

## بررسی نقش عوامل توپوگرافی در پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: جنگل باغ شادی، هرات، یزد)

۱- مهین شجاعی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه یزد

۲- بهمن کیانی، استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه یزد  
bnkiani@yazd.ac.ir

۳- احد ستوده، استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه یزد

۴- حمیدرضا عظیم‌زاده، دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۶

### چکیده

به منظور بررسی رابطه متغیرهای شیب، جهت و ارتفاع در پیش‌بینی مکانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در جنگل‌های خشک جنوب استان یزد، تعداد ۱۲۵ قطعه نمونه به صورت تصادفی بلوکی در پنج زیرحوضه منطقه مورد مطالعه برداشت شد. ضمن ثبت متغیرهای توپوگرافی، حضور یا عدم حضور گونه‌های مختلف به همراه فراوانی آنها بررسی شد. تحلیل رگرسیون لجستیک در مورد داده‌ها انجام و در مواردی که مدل معنی‌دار بود، معادله مناسب معرفی گردید. بر اساس احتمالات به دست آمده از رگرسیون لجستیک، نقشه توزیع مکانی برای گونه‌های مختلف ترسیم و با مشاهدات میدانی مقایسه گردید. برای بررسی صحت نقشه‌ها از ۲۰ درصد داده‌ها که به همین منظور کنار گذاشته شده بودند استفاده شد. بر این اساس، صحت برای گونه‌های مورد بررسی متفاوت بوده و در بازه ۸۵-۹۰ درصد به دست آمد. در آخر روابط میان متغیرهای توپوگرافی و حضور گونه‌ها تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عامل در پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی در منطقه است و بین ۱۶ تا ۴۶ درصد تغییرات حضور گونه‌ها را پیش‌بینی می‌کند، هرچند شیب و جهت برای حضور در مدل‌ها مناسب نبودند. با توجه به آستانه‌های مشخص شده، گونه‌های کبک و ارژن برای کاشت در ارتفاعات بالاتر و گونه تنگرس برای کاشت در ارتفاعات پایین منطقه می‌توانند مدنظر قرار گیرند.

واژگان کلیدی: ایران - تورانی؛ پیش‌بینی؛ توزیع مکانی؛ توپوگرافی؛ نمونه‌برداری.

### مقدمه

گیاهی، پیش‌بینی پاسخ گونه‌ها (فراوانی، حضور و عدم حضور) به عوامل محیطی [۱۵]. خصوصیات کمی گونه‌های گیاهی تحت تاثیر روش اندازه‌گیری، عوامل درون گونه‌ای و بین گونه‌ای قرار می‌گیرد. بنابراین، در بررسی رابطه بین گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی، حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی بررسی می‌شود. روش آماری که برای این هدف مناسب است، رگرسیون لجستیک است [۱۸]. در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی به استفاده از دیگر اطلاعات پوشش گیاهی نظیر درصد تاج پوشش، تراکم و فراوانی که به شدت تحت تاثیر روش نمونه‌گیری، اندازه پلات و نوسانات بارندگی قرار می‌گیرد، نیازی نیست و فقط با تعیین حضور یا عدم حضور گونه‌ی گیاهی، رابطه آن با عوامل محیطی مشخص می‌شود و

ظهور هر گونه گیاهی تحت تاثیر عوامل محیطی و روابط بین گونه‌ای است و یک یا چند عامل محیطی بیشترین اثر را در استقرار یک گونه گیاهی خاص دارند. اگر به شیوه‌ای بتوان این عوامل را برای هر گونه گیاهی تعیین کرد و رفتار گونه را با متغیرهای محیطی و گونه‌های همراه بررسی نمود، می‌توان به مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌ای دست یافت. به منظور بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی از روش‌های آماری مختلفی نظیر رگرسیون و رسته بندی استفاده می‌شود که انتخاب هر کدام از روش‌ها به هدف تحقیق و نوع داده‌ها بستگی دارد. در تجزیه رگرسیون می‌توان اطلاعات هر گونه گیاهی را به تفکیک بررسی نمود. در بوم‌شناسی، مدل‌های رگرسیونی به طور عمده برای اهداف زیر استفاده می‌شوند: تخمین مقدار بهینه و دامنه اکولوژیکی گونه‌های

می‌توان در صورت داشتن عوامل محیطی احتمال حضور گونه‌های گیاهی مورد مطالعه را تعیین نمود [۲۸].

تابع رگرسیون لجستیک احتمال حضور گونه‌ها را در رابطه سیگموئیدی با عوامل محیطی بررسی می‌کند که از روش حداکثر درست‌نمایی برای مدل‌سازی لگاریتم متغیرهای وابسته دوتایی حضور و عدم حضور در برابر متغیرهای مستقل (عوامل محیطی) استفاده می‌کند [۲۷]. در رگرسیون لجستیک فرض صفر این است که احتمال به دست آوردن ارزش خاصی از متغیر اسمی در ارتباط با متغیر اندازه‌گیری شده نیست یا در واقع شیب خطی که ارتباط بین متغیر اندازه‌گیری و احتمال متغیر اسمی را بیان می‌کند برابر صفر است. رگرسیون لجستیک به دنبال معادله‌ای است که ارزش متغیر  $Y$  را به ازای هر مقدار از متغیر  $X$  پیش‌بینی کند. در این جا متغیر وابسته ( $Y$ ) به طور مستقیم اندازه‌گیری نمی‌شود، در عوض احتمال به دست آوردن ارزش خاصی از آن بررسی می‌شود. این احتمال بین صفر تا یک متغیر است، هرچند این مقدار به طور مستقیم نمی‌تواند در رگرسیون وارد شود.

در پژوهشی با استفاده از رگرسیون لجستیک آشیان اکولوژیکی پنج گونه‌ی اکالیپتوس را به صورت مدل در آوردند [۳]. نتایج نشان داد که فقط استفاده از عوامل محیطی برای مدل‌سازی رویشگاه برخی از گونه‌های گیاهی کافی نیست. در تحقیق دیگری رابطه بین حضور گونه‌ی گیاهی *Aphelocoma coerulescens* و عوامل رویشگاهی را با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک بررسی شد [۷]. در نواحی جنوبی سوئیس، اطلاعات ۱۱۷ گونه گیاهی را در ۲۵ سایت جمع‌آوری کردند [۱۶]. عوامل ارتفاع، شیب و جهت نیز برای سایت‌ها تعیین گردید. سپس با استفاده از روش رگرسیون لجستیک احتمال حضور گونه‌های گیاهی را پیش‌بینی کردند، نتایج نشان داد که متغیرهای شیب و جهت بیشترین همبستگی را با بیشتر گونه‌های گیاهی داشتند. رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد با بهره‌گیری از رگرسیون لجستیک تعیین شد [۲۷]. نتایج نشان داد که مهمترین خصوصیات خاک موثر در جداسازی تیپ‌های رویشی منطقه مورد مطالعه، آهک، سنگریزه، رطوبت اشباع، گچ و هدایت الکتریکی است.

به منظور مدل‌سازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک تحقیقی در منطقه‌ی حوضه‌ی آبخیز چهل چای استان گلستان انجام شد [۴]. نتایج نشان داد که در طی ۱۹ سال، حدود ۲۴۰۰ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. نتایج مدل‌سازی کاهش گستره‌ی جنگل با رگرسیون لجستیک نشان دهنده توافق نسبی مدل به دست آمده با نقشه کاهش گستره جنگل است. در مراتع رینه کوه دماوند با استفاده از رگرسیون لجستیک، نقشه‌های پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی را تهیه کردند [۱۳]. نتایج نشان داد که بالاترین ضرایب همبستگی مربوط به مدل گونه‌های گراس چند ساله و *Acantholimon demawendicum* با ضریب ۱ است. در مرتبه بعدی مدل گونه *Onorychis corunata* با ضریب ۰/۱۷۹ قرار دارد و کمترین ضریب همبستگی نیز مربوط به مدل گونه *Astragalus ochrodeucus* با ضریب ۰/۰۷۶ است. به منظور پیش‌بینی احتمال حضور تیپ‌های جنگلی با استفاده از رابطه آنها با متغیرهای توپوگرافی در سری یک جنگل آموزشی شصت کلاته گرگان به مساحت ۱۷۱۴ هکتار، از رگرسیون لجستیک استفاده شد [۹]. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا، پتانسیل تابش خورشید و جهت شیب با توجه به حضور آن‌ها در مدل، مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده تیپ‌های جنگلی در منطقه مورد مطالعه هستند.

در این پژوهش رابطه‌ی بین حضور گونه‌های گیاهی با متغیرهای شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های باغ شادی هرات بررسی شد. نظر به این که اندازه‌گیری این متغیرها با استفاده از مدل‌های رقومی ارتفاع نیز بدون مراجعه به عرصه میسر است، در صورتی که بتوان بر اساس آنها حضور گونه‌های گیاهی را پیش‌بینی نمود، راهنمای مناسبی برای مدیران جنگل در خصوص توسعه گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه با حداقل هزینه، خواهد بود.

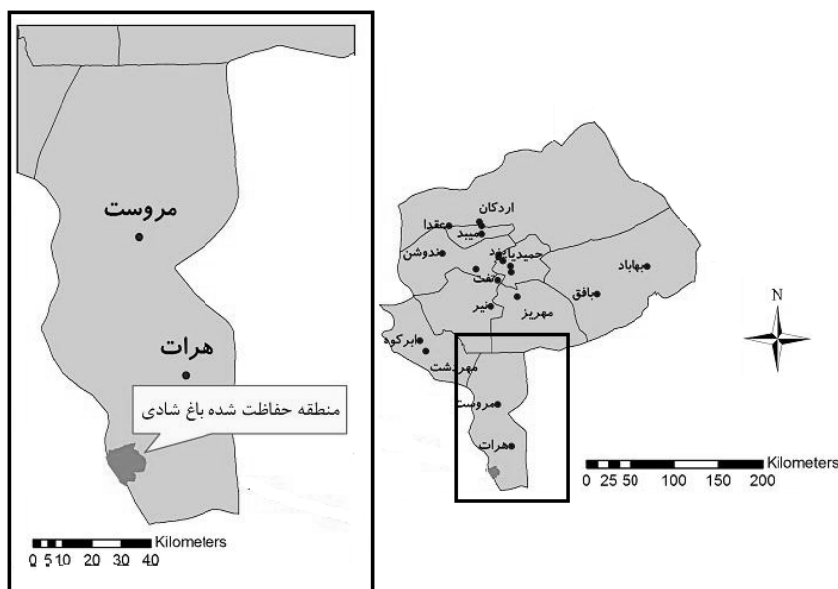
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه جنگلی باغ شادی در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان خاتم واقع گردیده و از شهر هرات حدود

طور عمده کوهستانی و تپه ماهور و قسمتی به صورت دشت و دامنه‌ای می‌باشد. جهت کلی شیب منطقه شمال شرقی و حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۵۰۰ متر است. حداقل ارتفاع ۲۰۰۰ متر و میانگین ارتفاع این منطقه ۲۱۰۰ متر از سطح دریا است.

۳۸ کیلومتر فاصله دارد. این منطقه با مساحتی بالغ بر ۳۴۰۰۰ هکتار در حد فاصل دو استان فارس و یزد، بین طول جغرافیایی ۳۵' و ۲۹° تا ۵۲' و ۲۹° شرقی و عرض جغرافیایی ۷' و ۵۴° تا ۱۸' و ۵۴° شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). منطقه مذکور شامل ۲۰۰۰۰ هکتار مشجر و ۱۴۰۰۰ هکتار مراتع غیر قابل مشجر است. این منطقه، به

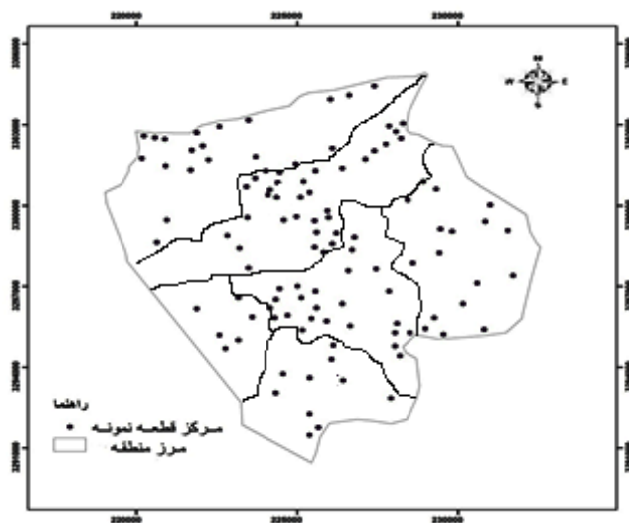


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان یزد

### روش تحقیق

تهیه و در هر یک از زیرحوزه‌های آبخیز منطقه، بسته به وسعت و اهمیت، تعدادی قطعه نمونه به صورت تصادفی بلوکی روی نقشه مشخص شد. در مجموع تعداد ۱۲۵ قطعه نمونه بر اساس بودجه و امکانات برای برداشت زمینی در نظر گرفته شد (شکل ۲).

برای شناخت منطقه و بررسی عوارض و تیپ‌های گیاهی و وضعیت پراکنش گونه‌ها ابتدا جنگل گردشی انجام شد. مساحت قطعات نمونه بر اساس تراکم پوشش گیاهی ۱۰۰۰ متر مربع و شکل آنها دایره‌ای در نظر گرفته شد. سپس نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۸۰۰۰۰



شکل ۲- نقشه پراکنش قطعات نمونه در زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه

### نتایج

نتایج نشان داد که متغیرهای توپوگرافی شامل شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا برای پیش بینی حضور گونه-های بنه (*Pistacia atlantica* F.&M.)، بادام (*Amygdalus scoparia* Spach)، دافنه (*Daphne mucronata* C.koch) مناسب نیستند. مقدار ضریب تعیین برای مدل‌های مربوط به این گونه‌ها نیز به ترتیب ۰/۱۶۲، ۰/۱۸۸ و ۰/۱۷۷ بود که قابل توجه نیست. در مورد گونه افدرا (*Ephedra spp*)، مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار بوده اما تنها متغیر ارتفاع از سطح دریا نقش تعیین کننده (با ضریب تعیین ۰/۲۶۱) داشت. همچنین مشخص شد که مدل با حضور متغیرهای مستقل مورد بررسی بهتر از مدل فقط با مقدار ثابت است. مدل رگرسیون برای پیش بینی حضور این گونه به صورت زیر بود:

$$Y = \frac{\text{Exp}(-32/162 + 0/015 \text{ Elevation})}{1 + \text{Exp}(-32/162 + 0/015 \text{ Elevation})} \quad (1)$$

با توجه به مقدار  $\text{Exp}(B)$  می‌توان گفت با هر یک متر افزایش ارتفاع از سطح دریا، احتمال حضور گونه افدرا ۱/۵ درصد افزایش می‌یابد اما شیب و جهت اثر تعیین کننده ندارند (شکل ۳).

همان طور که ملاحظه می‌شود، احتمال حضور گونه افدرا در قسمت‌های مرتفع منطقه (غرب و شمال غرب) بیشتر است. صحت نقشه برای این گونه ۸۰ درصد به دست آمد و حد آستانه برای حضور این گونه نیز ارتفاع ۲۰۴۶ متر از سطح دریا بود. در مورد گونه تنگرس (*Amygdalus lycioedes* spach) مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار بوده اما فقط متغیر ارتفاع از سطح دریا نقش تعیین کننده ( $F=0/169$ ) داشت. بر اساس نتایج، مدل رگرسیون برای پیش بینی حضور این گونه به صورت زیر بود:

$$Y = \frac{\text{Exp}(-14/047 + 0/006 \text{ Elevation})}{1 + \text{Exp}(-14/047 + 0/006 \text{ Elevation})} \quad (2)$$

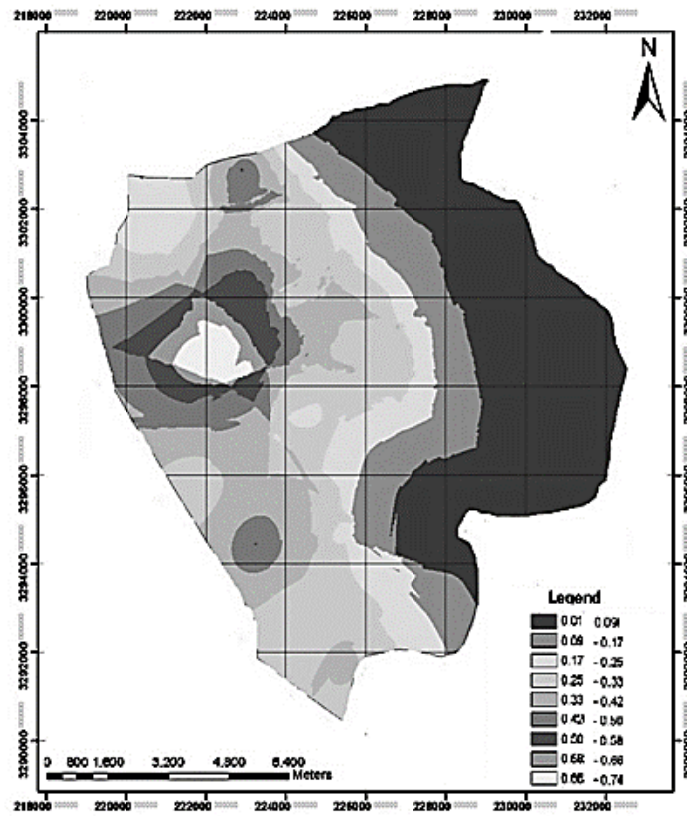
با توجه به مقدار  $\text{Exp}(B)$  می‌توان گفت، هر یک متر افزایش ارتفاع از سطح دریا، احتمال حضور را تنها ۰/۶

به کمک دستگاه مکان‌یاب، تمامی قطعات نمونه در عرصه مورد بازیابی قرار گرفته و با مراجعه به محل قطعه نمونه، حضور هر گونه و تعداد آن ثبت شد. همچنین مشخصات توپوگرافی از قبیل شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا اندازه‌گیری شد. برای تعیین شیب در قطعات نمونه از دستگاه شیب‌سنج سونتو و برای ثبت موقعیت قطعات نمونه و ارتفاع از سطح دریا از دستگاه مکان‌یاب استفاده شد. جهت شیب نیز با قطب‌نما مشخص و ثبت گردید.

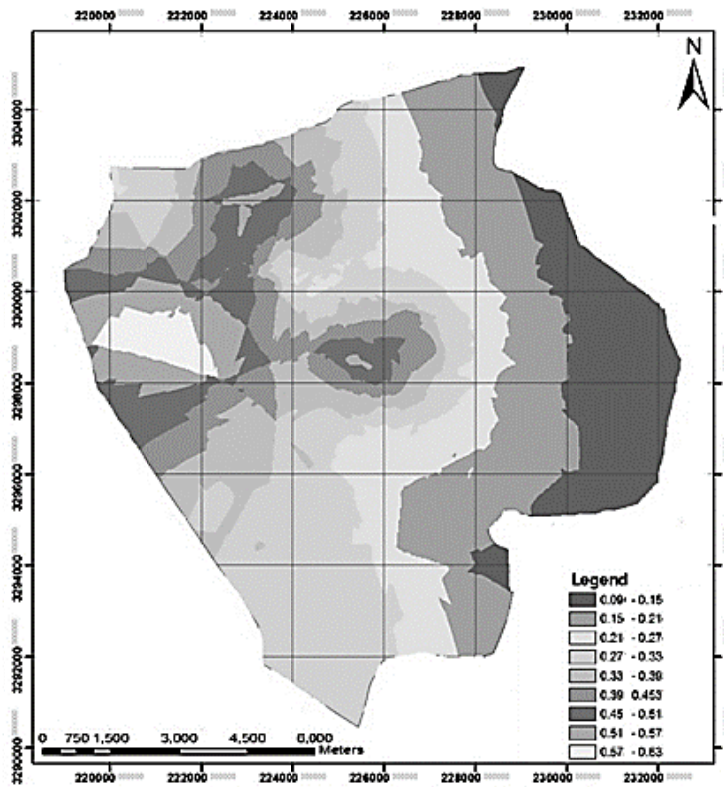
در این تحقیق احتمال حضور گونه‌های بنه (*Pistacia atlantica* F. & M.)، بادام (*Amygdalus scoparia* Spach)، کیکم (*Acer monspessulanum* L.)، افدرا (*Ephedra spp*)، تنگرس (*Amygdalus lycioedes* Spach)، ارژن (*Amygdalus elaeagnifolia* Spach) و دافنه (*Daphne mucronata* C.Koch) در قسمت‌های مختلف منطقه به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. روش مورد استفاده رگرسیون لجستیک دو جمله‌ای بود. متغیرهای شیب و ارتفاع از سطح دریا متغیرهای کمی و جهت قطعه نمونه، متغیر طبقه دار بوده که جهت شمال به عنوان مرجع معرفی شد. برای انجام رگرسیون لجستیک از نرم افزار SPSS 21 استفاده شد.

در رگرسیون لجستیک پیش فرض خاصی از قبیل نرمال بودن داده‌ها و خطی بودن رابطه متغیرهای مستقل و وابسته وجود ندارد. برای کنترل هم‌خطی چندگانه نیز از اشتباه معیار استفاده شد. در صورتی که برای هیچ کدام از متغیرها مقدار اشتباه بیش از ۲ نباشد، از عدم وجود هم‌خطی چندگانه اطمینان به عمل خواهد آمد [۲۵]. تحلیل همبستگی بین متغیرهای مستقل نیز انجام شد تا عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین متغیرهای مستقل کنترل گردد. در مورد متغیرهایی که مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار بود اقدام به ارائه مدل و مشخص کردن ضریب تعیین شد. در آخر، بر اساس مقادیر احتمال حضور به دست آمده در رگرسیون لجستیک، نقشه توزیع احتمال برای گونه‌های مختلف با نرم افزار ArcGIS 10.1 ترسیم و صحت نقشه‌ها با کمک ۲۰ درصد داده‌ها که کنار گذاشته شده بودند مورد بررسی قرار گرفت.

درصد افزایش می‌دهد. نقشه توزیع احتمال برای گونه تنگرس در شکل ۴ دیده می‌شود.



شکل ۳- نقشه پیش‌بینی مکانی برای حضور گونه افدرا

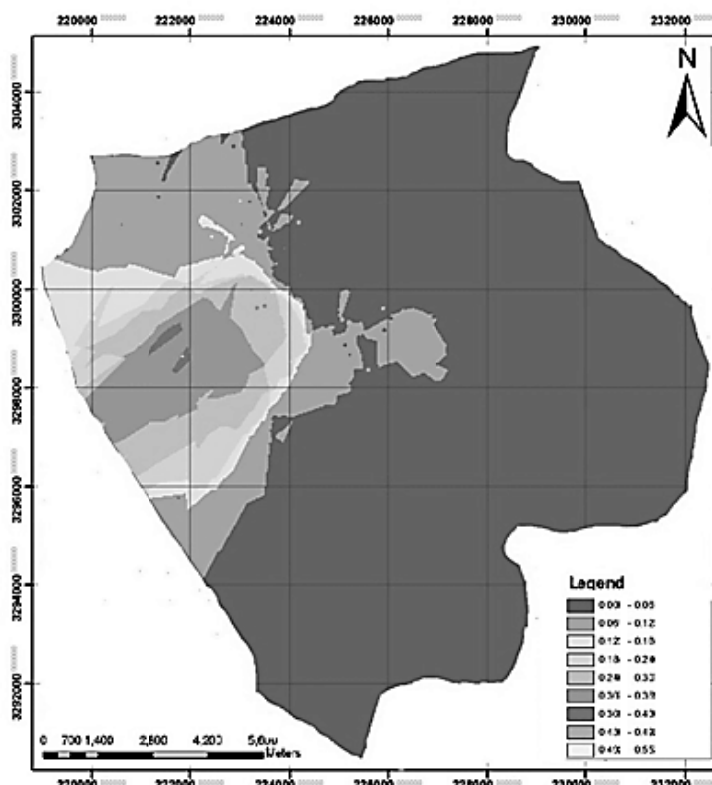


شکل ۴- نقشه توزیع مکانی برای حضور گونه تنگرس

همان گونه در شکل ۴ مشخص است در قسمت‌های شمال غرب تراکم بسیار بالا از تنگرس دیده می‌شود. که این نتایج با مشاهدات میدانی تطبیق داشت. صحت نقشه برای این گونه ۸۴ درصد بوده و حد آستانه برای حضور گونه مورد نظر ارتفاع ۲۰۰۸ متر از سطح دریا بود. در مورد گونه ارژن (*Amygdalus elaeagnifolia* Spach) نیز مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار بوده اما تنها متغیر ارتفاع از سطح دریا نقش تعیین کننده ( $r^2=0/46$ ) داشت که خیلی قابل توجه است. مدل رگرسیون برای پیش بینی حضور این گونه به صورت زیر بود:

$$Y = \frac{\text{Exp}(0/38 \text{ Elevation} + 83/884)}{1 + \text{Exp}(0/38 \text{ Elevation} + 83/884)} \quad (3)$$

با توجه به مقدار  $\text{Exp}(B)$  می‌توان گفت با هر یک متر افزایش ارتفاع از سطح دریا، احتمال حضور را ۳/۹ درصد افزایش می‌دهد. مدل مذکور توانست ۹۳/۵ درصد داده‌ها را درست طبقه‌بندی کند. نقشه توزیع احتمال برای گونه ارژن در شکل ۵ نشان داده شده است.

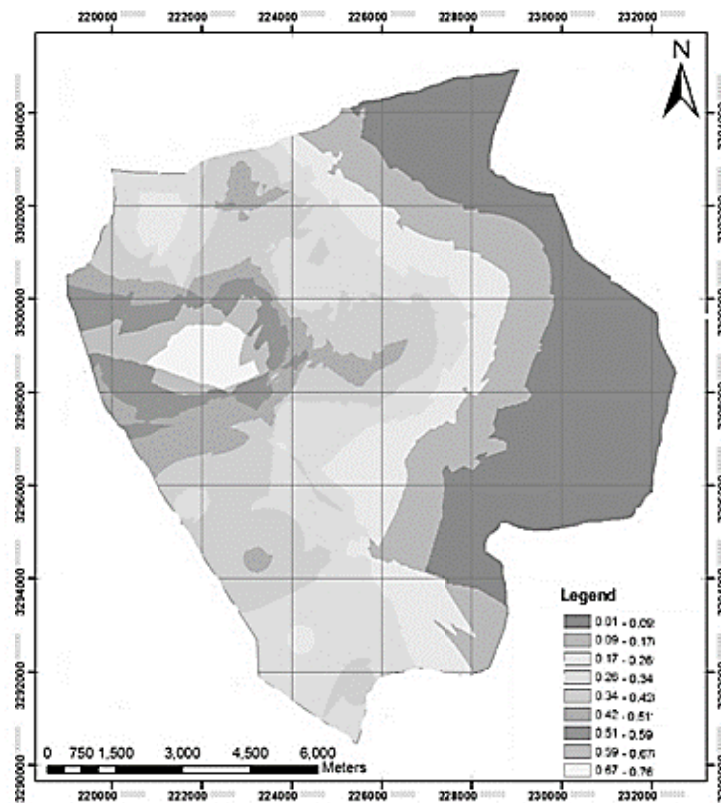


شکل ۵- نقشه توزیع مکانی برای حضور گونه ارژن

$$Y = \frac{\text{Exp}(0/16 \text{ Elevation} + 34/624)}{1 + \text{Exp}(0/16 \text{ Elevation} + 34/624)} \quad (4)$$

با توجه به مقدار  $\text{Exp}(B)$  می‌توان گفت هر یک متر افزایش ارتفاع از سطح دریا، احتمال حضور را ۱/۶ درصد افزایش می‌دهد. مدل توانست ۷۸/۲ درصد داده‌ها را درست طبقه‌بندی کند. نقشه توزیع احتمال برای گونه کیکم در شکل ۶ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۵، گونه ارژن بیشتر در ارتفاعات بالا و غرب منطقه حضور دارد که این با مشاهدات میدانی تطبیق دارد. صحت نقشه برای گونه ارژن ۹۰ درصد به دست آمد و حد آستانه برای حضور این گونه نیز ارتفاع ۲۱۵۰ متر بود. در مورد گونه کیکم (*Acer L.*) مدل رگرسیون لجستیک معنی‌دار بوده اما تنها اثر ارتفاع معنی‌دار بود ( $r^2=0/336$ ). براساس نتایج، مدل رگرسیون برای پیش بینی حضور این گونه به صورت زیر بود:



شکل ۶- نقشه پیش‌بینی مکانی برای حضور گونه کیکم

مکانی گونه‌های مرتعی در منطقه دماوند مناسب نیستند [۱۴].

در این پژوهش مشخص شد که افزایش ارتفاع در افزایش احتمال حضور کیکم اثر معنی‌داری دارد و مدل رگرسیون لجستیک بر اساس این متغیر معنی‌دار بوده است. این مسئله می‌تواند مربوط به نیازهای اکولوژیکی گونه کیکم باشد که نسبت به بنه نیاز به رطوبت بیشتر و دمای کمتر دارد. در حالی که بنه دارای انعطاف‌پذیری اکولوژیکی و سازگاری زیادی بوده و در گستره‌ای به وسعت تقریبی یک سوم مساحت کشور قابلیت زیست دارد [۸]. بر این اساس در ارتفاعات بالاتر احتمال حضور گونه کیکم بیشتر است. نقشه‌های تولید شده نیز به خوبی این مسئله را تایید و مشاهدات میدانی نویسندگان با نتایج به دست آمده تطبیق داشت.

افزایش ارتفاع در افزایش احتمال حضور ارژن نیز اثر معنی‌داری داشته و مدل رگرسیون لجستیک بر اساس این متغیر معنی‌دار بوده است. در مقایسه با بادامک که بیشتر کف دره‌ها را به خود اختصاص می‌دهد، این گونه بیشتر در ارتفاعات بالا حضور یافته است. افدرا بیشتر در مناطق

همان گونه که در شکل فوق مشخص است حضور کیکم با افزایش ارتفاع از سطح دریا بیشتر می‌شود. مشاهدات میدانی نیز وجود کیکم را در ارتفاعات بالا تایید می‌کند. صحت نقشه برای این گونه ۷۵ درصد و حد آستانه برای حضور آن، ارتفاع ۲۰۲۵ متر از سطح دریا بود.

#### بحث

آگاهی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هر گونه گیاهی نقش موثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط محیط در مناطق مشابه دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که از بین ویژگی‌های محیطی، ارتفاع از سطح دریا بهترین متغیر موثر در مدل‌سازی برای حضور گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه است. در پژوهش دیگری نیز مشخص شد که ارتفاع از سطح دریا، پتانسیل تابش خورشید و جهت شیب با توجه به حضور آن‌ها در مدل، مهمترین عوامل کنترل‌کننده تیپ‌های جنگلی در منطقه سری یک جنگل شصت کلاته گرگان هستند [۹]. این در حالی است که در تحقیق دیگری نشان داده شد که هیچ کدام از متغیرهای توپوگرافی شامل شیب، جهت و ارتفاع در پیش‌بینی

تمامی قسمت‌های آن رشد می‌کند و جهات جغرافیایی تنوع کمی دارند.

نتایج تحقیقی که در منطقه سبز کوه استان چهارمحال و بختیاری انجام شد، نشان می‌دهد که عوامل فیزیوگرافی در پیش بینی پوشش گیاهی در جنگل‌های متراکم دقت پایین و برای جنگل‌های تنک دقت متوسط دارد اما به طور کلی همبستگی آن‌ها با تیپ‌های مختلف گیاهی بالا است [۲۲]. در این پژوهش همبستگی قابل توجه بین متغیر ارتفاع با حضور گونه‌ها به ویژه در مورد ارژن و کیکم وجود داشت. ضرایب تعیین به دست آمده در تحلیل رگرسیون برای این دو گونه به خوبی این مووع را نشان می‌دهند.

در این پژوهش برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌های منطقه مورد مطالعه از روش رگرسیون لجستیک استفاده شد. پژوهشگران دیگری [۲۸، ۲۶، ۵، ۱۶، ۱۷، ۷، ۲۱ و ۱۹] از این روش در مدل‌سازی حضور گونه‌ها استفاده کرده و عده‌ای [۱۶، ۷، ۲۱، ۱۹] نیز آن را روش قدرتمندی برای تهیه نقشه پیش‌بینی گونه‌ها مطرح کرده‌اند. از بین روش‌های تحلیل تناظر و رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی پیش‌بینی گونه‌های گیاهی، رگرسیون لجستیک مدل ویژه بهتری برای هر گونه گیاهی ارائه می‌کند [۲۷ و ۱۱].

نتایج چند پژوهش [۶، ۲۰ و ۱۲] به نقش مهم نمونه‌برداری و تولید داده‌های با دقت مناسب در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه تاکید دارند. در این تحقیق از داده‌های ۱۲۵ قطعه نمونه در مدل‌سازی استفاده شد. با توجه به حضور سه متغیر مستقل در مدل و این که طبق قواعد معمول به ازای هر متغیر مستقل تعداد ۱۰ مشاهده کافی است [۱]، در تحقیق حاضر به ازای هر متغیر تقریباً ۴۰ داده وجود داشت که حاکی از کافی بودن تعداد نمونه است. مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه دارای کاربردهای متعددی هستند که عمده‌ترین آن‌ها استفاده در مدیریت پوشش‌های گیاهی است. می‌توان از مدل‌ها و نقشه‌های پیش‌بینی گونه‌های گیاهی، برای برنامه‌ریزی جهت احیای جنگل‌ها و همچنین مدیریت گونه‌های نادر، دارویی و صنعتی استفاده کرد. نتایج این تحقیق اعم از مدل‌ها و نقشه‌های پیش‌بینی مکانی می‌توانند در تعیین رویشگاه

کوهستانی حضور دارد اما نسبت به ارژن پراکنش وسیع‌تری دارد و در بیشتر قسمت‌های منطقه حضور دارد که این با مشاهدات میدانی مطابقت دارد، هرچند فراوانی آن زیاد نیست. در مورد گونه تنگرس می‌توان گفت در بیشتر بخش‌های منطقه حضور دارد اما بیشترین تراکم آن در بخش غربی منطقه که کوهستانی است و قسمت شمال غرب که توپوگرافی شدیدی دارد دیده می‌شود. در قسمت شمال غرب تراکم بسیار بالا از تنگرس در حین عملیات صحرایی مشاهده شد که با بخشی از نقشه که احتمال حضور را زیاد نشان می‌داد تطبیق داشت.

در تحقیقی مشخص شد که درجه شیب در تعیین رویشگاه پتانسیل گونه‌گون پیش‌بینی کننده مناسبی است، در حالی که در این پژوهش شیب در پیش‌بینی حضور هیچ یک از گونه‌های مورد بررسی نقش تعیین کننده نداشت [۲۳]. در تحقیق دیگری مشخص شد که متغیرهای توپوگرافی در پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گون زرد (*Astragalus Verus*) اثر معنی‌داری نداشته و متغیرهای خاک در این زمینه مهم‌تر هستند [۲۴]. بر این اساس مطالعات خاک و بررسی اثر آنها در حضور گونه‌های گیاهی در منطقه باغ شادی توصیه می‌شود. در منطقه مورد مطالعه تنوع متغیرهای شیب زمین و جهت در مقیاس کلی خیلی کم بوده و تغییرات در مقیاس خرد دیده می‌شوند. همچنین پراکنش نقاط نمونه اهمیت زیادی دارد و با توجه به مخروط بودن منطقه ممکن است در یک درجه شیب یا جهت خاص، مقادیر متفاوتی از حضور گونه‌ها مشاهده شود که این امر معنی‌داری مدل‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ممکن است مونه‌بندی بتواند تاحدی این مشکل را حل کند که برای تحقیقات آینده توصیه می‌شود.

در تحقیقی بیان شد که عامل جهت جغرافیایی نقش بسیار مهمی در پراکنش گونه بادام کوهی ایفا می‌کند به طوری که این گونه بیشتر در جهت‌های جنوبی، شرقی و جنوب شرقی که آفتابگیر هستند ظاهر می‌شود [۲]. این درحالی است که جهت جغرافیایی برای مدل‌سازی حضور بادام کوهی در این تحقیق معنی‌دار نبود. علت را به این صورت می‌توان بیان کرد که در منطقه مورد مطالعه جهت کلی جنوب شرقی است که آفتاب‌گیر بوده و بادام کوهی در



توسعه گونه‌های کیکم و ارژن در ارتفاعات بالاتر (بیش از ۲۰۲۵ متر برای کیکم و ۲۱۵۰ متر برای ارژن) انجام شود. کاشت تنگرس از ارتفاع ۲۰۰۸ متر به بالا توصیه شده و برای بادام کوهی اگرچه مدل‌های به‌دست آمده معنی‌دار نبود، اما بر اساس مشاهدات میدانی باید در ارتفاعات پایین و کف دره‌های پایین دست انجام شود. لازم به ذکر است که در مناطق خشک عوامل متعدد دیگری نیز در حضور و گسترش گونه‌ها موثر هستند که از جمله می‌توان به عمق و رطوبت خاک، میکروتوپوگرافی و غیره اشاره نمود. از آن‌جا که هدف مدل‌سازی کاهش هزینه‌ها است، در این تحقیق تنها قابلیت متغیرهای توپوگرافی (که از روی نقشه‌ها نیز قابل استخراج هستند)، برای پیش‌بینی احتمال حضور گونه‌های جنگلی بررسی شد. در پایان باید گفت متغیرهای توپوگرافی ارتفاع از سطح دریا بین ۱۶ تا ۴۶ درصد تغییرات حضور را برای گونه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه پیش‌بینی می‌نماید.

بالمقوه گونه‌های گیاهی کمک کرده و راهنمای مناسبی برای اجرای طرح‌های جنگلکاری و احیای جنگل‌های مخروبه در مناطق جنگلی باشند.

بررسی تاثیر عوامل فیزیوگرافی و خاک بر مشخصات کمی و کیفی گونه بادام کوهی (*A. scoparia*) نشان می‌دهد که صفات این گونه به نحو متفاوتی تحت تاثیر عوامل ذکر شده قرار می‌گیرند [۱۰]. از جمله، بیشترین تراکم در شیب جنوبی بود اما متغیر حضور همانند آنچه در این تحقیق بررسی شد مد نظر قرار نگرفت. نتایج بررسی عوامل موثر در پراکنش گونه‌های پسته وحشی در استان زنجان مشخص نمود که در شیب ۴۵ درصد و جهت جنوب غربی بیشترین پراکنش دیده می‌شود [۸].

بر این اساس باید گفت کاشت و توسعه گونه‌های مورد مطالعه می‌تواند در جهات مختلف انجام شود و محدودیتی از این نظر وجود ندارد. همچنین شیب عامل محدود کننده نخواهد بود. اما در خصوص ارتفاع از سطح دریا لازم است

## References

- [1]. Agresti A. (2007). An introduction to categorical data analysis (Second Edition). John Wiley & Sons, 400 p.
- [2]. Alvani Nezhad, S. (1999). Investigation of effective factors for distribution of *Amygdalus scoparia* in two regions of Fars province, Master of Science Dissertation, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Tehran, 134p (in Farsi).
- [3]. Austin, M.P., Nicholls, A.O., and Margules, C.R., (1990). Measurement of the realized qualitative niche: Environmental niches of five eucalyptus species. *Journal of Ecological Monographs*, 60 (2): 161-177.
- [4]. Bagheri, R., Shataee, Sh. (2010). Modeling forest areas decreases, using logistic regression (case study: Chehl-Chay catchment, Golestan province). *Iranian Journal of Forest*, 3(2): 243-252, (in Farsi).
- [5]. Bio, A.M.F., Becker, P.D., Bie, E.D., Huybrechts, W., & M. Wassen. (2002). Prediction of plant species distribution in lowland river valleys in Belgium: Modeling species response of site conditions. *Journal of Biodiversity and Conservation*, 11: 2189-2216.
- [6]. Barry, S., & Elith, J., (2006). Error and uncertainty in habitat models. *Journal of Applied Ecology*, 43 (3): 413-423.
- [7]. Carter G.M., Stolen, E.D., & Breininger, D.R. (2006). A rapid approach to modeling species-habitat relationships. *Journal of Biological Conservation*, 127: 237-244.
- [8]. Davarpanah, G., Fattahi, M., Golmohammadi, M., Aghajanlu, F., Hajighaderi T., Tarasi, J. (2009). Investigation on effective factors influencing distribution of wild pistachio species at Zanjan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 1(17): 33-50, (in Farsi).
- [9]. Ghanbari, F., Shataee Joybari Sh., Azim Mohseni, M., Habashi, H. (2011). Application of topography and logistic regression in forest type spatial prediction. *Application of Topography and Logistic Regression in Forest Type Spatial Prediction*, 1(19): 27-41, (in Farsi).
- [10]. Goodarzi, Gh.R., Sagheb-Talebi, Kh. and Ahmadloo, F. (2012). The study of effective factors on Almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) distribution in Markazi province. *Iranian Journal of Forest*, 4(3): 209-220 (in Farsi).

- [11]. Guisan, A., & Zimmermann, N.E. (2000). Predictive Habitat Distribution Models in Ecology. *Ecological Modeling*, 135: 147-186.
- [12]. Guisan A., Weiss, S.B., & Weiss, A.D. (1999). GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution (abstract-GEOBASE). *Plant Ecology*, 143(1): 107-122.
- [13]. Jafarian, Z., Arzani, H., Jafari, M., Zahedi, G.H., and Azarnivand, H. (2012). Etermination of relationships between dominant plant species with environmental factors and satellite data using logistic regression (case study: Rineh Rangeland, Mazandaran province). *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 3(19): 371-383, (in Farsi).
- [14]. Jafarian Z., Arzani H., Jafari M., Zahedi GH., Azarnivand H. (2012). Mapping Spatial Prediction of Plant Species Using Logistic Regression (Case Study: in Rineh Rangeland; Damavand Mountain), *Natural Geography Researches*, 79: 1-18, (in Farsi).
- [15]. Jongman R.H.G.; Ter. Break, C.J.F., & Van Tongeren, O.F.R. (1987). Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Wageningen, 86-212.
- [16]. Lassueur T., Joost, S., Randin, C.F. (2006). Very high resolution digital elevation models: Do they improve models of plant species distribution. *Journal of Ecological Modeling*, 198: 139-153.
- [17]. Latimer A.M., Shanshan, Wu., Gelfand, A.E., & Silander, J.A. (2005). Building statistical models to analyze species distributions. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, 16:33-50.
- [18]. McCune B. (2004). Nonparametric multiplicative for habitat modeling. *Oregon state university, USA*, 17:819-830.
- [19]. Miller, J., & Franklin, J. (2002). Modeling the distribution of four vegetation alliances using generalized linear models and classification trees with spatial dependence. *Journal of Ecological Modelling*, 157(2-3): 227-247.
- [20]. Miller, J., (2005). Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models: Residual Interpolation Methods. *The Professional Geographer*, 57(2): 169-184.
- [21]. Miller, J., & Franklin, J. (2006). Explicitly incorporating spatial dependence in predictive vegetation models in the form of explanatory variables: a Mojave Desert case study. *Journal of Geographical Systems*, 8 (4): 411-435.
- [22]. Rahmani, Sh., Ebrahimi, A., Davoodian Dehkordi, A. (2013). Producing the map for predicting vegetattion cover in mountain areas of Sabz-Kooh, using digital elevation model. *Journal of Rangeland and Veterinary*, 1(66): 89-109, (in Farsi).
- [23]. Safaee M., Tarkesh M., Basiri, M., Bashari, H. (2013). Determining the potential habitat of *Astragalus verus* Olivier using the geostatistical and logistic regression methods. *Arid Biome*, 1(3): 42-55, (in Farsi).
- [24]. Saki M., Tarkesh M., Vahhabi, M.R. (2011). Aplication of tree logistic regression model in determining proper site for *Astragalus verus*. *Applied Ecology*, 1(2): 27-37, (in Farsi).
- [25]. Schwab, A.J. (2007). Solving standard binary logistic regression problems, The University of Texas at Austin, School of Social Work, 25 p.
- [26]. Wu, H., & Huffer, F.W. (1997). Modeling the distribution of plant species using the autologistic regression model. *Journal of Ecological Statistics*, 4:49-64
- [27]. Zare Chahouki, M.A., Jafari, M., Azarnivand, H., Shafizadeh, M. (2007). Comparison of modelling techniques for predicting the probability of species presence in arid and semi-arid rangelands (Case study: Poshtkouh region of Yazd province). *Journal of Rangelands*, 1(4): 342-356, (in Farsi).
- [28]. Zare Chahouki, M.A., Jafari, M., Azarnivand H., Moghadam M., Farahpoor M., Shafizadeh, M. (2007). Application of logistic regression to study the relationship between presence of plant species and environmental factors. *Pajouhesh & Sazandegi*, 76: 136-143, (in Farsi).

## Investigating the role of topographic factors on spatial distribution of plant species using logistic regression (Case study: Baghe-Shadi forest, Harat, Yazd)

1- M. Shojaee, MSc Graduated of Forestry, Yazd University, Yazd, Iran

2- B. Kiani, Assistant Professor, Department of Forestry, Yazd University, Yazd, Iran

bnkiani@yazd.ac.ir

3- A. Setoodeh, Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Yazd University, Yazd, Iran

4- H.R. Azimzadeh, Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Yazd University, Yazd, Iran

Received: 10 Mar 2016

Accepted: 16 May 2017

### Abstract

To investigate relation of slope, aspect and elevation in predicting spatial distribution of tree and shrub species in arid forests of south Yazd, 125 sampling plots were selected in randomized block pattern in five sub-district of study area. In addition to topographic factors, presence of plant species and their frequency were measured and recorded. Logistic regression was conducted and in the case of significance, suitable model was provided. Distribution map of species was drawn according to probabilities derived from logistic regression analysis. To determine accuracy of maps we used 20 percent of primary data. According to these data the rate of accuracy was in range of 90-75 percent. Finally relations between topographic factors and presence of species were interpreted. Results found that elevation is the most important factor for predicting spatial distribution of plant species in study area and predicts from 16 to 46 percents of variations in presence. But slope and aspect were not suitable to be included in the models. According to thresholds determined in the results it can be said that *Acer cinerascens* and *Amygdalus eleagnifolia* can be regarded for planting in higher elevations but *Amygdalus lycioides* is suitable for planting in lower elevations.

**Keywords:** Iran-Touran; Prediction; Sampling, Spatial Distribution; Topography.