب، ماده آلی و وضعیت بارش در شرایط قابل قبولی قرار دارند. با کشت یونجه در این منطقه می‌توان به عملکرد مناسب و قابل قبولی دست یافت.



شکل ۵- نقشه استعداد سنجی اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا جهت کشت یونجه یک‌ساله

Fig. 5- Agricultural lands suitability map for annual alfalfa cultivation in Aq-Qalla township

جدول ٤- مساحت پهنه‌ها جهت کشت یونجه یک‌ساله در شهرستان آق‌قلا
Table 4- Zone area for alfalfa cropping in Aq-Qalla township

پهنه Zone	مساحت (هکتار) Area (ha)	نسبت مساحت پهنه به مساحت کل اراضی (درصد) Area /Total area (%)
مناطق بسیار مستعد High-suitable	25810.86	23.10
مناطق مستعد Suitable	49079.78	47.20
مناطق نیمه‌مستعد Semi-suitable	18176.28	20.40
مناطق غیرمستعد Non-suitable	9866.08	9.30

ثروتی و همکاران (Servati et al., 2014) به بررسی ارزیابی تناسب اراضی یونجه در منطقه خواجه استان آذربایجان شرقی با منطق فازی و استفاده از روش بولین پرداختند. پس از بررسی نتایج به این صورت توسط ایشان بیان شد که عامل شیب دارای بیشترین وزن بوده و به عنوان مهم‌ترین معیار و آهک با کمترین وزن به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار در بین خصوصیات مؤثره انتخاب شد.

نتایج نشان داد که پهنه نیمه مستعد در قسمت‌های مرکزی به سمت شمال غرب اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا با شوری در حدود ۹/۵-۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر، pH در حدود ۸/۱-۷/۶ و بارش بسیار کم ۲۰۰-۱۵۰میلی‌متر قرار گرفته است. از عوامل اصلی محدودکننده کشت، بارش کم و شوری بالا در این ناحیه بود. گزارش شده که یونجه از جمله گیاهان نسبتاً حساس به شوری است، تنش شوری مراحل اولیه همزیستی گیاه با باکتری را متوقف می‌کند. حداکثر شوری قابل تحمل یونجه ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر است (Wie et al., 2004). این ناحیه ۱۸۱۷۶/۲۸ هکتار (۲۰/۴ درصد) از مساحت اراضی کشاورزی این شهرستان را شامل می‌شود (جدول ۴). ارزیابی تناسب اراضی برای یونجه در اراضی منطقه پیرانشهر توسط قائمیان و همکاران (Qaemiyan et al., 2002) نشان داد که منطقه مورد مطالعه جهت کشت این گیاه در طبقه مستعد (S_2) قرار گرفته است. در مطالعه آن‌ها توپوگرافی از عوامل محدودکننده کشت اعلام شد.

ناحیه غیرمستعد ۹۸۶۶/۰۶ هکتار (۹/۳ درصد) از مساحت اراضی شهرستان آق‌قلا را به خود اختصاص داد (جدول ۴). با به کارگیری روش‌های مدیریتی اصلاح اراضی شور و افزایش حاصلخیزی خاک در این پهنه، گیاه یونجه می‌تواند نقش ممتازی در ارتقای این اراضی به پهنه بالاتر و افزایش کیفیت منابع ایفا کند. نقشه استعدادسنجی اراضی نشان داد که پهنه غیرمستعد به صورت بخش کوچکی در قسمت شرق و جنوب اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا قرار گرفته است که شرایط نامساعدی از لحاظ کشت یونجه دارا می‌باشد. این منطقه دارای مقدار بارش ناچیز، شوری بالا بین ۱۵-۲۹ دسی‌زیمنس بر متر و جهات‌های شیب نامناسب در جهات غربی و شمالی بود. یونجه از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای است که از وسعت پراکندگی آن می‌توان نتیجه گرفت که این گیاه قابلیت محصول‌دهی بالا در دامنه‌ی وسیعی از نظر خاک و شرایط اقلیمی دارا می‌باشد و حتی در شرایط سخت آب و هوایی می‌تواند علوفه‌ای با کیفیت بالا تولید کند (Heydari-Sharifabad & Dorri , 2001).

عمده مناطق در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا دارای مشکل شوری می‌باشد. یونجه از جمله گیاهان نسبتاً حساس به شوری است، به گونه‌ای که آستانه تحمل شوری آن دو دسی‌زیمنس بر متر است. اگر شوری خاک به بیش از دو دسی‌زیمنس افزایش یابد، رشد و عملکرد آن کاهش می‌یابد. بر اساس آزمایش‌های انجام شده، در سطوح شوری ۳/۴، ۵/۴، ۸/۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد یونجه به ترتیب ۹۰، ۷۵، ۵۰ و ۵ درصد می‌باشد (Mass & Haffman, 1997). کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2012) به پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا (*Brassica napus* L.) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۲۱/۳۴ و ۳۵/۰۴ درصد از زمین‌های زراعی استان برای تولید کلزا به ترتیب بسیار مستعد و مستعد بودند. ایشان گزارش کردند که طبقات نیمه‌مستعد و غیرمستعد کشت کلزا، به قسمت‌های شمالی و شرقی استان اختصاص دارد. در این مناطق میزان بارش و پتانسیل منابع آبی پایین، شوری و کمبود عناصر غذایی از عوامل محدودکننده کشت بوده است. گزارش‌های

متعدد نشان می‌دهد در منطقه شمال استان گلستان از جمله در شهرستان آق‌قلا عامل محدودکننده، شوری بالا است که باعث شده قسمت‌هایی از این مناطق به دلیل داشتن شرایط قابل قبول از نظر سایر متغیرهای محیطی، در هیچ پهنه مستعدی قرار نگیرند. از دلایل شوری در این مناطق تبخیر بیش از اندازه از سفره‌های زیرزمینی شور و کم‌عمق را می‌توان ذکر کرد (Zahtabiyan & Sarabiyan, 2004; Ghanei et al., 2009).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه با توجه به ارزیابی عوامل مختلف محیطی و براساس نظرات متخصصین زراعت استان در قالب پرسشنامه‌های AHP، مناطق مستعد و غیرمستعد در چهار طبقه شناسایی شدند. تهیه نقشه پهنه‌بندی کشت یونجه یک‌ساله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نتایج ارزشمندی را جهت مدیریت و برنامه‌ریزی مدیران ارایه می‌نماید. به طور کلی در این مطالعه مشخص شد که ۲۳/۱ درصد از اراضی این شهرستان جزو مناطق بسیار مستعد جهت کشت یونجه محسوب می‌شود و به شرط مدیریت زراعی مناسب با بیشترین بازده همراه خواهد بود. در بخش‌های وسیعی از این شهرستان علاوه بر مشکل شوری و pH، مقادیر پتاسیم، کلسیم و ماده‌ی آلی از عوامل محدودکننده شناخته شدند. به این دلیل که در pH کمتر از ۵/۵ یون-های آهن و آلومینیوم با فسفات ترکیب شده و به صورت رسوبات نامحلول در می‌آیند. در pH بالاتر از ۷، ترکیبات نامحلول فسفات‌های کلسیم و منیزیم به وجود می‌آید. در کنار مسائل فنی و علمی کشت یک محصول در یک منطقه، آگاه کردن کشاورزان پیشرو از جزییات فرآیند تولید یکی از راه های افزایش میزان تولید محصول در هر منطقه است. سرانجام پیشنهاد می‌شود که با بررسی برخی از عوامل اقلیمی مانند ساعات آفتابی، میزان تبخیر و تعرق، و نیز ارزیابی عوامل اقتصای، توسعه‌ای و اجتماعی نتایج این مطالعه تکمیل‌تر شود، تا بتوان با استفاده مناسب از منابع محیطی و شناسایی محدودیت‌ها و مزیت های کشت به تولید پایدار محصول یونجه در منطقه دست یافت.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه نویسنده اول می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است. بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از معاونت پژوهشی آن دانشگاه اعلام می‌دارند. همچنین از کمک‌های شایان توجه جناب آقای مهندس هنردوست قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Abarsajy, G.C., and Hussein, A.S. 2000. Comparison of forage yield of alfalfa varieties in rainfed conditions. Research Journal of Grassland and Deser 11(1): 34-43. (In Persian with English Summary)
2- Al-Mashreki, M.H., Akhir, J. B.M., Rahim, S.A., Desa, K.M., Lihan, T., and Haider, A.R. 2011. Land suitability evaluation for sorghum crop in the Ibb Governorate, Republic of Yemen using remote sensing and GIS techniques. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5(3): 359-368.
3- Ashraf, S., Munokyan, R., Normohammadan, B., and Babaei, A. 2010. Qualitative land suitability evaluation for growth of wheat in northeast of Iran. Research Journal of Biological Science 5: 548-552.
4- Ashraf, S. 2011. Land suitability evaluation for irrigated barley in Damghan plain, Iran. Indian Journal of Sciences and Technology 4: 1182-1187.
5- Askari, M., Sarmadian, F., Khodadadi, M., and Norouzi, A. A. 2009. Ecological agriculture zoning using remote sensing and geographic information systems (GIS) in the Takestan area. Journal of Soil and Water Research 40: 93-104. (In Persian with English Summary)
6- Bahrani, M.G. 2005. Forage production of plants. Shiraz University Press. 150 pp. (In Persian)
7- Bammery, M., Bahrami, H., and Masyh-Abady, M.H. 2003. Qualitative land suitability evaluation for irrigated wheat, barley and alfalfa in Iranshahr plain Chah Shur. Journal of Soil and Water Sciences 17(2): 195-208. (In Persian with English Summary)
8- Bhagat, R.M., Singh, S., Sood, C., Rana, R.S., Kalia, V., Pradash, S., Immerzeel, W., and Shrestha, B. 2009. Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradash (India) using Geographical Information System. Journal Indian Society Remote Sensing 37: 233- 240.
9- Bihen, S.K., Saha, S.K., Pande, L.M., and Prased, J. 1992. Use of remote sending and GIS technology in

sustainable agricultural management and development. Indian Institute of Remote Sending, NRSA DEHRADUN-248001.

10- Briza, Y., Delionardo, F., and Spisni, A. 2005. Land evaluation in the province of Ben Sliman, Morocco. 21st Course Professional Master. Remote Sensing and Natural Resources Evaluation., 10 Nov 2000– 22 June 2005, IAO Florence, Italy 21: 62-78.

11- Dayal, R., Singh, G., and Sharma, R.G. 2000. Growing legumes and cereal mixture under dry farming condition. Indian Journal Agronomy 12: 126- 131.

12- Dorry, M., Naseri, G., and Akbarzade, H. 2007. Annual production of alfalfa cultivars under rainfed conditions in Gorgan. Journal of Research of Grassland and Desert 4: 455-463. (In Persian with English Summary)

13- Ehteramiyan, K., Niya-Gharaei, M., Motamedi, M., Gharaei, S., Rafiei, M., and Zabol Abbasi, F. 2009. Climatic zoning in north Khorasan for dryland wheat cultivation. Journal of Geographic Science 14: 45-62. (In Persian)

14- Esfandiari, S., Morad-Hasanloo, A., Farshadfar, M., and Safari, H. 2008. Comparison of performance and physiological characteristics of 5 dryland annual alfalfa in Kermanshah province. Research Journal of Genetics and Breeding of Pastures and Forests (16): 294-285. (In Persian with English Summary)

15- Eshghizadeh, H.R., Chaichi, M.R., Ghalavand, V., Shabani, G., Azizi, K., and Torknejad, A. 2007. Annual survey of intercropping on yield and protein content of alfalfa and barley under dryland conditions. Journal of Agronomy and Horticulture production (75): 103-112. (In Persian)

16- Francis, C.M. 2000. Selection and agronomy of medics for dryland pasture in Iran. Journal Agricultural Research 43: 1571-1581.

17- Ghanei- Motlagh, G., Pashaee- Aval, A., Khormali, F., and Mosaedi, A. 2009. Preparing the soil Salinity map for site-specific management, case study: some farm lands in northeast of Aq-Qalla. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 5: 75-82. (In Persian with English Summary)

18- Golestan Agricultural Organization. 2011. Statistics Yearbook of 2009-2010. Statistics and Information Office , Golestan Agricultural Organization 24 pp. (In Persian)

19- Gool, D.V., Tille, P., and Moore, G. 2005. Land evaluation standards for land resource mapping. Department of Agriculture Government of Western Australia 21 pp.

20- Heidary-Sharifabad, H., and Dorri, M. 2001. Forage Plants. Research Institute of Forests and Rangelands 311 pp. (In Persian)

21- Henok, M. 2010. Land Suitability and Crop Suitability Analysis using Remote Sensing and GIS Application; a Case Study in Legambo Woreda, Ethiopia.

22- Kazemi, H. 2012. Agroecological capability zoning of Golestan province for determination of suitable cropping pattern. PhD thesis of Agronomy. Tarbitat Modares University 270 pp. (In Persian with English Summary)

23- Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, S., and Sadeghi, S. 2012. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province for rice cultivation by Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). The 14th National Conference of Rice 5 pp. (In Persian with English Summary)

24- Khodabande, N. 2009. Forage Crops. Agricultural Science Press 240 pp. (In Persian)

25- Makhdoom, M. 2011. Land Use Foundation. Tehran University Press. (In Persian)

26- Malakuti, M., and Gheybi, M.N. 1997. Determination of Critical Nutrients and Fertilizer Recommendations for Strategic Products in the Country. Agricultural Education Press. (In Persian)

27- Malczewski, J. 2006. GIS-based land-use suitability analysis. Agronomy Journal 62: 1-6.

28- Mass, E.V., and Hoffman, G.J. 1997. Crop salt tolerance current assessment. Journal Irrigation and Drainage 2: 115-134.

29- Qaemiyan, N., Barzegar, A., Mahmoudi, S., and Amari, P. 2002. Evaluation of land suitability for alfalfa in Piranshahr by parametric method. Journal of Soil and Water Sciences 16(1): 94-105. (In Persian with English Summary)

30- Saaty, T.L. 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation, USA. RWS Publications, Pittsburgh.

31- Sandgoul, A., Chaichi, M.R., and Kolagry Biyabani, A. 2005. Yield comparison of five annual alfalfa in Gorgan. Journal of Research in Grassland and Desert 13(1): 63-68. (In Persian with English Summary)

32- Sary-Sarraf, B., Bazgir, S., and Mohammadi, G. 2009. Climatic zoning of dry wheat cultivation in West Azarbayjan. Journal of Geography and Development 13: 5-26. (In Persian)
33- Servati, M., Jafarzazeh, A.A., Ghorbani, M., Shahbazi, f., and Davatgar, N. 2014. Evaluation of Khajeh township for alfalfa cropping using parametric (square root) and fuzzy theory. Journal of Soil and Water 24(2): 93-105. (In Persian with English Summary)
34- Sharif Hussein, S., Ghanavati, G., and Yazdi pour, A. 2009. Qualitative evaluation of land suitability for wheat and alfalfa in Hendijan. Proceedings of the National Conference on Science, Water, Soil, Plants and Agricultural Mechanization 5 pp. (In Persian)
35- Sys, I., Van Ranst, E., and Debveye, J. 1991. Land evaluation. Part1: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation. Agricultural Publications. Brussels, Belgium 15 pp.
36- Wei, W., Jiang, J., Li, X., Wang, L., and Yang, S.S. 2004. Isolation of salt-sensitive mutants from *Sinorhizobium meliloti* and characterization of genes involved in salt tolerance. Letters in Applied Microbiology 39: 278-283.
37- Zahtabiyan, G., and Sarabiyan, L. 2004. Evaluation of soil and water salinization in Gonbad-Alagol. Desert Journal 2: 171-181. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 397-411

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۴۱۱-۳۹۷

Feasibility of annual alfalfa (*Medicago scutellata* L.) cropping in Aq-Qalla township (Golestan province)

N. Nasroallahi[1], H. Kazemi[2*] and B. Kamkar[3]
Submitted: 17-11-2014
Accepted: 27-04-2015

Introduction

Land use suitability is the ability of a given type of land to support a defined use. The suitable areas for agricultural use are determined by evaluating the environmental components and understanding of local biophysical restraints. The topographic characteristics, climatic conditions and the soil quality of an area are the most important determinant parameters of land suitability evaluation (Almashkreki et al., 2011). Bhagat et al. (2009) analyzed land suitability for cereal production in Himachal Pradesh (India). In this study different parameters including climatic variables (precipitation and temperature), topographic (elevation), soil type and land cover/land use have been used in order to evaluate land suitability for cereals food-grain crops. The possibility of further expansion of cultivation area under each cereal crop was also determined. Golestan province is one of the most important region for crop production in Iran. In this study, geographical information system (GIS) and multi-criteria evaluation (MCE) were applied to evaluate the feasibility of agricultural lands in Aq-Qalla township for annual alfalfa (*Medicago scutellata* L. Mill.) cultivation.

Materials and methods

This research was conducted in northern part of Iran, Aq-Qalla township in Golestan province. The climate of this region is under the influence of Alborz Mountains, Caspian Sea, the southern wildernesses of Turkmenistan and forests. The suitability of current agricultural lands in Aq-Qalla township for annual alfalfa cultivation, were evaluated by matching the environmental requirements of crop and the land characteristics. For this purpose, required data and information of the study area were collected during 2013, and thematic maps were provided. Climatic data were collected from 43 weather stations located in Golestan province. The digital elevation model (DEM) dataset with a 40×40 m resolution and township boundary of the study area were obtained from Natural Resources Organization of Golestan province. The soil nutrient data were collected from 300 sampling sites distributed in Aq-Qala township, including EC, pH, Texture, N, P, K, Ca, Fe, Zn and Organic matter. Kriging and IDW methods were applied for interpolation of environmental variables. The digital environmental layers overlaid and integrated in GIS in respect to Analytical Hierarchy Process (AHP) weights. The weight of factors for feasibility were obtained from local experts, through a pairwise comparison of statistical analysis in Expert Choice software (ver. 2000)**.** Zoning of lands carried out in four classes including: highly suitable (S_1), suitable (S_2), semi-suitable (S_3) and non-suitable (NS). This system was based on matching between land qualities/characteristics and crop requirements. Highly suitable, suitable and semi-suitable lands were expected to have a crop yield of 80-100%, 60-80% and 40-60% of the yield under optimal conditions with practicable and economic inputs, respectively. Non-suitable lands were assumed to have severe limitations which could rarely or never be overcome by economic use of inputs or management practices (Ghaffari et al., 2000).

Results and discussion

Results of AHP questionnaires analysis showed that among the factors affecting land suitability, climate (0.559) and topography (0.113) criteria had the highest and least weight, respectively. In this AHP model inconsistency ratio is about 0.002. This indicates that the comparisons of criteria were perfectly consistent, and the relative weights were suitable for use in the land suitability analysis in Aq-Qala. The results showed that 23.1% and 47.2% of these areas were high suitable and suitable for alfalfa cropping, respectively. These zones had enough precipitation, suitable topography and high fertility. The semi-suitable and non- suitable regions (about 30% of area) were located in the northwest, east and south of Aq-Qalla township. In these zones, the environmental requirements of annual alfalfa were not fitted to ecological variables of agricultural land. The

1, 2 and 3- Graduate MSc Student, Assistant Professor and Associate Professor of Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: hossein_k_p@yahoo.com)

results showed that the topography and climatic characteristics (temperature and precipitation) of this region were suitable for annual alfalfa growth.

Conclusion

In this study, the limiting factors were: high EC (about 30 $dS.m^{-1}$), deficiency of organic matter, K and Ca. Therefore, analyzing the soil quality is essential for understanding the environmental degradation processes in the region. Proper land management practices, leaching, drainage, land preparation, crop rotation, specific irrigation methods and using resistant crop are helpful methods to increase crop yield in this area.

Keywords: AHP, Geographical Information System, Kriging, Land suitability

References

Al-Mashreki, M.H., Akhir, J.B.M., Rahim, S.A., Desa, K.M., Lihan, T., and Haider, A.R. 2011. Land suitability evaluation for sorghum crop in the Ibb governorate, Republic of Yemen, using remote sensing and GIS techniques. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5: 359-368.

Bhagat, R.M., Singh, S., Sood, C., Rana, R.S., Kalia, V., Pradash, S., Immerzeel, W., and Shrestha, B. 2009. Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradash (India) using Geographical Information System. Journal of Indian Society Remote Sensing 37: 233-240.