مجله علمی مطالعات پژوهشی در مهندسی مکانیک آینده، ۱۴۰۳، دوره ۱، شماره ۱، ص ص ۲۱-۳۰

مجله علمی مطالعات پژوهشی
در مهندسی مکانیک آینده
www.journalhi.com/mec/

مدل سازی پراکنش مکانی آنغوره (L foetid- assa ferula) با استفاده از مدل های شبکه باور بیزین(BBN) و ماشین بردار پشتیبان (SVM)

بهناز شادمان فر[۱]

۱- دانشجوی دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل
دریافت: ۲۷ اسفند ۱۴۰۱
پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۲
ارائه در سایت: ۱۲ خرداد ۱۴۰۲

کلید واژگان:
مدل پیش‌بینی کننده
رویشگاه بالقوه
شبکه‌های باور بیزین
ماشین بردار پشتیبان(SVM)
سیستم اطلاعات جغرافیایی

چکیده

این مطالعه با هدف شناسایی عوامل محیطی موثر بر پراکنش گونه‌ی آنغوزه *(Ferula gabrielli)* و مدل‌سازی پراکنش مکانی این گونه با استفاده از مدل‌های SVM و شبکه‌های باور بیزین (BBNs) انجام شد. بدین منظور داده‌های حضور غیاب گونه تحت مطالعه با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه بندی شده (۶۵سایت حضور و ۷۰ سایت غیاب) واقع در شهرستان خور و بیابانک جمع‌آوری گردید. لایه‌های داده‌های فیزیوگرافی نظیر ارتفاع شیب و جهت نیز از نقشه DEM منطقه استخراج شد. با استفاده از روش مدل‌سازی SVM ارتباط بین پراکندگی گونه آنغوزه با عوامل محیطی بررسی و منحنی‌های عکس‌العمل گونه نسبت به این عوامل تهیه و نقشه پتانسیل پراکنش گونه‌ای تهیه گردید. نتایج حاصل از مدل SVM وBBNs نشان داد که متغیرهای محیطی بارندگی سالیانه، فصلی بودن دما، میانگین دمای روزانه، ارتفاع و بارش در سردترین فصل بر حضور این گونه تاثیر بسزایی دارد. مدل علت ومعلولی BBNs متشکل از ۳۲ متغیر مختلف نشان داد که عوامل محیطی بیشتر از عوامل مدیریتی بر مطلوبیت زیستگاه گونه‌ی آنغوزه تاثیر دارد زیرا شرایط بهره‌برداری و مدیریتی این گونه به نسبت مطلوب می باشد. مدل‌های BBNs بخوبی توانستند عدم اطمینان از نتایج پیش‌بینی را در نتایج نشان بدهند و متغیرهای مدیریتی که در مدل SVM قابل استفاده نبود بکار گرفته شد. با توجه به نقشه‌ی پیش‌بینی حاصل از مدل SVM و منحنی‌های عکس‌العمل، بیشترین احتمال رخداد حضور گونه‌ی آنغوزه در مناطقی بود که میانگین دمای روزانه ۱۵/۵درجه سانتی‌گراد، بارندگی سالیانه ۷۵ میلیمتر، ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و بارش در سردترین فصل ۲۸ میلیمتر قرار داشت. مقدار ضریب کاپا نقشه پتانسیل پراکنش گونه برابر با ۰/۸۱ و CCR برابر با ۰/۹۰ و AUC آن برابر با ۰/۹۵ بود.

Spatial distribution modeling of grapevine (L foetid-assa ferula) using Bayesian Belief Network (BBN) and Support Vector Machine (SVM) models

Behnaz Shademanfar[1]

1- PhD student, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Article Information

Original Research Paper
Received 18 March 2023
Accepted 02 October 2023
Available Online 04 October 2023

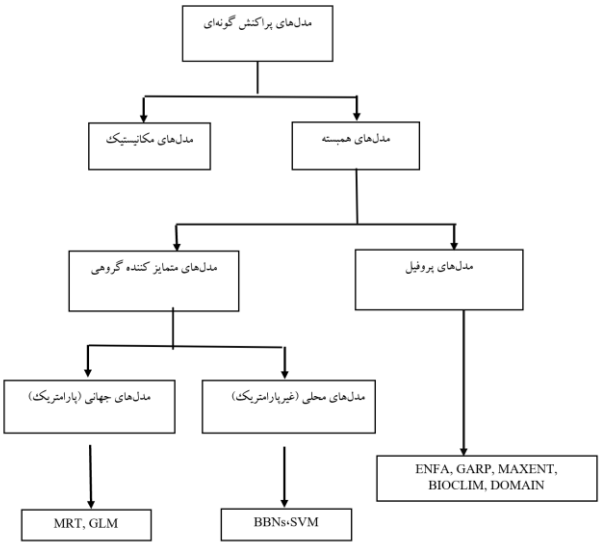
Keywords:
Predictive model
Potential habitat
Bayesian belief networks
Support Vector Machine (SVM)
geographical information system

Abstract

This study was conducted with the aim of identifying the environmental factors affecting the distribution of Ferula gabrielli and modeling the spatial distribution of this species using SVM models and Bayesian Belief Networks (BBNs). For this purpose, data on the presence and absence of the species under study were collected using the stratified random sampling method (65 sites of presence and 70 sites of absence) located in Khor and Biyabank cities. Physiographic data layers such as slope height and direction were also extracted from the DEM map of the area. Using the SVM modeling method, the relationship between the distribution of Anghuzeh species and environmental factors was investigated and the species response curves were prepared to these factors and a species distribution potential map was prepared. The results of SVM and BBNs models showed that the environmental variables of annual rainfall, seasonality of temperature, average daily temperature, altitude and precipitation in the coldest season have a significant effect on the presence of this species. The cause and effect model of BBNs consisting of 32 different variables showed that environmental factors have more influence on the desirability of the Angouzeh species habitat than management factors because the exploitation and management conditions of this species are relatively favorable. The BBNs models were able to show the uncertainty of the prediction results in the results and management variables that could not be used in the SVM model were used. According to the prediction map obtained from the SVM model and the reaction curves, the highest probability of the presence of Anghuzeh species was in the areas where the average daily temperature was 15.5 degrees Celsius, the annual rainfall was 75 mm, the altitude was 1400 to 2000 meters, and the rainfall in the coldest season was 28 mm.

۱- مقدمه

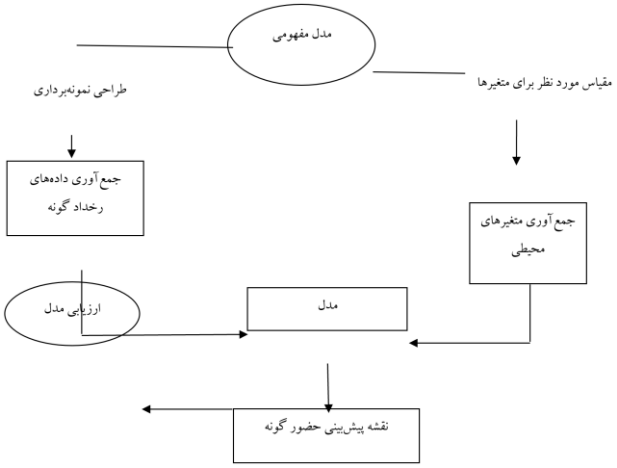
ارتباط بین عوامل محیطی با گونه¬های گیاهی یک موضوع اصلی در اکولوژی است و عوامل محیطی یکی از مهم¬ترین مسائل تأثیرگذار در شکل¬گیری ساختار جوامع گیاهی و پراکنش آنها در هر ناحیه است. کمّی کردن ارتباط بین عوامل محیطی با گونه¬های گیاهی هسته¬ای اصلی مدل¬سازی پیش‌بینی پراکنش مکانی گونه¬های گیاهی به شمار می¬آید. با افزایش توان تکنیک¬های آماری، زمین آمار و سیستم¬های اطلاعات جغرافیایی۱، توسعه مدل‌های پیش¬بینی پراکنش موجودات زنده به سرعت در اکولوژی در حال افزایش است. اهمیت متغیرهای اقلیمی به منظور تشریح توزیع حیوانات و گیاهان از قدیم الایام به صورت تجربی و از طریق مشاهده شناخته شده است و در ترکیب با دیگر متغیرهای محیطی برای تشریح الگوهای گیاهان در سرتاسر جهان استفاده شده است(Zimmermannn 2000 & Guisan). ظهور هر گونه¬ی گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و روابط بین گونه ای است و یک یا چند عامل محیطی بیشترین اثر را در استقرار یک گونه گیاهی دارند، چنانچه به طریقی بتوان عوامل تاثیر گذار بر حضور و غیاب گونه را تعیین کرد و رفتار آن را با متغیرهای محیطی و گونه‌های همراه بررسی نمود، دستیابی به مدل های پیش‌بینی توزیع گونه¬ای امکان پذیر خواهد بود (Austin 2007؛Ferrier et.al 2002). در حقیقت اینکه یک گونه در چه مناطقی حضور دارد (آشیان اکولوژیک واقعی) و درچه مناطقی می‌توان حضور داشته باشد (آشیان اکولوژیک بالقوه) همواره جهت طرح‌ریزی فعالیت¬های حفاظتی و مدیریتی برای حائز اهمیت است (علی اکبری ۱۳۸۸) . متأسفانه نقشه‌ها و پراکنش گونه‌های گیاهی به ندرت در دسترس هستند زیرا تولید این نقشه¬ها مستلزم هزینه و کار زیاد میدانی می باشد. در نتیجه تکنیک¬های مدلسازی برای پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه¬ها (رویشگاه گونه¬ها) توجه زیادی را به خود جلب کرده است Li & Hilbert 2008؛ (Guisan & Thuiller 2005). این مدل‌ها در مطالعات آت اکولوژی و پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها به عنوان ابزاری برای بررسی اثرات تغییرکاربری اراضی و سناریوهای تغییر اقلیم در پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی کاربرد دارند. همچنین مدل‌های مذکور می تواند به طور خاص نقش برجسته‌ای در نظارت، ارزیابی، احیاء، حفاظت و توسعه پایدار اکوسیستم‌های مرتعی ایفا کنند و از ابزارهای بالقوه جهت کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه‌ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های گیاهی محسوب می شود Austin 2002)؛ Li & Hilbert 2008؛ Guisan & Zimmermann 2000). از آنجا که حضور هرگونه گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و روابط بین گونه‌ای است و یک یا چند عامل محیطی بیشترین اثر را در رخداد یک گونه گیاهی ایفا می کند، اگر به طریقی بتوان عوامل محیطی اثرگذار بر پراکنش هر گونه گیاهی را تعیین نمود و عکس‌العمل گونه را نسبت به متغیرهای محیطی بررسی نمود می توان به مدل‌های پیش‌بینی رخداد گونه دست یافت (زارع چاهوکی ۱۳۸۵ و۱۳۸۶). در مدلسازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، به نقشه‌های رقومی متغیرهای محیطی و اطلاعات مکانی پراکنش گونه‌های گیاهی (داده‌های بیولوژیکی) به عنوان ورودی مدل نیاز است از مدل‌های آماری (مدل همبستگی۱) برای بیان ارتباط بین حضور گونه‌ها و عوامل محیطی استفاده می شود که معمولاً آشیان اکولوژیک یک گونه را نشان می‌دهند. مدل‌های آماری بر مبنای همبستگی می‌باشند و فاقد رابطه علت و معلولی هستند. در این مدل‌ها نیاز به تعریف متغیرهای پاسخ و پیش‌بینی‌کننده می‌باشد (Jongman et.al 1987). این مدل‌ها به دو دسته مدل‌های پروفیل۲ و متمایزکننده گروهی۳ تقسیم می¬شوند. مدل‌های متمایزکننده گروهی نیازمند داده¬های حضور و عدم حضور گونه هدف هستند و بر مبنای همبستگی و ارتباط با متغیرهای محیطی تولید می¬شوند و به دو گروه مدل‌های جهانی (پارامتریک) و مدل‌های محلی (غیرپارامتریک) طبقه‌بندی می‌شوند. در مقابل مدل¬های پروفیل براساس داده¬های فقط حضور گونه تولید می‌شود که مدل Support Vector Machine و Bayesian Belief Network جزء مدل¬های غیر پارامتریک طبقه¬بندی می‌شوند (Tarkesh & Jetshcke 2012).



شکل ۱- طبقه بندی انواع مدل‌های پراکنش گونه‌ای (Tarkesh 2008)

مدلسازی پراکنش گونه¬ای را می‌توان به ترتیب مراحل زیر انجام داد: ۱- تهیه ورودی¬های مدل که شامل اطلاعات مکانی پراکنش گونه‌های گیاهی (داده‌های بیولوژیکی) و نقشه‌های رقومی متغیرهای محیطی است. ۲- استخراج ارزش¬های مربوط به لایه¬های محیطی در نقاط حضور و غیاب.

۳- بیان ارتباط بین گونه با عوامل محیطی و رسم منحنی¬های پاسخ گونه به عوامل محیطی با استفاده از مدل آماری. ۴- تبدیل رابطه ریاضی به یک نقشه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. ۵- ارزیابی مدل تولید شده با استفاده از روش¬های آماری مختلف مثل ضریب کاپا و مساحت زیر منحنی پلات¬های ROC.



شکل ۲- شمایی کلی از یک فرایند مدلسازی پراکنش گونه

گیاه آنغوزه با نام علمی Ferula assa-foetida، گیاه دارویی از خانواده چتریان (Apiaceae) و بومی ایران است که به¬طور سنتی به¬خاطر ارزش درمانی آن مورد استفاده قرار گرفته است(Golmohammadi et al.,2016).

ترکیبات ترپنوئیدی و سسکوئی¬ترپنی به¬عنوان اجزای اصلی صمغ¬الئورزینی حاصل از ریشه، خاصیت ضد التهاب و سیتوتوکسیتی را نشان می¬دهند. در پژوهشی که انجام شده است، اسانس¬گیری توسط روش تطقیر با آب به-وسیله دستگاه کلونجر صورت پذیرفت و ترکیبات شیمیایی از جمله پلی¬سولفید و سسکوئی¬ترپن موجود در اسانس¬های حاصل از اندام¬های مختلف ریشه، ساقه، گل و برگ این گیاه توسط کروماتوگرافی گازی و طیف-سنجی جرمی (GC-MS) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به¬دست آمده نشان داد که اندام¬های گل و برگ گیاه آنغوزه به¬ترتیب بیشترین و کمترین مقدار اسانس (۰/۷ و ۰/۱درصد v/w) را دارا بوده¬اند. ترکیباتی همانند بتا-پینن، آلفا-پینن، پروپیل n-بوتیل¬دی¬سولفید و ۱،۲-دی¬تیولان ترکیبات اصلی اسانس هر چهار اندام گیاهی مربوطه را تشکیل دادند. سایر ترکیبات مهم ریشه، ساقه و گل شامل زی-۱-پروپنیل سک-بوتیل دی¬سولفید و بتا-یودسمول بوده در¬حالی¬که ۲-ایزوپروپیل-۵-متیل-۹ متیلن و بتا-مالین ترکیبات اصلی موجود در برگ بوده-اند. ترکیبات گوگرددار فرار به¬همراه ترکیبات سسکوئی¬ترپن¬ها ترکیبات غالب اسانس این چهار اندام بودند. F. assa-foetidaمی¬تواند منبعی برای تولید صمغ¬الئورزینی باشد در نتیجه می¬تواندد صنایع غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار گیرد (امینی؛ نقوی و ایرانشاهی و یزدانفر،۱۳۹۸). همچنین دانه های sativa می توانند به طور قابل توجهی نقص شناختی مکانی ناشی از مزمن مغز را بهبود بخشند(Khazdair,2019).

همچنین در پژوهش انجام شده به منظور بررسی سرعت جوانه زنی در گیاه آنغوزه (Ferula dssa-foetida L) متعلق به تیره چتریان (Apiaceae)، در معرض خطر حذف قرار گرفتن و وجود مشکلاتی که طی جوانه زنی و رشد در این گونه وجود دارد(Salehi et al.,2019)، آزمایش هایی به منظور شکستن خواب بذر این گونه و بکارگیری فن کشت جنین (ریز ازدیادی) انجام گردید. بدین منظور از چهار آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار با هدف پرآوری، تعین سرعت جوانه زنی و حفظ این گونه ارزشمند دارویی استفاده شد. بذرها در هفت تیمار به مدت ۱۰ هفته مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارها شامل (۱) شتتشو و سرمادهی (oC4) در شرایط غیر استریل، (۲ و ۳) شستشو و ضد عفونی و تیمار در دماهای (oC4) و (oC1±16) شب و ۱±۲۵ روز) در محیط کشت پایه MS به صورت مایع، (۴و۵) شستشو و استفاده از ماده شیمیایی (اسید سولفوریک ۹۸٪ در دو تیمار ۳۰ و ۶۰ ثانیه) و نگه داری در محیط کشت پایه MS در دمای (oC4)، (۶) شتشو و پیش تیمار با GA3 در محیط کشت پایه MS، (۷) استفاده از فن کشت جنین و نگه داری در محیط کشت پایه MS در دمای (oC4) می باشد. نتایج آزمایشات نشان داد که بین تیمار های سرعت جوانه زنی، تیمارهای (۴، ۵ و۷) اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت(سعیدی؛ کمالی و حکیمی،۱۳۹۴).

محتوای فنل کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها، تانن ها و فرولیک اسید شیرابه گیاه آنغوزه(Ferula assa-foetida L.) در برخی از مراتع استان کرمان (چترود، حسین آباد، کشتوئیه، جوپار و ساردوئیه) بررسی شده است. همچنین اسانس مورد استفاده با استفاده از روش تقطیر با آب از شیرابه آنغوزه استخراج شد. سپس آنالیز اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC-MS) منجر به شناسایی ۵۱ ترکیب شد. عمده ترین ترکیبات در کل مناطق شامل: (E)- ۱- پروپنیلSec - بوتیل دی سولفید، n- پروپیل sec- بوتیل دی سولفید، (Z)- بتا اوسیمن و بتا- پینن بودند. از مقایسه میانگین ترکیبات موثر شیرابه ها نشان داد که بیشترین مقدار فنل کل و فرولیک اسید در چترود، بیشترین محتوای تانن در کشتوئیه و بیشترین محتوای آنتوسیانین در ساردوئیه به دست آمد. همبستگی این ترکیب ها و عوامل محیطی نشان داد که بین متوسط ارتفاع از سطح دریاو محتوای تانن ها همبستگی منفی وجود دارد ولی بین متوسط ارتفاع و فنل کل (و فرولیک اسید) همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۵٪ مشاهده شد. کشتوئیه با بیشترین درصد ترکیبات سولفیدی بهترین کیفیت اسانس را نشان داد(نصیری و همکاران،۱۳۹۶).

۲- اهداف و فرضیات تحقیق

اهداف اصلی

۱)مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش مکانی گونه آنغوزه

۲)بررسی و مقایسه توان آماری دو مدل SVM و BBNs در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ی آنغوزه

اهداف فرعی

۱)شناسایی عوامل محیطی و مدیریتی مؤثر بر پراکنش گونه آنغوزه

۲)تعیین منحنی عکس‌العمل گونه نسبت به برخی از متغیرهای محیطی

- چهارچوب مبانی نظری پژوهش

مراتع یکی از مهم ترین منابع تجدیدشونده محسوب می شوند، که به دلیل تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خاص از اهمیت ویژه ای برخوردارند. قسمت اعظم مساحت کشور ایران شامل اکوسیستم‌های مرتعی است.

وضعیت فعلی این اکوسیستم‌ها به دلایل مختلف از جمله مدیریت غیراصولی چندان رضایت بخش نیست، برای جلوگیری از سیرقهقرایی مراتع و روند تخریب، نیاز به ارائه راهکارهای مناسب در زمینه‌های احیاء و اصلاح مراتع می‌باشد (شیدایی ، نعمتی ۱۳۷۵). اصلاح مراتع ممکن است با روش‌های مختلف انجام گیرد. انتخاب مکان مناسب برای کشت گیاهان از شروط موفقیت در یک طرح اصلاح مرتع می‌باشد. با شناسایی دقیق، رویشگاه بالقوه یک گونه گیاهی و کاشت آن در مناطق مشابه می‌توان تا حدود زیادی از موفقیت طرح اطمینان حاصل کرد (مقدم ۱۳۷۸). از دیدگاه دیگر در مناطقی که گونه‌های گیاهی با ارزش حفاظتی، دارویی، صنعتی وجود دارد نیاز به شناخت و حفاظت از این مناطق می‌باشد که در این راستا مدلسازی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی می‌تواند بسیار مفید واقع گردد.

با توجه به نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و استفاده‌های مختلفی که بشر بطور مستقیم از آن می‌نماید، ضرورت شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی جهت ثبات پایداری اجتناب‌ناپذیر است. از جمله گیاهانی که ارزش غذایی و دارویی بالایی برای انسان دارد، ولی کم تر مورد توجه قرار گرفته است می‌توان به گیاه آنغوزه[1] اشاره کرد (شیدایی ، نعمتی ۱۳۷۵).

در مدلسازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، به نقشه‌های رقومی متغیرهای محیطی و اطلاعات مکانی پراکنش گونه‌های گیاهی به عنوان ورودی مدل نیاز است. از مدل‌های آماری برای بیان ارتباط بین حضور گونه‌ها و عوامل محیطی استفاده می‌شود که معمولاً آشیان اکولوژیک یک گونه را

[1] *Ferula gabrielli*

نشان می‌دهند. مدل‌های آماری که بر مبنای همبستگی می‌باشند فاقد رابطه علت و معلولی هستند. در این مدل‌ها نیاز به تعریف متغیرهای پاسخ و پیش‌بینی‌کننده می‌باشد که متغیرهای پاسخ حضور و غیاب گونه‌ها و یا وفور گونه‌ها و متغیر پیش‌بینی‌کننده مسائل متغیرهای محیطی می‌باشد (Jogman et.al 1987). جهت مدل‌سازی مکانی پراکنش گونه‌ها، نقشه‌های رقومی متغیرهای محیطی و اطلاعات مکانی پراکنش گونه‌های گیاهی به عنوان ورودی مدل نیاز است و ماتریس داده‌ها استخراج می‌شود. با استفاده از مدل آماری ارتباط گونه با عوامل محیطی را با ترسیم منحنی‌های پاسخ گونه به عوامل محیطی بررسی شده و روابط در سیستم اطلاعات جغرافیایی بصورت نقشه پراکنش بالقوه گونه تولید می‌گردد.

این مدل‌ها علاوه بر اهمیت اولیه به عنوان ابزار تحقیق در مطالعات اکولوژیکی پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، به عنوان ابزاری برای بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی و سناریوهای تغییر اقلیم در پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی کاربرد دارند. همچنین مدل‌های SVM و BBNs می‌توانند به طور خاص نقش برجسته‌ای در نظارت ، ارزیابی ، احیاء، حفاظت و توسعه پایدار اکوسیستم‌های مرتعی ایفا کنند و از ابزارهای بالقوه جهت کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های گیاهی محسوب می‌شوند(Guisan & Zimmermann 2000 ؛ Austin 2002 ؛Li & Hilbert 2008).

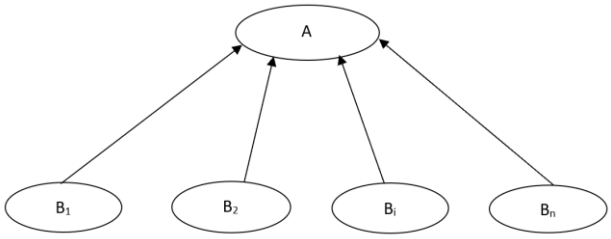
۳- روش شناسی پژوهش

این مطالعه با هدف شناسایی عوامل محیطی موثر بر پراکنش گونه‌ی آنغوزه (Ferula gabrielli) و مدل‌سازی پراکنش مکانی این گونه با استفاده از مدل‌های SVM و شبکه‌های باور بیزین (BBNs) انجام شد. بدین منظور داده‌های حضور غیاب گونه تحت مطالعه با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه بندی شده (۶۵سایت حضور و ۷۰ سایت غیاب) واقع در شهرستان خور و بیابانک جمع‌آوری گردید. نقشه‌های لایه‌های محیطی اقلیمی از سایت Worldclim برای شهرستان خور و بیابانک تهیه شد. لایه‌های داده‌های فیزیوگرافی نظیر ارتفاع شیب و جهت نیز از نقشه DEM منطقه استخراج شد. با استفاده از روش مدل‌سازی SVM ارتباط بین پراکندگی گونه آنغوزه با عوامل محیطی بررسی و منحنی‌های عکس‌العمل گونه نسبت به این عوامل تهیه و نقشه پتانسیل پراکنش گونه‌ای تهیه گردید. سپس با توجه به نتایج مدل SVM (منحنی‌های عکس‌العمل گونه) ارتباط بین متغیرهای محیطی مهم و حضور و غیاب گونه با استفاده از روش BBNs مدل‌سازی شد و مدل داده‌ای BBNs تهیه گردید. در گام بعد یک مدل BBNs علت و معلولی با استفاده از متغیرهای دو مدل فوق و همچنین متغیرهای مدیریتی و سایر عوامل محیطی که در این دو مدل استفاده نشده بودند نظیر شرایط ادافیکی ، برخی خصوصیات فیزیوگرافی و دوره یخبندان با استفاده از نظر ۳ کارشناس آشنا به اکولوژی این گونه تهیه و با استفاده از تحلیل سناریو ارزیابی گردید.

۴- نتایج

- **مدل‌سازی رویشگاه با استفاده از مدل باور بیزین**

شکل ۳- نمایش مدل شبکه های بیزین ساده را نشان می‌دهد.



شکل ۳- مدلی از شبکه بیزین ساده

در نگرش بیزی، با فرض اینکه مدل‌های احتمالی دارای پارامترهای ناشناخته‌ای هستند که برای هر یک از مقادیر ناشناخته، توزیع احتمال اولیه‌ای در نظر گرفته می‌گیریم که بازگو کننده باور ما به محتمل بودن هر یک از این مقادیر بدون دیدن داده است. با جمع‌آوری داده و مشاهده آن، مقدار توزیع احتمال ثانویه را محاسبه و با استفاده از آن به یک نتیجه‌گیری در مورد عدم قطعیت می‌رسیم. همچنین با میانگین‌گیری روی مقادیر احتمال ثانویه پیش‌بینی انجام می‌دهیم به گونه‌ای که خطای ثانویه مورد انتظار کاهش یابد.

همچنین، اگر در فضای فرضیه H بدنبال بهترین فرضیه‌ای باشیم که در مورد داده‌های آموزشی D صدق کند، یک راه تعیین بهترین فرضیه، انتخاب محتمل‌ترین فرضیه بر مبنای داده‌های آموزشی D است. می‌توان انتظار داشت تئوری بیز چنین راه حلی را ارائه می‌دهد. این تئوری امکان محاسبه احتمال ثانویه را بر مبنای احتمالات اولیه می‌دهد:

(رابطه)

$$p(h|D) = \frac{P(D|H)P(H)}{P(D)}$$

p(h|D) : احتمال شرطی پیشامدh(احتمال پسین)

p(D|H) : احتمال شرطی پیشامد D به شرطی که پیشامد H اتفاق افتاده باشد(احتمال پیشین)

P(H): احتمال وقوع پیشامد H

P(D): احتمال وقوع پیشامد D

هر چه احتمال مشاهده D مستقل از h بیشتر باشد به این معنا خواهد بود که D شواهد کمتری در حمایت از h در برا دارد. در حالی که هر چه احتمال مشاهده D همراه با پذیرش فرضیه h بیشتر باشد داده‌های D شواهد بیشتری در حمایت از h دربر دارد.

قضیه بیز روشی برای دسته بندی پدیده ها، بر پایه احتمال وقوع یا عدم وقوع یک پدیده است و در نظریه احتمالات با اهمیت و پرکاربردتراست. این قضیه از آن جهت مفید است که می‌توان از طریق آن احتمال یک پیشامد را با مشروط کردن نسبت به وقوع و یا عدم وقوع یک پیشامد دیگر محاسبه کرد. در بسیاری از حالت‌ها، محاسبه احتمال یک پیشامد به صورت مستقیم کاری دشوار است. با استفاده از این قضیه و مشروط کردن پیشامد مورد نظر نسبت به پیشامد دیگر، می‌توان احتمال مورد نظر را محاسبه کرد.

اولین مرحله شناخت مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار بر حضور و غیاب گونه و مطلوبیت زیستگاه گونه که برای شناخت این متغیرها برای حضور گونه از نتایج مدل SVM و منحنی‌های حاصل از آن مدل استفاده شد و برای مطلوبیت زیستگاه گونه از اطلاعات موجود از عوامل محیطی و مدیریتی و استفاده از نظر متخصصین و با مطالعه دقیق در مورد گونه و منطقه‌ی خور و بیابانک تعیین گردید. برای مدل BBN متشکل از ۵ متغیر مهم محیطی، ابتدا

case file از متغیرها و نقاط حضور و غیاب گونه تهیه و وارد برنامه Netica 3.12 شد سپس به رسم نمودار تاثیر گونه پرداخته شد و هر متغیر به دو طبقه تقسیم شد که یک طبقه بیشترین احتمال حضور گونه و طبقه‌ی دیگر کمترین احتمال حضور گونه را نشان داد. مرحله‌ی بعدی تبدیل نمودار اثر به مدل پیش‌بینی کننده و تشخیصی است و سپس جداول احتمال شرطی با استفاده از اطلاعات حاصل از منحنی‌های عکس‌العمل مدل SVM و نظر کارشناسی بنا شد که ابتدا احتمال بهترین سناریو و سپس سناریوای که مهم‌ترین متغیرها در بهترین حالت خود قرار دارند و در نهایت به تجزیه و تحلیل حساسیت پرداخته شد که هرچه عوامل از کاهش بی‌نظمی بیشتری برخوردار باشند از اهمیت بیشتری بر حضور و غیاب گونه ومطلوبیت زیستگاه گونه برخوردار هستند. در مدل علت و معلولی علاوه بر مهم‌ترین عوامل محیطی حاصل از مدل SVM از دیگر عوامل محیطی و عوامل مدیریتی با استفاده از مطالعات در مورد گونه و منطقه و نظر کارشناسی استفاده شد که این عوامل در قالب نمودار تاثیر در محیط Netica 3.12 اجرا شد که سعی بر این بود که هر گره به طبقاتی تقسیم گردد که یکی از طبقات شرایط مطلوب برای زیستگاه گونه را نشان دهد و طبقه‌ی دیگر شرایط نامطلوب برای زیستگاه گونه را نشان دهد مرحله‌ی بعدی تبدیل نمودار اثر به مدل پیش‌بینی کننده و تشخیصی است. سپس به پر کردن جداول احتمال شرطی با استفاده از نظر کارشناس پرداخته شد ابتدا احتمال بهترین و بدترین سناریوها انجام شد و سپس به سناریوهایی که در آنها مهم‌ترین متغیرها در بهترین وضعیت خود قرار دارند پرداخته شد. در نهایت به حساسیت سنجی مدل پرداخته شد. باید توجه داشت که تمامی متغیرهای شناخته شده به منظور ساختن مدل استفاده نمی‌شوند. به عنوان مثال متغیرهایی که منجر به پیچیدگی بیش از حد شبکه می‌شوند وارد شبکه نمی‌گردند. همچنین حضور برخی از متغیرها در شبکه به دلیل حضور متغیر جامع‌تر که به طور غیرمستقیم تأثیر متغیرهای دیگر را نشان می‌دهد لازم نبوده و فقط منجر به پیچیدگی بیشتر شبکه می‌گردد.

- **تهیه نمودار تاثیر**

مرحله بعدی، تهیه نمودار اثری است که نشان دهنده ارتباطات و اثرات هر یک از این متغیرها بر یکدیگر و بر درصد حضور و غیاب گونه آنغوزه و در نهایت بر مطلوبیت زیستگاه آنغوزه صورت گرفت. باید توجه داشت با اینکه در ظاهر طراحی نمودار براساس باورهای طراحان مدل از گونه و رویشگاه آن صورت می گیرد، این فرآیند پس از مرور منابع و ارزیابی بسیار جامع و وسیع احتیاجات گونه و شرایط رویشگاه و با استفاده از نتایج منحنی عکس‌العمل گونه آنغوزه صورت گرفت.

هر متغیر پیشنهادی ، از جنبه های متفاوتی بررسی و بحث شد:

*متغیر تعریف گردید

*حالات مربوط به متغیر تعیین شد

*روش اندازه‌گیری متغیر بررسی شد.

*علت اهمیت متغیر مورد بحث قرار گرفت.

*رابطه دامنه تغییرات متغیر با مطلوبیت رویشگاه گونه بحث شد

*عوامل مؤثر بر متغیر تعیین گردید.

در فرآیند تهیه نمودار اثر تا حد ممکن از رهنمودهای تهیه شده توسط مارکوت و همکاران (۲۰۰۶) استفاده گردید. این رهنمودها به طور خلاصه بیان می‌گردند (Mandeberg 2004)

۱- تعداد گره‌های والدی هر گره تا جایی که ممکن است باید ۳ یا کمتر از ۳ باشند.

۲- گره‌های فاقد گره والدی (گره ورودی) که نمایشگر عوامل محیط زیستی و رویشگاهی می‌باشند، از طریق داده‌های موجود و یا سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، GIS، برآورد می‌گردند.

۳- گره‌های میانی به عنوان واسطه‌های میان سایر متغیرهای اصلی شبکه بکار می‌روند.

۴- تا حد امکان از گره‌هایی استفاده می‌شود که قابل کمّی‌سازی باشند و یا به خوبی تشریح گردند.

۵- از حداقل حالات ممکن برای نمایش اثر هر گروه استفاده می‌شود. اما در عین حال باید توجه داشت تعداد حالات هر گره کافی باشند. بنابراین تا حد ممکن به ساده‌سازی گره‌ها و حالات مربوط به آن ها پرداخته شد. تا جایی که از دقت تخمین ها کاسته نشود. به گفته مارکوت و همکاران (۲۰۰۶) ، تعیین متغیرها یا گره‌های نمودار اثر با در نظر گرفتن تعادلی میان صرفه جویی و دقت انجام می‌گیرد. اما باید توجه داشت همیشه افزایش دقت به معنی افزایش صحت نیست.

۶- تعداد لایه‌های شبکه (زنجیره‌ای از گره‌های مؤثر بر هم) تا حد امکان بهتر است ۴ و یا کمتر باشد.

۷- زمانی که نیاز به مدل‌سازی در مقیاس‌های متفاوت است، باید این مدل‌ها بطور همزمان تهیه گردند. به طوری که خروجی یک مدل، ورودی مدلی دیگر باشد

۸- پشت هر گره و ارتباط در شبکه منطقی وجود دارد که باید مستند باشد. برخی نرم افزارها مانند Netica، امکان اضافه کردن اطلاعات ضمیمه هر گره مانند تاریخ، منبع، اطلاعات به روزرسانی و تعریف هر گره را به عنوان ویژگی گره فراهم می کنند.

۹- چنانچه میان گره‌های ورودی همبستگی وجود داشته باشد، در نظر گرفتن ارتباط میان آن‌ها در شبکه ضروری است.

نمودار اثر تهیه شده طبق روش دلفی، طی چندین مرحله مرور توسط متخصصان مربوطه اصلاح و تکمیل گردید. نظریات و اصلاحات پیشنهادی توسط ۳ متخصص مورد بررسی مجدد قرار گرفت و در نهایت نمودار نهایی متغیرهای مؤثر بر مطلوبیت رویشگاه گونه آنغوزه تهیه گردید.

- **تهیه مدل شبکه‌های باور بیزین**

مرحله بعدی، تبدیل نمودار اثر به مدل‌های پیش‌بینی‌کننده و تشخیصی است. بدین منظور نمودار اثر تهیه شده توسط برنامه Netica 3.12، به یک شبکه از متغیرهای مرتبط و مؤثر تبدیل گردید. Netica، یک برنامه توانمند و با کاربری آسان جهت کار با نمودارهای اثر و شبکه‌های باور بیزین است که توسط شرکت نرم افزاری Norsys، تهیه شده است. در این مطالعه با توجه به قابلیت بالای Netica 3.12 در مدل‌سازی به روش شبکه‌های باور بیزین از این برنامه استفاده شد.

برای اینکه شبکه تهیه شده به مدل پیش‌بینی‌کننده و تشخیصی تبدیل گردد، باید روابط تک تک متغیرهای مؤثر بر یکدیگر، کمی سازی گردد. کمی سازی روابط میان متغیرها در نرم افزار Netica 3.12، به کمک جداول احتمالی شرطی صورت گرفت. اساس شبکه‌های باور بیزین براساس قضیه بیزَ، یا همان احتمالات شرطی است. در این جداول به کمک اعداد و نسبت ها وضعیت یک متغیر را براساس وضعیت و حالات متغیرهای مؤثر بر آن، تعریف شود. در پر کردن جداول احتمال شرطی باید توجه داشت، بالاترین احتمال به سناریویی (ترکیبی از حالات گره های والدی) اختصاص داده شود که محتمل‌ترین نتیجه را به دنبال خواهد داشت. کمی سازی روابط و تنظیم احتمالات در جداول احتمالی شرطیَ، براساس اطلاعات حاصل از داده‌های

تجزیه و تحلیل مکانی، نتایج حاصل از مدل SVM، منحنی‌های عکس‌العمل، داده‌های تجربی و قضاوت، کارشناسی می‌باشد. بطوری که توزیع احتمالات میان حالات متفاوت متغیرها بصورت منطقی و براساس دانش کنونی ما شکل می‌گیرد (Mandelberg 2004).

اطلاعات مربوط به مطلوبیت رویشگاه بصورت روابط احتمالی میان متغیرها فقط به کمک مرور منابع ممکن نیست (Nyberg et.al 2006). بنابراین تکمیل احتمالات مربوط به سناریوها بیش از هر چیز متکی بر دانش متخصصان می‌باشد. ابتدا جداول به صورت جداگانه توسط هر یک از متخصصان تکمیل گردیدند و سپس طی جلسات حضوری در مورد توزیع احتمالات مربوط به حالات هر متغیر بازبینی و بحث صورت گرفت و نهایتاً احتمالات قابل قبول در نظر گرفته شدند. در اکثر مواقع کمی نمودن روابط بصورت ارزش‌های احتمالاتی بسیار دشوار می‌باشد (Goovaerts 1999).

روش تکمیل جداول احتمال شرطی مانند روش پیشنهادی توسط مارکوت (۲۰۰۶) و اسمیت (۲۰۰۷) بود. بدین ترتیب در مدل علت و معلولی ابتدا احتمالات بهترین و بدترین سناریوها انجام شد و سپس به سناریوهایی که در آنها مهم‌ترین متغیرها در بهترین وضعیت خود قرار دارند. احتمالات در نظر گرفته شد و نهایتاً تعیین احتمالات سایر سناریوهای حدواسط بر پایه احتمالات مربوط به این سناریوها انجام شد(Mandelberg 2004) ؛ Smith et al. 2007). پس از تکمیل احتمالات مربوط به هر جدول، احتمالات موجود در هر ردیف با هم مقایسه و تغییر احتمالات ارزیابی مجدد و در صورت نیاز اصلاح و تعدیل گردید(Mandelberg 2004) . اختصاص دادن احتمالات به حالات مربوط به هر متغیر به صورت توافقی انجام شد و در صورت اختلاف نظر بر روی اعداد، میانگین حسابی اعداد پیشنهادی متفاوت به کار گرفته شد (Miller & Franklin 2002). همچنین با توجه به هدف حفاظتی و مدیریتی تهیه مدل و اینکه گونه هدف یک گونه حفاظتی و آسیب پذیر تلقی می‌شود در اختصاص دادن احتمالات به حالات متغیرها تا حد امکان محافظت کارانه عمل شد. زیرا در واقعیت آستانه تحمل گونه به برخی از تغییرات، کاملاً مشخص نیست. به هر حال، اریبی در تصمیمات متخصصان امری اجتناب ناپذیر است اما تلاش زیادی صورت گرفت تا با بکارگیری نظرات متخصصان مختلف این اریبی به حداقل ممکن کاهش یابد.

- **ارزیابی مدل شبکه‌های باور بیزین**

ارزیابی و اعتبارسنجی شبکه‌های باور بیزین بخش مهمی از آزمودن توانایی آن ها جهت پیش‌بینی احتمال رخداد گونه و مطلوبیت رویشگاه بالقوه است. در این مطالعه از چندین روش جهت ارزیابی مدل استفاده شده است. این روش‌ها شامل بازبینی مجدد مدل و تجزیه تحلیل حساسیت می‌باشند.

- **بازبینی مجدد مدل**

پس از اینکه مدل تهیه شده در مراحل مختلف از نظر ساختار و روابط اصلاح و تکمیل شد و جداول احتمال شرطی تعریف شدند، یک بار دیگر به بررسی کلی روابط میان متغیرها و به خصوص روابط کمی شده آنها پرداخته‌شد. به این نکته توجه شد که تمامی احتمالات اختصاص یافته به سناریوها مورد بررسی و ارزیابی مجدد قرار گیرند. به خصوص در مورد احتمالات تعیین شده توسط محاسبه گر احتمالاً باید بررسی کامل و دقیق صورت گیرد. زیرا گاهی طبیعت شرایطی را نشان می‌دهد که از منطق آمار و ریاضی مستثنی است. در تمامی مراحل بازبینی باید توجه داشت شبکه تهیه شده بازتاب کننده اصول بوم شناختی مربوط به رویشگاه و گونه، نظر متخصصین و اطلاعات حاصل از مرور منابع باشد (Nyberg et.al. 2006).

- **تجزیه و تحلیل حساسیت**

به طور کلی تجزیه و تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که چگونه عدم قطعیت خروجی مدل از عدم قطعیت هر یک از مدل‌های خروجی ناشی می‌شود. این مسأله بخصوص در مطالعه، مطلوبیت رویشگاه مهم است، زیرا این تجزیه و تحلیل می‌تواند به شناسایی محرک‌های کلیدی مدل و عدم قطعیتی که در عدم قطعیت کلی مدل تأثیر دارند، بپردازد. در برخی موارد امکان کاهش این عدم قطعیت از طریق توسعه جمع‌آوری داده ممکن است. بنابراین تجزیه و تحلیل حساسیت می‌تواند به توصیه‌هایی در زمینه پایش و تحقیقات آینده در منطقه مورد مطالعه منتج شود(Olga & King 2007). این ویژگی مدل نقطه قوت آن در کمک به مدیران منابع در زمینه تصمیم‌گیری های مدیریتی می‌باشد. زیرا یک نکته کلیدی در مدیریت سازگاری سود بردن از اطلاعات حاصل از فعالیت‌های تحقیقاتی و پایش در جهت افزایش اطلاعات به منظور تصمیم‌گیری در آمده است (Nicandro et.al 2007).

تجزیه و تحلیل حساسیت برای هر یک از گره‌ها (متغیرها) در نرم افزار Netica 3.12 براساس درجه کاهش بی‌نظمی بیشتر به معنی درجه اثر بیشتر می‌باشد. اطلاعات حاصل از تجزیه و تحلیل حساسیت، به منظور تعیین متغیرهای ورودی که بیشترین اثر را بر حضور و غیاب گونه و مطلوبیت رویشگاه و عدم قطعیت آن دارند، بکار می‌رود.

۵- نتیجه گیری

عوامل محیطی، روابط بین گونه‌ای و شرایط مدیریتی تاثیر بسزایی در پراکنش گونه‌های گیاهی دارند. مدلهای پیش‌بینی پراکنش گونه گیاهی تاثیر عوامل محیطی و در برخی مدل‌ها نظیر مدل شبکه باور بیزین تاثیر عوامل مدیریتی را روی پراکنش گونه گیاهی تعیین نموده و رفتار گونه را در ارتباط با این متغیرها بررسی می‌نمایند. این نقشه‌ها علاوه بر تعیین عوامل موثر در پراکنش گونه گیاهی، دامنه پراکنش جغرافیایی آن گونه را نیز نمایش می‌دهد و می تواند فرضیات اکولوژیکی جدیدی را جهت تحقیقات آینده فراهم کند. آگاهی از ویژگی‌های محیطی ومدیریتی رویشگاه هر گونه گیاهی نقش موثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط محیط در مناطق مشابه دارد. بنابراین می‌توان از نتایج این تحقیق در جهت اصلاح و احیای پوشش گیاهی مناطق با شرایط مشابه استفاده کرد که یکی از دستاوردهای مهم این تحقیق است.

اهم و خلاصه نتایج بدست آمده از این مطالعه به قرار زیر می باشد:

۱- نتایج مدل SVM نشان داد که در منطقه خور و بیابانک حدود نیمی از منطقه فاقد شرایط لازم برای رویشگاه گونه آنغوزه است و مناطق مرتفع در جهت‌های جنوب، غرب و جنوب غرب با سطحی معادل ۳۰ ٪ از کل منطقه مطالعاتی دارای پتانسیل خوب و عالی جهت رشد این گیاه است.

۲- نتایج حاصل از ارزیابی نقشه پتانسیل پراکنش گونه آنغوزه بدست آمده از مدل SVM با استفاده از داده‌های مدل و ماتریس خطا نشان داد که مدل پیش‌بینی شده با مقدار ضریب کاپای ۰/۸۱ دارای تطابق عالی (براساس طبقه‌بندی لندیس و کخ) و سطح زیر منحنی پلات (AUC) برابر با ۰/۹۵ دارای تطابق خوب نقشه‌ی خروجی با واقعیت زمینی است که نشان‌دهنده‌ی عملکرد مناسب این مدل می‌باشد.

۳- منحنی های عکس‌العمل گونه آنغوزه حاصل از مدل SVM نشان داد که حضور و فراوانی این گونه نسبت به متغیر محیطی فصلی بودن دما شبه گوسی، میانگین دمای روزانه حالت گوسی، مقدار بارش سالانه حالت نمایی منفی، بارش در سردترین فصل خطی کاهشی و با عامل ارتفاع حالت خطی افزایشی است.

۴- میدان اکولوژیک گونه آنغوزه در منطقه خور و بیابانک بنحوی است که این گونه در رویشگاه‌های با میانگین دمای روزانه ۱۴/۷تا۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد با میزان اپتیمم۱۵/۳ تا ۱۵/۵درجه سانتگیراد، بارش سالیانه ۷۳ تا ۸۸ میلیمتر با میزان اپتیمم ۷۳ تا ۷۵ میلیمتر، بارش در سردترین فصل ۲۷ تا ۳۵ میلیمتر با میزان اپتیمم ۲۷ تا ۲۹ میلیمتر و ارتفاع ۸۸۱ تا ۱۹۵۲ متر از سطح دریا با میزان اپتیمم ۱۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد.

۵- حضور گونه آنغوزه در ارتفاعات می‌تواند گواه عدم وجود مکانیزم مقاومت به خشکی و صخره دوست بودن این گونه باشد. این گونه در درصد شیب‌های بالای خاک که سطح خاک حالت سنگلاخی به خود بخاطرریشه‌های قوی می‌تواند شرایط سنگلاخی را تحمل کرده و مستقر شود.

۶- بذر این گونه به یک دوره پس‌رسی نیاز دارد تا بتواند در فصل رشد جوانه بزند باید دوره یخبندان را بگذراند به همین دلیل این گونه در ارتفاعات که ماندگاری برف بیشتر است دیده می‌شود. این گونه چون دوره رشد کوتاهی دارد (اسفند تا اردیبهشت) برای تکمیل دوره رشد خود به درجه حرارت نیاز دارد که دوره رشد خود را کامل کند و برای دریافت این دما برای استقرار شیب‌های گرم را بیشتر ترجیح می‌دهد.

۷- تحلیل حساسیت مدل BBNs داده‌ای نشان داد که اهمیت متغیرهای محیطی به لحاظ حضور گونه Ferula gabrielli به ترتیب شامل فصلی بودن دما، میانگین دمای روزانه، بارندگی سالیانه، ارتفاع و بارش در سردترین فصل می‌باشد.

۸- ¬تحلیل حساسیت مدل BBNs علت معلولی نشان داد که عوامل محیطی نقش مهمتری نسبت به عوامل مدیریتی برای تعیین مطلوبیت زیستگاه این گونه دارند. شرایطی نظیر فراهم بودن خصوصیات دمایی، وجود دوره یخبندان، میزان و خصوصیات بارش و ارتفاع از سطح دریا از جمله موارد کلیدی در تعیین مطلوبیت زیستگاه این گونه است.

۹- به دلیل اهمیت اقتصادی گونه آنغوزه بهره‌برداران به نوعی در این رویشگاه‌ها مدیریت می‌کنند که به اصل سرمایه (حفظ گونه‌های آنغوزه) لطمه نخورد و مدیریت این رویشگاه‌ها با تشکیل اتحادیه‌های بهره‌برداری و تهیه طرح‌های بهره‌برداری زیر نظر اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان شکل بهتری بخود گرفته و شرایط مدیریتی در رویشگاه‌های این گونه نسبتا مطلوب است به همین دلیل عوامل مدیریتی در تعیین رویشگاههای بالقوه این گونه اهمیت بالایی در نتایج تحلیل حساسیت نداشته است.

۱۰- فاکتورهای ادافیکی نسبت به فاکتورهای اقلیمی اهمیت کمتری در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه آنغوزه دارد اما این بدان معنی نیست که در صورت نامناسب بودن شرایط ادافیکی (نظیر شور بودن خاک) این گونه حضور داشته باشد.

۱۱- عوامل مدیریتی تحت تاثیر عوامل بهره‌برداری و برداشت محصول می‌باشد که مهم‌ترین عامل مدیریتی تاثیرگذار شدت بهره‌برداری است. شدت بهره‌برداری بیشترین تاثیرپذیری را از فاصله بهره‌برداری دارد که می‌تواند در تعداد دفعات برداشت منعکس گردد، بدین صورت با برداشت بی‌رویه و تیغ زدن، گیاه خاصیت صمغ خود را از دست خواهد داد و از بین خواهد رفت.

۱۲- در مدلBBNs داده‌ای به دلیل اینکه برای ساخت این مدل از داده‌های واقعی استفاده شد، نیاز به استفاده از نظر کارشناسی در تکمیل جداول احتمال شرطی نبود و این باعث کاهش خطای مدل گردید.

۱۳- مزیت مدل علت و معلولی BBNs نسبت به مدل داده‌ای و همچنین مدل SVM در این است که شرایط مدیریتی نیز در این مدل لحاظ شده است و همچنین حالت علت و معلولی برای کاربر مدل بسیار قابل فهم می باشد.

۱۴- حساسیت سنجی مدل علت و معلولی BBNs نشان داد که از بین متغیرهای اقلیمی به ترتیب دوره یخبندان، میانگین دما روزانه، بارش سالانه و بارش در سردترین فصل موثرترین عوامل می‌باشند .

۱۵- مدل بیزین روش مناسبی برای مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گونه آنغوزه می باشد. ترکیب داده‌های GIS با دانش کنونی متخصصین موجب شد که اطلاعات مناسبی جهت پشتیبانی دانش کارشناسی و تهیه مدل به دست آید.

این مطالعه نشان داد که مدل SVMنیز قابلیت مناسبی برای مدل‌سازی و تهیه نقشه پتانسیل رویشگاه‌های گونه‌های گیاهی دارد. این مدل نسبتا ساده بوده و دارای راندمان مناسب برای داده‌های با ابعاد وسیع است. این مدل نیاز به یک تابع کرنل خوب و انتخاب پارامتر C دارد.

مدل BBNs علت و معلولی که در این مطالعه استفاده شد دارای مزایایی بود که از آن جمله می‌توان به نمایش تصویری برهم‌کنش متغیرها، قابلیت به روزرسانی مدل و امکان تکمیل و اصلاح، آسان بودن درک شبکه توسط افراد دیگر (غیر مدل سازان)، امکان دخالت اطلاعات کیفی داخل مدل، نمایش نتایج به صورت توزیع احتمالات نسبی و شناسایی گپ‌های علمی (عدم آگاهی از ارتباط بین متغیرها و عدم قطعیت کارشناسان) اشاره داشت.

این مدل‌ها دارای معایبی نیز بودند که دشوار بودن ارزش‌گذاری در قالب جداول احتمال شرطی و احتمال بروز خطا در تکمیل این جداول، دشواربودن کمی‌سازی متغیرهای میانی در مدل و مشکل گسسته‌سازی متغیرهای پیوسته از آن جمله می باشد.

در مدل BBNs داده‌ای تنها عوامل محیطی دخالت داده شد و در نهایت احتمال حضور و غیاب گونه آنغوزه بررسی شد. مزایای این مدل شامل ساخت سریع مدل، تفسیر آسان و تکمیل جداول احتمالات شرطی با استفاده از داده‌های واقعی و بدون نظر کارشناسی بود. این در حالی بود که در مدل BBNs علت و معلولی علاوه بر عوامل محیطی، عوامل مدیریتی هم نقش داشت و در نهایت مطلوبیت زیستگاه گونه آنغوزه پیش‌بینی شد.

دیدگاه‌های پراکنش بالقوه گونه‌های گیاهی جایگزینی برای پژوهش‌های میدانی تهیه نقشه پراکنش گونه نبوده، بلکه تنها وسیله‌ای برای ساختار دادن به دانش رابطه گونه-زیستگاه می‌باشد. بنابراین قابلیت استناد و اعتماد به آن میزان واقعی بودن، دقت و صحت داده‌ها و دانش به کار گرفته شده جهت تهیه مدل بستگی دارد. در واقع توصیه می‌شود، به جای استفاده از این مدل‌ها به عنوان عامل تصمیم‌گیری به عنوان راهنمایی جهت کمک به سایر اقدامات پژوهشی در زمینه پایش، پژوهش، حفاظت و نهایتا مدیریت گونه آنغوزه استفاده شود. این مدل ها به عنوان ابزارهایی توانا جهت ارائه راهنمایی‌های مدیریتی به منظور مدیریت سرزمین و منابع در مقیاس‌های متفاوت از محلی گرفته تا مقیاس سیمای سرزمین و مقیاس‌های کلان‌تر عمل می‌کند. توانایی این ابزارها در تعیین مهم‌ترین متغیرهای زیست‌محیطی، تعیین و کمّی‌سازی روابط این متغیرها و در نهایت تشخیص و پیش‌بینی شرایط بخش وسیعی از نیازهای مدیریتی و حفاظتی یک گونه را فراهم می‌نماید.

مراجع

امید بیگی، رضا، و همکاران، ۱۳۸۳. بررسی روش های مختلف تیغ زنی بر بقای گیاه آنغوزه، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۵۷ ، جلد ۴.

امینی، هاجر و نقوی، محمدرضا و ایرانشاهی، مهرداد و یزدانفر، نجمه،۱۳۹۸،آنالیز ترکیب شیمیایی اندام های مختلف Ferula assa-foetida L. با استفاده از GC-MS..... https://civilica.com/doc/1015850

باقر زاده،ک.، (۱۳۷۹). شناسایی رویشگاه ها، تعیین تراکم و پراکندگی گیاه باریجه *Ferula gummosa* در استان اصفهان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان اصفهان، ۴۴ صفحه.

باقر زاده، ک.، ۱۳۸۵. بررسی ویژگی های اکولوژیکی گیاه داروئی صنعتی آنغوزه در منطقه خور و بیابانک، اولین همایش منطقه ای گیاهان داروئی ادویه ای و معطر، ۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۵، شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی.

برونوس، ب.، پارسا، س.، علیزاده، ز.، محمودی، س.، (۱۳۹۵)، شکست خواب و بررسی خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه آنغوزه، همایش ملی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران، ۰۱-۱۹۶.

جعفریان جلودار، ز.، ۱۳۸۷، مدلسازی مکانی پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های اکولوژیکی و داده های ماهواره ای، پایان نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۱۲ صفحه.

حسنی، ب. و همکاران، ۱۳۸۶. بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی بر شکست خواب و جوانه زنی بذر گیاه داروئی آنغوزه *Ferula assa-foetida* ، سومین همایش گیاهان داروئی، ۲ و ۳ آبان ۱۳۸۶، تهران، دانشگاه شاهد.

رنجبر، ن.، ۱۳۹۳، بررسی انتخاب زیستگاه و مدل سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده استان کهگیلویه و بویر احمد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

رنجبر، ن.، ۱۳۹۳، ارزیابی مطلوبیت زیستگاه بز وحشی در پارک ملی کلاه قاضی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

زارع چاهوکی، م.ع، ۱۳۸۶، کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد، نشریه پژوهش و سازندگی ، جلد ۷۶، شماره ۱، ص ص ۱۳۶-۱۴۳.

زارع چاهوکی، م.ع، ۱۳۸۵، مدلسازی پراکنش گونه های گیاهی مراتع مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: مراتع پشتکوه یزد)، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور، شرکت مهندسین مشاور سبز گستر زنده رود، ۱۳۹۰، طرح بهره برداری از آنغوزه ی شیرین محدوده مناطق جندق شهرستان خور و بیابانک، جلد اول، ۲۶۹ صفحه.

سعیدی، مریم و کمالی، کاظم و حکیمی، محمدحسین،۱۳۹۴،بررسی شرایط مختلف محیطی، شیمیایی و استفاده از جنین در سرعت جوانه زنی بذر آنغوز(Ferula assa-foetida L)،دومین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی ، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری،تبریز،... https://civilica.com/doc/485170

شاد، قنبر علی، ۱۳۷۴. اوت اکولوژی کما آنغوزه و بررسی روش های بهره برداری آن در منطقه محمد آباد چلیو کاشمر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

شجاعیان، ع.، کشتکار، ل.، مختاری چلچله،ص.، سلیمانی راد، ا.، ۱۳۹۳، مقایسه کارایی روش های پارامتریک و ناپارامتریک در طبقه بندی پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ در بخشی از شهرستان دزفول.

شهسواری کندری، قاسم، و همکاران، ۱۳۸۴. بررسی اثر عوامل محیطی بر روی تراکم گیاه داروئی کمای بیابانی *Ferula foetida* در منطقه عطائیه نیشابور همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی، ۷-۵ مرداد ۱۳۸۴، مشهد مقدس، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ۳۵۸-۱۳۸۴.

شیدایی، ک.، نعمتی، و.ن.، ۱۳۷۵، مرتعداری نوین و تولید علوفه در ایران، انتشارات سازمان جنگل ها.

علی اکبری، م.، ۱۳۸۸، تعیین رویشگاه دو گونه مرتعی *Ag. trichophorum, A. verus* با استفاده از تلفیق سامانه های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در منطقه کرچمبوی جنوبی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

غلامی، ب. ، عسگر زاده، م. ع. ، نگاری، ع. و کریم خانی، ز. ، ۱۳۸۶. بررسی تاریخ های مختلف کشت به منظور اهلی کردن آنغوزه شیرین *Ferula assa-foetida* در شرایط رویشگاه و زراعی، سومین همایش گیاهان داروئی، ۲ و ۳ آبان ۱۳۸۶، تهران، دانشگاه شاهد.

قاضی مرادی، م. ۱۳۹۲. مدلسازی رویشگاه بالقوه گونه کما *Ferula ovina(Boiss)* با استفاده از دو مدل شبکه های باور بیزین(BBN) و افزایشی تعمیم یافته(GAM) در منطقه فریدون شهر استان اصفهان،پایانامه کارشناسی ارشد، گروه مرتع وآبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان،ایران:۱۰۳ص.

قبادی، گ.، نیکمرام، ح.، (۱۳۹۵)، بررسی فعالیت ضد میکروبی اسانس حاصل از گیاه آنغوزه در برابر پاتوژن‌های ناشی از مواد غذایی، اولین کنگره بین‌المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، ۰۷۱-۲۴.

گرانت، او پدرسن، اومایین، س و محمدرضایی، ش و اسکانی، ف و حسن زاده کیانی، ب، اکولوژی و مدیریت منابع طبیعی، تجزیه و تحلیل سیستمی و شبیه سازی، سازمان حفاظت محیط زیست، آییشر، تهران ۱۳۸۲.

گز انچیان، ع. ، عسگرزاده، م. ع. و نگاری، ع. ، ۱۳۸۶. بررسی اثرات روش و فواصل تیغ زنی بر میزان تولید صمغ آنغوزه *Ferula assa-foetida* ، سومین همایش گیاهان داروئی، ۲ و ۳ آبان ۱۳۸۶، تهران، دانشگاه شاهد.

گودرزی، ف، بشری، ح. و همامی، م.ر. ۱۳۹۱. استفاده از روش مدل سازی بیزین در مدیریت و حفاظت حیات.

گودرزی، م.، عباس پور، س.، احد نژاد، و.، خاکبار، ب.، ۱۳۹۱، مقایسه روش ماشین بردار پشتیبان با روش های حداکثر احتمال و شبکه عصبی برای تفکیک واحدهای سنگ شناسی.

محمددوست، ش.ع، صفرنژاد، ع. حمیدی، ح. ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی وبیوشیمیایی گیاه آنغوزه در برابر تنش شوری. دوره ۱۷، شماره ۱(پیاپی۳۳) و از ص ۳۸ تا ص۴۹.

مختاری، م.ح.، نجفی، ا.، ۱۳۹۳، مقایسه روش های طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج کاربری های اراضی از تصاویر ماهواره ای لندست TM.

مسعودی، ا.، جمالی، ف.، بیات، ف.، جعفری نجف‌آبادی، ا.، (۱۳۹۴)، اثر تیمارهای مختلف بر خواب شکنی بذر گیاه داروئی آنغوزه *Ferula assa foetida*، سومین همایش ملی گیاهان داروئی و کشاورزی پایدار، ۱۷۲-۰۳.

معینی زاده، ف. ۱۳۹۲. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه بوز آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) با استفاده از شبکه های باور بیزین. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، یران. ۱۲۶ ص.

مقدم، م.ر.، ۱۳۷۸، اکولوژی توصیفی و آماری، انتشارات دانشگاه تهران.

میرطالبی، آ. ۱۳۸۶. بررسی شاخص های رویشگاهی آنغوزه شیرین. پایانامه کارشناسی ارشد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران:۱۲۰ص.

ناظمی رفیع، جواد، ۱۳۸۱. مقایسه خاصیت حشره کشی عصاره های گیاهان خرزره، اسطوخودوس و آنغوزه بر روی شب پره آرد و شپشه آرد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

نصری، س.، امین، غ.ر.، ناصری‌زاده، م.، (۱۳۹۵)، بررسی اثر عصاره هیدروالکلی ریشه گیاه آنغوزه بر درد موش‌های کوچک نر دیابتی، سومین همایش‌های یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی، ۶۱۱-۰۳.

نصیری،سعیده؛ رضوی زاده، رویا؛ علومی، حکیمه (۱۳۹۶). بررسی محتوای ترکیبات فنیل پروپانوئیدی شیرابه و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه آنغوزه (Ferula assa-foetida L.) در برخی رویشگاه های طبیعی استان کرمان ، نشریه پژوهشهای گیاهی (زیست شناسی ایران) » پاییز ۱۳۹۶ شماره۳.

وحش ماهینی، س، ۱۳۷۳. ارزیابی زیستگاه حیات وحش توران با تأکید بر کاربرد عکس های ماهواره ای پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۲۵۳ ص.

همدانی رجا، پگاه، ۱۳۸۹. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه زمستان گذرانی هوبره آسیایی (*Chlamydotisma cque enii*) در مقیاس سیمای سرزمین، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد ۹۷ ص.

یمنی، م.،احمد آبادی، ع.،۱۳۹۱، به کارگیری الگوریتم SVM در پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزشی در حوضه آبریز درکه.

Austin, M.P., 2002, Spatial prediction of spices distribution: an interface between ecological theory and statistical modeling, Ecological Modelling, Vol. 157, No. 2-3, pp. 101-118.

Austin, M., 2007, Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches, Ecological Modelling, 200 (1-2), pp. 1-19.

Austin, M.P., 1990. Interpretation of environmental gradients which influecne sagebrush community distribution in northeastern Nevada", Journal of Range Management", Vol. 43, No. 2, pp. 161-176.

Blanz, V, B Schölkopf, H Bülthoff, and C Burges. 1996. Comparison of view-based object recognition algorithms using realistic 3D models. *Conference on Artificial* http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-61510-5_45.

Brien, S.J.; Roelke, M.E.; Marker, L.; Newman, A.; Winkler, C. A.; Meltzer, D. & Wildt, D.E., 1985. Genetic basis for species vulnerability in the cheetah. Journal of Science, 227 (4693). 1428-1434.

Brooks, S.P.; Freeman, S.N.; Greenwood, J.J.; King, R. & Mazzetta, C. 2008. Quantifying conservation concern-Bayesian statistics, birds and the red lists. Biological Conservation 141(5): 16-23.

Bruce G. Marcot. 2006. Characterizing species at risk, modeling rare species under the northwest forest plan. Journal of Ecology and Society. 11(2): 10-15.

Cain, J.; 2001. Planning improvement in natural resources management: guideline for using Bayesian networks it support the planning and management of developemtn program in the water sector and beyond. Center of Ecologe and hidrology, Wallingford, UK. 405p.

Chapelle, O, P Haffner, and V N Vapnik. 1999. Support Vector Machines for Histogram-Based Image Classification. *Neural Networks, IEEE Transactions on* 10(5): 1055–64.

Chase, J. M. & Leibold, M. A., (2003), Ecological Niches: linking classical and contemporary approaches, chicago: Chicago University Press.

Cortes, Corinna, and Vladimir Vapnik. 1995. Support-Vector Networks. *Machine Learning* 20(3): 273–97.

Dalponte, M., Theodor, L., Marconciri, M., Gobakken, T., Nasset, E., 2015, Semi-supervised SVM for individual tree crown species classification, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 110 (2015) 77–87.

Decker, K., Lavender, A., Handwerk, J., Anderson, D.G., 2006, Modeling the potential distribution of three endemic plants of the northern piceance and uinta basins, report prepared for U.S. Fish and wildlife Service by the colorado natural heritage program, colorado State University.

Dlamini, W.M. 2010. A Bayesian belief network anaylsis of factors influencing wildfire occurrence in Swaziland. Environmental Modelling & Softrware 25(2): 199-208.

Elith, J., Graham, C.A., Anderson, R.P., Dudick, M., Ferries, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Luettmann, F., Leathwick, J.r., Lehmann, a.m, Li,J. Lohmann, L.G., Loisello, B.a., Manion, G. Moritz, c., Nakamure, M., L.G. Loisello, B.A., Manion, G.Moritz, C., Nakamure, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachettipereira., R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, Wisz, M.S., and Zimmermann, N.E. 2006, Novel method improve prediction of species sidribution from occurrence data , Ecogruphy, Vol. 29, Np.2, pp. 129151.

Elton, C., (1927), Animal Ecolgogy, Chicago: University of Chicago Press.

submitted in patial flufilment of the requirements for the degree of Mares Marine and fisheries Science university of aberdeen, aberdeen, U.K. 54pp.
Marcot, B.G. 2006a. Characterizing species at risk 1 I: modeling rare species under the Nortwest forest Plan. Ecology and Society 11(2): 10.
Marcot, B.; Steventon J.D.; Sutherland G.D. & McCan, R.K. 2006. Guidelines developing and updating Bayesian belief networks applied to ecological modeling and conservation. Canadian Journal of Forest Research 36(12): 3063-3074.
Marcot, B.G.; Holthausen, R.S.; Raphael, M.G.; M.G.; Rowland, M.M. & Wisdom, M.J. 2001. Using Bayesian belief networks to evaluetefish and wildlife population viability under land management alternatives from an environmental impact statement. Journal of Forest ecology and meanagement 153(1):29-42.
McCune, B., 2006, Nonparametric multiplicative regression for habitat modeling. <http://www.poord. com/NPMRinmtro.pdf.
McNay, R. S.; Marcot, B.G.; Brumovsky, V. & Ellis, R. 2006. A Bayesian approach to evaluating habitat for woodland caribou in north-central British Colombia. Canadian Journal fo forest research 36(12): 3117-3133.
MCNay, r., Marcot, B. , and Ellis, R., 2006, Bayesian belief network: application in ecology and natural resource management, Canadian journal of forestry research, vol. 36, pp-3053-3062.
McShea, W.J., Underwood, B.H., Rappole, J.H., 1997, The science of over abundance: Deer ecology and population management, Smithsonian Institution Press.
Miller jannifer, janet Franklin, 2002, Modeling the distribution of for vegetation alliance using generalized linear models and classification trees with spatial dependence, Ecological Modelling, 157, PP:227-247.
Nicandro Cruz-Ramireza, Hector Gabriel Acosta-Mesa, Humberto Carrillo-Calvet, Luis Alonso Nava-FernJndez, 2007, Rocfo erandi barrientos-martinez. diagnosis of breast cancer using Bayesian Networks: a case Study , ELSEVIER.
Nieto, P.J.G., Gonzalo, E.G., Fernandez, J.R.A., Muniz, C.D., Suarez, V.M.G., Bayon, R.M., 2015, A hybrid Pso optinuzed sum-based method for prediting of the cyanotoxin content from experimental cyanobacteria concentrations in the trasem reservoir, Applied mathematics and computation 260 (2015) 170–187.
Nieto, P.J.G., Gonzalo, E.G., Fernandez, J.R.A., Muniz, C.D., 2014, A hybrid pso optimized SVM-based model for predicting a successful grauth cycle of the spirulina platensis from raceway experiments data, Journal of computational and applied mathematics 291(2016) 293-303.
Nyberg, J., Marcot, B., and Sulyma, R., 2006, Using Bayesian Belief Networks in adaptive management, Canadian Journal of Foresty Research, Vol.36, pp.3104-3116.
Olga Goubanova, Simon King, 2007, Bayesian networks for phone duration prediction.
Peterson, A.T., Soberon, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martinez-Meyer, E., Nakarmura, M., Araujo, M.B., (2011), Ecological niches and geographic distributions, First ed., USA: Princeton University Press.
Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006, Maximum entropy modeling of species geographic distributions Ecological Modeling, Vol. 190, pp. 231-259.
Pieter Boets, Dries Landuyt, Gert Everaert, Steven Broekx, Peter L.M. Goethals. 2015. Evaluation and comparison of data-driven and knowledge-supported Bayesian Belief Netwoks to assess the habitat suitability for alien macroinvertebrates. Journal of Environmental Modelling & Software (74): 92-103.
Pontil, M, and A Verri. 1998. Support Vector Machines for 3D object recognition. *IEEE* transactions on pattern analysis and. http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/683777
Pouteau, R. , Meyer, J.Y., Stoll, B., 2011, A SVM-based model for predicting distribution of the invasive tree Miconia calvescens in tropical rainforests, Ecological Modelling 222 (2011) 2631– 2641.
Pouteau, R. , Meyer, J.Y., Taputuar, R., Stoll, B., 2012, Support vector mechines to map rare and erdangered rative plants in pacific island forests, Ecological Informatics 9 (2012) 37–46.
Raxworthy, C.J., Ingram, C.M., Rabibisoa, N., Pearson, R.G., 2007, Applications of ecological niche modeling for species delimitation: A review and empirical evaluation using day geckos (Phelsuma) from Madagascar, Systematic Biology, Vol. 56, Issue 6, pp. 907-923.
Renooij, S. 2001. Probability elicitation for belief networks: issues to consider. The Knowledge Engineering Review, 16(03) 255-269.
Sadeghi, R., Zarkami, R., Sabetraftar, K., Damme, P.V., 2012, use of support vector machines to predict distribution of an invasive water fern azolla filiculiodes(Lam) in Anzali wetland, Southern Caspian sea, Iran, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 110 (2015) 77–87.
Salehi, M., Naghavi, M. R., & Bahmankar, M. (2019). A review of Ferula species: Biochemical characteristics, pharmaceutical and industrial applications, and suggestions for biotechnologists. Industrial Crops and Products, 139, 111511.
Serena H. Chen, Carmel A. Pollino. 2012. Good practice in Bayesian network modeling. Journal of environmental modelling & software (37):134-145.
Fielding, A.H., Bell. J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models, Environ, Conserv., 24, 38-49.
Ferrier, S., G., Watson, J., Pearce. And Drielsma, M., 2002, Extended statistical approaches to modeling spatial pattern in biodiversity in northeast new south wales. L. Species-level modeling, Biodiversity & Conservation 11: 2275-2307.
Finkel, A. M. 1974. Comparing risk thougtfull (online Availably from http://www. Pirecelaw. Edu/risk/Vol:7/fall/finke1. Htm). Risk, 7:325-359.
Franklin, J., 1995, Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients, Progress in Physical Geography, Vol. 19, No. 4, pp. 474-499.
Franklin, J., Miller, J.A., (2010). Mapping species distributijon, First edition, USA: Cambridge University Press.
Garthwaite, P.H., et al., 2005, Statistical methods for eliciting probability distributions, Journal of the American Statistical Aswsociation, Vol. 100, No. 470, pp. 680-700.
Giovanelli, J.G.R., et al., 2010, Modeling a spatially restricted distribution in the neortropics: how the size fo calibration area affects the performance of five presence only methods Ecological Modelling, Vol. 221, pp. 215-224.
Golmohammadi, F., Ghoreyshi, S. E., & Parvaneh, H. (2016). Ferula assa-foetida as a main medicinal plant in East of Iran (Harvesting, main characteristics and economical importance). Journal of Progressive Agriculture, 7(2), 1-15.
Goovaerts, P., 1999, Geostatistics in soil science: state-of-the-art-and perspectives, Geoderma, Vol.89, No., pp.1-45.
Goudarzi, F.; Hemarni, M.R.; Bahari, H. & Johnson, S. 2015. Asseessing translocation success of the endangered Persian fallow deer using a Bayesian Belief Network. Journal of ECOSPHERE 6(10:1-14.
Gower, J.C., 1971, A general coefficient of similarity and some of its properties, Biometrics, Vol. 27, No. 4, pp. 557-871.
Grinnell, J. (1917), The niche-relationships of the California thrasher, Auk, 34, 427-433.
Guisan A., Zimmermann, N., 2000, Predictive habitat distribution models in ecology, Ecological Modelling, Vol. 135, No. 2-3, pp. 147-186.
Guisan, A. and Thuiller, W., 2005, Predicting species distribution: offering more than simple habitat models, Ecology Letters, Vol. 10, No. 5, pp. 993-1009.
Hamilton, S.H.; Pollino, C.A. & Jakeman, A.J. 2015. Habitat suitability modelling of rare species using Bayesian networks: Model evaluation under limited date. Ecological Modelling (202) 64-78.
Howes A.L., Maron M., and McAlpine C.A., 2010: Bayesian Networks and adaptive management of wildlife habitat. Journal of conservation Biology (24): 974-983.
Hutchinson, M. F. (1987), Methods for generation of weather sequences. in Buntin, A. H. (Ed.) Agricultural environments: Characterization, classification and mapping. wallingford: CAB, International, 149-157.
Johnson, S. ; Mengersen, K.; de waal, A.: Marnewick, K.; Cilliers, D.; Houser, A.M. & Boast, L. 2010. Modelling cheetah relocation success in southern Africa using an Iterative Bayesian Network development cycle. Journal of Ecological Modelling 221(4): 641-651.
Jongman, R.H.G., Break, C.J.F., Tongeren, O.F.R., 1987, Data analysis in community and landscape ecology, Cambridge Univesity Press. Wageningen 299 pp.
Khazdair, M. R., Anaeigoudari, A., Hashemzehi, M., & Mohebbati, R. (2019). Neuroprotective potency of some spice herbs, a literature review. Journal of traditional and complementary medicine, 9(2), 98-105.
Koller, D. & Pfeffer, A. 1997. Object-oriented Bayesian networks. In proceeding of the thirteenth conference on uncertainty in artificial intelligence. morgan kaufmann publishers Inc pp. 302-313.
Kuikka, S.; Hilden, M.; Gislason, H.; Hansson, S.; Sparholt, H. & Varis, O. 1999. Modeling environmentally driven uncertainties in baltic cod (Gadus morhua).
Kyung Jae. Lee, woojin Chang, 2007. Bayesian Beliet Newtwork for box office performance: A case study on korean movies, Elsevier, Expert systems with applications.
Lee, D.C. & Rieman, B.E. 1997. Population viability assessment of samonids by using probabilistic networks. North American Journal of Fisheries Management 17(4): 1144-1157.
Levine, R.S., Peterson, A.T., Benedict, M.Q., 2004, Geographic and ecologic distributions of the anopheles gambiae complex predicted using a genetic algorithm, Am. J. Trop Med Hyg. Vol. 70. No. 2, pp. 105-109.
Li, J., Hilbert, D., 2008, LIVES: a new habitat modelling technique for predicting the distribution of species' occurrences using presence-only data based on limiting factor theory, Biodivers Conserv, Vol. 17, No. 13, pp. 3079-3095.
Li, H., Chung, F.I., Wang, sh., 2015, A.Svm based classification method for homogeneous data,Ecological Modelling, Vol.17, No.13, pp.170.
Liu, Peng, Kim-Kwang Raymond Choo, Lizhe Wang, and Fang Huang. 2016. SVM or deep learning A comparative study on remote sensing image classification. *Soft Computing*: 1–13. http://link.springer.com/10.1007/s00500-016-2247-2.
Mandelberg, L., 2004, A Comparison of the predictive abalities of four approaches for modeling the distribution of cetaceans, The tehsis

Valbuena, R., M. Maltamo, and P. Packalen. 2016. Classification of forest development stages from national low-density lidar datasets: A Comparison of machine learning methods. RevistadeTeledetección0(45):15.

Vapnik, Vladimir N. 1995. The nature of statistical learning theory. New York, NY: springer New York. http://link.springer.com/10.1007/978-1-4757-2440-0 (January 22, 2017).

Vogiatzakis, I.N, 2003, GIS-based Modelling and ecology: A Review of tools and methods, department of geography, The University of Reading, Geographical Paper, No. 170.

Vogiatzakis, I.N., 2000, predicting the distribution of plant communities in the lefka ori, crete, using GIS, department of geography, The Univeristy of Reading, 291pp.

Walker, R. & Craighead, L. 2000. Analyzing wildlife movement corridors in montana using GIS. in proceedings of the 1997 ESRI user conference, redlands, USA.

Weston, J, and C Watkins. 1998. Multi-Class Support Vector Machines. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.50.9594&rep=rep1&type=pdf.

Smith, C.S.; Howes, A.L.; Price, B. & McAlpine, C.A. 2007. Using a Bayesian belief network to predict suitable habitat of an endangered mammal-The julia creek dunnart (Sminthopsis douglasi). Biological Conservation 139(3-4): 333-347.

Stodart, L.A, and Smith. A.D. 1975. Range management, McGrow-Hill, London.

Araujo, M. B., and A. Guisan, 2006, Five challenges for species' distribution modelling, Journal of Biogeography 33:1677-1688.

Taylor, L.J., 2002, Integrating landscape ecology and resource management, Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Tarkesh, M. and Jetshck, G., 2012, Comparison of six correlative models in predictive vegetation mapping on a local scall, Environmental and Ecological statistics, DOI; 10. 07/S 10651. 012-0194-3.

Thompson, K.M. 2002. Varibility and uncertainty meet risk management and risk communication. Risk. Analysis 22(3): 647-654.

Ustuner, Mustafa, Fusun Balik Sanli, and Barnali Dixon. 2015. Application of Support Vector Machines for landuse classification using high-resolution rapidEye images : A Sensitivity analysis. : 403–22.

Uusitalo, L. 2007. Advantages and challenges of Bayesian networks in environmental modelling. Journal of Ecological modelling 203(3): 312-318.