



فصلنامه علوم محیطی، دوره بیست و یکم، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۲

۲۴۹-۲۶۶

مقاله پژوهشی

ارزیابی اکولوژیک کشت گیاهان دارویی در مراتع مختلف استان لرستان

سجاد رحیمی مقدم*

گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۹

رحیمی مقدم، س. ۱۴۰۲. ارزیابی اکولوژیک کشت گیاهان دارویی در مراتع مختلف استان لرستان. فصلنامه علوم محیطی. ۲۱(۳): ۲۴۹-۲۶۶.

سابقه و هدف: تغییرات آب و هوایی و برداشت بی‌رویه و همچنین چرای خارج از توان اکولوژیک مراتع مختلف کشور باعث از بین رفتن و همچنین کاهش پوشش‌های گیاهی در مراتع مختلف کشور شده است. این موضوع بویژه برای گیاهان خاص از جمله گیاهان دارویی در دهه اخیر شدیدتر بوده است. با تشخیص جوامع گیاهی و تجزیه و تحلیل سرشت اکولوژیکی هر یک از گونه‌ها می‌توان برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیک برای زمان حاضر و آینده برنامه‌ریزی نمود. با توجه به موارد مطرح شده در بالا، مطالعه حاضر با استفاده از رهیافت تحلیل سلسه مراتبی و نرم‌افزار ArcGIS به منظور ارزیابی اکولوژیک کشت گیاهان دارویی در مراتع مختلف استان لرستان برای احیای مراتع و حفاظت از این گیاهان دارویی انجام شد.

مواد و روش‌ها: منطقه مورد مطالعه مراتع درجه یک استان لرستان در غرب کشور بود. در انجام این پژوهش داده‌های مورد نیاز شامل داده‌های خاکی، داده‌های بلندمدت اقلیمی (۲۰۲۰ - ۱۹۷۰) و توپوگرافی بودند. داده‌های اقلیمی و توپوگرافی از بانک داده WorldClim تهیه شدند. داده‌های خاکی نیز از مرکز خاک بین‌المللی اطلاعات مرجع (ISRIC) بدست آمدند. گیاهان دارویی مورد بررسی در این تحقیق شامل آنغوزه، باریجه، شیرین بیان، کرفس کوهی و گل‌گاوزبان ایرانی بودند. از قضاوت ۱۵ کارشناس خبره جهت مقایسات زوجی و وزن‌دهی به پارامترهای اکولوژیک برای هر گیاه دارویی به روش دلفی استفاده شد و وزن هر کدام از گزینه‌ها و معیارها در نرم‌افزار Expert Choice 11 تعیین شد. بعد از آن جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه دارویی با خصوصیات اراضی، از روش طبقه‌بندی شکست‌های طبیعی جنکس (Natural breaks - Jenks) در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که نقش عامل اقلیمی میانگین دمای سالانه با ضریب وزنی ۰/۳۰۹ در کشت گیاهان دارویی بیشتر از سایر عوامل بوده و بعد از آن ارتفاع و بارندگی تجمعی سالانه با ضریب وزنی ۰/۲۱۲ است. همچنین در بین عوامل مورد بررسی کمترین وزن متعلق به درصد کربن آلی خاک (۰/۰۵۷) بود. از نظر میانگین دمای سالانه، بیش از ۵۳ درصد از مراتع استان لرستان دمایی بین ۱۰ تا ۱۵

* Corresponding Author: *Email Address.* rahimi.s@lu.ac.ir

<http://dx.doi.org/10.48308/envs.2023.1329>

<http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1402.21.3.12.2>



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کند. مراتع استان لرستان به‌طور میانگین ۳۵۰ میلی‌متر بارش را دریافت می‌کنند. بیش از ۶۰ درصد از مراتع استان لرستان در ارتفاع بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارند. از نظر شیب بیش از ۵۴ درصد از مراتع دارای شیبی بین ۲۵ تا ۶۰ درصد هستند. خاک مراتع لرستان دارای بافتی سنگین بود به‌طوری که بیش از ۷۵ درصد از مراتع استان لرستان دارای بافت خاک رسی لوم بودند. بیش از ۵۹ درصد مراتع استان لرستان دارای کربن آلی خاکی ۲ تا ۵ درصد بودند. همچنین بیش از ۷۴ درصد از این اراضی دارای اسیدیته بین ۷/۷ تا ۷/۹ بودند. همچنین مراتع استان لرستان از نظر پتانسیل و داشتن شرایط اکولوژیکی مناسب جهت رویش گیاهان دارویی آنغوزه، باریجه، گل‌گاوزبان ایرانی، کرفس کوهی و شیرین‌بیان به سه کلاس؛ متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم شدند. به ترتیب ۹۸، ۹۷ و ۹۴ درصد از مراتع استان لرستان برای کشت گیاهان دارویی آنغوزه، باریجه و کرفس کوهی مجموعاً در طبقه خیلی خوب و خوب قرار گرفتند. با این وجود این مقدار برای کشت گل‌گاوزبان و شیرین‌بیان به ترتیب برابر با ۲۶ و ۲۷ درصد بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی مراتع استان لرستان پتانسیل خوبی برای کشت گیاهان دارویی آنغوزه، باریجه و کرفس کوهی داشتند و برای کشت گیاهان دارویی گل‌گاوزبان ایرانی و شیرین‌بیان دارای پتانسیل متوسطی می‌باشند. با این وجود با توجه به موقعیت جغرافیایی مراتع، تناسب کشت گیاهان دارویی متفاوت بود که توصیه برای کشت هر گیاه دارویی باید بر اساس هر ناحیه جغرافیایی مورد بررسی باشد.

واژه‌های کلیدی: آنغوزه، اقلیم، باریجه، تحلیل سلسله مراتبی، کرفس کوهی.

مقدمه

اخیر شدیدتر بوده است (Sefidkon, 2021). گیاهان دارویی در طبیعت، ضمن ایفای نقش خود در اکوسیستم-های طبیعی، الگویی را از داشته‌های سرزمینمان به ما نشان می‌دهند. یکی از اقدامات سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، تلاش برای احیای گیاهان دارویی در رویشگاه‌های طبیعی بویژه در عرصه‌های مرتعی است. در این نوع عملیات، که هر ساله بودجه فراوانی را هم می‌طلبد، سازمان تلاش می‌کند بخشی از رویشگاه‌های مرتعی را که بر اثر برداشت بی‌رویه رو به نابودی می‌روند، دوباره احیا کند (Sefidkon, 2021).

برای مقابله با پدیده تغییرات آب و هوایی راهکارهای مختلفی ارائه شده است که یکی از آن‌ها، تغییر الگوی کشت است. یکی از روش‌های تغییر الگوی کشت، جایگزین کردن محصولات پرمصرف با محصولات کم توقع با نیاز به آب و مواد غذایی کم، محصولات حساس با محصولات مقاوم و همچنین گونه‌های جدید سازگار با گرما است (Rahimi-Moghaddam et al., 2018). همچنین، باید توجه داشت که حضور گونه‌ها و پراکنش جوامع گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی، تصادفی نبوده، بلکه عوامل اکولوژیکی اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و زیستی در گسترش آن‌ها نقش اساسی دارند. خصوصیات

تغییر آب و هوا و رخداد پدیده‌های حدی، بویژه افزایش درجه حرارت، تغییر در مقدار بارش و همچنین تغییر در فراوانی و شدت رخدادهای اقلیمی همانند خشکسالی تاثیر قابل توجهی بر جنگل‌ها و مراتع جهان می‌گذارد (Sohngen and Sedjo, 1998). تغییرات آب و هوایی با طیف وسیعی از شرایط اقلیمی همانند افزایش درجه حرارت، افزایش میزان تبخیر و تعرق، تعداد ساعات آفتابی بیشتر، افزایش بخار آب و کاهش بارش در ارتباط است، از اینرو می‌تواند تاثیرات متفاوتی بر رشد و عملکرد جنگل‌ها و مراتع در شرایط متفاوت آب و هوایی و محیط زیستی بگذارند. در زمینه تاثیرپذیری جنگل‌ها و مراتع از تغییرپذیری متغیرهای اقلیمی و پدیده‌های حدی اقلیمی مانند خشکسالی در بسیاری از مطالعات بر نقش مهم تنش‌های حرارتی و آبی بر کاهش رشد و عملکرد درختان و گیاهان مرتعی تاکید شده است (Dellar et al., 2018; Gebeyehu and Hirpo, 2019; Churchill et al., 2022). علاوه بر تاثیر تغییرات آب و هوایی بر رویشگاه‌های طبیعی، برداشت بی‌رویه و همچنین چرای خارج از توان مراتع باعث از بین رفتن و همچنین کاهش پوشش‌های گیاهی در مراتع مختلف کشور شده است. این موضوع بویژه برای گیاهان خاص از جمله گیاهان دارویی در دهه

تغییر آب و هوا و رخداد خشکسالی‌های اخیر این تحقیق در راستای ارزیابی اکولوژیک کشت گیاهان دارویی در مراتع مختلف استان لرستان به‌منظور احیای مراتع و حفاظت از این گیاهان انجام شد.

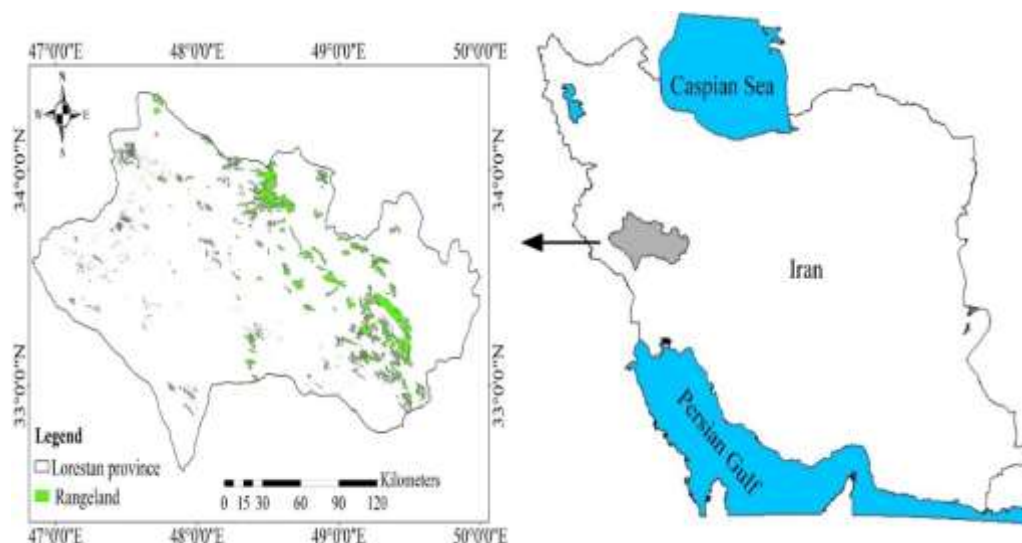
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان لرستان بین مدارهای ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان، از شمال به استان‌های مرکزی و همدان، از جنوب به استان خوزستان، از شرق به استان اصفهان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام محدود است (شکل ۱). اشترانکوه با ۴۹۴۰ متر ارتفاع بلندترین نقطه استان لرستان است. پست‌ترین نقطه آن در جنوبی‌ترین ناحیه استان واقع شده و حدود ۱۹۲ متر از سطح دریای آزاد ارتفاع دارد. بر اساس آمار بلند مدت ۳۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی موجود، متوسط بارندگی سالانه، حدود ۴۹۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد، به‌طوری که میانگین دمای کمینه سالانه آن ۴/۸ و بیشینه ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

فیزیکی و شیمیایی خاک در رابطه با پوشش گیاهی باعث گسترش جغرافیایی وسیع گونه‌های گیاهی می‌شوند (Leonard, 1998). با تشخیص جوامع گیاهی و تجزیه و تحلیل سرشت اکولوژیکی هر یک از گونه‌ها می‌توان برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیک برای زمان حاضر و آینده برنامه‌ریزی نمود. شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی برای مدیریت گونه‌های در معرض تهدید، ارزیابی موفقیت گونه‌های غیربومی در محیط جدید، چگونگی پاسخ گونه به تغییرات محیطی و در کل ثبات و پایداری آن‌ها ضرورت دارد (Zho *et al.*, 2005). همچنین مشخص کردن این روابط در ارتباط با استفاده از گونه‌های گیاهی در امر اصلاح و توسعه مراتع و در کل مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی یک ضرورت پایه به حساب می‌آید (Hesari *et al.*, 2014).

استان لرستان با وسعت ۲۸۲۹۴ کیلومتر مربع، ۱/۷ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. استان لرستان با دارا بودن ۱۰۲۱۸،۳۹۰ هکتار جنگل و ۸۸۵ هزار هکتار مرتع در میان استان‌های زاگرس‌نشین رتبه دوم و در سطح کشور رتبه سوم را دارد (IRNA, 2014). با توجه به جایگاه مراتع استان لرستان در سطح کشور و اهمیت و سطح بالای مراتع در این استان و همچنین وقوع پدیده

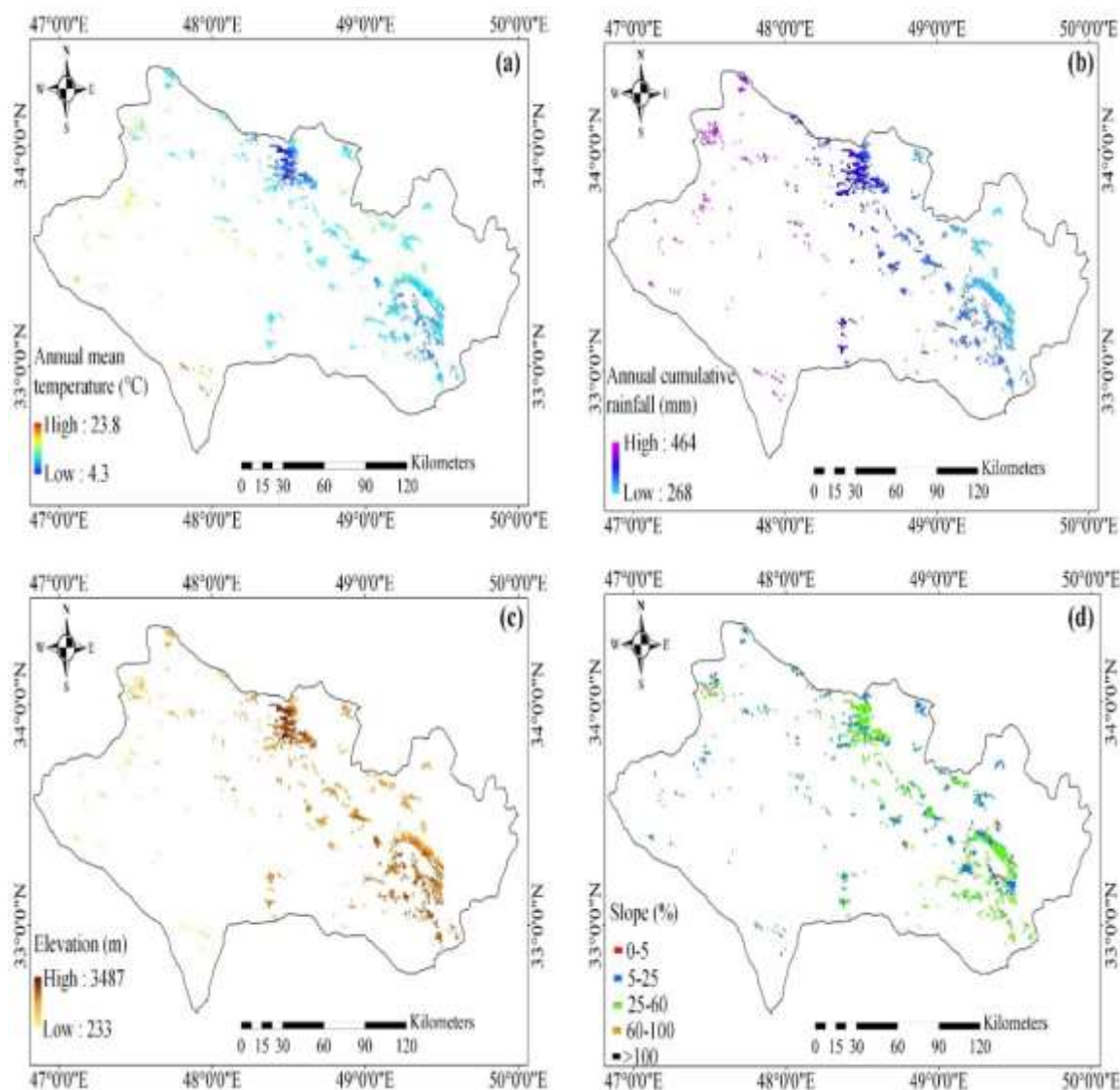


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی (استان لرستان) و مراتع درجه یک آن (منبع: اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان لرستان)
 Fig. 1- Geographic location of the study region (Lorestan Province) and its rangelands class 1 (Source: Natural Resources And Watershed Management of Lorestan Province)

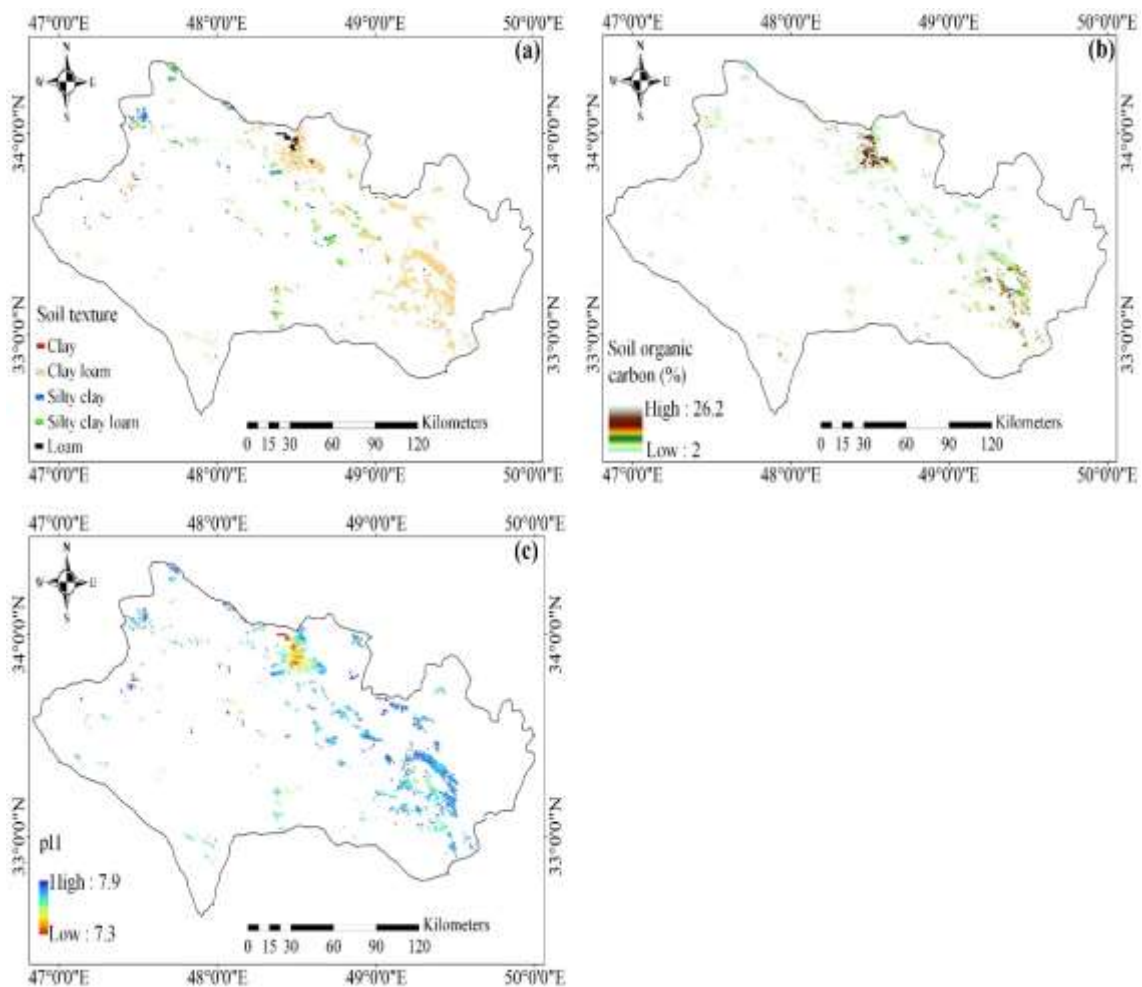
داده‌های مورد نیاز

در انجام این پژوهش داده‌های مورد نیاز شامل داده‌های خاک، داده‌های بلندمدت اقلیمی و توپوگرافی (۲۰۲۰ - ۱۹۷۰) بودند. داده‌های اقلیمی و توپوگرافی از بانک داده WorldClim تهیه شدند (www.worldclim.org; Fick and Hijmans, 2017). داده‌های خاکی نیز از مرکز خاک بین‌المللی اطلاعات مرجع (ISRIC) بدست آمدند (www.soilgrids.org; Hengl *et al.*, 2017). داده‌های اقلیمی و توپوگرافی شامل میانگین دما در طول سال (درجه سانتی‌گراد)،

بارندگی تجمعی در طول سال (میلی‌متر)، ارتفاع از سطح دریا (متر) و شیب (درصد) بودند (شکل ۲). داده‌های خاکی شامل بافت، کربن آلی خاک (درصد) و اسیدیته بودند (شکل ۳). این داده‌ها در مقیاس ۰/۹۳ کیلومتر در ۰/۹۳ کیلومتر تهیه شدند. بافت خاک با توجه به درصد رس، سیلت و شن با استفاده از رهیافت طبقه‌بندی سازمان کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA) و سیستم برای تجزیه و تحلیل خودکار زمین‌شناسی (SAGA) (Conrad *et al.*, 2015) تعیین شد.



شکل ۲- میانگین دما در طول سال (a)، بارندگی تجمعی در طول سال (b)، ارتفاع از سطح دریا (c) و شیب (d) در مراتع درجه ۱ استان لرستان
 Fig. 2- Annual mean temperature (a), annual cumulative rainfall (b), elevation (c), and slope (d) in rangelands class 1of Lorestan Province



شکل ۳- بافت خاک (a)، کربن آلی خاک (b) و اسیدیته خاک (c) در مراتع درجه ۱ استان لرستان
 Fig. 3- Soil texture (a), soil organic carbon (b), and soil pH (c) in rangelands class 1 of Lorestan Province

گیاهان دارویی مورد بررسی

گیاهان دارویی مورد بررسی در این تحقیق شامل آنغوزه، باریجه، شیرین بیان، کرفس کوهی و گل‌گاوزبان ایرانی بودند. معیار انتخاب این گیاهان شامل میزان تفاوت در پارامترهای اکولوژیکی موثر در رشد و ارزش اقتصادی و قابلیت کشت بود. آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) با نام انگلیسی *Asafoetida* از جنس کما (*Ferula*) علفی و چند ساله و ارتفاع ۱/۵ متر است (Melati et al., 2010). باریجه (*Ferula gummosa*) با نام انگلیسی *Galbanum* نیز از جنس کما چندساله و علفی با ارتفاع یک متر می‌باشد (Melati et al., 2010). شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) با نام انگلیسی Liquorice از جنس *Glycyrrhiza* علفی چندساله

ارتفاع تا یک متر می‌رسد (Khanahmadi et al., 2013). کرفس کوهی گیاهی معطر و دارویی با نام انگلیسی *Keluss* از جنس چتریان (*Apiaceae*) علفی و چندساله با ارتفاع تا ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد (Ahmadi et al., 2019). گل‌گاوزبان ایرانی دیگر گیاه دارویی با نام انگلیسی *Borago Oxtongue flower* از جنس *Boraginaceae* می‌باشد که گیاهی دو یا چند-ساله با ارتفاع ۲۰ تا ۸۰ سانتی‌متر هست (Taghipour et al., 2015). نیازهای بوم‌شناختی گیاهان دارویی با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی شدند. طبقات کاربری اراضی جهت رویش گیاهان دارویی و میزان مطلوب آن‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شوند.

جدول ۱- طبقات کاربری اراضی جهت رویش گیاهان دارویی و میزان مطلوب آن‌ها
Table 1. Land use classes for growing medicinal plants and their optimal value

گیاه دارویی Medical plant	مطلوبت Desirability	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی- گراد) Annual mean temperature (°C)	بارندگی تجمعی سالانه (میلی‌متر) Annual cumulative rainfall (mm)	ارتفاع (متر) Elevation (m)	شیب (درصد) Slope (%)	بافت خاک Soil texture	کربن آلی خاک (درصد) Soil organic carbon (%)	اسیدیته pH	منبع Reference
آنگوزه Asafoetida	خیلی خوب Very good	11-30	>322	2000-3100	25-60	شنی Sand	>2	7.9-8.3	Ghasemaiyan <i>et al.</i> , 2017; Azizi <i>et al.</i> , 2021; Momeni Damaneh <i>et al.</i> , 2021; Saadatfar <i>et al.</i> , 2019; Abdollahi <i>et al.</i> , 2014
	خوب Good	7-11	200-322	1500-2000	5-25	لومی Loam	1-2	7.7-7.9	
	متوسط Medium	0-7	140-200	1000-1500	60-100	سیلتی Silt	0-1	7.5-7.7	
	ضعیف Poor	<0	0-140	>3100 and <1000	>100 and <5	رسی Clay	0	>8.5 and <7.5	
باریجه Galbanum	خیلی خوب Very good	5-10	>350	2000-2500	25-60	شنی Sand	>2	7.5-7.8	Hamzeh Saravi <i>et al.</i> , 2014; Dini <i>et al.</i> , 2002; Adnani <i>et al.</i> , 2005; Karamzade <i>et al.</i> , 2015; Moradi <i>et al.</i> , 2015
	خوب Good	10-15	250-350	1500-2000 and 2500- 3000	60-100	لومی Loam	1-2	7.2-7.5	
	متوسط Medium	15-20	150-250	1000-1500	5-25	سیلتی Silt	0-1	7-7.2	
	ضعیف Poor	>20 and <5	0-150	>3000 and <1000	>100 and <5	رسی Clay	0	>7.8 and <7	
شیرین بیان Liquorice	خیلی خوب Very good	17-22	>400	1000-1500	25-60	شنی Sand	>2	7-7.5	Khanahmadi <i>et al.</i> , 2013; Mehrabai <i>et al.</i> , 2014; Mirdeilami <i>et al.</i> , 2012a; Ghorbani <i>et al.</i> , 2012
	خوب Good	12-17 and 22-25	300-400	1500-2000	5-25	لومی Loam	1-2	7.5-8	
	متوسط Medium	7-12	200-300	500-1000 and 2000- 2500	60-100	سیلتی Silt	0-1	6.8-7	
	ضعیف Poor	>25 and <7	<200	>500 and <2000	>100 and <5	رسی Clay	0	>8 and <7	
کرفس کوهی Keluss	خیلی خوب Very good	5-10	>400	2500-3000	25-60	رسی Clay	>2	7.5-7.7	Jaberalansar and Bahreininejad, 2015; Ghasemi, 2015; Ahmadi <i>et al.</i> , 2019; Abolmaali <i>et al.</i> , 2017; Jahantab <i>et al.</i> , 2015
	خوب Good	10-15	300-400	2000-2500	5-25	سیلتی Silt	1-2	7.3-7.5	
	متوسط Medium	15-20	200-300	1500-2000 and 3000- 3500	60-100	لومی Loam	0-1	7-7.3	
	ضعیف Poor	>20 and <5	<200	>1500 and <3500	>100 and <5	شنی Sand	0	>7.7 and <7	
گل گاوزبان ایرانی Borago Oxtongue flower	خیلی خوب Very good	20-25	>600	1000-1500	5-25	لومی Loam	>2	7.3-7.5	Mirdeilami <i>et al.</i> , 2012a; Mirdeilami <i>et al.</i> , 2012b; Taghipour <i>et al.</i> , 2015; Pourhadiyan, 2017
	خوب Good	15-20 and 25-30	300-600	500-1000 and 1500- 2000	0-5 and 25-60	سیلتی Silt	1-2	7-7.3	
	متوسط Medium	10-15 and 30-35	200-300	2000-2500	60-100	رسی Clay	0-1	6.6-7	
	ضعیف Poor	>35	0-200	>2500 and <500	>100	شنی Sand	0	>7.5 and <6.6	

(ArcGIS, 2012) استفاده شد. روش شکست‌های طبیعی یک سیستم طبقه‌بندی داده برای بهینه‌سازی آرایش مجموعه‌های داده در کلاس‌های طبیعی (Natural) است. یک کلاس طبیعی بهینه‌ترین دامنه کلاس است که به صورت طبیعی در یک مجموعه داده، می‌توان یافت. دامنه هر کلاس، ترکیبی از آیتم‌های شبیه به هم است که یک گروه طبیعی درون مجموعه داده را تشکیل می‌دهند. این روش از طریق کمینه کردن انحراف متوسط از میانگین کلاس‌ها با بیشینه کردن انحراف از میانگین دیگر گروه‌ها صورت می‌گیرد. این شیوه واریانس درون کلاس‌ها را کاهش داده و واریانس بین کلاس‌ها را افزایش می‌دهد (Jenks, 1967).

نتایج و بحث

ویژگی‌های اکولوژیک منطقه مورد مطالعه

از نظر میانگین دمای سالانه بیش از ۵۳ درصد از مراتع استان لرستان دمایی بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کند. همچنین کمتر از چهار درصد مراتع میانگین دمای سالانه بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد دارند که در مناطق جنوب استان قرار گرفته‌اند. دمای بین چهار تا ده درجه سانتی‌گراد بیشتر در مناطق شمالی و جنوب شرقی مشاهده می‌شود که نزدیک به ۳۹ درصد از مراتع را شامل می‌شدند (شکل ۲). مراتع استان لرستان به‌طور میانگین ۳۵۰ میلی‌متر بارش تجربه می‌کنند که از ۲۶۸ تا ۳۰۰ میلی‌متر در مناطق جنوب شرقی و از ۴۰۰ تا ۴۶۴ میلی‌متر در مناطق شمال غرب تا جنوب غرب متغیر بود. بیش از ۶۰ درصد از مراتع استان لرستان در ارتفاع بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر قرار دارند. همچنین کمتر از چهار درصد از مراتع در ارتفاع ۱۰۰۰ - ۲۳۳ متری در مناطق جنوب لرستان و شش درصد در ارتفاع ۳۴۸۷ - ۳۰۰۰ در شمال استان قرار گرفته‌اند. از نظر شیب بیش از ۵۴ درصد از مراتع دارای شیبی بین ۲۵ تا ۶۰ درصد و کمتر از ۳/۴ درصد دارای شیبی کمتر از پنج و بیش از

تحلیل سلسله مراتبی (AHP): وزن‌دهی به شاخص‌های اکولوژیک

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ ابداع گردید. این فرآیند یک نمایش گرافیکی از مسائل پیچیده واقعی است که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند. در این الگو، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شامل چندین مرحله است: ایجاد درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء، گزینه‌ها و اندازه‌گیری شاخص سازگاری (Vaidya and Kumar, 2006). در این روش، کارشناسان و افراد خبره قضاوت‌های مقایسه‌های زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله مراتب ایجادشده تا رسیدن به اولویت‌هایی برای تمامی گزینه‌ها انجام دادند (Raghavan, 2007). بدین منظور از قضاوت ۱۵ کارشناس خبره جهت مقایسات زوجی و وزن‌دهی به پارامترهای اکولوژیک برای هر گیاه دارویی به روش دلفی استفاده شد و وزن هر کدام از گزینه‌ها و معیارها در نرم‌افزار Expert Choice 11 تعیین شد (Malczewski, 2006).

طبقه‌بندی لایه‌های رستری در ArcGIS

همانطور که پیش‌تر توضیح داده شد، نیازهای بوم‌شناختی گیاه زراعی با استفاده از منابع موجود تعیین و درجه‌بندی شد (جدول ۱). نیازهای محیطی هر گیاه، در چهار طبقه بسیار بسیار خوب، خوب، متوسط و ضعیف انجام شد (Ghafari et al., 2000). همچنین وزن هر نیاز محیطی همانطور که در قسمت قبل بیان شد توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تعیین شد. بعد از آن جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی گیاه دارویی با خصوصیات اراضی، از روش طبقه‌بندی شکست‌های طبیعی جنکس (Natural breaks - Jenks) در نرم‌افزار ArcGIS (ESRI)

کربن آلی خاک (۰/۰۵۷) بود. با این وجود میزان وزن هر عامل اکولوژیک بر رشد گیاهان دارویی مورد بررسی متفاوت بود. بعنوان مثال، در گیاه دارویی شیرین بیان بیشترین تاثیر مربوط به ارتفاع از سطح دریا با وزن ۰/۳۳۰ و کمترین مقدار آن مربوط به اسیدیته (۰/۰۴۷) بود (جدول ۲). همچنین در گیاه گل گاوزبان اهمیت بافت خاک نسبت به گیاهان دیگر بیشتر بود یا از نظر شیب گیاه کرفس کوهی نسبت به بقیه گیاهان تاثیر بیشتری می پذیرفت. به طور کلی در سراسر گیاهان دارویی این نتایج با توجه به نرخ سازگاری قابل قبول (۰/۰۵۲) حاصل از آزمون تحلیل سلسله مراتبی قابل قبول است (جدول ۲). در واقع کمتر بودن نرخ سازگاری از ۰/۱ نشان دهنده قابل قبول بودن نتایج حاصل از آزمون تحلیل سلسله مراتبی است (Vaidya and Kumar, 2006). در تحقیقی روی تعیین رویشگاه‌های بالقوه گیاه دارویی آنغوزه در منطقه چترود کرمان نشان داده شده که بیشترین وزن با ۰/۵ مجموعاً مربوط به بارندگی و دما بود و نرخ سازگاری آزمون تحلیل سلسله مراتبی نیز ۰/۰۶۱ گزارش شد (Saadatfar *et al.*, 2019). در تحقیق دیگری نشان داده شد که مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر پراکنش کرفس کوهی در شهرستان فریدون شهر، میانگین درجه حرارت سالیانه، بارندگی سالیانه، ارتفاع و شیب می باشند (Abolmaali *et al.*, 2017).

۱۰۰ درصد دارند (شکل ۲). بافت خاک‌های مراتع لرستان سنگین بود به طوری که بیش از ۷۵ درصد از مراتع استان لرستان دارای بافت سنگین رسی لوم بودند. این بافت خاک در سراسر پهنه مراتع لرستان به غیر از مناطق شمالی قابل مشاهده بود. از نظر کربن آلی خاک، مراتع استان لرستان دارای تغییراتی از ۲ تا ۲۲ درصد بودند که بیش از ۵۹ درصد دارای کربن آلی خاکی دو تا پنج درصد بودند. اسیدیته خاک‌های مراتع استان لرستان تغییراتی از ۷/۳ تا ۷/۹ داشتند که بیش از ۷۴ درصد از این اراضی دارای اسیدیته بین ۷/۷ تا ۷/۹ بودند، با این حال بخش کوچکی از مراتع شمالی استان لرستان دارای اسیدیته بین ۷/۳ و ۷/۵ بودند (شکل ۳).

نتایج حاصل از مقایسات زوجی

نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر بر رویش گیاهان دارویی مختلف از منطقه مورد مطالعه نشان داد که به طور کلی در سراسر گیاهان دارویی از بین عوامل مؤثر بر رویش گیاهان دارویی در منطقه مورد مطالعه، نقش عامل اقلیمی میانگین دمای سالانه با ضریب وزنی ۰/۳۰۹ بیشتر از سایر عوامل بوده و بعد از آن ارتفاع و بارندگی تجمعی سالانه با ضریب وزنی ۰/۲۱۲ قرار داشت. همچنین در بین عوامل مورد بررسی کمترین وزن متعلق به درصد

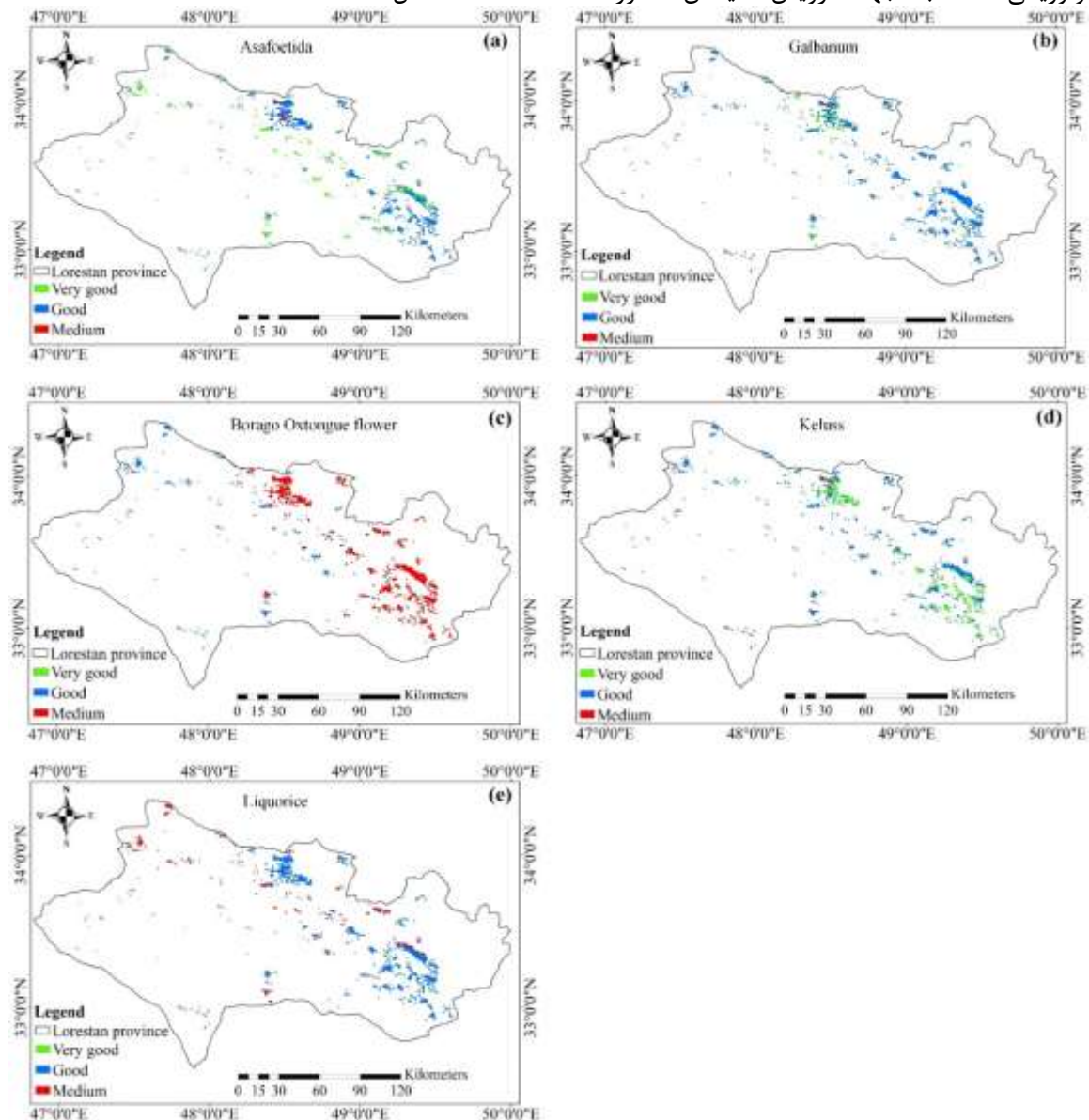
جدول ۲- وزن‌های محاسبه شده برای عوامل مؤثر بر تناسب اراضی در تحلیل سلسله مراتبی
Table 2. Calculated weights for factors affecting land suitability in the analytic hierarchy process

گیاه دارویی Medical plant	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد) Annual mean temperature (°C)	بارندگی تجمعی سالانه (میلی‌متر) Annual cumulative rainfall (mm)	ارتفاع (متر) Elevation (m)	شیب (درصد) Slope (%)	بافت خاک Soil texture	کربن آلی خاک (درصد) Soil organic carbon (%)	اسیدیته pH	نرخ ناسازگاری Inconsistency ratio
آنغوزه Asafoetida	0.404	0.200	0.156	0.099	0.039	0.046	0.056	0.02
باریجه Galbanum	0.295	0.180	0.194	0.104	0.066	0.064	0.097	0.06
گل گاوزبان ایرانی Borago Oxtongue flower	0.314	0.241	0.117	0.066	0.183	0.039	0.040	0.08
کرفس کوهی Keluss	0.279	0.165	0.262	0.111	0.043	0.068	0.072	0.07
شیرین بیان Liquorice	0.252	0.149	0.330	0.089	0.063	0.070	0.047	0.03

تناسب اراضی برای کشت گیاهان دارویی

باربجه، گل گاوزبان ایرانی، کرفس کوهی و شیرین بیان
به سه کلاس متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم
شدند (شکل ۴).

مراتع استان لرستان از نظر پتانسیل و داشتن شرایط
اکولوژیکی مناسب جهت رویش گیاهان آنغوزه،



شکل ۴- نقشه تناسب اراضی مراتع درجه ۱ استان لرستان جهت رویش گیاهان دارویی آنغوزه (a)، باربجه (b)، گل گاوزبان ایرانی (c)، کرفس کوهی (d) و شیرین بیان (e)

Fig. 4- Land suitability map for growing medicinal plants of rangelands class 1 in Lorestan Province; Asafoetida (a), Galbanum (b), Borago Oxtongue flower (c), Keluss (d), and Liquorice (e)

این مناطق در طبقه خیلی خوب و خوب شدند. این مناطق مکان بسیار مناسبی برای تأمین نیازمندی‌های محیطی گیاه آنغوزه هستند. این مناطق عمدتاً در بیشتر پهنه مورد مطالعه از مراتع استان لرستان (به غیر از مناطق شمالی) مشاهده شدند. همچنین حدود دو درصد از کل

حدوداً ۹۸ درصد از مساحت مراتع استان لرستان دارای تناسب بالایی (در طبقه خیلی خوب و خوب) جهت رویش گیاه آنغوزه بودند (شکل ۴). دمای مناسب، بارش مطلوب، ارتفاع مناسب (۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر) و شیب (۵ - ۶۰) در حد مطلوب از جمله عواملی هستند که باعث قرار گرفتن

در زمینه ارزیابی برای کشت گیاه گل‌گاوزبان شرایط مناسبی برای کشت این گیاه دارویی وجود نداشت به طوری که درصد طبقات خوب، خیلی خوب و متوسط به ترتیب برابر ۱، ۲۵ و ۷۴ درصد بود (شکل ۴). کمتر از هشت درصد از مراتع استان دمای مناسب (۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) برای کشت گیاه گل‌گاوزبان داشتند. همچنین از لحاظ میزان بارندگی شرایط بهینه‌ای برای کشت این گیاه وجود نداشت به طوری که کمتر از ۱۴ درصد از مناطق بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر داشتند. همچنین بهینه‌ترین بافت خاک برای کشت این گیاه بافت لومی بود (جدول ۱) این درحالی بود که کمتر از ۴ درصد مناطق دارای بافت لومی بودند (شکل ۳). با این وجود در مناطق شمال غربی تا جنوب غربی شرایط خوبی برای کشت این گیاه به دلیل دمای بالاتر و بارندگی بیشتر و همچنین ارتفاع کمتر وجود داشت (شکل ۴ و ۲). در یک بررسی نشان داده شد که ۱۴۸۳۶۸ هکتار از اراضی زراعی استان مازندران دارای استعداد مطلوب، ۲۶۸۲۲۵ هکتار دارای استعداد نسبتاً مناسب و ۲۹۲۰ هکتار دارای استعداد نامناسب برای کشت دیم گیاه دارویی گل‌گاوزبان بودند. طبقات ضعیف و نامناسب در شهرستان نور، نوشهر و سوادکوه به دلیل پایین بودن دمای متوسط و دمای کمینه ایجاد شدند (Pourhadiyan, 2017). در مطالعه‌ای بر روی تاثیر عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش تیپ‌های رویشی مراتع کچیک مراوه‌تپه گزارش شد که عوامل جهت جغرافیایی، مقدار شیب، اسیدیته، هدایت الکتریکی، بافت و آهک خاک به ترتیب با میزان همبستگی ۰/۹۸، ۰/۹۶، ۰/۹۳، ۰/۸۹، ۰/۸۲، و ۰/۸۱ از بیشترین تاثیر در پراکنش گروه‌های اکولوژیک منطقه برخوردار بودند (Mirdeilami et al., 2012b).

به‌غیر از مناطق غرب و جنوب استان لرستان شرایط برای کشت گیاه کرفس کوهی مناسب به نظر می‌رسد به طوری که در سراسر استان لرستان بیش از ۹۴ درصد از مراتع دارای شرایط خیلی خوب و خوب برای کشت گیاه کرفس

مراتع استان لرستان در قسمت شمال منطقه، بدلیل کمبود بارش، دمای کم و ارتفاع بالای ۳۰۰۰ جهت رویش گیاه آنگوزه دارای تناسب متوسطی بودند (شکل ۲ و ۴). در تحقیقی گزارش شد که منطقه چترود از نظر پتانسیل و داشتن شرایط اکولوژیکی مناسب جهت رویش گیاه آنگوزه به چهار کلاس ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم می‌شد. همچنین گزارش شد که در منطقه چترود مکان‌هایی که میزان بارندگی حداکثر بوده تراکم رویش گونه گیاهی آنگوزه در این مناطق بیشتر از سایر اراضی است. همچنین میزان ماده آلی نیز در توسعه رویشگاه گیاه آنگوزه نقش زیادی داشت (Saadatfar et al., 2019).

برای گیاه باریجه نتایج تناسب ارضی مشخص کرد ۹۷ درصد از مساحت مراتع استان لرستان دارای طبقه خیلی خوب و خوب برای رویش گیاه باریجه بود (شکل ۴). تقریباً ۹۱ درصد مراتع دارای دمای خوب و خیلی خوب (۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) برای کشت باریجه بودند. بیش از ۸۲ درصد از مراتع بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی دریافت می‌کنند که برای کشت باریجه مناسب است (شکل ۲). همچنین از نظر ماده آلی، ارتفاع و اسیدیته و شیب نیز شرایط بهینه برای کشت باریجه در مراتع استان لرستان وجود داشت. با این وجود بخش‌های کوچکی از مناطق شمالی و جنوبی (سه درصد) مراتع استان لرستان دارای شرایط متوسطی برای کشت باریجه بود که عمدتاً بخاطر دماهای کمتر از ۵ و بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بودند (شکل ۴). نتایج حاصل از یک مطالعه حاکی از این موضوع می‌باشد که گیاه باریجه در جهت شیب شمال شرقی و متوسط شیب ۶۱/۴ تا ۶۳/۴ خاک دارای شن ۵۲ تا ۵۸ درصد، سیلت ۲۸/۷ تا ۳۳/۵ درصد حضور بهتری دارد (Hamzeh Saravi et al., 2014). در تحقیقی دیگر مشاهده شده که برخی گونه‌های باریجه در حوزه سد لار در ارتفاع ۲۴۰۰ تا ۲۷۰۰ و شیب‌های ۴۵ درصد قابل مشاهده هستند (Dini et al., 2002).

کمتر از ۱۶ درصد مراتع استان در ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری قرار گرفته‌اند همچنین از نظر دمایی این گیاه نیاز ۱۲ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد که با توجه شکل ۲ اغلب مراتع این میانگین دمای سالانه را تجربه نمی‌کنند. از لحاظ بارندگی نیز کمتر از ۱۴ درصد از مناطق بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر داشتند که یک محدودیت برای طبقه خیلی خوب برای کشت این گیاه می‌باشد (شکل ۲). خاک‌های مراتع استان لرستان دارای بافتی نیمه سنگین تا سنگین هستند در حالی که گیاه شیرین-بیان به خاک‌های سبک و شنی نیازمند می‌باشد (شکل ۳ و جدول ۱). با این وجود شرایط بهینه برای کشت شیرین بیان بیشتر در نواحی شرقی و جنوب شرقی و همچنین غرب استان لرستان با ارتفاع مناسب وجود داشت. در مطالعه‌ای تحت عنوان مکان‌گزینی اراضی مستعد کشت گیاه دارویی شیرین‌بیان در شهرستان اراک بر اساس عوامل زمینی (خاک، ارتفاع و شیب) مشخص شد که شهرستان اراک برای کشت این گیاه دارویی دارای منطقه‌ای کاملاً مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب، نامناسب و کاملاً نامناسب از لحاظ عوامل زمینی است (Mehrabi et al., 2014).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی از نظر میانگین دما سالانه بیش از ۵۳ درصد از مراتع استان لرستان دمایی بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی-گراد را تجربه می‌کند. مراتع استان لرستان به طور میانگین ۳۵۰ میلی‌متر را دریافت می‌کنند بیش از ۶۰ درصد از مراتع استان لرستان در ارتفاع بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر قرار دارند. از نظر شیب بیش از ۵۴ درصد از مراتع دارای شیبی بین ۲۵ تا ۶۰ درصد دارند. خاک مراتع لرستان دارای بافتی سنگین بود به‌طوری که بیش از ۷۵ درصد از مراتع استان لرستان دارای بافت خاکی رسوبی بودند. بیش از ۵۹ درصد مراتع استان لرستان دارای کربن آلی خاکی ۲ تا ۵ درصد بودند. همچنین بیش از ۷۴ درصد

کوهی هستند (شکل ۴). مناطق شمالی تا جنوب شرقی استان لرستان عمدتاً دارای دمایی بین ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ارتفاعی بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر بودند که برای کشت گیاه کرفس کوهی مناسب هستند (شکل ۲ و جدول ۱). همچنین شیب این مناطق عمدتاً بین ۵ تا ۶۰ درصد بود که بهترین حالت را برای کشت کرفس کوهی فراهم می‌آورد. از لحاظ بافت خاک این مناطق دارای بافت خاک رسی لوم هستند که گیاه کرفس کوهی این نوع خاک را بیشتر می‌پسندد (شکل ۳ و جدول ۱). به‌هرحال برخلاف این مناطق، بویژه در مناطق جنوبی با توجه به ارتفاع کمتر و همچنین میزان میانگین دمای سالانه بیشتر به نظر می‌رسد محدودیت بیشتری برای توسعه کشت این گیاه در این بخش از مراتع استان لرستان وجود داشته باشد (شکل ۴ و ۲). طبق نتایج بدست آمده ارتباط بین درصد پوشش و تعداد پایه (تراکم) کرفس کوهی با شیب، جهت، ارتفاع، بارندگی سالیانه و تبخیر به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد نقش ارتفاع در مقایسه با سایر عوامل محیطی روی تعداد پایه و درصد پوشش کرفس کوهی برجسته‌تر بود (Jahantab et al., 2015). در گزارش دیگری روی ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه کرفس کوهی در فریدون شهر اصفهان نشان داده شد که مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر پراکنش گونه کرفس کوهی، میانگین درجه حرارت سالانه، بارندگی تجمعی سالانه، ارتفاع و شیب تعیین شد (Abolmaali et al., 2017).

به نظر می‌رسد برای کشت شیرین‌بیان مانند گل‌گاوزبان محدودیت در مراتع استان وجود دارد به‌طوری که به ترتیب ۲، ۲۵ و ۷۳ درصد مراتع استان لرستان دارای طبقات خوب، خیلی خوب و متوسط هستند (شکل ۴). با توجه به جدول ۲، ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین پارامتر تأثیرگذار بر توسعه کشت این گیاه می‌باشد و با توجه جدول ۱ بهینه‌ترین ارتفاع برای کشت این گیاه ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متری می‌باشد. این در حالی است که

کشت گیاهان دارویی آنغوزه، باریجه و کرفس کوهی مجموعاً در طبقه خیلی خوب و خوب قرار گرفتند. با این وجود این مقدار برای کشت گل‌گاوزبان و شیرین‌بیان به‌ترتیب برابر با ۲۶ و ۲۷ درصد بود. با این وجود با توجه به موقعیت جغرافیایی مراتع تناسب کشت گیاهان دارویی متفاوت بود که توصیه برای کشت هر گیاه دارویی باید بر اساس هر ناحیه جغرافیایی مورد بررسی باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان لرستان و دانشگاه لرستان بخاطر حمایت‌های مالی خود برای تحقیق حاضر کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Abdollahi, J., Naderi, H. and Khavaninzade, A.R., 2014. Impact of some topographical and soil characteristics on distribution of ecological vegetation groups (Case study: Rangelands of Khud- Niuk basin, Yazd). *Arid Biome Scientific and Research Journal*. 4(2), 1-16. (In Persian with English abstract).

Abolmaali, S.M.R., Torkesh Esfahani, M. and Boshri, H., 2017. Assessing impacts of climate change on endangered *Kelossia odoratissima* Mozaff species distribution using Generalized Additive Model. *Journal of Natural Environment*. 70 (2), 243-254. (In Persian with English abstract).

Adnani, S., Bashari, H. and Bagheri, H., 2005. Investigation of provenance properties and some chemical components of *Ferula gumosa* Boiss. in Qom Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 21(2), 195-211. (In Persian with English abstract).

Ahmadi, K., Omid, H., Amini Dehaghi, M. and Naghdi Badi, H., 2019. A Review on the botanical, phytochemical and pharmacological characteristics of *Kelussia odoratissima* Mozaff. *Journal of Medicinal Plants*. 18 (72), 30-45. (In

از این راضی دارای اسیدیته بین ۷/۷ تا ۷/۹ بودند. به‌طور کلی بر اساس تحلیل سلسله مراتبی در سراسر گیاهان دارویی نشان داد که نقش عامل اقلیمی میانگین دمای سالانه با ضریب وزنی ۰/۳۰۹ بیشتر از سایر عوامل بوده و بعد از آن ارتفاع و بارندگی تجمعی سالانه با ضریب وزنی ۰/۲۱۲ است. همچنین در بین عوامل مورد بررسی کمترین وزن متعلق به درصد کربن آلی خاک (۰/۰۵۷) بود. مراتع استان لرستان از نظر پتانسیل و داشتن شرایط اکولوژیکی مناسب جهت رویش گیاهان دارویی آنغوزه، باریجه، گل‌گاوزبان ایرانی، کرفس کوهی و شیرین‌بیان به سه کلاس متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم شدند. به‌ترتیب ۹۸، ۹۷ و ۹۴ درصد از مراتع استان لرستان برای

منابع

Persian with English abstract).

Azizi, N., Hosseini Bamrood, G. and Bahreyni Nejad, B., 2021. Autecological study of *Ferula foetida* species in some of the natural habitats of Khorasan- Razavi Province. *Iranian Medicinal Plants Technology*. 4 (1), 1-13. (In Persian with English abstract).

Churchill, A., Zhang, H., Fuller, K., Amiji, B., Anderson, I., Barton, C., Carrillo, Y., Catunda, K., Chandregowda, M., Igwenagu, C. and Jacob, V., 2022. Pastures and climate extremes: Impacts of cool season warming and drought on the productivity of key pasture species in a field experiment. *Frontiers in Plant Science*. 13, 836968.

Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V. and Böhner, J., 2015. System for automated geoscientific analyses (SAGA). *Geoscientific Model Development*. 8, 1991-2007.

Dellar, M., Topp, C.F.E., Banos, G. and Wall, E., 2018. A meta-analysis on the effects of climate change on the yield and quality of European pastures. *Agriculture, Ecosystems and*

- Environment. 265, 413-420.
- Dini, M., Babakhlou, P., Aliha, M.M. and Gholipour, M., 2002. Distribution of galbanum sources in Tehran Province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 13 (1), 25-40. (In Persian with English abstract).
- ESRI ArcGIS, 2012. 10.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Fick, S.E. and Hijmans, R.J., 2017. World Clim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. 37 (12), 4302-4315.
- Gebeyehu, M.N. and Hirpo, F.H., 2019. Review on Effect of Climate Change on Forest Ecosystem. International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources. 17(4), 126-129.
- Ghafari, A., Cook, H.F. and Lee, H.C., 2000. Integrating climate, soil and crop information: a land suitability study using GIS. 4th International Conference on Integration GIS and Environmental Modeling (GIS/ EM4). Banff, Alberta, Canada, September 8-2.
- Ghasemi, N.M., 2015. Study of factors affecting the distribution of *Kelussia odoratissima* Mozaff. in Iran. In Proceedings 9th Congress of Horticultural Science, 25th-28th January, Ardebil, Iran. pp.1-5.
- Ghasemaiyan, A., Rouhani, H. and Hajmirahimi, S., 2017. Entrepreneurship Package for Asafoetida Production Under Rainfed Conditions. Asraelm Publishing.
- Ghorbani, A., Ahmad Abadi, S. and Elyasi Brojeni, H., 2013. Ecological characteristics of medicinal plants in rangeland ecosystems of ZilbarChay watershed located in East Azerbaijan. Journal of Plant Ecosystem Conservation. 1 (1), 65-85. (In Persian with English abstract).
- Hamzeh Saravi, S., Sefidi, K. and Keyvan Behjoo, F., 2014. Assessing some environmental and physiographical factors of Galbanum habitat in Kelarud, Karaj. In Proceedings 3rd Congress of Organic and Conventional Agriculture, 17th August, Ardebil, Iran. pp.1-8.
- Hengl, T., Mendes, de Jesus, J., MacMillan, R.A., Batjes, N.H., Heuvelink, G.B.M., Ribeiro, E., Alessandro Samuel-Rosa, A., Kempen, B., Leenaars, J., Walsh, M. and Gonzalez, M., 2014. Soil grids1km global soil information based on automated mapping. PLoS ONE. 9 (8), 1– 17.
- Hesari, B.Z., Ghorbani, A., Azimi, F.M., Hashemi, K.M. and Asghari, A., 2014. Study the effects of ecological factors on *Artemisia fragrans* Willd. distribution in southeast faced slopes of Sabalan. Journal of Rangeland. 8 (3), 238-250. (In Persian with English abstract).
- IRNA, 2014. Islamic Republic News Agency (IRNA). Available online at: <https://www.irna.ir/news/81248775/69>.
- Jaberalansar, Z. and Bahreininejad, B., 2015. Exploring the Characteristics of the Habitat of the Endangered Species of *Kelussi aodoratissima* Mozaff. Journal of Plant and Ecosystem. 43, 29-42. (In Persian with English abstract).
- Jahantab, E., Sepehri, A., Mesdaghi, M. and Barani, H., 2015. The effect of topographic (landform) and climatic factors on *Kelussia* density and canopy in Kohgiluyeh region. Journal of Plant Environmental Physiology. 9 (36), 1-9. (In Persian with English abstract).
- Jenks, G.F., 1967. The data model concept in statistical mapping. International Yearbook of Cartography. 7, 186-190.

- Karamzade, L., Jafarian, V., Vatankhah, E. and Arellou, A. 2015. Molecular and ecophysiological study of Galbanum (*Ferula gummosa* Boiss). Journal of Medicinal Plants Biotechnology. 1 (2), 63-78. (In Persian with English Abstract).
- Khanahmadi, M.M., Naghdi Badi, H., Akhondzadeh, S., Khalighi-Sigaroodi, F., Mehrafarin, A. and Shahriari, S., 2013. A Review on Medicinal Plant of *Glycyrrhiza glabra* L. Journal of Medicinal Plants. 12 (46), 1-12. (In Persian with English abstract).
- Leonard, J., 1998, Relationships between vegetation cover and soil in arid and semi-arid area. Research Institute of Forests and Rangelands. USA.
- Malczewski, J., 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science. 20 (7), 703-726.
- Marengo, J.A., Chou, S.C., Torres, R.R., Giarolla, A., Alves, L.M. and Lyra, A., 2014. Climate change in central and South America: recent trends, future projections, and impacts on regional agriculture. Technical Report.
- Mehrabai, P., Behdani, Tajbakhsh, S. and Mahmoudi, S., 2014. Selecting suitable land for cultivating Liquori medicinal plant in Arak county based on land factors. In Proceedings 2nd Congress of Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, 23th August, Hamedan, Iran. pp.1-9.
- Melati, F., Parsa, M. and Lalegani, B., 2010. Evaluation of Germination Behaviour and Sowing Date in Dorema, Asafetida and Galbanum. Iranian Journal of Field Crops Research. 8 (3), 521-530. (In Persian with English abstract).
- Mirdeilami, S.Z., Heshmati, G.A., Barani, H. and Hematzadeh, Y., 2012a. The effect of several soil and topographical factors on the distribution of medicinal species (A case study: Kachik catchment of Maravetappe). Journal of Water and Soil Conservation. 19 (1), 81-97. (In Persian with English abstract).
- Mirdeilami, Z., Heshmati, G.A., Barani, H. and Hematzadeh, Y., 2012b. 'Environmental factors affecting ecological sites distribution of Kachik rangeland, Marave Tappe. Iranian Journal of Range and Desert Research. 19 (2), 333-343. (In Persian with English abstract).
- Momeni Damaneh, J., Esmailpour, Y., Gholami, H. and Farashi, A., 2021. Predicting suitable growing areas of *Ferula assa-foetida* L. in northeastern Iran using the maximum entropy model. Iranian Journal of Range and Desert Research. 28 (3), 578-592. (In Persian with English abstract).
- Moradi, P., Mousavi, F., Khanlou, G.B., Aghajanolou, A. and Monfared, H.H., 2015. Medicinal-industrial plant of Galbanum. Ministry of Agriculture Jihad, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Extension Deputy. Technical Journal. Iran. pp. 1-12. (In Persian with English abstract).
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., Van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T. and Meehl, G.A., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature. 463 (7282), 747- 756.
- Pourhadiyan, H., 2017. Climatic zoning of Borago Oxtongue flower under rainfed conditions in Mazandaran province. In Proceedings 1st National Conference of the Role of Medicinal Plants in Resistive Economy, 27th April, Fereydunshahr, Iran. pp.1-8.

- Raghavan, S., 2007. Handbook of spices, seasonings, and flavorings. 3rd ed. CRC press. USA, 69-70.
- Rahimi-Moghaddam, S., Kambouzia, J. and Deihimfard, R., 2018. Adaptation strategies to lessen negative impact of climate change on grain maize under hot climatic conditions: A model-based assessment. *Agricultural and Forest Meteorology*. 253, 1-14.
- Saadatfar, A., Tavassolian, I. and Hossein Jafari, S., 2019. Determination potential habitats of *Ferula assafoetida* medicinal herb using analytical hierarchy process (AHP) and GIS (Case study: Chatrod region, Kerman). *RS & GIS for Natural Resources*. 9 (4), 139-155. (In Persian with English abstract).
- Sefidkon, F., 2021. The role of the Forests, Rangelands, and Watershed Management Organization in the development of medicinal plants. *Iran Nature*. 6(2), 117-117. (In Persian with English abstract).
- Sohnngen, B. and Sedjo, R., 1998. Impacts of climate change on forest product markets: Implications for North American producers. *The Forestry Chronicle*. 81 (5), 669-674.
- Taghipour, F., Amouei, A.M. and Nazariyan, H., 2015. Entrepreneurship package for Borago Oxtongue flower production. Asraelm publishing. P. 67. (In Persian with English abstract).
- Vaidya, O.S. and Kumar, S., 2006. Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*. 169 (1), 1-29.
- Zho, M., Hastie, T.J. and Walther, G., 2005. Constrained ordination analysis with flexible response function. *Ecological Modeling*. 187, 524-536.





Environmental Sciences Vol.21 / No 3 / Autumn 2023

249-266

Original Article

Ecological evaluation of cultivating medicinal plants in different rangelands of Lorestan Province

Sajjad Rahimi-Moghaddam*^{ORCID}

Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Received: 2023.07.20 Accepted: 2023.09.10

Rahimi-Moghaddam, S., 2023. Ecological evaluation of cultivating medicinal plants in different rangelands of Lorestan Province. *Environmental Sciences*. 21(3): 249-266.

Introduction: Climate changes and indiscriminate harvesting as well as overgrazing of different Iranian rangelands have caused the destruction and reduction of vegetation in the rangelands. This has been especially severe for medicinal plants, in the last decade. By identifying the plant communities and analyzing the ecological nature of each species, it is possible to plan for optimal management based on ecological principles for the present and the future. Based on the above-mentioned issues, the current research was conducted regarding the ecological evaluation of cultivating medicinal plants in different rangelands of Lorestan Province through analytic hierarchy process (AHP) approach and ArcGIS software in order to restore the rangelands and protect the medicinal plants.

Material and methods: The studied area was the rangelands class 1 of Lorestan Province in the west of Iran. Required data included soil, long-term climatic (1970-2020), and topographic data. Climatic and topographical data were obtained from the WorldClim database. Soil data were gathered by the International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Studied medicinal plants were Asafoetida, Galbanum, Liquorice, Keluss, and Borago Oxtongue flower. The judgment of 15 experts was used for pairwise comparisons and weighting of ecological data for each medicinal plant using the Delphi method, and the weight of each of the options and criteria was calculated in Expert Choice11 software. Then, to match the environmental requirements of the

* Corresponding author: *Email Address*. rahimi.s@lu.ac.ir

<http://dx.doi.org/10.48308/envs.2023.1329>

<http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1402.21.3.12.2>



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

medicinal plants with the characteristics of the rangelands, the natural breaks –(Jenks) classification method was employed in ArcGIS software.

Results and discussion: The results showed the major role of annual mean temperature with a weighting coefficient of 0.309 in cultivating medicinal plants, followed by elevation and annual cumulative rainfall (0.212). Also, among the studied factors, the lowest weight belonged to soil organic carbon percentage (0.057). For annual mean temperature, more than 53% of rangelands in Lorestan Province experienced a temperature between 10 and 15 °C. The rangelands received an average of 350 mm. More than 60% of the rangelands were located at an elevation between 2000 and 3000 m. For slope, more than 54% of rangelands had a slope between 25 and 60%. The soil of Lorestan rangelands had a heavy texture, so that more than 75% of the rangelands had clay loam soil texture. More than 59% of the rangelands had soil organic carbon of 2-5%. Also, more than 74% of the rangelands had a pH between 7.7 and 7.9. Also, the rangelands were divided into three classes (very good, good, and medium) in terms of potential and having suitable ecological conditions for growing Asafoetida, Galbanum, Liquorice, Keluss, and Borago Oxtongue flowers. Ninety-eight, 97, and 94% of the rangelands were placed in the very good and good categories for cultivating Asafoetida, Galbanum, and Keluss, respectively. However, these values were 26 and 27% for planting Liquorice and Borago Oxtongue flower, respectively.

Conclusion: Overall, the rangelands of Lorestan Province had a good potential for growing Asafoetida, Galbanum, and Keluss, and they had a medium potential for cultivating Liquorice and Borago Oxtongue flowers. However, the suitability of medicinal plants cultivation varied based on the geographical position of the rangelands, and the recommendation for cultivating each medicinal plant should be considered according to each geographical zone.

Keywords: Analytic hierarchy process, Asafoetida, Climate, Galbanum, Keluss.

