

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره چهار، تیر ماه ۹۹

پهنه‌بندی اقلیمی چغندر قند بر اساس خصوصیات خاک و عوامل اقلیمی (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

بهروز سبحانی*^۱

sobhaniardabil@gmail.com

وحید صفریان زنگیر^۲

بتول طباطبائی^۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: در حال حاضر، کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست. هر محصول کشاورزی شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را می‌طلبد، این تحقیق به منظور ارزیابی قابلیت‌های محیطی استان آذربایجان شرقی برای کاشت چغندر قند با استفاده از (ArcGis) انجام شد.

روش بررسی: داده‌های مورد مطالعه در این تحقیق عبارتند از: بارندگی سالانه، بارندگی طول دوره رشد (مه تا اکتبر)، دمای سالانه، دمای طول دوره رشد، تبخیر، رطوبت نسبی، طول روز، روز بدون یخبندان، ارتفاع، شیب، جهت و عمق خاک، با بهره‌گیری از نیاز رویشی (شرایط اقلیمی مطلوب) چغندر قند، لایه‌های اطلاعاتی تولید و هر سری از داده‌ها ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی و با روش هم‌پوشانی در محیط GIS با هم ترکیب شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ارزیابی قابلیت محیطی کاشت چغندر قند در استان آذربایجان شرقی نقش داشته و از بین عوامل و عناصر اقلیمی نامبرده عامل بارش نقش مهمی ایفا می‌کند. لازم به ذکر است که در روش هم‌پوشانی عامل دما و بارش بیش‌ترین نقش را ایفا می‌کنند البته تأثیر بارش به مراتب بالاتر است.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نهایی نشان‌دهنده این واقعیت هستند که عوامل اقلیمی به‌صورت توأم در فرآیند ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند نقش موثری ایفا می‌نمایند. سهم هر کدام از عناصر و عوامل اقلیمی در طول دوره رشد گیاه زراعی مورد مطالعه یکسان نمی‌باشد. از طریق انطباق لایه‌های موثر در فرآیند کاشت چغندر قند در محیط GIS، امکان شناسایی مناطق مناسب برای کاشت این گیاه زراعی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، آب و هوا، ارزیابی چند معیاره، استان آذربایجان شرقی

۱- استاد گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران* (مسوول مکاتبات)

۲- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانش‌آموخته، کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Agroecological Zoning of Sugar Beet Cultivation Based on Soil Nutrients and Climatic Conditions

(Case Study: East Azarbaijan Province)

Behrouz Sobhani*¹

sobhaniardabil@gmail.com

Vahid Safarian Zengir²

Batol Tabatabaei³

Accepted: 2018.03.07

Received: 2017.05.16

Abstract:

Background and Objective: At present, agriculture is one of the most important economic sectors of the country and that it can be said that economic growth is not possible without agricultural growth. Each agricultural product requires specific climatic and environmental conditions. This study was conducted to evaluate the environmental capabilities of East Azarbaijan province for growing sugar beet (ArcGis).

Methodology: The data have been studied in consist of annual precipitation and raining of growth duration, temperature, evaporation, relative humidity, sunny hours, number days without freezing and hence height, slope, direction and depth of soil. The used of suitable ecological condition of sugar beet cultivation, production information layers and each series of data were valued and classified that combined by GIS area and analysed with using Multi Criteria Decision Analysis (ranking, rating and analytic hierarchy process).

Findings: The results showed that the environmental capability of sugar beet cultivation plays an important role in the province of East Azarbaijan, and the factors affecting the climatic factors play an important role. It should be noted that in the overlapping method, temperature and precipitation factors play the most important role. Particularly, the role of precipitation is the highest.

Discussion and Conclusion: The final results show the fact that climatic elements and factors Together, they play an effective role in the process of assessing the environmental capabilities of sugar beet cultivation. The share of each of the climatic elements and factors during the growing period of the studied crop is not the same. By adapting the effective layers in the sugar beet planting process in GIS environment, it is possible to identify suitable areas for planting this crop.

Key words: Sugar Beet, Climate, Multi Criteria Analysis, East Azarbaijan Province

-
- 1- Professor ,Physical Geography, Climatology, Faculty of Literature and Human Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*(*Corresponding Author*)
 - 2- Ph.D. Student, Physical Geography, Climatology, Faculty of Literature and Human Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
 - 3- M.SC., Student, Physical Geography, Climatology, Faculty of Literature and Human Sciences,University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

مقدمه

های مطالعه تفاوت‌های مکانی آب و هوا در قرن نوزدهم توسط فون هامبولت است. وی با استفاده از خطوط هم دما، نقشه پراکندگی دما را در نیم‌کره شمالی ترسیم نمود (۴). مطالعاتی در مورد تاثیر اقلیم بر روی گونه خاص گیاهی، به ویژه گونه زراعی، انجام شده و به این نتیجه رسیده اند که اقلیم نقش مهمی در تعیین مکان مناسب برای گیاهان زراعی دارد (۲). در دهه‌های اخیر نیز بهره‌گیری از فناوری رایانه‌ای، سرعت محاسبات در تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی و دقت ترسیم نقشه‌ها با استفاده از نرم-افزارهای آماری و GIS بسیار مورد استفاده قرار گرفته است.

بر اساس مطالعات انجام یافته مناسب‌ترین بارش برای مرحله جوانه زنی ۴۰-۵۰ میلی‌متر تعیین گردیده است. مناسب‌ترین درجه حرارت برای رشد و نمو چغندر قند در طول دوره‌ی رشد ۲۰ تا ۲۸ درجه است. دمای مناسب رویش ۲۱-۲۰ درجه سانتی‌گراد است درجه حرارت ۲۸۰۰-۲۴۰۰ درجه روز مناسب است (۵). بر اساس مطالعات انجام شده جهت دامنه‌هایی که کم‌تر از ۱۰ درصد شیب داشته و شیب ملایمی محسوب می‌شوند، نمی‌توانند جهت جغرافیایی مناسبی محسوب شوند (۶). حرارت مناسب جهت رشد چغندر قند بین ۲۴-۲۰ درجه سانتی‌گراد است (۷). بارش سالانه ۱۰۰۰-۵۰۰ میلی‌متر را مناسب می‌دانند (۸). مناسب‌ترین دمای سالانه برای چغندر قند ۱۶ الی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (۹). در دشت نهاوند مطالعه ای انجام داده و در آن از دو ایستگاه کلیماتولوژی و یک ایستگاه سینوپتیک استفاده کرده است. آمار روزانه دوره ۱۰ ساله ۱۹۹۵-۱۹۸۶ را در بر می-گیرد (۱۰). آمار ماهیانه به مدت ۲۵ سال از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۵ را شامل می‌شود. هم‌چنین دشت نهاوند از نظر درجه حرارت، بارش، رطوبت خاک و غیره با شرایط کاشت چغندر قند مطابقت داده شده و تاریخ دقیق کاشت آن معلوم گشته است. بر اساس مطالعات مقادیر بارش سالانه در تعیین پهنه‌بندی هر یک از محصولات مورد مطالعه اهمیت اساسی دارد. کمبود بارش، مهم-ترین عامل محدود کننده تولید محصول چغندر قند محسوب می-

استفاده از داده‌های عوامل و عناصر اقلیمی در زمینه‌های کشاورزی در نواحی جغرافیایی مختلف کره زمین به طور روزافزون در حال گسترش است. از جمله دلایل رویکرد محققان به این موضوع، پیشرفت فناوری رایانه‌ای است که سرعت محاسبه را افزایش داده و از طرفی استفاده از فناوری GIS در تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی و تلفیق آن‌ها در نرم‌افزارهای متعدد توسط محققین در حال گسترش می‌باشد. با وجود پیشرفت‌هایی که بشر در زمینه تکنولوژی تولید و و اصلاح گیاهان زراعی انجام داده است، هنوز آب و هوا در محدوده وسیع غیرقابل کنترل باقی مانده است (۱). با درک اهمیت موضوع، سازمان هواشناسی جهانی وابسته به سازمان ملل یکی از هشت کمیسیون فنی خود را به هواشناسی کشاورزی اختصاص داده است (۲). در کشور ما به علت تغییرات قابل ملاحظه در فرآیند بارندگی و نوسانات دمایی در طول سال، عناصر اقلیمی، نقش ویژه‌ای در عملکرد کشاورزی ایفا می‌نماید. به طوری که میزان تولید محصولات کشاورزی همبستگی بالایی با نزولات جوی و روند خیزش دما در هر سال دارد (۳). لذا آگاهی از تاثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر عملکرد گیاهان زراعی کمک بزرگی در روند برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از منابع موجود می‌نماید. زیرا هر گیاه مرحله بحرانی و حساسی نسبت به عناصر آب و هوایی دارد: شناخت این مکانیسم در گیاهان زراعی، امکان اتخاذ و تصمیم مناسب جهت انجام عملیات زراعی به موقع و در مکان مناسب را فراهم می‌سازد. اقلیم کشاورزی به‌عنوان مجموعه شرایط اقلیمی که امکان کاشت اقتصادی گونه‌های گیاهی را فراهم ساخته، تعریف می‌شود. اقلیم کشاورزی مقادیر شدت، مدت، فراوانی و لحظه وقوع شرایط اقلیمی و یا اثرات تدریجی این شرایط را بر روی موجودات و محصولات زراعی بیان می‌کند و با تحلیل آن‌ها نواحی اقلیم کشاورزی بر مبنای مناطق همگن زراعی تعیین می‌شوند. بنابراین پهنه‌بندی و ترسیم نقشه‌های عناصر اقلیمی از دیرباز در بین اندیشمندان علم جغرافیا و اقلیم شناسان معمول بوده است که یکی از قدیمی‌ترین آن‌ها، استفاده از نقشه-

در این منطقه برای کاشت چغندر قند آبی محدودیت اقلیمی وجود ندارد. محدودیت اصلی اراضی برای کاشت چغندرقند، شوری خاک است (۱۶). از سایر عوامل موثر در افت محصول می-توان به تپه ماهور، شیب دار بودن اراضی و عوامل خاکی نامساعد (بافت سنگین، سنگ ریزه و...) و مدیریت ضعیف زارعین اشاره نمود. مناسبترین خاک را برای کاشت چغندرقند، خاک شنی لومی تعیین نموده است (۲۷). مناطق عمده کاشت چغندر قند را نواحی کمی خشک و نسبتاً گرم تا گرم مشخص نموده و براین باور است که در مناطقی که درجه حرارت تجمعی ۲۶۰۰ الی ۲۸۰۰ درجه روز باشد و متوسط درجه حرارت روزانه ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، مناسب برای کاشت این گیاه زراعی است. وی ۲۶۰۰-۲۸۰۰ درجه روز را برای کاشت چغندر قند کافی می‌داند (۱۷). در اروپای مرکزی بارندگی را یک عامل محدود کننده و در فرانسه تشعشع خورشید را عامل محدود کننده در کاشت چغندر قند تعیین کرده است (۱۸). با استفاده از تبخیر و تابش نور با بهره گیری از روش درون یابی مناطق مناسب برای کاشت چغندر قند را تعیین نموده است (۱۹). با بهره‌گیری از میانگین دما و بارش طول دوره رشد چغندرقند با استفاده از روش رگرسیون مناطق مناسب و عملکرد این گیاه زراعی را مشخص کرده است (۲۰). وی با استفاده از داده‌های آماری سال‌های (۱۹۹۳-۱۹۶۵) آب و هوا از قبیل دما، بارندگی در طول ماه‌های ژوئیه و اوت و استفاده از خاک لومی شنی، نقش آن‌ها را در رابطه با عملکرد چغندرقند و مواد مغذی آن بررسی کرده است (۷). به‌منظور پیش‌بینی تولید محصول و بررسی عملکرد آن از داده‌های اقلیمی و خاک استفاده نموده است (۲۱). به منظور شناسایی مناطق مناسب برای کاشت این گیاه زراعی از حداکثر و حداقل دما، بارندگی، سرعت باد، رطوبت نسبی و تابش استفاده نموده است (۲۲). مناطق مناسب برای توسعه کاشت چغندرقند را با استفاده از دما، بارش و تابش پهنه‌بندی نموده است. وی بر این باور است که آب و هواشناسی کشاورزی کمک موثری در تولید و عملکرد کاشت چغندر قند دارد و با استفاده از حداکثر و حداقل دما، جمع تابش خورشید و جمع

گرد (۱۱). حرارت مناسب برای جوانه زنی چغندر قند ۲۰-۱۵ درجه سانتیگراد است. تعداد روزهای بدون یخبندان بیش از ۱۰۰ روز باشد (۱۱). چغندرقند در مناطق مسطح با شیب حداکثر کم‌تر از ۸ درصد کشت می‌شود. درجه حرارت تجمعی ۳۰۰۰-۲۰۰۰ درجه روز مناسب است (۱). در مطالعه‌ای که در چناران انجام داده به این نتیجه رسیده است که مساعدترین تیپ خاک شامل دشت-های دامنه‌ای نسبتاً مسطح، بدون پستی و بلندی و با شیب ۰/۵ تا ۱ درصد می‌باشد. این نوع خاک‌ها دارای قابلیت خوبی برای زراعت آبی یک‌ساله و چند ساله است (۱۲). حرارت مناسب برای رشد و نمو چغندر قند ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتیگراد است. در کشت پاییزه هر وقت هوا خنک شد و میانگین دما به ۲۵-۲۰ درجه رسید اقدام به کاشت چغندر قند می‌کنند (۱۳). در استان تهران برای تعیین نیاز آبی خالص چغندرقند (تبخیر و تعرق پتانسیل)، زراعت چغندرقند با هدف مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی آبیاری، بهینه-سازی مصرف آب و دستیابی به حداکثر عملکرد، از روش دو مرحله‌ای فائو استفاده کرده‌اند. با استفاده از داده‌های هواشناسی، تبخیر و تعرق مرجع به روش هارگریوز - سامانی در ۳۸ ایستگاه هواشناسی محاسبه شده و سپس با اعمال ضریب گیاهی مناسب مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل چغندرقند محاسبه شده است. بر اساس نتایج در تیر ماه در سطح استان، کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه چغندرقند به ترتیب برابر ۵/۵ و ۱۰ میلی‌متر و کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار نیاز آبی خالص چغندرقند در طول دوره رشد در استان به ترتیب برابر ۶۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌متر به‌دست آمده است (۱۴). دمای مطلوب دوره رویش چغندرقند ۲۴ درجه سانتیگراد است تعداد روزهای بدون یخ-بندان ۱۸۰-۲۰۰ روز می‌باشد (۱۵). در تحقیقی که در دشت یکانات مرنند انجام داده، اندازه‌گیری خصوصیات خاک، ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندرقند را به عمل آورده است. نتیجه این بررسی نشان داده که منطقه مرنند برای کاشت چغندر قند دیم نامناسب است زیرا دوره رشد این محصول خارج از دوره رشد منطقه (۲۱ آبان - ۱۵ اردیبهشت ماه) می‌باشد اما

نام آذربایجان شرقی به خود گرفته است، در گوشه شمال غربی فلات ایرن قرار دارد. رود ارس حدود شمالی آن را با جمهوری‌های آذربایجان نخجوان و ارمنستان ورود قطور و آب‌های دریاچه ارومیه حدود غربی آن را با آذربایجان غربی تشکیل می‌دهند. در جنوب کشیدگی رشته کوه‌ها، دره‌ها، جلگه‌ها و دشت‌ها موجب پیوستگی توپوگرافیک استان آذربایجان غربی و زنجان می‌شود. در شرق دره رودخانه دره رود و کوه‌های سبلان و چهل نورو گردنه سائین و رود قزل اوزن در جنوب این خطه را از استان اردبیل جدا می‌سازد. از نظر مختصات جغرافیایی مدارهای ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۹ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی منتهی الیه شمالی و جنوبی، و نصف النهارات ۴۵ درجه و ۵ دقیقه و ۴۸ دقیقه و ۲۲ درجه منتهی الیه غربی و شرقی استان را می‌پوشانند (۲۵)، استان آذربایجان شرقی از نظر تقسیمات استانی به ۱۹ شهرستان ۴۲ بخش و ۱۴۲ دهستان تقسیم می‌شود (۲۶) (شکل ۱).

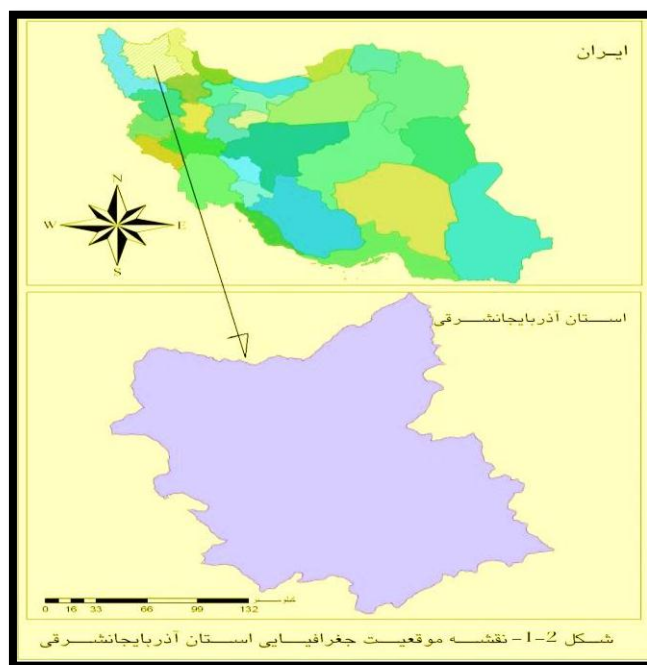
بارش در محیط GIS مناطق مناسب برای کاشت این گیاه زراعی را مشخص کرده است (۲۳). با تحلیل داده‌های بارندگی ماهانه در طول دوره رشد چغندر قند و خاک در سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۵ مناطق مناسب برای کاشت این گیاه زراعی را تعیین کرده است (۲۴).

بر این اساس، از آن‌جا که انجام تحقیقات منطقه‌ای برای شناخت عکس‌العمل هر گیاه زراعی در مراحل مختلف رشد در ارتباط با عناصر آب‌وهوایی ضروری به نظر می‌رسد. لذا این تحقیق، با هدف ارزیابی قابلیت محیطی استان آذربایجان شرقی در محیط GIS و شناسایی مناطق مناسب برای کشت چغندر قند صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی

محدوده‌ای از ایران اسلامی که با حدود ۴۵۴۹۰/۸۸ کیلومتر مربع



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

Figure 1- Location of the study area in the country

روش تحقیق

است. هدف اصلی از وزن دهی یا ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی بیان اهمیت هر معیار نسبت به سایر معیارهاست. پس از تعیین ارزش های وزنی برای معیارهای مختلف محاسبه ارزش نهایی بر اساس معادلات ارزیابی چند معیاره^۱ ممکن خواهد شد. روش های مختلفی برای وزن دهی معیارها یا عوامل وجود دارد که روش های رتبه بندی، درجه بندی^۲ و روش مقایسه زوجی^۳ از معروف ترین آن ها محسوب می شود. برای انجام ارزش گذاری وجود اطلاعات اولیه درباره اهمیت نسبی معیارها لازم است تا امکان مشخص کردن برتری یک معیار به معیار دیگر وجود داشته باشد. تعیین حدود یک وزن یا ارزش های حداقل تا حداکثر به صورت اختیاری صورت می گیرد. مجموعه وزن به صورت رابطه (۱) خواهد بود (۲۷):

$$w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n) \quad \sum w_j = 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

روش های ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی

روش های رتبه بندی

برای رتبه بندی از سه روش استفاده می شود که عبارت اند از: روش مجموع رتبه، از رابطه (۲) استفاده می کند (۲۸ و ۲۹).

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum (n - r_k + 1)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن W_j وزن نرمال شده برای j امین معیار، n تعداد معیار مورد توجه ($n = 1, 2, \dots$) و r_j و r_k موقعیت رتبه معیار است در روش رتبه بندی معکوس از عکس معیار رتبه بندی نرمال شده بر اساس رابطه (۳) استفاده می شود.

$$W_j = \frac{1/r_j}{\sum (1/r_k)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

این تحقیق به منظور رسیدن به اهداف، با تحلیل عناصر و عوامل اقلیمی، ارزیابی قابلیت محیطی استان در محیط ArcGIS انجام شد. در مرحله اول داده های عناصر اقلیمی از قبیل مقادیر بارش سالانه، بارش دوره جوانه زنی، دوره رشد و دوره رسیدگی و دمای سالانه و دمای دوره جوانه زنی، دوره رشد و دوره رسیدگی و دمای سالانه و دمای دوره جوانه زنی و دوره رشد و رسیدگی، تبخیر سالانه، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و روزهای بدون یخبندان از ۲۸ ایستگاه سینوپتیک، تبخیر سنجی و باران سنجی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۷ جمع آوری شده اند و پس از نرمالیته کردن داده ها در محیط SPSS و میانگین گیری در EXCEL و ورود به GIS، وزن داده شده اند و پس از تعیین وزن و ارزش گذاری تبدیل به نقشه های نهایی شدند. در مرحله دوم نقشه های عوامل اقلیمی از قبیل ارتفاع، شیب، جهت، با تحلیل نقشه توپوگرافی و رقمی استان در محیط GIS تهیه شد و در مرحله سوم نقشه خاک تهیه و به نقشه رقمی تبدیل شد. در نهایت برای مشخص شدن ارزش وزنی هر یک از پلگن های مراحل نام برده و به منظور طبقه بندی هر یک از عناصر اقلیمی و عوامل اقلیمی نسبت به نوع محصول مورد نظر از جدول پیشنهادی استفاده شد. بعد از تعیین نوع داده های مورد نیاز در این تحقیق، از روش های زیر برای تحلیل استفاده شده است.

توصیف آماری داده های عناصر اقلیمی

توصیف آماری داده های مربوط به دما، بارش، تبخیر، رطوبت نسبی، روزهای بدون یخبندان، طول روز به صورت ماهانه، سالانه و طول دوره رشد در هر یک از ایستگاه های مورد مطالعه از مراحل تحقیق می باشد. با تحلیل داده های هر یک از ایستگاه های مورد مطالعه و مقایسه آن با نسبت نیازهای رویشی چغندر قند مراحل انتقال داده ها به محیط GIS فراهم شد.

ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی

به منظور از ارزش گذاری دادن وزن هایی به لایه های اطلاعاتی متناسب با درجه اهمیت و تاثیر آن ها در انتخاب مکان مناسب

1-Multi Criteria Evaluation

2-Rating

3-Method Pairwise Comparison

برای هر یک از آن‌ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل شده و وزن نسبی هر یک از آن‌ها محاسبه گردید و سپس وزن نسبی و در نهایت وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین گردید.

در مرحله سوم با تلفیق ضرایب، امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین می‌شود که برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی استفاده شد که منجر به ایجاد یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی شد (۳۰) رابطه (۵).

$$\text{رابطه (۵)} \quad J = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m w_k w_i (g_{ij})$$

که در آن:

w_k ضریب اهمیت k ، w_i ضریب اهمیت معیار i ، g_{ij} امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i (۲).

به عبارت ساده‌تر از ضرب هر یک از معیارها در زیر معیار مربوط به آن و از ضرب عدد به دست آمده در امتیاز گزینه مربوطه امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها به دست می‌آید. به عنوان مثال، ضریب اهمیت معیار اقلیم عدد $0/637$ می‌باشد که در عدد $0/134$ که ضریب اهمیت یکی از زیر معیارهای آن یعنی دمای سالانه است ضرب می‌شود و عدد به دست آمده ضرب در $0/8$ که امتیاز گزینه A (خیلی مناسب) مربوط به آن است شده و امتیاز نهایی گزینه A به دست می‌آید (رابطه ۶).

امتیاز نهایی گزینه A

$$\text{رابطه (۶)} \quad 0/637 \times 0/134 \times 0/8 = 0/68$$

سپس با استفاده از داده‌ها، نقشه مربوطه تهیه گردید و با بهره‌گیری از شرایط اقلیمی مطلوب محصول چغندر قند، در محیط GIS ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی شد و برای هر کدام نقشه مربوطه تهیه گردید.

در روش نمایی وزن تخصیص یافته باید بر مبنای مقیاس ۰ تا ۱ باشد

این وزن بر اساس رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$\text{رابطه (۴)} \quad w_j = \frac{(n - r_j + 1)p}{\sum (n - r_k + 1)p}$$

روش‌های وزن‌دهی درجه‌ای یا نسبتی

این روش مستلزم در نظر گرفتن وزن‌ها بر اساس مقیاس از پیش تعیین شده است، ارزش‌ها بین ۰ تا ۱۰۰ در نظر گرفته شده که ارزش ۰ نشان‌دهنده کم‌ترین توجه و ارزش ۱۰۰ نشان‌دهنده بیش‌ترین توجه به معیارهای مورد بررسی است. نمره حداقل به کم اهمیت‌ترین خصیصه به عنوان مبنا برای محاسبه درجه‌های داده شده تخصیص شد. سپس همه نسبت‌های تخصیص یافته به ارزش حداقل تقسیم شد، یعنی w/w_j که w_j کم‌ترین ارزش داده شد و w نمره J امین معیار است جدول (۱). نسبت مذکور، درجه اهمیت نسبی از بدترین سطح به مهم‌ترین معیار (دما) تخصیص شد، سپس برای معیار درجه‌بندی ثانویه یک نمره نسبی در ارتباط با اهمیت آن نسبت به مهم‌ترین معیار اختصاص شد و این روش در نهایت با تقسیم وزن‌ها بر ارزش کل نرمال شد.

روش مقایسه زوجی (سلسله مراتبی)

روش مقایسه زوجی از طریق روش «ساعتی» توسعه داده شده و در آن عمدتاً از روش سلسله مراتبی تحلیلی (Analytic Hierarchy Process) برای تشکیل آرایه مورد نظر استفاده می‌شود (۳۰). در این تحقیق برای ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت چغندر قند از سه معیار اقلیم، توپوگرافی و خاک استفاده شده است و باید اهمیت نسبی هر یک از معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها بررسی شود.

در مرحله دوم به منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی ابتدا

یافته‌های تحقیق

ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند بر اساس

عناصر اقلیمی

چنانچه در شکل (الف-۲) نشان داده شده است بخش‌های شمال شرقی و شرق و قسمت‌هایی از شمال غرب و جنوب غرب آذربایجان و همچنین قسمتی از مرکز استان از نظر عناصر اقلیمی مکان‌های مساعد برای کشت چغندر قند می‌باشند. بنابراین با تلفیق داده‌های عناصر اقلیمی مشخص شد که برای کاشت چغندر قند حدود ۳۲ درصد مساحت استان خیلی مناسب، ۴۶ درصد مناسب، ۱۰ درصد متوسط و ۱۲ درصد ضعیف است.

ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند بر اساس

عوامل اقلیمی

علاوه بر نقش عناصر اقلیمی در مورد ارزیابی قابلیت کاشت چغندر قند که قبلاً توضیح داده شد، خصوصیات ظاهری سطح زمین تاثیر بارزی بر اراضی کشاورزی دارد. نتایج بررسی شکل (ب-۲) نمایانگر آن است که به‌طور کلی نیمه‌غربی استان، قسمتی از شمال غرب، مرکز و بخش‌هایی از جنوب و جنوب شرق استان از لحاظ اقلیمی، مناسب‌ترین مکان برای کاشت چغندر قند محسوب می‌شوند و قسمت‌های شرقی، شمالی و نیمه جنوبی به لحاظ کاشت چغندر متوسط یا ضعیف می‌باشند (به دلیل ارتفاع زیاد). برای کاشت چغندر قند حدود ۲۸ درصد مساحت استان خیلی مناسب، ۲۶ درصد مناسب، ۲۳ درصد متوسط و ۲۳ درصد نامناسب تشخیص داده شد.

ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند توأم با عناصر

و عوامل اقلیمی

هر یک از داده‌های عناصر و عوامل اقلیمی، به‌صورت مستقل و یا گروهی در ارزیابی قابلیت محیطی کاشت چغندر قند مورد استفاده واقع شدند. همچنین با تفسیر و مقایسه نتایج می‌شود. اما یکی از اهداف مهم این تحقیق، بررسی نقش عناصر و عوامل اقلیمی در ارزیابی قابلیت محیطی کاشت چغندر قند بود که در

این حالت با تحلیل تمام داده‌های مورد مطالعه که خصوصیات آن‌ها بیان شده است، با روش هم‌پوشانی، نقشه‌نمایی قابلیت‌های محیطی برای کاشت چغندر قند استان آذربایجان شرقی تهیه شد شکل (پ-۲). بنابراین برای کشت چغندر قند ۲۹ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۲۰ درصد مناسب، ۲۹ درصد متوسط و ۳۲ درصد ضعیف می‌باشد. نتایج حاصل از تحقیق، بیان‌گر این واقعیت است که هر یک از داده‌های مورد مطالعه نقش موثری در ارزیابی قابلیت محیطی ایفا می‌کند و چنانچه در شکل مشاهده می‌گردد، شکل (پ-۲)، قسمت‌هایی از شمال غرب، غرب، شرق، و بخش‌هایی از جنوب استان با توجه به محدودیت‌های اقلیمی مکان‌های متوسط یا ضعیف به شمار می‌آیند.

نتایج حاصل از روش‌های ارزش گذاری چند معیاره

روش‌های رتبه‌بندی

در جدول ۱ برای تعیین اراضی مناسب کاشت چغندر قند در سطح استان آذربایجان شرقی ۱۰ معیار ارزیابی با عناوین دما، بارش، رطوبت نسبی، تبخیر، روز بدون یخبندان، طول روز، ارتفاع، شیب، جهت و خاک وجود دارد. ابتدا معیارها رتبه‌بندی می‌شود، به معیار دما به عنوان مهم‌ترین معیار ارزش ۱۰ داده شده است. در روش مجموع رتبه، هر رتبه به یک وزن تبدیل می‌شود (یعنی وزن بیش‌تر به مهم‌ترین معیار) و سپس وزن‌ها با هم جمع می‌شود که مجموع آن‌ها رقم ۵۵ خواهد بود در نهایت هر وزن بوسیله تقسیم آن به ارزش کل نرمالیزه می‌شود. در روش رتبه-بندی معکوس ابتدا رتبه‌های مستقیم به وزن‌های معکوس تبدیل و سپس وزن‌ها به‌وسیله تقسیم ارزش هر وزن به کل نرمال می‌شود (یعنی همه ارزش‌ها به عدد ۲/۹۲۸ یا جمع وزن‌ها تقسیم می‌شود). برای محاسبه وزن‌ها با استفاده از روش نمایی با فرض $p=2$ از هر وزن جذر گرفته شده و سپس با تقسیم وزن بر کل یعنی ارزش ۳۸۵ نرمالیز می‌شود.

جدول ۱- روش‌های مختلف وزن‌دهی رتبه‌ای

Table 1- Different weighting methods

رتبه نمایی وزن نرمال شده	رتبه نمایی (n-tj+1)	وزن نرمال شده	رتبه معکوس وزن معکوس	مجموع رتبه وزن نرمال شده	مجموع رتبه (n-tj+1)	رتبه دهی مستقیم	معیار	معیار
۰/۰۰۲	۱	۰/۳۴	۰/۱	۰/۱۸	۱	۱۰	۱	دما
۰/۱۰	۴	۰/۳۷	۰/۱۱۱	۰/۳۶	۲	۹	۲	بارش
۰/۲۳	۹	۰/۴۲	۰/۱۲۵	۰/۵۴	۳	۸	۳	رطوبت نسبی
۰/۴۱	۱۶	۰/۴۸	۰/۱۴۲	۰/۷۲	۴	۷	۴	تبخیر
۰/۲۹۵	۱۰۰	۰/۳۴۱	۱	۰/۱۸۱	۱۰	۱	۵	طول روز
۰/۲۱۰	۸۱	۰/۱۷۰	۰/۵	۰/۱۶۳	۹	۲	۶	روزهای بدون یخبندان
۰/۶۴	۲۵	۰/۵۶	۰/۱۶۶	۰/۹۰	۵	۶	۷	ارتفاع
۰/۹۳	۳۶	۰/۶۸	۰/۲	۰/۱۰۹	۶	۵	۸	شیب
۰/۱۲۷	۴۹	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۱۲۷	۷	۴	۹	خاک
۰/۱۶۶	۶۴	۰/۱۱۳	۰/۳۳۳	۰/۱۴۵	۸	۳	۱۰	جهت

روش‌های وزن‌دهی درجه‌بندی یا نسبی

تربین معیار محاسبه می‌شود و به همین ترتیب این وزن‌ها با تقسیم بر مجموع وزن‌های اصلی نرمال شده و مجموع آن‌ها برابر ۱ خواهد شد جدول ۲.

بر اساس توضیحات داده شده در این تحقیق امتیاز ۱۰۰ بهترین سطح را بیان می‌کند. این روش برای سایر معیارها تکرار می‌شود. در مرحله بعد نسبت هر امتیاز داده شده به معیار بر کم اهمیت-

جدول ۲- روش نسبی برای ارزش‌گذاری عوامل مورد نظر

Table 2- Relative method for evaluating the desired factors

وزن نرمال شده	وزن اصلی	مقیاس نسبت	رتبه دهی مستقیم	معیار	پارامترهای اقلیمی
۰/۱۸۱	۱۰	۱۰۰	۱۰	۱	دما
۰/۱۶۳	۹	۹	۹	۲	بارش
۰/۱۴۵	۸	۸۰	۸	۳	رطوبت نسبی
۰/۱۲۷	۷	۷۰	۷	۴	تبخیر
۰/۱۰۱۸	۱	۱۰	۱	۵	طول روز
۰/۳۶	۲	۲۰	۲	۶	روز بدون یخبندان
۰/۱۰۹	۶	۶۰	۶	۷	ارتفاع
۰/۹۰	۵	۵۰	۵	۸	شیب
۰/۷۲	۴	۴۰	۴	۹	خاک
۰/۵۴	۳	۳۰	۳	۱۰	جهت

روش مقایسه زوجی

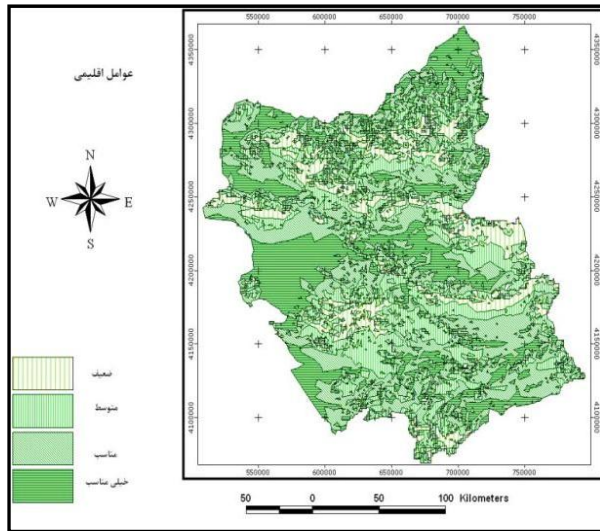
با توجه به توضیحات داده شده از این روش در فصل سوم، در این تحقیق برای ارزیابی قابلیت محیطی کاشت چغندر قند از سه معیار اقلیم، توپوگرافی و خاک استفاده گردیده است. اهمیت

نسبی هر یک از معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها تحلیل شده است جدول (۳). به طوری که مشاهده می‌شود، در تحقیق حاضر شاخص سازگاری در همه موارد کم‌تر از ۰/۱ بوده، بنابراین سازگاری در تمام قضاوت‌های مورد نظر رعایت شده است.

جدول ۳- نتایج بررسی سازگاری معیارها، زیر معیارها

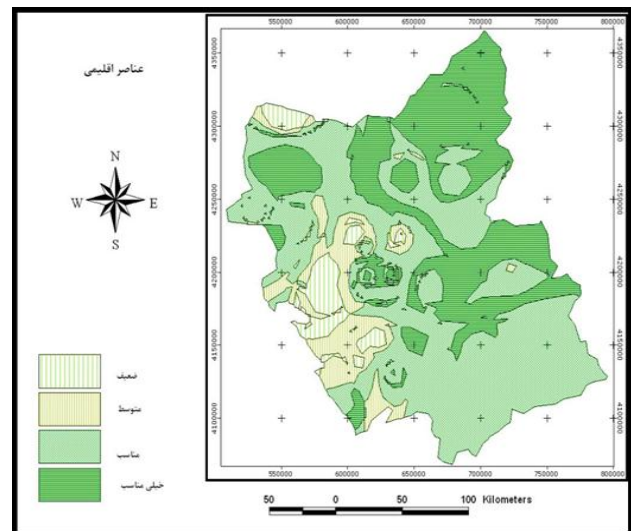
Table 3- Results of compatibility assessment of criteria, and sub criteria

شاخص سازگاری	گزینه	شاخص سازگاری		شاخص سازگاری	
۰	دمای سالانه	-۰/۶۵۳	اقلیم	-۰/۰۷۸	معیار
-۰/۲۷۷	دمای جوانه زنی				
۰/۰۰۶	دمای رویشی				
۰	دمای برداشت				
-۰/۰۶۱	بارش سالانه				
۰/۰۵۴	بارش جوانه زنی				
۰/۰۸۳	بارش رویشی				
۰/۰۹۶	رطوبت نسبی				
۰/۰۰۰۷	تبخیر				
-۰/۰۳۵	روز بدون یخبندان				
۰/۰۰۹	طول روز	-۱/۷۲۴	توپوگرافی		
۰/۰۰۲	ارتفاع				
۰/۰۲۳	شیب				
۰/۰۱۸	جهت	۰/۰۳۹	خاک		



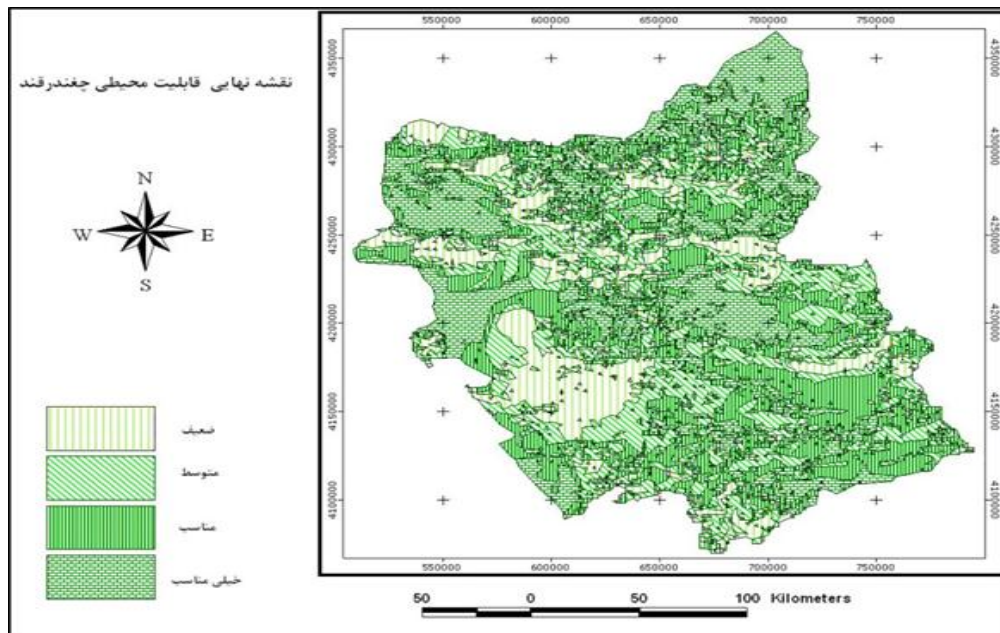
شکل ۲ (ب) ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند بر اساس عوامل اقلیمی (ارتفاع، شیب، جهت، خاک)

Figure 2 (b) Assessment of environmental capabilities of sugar beet planting based on climatic factors (elevation, slope, direction, soil)



شکل ۲ (الف) ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند بر اساس عناصر اقلیمی (دما، بارش، تبخیر و...)

Figure 2 (a) Assessment of environmental capabilities of sugar beet planting based on climatic elements (temperature, precipitation, evaporation, etc.)



شکل ۲- پهنه‌بندی، ارزیابی قابلیت‌های محیطی کاشت چغندر قند بر اساس عوامل و عناصر اقلیمی

Figure 2-Zoning, evaluation of environmental capabilities of sugar beet planting based on climatic factors and elements

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق عبارتند از:

(الف) با تحلیل عناصر اقلیمی می توان اراضی مناسب و نامناسب را در کاشت چغندر قند شناسایی کرد.

(ب) عناصر اقلیمی و عوامل اقلیمی نقش یکسانی در ارزیابی کیفی تناسب اراضی ندارند.

(پ) تلفیق توام عناصر و عوامل اقلیمی، نتایج قابل قبول تری را برای تعیین اراضی مناسب جهت کاشت چغندر قند ارائه می دهد.

(ت) در بین پارامترهای به کار رفته، دما و بارش، بیشترین نقش را ایفا می کنند.

(ث) با استفاده از فناوری GIS می توان حجم وسیعی از مشاهدات و اطلاعات را تحلیل و با تلفیق آن ها اراضی مناسب را شناسایی کرد.

(ج) در انتخاب مکان مناسب برای کاشت یک محصول، هر چقدر از متغیرهای اقلیمی بیشتری استفاده شود امکان شناسایی مناطق مناسب برای کاشت این محصول بیش تر خواهد شد.

(ج) نتایج حاصل از روش های رتبه بندی (درجه بندی، نسبتی، سلسله مراتبی) نشان دهنده ی آن است که کلیه پارامترهای به کار گرفته شده در این تحقیق در ارزیابی قابلیت محیطی کاشت چغندر قند در استان آذربایجان شرقی نقش داشته و از بین عوامل و عناصر اقلیمی نام برده عامل بارش نقش مهمی ایفا می کند. لازم به ذکر است که در روش هم پوشانی عامل دما و بارش بیشترین نقش را ایفا می کنند به خصوص نقش بارش بیش تر است که در هر دو مورد نتایج به دست آمده نشان گر این واقعیت می باشد.

Reference

- Malek, a., 1993. Identifying and measuring atmospheric structures in agriculture. Shiraz University Press, Third Edition. (In Persian)
- Sobhani, B., 2007. Agro-clamacy zoning scheme of Ardabil province with emphasis on sugar beet cultivation. P. 140. (In Persian)
- Khajepour, M., 1996. Production of industrial plants. Publishing house Jihad, Isfahan University of Technology, Third edition. P. 383. (In Persian)
- Rudeam., 1997. Heat stress on physiology of wheat growth. Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Persian)
- Jafarimensh, K., 1998. Determination of sugar beet cultivation calendar in Nahavand plain. Master thesis, Tarbiat Moallem University. (In Persian)
- Sobhani, B., 2005. Agroclammatic zonation of Ardabil province using satellite imagery in GIS environment. Doctoral dissertation, University of Tabriz. P. 160. (In Persian)
- Frecklaton, R.P., 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. Agricultural and Frest meteorology, (93), 39-52.
- Rudeam, j., 1997. Heat stress on physiology of wheat growth. Ferdowsi University Press, Mashhad.
- Jafarimensh, K., 1998. Determination of sugar beet cultivation calendar in Nahavand plain. Master thesis, Tarbiat Moallem University. (In Persian)
- Farajnia, A., 2007. Land suitability assessment and determination of sugar beet production potential in Marand district. (In Persian)
- Garica, j.D., 2000. Predicting cornand soybean productivity for illinoise soils, Agricultural system, (64), 151-171.

22. Khajepour, M., 2003. Fundamentals of Agriculture. Publishing house Jihad university of Isfahan, third edition p. 386. (In Persian)
23. Alijani, B., Kaviani, M., 1994. Meteorological Foundations. Tehran, Publication. P. 532. (In Persian)
24. Pidgeo, J.P., 2001. Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe, 1995-1961, Agricultural and forest meteorology, (109), 27-37.
25. Mattina, M.J., Lannucci-Berger, W., Musante, C., White, J.C., 2003. Concurrent plant uptake of heavy metals and persistent organic pollutants from soil. Environmental Pollution, (124), 375-78.
26. Baladpoos, A., Mokhtari, D., Dali Oghli, AS., 2006. Geography of East Azarbaijan Province". Publication of Iran Textbooks Publishing Co., Seventh Edition. P. 70. (In Persian)
27. Farajzadehasl, M., 2005. Geographic Information System and its Application in Tourism Planning". Tehran, Publication. P. 147. (In Persian)
28. Mousavinejad, M., 2001. Study of climatic conditions for sugar beet cultivation in Chenaran region. Master's thesis, Shahid Beheshti University of Tehran. (In Persian)
29. Kafi, M., Gan'ali Ali, A., Military, A., Sharia, Or., 2000. Climate and Crop Performance. Compiled by gp, jhad publishing house, university of mashhad. P. 311. (In Persian)
30. Malczewski, Jack., 1999. Gis and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley & sons Publications, London
12. kodabnde, B., 1987. Agriculture, Vol. II, Industrial Plants. Tehran, first edition. P. 450. (In Persian)
13. Goodman, P.G., 1968. Physical analysis of the effects of different soils on sugar beet crops in different years. APPL, 335-339.
14. Kazemi, H., 1999. Principles of Drymaking. Tabriz University Press. (In Persian)
15. Colivand, M., 2005. Sugar Beet Farming. Sugar Beet Institute Research Institute. P. 243. (In Persian)
16. Shahabifar, M., Small Zadeh, M., Mohammadzadeh, M., Mirlatifi, S.M., 2004. The Use of Geostatistical Methods for Determining the Need for Sugar Beet in Tehran Province. (In Persian)
17. Baladpoos, A., Mokhtari, D., Dali Oghli, AS., 2006. Geography of East Azarbaijan Province. Publication of Iran Textbooks Publishing Co., Seventh Edition. P. 70. (In Persian)
18. Farajzadehasl, M., 2005. Geographic Information System and its Application in Tourism Planning. Tehran, Publication. P. 147. (In Persian)
19. Management and Planning Organization., 2007 provincial statistical journal. Bureau of Statistics and Information Technology, Tabriz. (In Persian)
20. Salt, D.E., Blaylock, M., NandaKumar, P.B.A., Dushenkov, V., Ensley, B.D., and Raskin, I., 1995. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Biotechnology, (13), 468-474.
21. Biglow, M., Mubarak, Z., 2008. Land suitability assessment of Qazvin province for cultivating saffron based on multi criteria criteria, (66), pp. 119-101. (In Persian)