جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱٤۰٤، دوره۸، شماره٤، صص۹۱۸-۸۹۸

ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت اسپرس و یونجه با استفاده از روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی در محیط GIS (مطالعه موردی: استان اردبیل)

بهروز سبحانی

عضو هیات علمی دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، شهر اردبیل، ایران

asanatkhah@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱٤۰۳/۰٦/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱٤۰۳/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۸/۲۹

چکیده

هواشناسی کشاورزی به دنبال کشف و تعریف اثرات و درنتیجه کاربرد علوم جوی در کشاورزی نوین است. انجام عملیات کشاورزی، بدون لحاظ کردن شرایط جوی و پارامترهای هواشناسی، منجر به خسارات احتمالی فراوان می‌گردد. هدف از این تحقیق ارزیابی و پهنه‌بندی آب و هواشناسی کشاورزی کشت علوفه اسپرس و یونجه در محیط GIS در استان اردبیل است. در این تحقیق، از داده‌های اقلیمی (بارش، متوسط دما، کمینه دما و بیشینه دما) ۱۱ ایستگاه سینوپتیک در طول سی سال (۱۳٦۹-۱۳۹۹) و از داده‌های محیطی (ارتفاع، شیب و عمق خاک) استفاده گردید. برای تحلیل داده‌ها از روش‌های AHP و WLC استفاده گردید. نتایج مقایسه زوجی معیارها با روش AHP؛ درکشت اسپرس نشان داد که؛ بارش سالانه با وزن ۰/۳٤۰، دمای متوسط ۰/۲٤۲، دمای بیشینه ۰/۱۲۱، ارتفاع ۰/۰۹٤، عمق خاک ۰/۰۷۱ و شیب زمین ۰/۰٦۹ و همچنین درکشت یونجه بارش سالانه با وزن ۰/۳۳۰، دمای متوسط ۰/۲۲٤، دمای بیشینه ۰/۰۹۸، ارتفاع ۰/۰٦٦، عمق خاک ۰/۰۲۳ و شیب زمین ۰/۰٥٦ به ترتیب بیشترین تأثیر را درکشت یونجه دارند. هریک از داده‌های موردمطالعه به‌صورت جداگانه برای کشت اسپرس و یونجه با روش WLC ارزش‌گذاری و پهنه‌بندی شدند. با تلفیق معیارها به روش همپوشانی در محیط GIS پهنه‌بندی آب و هواشناسی کشاورزی اسپرس و یونجه در سطح استان اردبیل تهیه شد و نتایج نشان داد که؛ حدود ۲۹ درصد خیلی مناسب، ٤۱ درصد مناسب، ۲٦ درصد کمی مناسب و ٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه اسپرس و حدود ۲۲ درصد خیلی مناسب، ۳۱ درصد مناسب، ۲۳ درصد کمی مناسب و ۲٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه یونجه می‌باشند؛ بنابراین هردو علوفه موردمطالعه شرایط مناسب را برای کشت در استان اردبیل دارند.

واژه‌های کلیدی: استان اردبیل، اسپرس، یونجه، AHP و WLC.

doi: 10.22034/gahr.2024.478213.2270 شاپا الکترونیکی:2645-3851

مقدمه

گیاهان علوفه‌ی اسپرس و یونجه منبع مهم تغذیه دام‌ها و اهمیت زیادی در اقتصاد و توسعه پایدار روستاها دارند. هرساله مقداری از زمین‌های روستائیان به کشت این محصولات اختصاص می‌یابد؛ بنابراین پهنه‌بندی آب و هواشناسی کشاورزی به‌منظور شناخت نواحی مناسب و افزایش عملکرد کشت اسپرس و یونجه نیاز ضروری است. اسپرس و یونجه از نباتات علوفه‌ای باارزش در جهان است که به‌غیراز چرای احشام در پرورش زنبورداری و حاصلخیزی خاک، اهمیت زیادی دارند. این گیاهان به‌صورت علوفه سبز، علوفه خشک و چراگاه مورداستفاده دام‌ها قرار می‌گیرد (بهروز و همکاران، ۱۳۸۸: ٤۳-٥٤). اسپرس گیاه بدون نفخ است که به‌صورت چندساله در اروپا و آسیای مرکزی کشت می‌شود (Acharga et al, 2013 and Akinci et al, 2013: 71-82). سید شریفی و حکم علی پور (۱۳۸۹) اسپرس مقاومت خوبی نسبت به گرما و خشکی دارد. حداقل دما برای جوانه‌زنی آن ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد و دمای مناسب برای جوانه‌زنی ۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد است در نواحی که مقدار بارندگی ٤۰۰ تا ٥۰۰ میلی‌متر در سال است برای کشت این گیاه مطلوب است. این گیاه در خاک‌های عمیق و خوب زهکشی شده دارای بالاترین عملکرد را دارد. مظاهری لقب (۱۳۸۷) نیاز مطلوب اقلیمی علوفه اسپرس مطالعه و نتایج نشان داد که؛ اسپرس در طول دوره رشد در برابر خشکی و سرما مقاوم است، حداقل درجه حرارت، برای رشد جوانه از بذر این گیاه حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد و حداکثر حرارت برای رشد اندام هوایی اسپرس ۲۲ تا ۲٥ درجه سانتی‌گراد است و در مناطقی که گرما از ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد، این گیاه رشد چندان مناسبی نخواهد داشت. خدابنده (۱۳۸۸) نیازهای مطلوب اقلیمی علوفه اسپرس را مطالعه و نتایج نشان داد که؛ اسپرس در نواحی کوهستانی تا ارتفاع ۱۷۰۰ متری از سطح دریا به‌خوبی رشد می‌کند. مناسب‌ترین درجه حرارت برای تولید جوانه از بذر ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی و در مناطقی که باران سالانه به ٥۰۰ میلی‌متر است، رشد مناسبی دارد. یونجه گیاهی است که گونه‌های مختلف آن قادر به تحمل طیف وسیعی از آب‌وهوا است. بهترین شرایط رشد و نمو آن در آب‌وهوای خشک، آفتابی، گرم و آب کافی وجود داشته باشد است. این گیاه در درجه حرارت‌های خیلی بالا و پایین قادر است با رفتن به حالت رکود یا خواب، فعالیت‌های خود را متوقف کند. متوسط ارتفاع مناطق یونجه کاری در ایران حدود ٥۰۰ تا ۱٥۰۰ متر از سطح دریا است (خدابنده، ۱۳۸۸). یوسفی و جعفری (۱۳۹۳: ٥٤۹-٥٦۱) ارزیابی کمی و کیفی علوفه اسپرس را در شرایط آبی و دیم استان کردستان مطالعه و نتایج نشان داد که تحمل اسپرس نسبت به سرما و گرما بیشتر است و در محدوده حرارتی ۲۰ - تا ۳۸ + درجه سانتی‌گراد، قادر به رشد و نمو است. این گیاه در شرایط دیم، در مناطقی که دارای بارندگی بین ۲٥۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است به‌خوبی کشت می‌شود. اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۷: ۲۸٥-۲۹٤) با استفاده حداکثر دمای مطلق، حداقل دمای مطلق، متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه پنج گونه یونجه یک‌ساله را در سطح استان کرمانشاه بررسی کردند و نتایج نشان داد که کشت و تولید علوفه یونجه تابع شرایط اقلیمی منطقه است. باقری و اسدی (۱۳۹۸: ٤٦۷-٤۸۲) نواحی مناسب برای کشت

گیاه علوفه‌ای یونجه را با استفاده از تحلیل چند معیاره با بهره‌گیری از داده‌های بارش سالانه، متوسط درجه حرارت طول دوره رشد، کمینه درجه حرارت، بیشینه درجه حرارت و عامل ارتفاع (پستی‌وبلندی)، درصد شیب زمین و شیب جهات زمین مطالعه کردند. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که استان کرمانشاه ازلحاظ کشت یونجه به چهار کلاس؛ نواحی خیلی مناسب، مناسب، کمی مناسب و غیر مناسب طبقه‌بندی‌شده است.. منیری فر و همکاران (۱۳۹۹: ۲۶۴-۲۴۹) شناسایی ارقام مناسب یونجه برای شرایط کم‌آب در دشت تبریز بررسی نمودند و به این نتیجه رسیده‌اند که تنش آب موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته می‌گردد. گیوی (۱۳۷۶) در موسسه تحقیقات آب کشور نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت یونجه را در جدول (۱) و همچنین قلیچ نیا و همکاران (۱۲۹:۱۴۰۰-۱۳۷) و دشتی و همکاران (۱۴۰۰: ۱۷۹-۱۹۴) نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت اسپرس را در جدول (۲) ارائه نموده است.

جدول ۱- نیاز مطلوب اقلیمی برای کشت یونجه

محدودیت	S1		S2	S3	N1	N2
	خیلی مناسب		مناسب	کمی مناسب	نامناسب	
سطح محدودیت	۰	۱	۲	۳	٤	٤
درجه‌بندی	۱۰۰	۹۵	۸۵	٦۰	٤۰	۲۵-۰
متوسط درجه حرارت دوره رشد	۲٦-۲٤	۲۰-۲٤ ۲٦-۲۸	۱۵-۲۰ ۲۸-۳۲	۱۰-۱۵ ۳۲-٤۰	- -	۱۰> ٤۰<
شیب	۰-۵	۵-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-٦۰	>٦۰	>٦۰
عمق خاک	>۱۰۰	۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	۲۰-۵۰	۲۰>	
رطوبت نسبی /درصد	۳۰-۵۰	۲٤-۳۰ ۵۰-۷۵	۲۰-۲٤ ۷۵-۹۰	<۲۰ ۹۰<	- -	- -

جدول ۲-نیاز مطلوب اقلیمی کشت علوفه اسپرس

کلاس / معیارها	خیلی مناسب	مناسب	کمی مناسب	نامناسب
بارش (mm)	۵۰۰<	٤۵۰-۵۰۰	۳۰۰-٤۵۰	۳۰۰>
دمای متوسط (°C)	۲۰-۱۵	۲۳-۲۰	۲۵-۲۳	۳۵< و ۸>
بیشینه دما (°C)	۳۰-۲۰	۲۰-۱۸	۱۸-۱۵	۳۸ < و ۱۵>
کمینه دما (°C)	۱٤-۸	۸-٤	٤-۱	۱ >
ارتفاع (m)	۱۱۰۰-۰	۱٦۰۰-۱۱۰۰	۲۱۰۰-۱٦۰۰	۲۱۰۰<
شیب (درصد)	۵-۰	۱۰-۵	۱۵-۱۰	۱۵<
جهات شیب	SW	E-NW	SW-NW	W-N
خاک(cm)	عمیق ۱۵۰-۱۰۰	نیمه عمیق ۱۰۰-۵۰	کم‌عمق ۵۰-۲۵	خیلی کم‌عمق ۲۵<

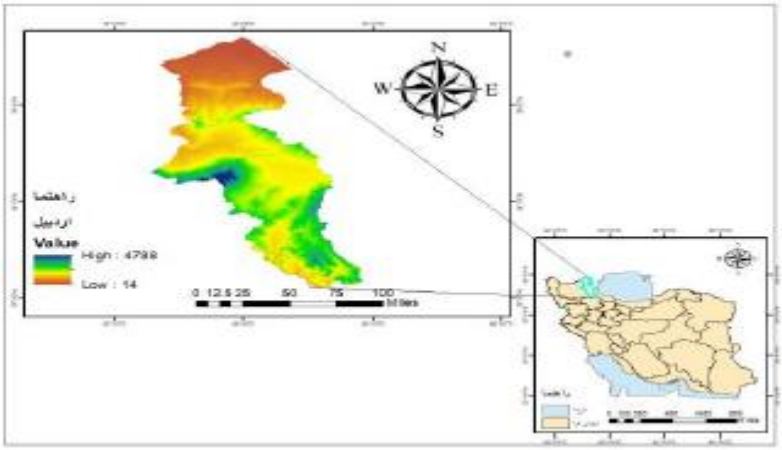
بر اساس مطالعات انجام‌یافته مهم‌ترین متغیرهای اقلیمی که بر طول دوره رشد علوفه یونجه مؤثر هستند شامل؛ دما (Sharrat et al,1989;95-102)، تابش خورشید (Bula, 1972: 683-690)، تبخیر و تعرق (Zhao et al, 2004: 101-114) و رژیم بارندگی (Durigon et al, 2013: 1-6) می‌باشند. (Zahang, et al, 2014: 2260-2267) ارزیابی عملکرد علوفه یونجه را در استان هبی چین انجام داده‌اند و نتایج نشان می‌دهد که دما و برآورد نیاز آبی در طول دوره رشد یونجه در ارزیابی و عملکرد آن نقش مؤثر دارند. نتایج تحقیق در مورد تنوع تولید علوفه یونجه فصلی در جنوب غربی اروگوئه نشان داد که به علت افزایش دما در فصل تابستان مصرف آب در یونجه افزایش می‌یابد و آبیاری تابستانی به‌عنوان یک روش مدیریتی برای دست‌یابی به پتانسیل مناسب علوفه یونجه است (Alvaro and Marina,2019: 1-11). (Bhattarai et al. 2016: 2015) مراحل طول دوره رشد اسپرس را به شرح زیر تعیین نموده است: الف رویشی. ب- گل‌دهی. پ- پر کردن دانه و ت- رشد مجدد. در این تحقیق نیاز مطلوب اقلیمی علوفه اسپرس با استفاده از معیار وزن دهی در محیط GIS طبقه‌بندی شدند. مطالعه مورفولوژیکی علوفه اسپرس به‌منظور تأثیر داده‌های آب‌وهوا و خاک در مراحل برداشت اسپرس در کشور سویس نشان داد که نوع خاک، بافت خاک، مواد آلی خاک، PH خاک، بارش‌های سالانه، متوسط دما و رطوبت نسبی نقش مؤثر درکشت اسپرس دارند (Azuhnwi et al, 2011: 475-487 and Turan et al, 2017: 160-165). (Deng et al, 2014: 264-375) ارزیابی تناسب زمین برای کشت یونجه را در محیط GIS در استپ‌های خشک قاره‌ای شمال چین انجام شد و به این نتیجه رسیده‌اند که اگر متوسط بارش ٤۰۰ تا ٦۰۰ میلی‌متر، میانگین دمای طول دوره رشد ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای سالیانه ٦ درجه سانتی‌گراد، حداقل دما در طول مرحله سبز شدن ٤- درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی در مرحله گل‌دهی ۵۳ تا ۵۷ درصد، شیب زمین کمتر از ۱۵ درصد، ارتفاع از سطح دریا کمتر از ۲۳۰۰ متر و عمق خاک ۱۰۰ سانتی‌متر باشد مناسب‌ترین مکان برای کشت یونجه است. (Alemayehu et al, 2020:) ارزیابی تناسب اراضی بالقوه تغییرات آب و هوایی را بر تولید یونجه را در کشور اتیوپی بررسی کردند و به نسبت عملکرد آن‌ها آب‌وهوای پیش‌بینی‌شده زمین مناسب برای تولید علوفه در سراسر اتیوپی را تغییر می‌دهد. گسترش زمین مناسب در ارتفاعات رخ‌داده است که سناریوهای اب و هوایی افزایش دما و بارش را پیش‌بینی می‌کنند. مناطق دیم کمبود بارندگی را برای سه پیش‌بینی مدل نشان دادند. این تحقیق دستورالعمل‌هایی را برای رشد یونجه در اتیوپی با توجه به تغییرات زیست‌محیطی و اب و هوایی فراهم می‌کند.(Biligetu et al, 2022: 525-535) ارزیابی کشت علوفه اسپرس و یونجه با استفاده از بارش و دما به‌صورت مخلوط مطالعه کردند، نتایج نشان داد که در شرایط مناسب آب و هوایی عملکرد خوبی دارند. استان اردبیل به‌عنوان مهم‌ترین قطب دام‌پروری کشور، علیرغم پوشش مراتعی متراکم در دامنه‌های سبلان و باغرو و دشت مغان مناطقی از نواحی این استان هرساله به کشت اسپرس و یونجه اختصاص داده می‌شود تا نیاز غذایی دام‌های استان به‌صورت علوفه خشک برای فصل پاییز و زمستان و علوفه‌تر

در بهار و تابستان فراهم گردد. هدف از این تحقیق مکان مناطق مناسب برای کشت اسپرس و یونجه در استان اردبیل با استفاده از داده‌های اقلیمی و محیطی در سامانه اطلاعات جغرافیایی است.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

استان اردبیل در شمال غرب ایران واقع است و موقعیت آن در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤٥ دقیقه تا ۳۹ درجه و ٤۲ دقیقه عرض شمالی و در طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۳ دقیقه تا ٤۸ درجه و ٥٥ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان با وسعتی حدود ۱۷۹٥۳ کیلومترمربع (حدود ۱/۰۹ درصد مساحت کل کشور) است (شکل، ۱). این استان در دوره سرما تحت تأثیر توده‌هواهای مهاجر از شمال، شمال غرب و غرب قرار گیرد. در دوره گرما تحت سامانه‌های کم‌فشار بارانزایی قرار دارد. نواحی شرقی استان تحت تأثیر اقلیم خزری قرار داشته و موجب تعدیل آب‌وهوا در منطقه می‌شود (سبحانی، ۱٤۰۲: ٤٦۰-٤۸۳).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان اردبیل در کشور

داده‌ها

در این تحقیق از داده‌های ۱۱ ایستگاه سینوپتیک در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۳٦۹-۱۳۹۹) استفاده شد و همچنین به‌منظور ارزیابی و پهنه‌بندی استان اردبیل به کشت‌های اسپرس و یونجه از متغیرهای اقلیمی: (بارش سالانه، درجه حرارت متوسط سالانه، کمینه درجه حرارت سالانه و بیشینه درجه حرارت سالانه) و متغیرهای عوامل محیطی: (ارتفاع، شیب و عمق خاک) استفاده شد که نقشه‌های ارتفاع و شیب از نقشه رقومی در مقیاس ۱/٥۰۰۰۰ در محیط GIS و نقشه خاک از سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل تهیه شدند (سبحانی، ۱٤۰۳ و سبحانی، ۱٤۰۳: ٦۰٦-٦۲۳).

روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

اولین اقدام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تعیین ضریب اهمیت معیارها، زیر معیارها یا گزینه‌ها درکشت یونجه است. این مقیاس بندی توسط (Saaty and Vagas, 1991) در جدول ۳ نشان داده‌شده است. برای تحلیل فرایند سلسله مراتبی از وزن معیارها و زیر معیارها و پرسش‌نامه AHP بر اساس نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت‌های اسپری و یونجه استفاده شد. این پرسش‌نامه به‌وسیله نرم‌افزار Export Choice تحلیل شد و وزن نسبی معیارها تعیین گردید. یکی از مزیت‌های AHP بررسی سازگاری در قضاوت انجام‌شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است که این شیوه محاسبه ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی حاصل می‌شود. اگر این ضریب کمتر یا برابر ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها موردقبول است در غیر این صورت باید قضاوت‌ها تجدیدنظر شود.

جدول ۳-ترجیحات تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی

شرح	تعریف	شدت اهمیت
دو عنصر اهمیت یکسان دارند	اهمیت یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری متوسطی دارد	برتری متوسط	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری زیادی دارد	برتری زیاد	۵
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری بسیار زیادی دارد	برتری بسیار زیاد	۷
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری فوق‌العاده زیادی دارد	برتری فوق‌العاده	۹
اهمیت بینابین	بینابین	۲،٤،٦،۸

نرم‌افزار Expert Choice

برای استفاده از مدل AHP نرم‌افزار Export Choice هریک از مراحل تحلیل سلسله‌مراتب خودکار و ساده پیاده‌سازی می‌کند. این نرم‌افزار این اجازه را می‌دهد که با اهداف فردی، شبکه‌ای از داده‌ها را برای هر گزینه وارد نماییم .مقایسه زوجی و قدرت ترکیب سلسله مراتبی نرم‌افزار با توانایی‌های بیشتری همراه است. پس از مشخص شدن وزن هرکدام از معیارها، غیرمعیارها و گزینه‌ها و همچنین محاسبه وزن نهایی، وزن‌های به‌دست‌آمده در محیط نرم‌افزاری GIS با استفاده از ابزارWeighted overlay بر لایه اعمال می‌شود.

روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

روش ترکیب خطی وزنی روش وزن دهی جمع‌پذیر و روش امتیازدهی نیز نامیده می‌شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی است و کاربر مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی هر معیارها، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. معیار و گزینه‌ای بیش‌ترین مقدار را داشته باشد مناسب‌ترین آلترناتیو برای هدف موردنظر خواهد بود (مخدوم، ۱۳۸۹). برای ارزیابی هر گزینه یا Ai از رابطه (۱) استفاده می‌شود:

رابطه (۱)

$$Ai = \sum Wj\ Xij$$

که در آن Xij معرف گزینه i ام در ارتباط با معیار j ام و Wj وزن استانداردشده معیار j ام، به‌گونه‌ای که مجموع Wj برابر ۱ باشد. وزن اهمیت نسبی هر معیار را به نمایش می‌گذارند. با تعیین ارزش حداکثر Ai اولویت‌دار ترین گزینه انتخاب می‌شود.

یافته تحقیق

روش AHP

نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارها و میزان اهمیت معیارها را درکشت اسپرس نشان می‌دهد. نرخ ناسازگاری مقایسه زوجی معیارها حدود ۰/۰٤ است که نشان‌دهنده دقت قابل‌قبول این مقایسه درروش سلسله مراتبی است. نتایج حاصل در جدول (٤) بیانگر این است که بارش سالانه با وزن ۰/۳٤۰، دمای متوسط با وزن ۰/۲٤۲، دمای بیشینه با وزن ۰/۱۲۱، ارتفاع با وزن ۰/۰۹٤، عمق خاک با وزن ۰/۰۷۱ و شیب زمین با وزن ۰/۰٦۹ به ترتیب دارای بالاترین وزن و تأثیرگذاری در پهنه‌بندی کشت اسپرس در استان اردبیل می‌باشند که بیشترین تأثیر بارش و دمای متوسط و کمترین تأثیر عمق خاک و شیب زمین درکشت اسپرس دارند (سبحانی، ۱٤۰۳).

جدول ٤- محاسبه وزن معیارهای موردمطالعه اسپرس

معیار	بارش سالانه	دمای متوسط سالانه	دمای کمینه سالانه	دمای بیشینه سالانه	ارتفاع	شیب	خاک	وزن معیارها
بارش سالانه	۰/۳۲٦	۰/۵۰۸	۰/۲۹۳	۰/۵۸۱	۰/۲۸۹	۰/۱۷۱	۰/۲۱٤	۰/۳٤۰
دمای متوسط سالانه	۰/۱۰۷	۰/۱٦۹	۰/٤۳۹	۰/۳۸۸	۰/۲۱۷	۰/۲۲۹	۰/۱٤۳	۰/۲٤۲
دمای بیشینه سالانه	۰/۱۰۷	۰/۰۸۵	۰/۰۷۳	۰/۱۹٤	۰/۲۱۷	۰/۱۷۱	۰/۱٤۳	۰/۱۲۱
دمای کمینه سالانه	۰/۱٦۳	۰/۰۵٦	۰/۱٤٦	۰/۳۸۸	۰/۱٤۵	۰/۱۷۱	۰/۱٤۳	۰/۰٦۲

ارتفاع	۰/۰۸۱	۰/۰۵٦	۰/۰۷۳	۰/۰٦٤	۰/۰۷۲	۰/۱۷۱	۰/۱٤۳	۰/۰۹٤
شیب	۰./۱۰۷	۰/۰٤۲	۰/۰٤۸	۰/۰٦٤	۰/۰۲٤	۰/۰۵۷	۰/۱٤۳	۰/۰٦۹
خاک	۰/۱۰۷	۰/۰۸۵	۰/۰۷۳	۰/۰۹۷	۰/۰۳٦	۰/۰۲۹	۰/۰۷۱	۰/۰۷۱

نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارها و میزان اهمیت معیارها را درکشت یونجه نشان می‌دهد. نرخ ناسازگاری مقایسه زوجی معیارها حدود ۰/۰٤ است که نشان‌دهنده دقت قابل‌قبول این مقایسه درروش سلسله مراتبی است. نتایج حاصل از تحلیل معیاره ها با روش AHP در جدول (۵) بیانگر این است که بارش سالانه با وزن ۰/۳۳۰، دمای متوسط با وزن ۰/۲۲٤، دمای بیشینه با وزن ۰/۰۹۸، ارتفاع با وزن ۰/۰٦٦، عمق خاک با وزن ۰/۰۰۲۳ و شیب زمین با وزن ۰/۰۵٦ به ترتیب دارای بالاترین وزن و تأثیر در پهنه‌بندی کشت یونجه در استان اردبیل می‌باشند که بیشترین تأثیر بارش و دمای متوسط و کمترین تأثیر شیب زمین و عمق خاک درکشت یونجه دارند (سبحانی، ۱٤۰۳).

جدول ۵- محاسبه وزن معیارهای موردمطالعه یونجه

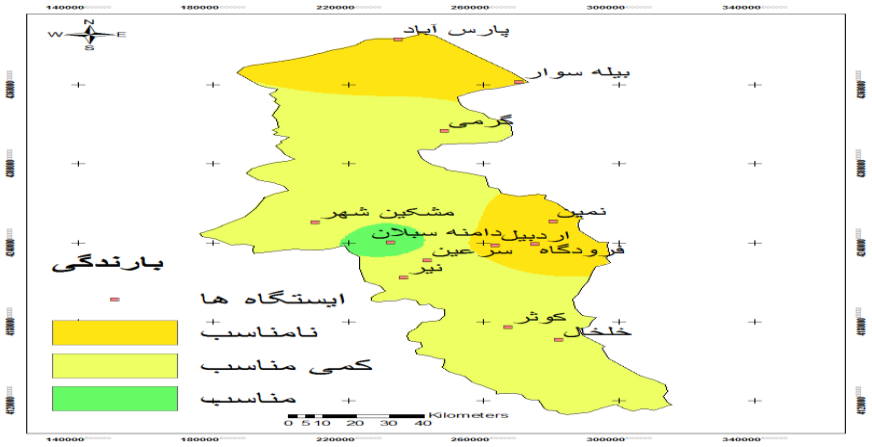
معیار	بارش سالانه	دمای متوسط سالانه	دمای کمینه سالانه	دمای بیشینه سالانه	ارتفاع	شیب	خاک	وزن معیارها
بارش سالانه	۰/٤۱۲	۰/۵۰۹	۰/۳۷۲	۰/۳۵۷	۰/٤۱۹	۰/۳٤۹	۰/۲۲۲	۰/۳۳۰
دمای متوسط سالانه	۰/۲۰٦	۰/۲۵٤	۰/۳۷۲	۰/۲٦۸	۰/۲۳۹	۰/۲۳۳	۰/۲۲۲	۰/۲۲٤
دمای بیشینه سالانه	۰/۱۰۳	۰/۰٦٤	۰/۰۹۳	۰/۱۷۹	۰/۱۲۰	۰/۱۱٦	۰/۱۱۱	۰/۰۹۸
دمای کمینه سالانه	۰/۱۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰٤۷	۰/۰۸۹	۰/۱۲۰	۰/۱۱٦	۰/۱۳۹	۰/۰۷۸
ارتفاع	۰/۰۵۸	۰/۰٦٤	۰/۰٤۷	۰/۰٤۵	۰/۰٦۰	۰/۱۱٦	۰/۱۳۹	۰/۰٦٦
شیب	۰/۰٦٦	۰/۰٦٤	۰/۰٤۷	۰/۰٤۵	۰/۰۳۰	۰/۰۵۸	۰/۱۳۹	۰/۰۵٦
خاک	۰/۰۵۳	۰/۰۳۳	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۱۲۰	۰/۰۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳

پهنه‌بندی آب و هواشناسی کشت علوفه اسپرس و یونجه

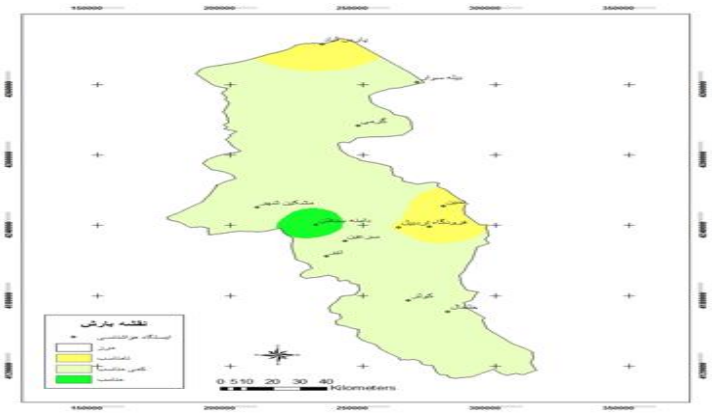
هریک از معیارهای مطالعه بر اساس نیازهای مطلوب اقلیمی برای کشت علوفه اسپرس و یونجه با روش WLC وزن دهی و نقشه مکان‌یابی کشت علوفه اسپرس و یونجه برای هریک از معیارها؛ به‌صورت مستقل و درنهایت با تلفیق معیارها نقشه نهایی برای هرکدام از گیاهان موردمطالعه تهیه شد.

بارندگی

اهمیت نسبی آب در تولیدات کشاورزی برحسب شرایط جغرافیایی و اقلیمی تغییر می‌کند و به مقدار و توزیع زمانی نزولات بستگی دارد؛ بنابراین، بررسی خصوصیات بارندگی در شناخت وضعیت رطوبتی هر منطقه جهت رشد و نمو محصولات زراعی حائز اهمیت است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵: ۱۰٤). بارش از معیارهای مهم و تأثیرگذار در طول دوره رشد گیاهان علوفه‌ای است که مطالعه آن را ضروری می‌نماید. در این تحقیق مقادیر بارش از ایستگاه‌های موردمطالعه بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی گیاه علوفه اسپرس و یونجه تهیه و در محیط GIS درون‌یابی شدند اشکال (۲ و ۳). نتایج پهنه‌بندی بارش برای کشت اسپرس نشان داد که حدود ۲۵ درصد مساحت استان مناسب، ۷۲ درصد کمی مناسب و حدود ۳ درصد است و برای کشت یونجه حدود ۳ درصد مناسب، ۸٦/۵ درصد کمی مناسب و حدود ۱۰/۵ درصد نامناسب هستند.



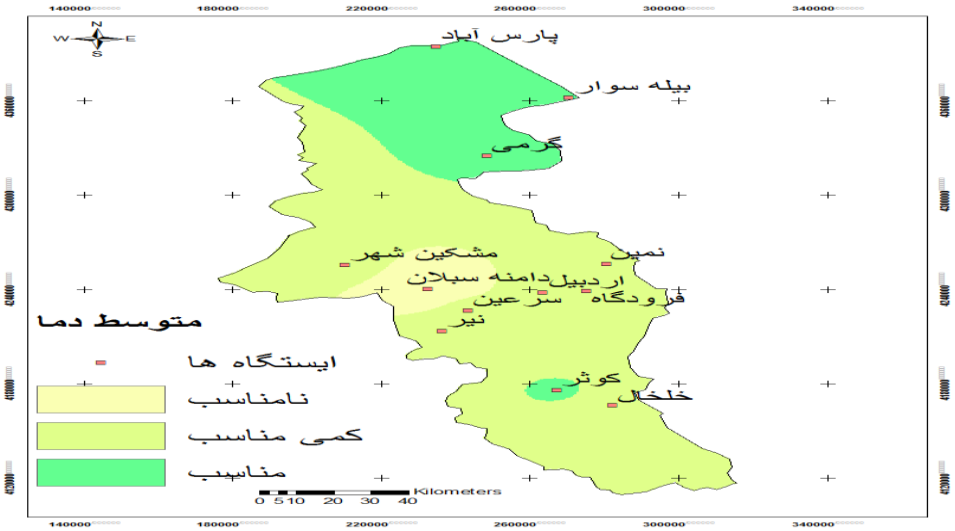
شکل ۲- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس با مقادیر بارش



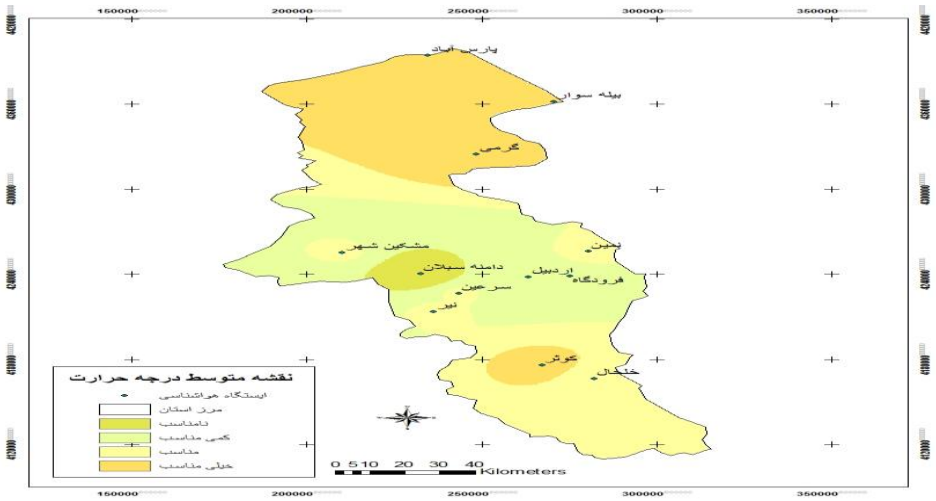
شکل ۳- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه یونجه با مقادیر بارش

متوسط دما

دمای مطلوب برای رشد و نمو هرگونه زراعی تابع نواحی جغرافیایی یا اقلیمی است که گیاه از آن منشأ گرفته است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵: ۱۰٤). هرچند عوامل اقلیمی متعددی در رشد گیاه نقش دارند ولی درجه حرارت یکی از عوامل اولیه مؤثر بر رشد و حیات است، هرگونه نمو فیزیولوژیکی که در گیاه حادث می‌شود به‌طور فراوان ای تحت تأثیر درجه حرارت قرار دارد (علی رستگار، ۱۳۹۲: ٦٤). مطالعه دما همانند بارش تأثیر فراوان در شناسایی نواحی مستعد به کشت گیاهان دارد. با استفاده از ایستگاه‌های موردمطالعه متوسط دمای منطقه موردمطالعه تهیه و بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی گیاهان اسپرس و یونجه در محیط GIS درون‌یابی و پهنه‌بندی انجام شد (اشکال ٤ و ٥). نتایج نشان داد که حدود ۳۱ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۳٤ درصد مناسب، ۳۲ درصد کمی مناسب و ۳ درصد نامناسب برای کشت اسپرس است و برای کشت یونجه حدود ۳۱ درصد خیلی مناسب، ۳٤ درصد مناسب، ۳۲ درصد کمی مناسب و ۳ درصد نامناسب است.



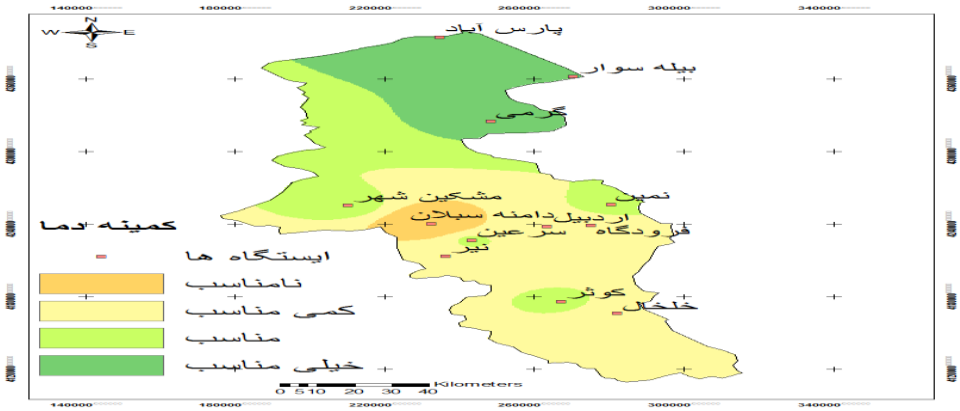
شکل ٤- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس متوسط درجه حرارت



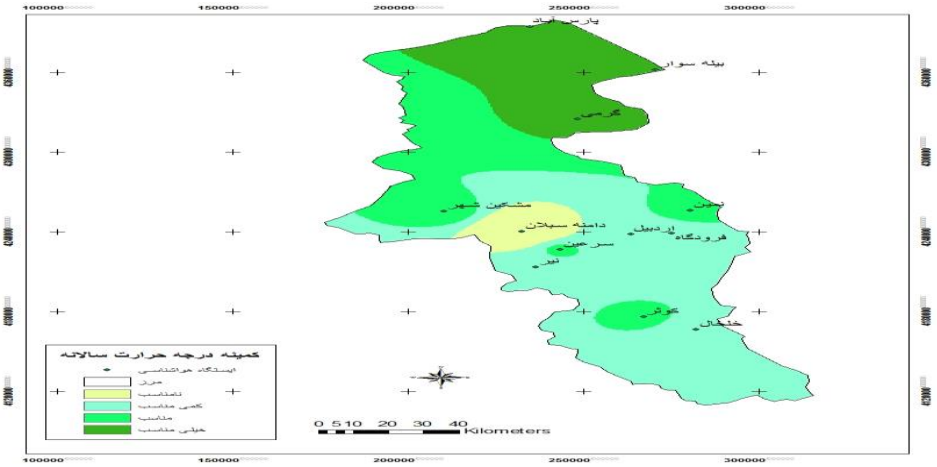
شکل ۵- پهنه‌بندی متوسط درجه حرارت سالانه استان برای کشت یونجه.

کمینه دما

رشد و نمو گیاهان در محدوده حرارتی معینی صورت می‌گیرد و برای هر نوع گیاه کمینه دمای مطلوب تعیین‌شده است. لذا هرگونه‌ی زراعی از شروع جوانه‌زنی تا مرحله رسیدگی به حداقل آستانه درجه حرارت نیاز دارد که در دمای پائین تر از این حد رشد متوقف شود. این درجه حرارت که برای هرگونه مختلف عددمشخصی است که صفر فیزیولوژیکی، یا درجه حرارت پایه نامیده می‌شود. در درجه حرارت پایین‌تر از آستانه، گیاه به علت سرما و یخ زدن صدمه می‌بیند؛ بنابراین مطالعه دمای کمینه گیاهان اسپرس و یونجه در طول دوره رشد در پهنه‌بندی اقلیم حائز اهمیت است. دمای کمینه منطقه از ایستگاه‌های موردمطالعه تهیه شدند و بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی گیاه علوفه اسپرس و یونجه در محیط GIS درون‌یابی و پهنه‌بندی گردید (اشکال ٦ و ٧). نتایج پهنه‌بندی کمینه دما نشان داد که در حدود ۲۱ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۲۵ درصد مناسب، ۵۰ درصد کمی مناسب و ٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه گیاهی اسپرس و حدود ۲۰ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ٢٦ درصد مناسب، ٤٨ درصد کمی مناسب و ٦ درصد نامناسب برای کشت علوفه گیاهی یونجه است.



شکل ٦- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس کمینه درجه حرارت

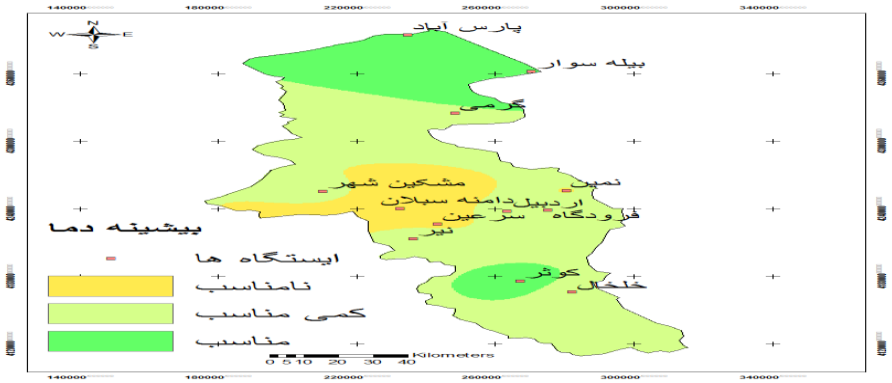


شکل ۷- پهنه‌بندی کمینه درجه حرارت سالیانه استان اردبیل برای کشت یونجه

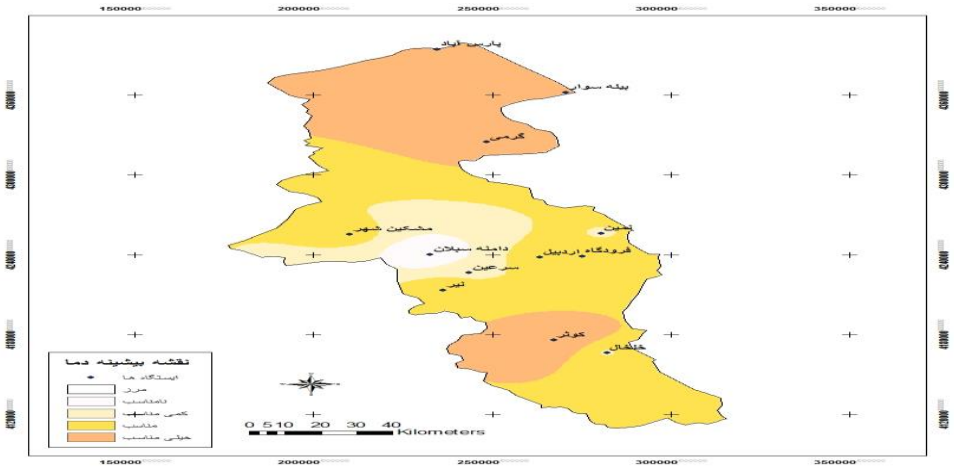
بیشینه دما

گیاهان برای رشد و نمو و رسیدن خود به درجه حرارت معینی نیاز دارند و همچنین هر گیاهی در آستانه حرارتی بیشینه قابل رشد است. به‌طورکلی درجه حرارت زیاد فرایند رشد را تسریع می‌نماید و اگر آب کافی برای گیاه تأمین گردد حرارت زیاد ندرتاً ممکن است عامل مرگ گیاه باشد و اثرات زیان‌آور دمای زیاد معمولاً به‌وسیله عدم دسترسی به آب تشدید می‌گردد. درجه حرارت بالاتر از حد آستانه گیاه منجر به خشک شدن گیاهان و از بین رفتن تعادل بین فتوسنتز و تنفس و یا حتی مرگ می‌گردد و گیاهان به حالت غیرفعال درمی‌آیند (مظفری، ۱۳۸۲: ۱۲٤ و سید شریفی و حکم علی پور، ۱۳۹۵: ۲۳۷). یکی از شرایط لازم برای گیاهان زراعی جهت تولید زیست‌توده و عملکردهای بالا، استفاده بهینه از بیشینه دما در مکان‌یابی است (محمد زاده و

همکاران، ۱۳۹٤: ۱۱٤). در این تحقیق بیشینه دمای منطقه از داده‌های ایستگاه‌های موردمطالعه تهیه شدند بر اساس نیاز مطلوب اقلیمی گیاه علوفه اسپرس و یونجه در محیط GIS درون‌یابی و پهنه‌بندی شدند (اشکال ۸ و ۹). نتایج پهنه‌بندی بیشینه دمای اسپرس نشان داد که حدود ۲۲ درصد مناسب، ٦۳ درصد کمی مناسب و ۱۵ درصد نامناسب برای کشت اسپرس است و حدود ۳٦ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ٤۸ درصد مناسب، ۱۳ درصد کمی مناسب و ۳ درصد نامناسب برای کشت یونجه است.



شکل ۸- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس بیشینه درجه حرارت

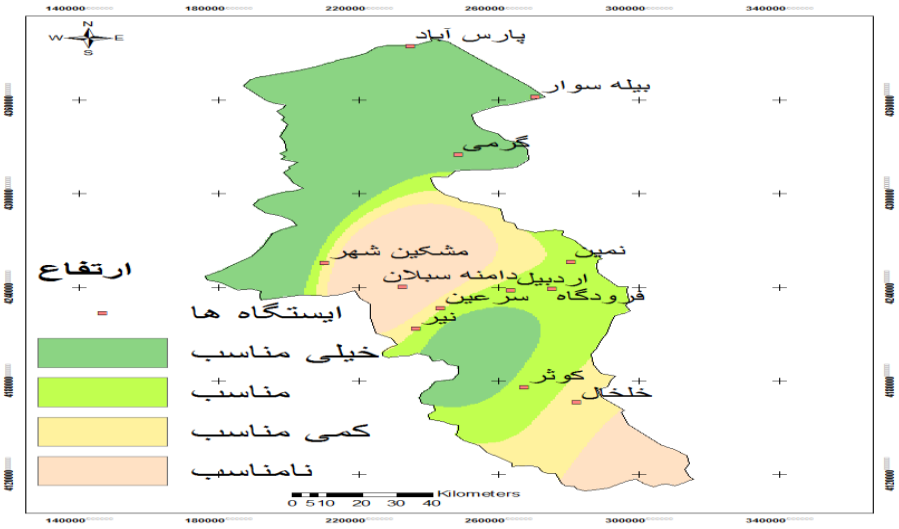


شکل ۹- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه یونجه بر اساس بیشینه درجه حرارت

ارتفاع

ارتفاع در طول دوره رشد، میزان عملکرد و تاج پوشش گیاهان علوفه‌ای نقش مستقیم و غیرمستقیم دارد (پور نعمتی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۸-۸٦). پراکنش جغرافیایی گیاهان با تنوع پستی‌وبلندی و سایر پارامترهای

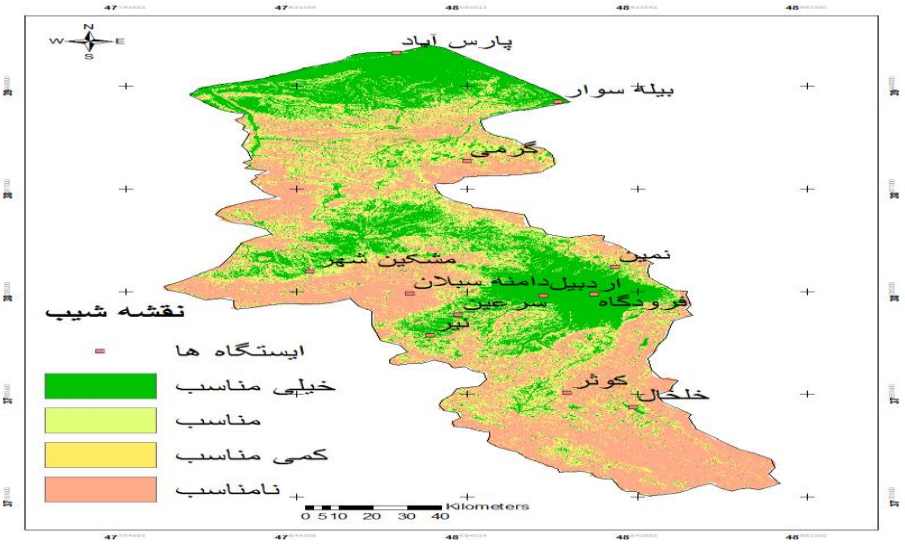
فیزیوگرافی زمین ارتباط دارد (حسن‌زاده کوهسارِ و همکاران، ۱۳۹٦: ۸۵۱–۸٦۷). پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس و یونجه بر اساس از نقشه DTM استان در محیط GIS پردازش و طبقه‌بندی انجام شد (شکل، ۱۰). نتایج نشان داد که حدود ٤٦ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۲۰ درصد مناسب، ۱٤ درصد کمی مناسب و ۲۰ درصد نامناسب برای کشت گیاهان علوفه گیاهی اسپرس و یونجه در استان اردبیل است.



شکل ۱۰- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس ارتفاع از سطح دریا

شیب زمین

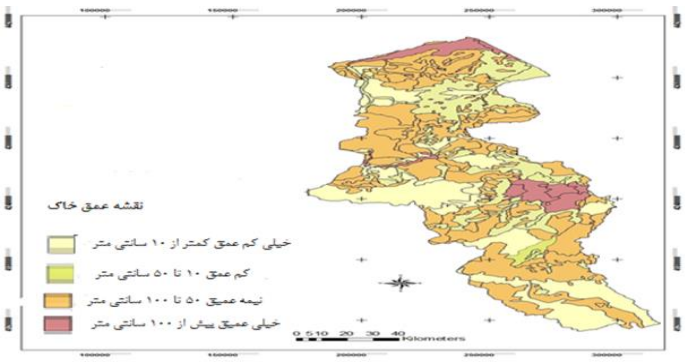
شیب زمین در ترکیب با سایر پارامترهای محیطی و اقلیمی، مهم‌ترین عوامل در تغییرات توان تولید گیاهان علوفه‌ای اسپرس و یونجه به شمار می‌آید. در این تحقیق پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس و یونجه بر اساس شیب زمین با استفاده از نقشه DTM استان اردبیل در محیط GIS انجام شد (شکل،۱۱) نتایج نشان داد که حدود ٥٦ درصد از مساحت استان خیلی مناسب، ۲٥ درصد مناسب، ۹ درصد کمی مناسب و ۱۰ درصد نامناسب برای کشت علوفه گیاهی اسپرس و یونجه در استان اردبیل است.



شکل ۱۱- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس شیب زمین

عمق خاک

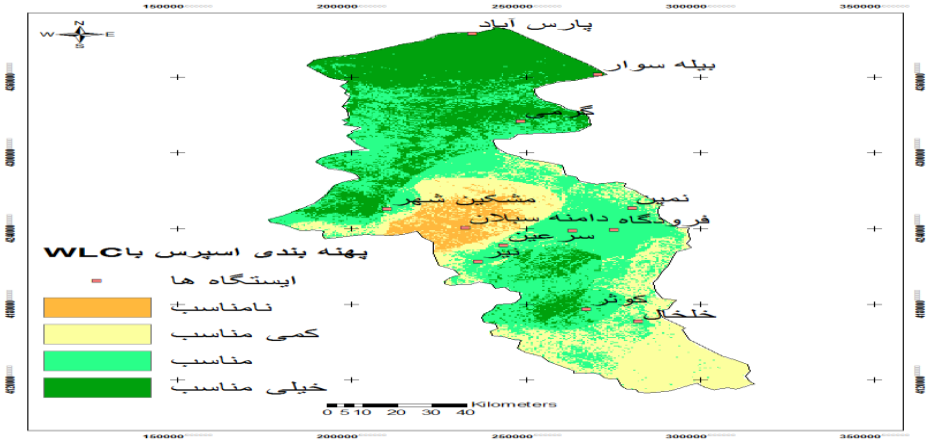
عمق خاک مشخصه مهمی از خاک است که نفوذ آب و به‌تبع آن تولید رواناب، ذخیره رطوبت زیرسطحی، حرکت عمودی و افقی رطوبت، ضخامت قسمت اشباع و عمق ریشه گیاه در خاک را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۶-۱۱۱). عمق خاک از معیارهای مؤثر در طول دوره رشد علوفه اسپرس و یونجه به‌منظور نگهداری رطوبت در خاک و تأمین نیاز آبی برای ریشه گیاه آن‌ها است. در این تحقیق نقشه عمق خاک، از سازمان جهاد کشاورزی استان تهیه و در محیط GIS طبقه‌بندی عمق خاک با توجه به نیاز مطلوب گیاهان انجام شد (شکل، ۱۲). نتایج نشان داد که عمق خاک در شمال استان در منطقه دشت مغان و نواحی مرکزی محدوده دشت اردبیل بیشتر است و کمترین عمق خاک بیشتر درشیب تند و سنگلاخی و نواحی مرتفع واقع است.



شکل ۱۲- پهنه‌بندی کشت گیاه علوفه اسپرس بر اساس عمق خاک

پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت علوفه اسپرس با روش WLC

با تلفیق اشکال معیارهای موردمطالعه، نقشه نهایی مکان‌یابی کشت اسپرس با روش WLC در محیط GIS تهیه شد (شکل، ۱۳). نتایج نشان داد مکان‌های مناسب برای کشت اسپرس در شمال و مرکز استان واقع‌شده است؛ بنابراین حدود ۲۹ درصد خیلی مناسب، ٤۱ درصد مناسب، ۲٦ درصد کمی مناسب و ٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه اسپرس می‌باشند. در مورد نتایج پهنه‌بندی درصدهای فوق توضیح مناسب در پهنه‌بندی علوفه یونجه ارائه‌شده است.

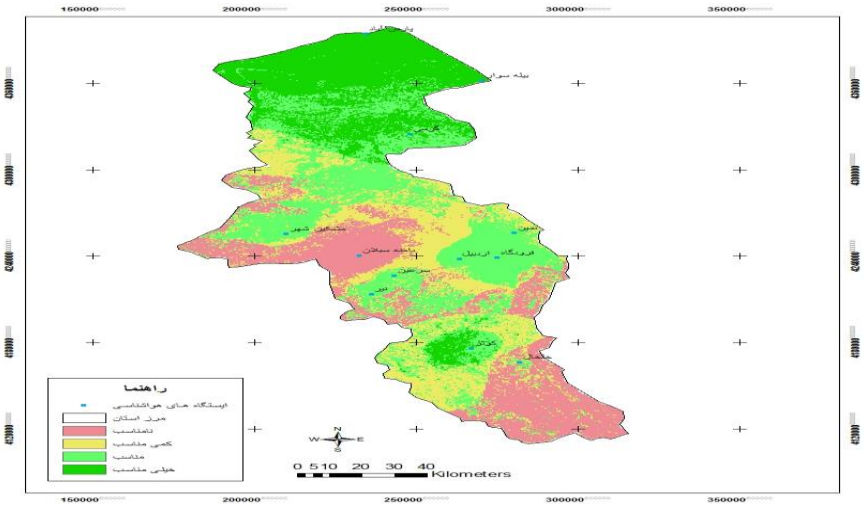


شکل ۱۳- پهنه‌بندی نهایی کشت گیاه علوفه اسپرس

پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت یونجه

بعد از تهیه نقشه پهنه‌بندی هر یک از معیارهای موردمطالعه، با همپوشانی نقشه معیارهای موردمطالعه در محیط GIS نقشه پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت یونجه تهیه شد (شکل،۱٤). نتایج نشان داد که حدود ۲٤ درصد از سطح استان برای کشت یونجه نامناسب است که ارتفاع بیش از ۲۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، کاهش کمینه دما، بارش کمتر از ٤۰۰ میلی‌متر و شیب بیشتر از ۱۲ درصد عامل محدودیت کشت می‌باشند. حدود ۲۳ درصد کمی مناسب که شامل نواحی غربی دشت اردبیل، شمال سرعین، شهرستان‌های کوثر و خلخال و ارتفاعات ۱۸۰۰ متری تا ۲۲۰۰ متری از سطح دریا است. شیب بین ۸-۱۲ درصد و خاک‌های کم‌عمق و سنگلاخی، دیمزار بودن که کشت متکی با بارش باران است و افت دما از عامل بازدارندگی کشت محسوب می شود. حدود ۲۱ درصد از سطح استان برای کشت علوفه یونجه دارای پتانسیل مناسب است که شامل نواحی گرمی، اردبیل، فرودگاه، نمین، نیر و دشت مشکین شهر است که بارش بین ۳۰۰-٤۰۰ میلی‌متر، شیب ٤-۸ درصد و ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر، بیشینه و متوسط درجه حرارت مناسب، عمق خاک مناسب شرایط را برای کشت مهیا کرده است. حدود ۲۲ درصد از سطح استان برای کشت علوفه یونجه استعداد خیلی مناسب دارد که شامل نواحی پارس‌آباد، بیله سوار، اصلاندوز، غرب شهرستان کوثر و محدود اطراف شهر خلخال است که بارش بین ۳۵۰-۵۰۰ میلی‌متر، شیب کمتر

از ٤ درصد، عمق بیشتر خاک، درجه حرارت بیشینه، کمینه و متوسط مناسب، ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و از همه مهم‌تر امکان آبیاری مزرعه یونجه در موقع کمبود بارش باران از ویژگی این منطقه محسوب می‌شود. این دلایل برای پهنه‌بندی کشت اسپرس همخوانی دارد. بعلاوه نتایج به دست در این مطالعه با نتایج مطالعات ثروتی و همکاران (۱۳۹۳: ۹۳-۹۸) و نصر الهی و همکاران (۱۳۹۷: ۳۹۷: ٤١١) هماهنگ است.



شکل ١٤- پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کشت یونجه بر اساس روش WLC

نتیجه‌گیری

در این پژوهش برای ارزیابی و پهنه‌بندی کشت گیاهان علوفه اسپرس و یونجه از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش ترکیب خطی وزنی استفاده شد. با استفاده از نیاز مطلوب اقلیمی گیاهان اسپرس و یونجه، معیارهای موردمطالعه در نرم‌افزار Exper Choice محاسبه و وزن معیارها به تفکیک برای اسپرس؛ بارش سالانه با وزن ۰/۳٤۰، دمای متوسط ۰/۲٤۲، دمای بیشینه ۰/۱۲۱، ارتفاع ۰/۰۹٤، عمق خاک ۰/۰۷۱ و شیب زمین ۰/۰٦۹ و برای یونجه؛ بارش سالانه با وزن ۰/۳۳۰، دمای متوسط ۰/۲۲٤، دمای بیشینه ۰/۰۹۸، ارتفاع ۰/۰٦٦، عمق خاک ۰/۰۲۳ و شیب زمین ۰/۰٥٦ محاسبه گردید. بر اساس نتایج روش ترکیبی خطی وزنی؛ نواحی که برای کشت اسپرس و یونجه نامناسب هستند به علت ارتفاع بیش از ۲۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، کاهش کمینه دما، بارش کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر و شیب بیشتر از ۱۲ درصد می‌باشند. برای نواحی کمی مناسب نیز ارتفاع در محدوده ۱۸۰۰ متر تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا، شیب بین ۸ تا ۱۲ درصد، خاک‌های کم‌عمق و سنگلاخی، دیمزار بودن منطقه و افت دمای کمینه

عامل محدودیت درکشت هستند، در نواحی مناسب عامل محدودیت کمتر شده که بارش بین ۳۵۰ تا ٤۵۰ میلی‌متر، شیب ٤ تا ۸ درصد و ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، بیشینه دما و متوسط دما و عمق خاک مناسب برای کشت است. در نواحی خیلی مناسب محدودیتی برای کشت اسپرس و یونجه وجود ندارد، زیرا بارش بین ۳۵۰-۵۰۰ میلی‌متر، شیب زمین کمتر از ٤ درصد، عمق خاک با زهکشی مناسب، بیشینه دما، کمینه دما و متوسط دما مناسب، ارتفاع از سطح دریا کمتر از ۱۰۰۰ متر و امکان آبیاری مزارع اسپرس و یونجه در موقع کمبود بارش باران میسر است. نتایج پهنه‌بندی با روش ترکیبی خطی وزنی در محیط GIS نشان داد که حدود ۲۹ درصد از اراضی استان اردبیل خیلی مناسب، ٤۱ درصد مناسب، ۲٦ درصد کمی مناسب و ٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه اسپرس و همچنین حدود ۲۲ درصد خیلی مناسب، ۳۱ درصد مناسب، ۲۳ درصد کمی مناسب و ۲٤ درصد نامناسب برای کشت علوفه یونجه می‌باشند. نتایج این مطالعات با تحقیق عباس زاده و همکاران (۱۳۹۰) و قنواتی و همکاران (۱۳۹۱: ۱۳۷-۱٤۷) مطابقت دارد.

منابع

-اسفندیاری، صادق؛ حسن لی، علی مراد؛ فرشاد فر، محسن و صفری. ۱۳۸۷. هوشمند مقایسه عملکرد و صفات ۵ گونه یونجه یک‌ساله در شرایط دیم استان کرمانشاه، فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، دوره ۱٦، شماره ۲، ص ۲۹٤-۲۸۵.

-باقری، علیرضا و اسدی، سهیلا. ۱۳۹۸. تعیین مناطق کشت یونجه یک‌ساله با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان کرمانشاه، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۲، ص ٤۸۲-٤٦۷.

-بهروز، پیمان. فرید مؤید، نورمند. محمدی، سید ابوالقاسم.، اهری زاد، سعید و حاذق جعفری، پیام. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد بذر و صفات مؤثر بران در اکو تیپ‌های اسپرس. مجله علمی پژوهشی کشاورزی. دوره ۳، شماره ۹، ص ٤۳-۵٤.

-پور نعمتی، اردشیر؛ قربانی، اردوان؛ بهرامی، بهنام و شریفی، جابر. ۱۳۹۵. بررسی رابطه عوامل پستی‌وبلندی و اقلیمی با تولید علوفه مراتع سبلان. پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۱۱۰، ص ۷۸-۸٦.

-ثروتی، مسلم؛ جعفر زاده، علی‌اصغر؛ قربانی، محمدعلی؛ شهبازی، فرزین و دواتگر، ناصر. ۱۳۹۳. ارزیابی تناسب اراضی برای یونجه در منطقه خواجه با استفاده روش پارامتریک (ریشه دوم) و نظریه مجموعه‌های فازی، نشریه دانش آب‌وخاک، دوره ۲٤، شماره ۲، ص ۱۰۵-۹۳.

-حسن‌زاده کوهسارِ، الناز؛ قربانی، اردوان؛ معمری، مهدی، هاشمی مجد، کاظم و پور نعمتی، اردشیر. ۱۳۹٦. تغییرات تولید اولیه در اثر پستی‌وبلندی در مراتع کوهستانی شهرستان نمین. مرتع و آبخیزداری، دوره ۷۰، شماره ٤، ص ۸۵۱-۸٦۷.

-خدابنده، ناصر. ۱۳۸۹. زراعت گیاهان علوفه‌ای، انتشارات علم کشاورزی ایران.

-دشتی، مجید.، میر داودی، حمیدرضا، فاضلی کاخکی، سعید فاضل و عزیری، نرجس. ۱٤۰۰. پاسخ گونه مرتعی اسپرس کپه داغی نسبت به برخی گرادیان‌های محیطی در رویشگاه‌های طبیعی استان خراسان رضوی، بوم‌شناسی کشاورزی، دوره ۱۳، شماره ۲، ص ۱۹٤-۱۷۹.

-رستگاری، محمدعلی.۱۳۹۲. دیم‌کاری. انتشارات برهمند، ص ۳۷۰.

-زاهدی، صلاح‌الدین؛ شاهدی، کاکا، حبیب نژاد روشن، محمود؛ سلیمانی، کریم و دادخواه، کورش. ۱۳۹٦. برآورد عمق خاک با استفاده از متغیرهای محیطی به‌دست‌آمده از مدل رقومی ارتفاعی و داده‌های سنجش‌ازدور. نشریه علوم آب‌وخاک، دوره ۲۱، شماره ٤، ص ۱۲٦-۱۱۱.

-سبحانی، بهروز و دل‌آرا، قدیر. ۱٤۰۳. بررسی تأثیر الگوهای جوی مختلف بر تغییرات امواج گرمایی شهرستان نیر. نشریه جغرافیا و روابط انسانی، انتشار آنلاین ۲۳ خرداد.doi: 10.22034/GAHR.2023.406381.1908

-سبحانی، بهروز. ۱٤۰۲. پهنه‌بندی کشت درخت بِه در استان اردبیل با استفاده از روش‌های AHP، ANP، Antropy shanon، DEMATEL و WLC. دوره ٦، شماره ۳،، ص ٤٦۰-٤۸۳

-سبحانی، بهروز. ۱٤۰۳. امکان‌سنجی کشت محصول عدس با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در حوضه آبریز قره‌سو اردبیل. نشریه جغرافیا و روابط انسانی، انتشار آنلاین ۲۳ خرداد، doi: GAHR.2024.445544.2059/۱۰,۲۲۰۳٤

-سبحانی، بهروز. ۱٤۰۳. مقایسه کار آیی روش‌های AHP and EDAS برای مکان‌یابی مناطق مناسب به کشت گندم در حوضه آبریز قره‌سو. نشریه جغرافیا و روابط انسانی، انتشار آنلاین ۲۳ خرداد، doi: GAHR.2024.451823.2089/۱۰,۲۲۰۳٤

-سبحانی، بهروز. ارزیابی تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی مؤثر برکشت محصول انگور با روش‌های ARAS, AHP, WLC در منطقه مشگین شهر. نشریه جغرافیا و روابط انسانی، دوره ٦، شماره ٤، فروردین ۱٤۰۳، ص ٦۲۳-٦۰٦.

-سید شریفی، رئوف و حکم علی پور، سعید. ۱۳۸۹. زراعت گیاهان علوفه‌ای، انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی.

-سید شریفی، رئوف و حکم علی پور، سعید. ۱۳۹۵. زراعت در شرایط تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی.

-عباس زاده تهرانی، نادیا؛ بهشتی فر، محمدرضا و مربی، محمد. ۱۳۹۰. برآورد سطح زیر کشت محصول یونجه و گندم در استان قزوین با به‌کارگیری تصاویر چند زمانه، پژوهش‌های محیط‌زیست، دوره ۲، شماره ۳، ص ۸۷-۹٦.

-قلیچ نیا، حسن.، فیاض، محمد و نعمتی، هاجر. ۱٤۰۰. بررسی تأثیر فصل و روش کاری بر برخی صفات ساختاری و عملکردی گونه اسپرس (مطالعه موردی: ایستگاه آبخوان‌داری پشت کوه، ساری، مازندران)، نشریه مرتع و بیابان، دوره ۲۸، شماره ۱، ص ۱۳۷-۱۲۹.

-قنواتی، فرنگیس؛ نظری، فرشته و امیرآبادی، حسن. ۱۳۹۱. ارزیابی اکو جغرافیایی پراکنش گونه‌های اسپرس در ارتباط با خاک و اقلیم در استان کرمانشاه، یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، شماره ۲، ص ۱۳۷-۱٤۷.

-کوچکی، عوض و نصیری محلاتی، مهدی. ۱۳۷۵. اکولوژی گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد.

-گیوی، جواد. ۱۳۷٦. ارزیابی کیفیت تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

-مخدوم مجید. ۱۳۸۹. شالوده آمایش سرزمین .انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دهم.

-محمد زاده، آرش؛ موسوی بوگر؛ امین‌الله؛ بی‌غم، ضرغام و دوستی، اکرم. ۱۳۹٤. اگرواکولوژی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

-مظاهری لقب، حجت اله. ۱۳۸۷. آشنایی با گیاهان علوفه‌ای، انتشارات دانشگاه ابوعلی سینا.

-مظفری، غلامعلی. ۱۳۸۲. اصول و مبانی آب و هواشناسی کشاورزی. انتشارات نیک پندار، ص ۵۱۸.

-منیری فر، حسن؛ مرادیان، پریسا؛ احمدی عدل، رسول و مقدم، علی. ۱۳۹۹. شناسایی ارقام مناسب یونجه برای شرایط کم‌آبیاری در دشت تبریز، نشریه دانش کشاورزی و پایدار، ۳۰: (٤): ۲٦٤-۲٤۹.

-نصراللهی، نیلوفر؛ کاظمی، حسین و کامکار، بهنام. ۱۳۹٤. امکان‌سنجی کشت یونجه یک‌ساله در شهرستان آق‌قلا در استان گلستان با استفاده از GIS، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دوره ۷، شماره ۳، ص ٤۱۱-۳۹۷.

-یوسفی، بایزید و جعفری، علی‌اشرف. ۱۳۹۳. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی علوفه اکو تیپ‌های بومی اسپرس زراعی در شرایط آبی و دیم کردستان، فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۲۱، شماره ۳، ص ۵٦۱-۵٤۹.

- Alemayehu, S., Ayana, E.K., Dile, Y. Demissie, T., Yimam, Y., Girvetz, E., Aynekulu, E., Solomon, D., and Worqlu, A.W.2020. Evaluating Land Suitability and Potential Climate Change Impacts on Alfalfa (Medicago sativa) Production in Ethiopia. Atmosphere, *11*(10), 1124; https://doi.org/10.3390/atmos11101124

-Acharga, S., Sottie, E., Coulman, B., Iwaasa, A., McAllister, T., Wang, Y., Liu, J. 2013. New sainfoin populations for bloat-free alfalfa pasture mixtures in Western Canada, CropScience,. 53: 2283–2293. doi:10.2135/cropsci2012.10.0591.

-Akıncı, H., Ozalp, A.Y., Turgut, B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique.Comput, Electron. Agricultural, 97: 71–82.

-Alvaro, O, Marina, C. 2019., Variability of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seasonal Forage Production in the Southwest of Uruguay, Agrociencia Uruguay, 23(1):1-11.

-Azuhnwi,B.N., Boller,B., Martens, M., Dohme-Meier, F., Ampuero, S., Gu nter, S.,Kreuzer, M. H. D., Hess, H.D. 2011. Morphology, tannin concentration and forage value of 15 Swiss accessions of

sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) as influenced by harvest time and cultivation site, The Journal of the British Grassland Society,66: 475-487. doi: 10.1111/j.1365-2494.2011.00811.x
-Bhattarai, S., Coulman, B., Biligetu, B. 2016. Sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.): renewed interest as a forage legume for western Canada. Can, Journal Plant Science, 96: 748–756. doi:10.1139/cjps-2015-0378.
-Biligetu, B., Jefferson, P. G., Lardner, H. A., Acharya, S. N.2022. Evaluation of sainfoin (Onobrychis viciifolia) for forage yield and persistence in sainfoin–alfalfa (Medicago sativa) mixtures and under different harvest frequencies, Canadian Journal of Plant Science, 4: 525-535.
-Bula, R.J. 1972. Morphological characteristics of alfalfa plants grown at several temperatures, Crop Science, 12(5):683–690.
-Deng, F., Li, X., Wang, H., Zhang, M., Li,R and Li, X. 2014. GIS-based assessment of land suitability for alfalfa cultivation: a case study in the dry continental steppes of northern China, Spanish Journal of Agricultural Research, 12(2): 364-375.
-Durigon A, de Jong var Lier Q. 2013. Canopy temperature versus soil water pressure head for the prediction of crop water stress. Agric Water Manag, 127:1-6.
-Saaty TL and vargas LG, 1991. Predictin, Proecton and forecasting. Kluwer Academic Publishers,Dorderecht.
-Sharratt, B.S, Sheaffer C.C, Baker D.G.1989. Base temperature for the application of the growing-degree-day model to field-grown Alfalfa.Field Crop Res, 21:95-102.
Turan, N., Celen, A.E and Ozyazici, M.A. 2017. Yield and quality characteristics of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown in the eastern Turkey. Turkish Journal of Field Crops, 22: 160-165.
-Zahang, T. Kang, J, Guo, W, Zhao, Z. 2014. Yield Evaluation of Twenty-Eight Alfalfa Cultivars in Hebei Province of China, Journal of Integrative Agriculture, 13(10): 2260-2267.
-Zhao, C., Z. Feng and G. Chen. 2004. Soil water balance simulation of alfalfa (Medicago sativa L.) in the semiarid Chinese Loess Plateau. Agricultural Water Management, 69: 101-114.