

## مکان‌گزینی اراضی مستعد کشت بادام دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: حوضه آبخیز فاروب رومان در شهرستان نیشابور)

احمد برجی<sup>1</sup>، اشکان عسگری<sup>2\*</sup>، کورس خوشبخت<sup>3</sup> و بابک میرباقری<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>گروه GIS و سنجش از دور، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.  
<sup>2</sup>گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.  
<sup>3</sup>گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

\*نویسنده مسئول: Asgariashkan@stu.um.ac.ir

تاریخ دریافت: 1391/11/04

تاریخ پذیرش: 1393/11/28

برجی، ا.، عسگری، ک.، خوشبخت و ب. میرباقری. 1393. مکان‌گزینی اراضی مستعد کشت بادام دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: حوضه آبخیز فاروب رومان در شهرستان نیشابور). مجله کشاورزی بوم‌شناختی. 4 (2): 20-9.

### چکیده

امروزه کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید. هدف از این تحقیق شناخت عامل‌ها و مشخصه‌های موثر در کشت بادام دیم در حوضه آبخیز فاروب رومان در شهرستان نیشابور به منظور پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت با استفاده از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی در قالب یک تحلیل مکانی جامع می‌باشد. در آغاز برای هر یک از نیازهای بادام دیم دو لایه به صورت دو مدل بولین و فازی، جداگانه به کمک سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه شد، این لایه‌ها شامل عامل‌های اقتصادی (فاصله از روستا، جاده و کاربری اراضی)، عامل‌های ارتفاع، شیب و جهت شیب (توپوگرافی)، عامل‌های اقلیمی (لایه‌ی همدم، همباران و لایه سیل‌خیزی حوضه)، مشخصه‌های خاک (گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نفوذپذیری سازندهای زمین‌شناسی) می‌باشد. تلفیق لایه‌های یادشده به کمک دو مدل بولین و فازی به صورت همپوشانی انجام شد و در نهایت نقشه‌ی تعیین مناطق مستعد کشت بادام دیم به دو صورت بولین و فازی ارائه شد. نتایج به دست آمده، قابلیت بالای اراضی منطقه برای کشت بادام دیم و همچنین انعطاف پذیری بیشتر و عملکرد بهتر روش فازی نسبت به روش بولین برای مکان‌یابی مناطق مستعد کشت بادام را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، تحلیل مکانی، مدل فازی و بولین.

## مقدمه

بادام یکی از قدیمی‌ترین درختانی است که در نقاط سردسیری و نیمه سردسیری ایران پراکنده است و تاکنون نزدیک به 29 گونه آن در ایران گزارش شده است (Imani, 1997). درخت بادام در منابع علمی دارای نام‌های علمی مختلفی از جمله *Prunus Amygdalus* متعلق به خانواده *Rosaceae* می‌باشد. محدوده اصلی کشت بادام در عرض جغرافیایی 36-45 درجه شمالی و در ارتفاعات بین 700-1700 متر قرار دارد (Mousavi, 2010). گونه *Amygdalus* در شرایط متفاوتی از جمله در شیب جنوبی رشته کوه‌های البرز تا شیب شمالی کوه‌های مکران در جنوب ایران گسترش دارد و رشد می‌کند (Vafadar et al., 2008). گل‌های بادام به دمای زیر صفر حساس‌اند و در این دما دچار آسیب می‌شوند (Pearce, 2001). دمای لازم برای رشد و تکامل کمینه 10، بیشینه 45 و بهینه 23 درجه سلسیوس می‌باشد. بادام به سرمای دیر هنگام بهاره حساس است لذا مصون بودن نسبی منطقه از سرمای بهاره دیر هنگام الزامی است (Anonymous, 2010). بادام در برابر کم آبی بسیار مقاوم بوده و در بسیاری از نقاط ایران مانند فارس، قزوین و خراسان به صورت دیم و نیمه دیم کشت می‌شود و در ایران با بارندگی 250 میلی‌متر می‌توان عملکرد، متوسطی به دست آورد، برای عملکرد خوب به بارندگی حدود 500 میلی‌متر در سال نیاز است (Anonymous, 2010).

بادام در زمین‌های سخت و سنگلاخی به خوبی دوام می‌آورد و با خشکی سازگار است به همین دلیل در غالب دامنه‌های کوهستانی وجود دارد. ریشه‌های قوی بادام می‌تواند آهک فعال (20-30%) را در خاک تحمل کند. بادام در خاک‌هایی با بافت سبک، حاصلخیز، عمیق و با زهکشی خوب بهترین رشد و نمو را دارد و در این خاک‌ها ریشه‌های بادام می‌توانند تا حدود 3 متر یا بیشتر نفوذ کنند (Anonymous, 2010).

یکی از مراحل که پیش از کاشت بادام بایستی مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد، تعیین مکان‌های مستعد کاشت این درخت می‌باشد. هدف اصلی فرآیند مکان‌یابی به-عنوان یک تحلیل مکانی، جلوگیری از هدر رفتن هزینه‌ها و تضمین کارایی بیشینه می‌باشد و مانند هر فرآیند دیگری برای اجرای مکان‌یابی، وجود داده‌های خام ورودی ضروری می‌باشد. ورودی‌های مورد نیاز شامل لایه‌های

اطلاعاتی مختلف است که از منطقه مورد بررسی تهیه می‌شود که باید پیش از ورود به مدل‌های مکان‌یابی آماده سازی شوند. خروجی مدل‌های مکان‌یابی، مکان‌های مناسب برای ایجاد فعالیتی خاص می‌باشد که نتیجه ارزیابی و تلفیق داده‌های ورودی است. این مدل‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

مدل منطق بولین (Boolean Logic Model):

در این مدل به ازای هر عامل، یک نقشه ورودی ایجاد می‌شود. مقدار یک نشان دهنده مناسب بودن و مقدار صفر نشان دهنده نامناسب بودن موقعیت مکانی آن پیکسل می‌باشد. سپس نقشه‌های ورودی با استفاده از عملگرهای بولین OR یا AND با یکدیگر تلفیق می‌شوند و یک نقشه خروجی باینری به وجود می‌آورند.

اگر تلفیق نقشه‌ها با استفاده از عملگر AND انجام گرفته باشد، پیکسل‌های با ارزش 1 در نقشه خروجی، مکان‌هایی را نشان می‌دهد که همه‌ی معیارهای مربوط به کاربرد مورد نظر را تأمین می‌کنند و در صورتی که نقشه‌های ورودی با استفاده از عملگر OR ترکیب شوند، پیکسل‌های با ارزش 1 در نقشه خروجی، مکان‌هایی را مشخص می‌کند که یک یا چند معیار در آنها صدق می‌کند (Malek et al., 2011).

مدل منطق فازی (Fuzzy Logic Model):

منطق فازی، در واقع توسعه یافته منطق بولین است. در منطق فازی، میزان عضویت یک مشخصه در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت) تعریف می‌شود (Malek et al., 2011). هرچه میزان تناسب عناصر هر لایه اطلاعاتی (که در این تحقیق پیکسل می‌باشد) با هدف مورد نظر (کشت بادام دیم) بالاتر باشد به همان میزان درجه عضویت آن مشخصه که به صورت تدریجی و پیوسته بالا خواهد بود.

(Azimie and Behbahani, 2009) در تحقیقی با عنوان پهنه بندی مناطق مستعد کشت زیتون با استفاده از نرم افزار GIS در استان لرستان، با هدف شناخت عامل‌ها و مشخصه‌های اقلیمی مؤثر در کشت زیتون و پهنه بندی نواحی مستعد کشت را انجام دادند. (Mohammadi et al., 2005) امکان سنجی کشت زیتون در استان اصفهان، با اعمال عامل‌ها و مشخصه‌های اقلیمی مؤثر در کشت زیتون در استان، پهنه بندی نواحی مستعد کشت را با استفاده از

جهت شیب (توپوگرافی) می‌باشد. در بررسی‌هایی که Varzideh *et al.* (2010) بر روی مکان‌یابی مناطق مستعد زیتون انجام دادند تنها چند عامل و مشخصه، ارتفاع، دما، بارش، تبخیر، زمین‌شناسی و شیب را در نظر گرفتند.

پس از تعیین معیارهای مؤثر، در آغاز لایه‌های مورد نیاز تهیه و برای کار در محیط نرم افزار GIS آماده شدند و پس از بازسازی (رستری کردن) لایه‌های مورد نظر تهیه نقشه‌ها به دو صورت بولین و فازی صورت گرفت، در نقشه‌های بولین مناطق به دو صورت مناسب و نامناسب می‌باشند اما در نقشه‌های فازی مناطق به صورت دامنه‌ای از اهمیت بین مناسب و نامناسب در نظر گرفته شده‌اند.

برای تعیین مناطق مستعد کشت بادام لازم است نقشه‌های عامل‌های اقلیمی، عامل‌های توپوگرافی، مشخصه‌های خاک و عامل‌های اقتصادی با یکدیگر همپوشانی داده شوند. در روش بولین با توجه به استفاده از کنشگر (اپراتور) تعیین یک منطقه به‌عنوان منطقه مطلوب منوط به مناسب بودن همه‌ی مشخصه‌های مورد استفاده بوده و در صورتی که یکی از مشخصه‌ها نامناسب باشد آن منطقه به‌عنوان یک منطقه نامطلوب در نظر گرفته می‌شود اما روش فازی یک روش جبرانی می‌باشد، بدین گونه که امتیاز پایین یک معیار توسط امتیاز بالای معیار دیگر جبران می‌شود، در عمل تاثیر محدودیت‌ها پوشانده شده که این امر منجر به تعیین مناطق مطلوب بیشتر می‌شود. در نهایت پس از اعمال همپوشانی این نقشه‌ها به دو صورت بولین و فازی، نقشه‌ی نهایی مناطق مستعد کشت بادام دیم به دو صورت بولین و فازی ارائه می‌شود.

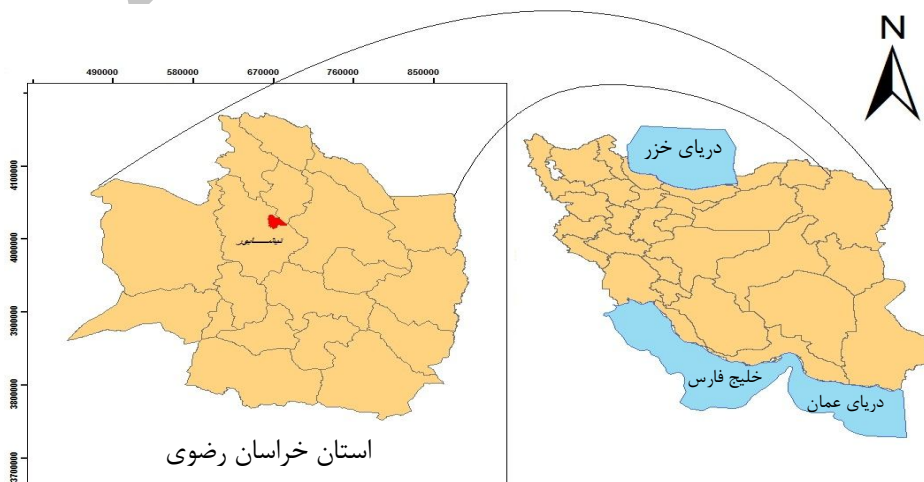
سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. هدف از این بررسی شناخت عامل‌های مؤثر در کشت بادام دیم در حوضه آبخیز فاروب رومان و پهنه بندی نواحی مستعد با کمک توانمندی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**موقعیت منطقه:** حوضه آبخیز فاروب رومان در عرض جغرافیایی 58 درجه و 49 دقیقه تا 59 درجه و 2 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 36 درجه و 15 دقیقه تا 36 درجه و 26 دقیقه شرقی با مساحتی در حدود 18637/40 هکتار در حوضه آبریز کویر مرکزی، شهرستان نیشابور و بخش مرکزی (دهستان مازول و فضل) واقع شده است (شکل 1). فاصله این حوضه از شهرستان نیشابور در حدود 11/5 کیلومتر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه حوضه در دوره آماری شاخص 30 ساله منطقه 446 میلیمتر، میانگین دمای سالانه آن 8/7 درجه سلسیوس و اقلیم حوضه به صورت اقلیم ارتفاعات می‌باشد.

## بررسی مشخصه‌های مؤثر در کشت بادام و تهیه نقشه رقومی لایه‌ها

در این مرحله با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از مرحله شناخت، مصاحبه با کارشناسان، افراد متخصص و بررسی تجربه‌های کشورهای دیگر در زمینه مکان‌یابی احداث باغ‌ها، عامل‌های مؤثر در مکان‌یابی فعالیت مورد نظر به همراه داده‌های مورد نیاز مربوط به این عامل‌ها تعیین شد. این مشخصه‌ها شامل مشخصه‌های اقلیمی (لایه‌ی هم‌دما، هم‌باران و سیل‌خیزی حوضه)، عامل‌های اقتصادی (نزدیکی به جاده، روستا و کاربری اراضی)، مشخصه‌های خاک (گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نفوذپذیری سازندهای زمین‌شناسی) و ارتفاع، شیب و



شکل 1- موقعیت منطقه حوضه آبخیز فاروب رومان در استان خراسان رضوی.

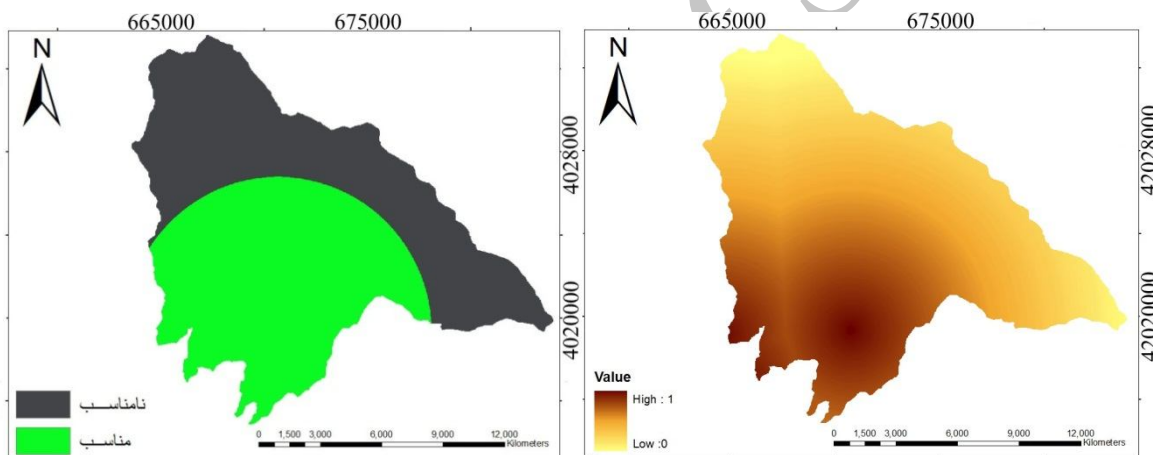
مهمترین مشخصه‌ای که همواره در فعالیت‌های کشاورزی باید مورد توجه قرار بگیرد بازده اقتصادی آن می‌باشد، با توجه به این امر کاهش هزینه‌های ترابری محصولات، نیروی کار و بازار فروش اهمیت بسزایی دارد.

**لایه فاصله از روستا و جاده:** از نقشه‌های عوارض (توپوگرافی) با مقیاس 1:50000 سازمان نقشه برداری کشور، نقشه‌های رقومی تراز، لایه‌های عوارض خطی (راه‌ها) یا چند ضلعی (روستاها) ساخته و اصلاح شد و سپس لایه بازسازی تهیه شد و با فازی کردن لایه بازسازی و طبقه بندی بازسازی مکان‌هایی که فاصله کمتری از روستا و جاده داشتند از لحاظ اقتصادی مناسب در نظر گرفته شدند. با توجه به نقشه‌های مربوطه محدوده گسترده‌ای از منطقه به لحاظ دو عامل اقتصادی برای کشت بادام دیم مناسب هستند (شکل 2-3).

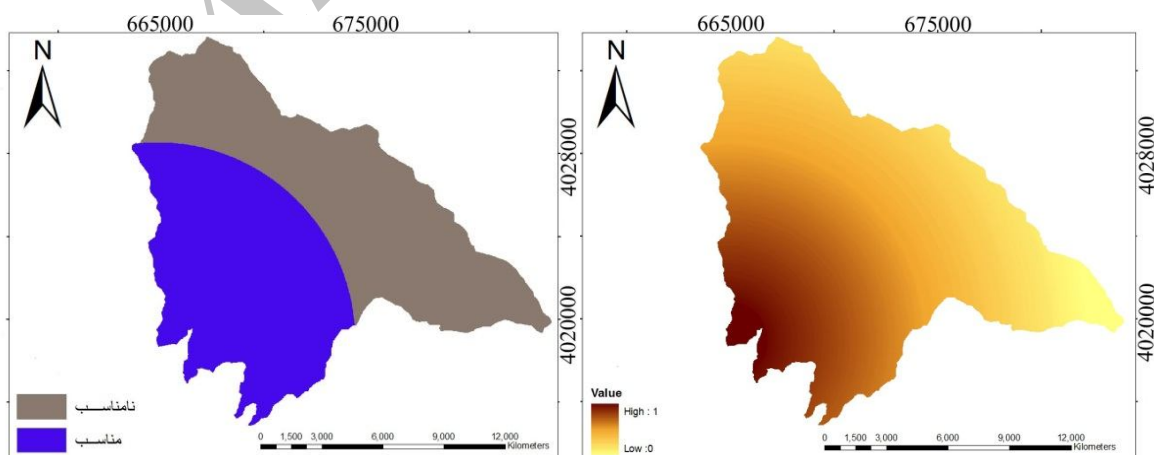
## نتایج و بحث

امروزه به دلیل اهمیت ویژه بخش کشاورزی در اقتصاد هر کشور و اینکه در این گونه بررسی‌ها همواره با طیف گسترده‌ای از معیارهای تأثیر گذار روبه‌رو هستیم، لذا برای سادگی و دقت ناچار به استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره به همراه استفاده از روش‌های نرم‌افزاری می‌باشیم. بکارگیری همزمان روش‌های آماری، GIS و سنجش از دور برای تجزیه و تحلیل نهایی داده‌ها امری لازم می‌باشد. با توجه به اهمیت بادام و کشت آن در سطح منطقه، با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و محیطی، به کمک نرم افزار GIS مکان‌های مستعد در منطقه مورد نظر شناسایی شد، که برحسب عامل‌های مورد ارزیابی قابل دیدن است.

## عامل‌های اقتصادی:



شکل 2- نقشه لایه فاصله از روستا، فازی (راست) و بولین (چپ).



شکل 3- نقشه لایه فاصله از جاده، فازی (راست) و بولین (چپ).

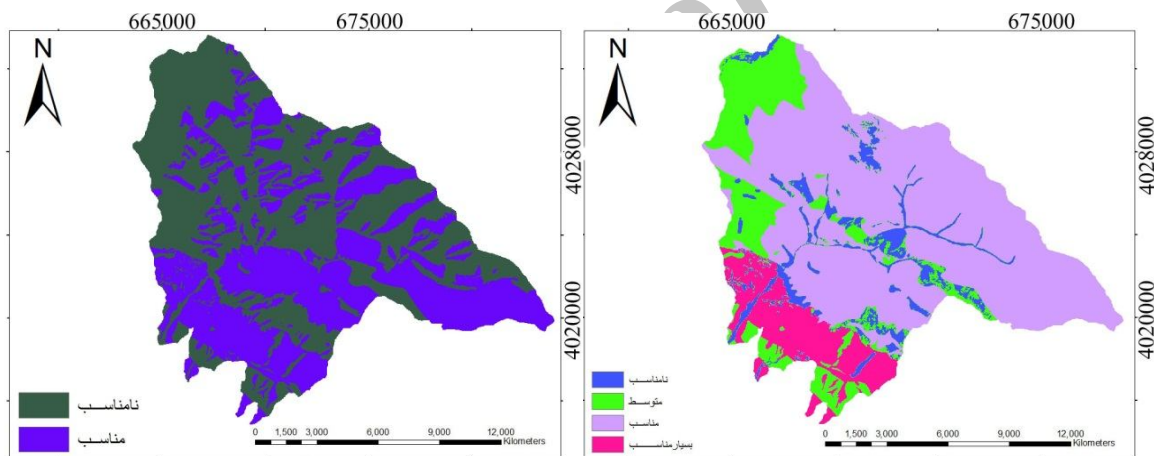
بخش‌های جنوبی و جنوب غربی منطقه برای کشت بادام مناسب‌تر از دیگر نقاط می‌باشد (شکل 5).

**لایه جهت شیب:** با توجه به این که سرمازدگی بهاره یکی از عامل اصلی خسارت را در منطقه می‌باشد شیب‌های روبه شمال و شمال غرب و شمال شرق به علت دمای پایین‌تر در بهار گلها دیرتر باز می‌شوند و احتمال سرمازدگی دیرهنگام بهاره کاهش می‌یابد. با توجه به نقشه خروجی این لایه، بخش‌های زیادی از منطقه به صورت پراکنده برای احداث باغ مناسب هستند (شکل 6). تامین نیاز گرمایی (GDD) برای بیدار شدن جوانه‌ها و گلدهی در اوایل فصل رشد الزامی می‌باشد، که در شیب‌های موردنظر این نیاز گرمایی دیرتر بر طرف می‌شود در نتیجه گلدهی در بهار به تاخیر افتاده و خطر سرمازدگی در این فصل کاهش می‌یابد (Jalili marandi, 2009). همچنین میزان عملکرد در شیب‌های یادشده از شیب‌های به سمت جنوب بیشتر می‌باشد (Salehi et al., 2008).

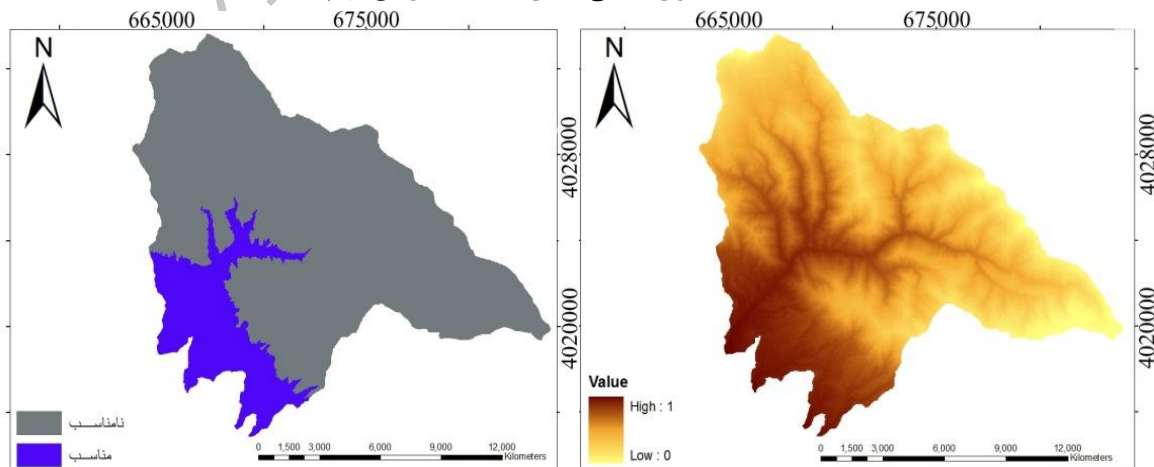
**لایه کاربری اراضی:** منطقه مورد نظر دارای کاربری‌های زراعت آبی، دیم، باغ، مسیل، توده سنگ، مراتع فقیر با گرایش منفی، مثبت و متوسط می‌باشد و از کاربری‌های منطقه مورد بررسی مراتع (گونه‌های هزارخار- گل‌گندمی- بادام کوهی) و همچنین دیمزارها به‌عنوان مناطق مناسب کشت از نقشه کاربری اراضی منطقه استخراج شد. با توجه به نتایج، مناطق مستعد از نظر لایه کاربری اراضی در مدل فازی بیشتر از خروجی مدل بولین می‌باشد (شکل 4).

**عوارض زمین (توپوگرافی):**

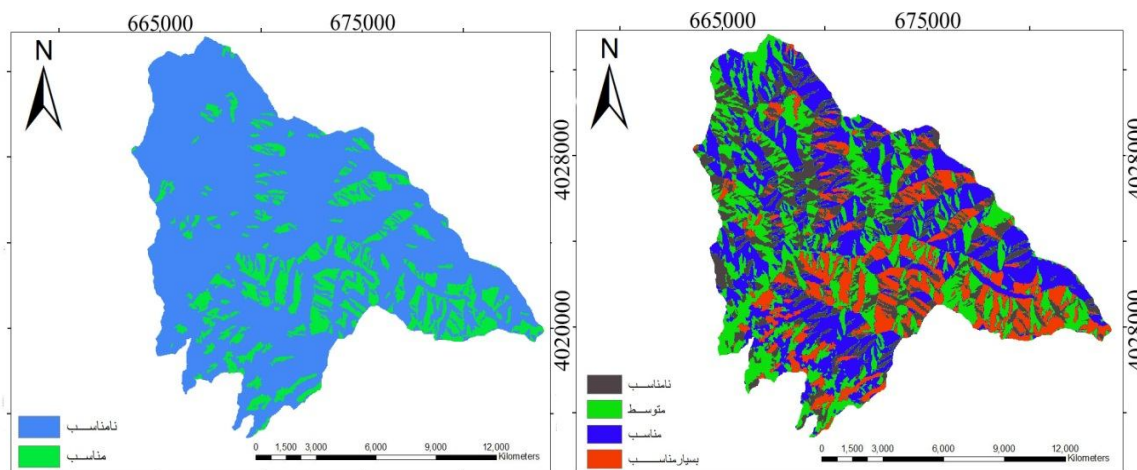
**لایه ارتفاع:** برای تهیه این لایه از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه با دقت 5 متر استفاده شد. از آنجایی که با افزایش ارتفاع دما کاهش پیدا می‌کند، خطر رخداد سرمازدگی بیشتر می‌شود بنابراین در نقشه فازی مناطقی که ارتفاع کمتری داشته اهمیت نسبی بیشتر دارند و در نقشه بولین مناطق کمتر از 1700 متر ارتفاع به دلیل سازگاری بالا، از لحاظ ارتفاعی برای کشت بادام مناسب در نظر گرفته شده است (Anonymous, 2010). از نظر ارتفاع



شکل 4- نقشه لایه کاربری اراضی، فازی (راست) و بولین (چپ).



شکل 5- نقشه لایه ارتفاع، فازی (راست) و بولین (چپ).



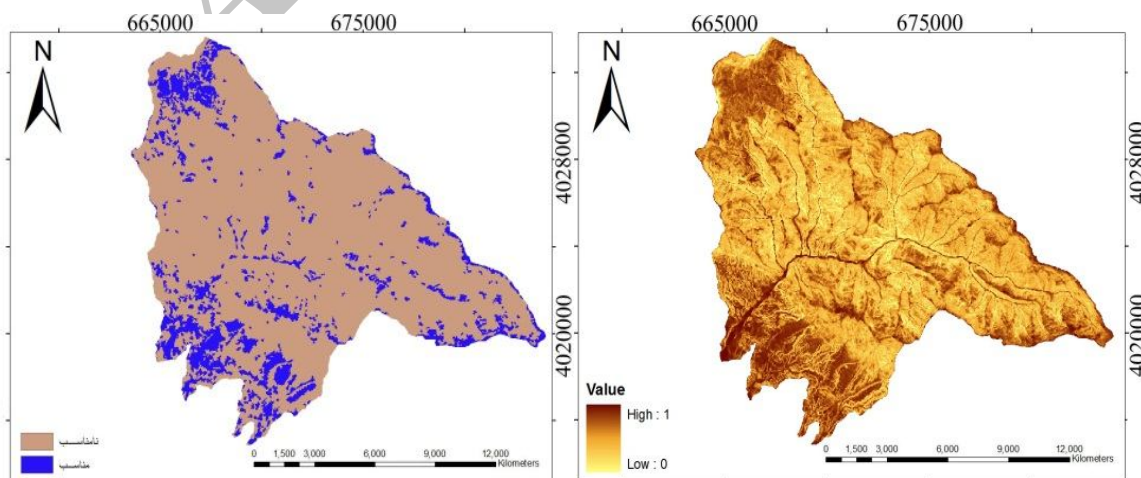
شکل 6- نقشه لایه جهت شیب، فازی (راست) و بولین (چپ).

برای انجام مطالعات هواشناسی حوضه، ایستگاه‌های هواشناسی مجاور حوضه فاروب رومان در نظر گرفته شده است.

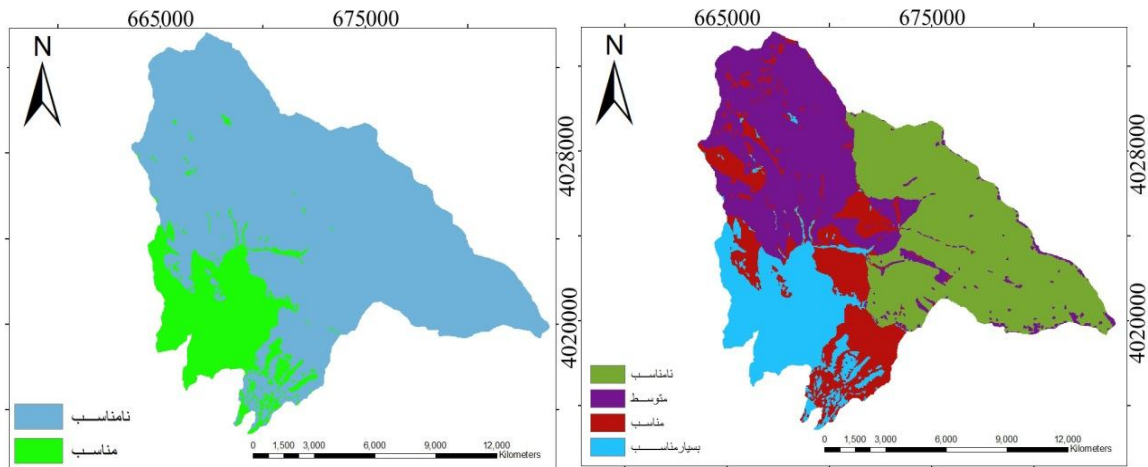
**لایه سیل‌خیزی حوضه:** برای تهیه این لایه از مطالعات هیدرولوژی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی استفاده شد. مناطقی از حوضه که سیل-خیزی کم و خیلی کم دارند به‌عنوان منطقه بسیار مناسب و مناسب در نظر گرفته شده است، زیرا سیل باعث آسیب رساندن به باغ‌ها می‌شود. با توجه به شکل 8 نواحی جنوب غربی منطقه در مدل بولین، سیل‌خیزی کمتری از دیگر نواحی دارند که تاحدودی همانند نتایج لایه ارتفاعی است و در خروجی لایه فازی بیشترین سیل‌خیزی مربوط به شرق حوضه می‌باشد (شکل 8).

**لایه شیب:** یکی از مهم‌ترین عامل‌های موثر در انتخاب عرصه‌های مناسب شیب می‌باشد. برای تهیه این لایه نیز از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) پنج متر منطقه استفاده شد. در مدل فازی شیب‌های کمتر به دلیل نفوذ پذیری بالای خاک، اهمیت نسبی بیشتری نسبت به شیب‌های تندتر دارند. (Azimie and Nezami *et al.* (2011) و همچنین Behbahani 2009) شیب‌های کمتر از 12 درجه را برای درختکاری مناسب گزارش کردند بنابراین در مدل بولین، اراضی با شیب‌های کمتر از 12 درجه برای درختکاری بادام دیم مناسب و بقیه اراضی نامناسب در نظر گرفته شدند. با توجه به نقشه مورد نظر، شیب به‌عنوان یک عامل محدود کننده عمل کرده زیرا گستره کمی از اراضی منطقه از این نظر مطلوب می‌باشند (شکل 7).

**عامل‌های اقلیمی:**



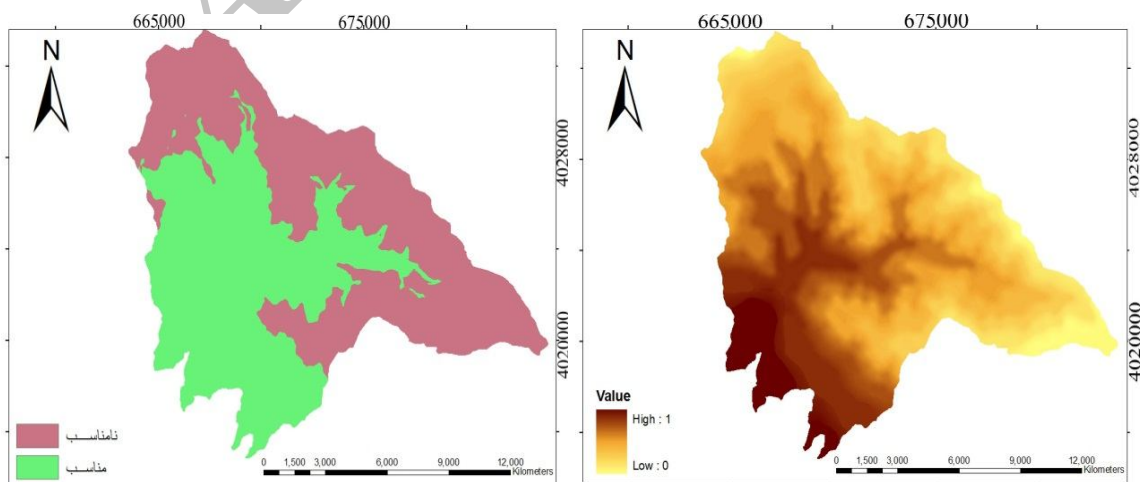
شکل 7- نقشه لایه شیب، فازی (راست) و بولین (چپ).



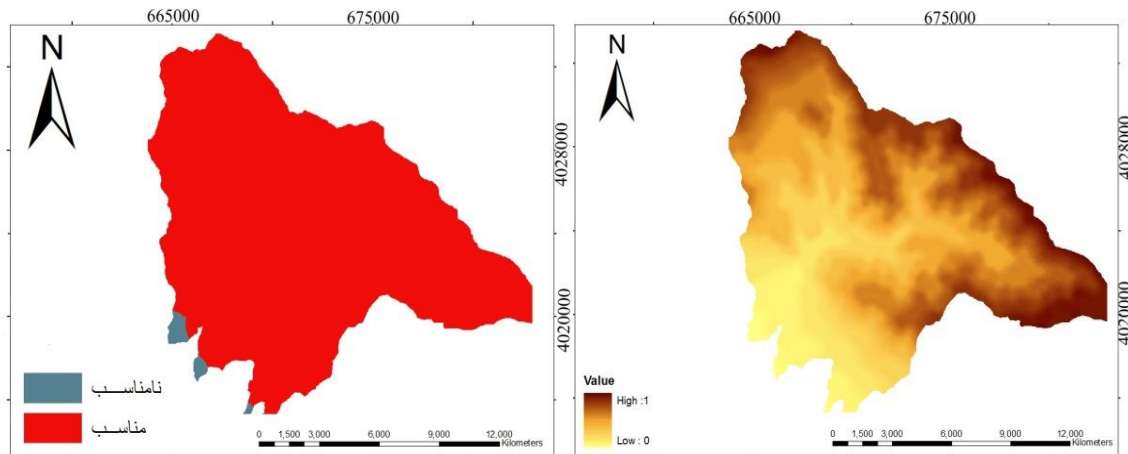
شکل 8- نقشه لایه سیل‌خیزی، فازی (راست) و بولین (چپ).

تهیه نقشه همباران: خطوط همباران نقاطی است که میزان بارندگی آن برای یک دوره مشخص، یکسان باشد. با استفاده از معادله گرادیان بارندگی سالانه خطوط همباران حوضه فاروب رومان رسم شد، سپس برای درون‌یابی خطوط همباران از روش درون‌یابی کریجینگ استفاده شد. مناطقی از حوضه که بارندگی میانگین سالانه بیشتری داشته، دارای اهمیت نسبی بیشتری بودند. البته کمینه بارندگی مورد نیاز 250 میلی‌متر در نظر گرفته شده است (شکل 10). قابلیت‌سازی زیاد بادام سبب شده که در شرایط دیم در مناطقی با بارندگی سالانه بیشتر از 250 میلی‌متر به حیات ادامه دهد (Imani, 2000; Tavakoli, 2013). همان‌طور که از شکل 10 پیداست بیشتر نقاط حوضه فاروب رومان از نظر بارندگی برای احداث باغ مطلوب هستند.

تهیه نقشه هم‌دما: خطوط هم‌دما، مکان‌هندسی نقاطی هستند که میران دمای آن برای یک دوره مشخص، یکسان باشد. با توجه به آمار دما در ایستگاه‌های منطقه مقادیر این مشخصه به‌دست‌آمده و رابطه همبستگی بین میانگین دما در طول سال با ارتفاع میانگین برقرار شد، سپس با توجه به این رابطه خطوط هم‌دما رسم شده‌اند. نواحی مناسب برای بادام با توجه به نیازهای دمایی آن تعیین شد. دما مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده هنگام گلدهی است، گلدهی زود هنگام در بهار پرورش بادام را به نواحی با سرمای کم بهاره محدود کرده است بنابراین در نقشه بولین مناطقی که دمای بیشتر  $10^{\circ}\text{C}$  در مراحل رشدی حساس بادام داشتند، مناسب در نظر گرفته شد (Doulaty Baneh *et al.*, 2002) (شکل 9).



شکل 9- نقشه لایه هم‌دما، فازی (راست) و بولین (چپ).



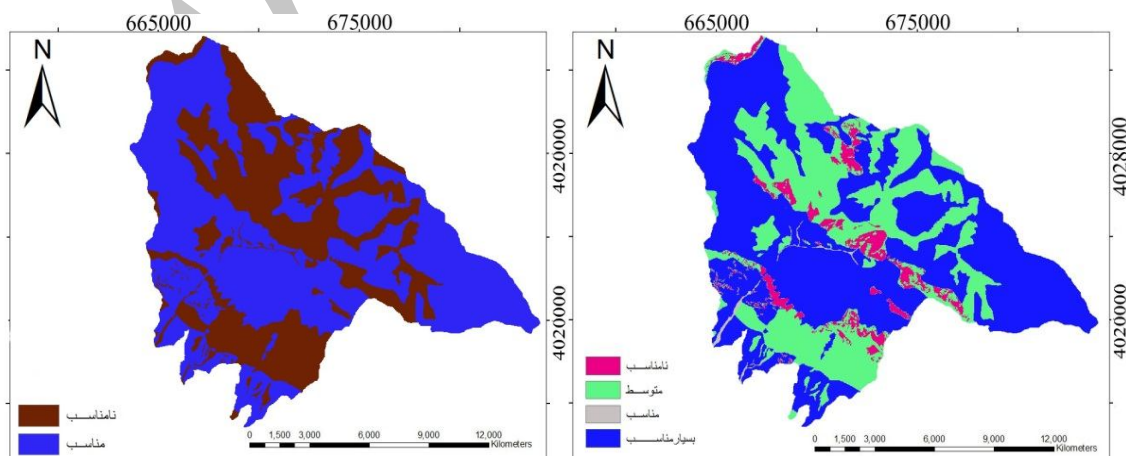
شکل 10- نقشه لایه همباران، فازی (راست) و بولین (چپ).

نظر گرفته شد (Sethuramasamyraja *et al.*, 2011; Shein, 2009 (شکل 11).

لایه نفوذپذیری سازندهای زمین شناسی: از نقشه زمین شناسی نیشابور و طبقه با مقیاس 1:100000 سازمان زمین شناسی کشور، عکس‌های هوایی با مقیاس 1:20000، حوضه برای استخراج سازندها و میزان نفوذپذیری آنها تهیه شد. از سازندهای زمین شناسی منطقه مورد بررسی سازندهایی که نفوذ پذیری بالا (پادگانه‌های آبرفتی قدیم و جدید) و متوسط ( آهک نخودی، مارن و ماسه سنگ) دارند برای کشت مناسب‌تر در نظر گرفته شدند (Ziaeean *et al.*, 2011: zakizade, (شکل 12).

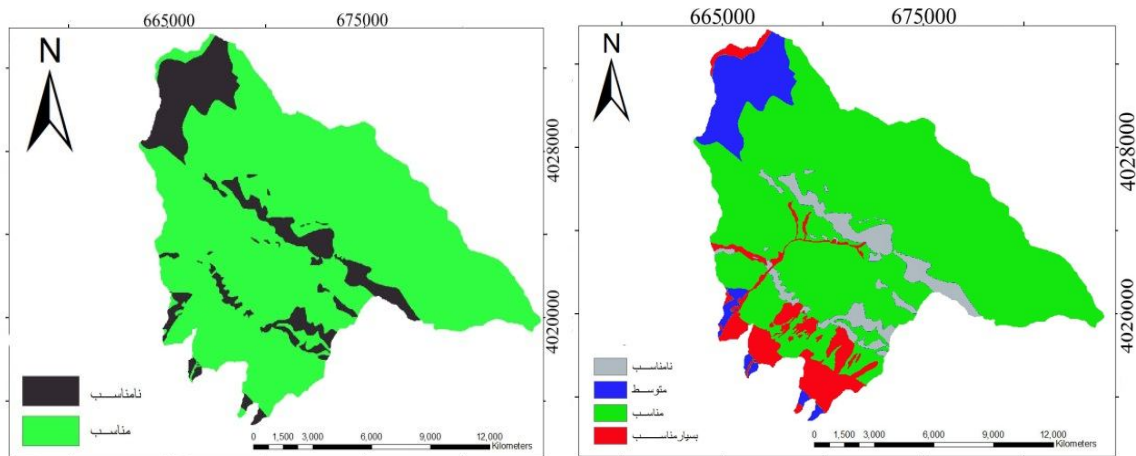
#### منابع خاک:

لایه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک: برای تهیه این لایه از همه‌ی اطلاعات و آمارهای موجود منطقه شامل گزارش‌ها و نقشه‌های خاکشناسی تهیه شده در گذشته، برای استخراج گروه‌های هیدرولوژیکی خاک استفاده شد. در حوضه مورد بررسی چهار گروه هیدرولوژیکی خاک A (بافت شنی قله سنگ واریزه ریز و درشت و عمیق) و B (شامل خاکهای سندی لوم و لومی سند با بافت به نسبت سبک) و C (شامل خاک‌هایی با بافت لومی، لومی کلی، سیلتی لوم، لوم و خاک‌های کم عمق) و D (شامل خاک‌هایی با بافت سنگین و خیلی سنگین، شناسایی شد از بین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه، به ترتیب اولویت گروه‌های C ، B و D برای کشت بادام مناسب در



شکل 11- نقشه لایه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، فازی (راست) و بولین (چپ).



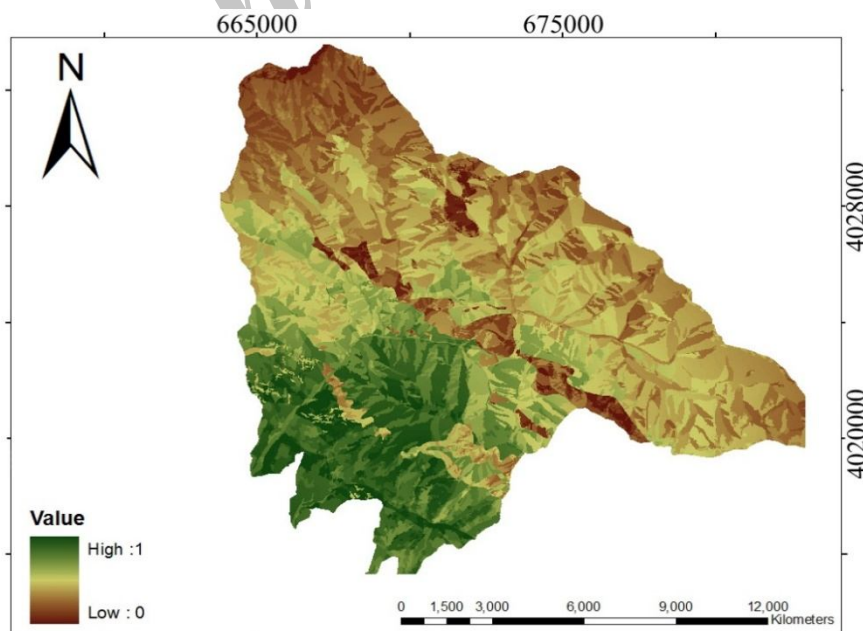


شکل 12- نقشه لایه نفوذپذیری سازندهای زمین‌شناسی، فازی (راست) و بولین (چپ).

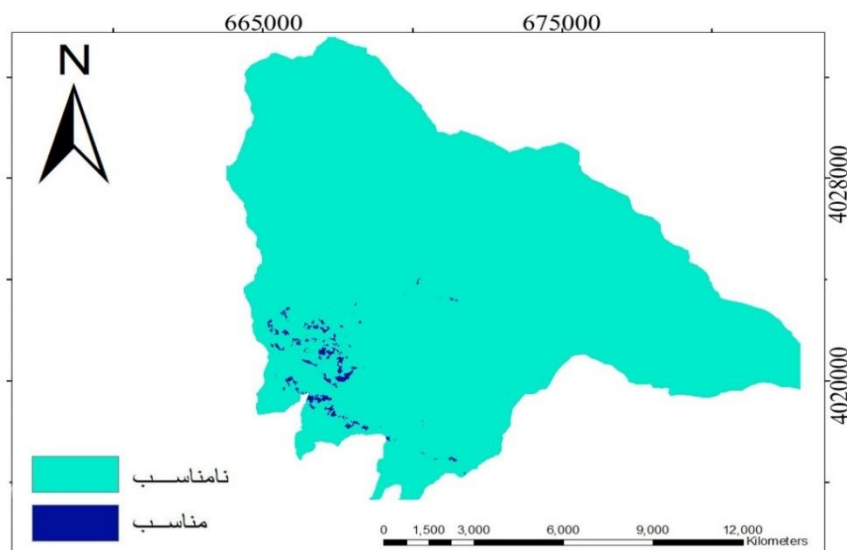
این تحقیق افزون بر اعمال مشخصه‌های اقلیمی مشخصه-های مکانی دیگری اعمال شده که باعث بهبود نتایج شد. در تحقیقی که توسط Omidvary *et al.* (2005) برای پهنه بندی مناطق مناسب کشت زیتون با استفاده از نرم افزار GIS در لرستان صورت گرفت، افزون بر مشخصه‌های اقلیمی، مشخصه‌های خاکشناسی و توپوگرافی و کاربری اراضی اعمال شده است که باعث همخوانی بیشتر نتایج آن با نتایج این تحقیق است. در بیشتر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه مشخصه‌های اقتصادی که از عامل‌های مهم در مکان‌یابی هستند، نادیده گرفته شده است.

در مدل فازی قابلیت اراضی به صورت تدریجی از مناسب (یک) به سمت نامناسب (صفر) پیش می‌رود، که هرچه به یک نزدیک‌تر باشد دارای توانایی بالاتری برای احداث باغ می‌باشد (شکل 13). در نقشه به دست آمده از همپوشانی مدل بولین مکان‌های مناسب بسیار کمتر از مدل فازی می‌باشند و مکان‌های مناسب در قسمت جنوب‌غربی منطقه قرار دارد و همه‌ی مشخصه‌هایی که مدنظر قرار گرفته، در این نواحی مناسب است (شکل 14).

در تحقیقی که توسط Yazdanpanah *et al.* (2010) برای مکان‌گزینی مناطق مستعد بادام صورت گرفته تنها عامل‌های اقلیمی را مورد ارزیابی قرار دادند در صورتی که در



شکل 13- نقشه نهایی مدل فازی (همپوشانی).



شکل 14- نقشه نهایی مدل بولین (همپوشانی).

با استفاده از روش فازی و به‌کارگیری قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و تلفیق این دو امکان تحلیل مسائل دشوار و پیچیده فراهم می‌شود، به گونه‌ای که با به‌کارگیری معیارهای گوناگون کمی و کیفی به طور همزمان و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها در روش فازی و استفاده از آنها در محیط نرم افزار GIS برای تلفیق لایه‌ها و تولید نقشه‌های خروجی می‌توان برای مدیریت امور باغبانی از جمله مکان‌یابی مناطق مستعد کشت ابزار مناسبی فراهم کرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج، نشان دهنده قابلیت بالای اراضی منطقه برای کشت بادام دیم و انعطاف‌پذیری بیشتر مدل فازی در مقایسه با روش بولین می‌باشد. در مدل بولین مناسب نبودن یکی از شرایط به تنهایی می‌تواند سبب نامناسب شدن آن ناحیه شود ولی مدل فازی این چنین نیست و میزان تناسب اراضی به صورت پیوسته و تدریجی قابل محاسبه و استخراج خواهد بود. همچنین مشخص شد که

### منابع

- Anonymous, 2010. Instructions for modifying and restoring gardens Almonds, Walnuts and Hazelnuts. Available online at: [www.agron.agri-jahad.ir](http://www.agron.agri-jahad.ir).
- Azimie Hosseini, M. and Behbahani, M.R., 2009. Site selection the area prone of olive cultivation in lorstan province using gis. In Proceedings 4<sup>th</sup> Geomatics Conference, 20<sup>th</sup>-21<sup>th</sup> may, Tehran, Iran. 10pp.
- Doulaty Baneh, H., Taheri, M., Hajihassani, M. and Abravesh, A., 2002. Identification, collection and evaluation of almond species and cultivars in Azarbaijan Gharbi. Available online at: [www.azaranrc.ir](http://www.azaranrc.ir).
- Imani, A., 1997. Study of influence of some biological and physiological characteristics on yield of selected almond cultivars. Ph.D. Thesis. University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran.
- Imani, A., 2000. Evaluation Physiological characteristics of some almond cultivars. MS.c. Thesis. University of Tehran, Tehran, Iran.
- Jalili marandi, R., 2009. Growing of Temperate Zone Fruits. Academic Center of Education, Culture and Research, Azarbaijan Gharbi, Iran.
- Malaee, A., Shafii, A. and Yousefi, M., 2005. Assessment rainfed cultivation of fruit trees using runoff. In Proceedings 2<sup>nd</sup> National Conference on Watershed and Soil and Water Resources Management, 20<sup>th</sup>-24<sup>th</sup> February, Kerman, Iran. pp.2106-2115.
- Malek, M., Hemmati, F., Jahedy, N. and Fardad, M., 2011. Optimal site selection Establishment of fire stations in Zanjan city using network analysis, Fuzzy logic and GIS. In Proceedings 10<sup>th</sup> Geomatics Conference, 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> may, Tehran, Iran. 15pp.
- Mohammadi, H., Kazemi, M. and Goudarzi, N., 2005. Application of GIS the site selection of olive cultivation in Isfahan.

- Quarterly Pajouhesh-va-Sazandegi. 20, 123-133. (In Persian with English abstract).
- Mosavi, S., Fattahi moghadam, M.R., Zamani, Z. and Imani, A., 2010. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics some of the varieties and genotypes of almond. Iranian Journal of Horticultural Science. 41, 119-131. (In Persian with English abstract).
- Nezami, M.T., Hajian, Sh. and Chatr simab, Z., 2011. Determination potential habitat of cherry trees on sloping land, using GIS and RS techniques on Kash and Lahran area. Journal of GIS and RS Application in Planning. 2, 87-98.
- Omidvary, Sh., Sepahvand, M., Mobarakyan, S.M. and Farshy, A., 2005. Site selection the area prone of olive cultivation in Lorestan province using GIS. Available online at: [http://www.civilica.com/Paper-SSCI09-SSCI09\\_516](http://www.civilica.com/Paper-SSCI09-SSCI09_516).
- Pearce, R. S., 2001. Plant freezing and damage. Annals of Botany. 87, 417-424.
- Salehi, M.H., Jazini, F., and Mohammadkhani, A. 2008. The Effect of topography on soil properties with a focus on yield and quality of almond in the Saman area, Shahrekord. Agriculture Research. 8, 79-92.
- Sethuramasamyraja, B., Sehgal, S. and Yager, J., 2011. Geo-spatial yield monitoring technology for mechanized almond harvest. International Journal of Geomatics and Geosience. 4, 864-878.
- Shein, E., 2009. The particle-size distribution in soils: problems of the methods of study, interpretation of the results, and classification. Eurasian Soil Science. 42, 284-291.
- Tavakoli, A.R., 2013. Determination of technical characters of micro-catchments water harvesting systems for rainfed almond trees. Journal of Agricultural Engineering Research. 14, 1-16.
- Vafadar, M., Attar, F. Maroofi, H. and Aghabeigi, F. 2008. Leaf anatomical study of the genus *Amygdalus L. (Rosaceae)* in Iran and its taxonomical implication. The Iranian Journal of Botany. 14, 143-155. (In Persian with English abstract).
- Varzideh, N., Rostami, R., Hoshiyari, E. and Alae, R. 2010. Site selection the area prone of olive cultivation in Balarood using GIS. In Proceedings 4<sup>th</sup> National Conference of Environmental Engineering, 1<sup>st</sup>-2<sup>nd</sup> November, Tehran, Iran. 10pp.
- Yazdanpanah, H., Kamali, GH., Hejazi zadeh, Z. and Ziaeeian, P., 2010. Site selection the area prone of almond cultivation in Azarbaijan Sharghi Province. Geography and Development Iranian Journal. 4, 193-203. (In Persian with English abstract).
- Zakizade, V., 2008. Agroclimatological zonation of almond in Ardebil province using GIS. MS.c. Thesis. University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran.
- Ziaeean, P., Khaledi, Sh., Khandan, S. and Alizadeh. A., 2011. Agroclimatological zonation of citrus in Lorestan province with index overlay logic and fuzzy logic. Amayesh Geographical Journal. 3, 21-41. (In Persian with English abstract).

## Site selection of areas appropriate for dry almond cultivation using GIS: A case study in Farub Roman drainage basin/Neyshabour

Ahmad Borji,<sup>1</sup> Ashkan Asgari,<sup>2,\*</sup> Korous Khoshbakht<sup>3</sup> and Babak Mirbagheri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of GIS and Remote Sensing, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

<sup>2</sup>Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

<sup>3</sup>Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

\*Corresponding author: Asgariashkan@stu.um.ac.ir

### Abstract

Currently, agriculture is one of the most important economic sectors in Iran. The purpose of this study is to identify the factors affecting the cultivation of dryland almonds grown in the watershed of the Farub Roman Drainage Basin in Neyshabour in order to zone those areas appropriate for cultivation by the use of GIS in the form of a comprehensive spatial analysis. To satisfy the requirements of each dryland almond, two layers were prepared in Boolean and fuzzy form using GIS. These layers include economic factors (distance from the villages, roads and land use), topographic factors (elevation, slope and aspect), climatic factors (isothermal layer, and isorain, basin floodness layer), and soil resources (soil hydrological groups and infiltration of geological formations). These layers were combined with the use of Boolean and fuzzy overlay and the final results showed the high capacity of the area for cultivating dry almond. The greater flexibility and better functioning of Fuzzy method than the Boolean one for site selection of the area appropriate for the cultivation of dry almond is also shown.

**Keywords:** Zonation, Spatial analysis, Fuzzy and Boolean methods.