DOR: 20.1001.1.24234931.1402.10.1.6.4 DOI: 10.52547/jrenew.10.1.86

Research Article

Received: 01/24/22

Accepted: 08/19/22

Volume 10, Issue 1, Spring & Summer 2023, p. p. 86-96

Journal of Renewable and New Energy

jrenew.ir

Print ISSN 2423-4931 Online ISSN 2676-2994

Feasibility study of biodiesel production from oilseeds in Tehran province

Rahim Zahedi[1], Abolfazl Ahmadi[2*], Siavash Gitifar[3]

1 PhD Candidate, Energy Systems Engineering, Department of New Energies and Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
2 Assistant Professor, Energy Systems Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
3 PhD Candidate, Department of Mechanical Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
*P.O.B. 13114-16846, Tehran, Iran, a_ahmadi@iust.ac.ir

Received: 24 January 2022 Revised: 22 March 2022 Accepted: 19 August 2022

Abstract

Biodiesel is one of the proposed sources to replace fossil fuels. This renewable biofuel is compatible with current infrastructure and internal combustion engine systems. Potential measurement is necessary before manufacturing and industrial projects, and this is even more critical for biodiesel-related projects due to raw material issues. In this research, the potential measurement for the cultivation of oilseeds for biodiesel production in Tehran province has been done with the help of GIS software. The results of this potential measurement show that parts of the western and central regions of Tehran province are suitable for cultivating oilseeds for use in biodiesel production. However, about 90% of the areas of Tehran province are unsuitable for cultivating oilseeds, and its most significant limiting factor is soil texture. More than 50% of the surfaces of Tehran province have an unsuitable soil texture for growing oilseeds. In order to identify the optimal areas for planting oilseeds, the average cost variable of (Cave) per liter of biodiesel is introduced. The results show that the cost of production, transportation, distribution, and supply of raw materials in these areas is cost-effective when the average variable cost is less than 92 thousand rials per liter of biodiesel produced.

Keywords: GIS, Biodiesel production potential, Native oil products, Tehran

1. INTRODUCTION

In recent years, many steps have been taken to eliminate fossil fuels and replace them with cleaner energy. A suitable and renewable alternative energy source for the transportation industry is biofuels obtained from biomass renewable sources[1, 2]. Compared to fossil fuels, biofuels are low carbon and naturally degradable fuels[3, 4]. Also, unlike other renewable technologies such as batteries and hydrogen cells, there is no need to redesign vehicles, and biofuels can be used directly inside the engines of internal combustion vehicles [5].

Biodiesel with its many advantages can be a good alternative to petroleum diesel, so it is important to do economic feasibility studies. In the production of biodiesel, one of the most important obstacles is the supply of raw materials, which accounts for a large share of production costs [6]. In this study, the aim is to evaluate the feasibility of native oil products in Tehran. Most of these products include oilseeds such as rapeseed, sesame and sunflower seeds. Animal fats or oils can also be good sources of biodiesel. In this study, a GIS-based method has been used to investigate the potential of biodiesel production based on Tehran's native oil plants.

2. Literature Review

Numerous studies and researches have been done on biodiesel production methods, suitable raw materials and economic feasibility studies. Ferkova et al. Investigated biodiesel production using greasy municipal effluents in European cities. In this study, the problems that fat-containing effluents create for water treatment plants, the appropriate process methods for converting these fats into biodiesel, as well as the economic opportunities and risks were investigated. According to this research, there is an annual production capacity of 3-414 x 10E4 biodiesel depending on the effluent treatment method from these fat-containing effluents [7].

3. Methodology

About 85% of the price of biodiesel is determined by the price of raw materials, and most of the raw materials used in the production of biodiesel are also used for food [8]. For this reason, it is vital to study the factors affecting the production of oily products for use as a primary feed. In this study, the aim is to find suitable geographical areas for planting primary feed used in

Check for updates

biodiesel refineries and soil salinity, soil structure, ambient temperature and rainfall in the area have been selected as the main parameters. By calculating the tonnage values of each of the native oil products, provided that the cost price of each hand is less than the desired criteria, the total price of all native oil products in each part of Tehran province is calculated using the following equation:

$$C_{ave} = \frac{\sum_i (m_i * C_i)}{P_a} \quad (1)$$

The flow diagram implemented in GIS software to map the optimal areas for the production of biodiesel raw materials is shown in Figure 1. According to this flow diagram, at first, the land use and climate map of Iran has been found in four sections: rainfall, suitable temperature, soil texture and soil salinity for Tehran province. Then, in these four sections, the layers are classified and the desired classes are identified, and then these maps are overlapped to find the desired and desired areas.

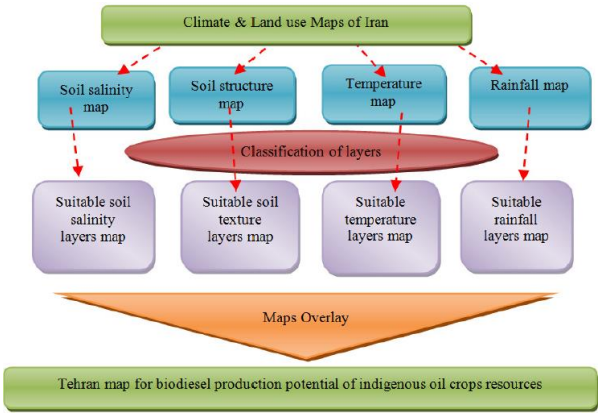


Figure 1. Flow diagram implemented in GIS

4. Results and Discussion

Using GIS software, four parameters of annual rainfall in terms of mm, annual temperature in terms of Celsius, soil texture and soil salinity in Tehran province were measured to measure the potential of biodiesel production from oilseeds and results are shown in 9 individual maps and sectors.

After specifying the ideal classes in the map of Tehran province, we will overlap these areas to determine the ideal locations for growing biodiesel raw materials. The result is shown in Figure 2. As can be seen from the map, the suitable locations are in the west and parts of the center. Most areas of Tehran province are not suitable for cultivation. Damavand and Firoozkooh cities, although they have suitable salinity and precipitation levels, they do not have suitable temperature and soil texture. Varamin city is not one of the desirable places due to excessive soil salinity and inappropriate rainfall.

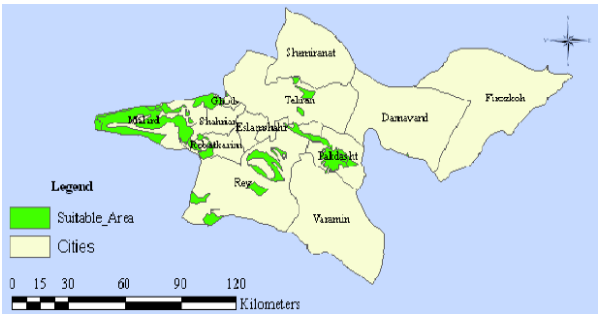


Figure 2. Optimal areas for the production of biodiesel raw materials

5. Conclusions

This study investigates the potential of oilseed production in Tehran province for use in biodiesel. In this study, four factors of annual rainfall, annual temperature, soil salinity and soil texture were investigated. According to the results and maps, the biggest limiting factor in Tehran province is soil texture, so that over 50% of areas in Tehran province have hard soil texture, which is unsuitable for cultivating oilseeds. Another factor limiting soil salinity is Tehran province. Although about 50% of the province has a suitable salinity level, but the parts that have high salinity overlap with areas with suitable soil, which leads to a significant reduction in land suitable for growing oilseeds in Tehran province. The two factors of temperature and average annual rainfall in Tehran province were not in a favorable situation in general. However, these two factors met the minimum requirements in most areas of Tehran province and therefore did not restrict the selection of desirable areas for oilseeds. About 65 to 75% of the provinces have good temperatures and rainfall.

According to the materials presented in the economic analysis section and according to the sources of native oilseeds in the province and the economic parameter of C_{ave}, Tehran province with an annual production of more than 2 million tons of agricultural waste and an estimated 10% of this province as desirable areas for biodiesel production, it has a production capacity of 6000 liters of biodiesel per day.

The result of this research is shown in Figure 2 and as it is clear from the map, most areas of Tehran province are not suitable for cultivating oilseeds. According to the obtained map, only about 10% of the area of Tehran is suitable for cultivating oilseeds. The most suitable areas of Tehran province include Mallard city in the west and Pakdasht city and Robat Karim city in the center in a more limited way. Very small areas of Rey, Shahriyar and Tehran are also suitable for growing oilseeds. According to the obtained map, it can be concluded that Tehran province is not suitable for

the production of biodiesel with the raw material of oilseeds on a large scale. Most areas of this province are unsuitable for oilseed cultivation; And some conditions in the favorable areas are also minimal. Also, the fact that Tehran province is an urban province and most of its agricultural lands are currently under cultivation should be taken into account. However, Tehran province has the ability to produce biodiesel in a limited way and in most small production units. These biodiesel production units should be built in the west of Tehran and in Mallard city to be close to suitable lands for growing oilseeds. It is also recommended that agricultural plants that can grow in hard or saline soils be examined for planting in unsuitable soils.

6. References

[1] M. B. Hagberg, K. Pettersson, and E. O. Ahlgren, Bioenergy futures in Sweden–Modeling integration scenarios for biofuel production, *Energy*, Vol. 109, pp. 1026-1039, 2016.

[2] M. H. Vasconcelos *et al.*, Techno-economic assessment of bioenergy and biofuel production in integrated sugarcane biorefinery: Identification of technological bottlenecks and economic feasibility of dilute acid pretreatment, *Energy*, Vol. 199, p. 117422, 2020.

[3] Y. Cao, A. Doustgani, A. Salehi, M. Nemati, A. Ghasemi, and O. Koohshekan, The economic evaluation of establishing a plant for producing biodiesel from edible oil wastes in oil-rich countries: Case study Iran, *Energy*, Vol. 213, p. 118760, 2020.

[4] J. A. Ramirez and T. J. Rainey, Comparative techno-economic analysis of biofuel production through gasification, thermal liquefaction and pyrolysis of sugarcane bagasse, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 229, pp. 513-527, 2019.

[5] Y. Li *et al.*, Economic viability and environmental impact investigation for the biofuel supply chain using co-fermentation technology, *Applied Energy*, Vol. 259, p. 114235, 2020.

[6] R. Zahedi, A. Ahmadi, and R. Dashti, Energy, exergy, exergoeconomic and exergoenvironmental analysis and optimization of quadruple combined solar, biogas, SRC and ORC cycles with methane system, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 150, p. 111420, 2021.

[7] S. Venditti, P. Herr, and J. Hansen, Assessment of the production of biodiesel from urban wastewater-derived lipids, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 162, p. 105044, 2020.

[8] M. Meira, C. Quintella, E. Ribeiro, H. Silva, and A. Guimarães, Overview of the challenges in the production of biodiesel, *Biomass Conversion and Biorefinery*, Vol. 5, No. 3, pp. 321-329, 2015.

سال دهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۲، ص ص ۸۶-۹۶
فصل‌نامه علمی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو
jrenew.ir

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۰۰/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۰۱/۰۵/۲۸

امکان‌سنجی تولید بیودیزل از دانه‌های روغنی در استان تهران

رحیم زاهدی[۱]، ابوالفضل احمدی[۲*]، سیاوش گیتی‌فر[۳]

۱- دانشجوی دکترای مهندسی سیستم های انرژی، گروه انرژی های نو و محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- استادیار، مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
۳- دانشجوی دکترای مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
* تهران، ۱۳۱۱۴- ۱۶۸۴۶، a_ahmadi@iust.ac.ir

چکیده

دیزل زیستی یکی از منبع‌های پیشنهاد شده جهت جایگزین نمودن سوخت‌های فسیلی، به‌طور خاص دیزل است. تکنولوژی‌های تولید این مدل از دیزل زیستی تا حد مناسبی به بلوغ رسیده و توانایی تولید انبوه را دارا است. بزرگترین مانع تولید دیزل زیستی هزینه‌ی بالای تولید است که نشات گرفته از هزینه‌ی بالای مواد اولیه‌ی آن که دانه‌های روغنی است می‌باشد. انجام پتانسیل‌سنجی قبل از پروژه‌های تولیدی و صنعتی امری ضروری است و این امر برای پروژه‌های مرتبط با دیزل زیستی به دلیل مسائل مربوط به مواد اولیه آن امری حیاتی‌تر است. در این پژوهش پتانسیل‌سنجی جهت کشت دانه‌های روغنی جهت تولید بیودیزل در استان تهران به کمک نرم افزار جی‌آی‌اس انجام شده‌است. نتایج این پتانسیل سنجی نشان می‌دهد که بخش‌هایی از مناطق غرب و مرکزی استان تهران مناسب کشت دانه‌های روغنی جهت استفاده برای تولید دیزل زیستی است. با این‌حال حدود ۹۰ درصد از مناطق استان تهران برای کشت دانه‌های روغنی نامناسب است. بزرگترین عامل محدودکننده، بافت خاکی استان تهران است و بیش از ۵۰ درصد از سطوح استان تهران دارای بافت خاک نامناسب جهت کشت دانه‌های روغنی است. در ادامه برای دستیابی به شناسایی مناطق بهینه کاشت دانه‌های روغنی، متغیر هزینه متوسط C_{ave} به ازای هر لیتر بیودیزل معرفی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به هزینه‌های تولید، انتقال، توزیع و تأمین مواد اولیه، هنگامی تولید بیودیزل در این مناطق مقرون به صرفه است که مقدار متغیر هزینه متوسط کمتر از ۹۲ هزار ریال به ازای هر لیتر بیودیزل تولیدی باشد.

کلیدواژگان: سیستم اطلاعات جغرافیایی، محصولات روغنی بومی، پتانسیل تولید بیودیزل، تهران

Feasibility study of biodiesel production from oilseeds in Tehran province

Rahim Zahedi[1], Abolfazl Ahmadi[2*], Siavash Gitifar[3]

1- PhD Candidate, Energy Systems Engineering, Department of New Energies and Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Energy Systems Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
*P.O.B. 13114-16846, Tehran , Iran, a_ahmadi@iust.ac.ir

Received: 24 January 2022 Accepted: 19 August 2022

Abstract

Biodiesel derived from oilseeds is one of the proposed sources to replace fossil fuels, especially diesel. The production technologies of this model of biodiesel have reached a suitable level of maturity and have the ability of mass production. The biggest obstacle to biodiesel production is the high cost of production, which stems from the high cost of its raw materials, which are oilseeds. Potential measurement is necessary before manufacturing and industrial projects, and this is even more critical for biodiesel-related projects due to raw material issues. In this research, potential measurement for cultivation of oilseeds for biodiesel production in Tehran province has been done with the help of GIS software. The results of this potential measurement show that parts of the western and central regions of Tehran province are suitable for cultivating oilseeds for use in biodiesel production. However, about 90% of the areas of Tehran province are unsuitable for cultivating oilseeds and its biggest limiting factor is soil texture. More than 50% of the surfaces of Tehran province have unsuitable soil texture for growing oilseeds. In order to identify the optimal areas for planting oilseeds, the average cost variable of (C_{ave}) per liter of biodiesel is introduced. The results show that according to the costs of

production, transportation, distribution and supply of raw materials, when producing biodiesel in these areas is cost-effective when the average variable cost is less than 92 thousand rials per liter of biodiesel produced.
Keywords: GIS, Biodiesel production potential, Native oil products, Tehran.

۱- مقدمه

تهیه انرژی یک دغدغه اساسی برای تمامی انسان‌ها و جامعه‌ها است و در طی تاریخ از منابع مختلفی جهت تامین آن استفاده گشته‌است. امروزه، سوخت‌های فسیلی منبع اصلی تامین انرژی هستند و بیش از ۸۰ درصد انرژی مصرف‌شده در سال ۲۰۱۹ از این منابع تهیه شده‌اند [۱]. سوخت‌های فسیلی با آزادسازی گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر باعث تغییرات اقلیم می‌گردند و منجر به ایجاد مشکلات زیادی در حوزه زیست محیطی و سلامت می‌گردند. بدین جهت کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای با حذف سوخت‌های فسیلی و جایگزین نمودن آن‌ها با انرژی‌های تجدیدپذیر راهکار مناسبی است [۲، ۳].

صنعت حمل و نقل یکی از صنایعی است که سالیانه مقادیر زیادی گاز گلخانه‌ای آزاد می‌نماید. این صنعت مسبب ۲۳ درصد گاز کربن‌دی‌اکسید آزادشده ناشی از مصرف انرژی بوده و یکی از صنایع آلاینده است. وضعیت آلایندگی این صنعت برای کشور ایران پررنگ‌تر است. طبق آمار ترازنامه سال ۲۰۱۷ ایران، صنعت حمل و نقل یکی از آلاینده‌ترین صنایع کشور است و ۲۴.۱۸ درصد کل کربن دی‌اکسید انتشار یافته در سال ۲۰۱۷ برای بخش حمل و نقل است. همچنین صنعت حمل و نقل ایران تولیدکننده اصلی آلاینده‌های زیست محیطی خطرناکی مانند اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد و مونواکسید کربن است [۴].

در سال‌های اخیر قدم‌های زیادی جهت حذف سوخت‌های فسیلی و جایگزین نمودن آن با انرژی‌های پاک‌تر برداشته‌شده‌است. یک منبع انرژی جایگزین مناسب و تجدیدپذیر برای صنعت حمل و نقل، سوخت‌های زیستی هستند که از منابع تجدیدپذیر زیست توده بدست می‌آیند [۵ ، ۶]. سوخت زیستی در مقایسه با سوخت فسیلی، سوختی با مقدار کربن کم و قابلیت تجزیه طبیعی است [۲ ، ۷]. همچنین برخلاف دیگر تکنولوژی‌های تجدیدپذیر مانند باتری‌ها و سلول‌های هیدروژنی نیازی به طراحی مجدد وسایل نقلیه وجود ندارد و سوخت زیستی را می‌توان مستقیم درون موتور وسایل نقلیه درون سوز به‌کار برد [۸].

دیزل زیستی، یک مخلوطی از مونوآلکیل استرها است که یک سوخت تجدیدپذیر و جایگزین مناسب سوخت دیزل به‌دست آمده از نفت است [۲ ، ۹] . پیشینه‌ی این سوخت تجدیدپذیر به سال ۱۹۰۰ برمی‌گردد زمانی که رودلف دیزل از روغن بادام زمینی به عنوان سوخت برای موتور دیزلی خود استفاده نمود. امروزه دیزل زیستی را می‌توان به صورت ترکیب با دیزل مشتق از نفت یا به صورت خالص در موتور دیزلی به‌کار برد [۱۰]. دیزل زیستی را می‌توان از منابع تجدیدپذیر گیاهان خوراکی یا غیر خوراکی، چربی‌های حیوانی و یا هر ماده‌ای که حاوی زنجیرهای بلند اسید چرب باشد به‌دست‌آورد [۹ ، ۱۱]. همچنین دیزل زیستی نسبت به دیزل به‌دست آمده از مشتقات نفتی پاک‌تر بوده و حاوی مواد سولفوری نیستند و مقدار انتشار منواکسید کربن، UHCو دود آن نسبت به دیزل کمتر است. علاوه بر این، دیزل زیستی می‌تواند میزان انتشار کربن دی‌اکسید را تا ۷۸/۴۵٪ در مقایسه با دیزل نفتی کاهش‌دهد [۲ ، ۱۱]. به‌طور کلی، بسته به نوع مواد اولیه و تکنولوژی‌های تولید، چهار نسل دیزل زیستی وجود دارد. نسل اول دیزل‌های زیستی به سوخت‌هایی اطلاق می‌شود که از منابعی مانند نشاسته، قند، چربی‌های حیوانی و روغن‌های گیاهی به دست می‌آید، از لحاظ تکنولوژی تولید این نسل از دیزل زیستی کامل‌تر از سه نسل دیگر است و هم اکنون کشورهای آمریکا و برزیل در حال تولید این نسل از دیزل زیستی از ذرت (آمریکا) و نیشکر (برزیل) هستند [۸، ۱۱، ۱۲]. نسل دوم دیزل‌های زیستی می‌تواند از مواد اولیه غیر خوراکی تهیه می‌گردد. نسل سوم دیزل‌های زیستی، برخلاف دو نسل قبل از منابعی مانند میکروجلبک‌ها و روغن‌های زائد استفاده می‌کند که رقابت میان زمین‌ها و مواد غذایی زراعی ایجاد نمی‌کند [۱۱]. نسل چهارم از میکروجلبک‌های تغییر ژنتیک یافته استفاده می‌کند تا بازدهی تولید را بالا ببرد که یک رشته جدید بوده و نیاز به تحقیقات فراوان دارد [۱۳].

همانطور که ذکر شد، دیزل زیستی با مزیت‌های فراوان خود می‌تواند جایگزین مناسبی برای دیزل نفتی باشد. به همین علت، انجام امکان سنجی‌های اقتصادی امر مهمی است. در تولید دیزل زیستی، یکی از موانع بسیار مهم تهیه مواد اولیه است که سهم زیادی از هزینه‌های تولید به آن اختصاص پیدا می‌کند [۱۴]. در این پژوهش هدف جهت امکان سنجی محصولات روغنی بومی شهر تهران است. عمده این محصولات شامل دانه‌های روغنی مانند کلزا، کنجد و دانه‌های آفتاب گردان است همچنین چربی‌های حیوانی یا روغن‌های مصرف شده نیز می‌توانند منابع مناسبی جهت تهیه دیزل زیستی باشند. در این مطالعه، از یک روش مبتنی بر جی‌آی‌اس[1] برای بررسی پتانسیل تولید بیودیزل بر اساس کارخانه‌های نفتی بومی تهران استفاده شده‌است.

۲- مرور پیشینه تحقیق

مطالعات و تحقیقات زیادی بروی روش‌های تولید دیزل زیستی، مواد اولیه مناسب و مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی آن انجام گرفته‌است. فرکووا و همکاران تولید دیزل‌زیستی را با استفاده از پساب‌های شهری دارای چربی در شهرهای اروپایی بررسی نمودند. در این تحقیق مشکلاتی که پساب‌های حاوی چربی برای واحدهای تصفیه آب به‌وجود می‌آورند، روش‌های مناسب فرایندی برای تبدیل این چربی‌ها به دیزل زیستی و همچنین فرصت‌های اقتصادی و ریسک‌های آن بررسی گشت. طبق این تحقیق سالانه ۳-۴۱۴* ۴۸۱۰ تن قابلیت تولید دیزل زیستی بسته به روش تصفیه پساب از این پساب‌های حاوی چربی وجود دارد [۱۵].

فلیکس ایشولا و همکاران امکان سنجی اقتصادی تولید دیزل زیستی را روغن اولین نخل، که یک محصول جانبی در صنعت تولید روغن نخل است در کشور نیجریه با استفاده از راکتورهای دسته‌ای بررسی نمودند. طبق این تحقیق بازده تولید دیزل زیستی با استفاده از متانول به عنوان الکل فرایند ترانس استریفیکاسیون و در حضور کاتالیست پتاسیم هیدروکسید، ۶۲/۵ درصد بود که مناسب برای تولید انبوه بود. همچنین مشخصات دیزل زیستی

1.GIS

تولیدی همراستا با مشخصات ASTM D975 ، که یک استاندارد برای سوخت‌های دیزلی است [۱۶]. ساندرا گلیسیک و همکاران فرایند تولید دیزل سبز با هیدروژن‌دار نمودن کاتالیستی (در داخل یا خارج پالایشگاه نفتی) را با فرایند تولید دیزل از طریق آلکالی نمودن با کاتالیست همگن و فرایند فوق بحرانی بررسی نموده‌اند و آنالیزهای اقتصادی با فرض ظرفیت ۱۰۰۰۰۰ تن در سال را برای این فرایندها انجام داده‌اند. خوراک اولیه این فرایندها روغن‌های گیاهی دور ریخته شده و دیگر نوع‌های روغن‌های تری گلیسرید است. نتیجه این تحقیقات نشان‌داد که ساخت یک واحد تولید دیزل سبز با فرایند هیدروژن‌دار نمودن کاتالیستی به صورت جدا و خارج از یک پالایشگاه دارای هزینه سرمایه‌گذاری بالایی است و اقتصادی نیست. با این حال دو فرایند کاتالیست همگن و فرایند فوق بحرانی، در کنار هیدروژن‌دار نمودن کاتالیستی در داخل پالایشگاه نفتی، هر سه مشابه هم هستند و در محدوده ۰.۶۳-۰.۶۸ دلار بر لیتر قرار می‌گیرند [۱۷].

تقی‌زاده و همکاران امکان‌سنجی اقتصادی تولید سوخت زیستی را با استفاده از پسماند مرکبات در ایران بررسی نموده‌اند. با این که هدف اصلی این پژوهش بیشتر تولید اتانول و گاز زیستی بوده، اما تولید روغن زیستی از دانه‌ها و پوسته مرکبات جهت تولید دیزل زیستی نیز امکان‌پذیر است و طبق این تحقیق در ایران پسماند مرکبات پتانسیل تولید ۲۷ میلیون لیتر اتانول، ۷۹ میلیون متر مکعب متان، ۸۴/۹ ملیون لیتر روغن زیستی و ۱۷/۸ تن زغال معادل ۲۸/۶۰ ملیون دلار وجود دارد [۱۸]. سلایما و همکاران تولید دیزل زیستی را از طریق دو ماده اولیه روغن‌های مصرف‌شده آشپزی و روغن تفاله زیتون که برای محیط زیست مضر هستند را بررسی نمودند و مشخصات فیزیکی دیزل زیستی تولیدی را با دیزل معمولی مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند که دیزل زیستی یک سوخت ایمن، غیر سمی، از لحاظ زیستی تخریب‌پذیر و تجدیدپذیر است که می‌توان آن را در موتورهای دیزلی بدون هیچ تغییری در موتور به‌کار برد [۱۹].

رحیمی و همکاران کارکرد و ساخت یک پالایشگاه زیستی که از گیاهان کرچک به عنوان ماده اولیه جهت تولید دیزل زیستی و گاز زیستی از پسماند گیاهی مواد تولیدی دیزل زیستی استفاده می‌کرد را از لحاظ اقتصادی و فنی بررسی نمودند و در ادامه آن را با حالتی که از پسماند گیاهی مواد تولیدی دیزل زیستی جهت تولید بخار استفاده می‌شد، بررسی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که این پالایشگاه زیستی از لحاظ اقتصادی امکان‌پذیر است. بررسی اقتصادی و فنی نشان داد که متوسط قیمت دیزل مساوی قیمت دیزل زیستی ۹ درصد از دیزل مالیاتی ارزان‌تر بود، هنگامی که گاز زیستی از پسماند واحد تولید می‌گشت [۲۰].

۳-روش تحقیق

حدود ۸۵ درصد قیمت دیزل زیستی توسط قیمت محصولات اولیه تعیین می‌گردند و بیشترین محصولات اولیه‌ای که در تولید دیزل زیستی به‌کار گرفته می‌شوند جهت مصرف غذایی نیز به کار می‌روند [۲۱]. به همین دلیل بررسی عوامل تاثیرگذار در تولید محصولات روغنی جهت استفاده به عنوان خوراک اولیه امری حیاتی است. در این مطالعه هدف یافتن مناطق جغرافیایی مناسب جهت کاشت خوراک اولیه مورد استفاده پالایشگاه‌های دیزل زیستی است و عوامل شوری خاک، ساختار خاک، دمای محیط و مقدار بارش باران در محل نیز به عنوان پارامترهای اصلی انتخاب گشته‌است. پارامترهای مرتبط شامل شوری خاک، دمای محیط، بارش باران و ساختار خاک است.

۳-۱- شوری خاک

خاک می‌تواند غنی از نمک‌ها باشد. منشا این نمک‌ها می‌تواند نمک موجود در سنگ‌های سازنده، آب دریا (مناطق ساحلی) یا آب ناشی از آبیاری باشد که معمولا حاوی مقادیری نمک است. بعد از آبیاری آب تبخیر گشته یا جذب گیاه می‌گردد اما نمک در خاک باقی می‌ماند. مقادیر شوری خاک از طریق جدول ۱ مشخص می‌گردد .

جدول ۱ دسته بندی مقادیر شوری خاک

میزان شوری	غلظت نمک (میلیمز بر سانتی متر)	رطوبت خاک (گرم بر لیتر)
غیر شور	۰- ۴/۵	۳-۰
کم شور	۴/۵ -۹	۶-۳
شوری متوسط	۹-۱۸	۱۲-۶
شوری زیاد	بیش از ۱۸	بیش از ۱۲

شوری خاک یکی از ضروری‌ترین محدودکننده زیست محیطی است که منجر به از دست رفتن محصولات کشاورزی می‌گردد [۲۲]. افزایش شوری خاک منجر به کاهش بازدهی متوسط محصولات کشاورزی اصلی تا ۵۰ درصد می‌گردد[۲۳]. غلظت بالای نمک منجر به استرس‌های اسمزیک و یونی می‌گردد که متعاقبا منجر به اثرات زیان‌آور در تمامی بخش‌های گیاه خواهد شد و در نهایت باعث مرگ گیاه یا کاهش بهره‌وری آن خواهد گردید. شوری خاک دارای دو بخش مهم است که بر گیاه تاثیر می‌گذارد [۲۴]. در ابتدا پتانسیل آبی پایین می‌آید و گیاه دچار استرس اسمزیک مشابه خشکسالی می‌گردد که با تجمع املاح در منطقه ریشه در ارتباط است [۲۵]. در ادامه عدم تعادل یونی زمانی که نمک‌ها جذب مواد مغذی را مختل می‌کنند روی می‌دهد و تجمیع یون‌ها به مرور زمان دلیل اصلی مسمومیت گیاه هست. بازدهی زیست توده به طور سریع و به شکل منفی با استرس اسمزیک در ارتباط است در حالی که مجروحیت غشایی که در ادامه روی می‌دهد بستگی به نرخ جذب نمک و قابلیت بخش‌بندی و ذخیره‌سازی نمک در بافت‌های گیاهی دارد [۲۴]. بدین صورت وجود نمک بالا در خاک منجر به مرگ و تضعیف گیاهان کشاورزی و کاهش زیست‌توده محصول می‌گردد. توصیه گشته که جهت مقابله با مشکلات نمک موجود در خاک از گونه‌های گیاهی مقاوم به نمک استفاده گردد [۲۲].

۳-۲- دمای محیط

نرخ رشد گیاه و توسعه آن به دمای محیط بستگی دارد و هر گونه‌ی گیاهی یک محدوده خاص دمایی دارد که دارای یک کمینه، یک بیشینه و یک دمای ایده‌آل است [۲۶]. بیشترین اثر منفی دما را موج‌های گرمایی شدید بر بهره‌وری گیاهان دارد. حرارت اضافی باعث کاهش تعداد دانه‌های گیاهان و مدت زمان پر شدن گیاهان از دانه می‌گردد. هنگامی که دمای هوا از محدوده بهینه بالاتر می‌رود، در ابتدا بازدهی محصول‌دهی شروع به کاهش‌یافتن به شکل آرام می‌کند و با افزایش بیشتر دما این نرخ به سرعت کم می‌شود. افزایش دما همچنین منجر به کاهش چشم گیر وزن خشک می‌گردد .

به دلیل گرمایش جهانی، معمولا اثرات دمای پایین در تحقیقات در نظر گرفته نمی‌شود، با این حال دماهای پایین نیز اثرات مخرب خود را دارند. فتوسنتز برگ‌ها و تجمیع زیست توده که منبع اصلی بازدهی دانه است به شدت به سرما حساس هستند. استرس ناشی از سرما منجر به وخیم گشتن تعادل میان منبع انرژی و سینک متابولیکی می‌گردد که منجر به کاهش

منطقه سبز برگ خواهد شد [۲۷]. کاهش منطقه سبز برگ و نرخ فتوسنتز نیز باعث کاهش تجمیع زیست توده و متعاقبا بازدهی دانه می‌گردد.

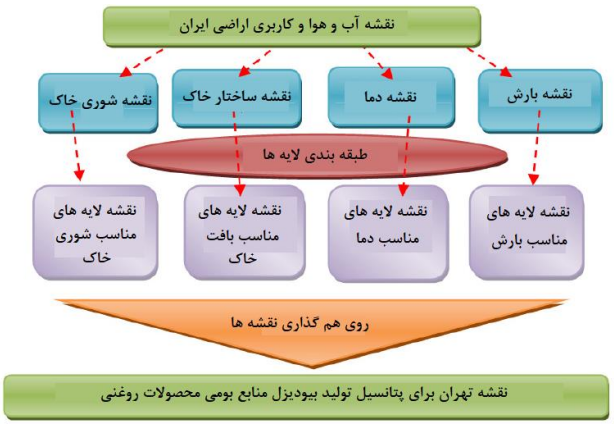
۳-۳- بارش باران در محل

بارش باران سالانه اثر چشم‌گیری بر بهره‌وری و افزایش گونه‌گونی گیاهان یک منطقه دارد. بارش‌های باران به مقدار مناسب رطوبت خاک را تامین و دسترسی بالا به آب را فراهم می‌کنند. علاوه بر آن مواد مغذی مانند نیتروژن به شدت با دسترسی آبی تعامل دارند و بر روی بهره‌وری تاثیر می‌گذارند [۲۸]. طبق تحقیق ذکیر حسین و همکاران افزایش میزان بارش منجر به افزایش بازدهی محصولات خواهد گشت و رشد دانه‌ها را بهبود خواهد بخشید [۲۹]. با اینحال بارش باران همیشه به تضمین‌کننده بازدهی بالای محصول نیست و باید عوامل دیگری مانند محیط رشد محصول، شرایط خاک و مدیریت محصول نیز در نظر گرفته شوند همچنین فراهم نمودن آب به شکل آبیاری در مراحل مختلف رشد جهت جلوگیری از استرس کم آبی و کنترل علف‌های هرز امرهای مهم دیگر هستند.

۳-۴- ساختار خاک

ساختار و ویژگی خاک می‌تواند بروی ویژگی‌های زیست توده تاثیر بگذارد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک روی مقدار و کیفیت زیست توده اثر دارند، مخصوصا بروی ارزش گرمایی و مقادیر خاکستر و مواد فرار [۳۰]. ساختار خاک یک ترکیب از ذرات جامد خاک است (رس، ماسه و شن) که به ذرات اجازه داشتن حفره‌های خالی می‌دهد. یک خاک ایده آل از موارد زیر تشکیل گشته است: ۲۵ درصد هوا، ۲۵ درصد آب، ۴۵ درصد مواد معدنی و ۵ درصد مواد آلی. ساختار خاک در مقابله با فرسایش خاک، تاثیر در نفوذ خاک، توانایی نگه‌داشتن آب، هوادهی، فعالیت میکروارگانیسم‌ها، رشد ریشه و پدیدار شدن جوانه نقش دارند به همین دلیل انتخاب مکانی با ساختار خاک مناسب جهت کشت محصولات روغنی امری ضروری است.

فلودیاگرامی که در نرم‌افزار جی‌آی‌اس پیاده گشته تا نقشه مناطق مطلوب جهت تولید مواد اولیه دیزل زیستی به‌دست‌آید در شکل ۱ آورده شده‌است. طبق این فلودیاگرام در ابتدا نقشه کاربری زمین و اقلیم کشور ایران در چهار بخش میزان بارش باران، دمای مناسب، بافت خاک و شوری خاک برای استان تهران یافت شده‌است. سپس در این چهار بخش ذکر شده طبقه‌بندی لایه‌ها انجام شده و کلاس‌های مطلوب مشخص گشته‌است و در ادامه این نقشه‌ها با هم همپوشانی شده‌اند تا مناطق مطلوب و مورد نظر پیدا شود.



شکل ۱ فلودیاگرام پیاده شده در جی‌آی‌اس

۳-۵- تحلیل اقتصادی

با محاسبه مقادیر تناژ هر یک از محصولات بومی روغنی با آن شرط که قیمت تمام شده هر دسته کمتر از شاخص موردنظر باشد، قیمت تمام شده کل محصولات روغنی بومی موجود در هر بخش استان تهران با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد :

$$C_{ave} = \frac{\sum_i (m_i * C_i)}{P_a} \quad (۱)$$

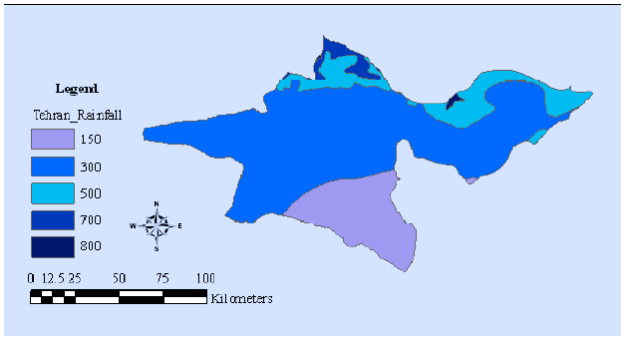
که در رابطه فوق P_a، m_i و C_i به ترتیب میزان تولید بیودیزل از دانه‌های روغنی، جرم هر نوع از دانه های روغنی و هزینه واحد هر نوع از محصولات روغنی بومی است و C_{ave} میانگین هزینه ماده خام استفاده‌شده در تولید بیودیزل است.

۴- نتایج و تفسیر آن ها

با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس، چهار پارامتر بارش باران سالانه برحسب میلی‌متر، دمای سالانه برحسب سانتی‌گراد، بافت خاک و میزان شوری خاک در استان تهران جهت پتانسیل‌سنجی تولید دیزل زیستی از دانه‌های روغنی اندازه گشته‌است و نتایج آن در بخش‌های پایین بررسی گشته‌است .

۴-۱- بارش باران سالیانه

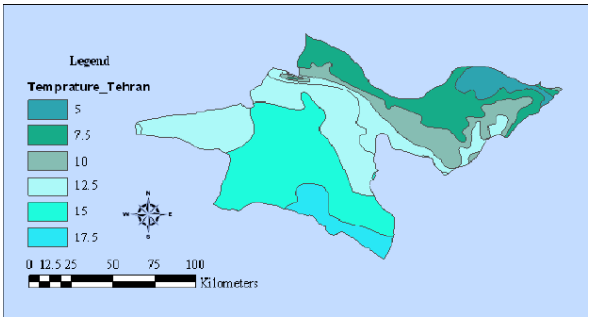
نقشه میزان بارش باران سالانه استان تهران در شکل ۲ آورده شده‌است. طبق این نقشه بخش جنوبی استان تهران دارای میزان بارش متوسط سالیانه ۱۵۰ میلی‌متر است. بخش مرکزی، غربی و قسمت‌هایی بخش شرقی استان تهران دارای متوسط بارش سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر است. بخش زیادی از مساحت تهران دارای متوسط بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر است. بخش‌های شمالی استان تهران دارای متوسط بارش سالانه ۵۰۰ میلی‌متر است و در مناطق کوچک و محدودی در شمال استان نیز مقادیر بارش سالانه ۷۰۰ و ۸۰۰ میلی‌متر ملاحظه می‌گردد .



شکل ۲ سطح متوسط سالانه بارندگی

۴-۲- دمای سالیانه

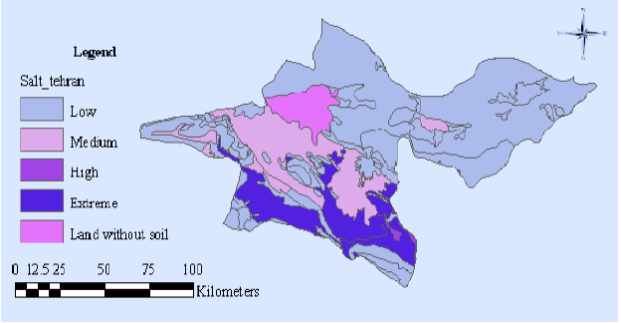
دمای استان تهران در مناطق جنوبی، مرکزی و غربی در محدوده دمایی ۱۲/۵ تا ۱۷/۵درجه سانتی‌گراد است. اکثر بخش‌های استان تهران در این حوزه دمایی است. با این‌حال در مناطق شرقی و شمالی استان در محدوده دمایی پایین‌تری قرار دارد. نقشه دمایی استان تهران در شکل ۳ دیده می‌شود.



شکل ۳ متوسط دمای سالیانه

۴-۳- میزان شوری خاک

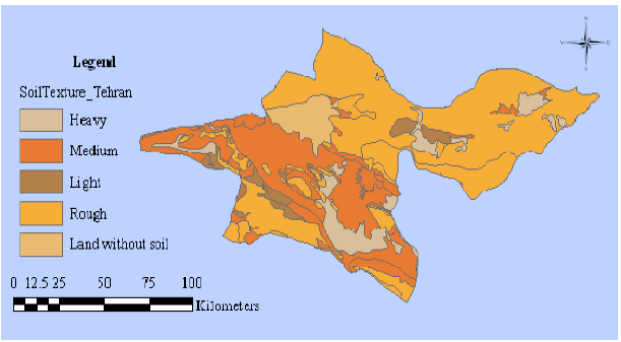
نقشه میزان شوری خاک استان تهران در شکل ۴ آورده شده‌است. همانگونه که مشاهده می‌گردد در بیشتر مناطق استان تهران مقدار شوری خاک پایین است. با این‌حال میزان محسوسی از بخش‌های تهران که در سمت جنوب استان قراردارند میزان شوری خاک به‌شدت بالا گزارش شده‌است. همچنین در بخش‌های مرکزی به سمت غرب استان تهران میزان شوری خاک متوسط است و در منطقه‌ای نیز زمین بدون خاک است .



شکل ۴ میزان شوری خاک

۴-۴- سطح بافت خاک

نقشه به‌دست آمده از جی‌آی‌اس برای بافت خاک استان تهران در شکل ۵ آورده شده‌است. طبق این نقشه در اکثر مناطق شمالی و شرقی و بخش‌هایی از مناطق جنوبی بافت خاک سخت گزارش شده‌است. در مناطق مرکزی، غربی و بخش‌هایی از جنوب نیز بافت خاک عموما معمولی است.



شکل ۵ سطح بافت خاک

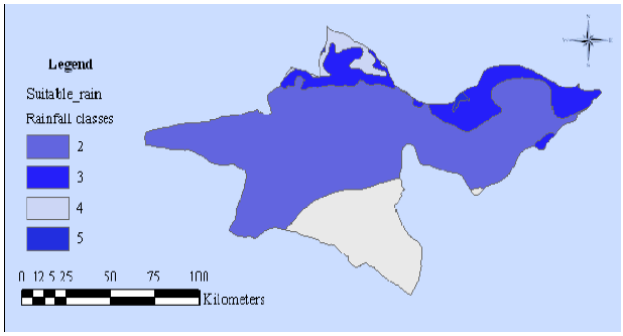
در ادامه می‌بایست وضعیت مطلوب برای تولید دیزل زیستی از دانه‌های روغنی را مشخص نماییم. بدین منظور محدوده‌های داده شده در شکل‌های بالا را طبقه‌بندی می‌نماییم و سپس کلاس‌های مطلوب برای تولید مواد اولیه دیزل زیستی را در نقشه مشخص می‌کنیم. انواع کلاس‌ها برای هر پارامتر در جدول ۲ آورده شده و وضعیت هر یک نیز مشخص گشته‌است.

جدول ۲ طبقه بندی اندازه گیری ها برای تولید مواد اولیه جهت تولید دیزل زیستی

معیارها	طبقه‌بندی‌ها	دامنه‌ی طبقه‌بندی‌ها	نام طبقه‌بندی‌ها
بارش سالیانه (mm)	۱	۱۵۰-۰	نامناسب
	۲	۳۵۰-۱۵۰	نسبتا نامناسب
	۳	۵۵۰-۳۵۰	متوسط
	۴	۷۵۰-۵۵۰	نسبتا مناسب
	۵	۷۵۰<	مناسب
دمای سالیانه (°C)	۱	۱۰<	نامناسب
	۲	۱۲-۱۰	نسبتا نامناسب
	۳	۱۴-۱۲	متوسط
	۴	۱۶-۱۴	نسبتا مناسب
	۵	۱۸-۱۶	مناسب
بافت خاک	۱	-	سنگین
	۲	-	متوسط
	۳	-	سبک
	۴	-	ماکرو
	۵	-	زمین بدون خاک
شوری خاک	۱	-	کم
	۲	-	متوسط
	۳	-	زیاد
	۴	-	بسیار زیاد
	۵	-	زمین بدون خاک

۴-۵- مناطق مناسب بارندگی

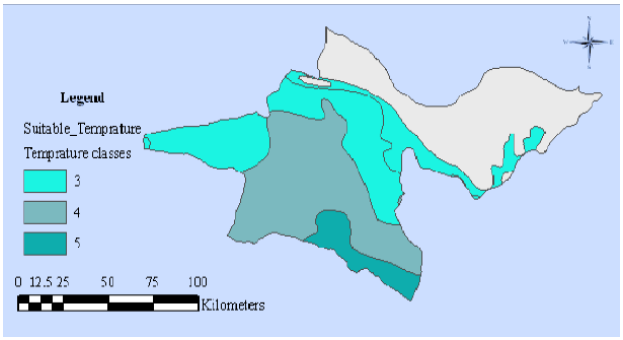
نقشه مربوط به این طبقه‌بندی در شکل ۶ آورده شده‌است. همانطور که از نقشه مشخص است، اکثر مناطق تهران در کلاس ۲ مربوط به بارندگی قرار دارند که نسبتا ضعیف است. بخش‌هایی از شمال استان تهران در کلاس‌های ۳ و ۴ قرار دارند و سالانه میزان بارندگی متوسط و نسبتا متوسط دریافت می‌کنند. حدود ۲۵ درصد از سطح استان تهران که جنوب واقع شده‌است، بارندگی مناسب دریافت نمی‌کند.



شکل ۶ کلاس مناسب بارندگی

۴-۶- مناطق مناسب دما

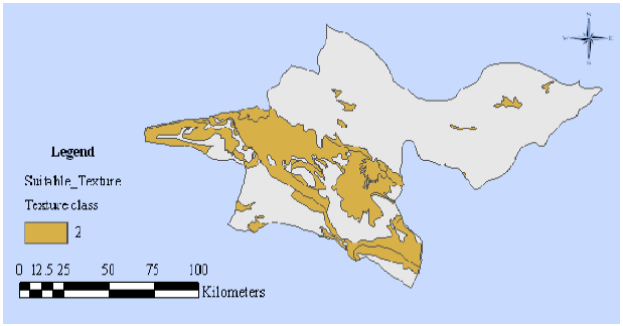
وضعیت دمای سالانه تهران به ۳ کلاس ۳ و ۴ و ۵ تقسیم می‌گردد که به ترتیب متوسط، نسبتا مطلوب و مطلوب است. بخش‌های غربی و مرکزی رو به شمال در کلاس ۳ قرار می‌گیرد. بخش مرکزی در کلاس ۴ و قسمت‌هایی از جنوب نیز در کلاس ۵ قرار می‌گیرند. نقشه این طبقه‌بندی در شکل ۷ نشان داده شده‌است. بخش‌هایی از شمال و شرق استان تهران دارای دمای مناسبی جهت کشت محصولات روغنی نیست.



شکل ۷ کلاس مناسب دما

۴-۷- مناطق مناسب بافت خاک

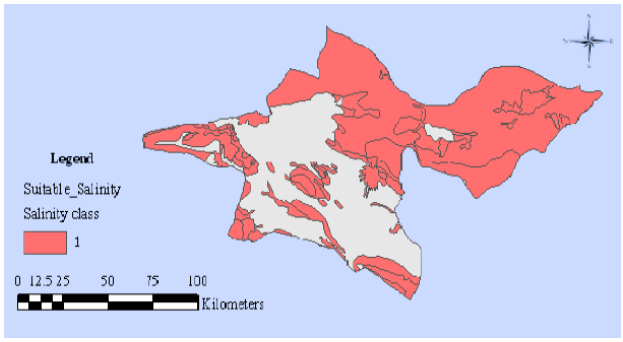
در شکل ۸، مناطقی که دارای کلاس بافت خاک ۲ هستند نشان داده شده‌است. کلاس ۲ بافت خاک، مناسب تولید مواد اولیه دیزل زیستی است. این کلاس به گونه‌ای کلاس محدودکننده است و شامل بخش‌هایی از مرکز و غرب استان تهران است و اکثریت مناطق استان تهران دارای بافت خاک مطلوبی برای تولید مواد اولیه دیزل زیستی نیستند.



شکل ۸ کلاس مناسب خاک

۴-۸- مناطق مناسب شوری خاک

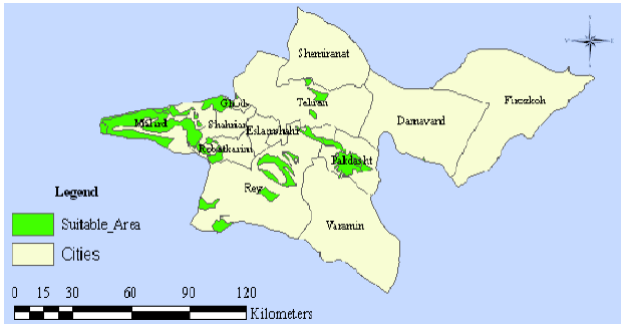
گیاهان به‌شدت به شوری خاک حساس هستند. به همین دلیل کلاس مناسب شوری خاک، کلاس ۱ یا پایین است. شکل ۹ مناطقی را که دارای این کلاس است را نشان می‌دهد. مناطق شرقی و شمالی و اکثر مناطق غربی استان تهران در این کلاس قرار می‌گیرند با این‌حال اکثر مناطق مرکزی و جنوبی دارای خاکی با شوری بالاتر از شوری کلاس ۱ هستند.



شکل ۹ کلاس مناسب شوری خاک

۴-۹- مناطق ایده آل

بعد از مشخص نمودن کلاس‌های ایده‌آل در نقشه استان تهران، این مناطق را باهم همپوشانی می‌نماییم تا مکان‌های ایده‌آل جهت کشت مواد اولیه دیزل زیستی مشخص‌گردد. نتیجه کار در شکل ۱۰ نمایش داده شده‌است. همانطور که از نقشه مشخص هست، مکان‌های مناسب در غرب و بخش‌هایی از مرکز است. بیشتر مناطق استان تهران مناسب کشت نیستند. شهرستان‌های دماوند و فیروزکوه با این که دارای سطح شوری و بارش مناسب هستند دارای دما و بافت خاک مناسب نیستند. شهرستان ورامین نیز به دلیل شوری بیش از حد خاک و مقدار بارش باران نامناسب جزو مکان‌های مطلوب نیست. با توجه به مطالب ارائه شده در بخش تحلیل اقتصادی و با توجه به منابع دانه‌های روغنی بومی استان و پارامتر اقتصادی C_{ave}، استان تهران با تولید سالانه بیش از ۲ میلیون تن ضایعات کشاورزی و با برآورد حدود ۱۰ درصد از این استان به عنوان مناطق مطلوب تولید بیودیزل، دارای ظرفیت تولید ۶۰۰۰ لیتر بیودیزل در روز است.



شکل ۱۰ مناطق مطلوب برای تولید مواد اولیه دیزل زیستی

۵- نتیجه گیری

این پژوهش به بررسی پتانسیل‌سنجی تولید دانه روغنی در استان تهران برای استفاده در دیزل زیستی پرداخته‌است. در این پژوهش چهار فاکتور بارش باران سالیانه، دمای سالیانه، میزان شوری خاک و بافت خاک مورد بررسی قرارگرفت. بزرگ‌ترین فاکتور محدودکننده در استان تهران طبق نتایج و نقشه‌ها بافت خاک است به گونه‌ای که بالای ۵۰ درصد مناطق استان تهران دارای بافت خاک سخت است که نامناسب کشت دانه‌های روغنی است. یکی دیگر از فاکتورهای محدودکننده شوری خاک استان تهران است. با اینکه حدود ۵۰ درصد سطوح استان دارای سطح شوری مناسب هستند اما بخش‌هایی که دارای شوری بالا هستند با مناطقی که خاک مناسب دارند دارای هم‌پوشانی هستند که این امر منجر به کاهش یافتن قابل توجه

زمین‌های مناسب برای کشت دانه‌های روغنی در استان تهران می‌گردد. دو فاکتور دما و متوسط بارش سالیانه نیز در استان تهران به صورت کلی وضعیت مطلوبی نداشتند با این‌حال این دو فاکتور حداقل نیازمندی‌ها را در اکثر مناطق استان تهران رفع می‌کردند و به همین دلیل در انتخاب مناطق مطلوب کشت دانه‌های روغنی محدودیت ایجاد نکردند. حدود ۶۵ تا ۷۵ درصد مناطق استان دارای دما و بارش مناسب هستند.

منابع دانه های روغنی مورد استفاده برای تولید بیودیزل در استان تهران از منظر اقتصادی نیز مورد بررسی قرار گرفت. برای یافتن مکان های بهینه تولید بیودیزل از این منابع سعی بر این شده است که از ماکزیمم میزان دانه های روغنی به گونه ای استفاده شود که مقدار هزینه متوسط تولید بیودیزل از ۹۲۰۰۰ ریال کمتر باشد. به همین دلیل قیمت متوسط تولید بیودیزل در هر یک از مکان های مناسب حاصل شده از نرم افزار GIS متفاوت است. برای همین با اضافه نمودن این شاخص اقتصادی به شاخص های آب و هوایی و اقلیمی مستخرج شده از بخش مکانیابی، میزان ظرفیت تولیدی بیودیزل از محصولات روغنی بومی استان تهران در حدود ۶۰۰۰ لیتر به صورت روزانه برآورد می شود.

نتیجه این پژوهش در شکل ۱۰ آورده شده‌است و همانطور که از نقشه معلوم هست بیشتر مناطق استان تهران مناسب کشت دانه‌های روغنی نیستند. طبق نقشه به‌دست آمده فقط حدود ۱۰ درصد از سطح تهران مناسب کشت دانه‌های روغنی است مناسب‌ترین مناطق استان تهران شامل شهرستان ملارد در غرب و شهرستان پاکدشت و رباط کریم در مرکز به‌صورت محدودتر است. مناطق بسیار کوچکی از شهرستان‌های ری، شهریار و تهران نیز مناسب کشت دانه‌های روغنی هستند. طبق نقشه به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که استان تهران مناسب تولید دیزل زیستی با ماده اولیه دانه روغنی به صورت گسترده نیست. بیشتر مناطق این استان نامناسب کشت دانه روغنی است؛ و برخی از شرایط در مناطق مطلوب نیز در حالت حداقلی است. همچنین این واقعیت که استان تهران استانی شهرنشین است و اکثر زمین‌های کشاورزی آن هم اکنون زیر کشت هستند باید در نظر گرفته شود. با این‌حال استان تهران توانایی تولید دیزل زیستی به صورت محدود و در غالب واحدهای تولیدی کوچک را دارا هست. این واحدهای تولید دیزل زیستی بهتر است در سمت غرب تهران و در شهرستان ملارد ساخته شوند تا به زمین‌های مناسب کشت دانه‌های روغنی نزدیک باشند. همچنین پیشنهاد می‌گردد که گیاهان کشاورزی که قابلیت رشد در خاک سخت یا شور را دارند جهت کاشت در زمین‌های نامناسب مورد بررسی قرار گیرند.

۶-مراجع

[1] C. Chen et al., Sustainability and challenges in biodiesel production from waste cooking oil: An advanced bibliometric analysis, *Energy Reports*, Vol. 7, pp. 4022-4034, 2021.

[2] Y. Cao, A. Doustgani, A. Salehi, M. Nemati, A. Ghasemi, and O. Koohshekan, The economic evaluation of establishing a plant for producing biodiesel from edible oil wastes in oil-rich countries: Case study Iran, *Energy*, Vol. 213, p. 118760, 2020.

[3] R. M. Campbell, N. M. Anderson, D. E. Daugaard, and H. T. Naughton, Financial viability of biofuel and biochar production from forest biomass in the face of market price volatility and uncertainty, *Applied energy*, Vol. 230, pp. 330-343, 2018.

[4] Y. Noorollahi, H. Janalizadeh, H. Yousefi, and M. H. Jahangir, Biofuel for energy self-sufficiency in agricultural sector of Iran, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Vol. 44, p. 101069, 2021.

[5] M. B. Hagberg, K. Pettersson, and E. O. Ahlgren, Bioenergy futures in Sweden–Modeling integration scenarios for biofuel production, *Energy* ,Vol. 109, pp. 1026-1039, 2016.

[6] M. H. Vasconcelos et al., Techno-economic assessment of bioenergy and biofuel production in integrated sugarcane biorefinery: Identification of technological bottlenecks and economic feasibility of dilute acid pretreatment, *Energy*, Vol. 199, p. 117422, 2020.

[7] J. A. Ramirez and T. J. Rainey, Comparative techno-economic analysis of biofuel production through gasification, thermal liquefaction and pyrolysis of sugarcane bagasse, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 229, pp. 513-527, 2019.

[8] Y. Li et al., Economic viability and environmental impact investigation for the biofuel supply chain using co-fermentation technology, *Applied Energy*, Vol. 259, p. 114235, 2020.

[9] M. P. Sharma, Selection of potential oils for biodiesel production, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 56, pp. 1129-1138, 2016.

[10] P. Karimi, B. Najafi, S. F. Ardabili, T. Mesri-Gundoshmian, L. Ariyanfar, and F. Haghighatshoar, Ethyl ester production from Iranian bitter almond (BAO) oil to improve the performance and emissions of OM457 diesel engine, *Renewable Energy Focus*, Vol. 33, pp. 16-22, 2020.

[11] A. Syafiuddin, C. J. Hao, A. Yuniarto, and T. Hadibarata, The current scenario and challenges of biodiesel production in Asian countries: A review, *Bioresource Technology Reports*, p. 100608, 2020.

[12] R. Kesharwani, Z. Sun, C. Dagli, and H. Xiong, Moving second generation biofuel manufacturing forward: Investigating economic viability and environmental sustainability considering two strategies for supply chain restructuring, *Applied energy*, Vol. 242, pp. 1467-1496, 2019.

[13] B. Abdullah et al., Fourth generation biofuel: A review on risks and mitigation strategies, *Renewable and sustainable energy reviews*, Vol. 107, pp. 37-50, 2019.

[14] R. Zahedi, A. Ahmadi, and R. Dashti, Energy, exergy, exergoeconomic and exergoenvironmental analysis and optimization of quadruple combined solar, biogas, SRC and ORC cycles with methane system, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 150, p. 111420, 2021.

[15] S. Venditti, P. Herr, and J. Hansen, "Assessment of the production of biodiesel from urban wastewater-derived lipids," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 162, p. 105044, 2020.

[16] F. Ishola et al.,"Biodiesel production from palm olein: A sustainable bioresource for Nigeria, *Heliyon*, Vol. 6, No. 4, p. e03725, 2020.

[17] S. B. Glisic, J. M. Pajnik, and A. M. Orlović, Process and techno-economic analysis of green diesel production from waste vegetable oil and the comparison with ester type biodiesel production, *Applied Energy*, Vol. 170, pp. 176-185, 2016.

[18] A. Taghizadeh-Alisaraei, S. H. Hosseini, B. Ghobadian, and A. Motevali, Biofuel production from citrus wastes: A feasibility study in Iran, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 69, pp. 1100-1112, 2017.

[19] R. Selaimia, A. Beghiel, and R. Oumeddour, The synthesis of biodiesel from vegetable oil, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 195, pp. 1633-1638, 2015.

[20] V. Rahimi and M. Shafiei, Techno-economic assessment of a biorefinery based on low-impact energy crops: A step towards commercial production of biodiesel, biogas, and heat, *Energy conversion and management*, Vol. 183, pp. 698-707, 2019.

[21] M. Meira, C. Quintella, E. Ribeiro, H. Silva, and A. Guimarães, Overview of the challenges in the production of biodiesel, *Biomass Conversion and Biorefinery*, Vol. 5, No. 3, pp. 321-329, 2015.
[22] M. Alam, A. S. Juraimi, M. Rafii, and A. Abdul Hamid, Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (Portulaca oleracea L.) accessions, *BioMed research international*, Vol. 2015, 2015.
[23] R. Zahedi, A. Ahmadi, and M. Sadeh, Investigation of the load management and environmental impact of the hybrid cogeneration of the wind power plant and fuel cell, *Energy Reports*, Vol. 7, pp. 2930-2939, 2021.
[24] E. Stavridou, A. Hastings, R. J. Webster, and P. R. Robson, The impact of soil salinity on the yield, composition and physiology of the bioenergy grass Miscanthus× giganteus, *Gcb Bioenergy*, Vol. 9, No. 1, pp. 92-104, 2017.
[25] R. Zahedi and A. B. Rad, Numerical and experimental simulation of gas-liquid two-phase flow in 90-degree elbow, *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 61, No. 3, pp. 2536-2550, 2022.
[26] J. L. Hatfield and J. H. Prueger, Temperature extremes: Effect on plant growth and development, *Weather and climate extremes*, Vol. 10, pp. 4-10, 2015.
[27] L. Liu et al., Response of biomass accumulation in wheat to low-temperature stress at jointing and booting stages, *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 157, pp. 46-57, 2019.
[28] H. Yan et al., Impact of precipitation patterns on biomass and species richness of annuals in a dry steppe, *PLoS One*, Vol. 10, No. 4, p. e0125300, 2015.
[29] Z. Hossain, E. N. Johnson, L. Wang, R. E. Blackshaw, H. Cutforth, and Y. Gan, Plant establishment, yield and yield components of Brassicaceae oilseeds as potential biofuel feedstock, *Industrial Crops and Products*, Vol. 141, p. 111800, 2019.
[30] A. Rodrigues, S. P. Vanbeveren, M. Costa, and R. Ceulemans, Relationship between soil chemical composition and potential fuel quality of biomass from poplar short rotation coppices in Portugal and Belgium, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 105, pp. 66-72, 2017.