

ارزشیابی توان رویشگاه بوالحسن دزفول جهت کشت انار (*Punica granatum*)

به روش تصمیم‌گیری چندشاخصه

سید علی جوزی^{1*} و نسرین مرادی مجد²

تاریخ دریافت: 89/9/1 تاریخ پذیرش: 90/11/5

1- استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی-محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

2- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

* مسئول مکاتبه E-mail: sajozi@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش امکان کشت انار (*Punica granatum*) با توجه به نیازهای اکولوژیک این گونه مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین نیازهای اکولوژیک این گونه منابع اکولوژیک مختلف شامل: ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شیب، تیپ خاک و امکان سنجی کشت آن مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه پرسشنامه‌ای به روش دلفی تهیه گردید و در اختیار 64 نفر از کارشناسان منابع طبیعی و اساتید دانشگاه قرار گرفت. ارزشیابی شرایط رویشگاه مورد مطالعه با استفاده از روش چندشاخصه تحلیل سلسله مراتبی به انجام رسید. با استفاده از نمره‌دهی به معیارها با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط نرم‌افزار Expert Choice وزن هر معیار محاسبه گردید. در این تحقیق با کمک تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی ارزشیابی معیارها صورت گرفته و داده‌های توپوگرافیک در سامانه اطلاعات جغرافیایی تجزیه و تحلیل گردید. برای ادغام لایه‌ها از روش رویهم‌گذاری استفاده شد و اطلاعات تولید شده به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی تلفیق شدند. با استفاده از این روش و انتقال داده‌ها وضعیت توان اکولوژیکی بر روی نقشه نشان داده شد. در نهایت با استفاده از نتایج بدست آمده تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر پراکنش مکانی این گونه معرفی شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در حدود 1988 هکتار معادل 34/72 درصد از منطقه جنگلی بوالحسن در وضعیت عالی، 1577 هکتار معادل 27/55 درصد در وضعیت خوب و 2160 هکتار معادل 37/73 درصد در وضعیت ضعیف جهت کشت انار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزشیابی، انار، پراکنش مکانی، روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، سامانه اطلاعات جغرافیایی،

Punica granatum.AHP

Evaluation of Capability in Bolhasan Dezfol Habitat for *Punica Granatum* Using MADM Method

SA Jozi^{1*} and N Moradi majd²

Received: 22 November 2010 Accepted: 25 January 2012

¹Dept of Environment, Technical and Engineering Faculty, Islamic Azad University, North Tehran Branch , Iran

²Dept of Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University Khouzestan, Iran

*Corresponding author: E-mail: sajoz@yahoo.com

Abstract

In this study, the cultivation of pomegranate (*Punica granatum*) with respect to the ecological requirements of these species was studied. In order to determine the ecological requirements of this species including: elevation, aspect, slope, type of soil and feasibility study it. The questionnaire prepared was to the Delphi method and provided 64 natural resources experts and university professors. Evaluation of habitat conditions using approach AHP of MADM method. Using the scoring criteria whit AHP calculated was weight each criterion in Expert Choice software. In this research using AHP and GIS used evaluation criteria and analyzed were topographic data In GIS. For Integration layers used was overlay method and integrated were data generated with GIS. Using this method and data transmission shown to be condition ecological capability on the map. Finally, using the results of the analysis of factors affecting introduced was spatial distribution of this species. The results of this study indicate the cultivation of *Punica granatum* about 1988 hectares equivalent to 72.34% of Bolhasan forest in excellent condition, 1577 ha equivalent to 55.27% in a good condition and 2160 ha equivalent to 73.37% in poor condition.

Key words: evaluation , spatial distribution, MADM method, GIS, AHP, *Punica granatum*

مقدمه

اکولوژیک رویشگاه‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها، برنامه‌ریزی و نحوه انجام اقدامات متناسب را در زمینه مدیریت بهینه این منابع هموار می‌سازد. طبقه بندی توان رویشگاه براساس شناخت ویژگی های محیطی و اکولوژیک رویشگاه انجام می شود. در واقع طبقه بندی سرزمین سیستمی است که مناطق دارای همگنی نسبی از نظر منابع اکولوژیک را تفکیک می‌نماید (عدل و همکاران 1386). با ارزیابی و طبقه‌بندی توان رویشگاه،

ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین به عنوان شالوده اصلی مطالعات محیطزیست به شمار می‌رود. از این رو پیش از توسعه، تعیین توان اکولوژیکی سرزمین برای کاربری‌های مختلف ضروری است (مخدوم 1380). امروزه برنامه‌ریزی صحیح و استفاده همه‌جانبه از محیطزیست بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان تولیدی سرزمین استوار است. آگاهی درباره توان

مکانیابی رویشگاههای جایگزین پرداخته شد. این پژوهش با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی و فناوری جی‌آی‌اس انجام شده است (سعیدی فرد 1386).

انار گیاهی نیمه‌گرمسیری است و در مناطقی که زمستانهای نسبتاً معتدل داشته باشد کاشته می‌شود. آب و هوای ایده آل برای رشد خوب درختان انار زمستانهای خشک و معتدل و تابستانهای نسبتاً گرم و خشک است. هوای گرم تابستان نباید مرطوب باشد تا درخت انار بتواند در آن خوب رشد کرده و محصول دهد. برای رسیدن و محصول کافی نیاز به تابش مستقیم خورشید دارد. انار سرمای زمستانی 10- درجه سانتی‌گراد زیر صفر را تحمل می‌کند ولی در هنگام فعال شدن نهال یا پیش از خواب زمستانی سرمای صفر درجه نیز می‌تواند صدمات قابل ملاحظه‌ای به درخت وارد کند. در صورت کشت دیم به باراندگی سالانه 500 تا 700 میلی‌متر با پراکنش مناسب در سال نیاز دارد. در مناطق خشک کمبود بوسيله آبیاری جبران می‌شود. بهترین نوع خاک برای انار خاک لومی دارای مواد آلی فراوان است که اسیدیته نزدیک به 7 و هدایت الکتریکی آن کمتر از 4 میلی‌موس بر سانتی‌متر باشد. در زمینهای نسبتاً شور درخت انار مقاومت دارد. عوامل فوق علاوه بر اینکه مقاوم بودن انار را به شرایط مختلف اکولوژیکی نشان می‌دهد، مبین پراکنندگی وسیع آن در اقصی نقاط ایران نیز می‌باشد (تهرانی‌فر و سلاح ورزی 1386). در این تحقیق با استفاده از اطلاعات بدست آمده از منطقه جنگلی بوالحسن با کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، محدوده‌ای با توان اکولوژیکی مناسب جهت کشت درخت انار و مناطق با اولویت بالاتر برای کاشت این گونه جهت ایجاد باغات انار در این منطقه تعیین خواهد شد.

مواد و روش‌ها

منطقه جنگلی بوالحسن با مساحت 5725 هکتار، ازجاذبه‌های گردشگری شمال‌شرقی شهرستان دزفول و در فاصله 70 کیلومتری این شهرستان در استان خوزستان در طول‌های جغرافیایی $32^{\circ}33'$ و $32^{\circ}42'$ و بین عرض‌های جغرافیایی $48^{\circ}45'$ و $48^{\circ}52'$ واقع

دیدگاه‌های موجود در مورد تنوع و میزان استفاده از اراضی تغییر یافته و با اعمال روش‌های مناسب می‌توان مدیریت متمرکز را برای رویشگاه‌های با توان مناسب و مدیریت غیرمتمرکز و گسترده را در رویشگاه‌های ضعیف پیشنهاد نمود. برآورد توان اکولوژیک یک رویشگاه با روش‌های مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌شود. در روش‌های مستقیم معیار اندازه‌گیری مشخصه‌های رویشی گیاهان و در روش‌های غیرمستقیم عوامل محیطی مؤثر بر رویش درختان مورد اندازه‌گیری و بررسی قرار می‌گیرد (کارمین 1991). آذری‌دهکردی و ناکاگوشی (2003) احیا و بازسازی گونه *Shibateranthis pinatifida* را با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی در آبریز سد هایزروکا در منطقه هیروشمی‌ای ژاپن نشان دادند. در این مطالعه به‌منظور معرفی موقعیت‌های جدید برای احیا و بازسازی این گونه گیاهی براساس محیط‌زیست موجود در منطقه طبقاتی نظیر خاک، پوشش گیاهی موجود و جهت جغرافیایی شناسایی و سپس با سامانه اطلاعات جغرافیایی همپوشانی شد و در تلفیق با اطلاعات مربوط به گونه موقعیت‌های جدید جهت انتقال گونه فراهم شد. چانیان و همکاران (2006) پژوهش مدلسازی با سامانه اطلاعات جغرافیایی برای مطالعه پراکنش مکانی نوئل *Picea crassifolia* در منطقه کوهستانی کولیان چین بر مبنای عوامل بیوفیزیکی را به‌انجام رساندند. لی و همکاران (2002) در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت شناسایی و هدف‌یابی مکان‌هایی برای استقرار مجدد جنگل‌زارهای بومی در بریتانیا پرداختند. براساس آن زیستگاه‌های نادر و در خطر بازیابی شدند. روبیو و پالومارس (2006) در مقاله‌ای به تعیین مستعدترین مناطق از نظر فیزیوگرافیک و اقلیم برای گونه راش شرقی در منطقه مدیترانه‌ای شمال اسپانیا پرداخت. در این تحقیق با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، منطقه به چهار کلاس تقسیم شد و نشان داده شد که این گونه در کلاس بهینه و زیاد از پراکنش مناسب‌تری برخوردار است. در تحقیقی دیگر توان اکولوژیک رویشگاه سوسن چلچراغ در منطقه داماش استان گیلان ارزیابی شد و به

گردیده است. نوع اقلیم منطقه مربوط به جنگل‌های خشک بوده و حداقل درجه حرارت 18/11 درجه و متوسط درجه حرارت 23 درجه و حداکثر درجه حرارت 48/5 می‌باشد متوسط بارندگی منطقه 471 میلیمتر بوده و نوع خاک لومی است (آخوندعلی و همکاران 1379). تیپ‌های جنگلی منطقه مورد مطالعه عمدتاً شامل تیپ بادام به مساحت 1682 /66 و تیپ بلوط - بادام به مساحت 3947/34 هکتار می‌باشد. گونه‌های درختی موجود در عرصه شامل *Quercus branthi* (بلوط)، *Pistacia mutica* (بنه)، *Pistacia khinjuk* (کلخنگ)،

Ziziphus spinachristi (کنار) و گونه‌های درختچه ای موجود شامل *Amygdalus scoparia* (بادامک)، *Ficus sp.* (انجیر)، *Crataegus sp.* (زالزالک) و *Ziziphus nummaloria* (رملیک) می‌باشد. توزیع تیپ در کل منطقه مورد مطالعه شامل تیپ بادام 29/4 درصد و تیپ بلوط - بادام 68/9 درصد می‌باشد. عمده درختان منطقه بادام و بلوط می‌باشند (آخوندعلی و همکاران 1382). در شکل 1 موقعیت منطقه در کشور نشان داده شده است.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی بوالحسن دزفول

خوزستان و وزارت جهاد کشاورزی بهره‌گیری شد و نقشه‌های رقومی مانند بافت و ساختمان خاک، ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت‌های جغرافیایی و مواردی از این دست تولید شد. در ادامه نقشه‌های تولید شده در سامانه رایانه‌ای و برنامه نرم‌افزاری اتوکل رقومی شده و با قالب برداری به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار آرک جی آی اس 9,2¹ منتقل شد. در این نرم افزار روابط توپولوژیک برای هر لایه نقشه تهیه و یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی طرح‌ریزی گردید و تمامی

جهت ارزیابی توان اکولوژیک منطقه بوالحسن شناسایی منابع اکولوژیک با هدف تعیین نیازهای اکولوژیک گونه انار در دستور کار قرار گرفت. برای تهیه نقشه‌های لازم ابتدا کار شناسایی، تهیه و تولید منابع پایدار و ناپایدار انجام و معیارها و متغیرهای مورد نظر برای ارزیابی منطقه جنگلی بوالحسن مشخص شد. باتوجه به ماهیت و فرآیند وقت-گیر تولید نقشه‌ها و توان سنجی به منظور دسترسی و تأمین برخی داده‌ها به شکل جداول و نقشه‌های پشتیبان از اطلاعات موجود دستگاههایی چون اداره کل حفاظت محیط‌زیست خوزستان، اداره منابع طبیعی استان

¹ ARC GIS 9.2

5- تولید نقشه نهایی با استفاده از عملیات همپوشانی و تابع تلفیق بر روی لایه نقشه‌های وزن‌دار استاندارد شده.

رویه انجام این تحقیق بر سه گام اساسی استوار بوده است، در گام نخست برای درک کامل مفاهیم و شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های مسئله تحقیق، با 64 نفر از میان اساتید و کارشناسان زمینه‌های مختلف جنگلداری و منابع طبیعی مصاحبه آزاد و هدایت شونده به عمل آمد و برای شناسایی معیارها توسط گروه تحقیق پرسشنامه‌ای در اختیار آن‌ها قرار گرفت. نمونه پرسشنامه در جدول 1 آورده شده است. جهت تلفیق نظرات و اولویت بندی معیارهای نهایی از طریق نرم افزار اکسل¹ میانگین حسابی و هندسی اهمیت معیارها محاسبه گردید و به ترتیب زیر معیارهای نهایی مشخص گردید. معیارهایی که با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه دارای بالاترین اهمیت بودند، بدین معنا که آن دسته از معیارهایی که نمره بالاتر از میانگین حسابی و هندسی کل پاسخ‌ها به پرسشنامه را داشته اند نگره داشته شدند و تعدادی از معیارها که میانگین حسابی یا هندسی کمتر از میانگین کل را داشتند از فرآیند حذف شدند (طواری و همکاران 1387). سپس مشخص شد که حاصل این مرحله شناسایی 21 معیار بوده است. دلایل اهمیت معیارها در جدول 2 آورده شده است. تعداد پرسشنامه‌ها و اعضای دلفی از رابطه 1 محاسبه گردید. مقدار درصد اطمینان $z=95\%$ با استفاده از جدول مقادیر احتمال توزیع استاندارد نرمال و e سطح خطا، $0/1$ در نظر گرفته شده است (مرادی مجد 1389).

$$n = \frac{z^2}{e^2 \times 4} \quad [1]$$

ساختار سلسله مراتبی: در این مرحله در گام نخست ساختار سلسله مراتبی با هدف ارزیابی شرایط رویشگاهی جهت کاشت انار در منطقه بوالحسن تشکیل گردید. در این ساختار نیازهای اکولوژیکی درخت انار به عنوان معیارهای اصلی در سطح دوم ساختار سلسله

نقشه‌های منابع پایه منطقه به شکل هم مقیاس تهیه شد. در صورت داشتن نقاط مشخص و کافی که دارای طول و عرض و ارتفاع صحیح باشند می‌توان در سامانه اطلاعات جغرافیایی مدل رقومی ارتفاعی این منطقه را جهت تحلیل‌های توپوگرافیک ایجاد کرد که از جمله این تحلیل‌ها می‌توان به تعیین تغییرات شیب، جهت و ارتفاع در پهنه اشاره نمود. مقیاس مورد استفاده در این تحقیق 1:25000 انتخاب گردید. به منظور تحلیل ارزیابی چند معیاره از قالب رستری استفاده شد و برای کلیه نقشه‌ها سامانه مختصات یکسان پیش‌بینی شد.

تعیین خصوصیات خاک براساس حفر پروفیل خاک و اطلاعات زمین شناسی با استفاده از بازدید میدانی رخنمون‌ها و رجوع به بانک اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور و نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک تهیه شد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص‌های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه با ساختارهای چند سطحی اولویت دار برای رتبه بندی یا تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد (ساعتی 1980 و لی و همکاران 2002).

مراحل انجام این تحقیق بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شامل مراحل زیر است:

1- تعریف و تعیین مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های نقشه‌ای) و مجموعه گزینه‌های امکان پذیر در سامانه اطلاعات جغرافیایی

2- استاندارد کردن و تبدیل مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای (معیارهای ارزیابی)، یعنی مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای با هم همخوان و قابل مقایسه گردد.

3- تعیین وزنهای معیار، یعنی وزن و اهمیت نسبی هر معیار و لایه نقشه‌ای مشخص گردد.

4- ساخت و تولید لایه‌های نقشه‌ای وزن دار استاندارد شده، یعنی ضرب کردن لایه‌های نقشه‌ای استاندارد در وزن‌های مربوطه.

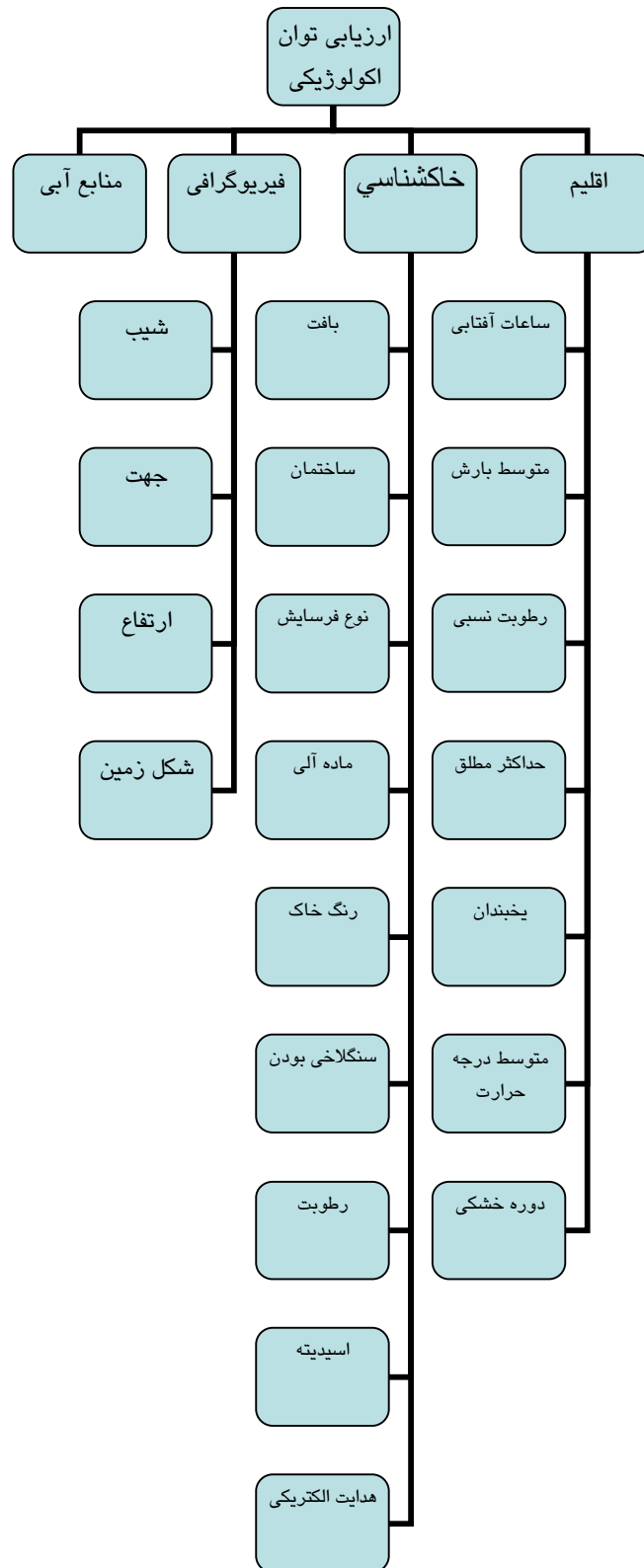
¹ Excel

خاک، ماده آلی خاک، رطوبت خاک، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی خاک، نوع فرسایش و عوامل فیزیوگرافی شامل شیب، جهت جغرافیایی، شکل زمین و ارتفاع از سطح دریا و زندهی شده و با یکدیگر مقایسه زوجی گردیدند. شکل 2 ساختار سلسله مراتبی را نشان می‌دهد. برای اولویت‌بندی بین معیارهای مختلف به معیارهای منتخب وزن داده شد تا درجه اهمیت هر فاکتور یا معیار در تعیین توان با ظرفیت برد منطقه قابل محاسبه باشد. وزن‌دهی در این بخش نسبی است و برای اولویت‌دهی به معیارها می‌باشد. وزن‌دهی معیارها و گزینه‌ها طبق روش تحلیل سلسله مراتبی بصورت مقایسه زوجی انجام گرفت. سیستم نمره‌دهی در این

مراتبی انتخاب شدند. در سطح آخر نیز فاکتورهای زیر معیارهای انتخاب شده قرار گرفتند. در گام دوم، ساختار فرآیند سلسله مراتبی با هدف ارزیابی توان اکولوژیکی تشکیل گردید. سپس زیرمعیارهای ساختار سلسله مراتبی در محیط فیزیکوشیمیایی به عوامل اقلیمی، خاکشناسی، فیزیوگرافی و منابع آبی طبقه بندی گردیده و نسبت به معیارهای اصلی با یکدیگر مقایسه زوجی شدند. پارامترهای اقلیمی شامل ساعات آفتابی، متوسط بارش سالیانه، رطوبت نسبی، حداکثر مطلق درجه حرارت، روزهای یخبندان، متوسط درجه حرارت سالیانه، طول فصل خشک (دوره خشکی)، پارامترهای خاکشناسی شامل رنگ خاک، بافت خاک، ساختمان

جدول 1- پرسشنامه نظرسنجی از خبرگان درخصوص نیازهای انار

درجه اهمیت					مخالف	موافق	معیارهای نهایی
خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	عالی			
							شکل زمین
							جهت جغرافیایی
							ارتفاع از سطح دریا
							شیب
							بافت خاک
							ساختمان خاک
							نوع فرسایش
							ماده آلی خاک
							رنگ خاک
							سنگلاخی بودن
							رطوبت خاک
							اسیدیته خاک
							هدایت الکتریکی خاک
							ساعات آفتابی
							متوسط بارش سالیانه
							رطوبت نسبی
							حداکثر مطلق درجه حرارت
							روزهای یخبندان
							متوسط درجه حرارت سالیانه
							منابع آبی موجود
							طول فصل خشک (دوره خشکی)



شکل 2- نمودار ساختار سلسله مراتبی

موضوعی، نیاز به معیار اندازه‌گیری با شاخص دارد، انتخاب شاخص مناسب این امکان را می‌دهد که مقایسه درستی بین جایگزینی‌ها یا گزینه‌ها صورت پذیرد. اما وقتی که چند یا چندین شاخص برای ارزیابی در نظر گرفته می‌شود، کار ارزیابی پیچیده می‌شود و پیچیدگی کار زمانی بیشتر می‌شود که معیارهای چند یا چندین-گانه با هم در فضا و از جنس‌های مختلف باشند. در این هنگام کار ارزیابی و مقایسه از حالت ساده و تحلیلی که ذهن قادر به انجام آن است خارج می‌شود و به یک ابزار تحلیل عملی قوی نیاز دارد. در این پژوهش طبق جدول مورگان تعداد پرسشنامه‌های AHP 56 عدد (با

روش بر اساس طیف 9 تایی ساعتی صورت می‌گیرد (ساعتی 1980). در جدول 3 روند ترجیحات سیستم نمره‌دهی نشان داده شده است.

به منظور ارزیابی و مقایسه عناصر موجود در یک سطح معین در رابطه با عنصر و یا عناصری از رده بلافاصله بالاتر از مقایسات زوجی استفاده شد. با به‌کارگیری مقایسات زوجی اثر تداخلی متغیرها و شاخص‌ها بر روی یکدیگر که ممکن است بیشتر از مجموع اثرات انفرادی آن‌ها باشد سنجیده و ارزشیابی شد (مارسیانو 2003). وزن نهایی هر گزینه در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصلضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها بدست می‌آید. ارزیابی هر

جدول 2- دلایل انتخاب معیارهای نهایی

معیارهای نهایی	دلایل اهمیت
شکل زمین	میکرو اقلیم
جهت جغرافیایی	میکرو اقلیم
ارتفاع از سطح دریا	اقلیم
شیب	میکرو اقلیم
بافت خاک	آب و هوادهی در خاک
ساختمان خاک	آب و هوادهی در خاک
نوع فرسایش	وضعیت خاک موجود
ماده آلی خاک	فراهم بودن عناصر غذایی در خاک
رنگ خاک	ماده آلی خاک
سنگلاخی بودن	شدت نفوذ آب در خاک
رطوبت خاک	تامین رطوبت مورد نیاز برای گیاه
اسیدیته خاک	جذب عناصر غذایی توسط گیاه
هدایت الکتریکی خاک	جذب آب و عناصر غذایی
ساعات آفتابی	اقلیم
متوسط بارش سالیانه	اقلیم
رطوبت نسبی	اقلیم
حداکثر مطلق درجه حرارت	اقلیم
روزهای یخبندان	اقلیم
متوسط درجه حرارت سالیانه	اقلیم
منابع آبی موجود	تامین نیاز آبی گیاه
طول فصل خشک (دوره خشکی)	اقلیم

جدول 3- سیستم نمره دهی در فرایند سلسله مراتبی

9	Extremely preferred	کاملاً مرجح
7	Verystrongly preferred	ترجیح خیلی قوی
5	Strongly preferred	ترجیح قوی
3	Moderately preferred	کمی مرجح
1	Equally preferred	ترجیح یکسان
2,4,6,8	-	ترجیح بین فواصل

مأخذ: (ساعتی 1980)

و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، ادغام لایه ها با استفاده از روش رویهم گذاری انجام شد. جهت تعیین وزنهای معیار (تأثیرگذاری لایه ها نسبت به هم) و همچنین تعیین میزان اهمیت طبقات هر لایه اطلاعاتی (وزن درون لایه ای) از نرم افزار اکسپرت چویس استفاده شد. این متد به طور عام در تلفیق با سامانه اطلاعات جغرافیایی دارای این مراحل است: 1- تشکیل ماتریس جفتی شاخص ها براساس هدف کلی 2- تشکیل ماتریس جفتی واحدهای مکانی براساس هرکدام از شاخص ها 3- تشکیل ماتریس وزن مرکب برای واحدهای مکانی به منظور تهیه نقشه درجه بندی 4- آزمایش پایدگی وزن شاخص ها، که در صورت کوچکتر بودن نسبت پایدگی از عدد 0/1 دلالت بر سطح قابل قبول پایدگی در مقایسه دو به دو خواهد بود (پرهیزگار و غفاری 1385).

پس از رقومی شدن و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی، ادغام لایه ها با استفاده از رویهم- گذاری انجام شد. جهت تعیین وزنهای معیار (تأثیرگذاری لایه ها نسبت به هم) و همچنین تعیین میزان اهمیت طبقات هر لایه اطلاعاتی (وزن درون لایه ای) از نرم افزار اکسپرت چویس استفاده شد. پس از تعیین وزنها به کلیه لایه ها فیلدی افزوده شد و وزن هر طبقه از لایه اطلاعاتی در آن وارد شد. در ادامه به منظور تعیین ارزشها (مقادیر) در لایه های رقومی اطلاعات نقشه ای کلاسه بندی شدند. در این روش وزن هر یک از لایه ها در اطلاعات آن لایه ضرب شد و سپس با لایه های دیگر جمع گردید.

توجه به جمعیت پایه دلفی) انتخاب گردید. پرسشنامه ها توسط افراد متخصص و کارشناسان آشنا به نیازهای اکولوژیکی گونه انار و شرایط منطقه بوالحسن دزفول و با توجه به مطالعات قبلی تهیه شد. با استفاده از میانگین هندسی ترکیب جدول های مقایسه ای اعضای گروه صورت گرفت. میانگین هندسی ترکیب جدول های مقایسه ای از رابطه 2 محاسبه گردید. مثلاً اگر $a_{ij}^{(k)}$ مولفه مربوط به شخص k ام برای مقایسه سیستم i به سیستم j باشد، بنابراین میانگین هندسی برای تمامی مولفه های متناظر به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\bar{a}_{ij} = \left(\prod_{k=1}^N a_{ij}^{(k)} \right)^{1/N} \quad [2]$$

در مرحله بعد با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس¹ وزن هر یک از شاخص ها نسبت به شاخص های سطح بالاتر (وزن نسبی) به روش بردار ویژه محاسبه گردیده و با تلفیق وزن نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد. در نهایت یک بردار ارجحیت کلی بدست آمد که اثر و اهمیت پایین ترین عناصر را بر روی نشان می دهد. گزینه ای که وزن بیشتری را کسب نموده، دارای درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر گزینه ها محسوب می شود. به هنگام تهیه ماتریس های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی میزان ناسازگاری کمتر از 0/1 پیش بینی شد (ساعتی 1988). پس از رقومی شدن

¹ Expert Choice

33 درصد این واحد فاقد جهت است. بعد از آن جهت های شمال شرقی، شرق و جنوب شرقی بیشترین مساحت را دارا هستند. جهت های شمالی و شمال غربی برای رویش انار عالی، جهت های شمال شرقی و غربی خوب، جهت های شرقی و جنوب غربی متوسط و جهت های جنوب شرقی و جنوبی برای رویش انار ضعیف هستند.

ماتریس هندسی معیارهای اصلی شامل اقلیم، خاکشناسی، فیزیوگرافی و منابع آبی با توجه به پرسشنامه ها تهیه شد. اقلیم با وزن 0/431، خاکشناسی با وزن 0/071، فیزیوگرافی با وزن 0/286 و منابع آبی با وزن 0/208 می باشد. اولویت بندی معیارهای فیزیوگرافی نشان دهنده این مطلب است که فاکتورهای اقلیمی نسبت به بقیه فاکتورها از اهمیت بالاتری برخوردارند. پس از عوامل اقلیمی، فاکتورهای فیزیوگرافی و منابع آبی قرار دارند. خاکشناسی نیز با توجه به این که درخت انار در شرایط نامساعد خاک نیز رویش می کند وزن کمتری را به خود اختصاص داده است. با توجه به این که کشت در این منطقه به صورت دیم می باشد منابع آبی نسبت به خاکشناسی مهم تر می باشد.

ماتریس هندسی زیرمعیارهای اقلیم که شامل ساعات آفتابی، متوسط بارش سالیانه، رطوبت نسبی، حداکثر مطلق درجه حرارت، روزهای یخبندان، متوسط درجه حرارت سالیانه و طول فصل خشک (دوره خشکی) است با توجه به پرسشنامه ها تهیه شد. پس از تعیین اوزان های هر لایه توسط نرم افزار اکسپرت چویس، اوزان لایه ها به شکل ذیل استخراج گردیدند. زیرمعیار ساعات آفتابی با وزن 0/072، متوسط بارش سالیانه با وزن 0/431، رطوبت نسبی با وزن 0/208، حداکثر مطلق درجه حرارت با وزن 0/158، روزهای یخبندان با وزن 0/049، متوسط درجه حرارت سالیانه با وزن 0/116 و طول فصل خشک (دوره خشکی) با وزن 0/038 می باشند. اولویت بندی زیرمعیارهای اقلیمی حاکی از آن است که میزان بارندگی سالیانه با توجه به دیم بودن کشت در این منطقه و نیاز آبی این گونه از

W_i = وزن هر لایه است که با استفاده از تکنیک AHP محاسبه شده است.

S_i = لایه های نرمال سازی شده می باشد.

Result: $W_1S_1 + W_2S_2 + \dots + W_i S_i$ [3]

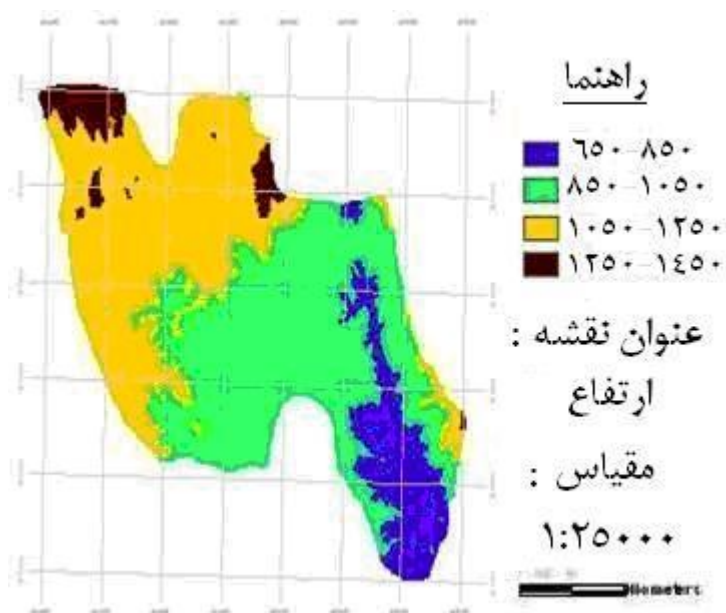
با استفاده از نقشه تلفیقی نهایی می توان وضعیت توان اکولوژیکی و مکان های مناسب برای رشد انار در منطقه را بر روی نقشه نشان داد.

بحث و نتایج

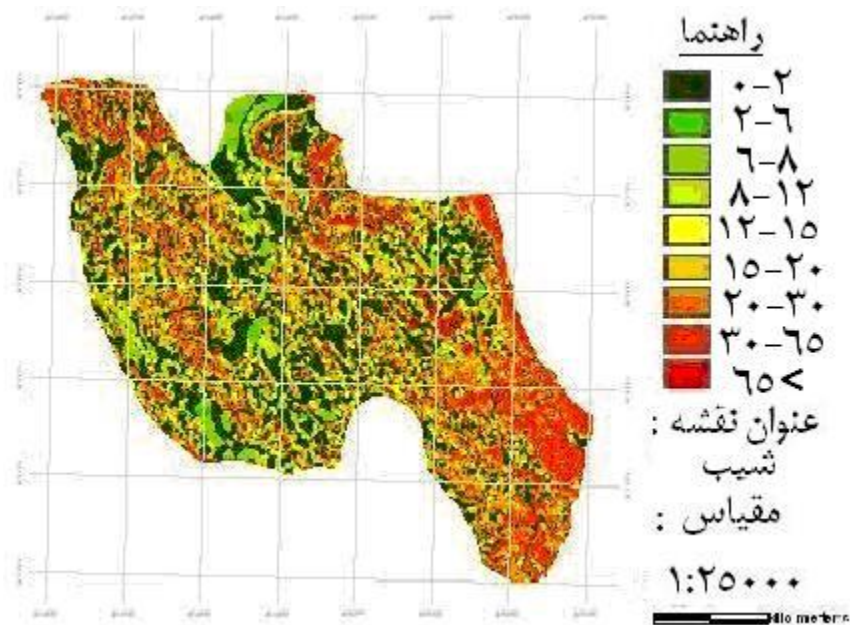
به منظور تعیین پتانسیل و توان اکولوژیکی منطقه جنگلی بوالحسن نقشه های ارتفاع از سطح دریا (نقشه 3)، شیب (نقشه 4) و جهت های جغرافیایی (نقشه 5) توسط برنامه آرک جی آی اس 9,2 تولید شد. خطوط منحنی میزان نقشه توپوگرافی نوسانات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه را در اختیار می گذارند اما با تهیه نقشه طبقات ارتفاعی براساس مدل رقومی ارتفاعی می توان نوسان های ارتفاع را آسانتر و سریعتر تشخیص داد. تغییرات ارتفاعی می تواند تأثیر بسیار زیادی بر روی سه پارامتر دما، بارش و رطوبت بر جای گذارد. تأثیر فاکتور ارتفاع در پراکنش گیاهی بسیار مهم ارزیابی می شود. دامنه تغییرات ارتفاعی در این منطقه حدود 400 متر تعیین شد. ارتفاع 650 تا 1050 متر برای رویش انار قابل قبول و ارتفاع 1050 تا 1450 متر بسیار مناسب است.

شیب یک عامل مهم در حاصلخیزی خاکهای جنگلی در منطقه بوالحسن است. شیب در ارتباط مستقیم با عمق خاک می باشد. شیب 0-8 درصد برای رویش انار بسیار مناسب، شیب 8-15 درصد مناسب، شیب 15-30 درصد متوسط و بالای 30 درصد از توان اندکی برخوردار است.

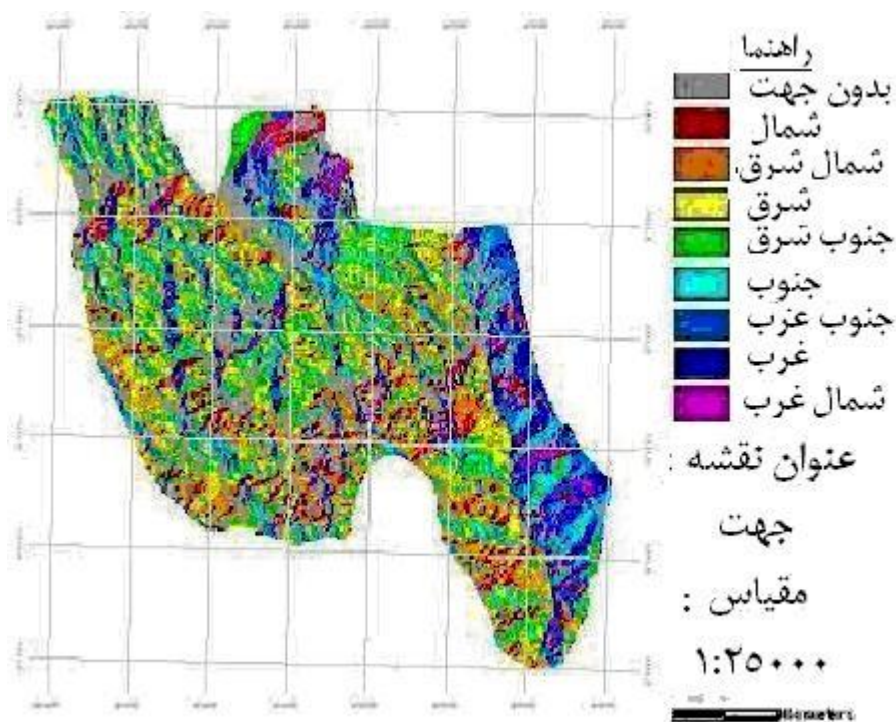
نقشه جهت های جغرافیایی به علت آسان تر دیدن جهت دامنه ها در مطالعات توان اکولوژیک کاربرد گسترده ای دارد. فاکتور جهت در ارتباط تنگاتنگ با نیاز و رفتار گیاه نسبت به نور می باشد. در این تحقیق نقشه جهت های جغرافیایی در نه طبقه استخراج گردید. حدود



شکل 3- هیپسومتری طبقات ارتفاعی منطقه بوالحسن دزفول



شکل 4- طبقات شیب منطقه بوالحسن دزفول



شکل 5- جهت های جغرافیایی رویشگاه بوالحسن دزفول

اسیدیته خاک وزن 0/101 و هدایت الکتریکی خاک با وزن 0/054 می باشد. اولویت بندی زیرمعیارهای خاکشناسی نشان دهنده این مطلب است که رطوبت خاک به علت دیم بودن کشت اهمیت فوق العاده زیادی دارد. بعد از فاکتور رطوبت خاک به ترتیب ماده آلی خاک به دلیل فراهم نمودن عناصر غذایی در خاک، بافت خاک اثر بر آب و میزان اکسیژن خاک، اسیدیته خاک به دلیل تاثیر بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه، ساختمان خاک به دلیل اثر بر آب و میزان اکسیژن خاک و همچنین استقرار گیاه، رنگ خاک به دلیل رابطه نسبی آن با ماده آلی خاک، نوع فرسایش به دلیل اهمیت آن در عمق وضعیت خاک، هدایت الکتریکی خاک به علت تأثیرگذاری بر جذب آب و عناصر غذایی و سنگلاخی بودن با اثر بر شدت نفوذ آب در خاک قرار می گیرند.

ماتریس هندسی زیرمعیارهای فیزیوگرافی که شامل ارتفاع از سطح دریا، شکل زمین، جهت جغرافیایی و شیب است و با توجه به پرسشنامه ها تهیه شد. زیرمعیار ارتفاع از سطح دریا با وزن 0/597، شکل

اهمیت زیادی برخوردار است. بعد از آن به ترتیب فاکتورهای ساعات آفتابی، حداکثر مطلق درجه حرارت، متوسط درجه حرارت سالیانه، رطوبت نسبی، روزهای یخبندان و طول فصل خشک قرار می گیرند. با توجه به این که در منطقه تعداد روزهای یخبندان و دوره خشکی در منطقه به ندرت اتفاق می افتد امتیاز پایینی نسبت به سایر زیرمعیارهای اقلیم را به خود اختصاص داده اند.

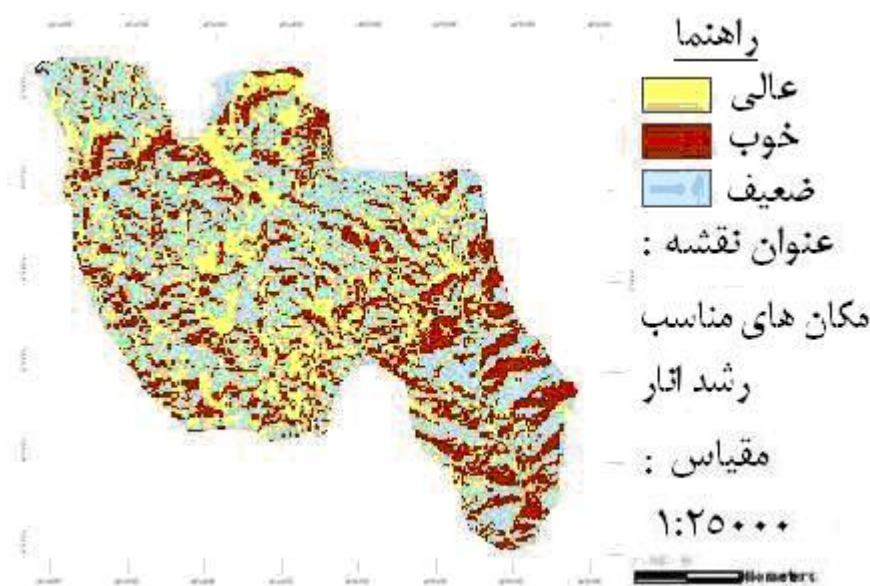
ماتریس هندسی زیر معیارهای خاکشناسی که شامل بافت خاک، ساختمان خاک، نوع فرسایش، ماده آلی خاک، رنگ خاک، سنگلاخی بودن، رطوبت خاک، اسیدیته خاک و هدایت الکتریکی خاک است با توجه به پرسشنامه ها تهیه شد. در این خصوص نیز پس از تعیین اوزان هر لایه توسط نرم افزار اکسپرت چویس اوزان لایه ها به شکل ذیل استخراج گردیدند. مقدار زیرمعیار بافت خاک با وزن 0/153، ساختمان خاک با وزن 0/076، نوع فرسایش با وزن 0/5، ماده آلی خاک با وزن 0/176، رنگ خاک با وزن 0/075، سنگلاخی بودن با وزن 0/029، رطوبت خاک با وزن 0/344،

نقشه‌های متعدد ورودی و یا اطلاعات توصیفی ترکیب می‌شوند که این عمل مطابق با قوانین و معیارهای تعریف شده مشخص می‌باشد. نقشه‌های خروجی شاخص ترکیبی نامیده می‌شوند. بدین ترتیب نقشه‌های زیرمعیارها در حالی که هم دارای وزن و هم از لحاظ درجه بهینه بودن مشخص بودند به دست آمدند. بعد از آن به تلفیق این نقشه‌ها برای به دست آوردن نقشه معیار اصلی اقدام شد. در نهایت نقشه تلفیقی نهایی به دست آمد که مکانهای مناسب برای رشد انار را نشان داده است. شکل 6 تلفیق نهایی توان اکولوژیکی و مناطق مناسب جهت کشت انار در منطقه بوالحسن که با استفاده از لایه‌های مختلف تولید شده است را نشان می‌دهد. به منظور اولویت‌بندی مناطق کل پیکسل‌ها به 3 طبقه عالی، خوب و ضعیف گروه‌بندی گردید. جهت طبقه‌بندی از روش طبقه‌بندی Natural Break در نرم افزار آرک جی‌آی‌اس استفاده گردید. با کمک این روش به طور اتوماتیک تعداد طبقات برحسب مجموع لایه‌ها انتخاب می‌گردد. این روش دقیق‌ترین روش برای طبقه‌بندی در نرم افزار آرک جی‌آی‌اس محسوب می‌شود.

زمین با وزن 0/077، جهت جغرافیایی با وزن 0/227 و شیب با وزن 0/139 می‌باشد. اولویت‌بندی زیرمعیارهای فیزیوگرافی نشان‌دهنده آن است که به ترتیب ارتفاع، جهت جغرافیایی، شیب و شکل زمین با توجه به اثر بر میکرواقلیم قرار می‌گیرند. همچنین رابطه ارزیابی چندمعیاره در این منطقه به صورت معادله خطی ذیل ارائه شد.

$$\text{Evaluation of Ecological Capability} = ([\text{structure of soil}] * 0.076) + ([\text{soil texture}] * 0.153) + ([\text{kind of erosion}] * 0.5) + ([\text{EC of soil}] * 0.054) + ([\text{rocky}] * 0.029) + ([\text{pH of soil}] * 0.101) + ([\text{elevation}] * 0.597) + ([\text{slope}] * 0.139) + ([\text{aspect}] * 0.227) + ([\text{water sources}] * 0.208) + ([\text{soil organic material}] * 0.176)$$

در این مطالعه لایه‌های نقشه‌های منابع به عنوان معیار ارزیابی شناخته شدند. بدین منظور اطلاعات پس از رقومی شدن و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی به نقشه‌های معیار تبدیل گردیدند. ورودی این برنامه تعدادی نقشه‌های رستری از یک منطقه معین و واجد جداول توصیفی می‌باشد. بخش مهم این برنامه یک درخت معیار است که قسمتی برای استاندارد کردن، وزن‌دهی و تجمیع معیارها می‌باشد. در درخت معیارها



شکل 6- مناطق مناسب جهت رویش انار در منطقه بوالحسن دزفول

4) حق تقدم‌ها به وسیله گروه تصمیم‌گیری از مقایسات نسبتاً ساده زوجی استخراج می‌شود.

5) رویکرد نسبتاً سریع و کم هزینه‌ای می‌باشد. در مقایسه با سایر پژوهش‌ها می‌توان بیان کرد آناندا (2006) در بررسی خود به این نکته اشاره می‌کند که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه وزن اولیتهای هر معیار را نشان می‌دهد که این مورد نمره هر بخش را مشخص می‌کند. همچنین بیان می‌کند که اظهار نظرهای عمومی یا فرآیندهای مشارکت گروه تصمیم‌گیرنده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای کارایی بیشتر و دستیابی به الگوی شفاف تر بسیار مفید است. به علاوه تکنیک‌هایی مانند این فرآیند می‌تواند جنبه‌های مختلف و درصد بالایی از مشارکت تصمیم‌گیرندگان را ترکیب کنند. کیورشی (2003) نیز به این نتیجه رسید که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند نظر افراد مختلف را وارد کند. همچنین اشاره شده که زمانبر بودن و وقت گیر بودن مصاحبه با گروه تصمیم‌گیرنده از معایب این روش می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز این توانمندی‌ها در دستیابی به نتایج ما را یاری داده است.

در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش بیش از دو سوم اراضی منطقه دارای شرایط خوب و عالی برای رشد گونه انار می‌باشند، لذا می‌توان این گونه را در این منطقه از طریق جنگلکاری توسعه داد و از اثرات مثبت کشت آن در این منطقه استفاده نمود. همچنین به منظور کاهش خسارات ناشی از عدم موفقیت جنگلکاری و هدررفت هزینه و زمان از جنگلکاری این‌گونه در مناطقی که از لحاظ رویشگاهی برای این گونه ضعیف شناخته شده اجتناب کرد.

آخوندعلی و همکاران (1382) مهمترین عامل را برای کشت گونه‌های درختی در این منطقه ارتفاع از سطح دریا معرفی کردند. با توجه به مطالعات گذشته و نظرات کارشناسان منطقه این عامل در این مطالعه تأثیرگذارترین عامل شناخته شد.

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که از مجموع 5725 هکتار تحت بررسی در حدود 1988 هکتار معادل 34/72 درصد از منطقه جنگلی بوالحسن در وضعیت عالی، 1577 هکتار معادل 27/55 درصد در وضعیت خوب و 2160 هکتار معادل 37/73 درصد در وضعیت ضعیف می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بکارگیری روش‌های مختلف برای تعیین تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان، یا تلفیق مدل ریاضی با یک سیستم خبره در انتخاب مطلوبترین جواب، از بین جوابهای ناچیره مؤثر خواهد بود (راشر 1993). هر چه اطلاعات پایه مورد استفاده در مدل‌های ریاضی دقیقتر باشند، راهکارهای قابل استنتاج از مدل ریاضی به واقعیت نزدیکتر خواهد شد. البته این در مواردی صادق است که از مدل‌های ریاضی قطعی استفاده شود. چون در مواردی که داده‌های اولیه دقیق نباشند، می‌توان از مدل‌های ریاضی نادقیق استفاده نمود که در این حالت، دامنه تغییر توابع گسترده‌تر بوده و ریسک تصمیم‌گیری افزایش می‌یابد (صفی صمغ آبادی و همکاران 1383). در این پژوهش پس از غربال‌سازی شاخص‌ها و حذف شاخص‌های کم اهمیت در نهایت 21 شاخص جهت رتبه‌بندی عوامل مؤثر جهت کشت انار انتخاب و روش تحلیل سلسله مراتبی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای رتبه‌بندی آنها استفاده گردید. بهره‌گیری از محاسبات تحلیل سلسله مراتبی، در رتبه‌بندی بنا به نظر ساعتی (1980) و نتایج این تحقیق دارای مزایای زیر می‌باشد:

- 1) یک رویکرد سیستماتیک برای تعیین معیار و اهداف ارائه می‌دهد.
- 2) فاکتورهای قابل سنجش و غیرقابل سنجش را در آنالیزها شامل می‌شود.
- 3) در ارزشگذاری (نمره‌دهی) قضاوت‌های علمی افراد مختلف تلفیق می‌شود.

منابع مورد استفاده

- آخوند علی ع، آخوندی مر و آخوند علی ع، 1379. طرح مدیریت منابع جنگلی بوالحسن - دزفول (مطالعات پایه)، سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان.
- آخوند علی ع، آخوندی مر و آخوند علی ع، 1382. سنتز و تلفیق طرح مدیریت منابع جنگلی بوالحسن - دزفول، سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان، 3-1.
- پرهیزگار ا و غفاری ع، 1385. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم گیری چند معیاری، انتشارات سمت، تهران.
- تهرانی فر ع و سلاح ورزی ی، 1386. چگونگی امکان استفاده از انار در فضاهای سبز مناطق کویری، دومین جشنواره انار یاقوت کویر فردوس، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
- سعیدی فرد م، 1386. ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه سوسن چلچراغ در منطقه داماش استان گیلان و مکانیابی رویشگاههای جایگزین جهت کاربری حفاظت با استفاده از فناوری GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- صفی صمغ آبادی ا، معماریانی ع و امانی م، 1383. برنامه ریزی چندمنظوره جنگل با استفاده از مدل ریاضی، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره 63: صفحات 23-34.
- طواری م، سوخکیان م ع و میرنژاد س ع، 1387، شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی انسانی با استفاده از تکنیک‌های MADM (مطالعه موردی: یکی از شرکت‌های تولیدی پوشاک چین در استان یزد، نشریه مدیریت صنعتی، شماره 1، صفحات 71-88).
- عدل حر، مخدوم م و مروی مهاجر م ح، 1386. ارزیابی تطبیق مهمترین عوامل مؤثر در توان اکولوژیک سه منطقه غربی، مرکزی و شرقی جنگل‌های شمال ایران، فصلنامه علمی- پژوهشی جنگل و صنوبر ایران، جلد 15، شماره 3. صفحات 289-300.
- مخدوم م، 1380. ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه گیلان و مازندران برای توسعه شهری، صنعتی و روستایی و توریسم، مجله محیط شناسی، سال هیجدهم، شماره 16، صفحه 81.
- مرادی مجد ن، 1389. ارزیابی شرایط رویشگاهی بادام کوهی *Amygdalus scoparia* در منطقه بوالحسن دزفول، پایان نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- Ananda J, 2006. Implementing Participatory Decision Making in Forest Planning, Environ Manage 39:534-544.
- Azari-dehkodi F and Nakagoshi N, 2003. Rehabilitation of shibateranthis pinnatifida matrix, aGIS approach, Hikobia 14: 9.
- Carmean WH, 1991. Forest site quality evalyation in north central Ontario, Lake head univ.press.

- Chuanyan Z, Zhongren N, Guodong C, Junhua Z and Zhaodong F, 2006. GIS- assisted modeling of the spatial distribution of Qinghai spruce (*Picea Crassifolia*) in the Qilian mountains, northwestern china based on biophysical parameters, *Ecological Modelling* 191: 427-500.
- Lee JT, Baile N, Thompson S, 2002. Using Geographical information systems to identify UK, *Journal of Environmental Mangment* 64:25-34.
- Marciano C, 2003. Archiving a common strategy for an integrated rural development plan in south Italy using analytic hierarchy process, Pisa, Italy.
- Qureshi M, 2003. Application of the analytic hierarchy process to riparian revegetation policy option, small-scale forest economics. *Management and Policy* 2(3):441-458.
- Rausher HM, 1993. Ecosystem management decision support for federal foreststesin the United States: A review, *Forest Ecology and Management*, 114:173-197.
- Rubio A, Palomares OS, 2006. Physiographi *Fagus sylvatica* L. Based on habitat suitability indicator models, *Forestry Advance Access* 16:2002-13.
- Saaty TI, 1980. *The Analytical Hierarchy Process: Planning Priority Setting Resource Allocation*, New York: HillBook Co.
- Saaty TI, 1988. *Mathmatical Methods of Operations Research*, Dover Publications, New York.