

# ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش

## با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره

زینب ظاهری عبده‌وند<sup>۱</sup>

مرضیه مکرم<sup>۲</sup>

فاطمه مسکینی ویشکایی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶

\*\*\*\*\*

### چکیده

پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی، ابزاری برای ارزیابی مناسب منابع اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر کشت در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار است. با توجه به اهمیت استان خوزستان در کشاورزی کشور و راهبردی بودن محصول گندم، در این پژوهش پهنه‌بندی پتانسیل تولید کشت گندم در منطقه دشت باغه خوزستان انجام شد. ویژگی‌های اقلیمی شامل دمای میانگین، کمینه و بیشینه و همچنین بارندگی سالیانه بودند. همچنین، عوامل محیطی شامل ویژگی‌های توپوگرافی (شیب) و ویژگی‌های خاک (شیمیایی و فیزیکی) در نظر گرفته شدند. ویژگی‌های خاک از داده‌های ۹۶ پروفیل خاک حاصل از مطالعات نیمه تفصیلی منطقه تعیین شد. پهنه‌بندی ویژگی‌های مختلف خاک و متغیرهای اقلیمی با استفاده از روش وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) انجام شد. سپس با استفاده از توابع عضویت، نقشه فازی هر یک از پارامترهای مؤثر در تعیین مناطق مستعد برای کشت گندم تهیه شد. در ادامه با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن هر یک از لایه‌ها مشخص و در نهایت در محیط GIS نقشه تناسب اراضی برای کشت گندم تهیه شد. شایان ذکر است که در این مطالعه مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر کشت گندم قبل از ورود به مدل، با استفاده از روش‌های آماری انتخاب شدند. نتایج نشان داد که بخش غربی منطقه مورد مطالعه براساس ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی منطقه برای کشت گندم مناسب است و حدود ۶۶ درصد از مساحت کل محدوده مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است (۴۲۲۰ هکتار) و قسمت‌هایی از جنوب و شمال منطقه مورد مطالعه، نامناسب‌ترین شرایط را برای کشت گندم دارند. بنابراین با استفاده از روش فازی و AHP می‌توان مکان‌های مناسب برای کشت محصولات زراعی را تعیین کرد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی، مدل تحلیل سلسله مراتبی، وزن‌دهی عکس فاصله، GIS

\*\*\*\*\*

۱- کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز (نویسنده مسئول) zaheri.gis@gmail.com

۲- دانشیار بخش مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز m.mokarram@shirazu.ac.ir

۳- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز fatemeh.meskini@gmail.com

## ۱- مقدمه

استان خوزستان یکی از مناطق صنعتی و کشاورزی بوده و نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه گندم دارا است. براساس آمارنامه سال ۹۸-۹۷، حدود ۵۰ درصد از سطح اراضی زیر کشت استان خوزستان (۵۵۷۹۹۹ هکتار از مجموع ۱۰۱۰۵۵۹/۴ هکتار اراضی زیر کشت) متعلق به گندم می‌باشد. مشخص نبودن مناطق مستعد و مناسب برای کشت غلات از معضلات مهم بر سر راه کشت مطمئن گندم می‌باشد. با توجه به اهمیت راهبردی گندم، شناسایی مناطق مستعد برای کاشت این گیاه زراعی براساس ارزیابی داده‌های محیطی می‌تواند باعث تولید پایدار این محصول در مناطق مختلف شود (Farajzadeh, 2002).

پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی و مدیریت بهتر منابع اراضی و برنامه‌ریزی، مورد استفاده قرار گیرد.

هدف از آن فراهم آوردن یک پایگاه جامع و کامل از خصوصیات منابع اراضی به منظور برنامه‌ریزی و سازماندهی بهره‌برداری بهینه از اراضی، از طریق تعیین خصوصیات و مشخص نمودن پتانسیل موجود و محدودیت‌های اراضی می‌باشد (سرمیدان و طاعتی، ۱۳۹۴: ۳۶۱-۳۸۰). آزمون‌پذیری همزمان متغیرها در محیط GIS منجر به درک بهتر عملگرهای سیستم کشاورزی و نیز اثرات متقابل مکان و زمان است (رشیدسرخ آبادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۶۱-۳۸۰).

این روش تلفیقی از لایه‌های اطلاعاتی محیطی است که در آن منابع اقلیم، پستی و بلندی و شرایط خاک به‌صورت یک مجموعه همگن زیست‌محیطی در ارتباط با سامانه‌های زراعی مشخص، کاربری اراضی و تنوع زیستی بررسی می‌شود (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). در این روش با تقسیم کردن یک منطقه جغرافیایی به واحدها یا پهنه‌های همگن با حداکثر شباهت و انتقال نتایج به محیط GIS نقشه عملکرد پتانسیل در مقیاس منطقه‌ای تهیه می‌شود و مناطق زراعی مناسب کشت گیاهان مشخص شده و از کشت محصولات در مناطقی که از کارایی کمی برخوردارند، جلوگیری شده

و نظام‌های پایدار زراعی طرح‌ریزی می‌شوند (سنجانی، ۱۳۹۱ : ۱۴). تقسیم‌بندی آگرواقلیمی مناطق مختلف از مطالعه در مقیاس مزرعه به فهرستی در مقیاس متوسط و مقیاس جهانی، نویددهنده جهت‌گیری به سمت مطالعات مدرن می‌باشد. فناوری مدرن GIS به‌طور گسترده‌ای در چنین مطالعاتی کاربرد دارد. مناطق آگرواقلیمی مورد سنجش تفکیک شده، زمینه بهینه‌سازی و گسترش رشد محصولات کشاورزی را به همراه خواهند داشت. قابلیت کشت و زرع زمین را می‌توان به پتانسیل بالقوه منطقه از نظر توزیع مواد غذایی و فراهم بودن عوامل آب و هوایی نسبت داد (Bulgakov et al, 2016).

وانگ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از GIS و RS منطقه پکن چین را از نظر کشت گندم زمستانه براساس وزن متغیرها به چهار منطقه مناسب، نسبتاً مناسب، نامناسب و بسیار مناسب تقسیم‌بندی کردند.

خان و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی اراضی قابل کشت محصولات همچون گندم، جو و آفتابگردان در اسپانیا، عوامل محیطی، توپوگرافی و خاک شامل ارتفاع، شیب، نوع بافت خاک، دما، بارندگی، طول روز و تأثیر هر کدام از آن‌ها را بر روی این گیاهان بررسی و سپس با وزندهی هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS داده‌های فوق را تلفیق نموده و در نهایت نقشه مناطق مستعد کشت را تهیه نمودند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، به‌علت اینکه این مدل امکان فرموله کردن مسئله را به‌صورت سلسله مراتبی مهیا می‌سازد و امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را نیز دارد. علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی، محاسبه و قضاوت نیز آسان‌تر شده و میزان سازگاری و ناسازگاری را نشان می‌دهد (Ahmadi et al, 2005). به‌منظور نرمال‌سازی معیارهای مؤثر در پهنه‌بندی کشت، روش‌های مختلفی ارائه شده است که روش فازی از مهم‌ترین و معتبرترین آن‌ها به شمار می‌آید. الگوریتم‌های منطق فازی که برای اولین بار پروفیسور لطفی‌زاده (Zadeh, 1965:353) آن

## فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش ... / ۲۰۳

امیری کیا و همکاران (۲۰۱۸)، از داده‌های اقلیمی از قبیل دمای متوسط سالانه، دمای جوانه‌زنی و گل‌دهی و بارش‌های سالانه، پاییزه، بهاره و داده‌های فیزیوگرافی شامل ارتفاع و شیب برای ارزیابی تناسب اراضی مستعد کشت گندم در سطح استان فارس استفاده نموده است. با تعمیم داده‌ها به سطح، و پردازش آن‌ها با استفاده از فناوری GIS لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از آن‌ها تهیه و به منظور اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها و لایه‌های اطلاعاتی در رابطه با هم، وزن‌دهی معیارها از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مبتنی بر روش TOPSIS استفاده شده و همپوشانی و تحلیل فضایی لایه‌ها در محیط GIS صورت گرفته است و در نهایت نواحی مستعد کشت گندم در استان فارس شناسایی شد.

صفاپور و همکاران (۲۰۱۷)، برای استقرار کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده کردند. در این پژوهش با روش AHP و فازی، استانداردهای و وزن‌دهی ویژگی‌های مورد مطالعه انجام شد و در نهایت به روش ترکیب خطی وزن‌دار، شاخص ترکیبی محاسبه شد.

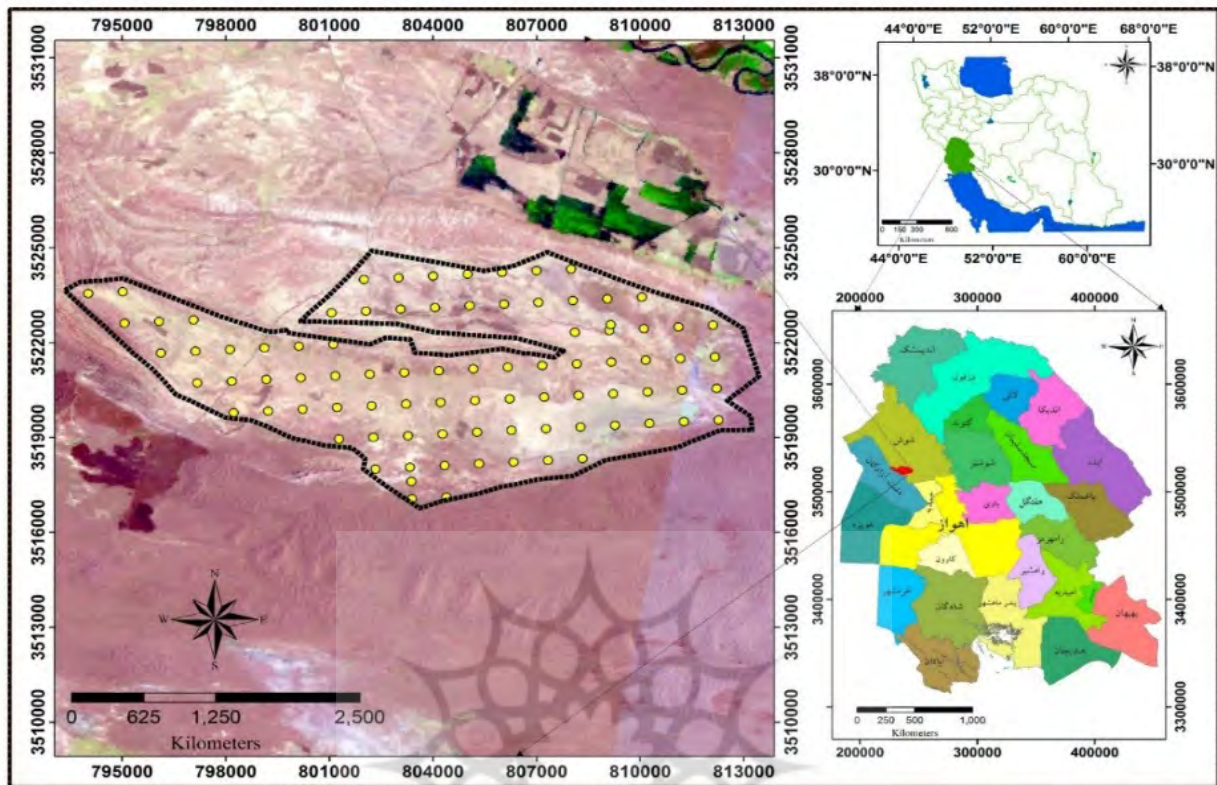
میرناصری و همکاران (۲۰۲۰)، مدل تحلیل سلسله مراتبی و روش فازی را برای تعیین درجه تناسب اراضی تولید گندم در دشت قزوین به‌کار برده و نقشه تناسب اراضی کشت گندم را در محیط GIS تهیه نمودند. نتایج مشخص کرد که روش تلفیقی فازی با AHP با ارزش ضریب تبیین بیشتر بین شاخص اراضی و عملکرد در مقایسه با روش پارامتریک ریشه دوم و ریشه دوم اصلاح شده، توانسته دقت ارزیابی را به‌دلیل تعیین حدود مناسب نقاط بحرانی، وزن‌های مناسب برای خصوصیات، استفاده از روابط و اصول منطق فازی و توابع عضویت مناسب افزایش دهد. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی کشت محصولات براساس قابلیت اقلیمی و ویژگی‌های محیطی منطقه به جهت دستیابی به کشاورزی پایدار، در این مطالعه امکان‌سنجی کشت گندم با استفاده از روش فازی مورد بررسی قرار گرفت. این

را معرفی کرد، از جمله مدل‌های هوشمندی است که برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها، شاخص‌ها و سیستم‌های نامشخص و مبهم را صورت‌بندی ریاضی بخشید و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط نامطمئن فراهم آورد (peeteri and Tapio, 2000:261-263).

یک مجموعه فازی یک تابع عضویت داشته، که درجه عضویت بین صفر و یک را به سری داده‌های ورودی نسبت می‌دهد. عضویت، درجه‌ای معین از تعلق شیء به مجموعه فازی را نمایش می‌دهد (Al-mohseen, 2009). استفاده از منطق فازی و AHP به‌صورت توأم، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از متخصصان رشته‌های مختلف را به خود معطوف ساخته است.

ایعالم (۲۰۱۰)، روش‌های سنتی، فازی-تحلیل سلسله مراتبی و نقطه ایده‌آل را در ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، جو و ذرت در لیبی بررسی، و کارایی بیشتر روش ترکیبی فازی-تحلیل سلسله مراتبی را نسبت به روش‌های دیگر گزارش نمود که این امر نشان‌دهنده عدم قطعیت در ویژگی‌های اراضی می‌باشد.

نصرالهی و همکاران (۱۳۹۵)، ارزیابی زراعی بوم‌شناختی اراضی شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) را برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارائه نموده‌اند. به این منظور لایه‌های محیطی منطقه مورد بررسی، جمع‌آوری و نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه شد، که شامل ۱۷ نقشه از جمله نقشه شیب، ارتفاع از سطح دریا، بارش، دمای بیشینه، دمای کمینه، دمای متوسط و برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف خاک می‌باشد. به‌منظور استخراج وزن‌های متغیرهای محیطی مورد مطالعه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP کمک گرفته شد. سپس لایه‌های رقومی عوامل محیطی در محیط GIS روی هم‌گذاری و تلفیق شدند. در ادامه انطباق لایه‌ی نهایی با نیازهای بوم‌شناختی گیاه مورد نظر صورت گرفت و در نهایت پهنه‌بندی اراضی در چهار طبقه برای کشت گندم دیم انجام شد.



نگاره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری که قابلیت در نظر گرفتن اولویت‌های تصمیم‌گیری را داراست، معرفی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع هدف از این مطالعه استفاده از روش فازی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به منظور شناسایی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش در استان خوزستان می‌باشد. شایان ذکر است که در این مطالعه برای ارزیابی دقت روش درونیابی از آماره‌های ضریب تبیین ( $R^2$ ) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد و این شیوه تا حدی آن را از مطالعات قبلی متمایز می‌کند.

دشت باغه در منتهی‌الیه اراضی پای پل ما بین عرض جغرافیایی  $31^{\circ}45'$  تا  $31^{\circ}50'$  شمالی و طول جغرافیایی  $48^{\circ}07'$  تا  $48^{\circ}18'$  شرقی واقع شده و از شمال به دشت اریض و از جنوب به تپه‌های ماسه‌ای منطقه خسرج و

از شرق به تپه‌های ساحل رودخانه کرخه و از غرب به دامنه ارتفاعات میشداغ محدود می‌شود. اراضی تپه ماهوری (رشته تپه) واقع در حد فاصل دشت اریض و دشت باغه این دو دشت را از یکدیگر جدا نموده است.

جاده آسفالتی عبدالخان - بستان از قسمت غرب دشت عبور می‌کند و دشت را از جنوب به منطقه چزابه و بستان و از شمال به عبدالخان مرتبط می‌سازد. منطقه مورد مطالعه در جنوب شهرستان شوش و در شمال غرب استان خوزستان واقع شده است (گزارش نیمه تفصیلی دشت باغه، ۱۳۹۱). نگاره ۱، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در اراضی کشاورزی واقع شده است، بنابراین، این منطقه برای تعیین مناطق مناسب برای کشت گندم انتخاب شد. مساحت منطقه مورد مطالعه ۹۰۴۶ هکتار است. بیشترین و کمترین ارتفاع در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۸۲ و ۳۴ متر از سطح دریا می‌باشد. در پژوهش حاضر به منظور رسیدن به هدف مورد نظر و

## ۲- منطقه مورد مطالعه

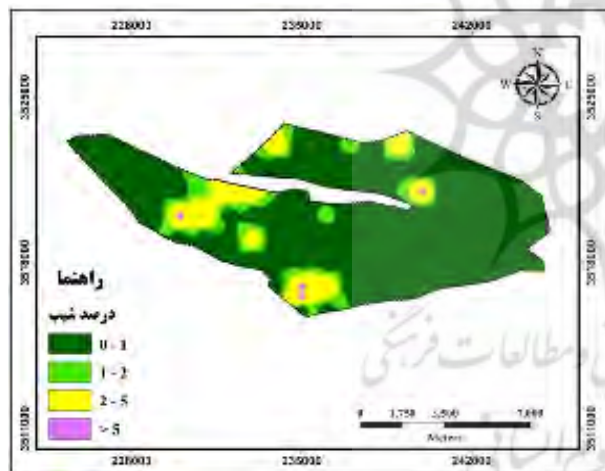
روش به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری که قابلیت در نظر گرفتن اولویت‌های تصمیم‌گیری را داراست، معرفی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع هدف از این مطالعه استفاده از روش فازی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به منظور شناسایی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش در استان خوزستان می‌باشد. شایان ذکر است که در این مطالعه برای ارزیابی دقت روش درونیابی از آماره‌های ضریب تبیین ( $R^2$ ) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد و این شیوه تا حدی آن را از مطالعات قبلی متمایز می‌کند.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی پیرامون منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	سال تأسیس	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	دوره آماری
				درجه	دقیقه	درجه	دقیقه		
۱	عبدالخان	تبخیرسنجی	۱۳۵۱	۴۸	۲۳	۳۱	۴۹	۴۰	۱۳۶۶-۱۳۹۹
۲	حمیدیه	تبخیرسنجی	۱۳۲۹	۴۸	۲۶	۳۱	۲۹	۲۲	۱۳۶۶-۱۳۹۹
۳	بستان	سینوپتیک	۱۳۴۰	۴۸	۰	۳۱	۴۶	۷/۸	۱۳۶۶-۱۳۹۹

(اداره کل هواشناسی استان خوزستان، ۱۴۰۰)

مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه مورد مطالعه سه شیت نقشه‌های رقومی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، در محیط نرم‌افزار ویرایش و پس از تصحیح خطاهای موجود به‌عنوان داده‌های رقومی ارتفاعی استفاده شد. در ادامه با استفاده از توابع میان-یابی و اندازه سلول ۱۰×۱۰ متر، در محیط GIS مدل رقومی منطقه مورد مطالعه تهیه و نقشه درصد شیب از آن استخراج شد (نگاره ۲).



نگاره ۲: نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

به‌منظور تهیه نقشه‌های مربوط به هرکدام از ویژگی‌های خاک، از اطلاعات آماری ۹۶ پروفیل خاک مربوط به گزارش‌های نهایی مطالعات نیمه تفصیلی دقیق خاک‌شناسی دشت باغه استفاده شده است (گزارش نیمه تفصیلی دشت باغه، ۱۳۹۱). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی در این مطالعه شامل درصد کربن آلی خاک، هدایت الکتریکی،

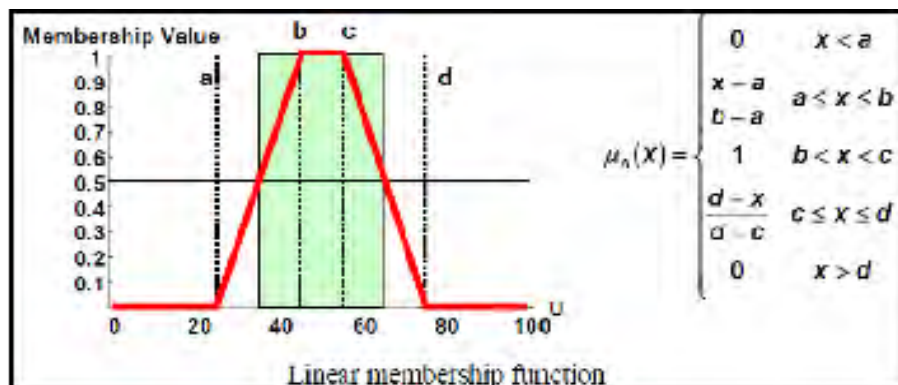
پهنه‌بندی پتانسیل تولید کشت گندم، از دو پایگاه داده‌های اقلیمی و پایگاه داده‌های محیطی استفاده شده است. دقت نتایج حاصل از پهنه‌بندی به دقت نقشه‌های پایه تشکیل-دهنده آن بستگی دارد.

### ۳- مواد و روش‌ها

در این تحقیق به‌منظور تعیین محدوده منطقه مورد مطالعه که در استان خوزستان و شهرستان شوش واقع شده است از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری کشور)، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور)، تصاویر ماهواره‌ای و مطالعات میدانی استفاده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های تصمیم‌گیری (AHP) انجام گرفته است. داده‌های اقلیمی در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی کشت گندم، شامل دمای کمینه، دمای بیشینه، دمای متوسط و بارش سالیانه می‌باشند (نگاره ۵).

به‌منظور تهیه نقشه آن‌ها، آمار و اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیکی پیرامون منطقه مورد مطالعه (جدول ۱) طی دوره آماری ۱۳۶۶-۱۳۹۹ استخراج و عملیات مربوطه برای آماده‌سازی ورود به سیستم GIS انجام گرفت. داده‌های محیطی در این پژوهش شامل توپوگرافی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشند. عامل توپوگرافی در این پژوهش شامل پارامتر درصد شیب می‌باشد. شیب عبارت از میزان تغییرات ارتفاع است و معمولاً بر حسب واحد درجه و یا درصد، اندازه‌گیری و بیان می‌شود. به‌منظور تهیه

1- Digital Elevation Model  
 2- Percentage of organic matter  
 3- Electrical conductivity



نگاره ۳: تابع عضویت خطی

(Kains, 2008)

درصد سدیم تبدیلی<sup>۱</sup>، واکنش خاک<sup>۲</sup>، گچ<sup>۳</sup> و بافت خاک<sup>۴</sup> و D توابع عضویت دوزنقه‌ای، مثلثی، S شکل و یا به شکل L را تعریف نمود (Carter and Graeme, 1994).

### ۳-۱- روش منطق فازی (Fuzzy Logic)

### ۳-۲- روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۵</sup>

برای پرهیز از تأثیر واحدهای اندازه‌گیری و عدم وابستگی به آن‌ها، مقادیر ویژگی‌های مختلف، استاندارد شدند. در این صورت متغیرها تأثیر غیرمتجانسی بر اندازه‌گیری فاصله نخواهند داشت. استانداردسازی در روش فازی از طریق ارزش‌گذاری مقادیر، به شکل یک مجموعه عضویت صورت می‌پذیرد. در این حالت مقدار یک به حداکثر عضویت و عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد.

در روش استانداردسازی فازی، برای ارزش‌گذاری مقادیر، معمولاً از توابع مختلفی چون توابع J Shap، Linear، Sigmoidal و Near استفاده می‌شود. در این پژوهش، تمام لایه‌های مطالعاتی به صورت کمی با واحد مشابه و استاندارد قابل مقایسه درآمده‌اند. به طوری که نرمال‌سازی با تخصیص واحد مشابه به تمام لایه‌ها انجام گرفت و تمامی لایه‌های اطلاعاتی دارای ویژگی کمی با دامنه‌ای از ارقام پیوسته صفر تا یک شدند. در این مطالعه از توابع عضویت‌های خطی استفاده شده است. این تابع دارای چهار پارامتر است که شکل تابع را تعیین می‌کند (نگاره ۳).

از ۱ تا ۹ قرار می‌گیرند (Saaty and Vargas, 2001). به عبارت دیگر به کمک ماتریس مقایسه زوجی طبق روابط ۱ و ۲ ارزش و اهمیت هر معیار نسبت به دیگر معیارها را می‌توان مشخص نمود.

در روش استانداردسازی فازی، برای ارزش‌گذاری مقادیر، معمولاً از توابع مختلفی چون توابع J Shap، Linear، Sigmoidal و Near استفاده می‌شود. در این پژوهش، تمام لایه‌های مطالعاتی به صورت کمی با واحد مشابه و استاندارد قابل مقایسه درآمده‌اند. به طوری که نرمال‌سازی با تخصیص واحد مشابه به تمام لایه‌ها انجام گرفت و تمامی لایه‌های اطلاعاتی دارای ویژگی کمی با دامنه‌ای از ارقام پیوسته صفر تا یک شدند. در این مطالعه از توابع عضویت‌های خطی استفاده شده است. این تابع دارای چهار پارامتر است که شکل تابع را تعیین می‌کند (نگاره ۳).

$$a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj} \quad (1)$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (2)$$

که i و j و k مقادیر مربوط به ماتریس مورد بررسی می‌باشد. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از "شاخص ناسازگاری" استفاده شده است. این شاخص بر مبنای رویکرد ویژه تئوری گراف محاسبه می‌شود. چنانچه شاخص ناسازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر باشد، وزن‌دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً انجام شود

1- Percentage of exchangeable sodium

2- Soil reaction

3- gypsum

4- Soil texture

5- Analytical Hierarchy process

جدول ۲: مقیاس بنیادی برای مقایسه زوجی (Saati and Vargas, 2001)

امتیاز (شدت اهمیت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تحقق هدف اهمیت i کمی بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تحقق هدف اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۹	اهمیت مطلق	تحقق هدف اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j است.
۲ و ۸	.....	هنگامی که حالت های میانه وجود دارد.

مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. در تمام متغیرهای مورد مطالعه، نزدیک بودن مقادیر میانگین و میانه تا حدی بیانگر نرمال بودن توزیع داده‌ها است. دامنه تغییرات شوری خاک در منطقه مورد مطالعه بسیار گسترده بوده و از ۰/۷۵ تا ۱۰۳ دسی زیمنس در متر مشاهده شد. دلیل این امر می‌تواند ناشی از رشد ناهمگن محصول و اعمال شیوه‌های مدیریتی متفاوتی باشد که در نتیجه تغییرات قابل توجهی در شوری سطح خاک در فواصل کوچک ایجاد می‌شود. علاوه بر این، در بخش‌های مختلف زمین منظر، تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز می‌تواند بر تغییرات شوری خاک سطحی مؤثر باشد. مقدار درصد کربن آلی خاک در منطقه مورد مطالعه بسیار کم و به طور میانگین حدود ۰/۲۵ درصد است. توزیع کلاس‌های بافت نمونه خاک‌های مورد مطالعه

(Ghanavati, 2011). در مرحله انتهایی لایه‌های فازی با استفاده از وزن حاصل از مدل AHP با استفاده از رابطه (۳) ترکیب می‌شوند. در این رابطه  $F(x)$  برآورد نهایی شاخص ترکیبی بر مبنای ویژگی‌های مورد مطالعه،  $w_i$  وزن ورودی هر یک از پارامترهای ورودی به مدل AHP و  $\mu_{(x)}$  عضویت فازی هر یک از معیارها بر مبنای تابع خطی فازی است.

$$F(x) = \sum w_i \mu_{(x)} \quad (3)$$

#### ۴- یافته‌ها و بحث

##### ۴-۱- بررسی تغییرات مکانی

آماره‌های توصیفی شامل میانگین، میانه، کمینه، بیشینه، انحراف استاندارد، ضرایب چولگی و کشیدگی، متغیرهای

جدول ۳: آماره‌های توصیفی متغیرهای خاک، توپوگرافی و اقلیمی مورد مطالعه

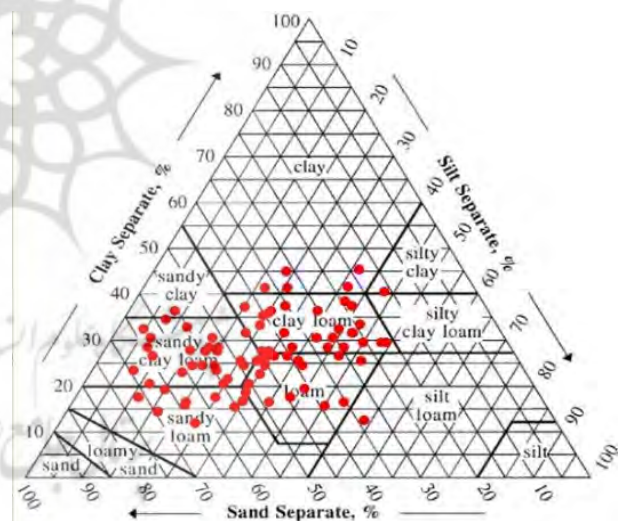
متغیر	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	انحراف استاندارد	کشیدگی	چولگی
EC ( $dSm^{-1}$ )	۲۰/۴۳	۷/۳۵	۰/۷۵	۱۰۳	۲۴/۵	۱/۴۸	۱/۵۵
رس (%)	۲۸	۲۸	۱۲	۴۶	۷/۸	۰/۱۴۶	-۰/۴۲۵
شن (%)	۴۵	۴۵	۱۷	۷۲	۱۴	-۰/۰۵۹	-۰/۹۲۴
گچ (%)	۴/۲۷	۴/۲۵	۲/۲	۹/۳	۱/۳	۱/۲۳	۲/۸۶
ESP	۳۱/۰۷	۳۱/۳۸	۱/۷	۷۲/۶	۱۷/۷	۰/۰۴۲	-۰/۹۳۱
pH (-)	۷/۵۳	۷/۵۲	۷/۳	۸/۰۳	۰/۱۲۴	۱/۰۵۸	۲/۵۴
کربن آلی (%)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۷۴	۰/۱۰۳	۱/۸۵۲	۶/۰۵
شیب (%)	۰/۷	۰	۰	۵/۶	۱/۶۷	۲/۲	۳/۲
دمای میانگین ( $^{\circ}C$ )	۲۴/۶۶	۲۴/۶۶	۲۴/۴۶	۲۴/۸۷	۰/۱۲	-۰/۰۸۳	-۱/۰۶۸
دمای کمینه ( $^{\circ}C$ )	۱۶/۸۴	۱۶/۸۵	۱۶/۴۴	۱۷/۲۶	۰/۲۳	-۰/۰۸۹	-۱/۰۸
دمای بیشینه ( $^{\circ}C$ )	۳۲/۴۸	۳۲/۴۸	۳۲/۴۸	۳۲/۴۹	۰/۰۰۳	-۰/۶۸۹	-۰/۵۱۰
بارندگی سالیانه (mm)	۲۶۰	۲۶۰	۲۳۶/۶	۲۴۸/۶	۱۴	-۰/۰۸۸	-۱/۱۹

جدول ۴: همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های مختلف خاک

کربن آلی	pH	ESP	گچ	شن	رس	EC	
						۱	EC
					۱	۰/۰۱۶	رس
				۱	-۰/۵۵۵**	۰/۰۳۲	شن
			۱	-۰/۰۲۱	۰/۰۵۰	۰/۴۴۳**	گچ
		۱	۰/۴۲۹**	-۰/۱۲۴	۰/۱۰۴	۰/۶۴۷**	ESP
	۱	-۰/۰۸۲	-۰/۰۹۵	۰/۳۳۶**	-۰/۳۴۷**	۰/۲۳۰*	pH
۱	-۰/۴۴۹**	-۰/۱۷۵	-۰/۱۹۲	-۰/۳۸۳*	۰/۵۱۰**	-۰/۲۰۸	کربن آلی

منفی نیز بین اجزاء بافت خاک (شن و رس) مشاهده شد. دقت روش IDW در پهنه‌بندی و درونیابی ویژگی‌های خاک و متغیرهای اقلیمی در جدول ۵ ارائه شده است. محدود بودن دامنه تغییرات متغیرهای اقلیمی موجب شد که درونیابی این متغیرها نسبت به متغیرهای خاک از دقت بالاتری برخوردار باشد. براساس آماره‌های ارزیابی، بیشترین و کمترین دقت در متغیرهای اقلیمی به ترتیب برای دمای میانگین و بارندگی سالیانه ( $R^2 = ۰/۹۹$ ) و بیشینه دما ( $R^2 = ۰/۹۶$ ) به دست آمد در حالی که، بیشترین دقت درونیابی در ویژگی‌های خاک مورد مطالعه مربوط به درصد سدیم تبادلی بود ( $R^2 = ۰/۸۱$ ) و کمترین دقت در درونیابی و پهنه‌بندی رس خاک مشاهده شد ( $R^2 = ۰/۶۵$ ). نقشه‌های توزیع مکانی ویژگی‌های اقلیمی و خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه در نگاره‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. نقشه‌های توزیع مکانی بارندگی سالیانه نشان می‌دهد که بیشترین میزان بارندگی در منطقه مورد مطالعه ۲۸۴/۵ میلی‌متر در بخش‌های غربی منطقه و کمترین میزان بارندگی ۲۳۶/۵۹ میلی‌متر در بخش‌های شمالی و شرقی منطقه می‌باشد. توزیع مکانی پارامترهای دمایی در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که متوسط دما در محدوده ۲۵/۰۶-۲۴/۴۵، کمینه دما در محدوده ۱۷/۲۵-۱۶/۴۴ و بیشینه دما در محدوده ۳۲/۴۸ - ۳۲/۴۹۲ درجه سانتی‌گراد واقع شده است. با توجه به محدود بودن دامنه تغییرات پارامترهای اقلیمی در منطقه مورد مطالعه، نقشه‌های تهیه شده از دقت درونیابی بالاتری برخوردار می‌باشند (جدول ۵).

در نگاره ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های خاک در ۸ کلاس بافت خاک شامل رس شنی، لوم رسی شنی، لوم شنی، لوم رسی، لوم، رس سیلتی و لوم سیلتی قرار گرفتند. به طور کلی نمونه‌ها دارای بافت متوسط رو به سنگین هستند و بیشترین فراوانی نمونه‌های خاک در بافت‌های لوم رسی و لوم رسی شنی مشاهده شد.



نگاره ۴: توزیع کلاس‌های بافت خاک در نمونه‌های مورد مطالعه

ضریب همبستگی بین ویژگی‌های مختلف خاک در جدول ۴ ارائه شده است. بیشترین ضریب همبستگی مثبت معنی‌دار بین مقادیر شوری و درصد سدیم تبادلی خاک مشاهده شد و نشان‌دهنده این است که خاک‌های متحمل شوری‌های بالا، مشکلات ناشی از سدیمی بودن را نیز دارند و احتمالاً شوری‌های بالا همراه با سدیمی بودن خاک‌ها مشاهده خواهد شد. بیشترین ضریب همبستگی معنی‌دار



فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( ... )

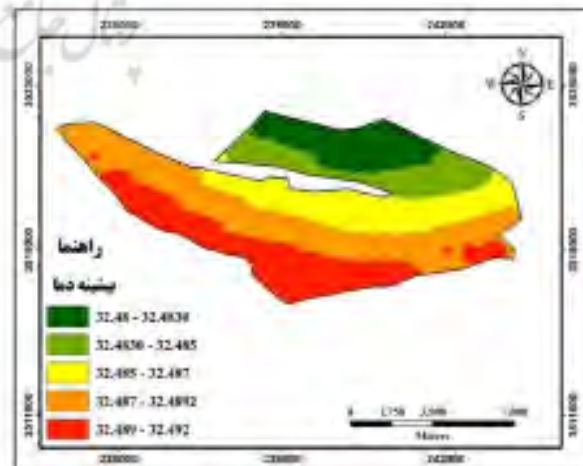
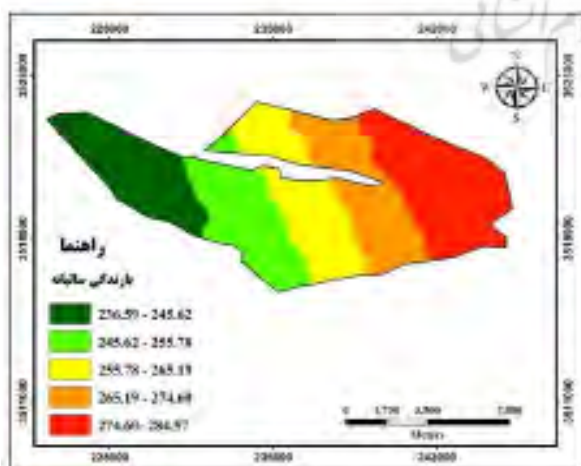
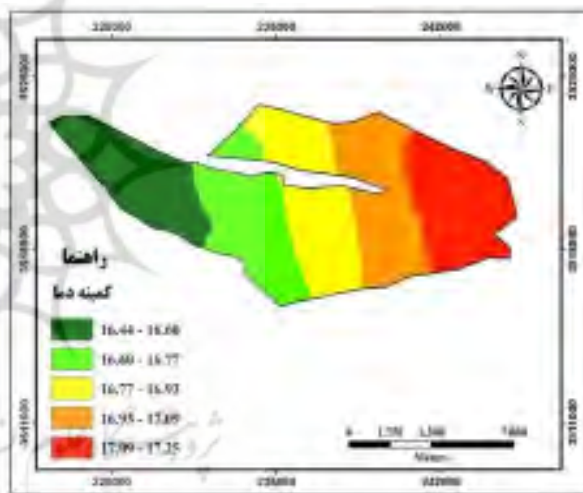
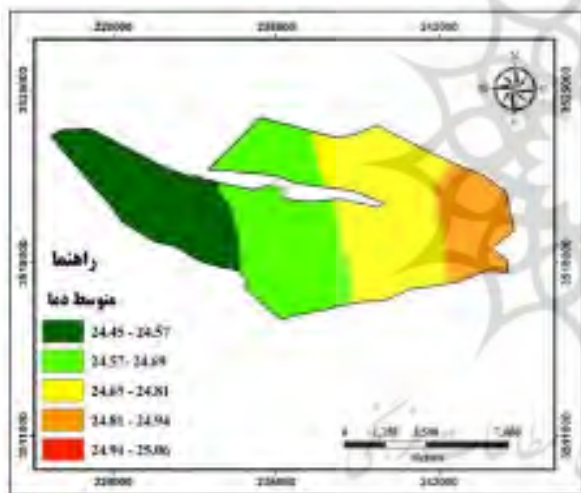
ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش ... / ۲۰۹

نقشه‌های توزیع مکانی خاک نیز تأییدکننده‌ی نتایج جدول همبستگی بین ویژگی‌های خاک است. علاوه بر وجود همبستگی ساده بین شوری و درصد سدیم تبادلی خاک، توزیع مکانی این دو ویژگی خاک نیز تا حد زیادی مشابه هم به دست آمد. نتایج نشان داد که محدوده بهینه شوری خاک برای گندم (هدایت الکتریکی کمتر از ۶ دسی زیمنس در متر) در بخش شرقی منطقه مشاهده شده است، مقادیر درصد سدیم تبادلی بخش شرقی منطقه مورد مطالعه نیز در محدوده بهینه برای تولید گندم قرار دارد (درصد سدیم تبادلی کمتر از ۱۵). همچنین در نواحی شمال و بخش‌هایی از جنوب منطقه مورد مطالعه بیشترین مقادیر شوری و درصد سدیم تبادلی خاک مشاهده می‌شود.

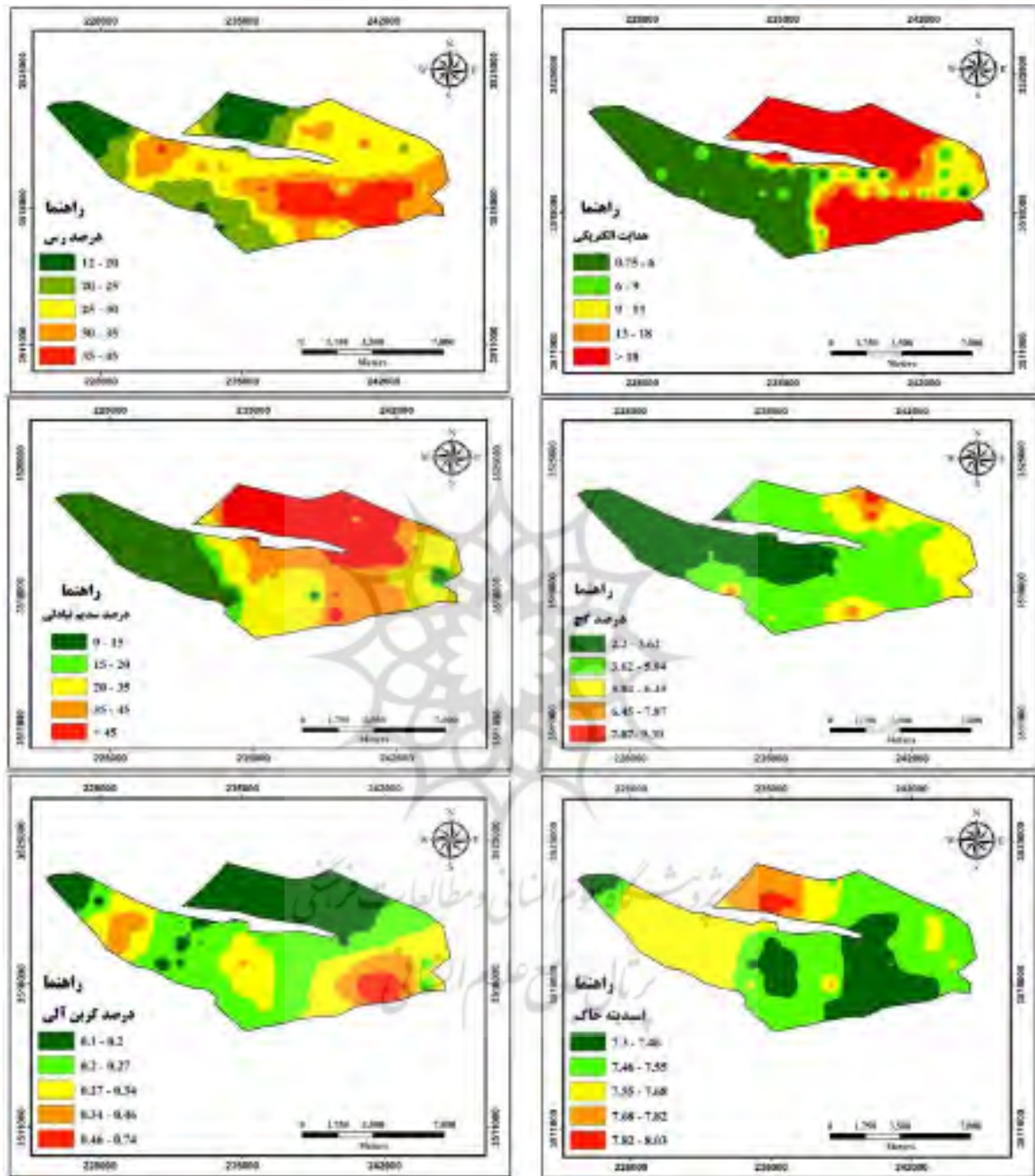
جدول ۵: آماره‌های ارزیابی روش درون‌یابی و پهنه‌بندی

ویژگی‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های مورد مطالعه	R <sup>2</sup>	RMSE
هدایت الکتریکی	۰/۶۷	۱۴/۰۷
رس	۰/۶۵	۴/۶۳
کربن آلی خاک	۰/۷۸	۰/۰۵
درصد سدیم تبادلی	۰/۸۱	۷/۶۳
گچ	۰/۶۸	۰/۷۴
واکنش خاک	۰/۷۶	۰/۰۶
بارندگی سالیانه	۰/۹۹	۱/۳۹
کمینه دما	۰/۹۹	۰/۰۲
بیشینه دما	۰/۹۶	۰/۰۰۷
دمای میانگین	۰/۹۹	۰/۰۱



نگاره ۵: نقشه‌های توزیع مکانی ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه



نگاره ۶: نقشه‌های توزیع مکانی ویژگی‌های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه

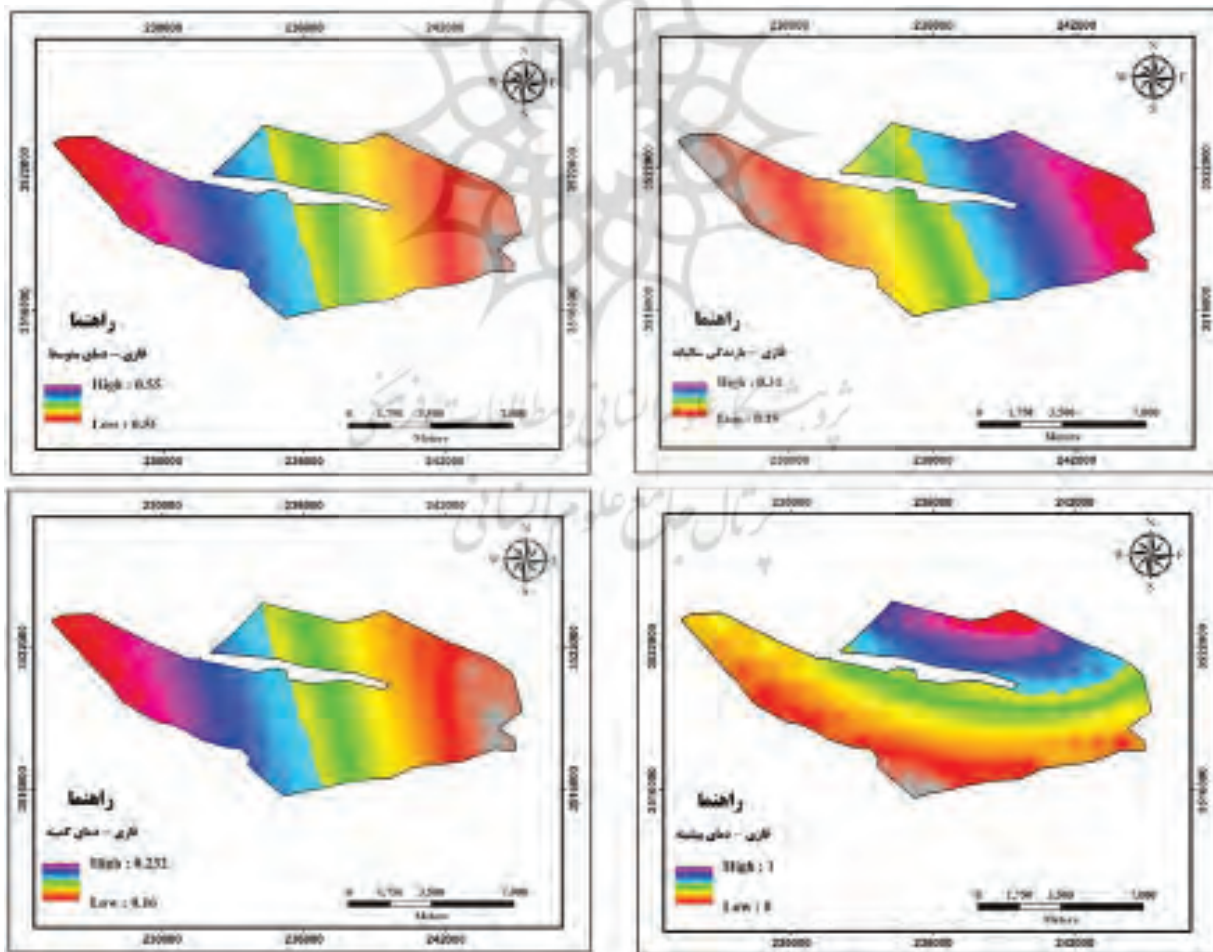
فازی‌سازی تمامی پارامترها براساس توابع عضویت خطی انجام شده است. نگاره‌های ۷ و ۸ و ۹، نقشه‌های فازی پارامترهای اقلیمی، محیطی و ویژگی‌های خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

۴-۲- استانداردسازی متغیرها به روش منطق فازی  
 برای استانداردسازی متغیرهای مورد مطالعه به روش فازی، حدود بالا و پایین بهینه هر ویژگی برای محصول گندم براساس جدول ۶ تعریف شد (Seyedjalali, 2019).

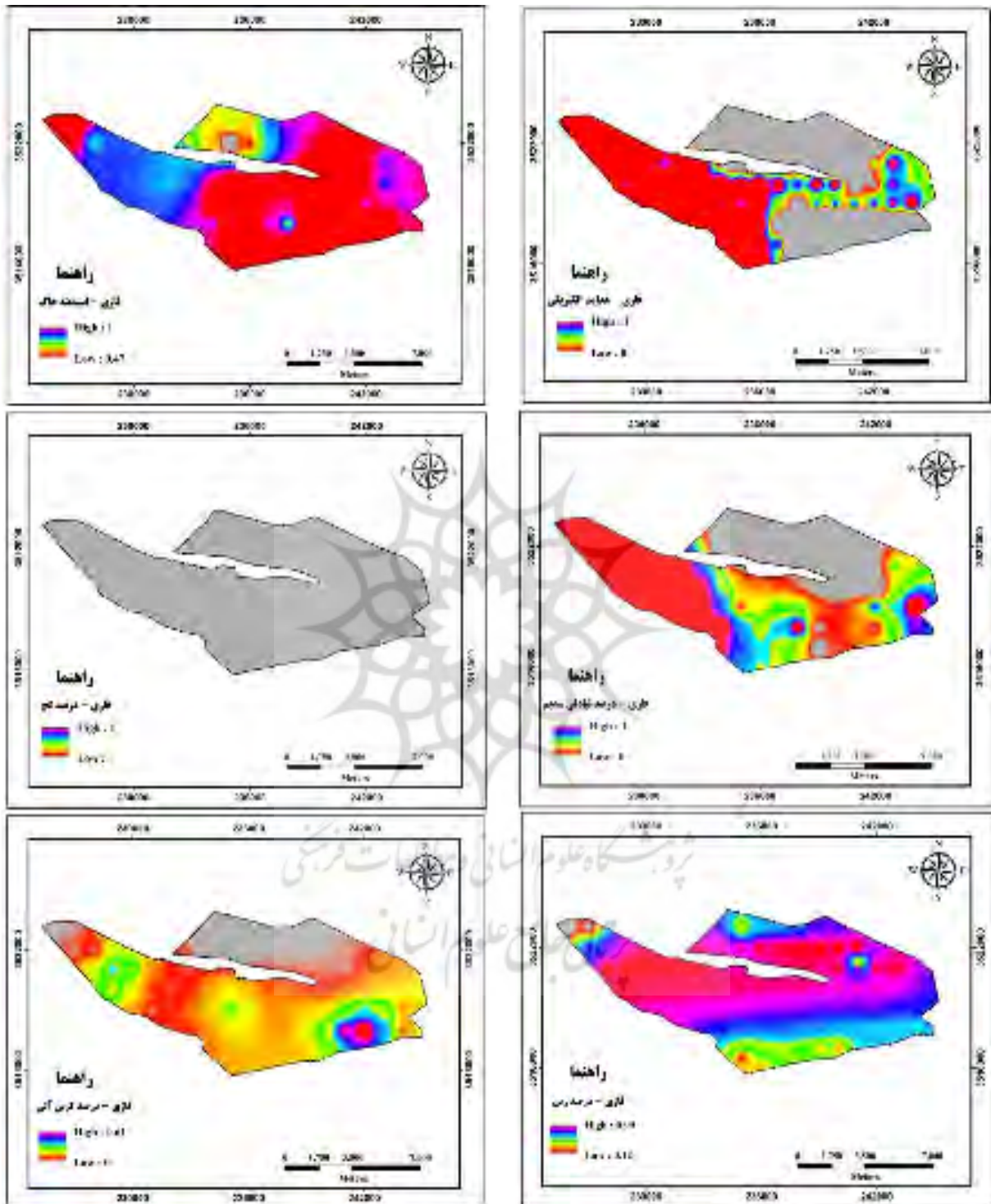
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مزم)  
 ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش ... / ۲۱۱

جدول ۶: مقادیر حدود پایین (a) و بالا (b) تعیین شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه

حد بالا (b)	حد پایین (a)	ویژگی‌های مورد مطالعه	
۶	۱۸	هدایت الکتریکی	ویژگی‌های خاک
۱۵	۴۵	درصد سدیم تبدلی	
۱۰	۵۰	گچ	
۷/۵	۸/۵	واکنش خاک	
۱/۵	۰	درصد ماده آلی	
۲۰	۱۰ و ۶۰	درصد رس	
۱	۸	شیب	ویژگی توپوگرافی
۴۵۰	۲۰۰	بازندگی سالیانه	ویژگی اقلیمی
۲۰	۳۰	میانگین دما	
۸	۱۹	حداقل دما	
۲۱	۳۲	حداکثر دما	



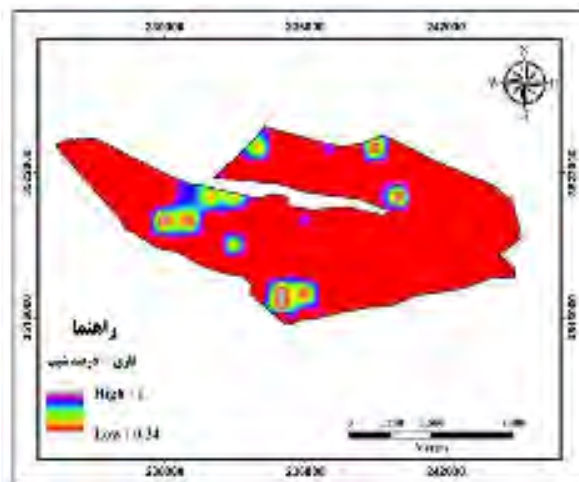
نگاره ۷: نقشه فازی پارامترهای اقلیمی مؤثر در تعیین مناطق مناسب برای کشت گندم



نگاره ۸: نقشه فازی پارامترهای ویژگی‌های خاک‌شناسی مؤثر در تعیین مناطق مناسب برای کشت گندم

**فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مجله)**  
 ارزیابی مناطق مناسب برای کشت گندم در دشت باغه شهرستان شوش ... / ۲۱۳

اقلیمی (دمای میانگین، کمینه، بیشینه و بارندگی سالیانه)، ویژگی‌های محیطی (شیب) و ویژگی‌های خاک‌شناسی (درصد کربن آلی خاک، هدایت الکتریکی، درصد سدیم تبادل، واکنش خاک، گچ و بافت خاک) ضرب و بر مبنای روش ترکیب وزنی خطی کلیه نقشه‌های وزن‌دار شده با هم جمع شدند. نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل کشت گندم تهیه و به چهار پهنه نامناسب، ضعیف، نسبتاً مناسب و بسیار مناسب تقسیم‌بندی شد (نگاره ۱۱).



نگاره ۹: نقشه فازی درصد شیب منطقه مورد مطالعه

**۵- نتیجه‌گیری**

تهیه نقشه پهنه‌بندی کشت گندم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نتایج ارزشمندی را به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی مدیران ارائه می‌نماید. خصوصاً اگر در تحلیل‌های مکانی GIS، از توابع تحلیلی همچون تحلیل سلسله مراتبی نیز استفاده شود. در این صورت نتایج از دقت بالایی برخوردار خواهد بود، زیرا در این کار از نظرات متخصصان هم بهره گرفته شده است. با توجه به محدودیت‌های متعدد در منطقه از جمله شوری خاک و از سوی دیگر وسعت بالای اراضی زیر کشت گندم در منطقه، پهنه‌بندی کشت می‌تواند به شناسایی محدودیت‌ها و پتانسیل‌های کشت گندم به‌صورت مکانی کمک نماید.

**۳-۴- استفاده از روش AHP برای تهیه نقشه نهایی**

نتایج حاصل از مقایسه پارامترهای اقلیمی و توپوگرافی و محیطی از روش AHP در نگاره ۱۰، نشان داده شده است. بر این اساس پارامترهای اقلیمی، بارش سالیانه و متوسط دما، دارای بیشترین وزن و پارامترهای ویژگی‌های خاک، هدایت الکتریکی و تبادل سدیمی خاک دارای وزن بیشتر و شیب دارای کمترین وزن و تأثیر برای کشت گندم در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این مرحله ضرایب به‌دست آمده از مدل AHP، در لایه‌های اطلاعاتی فازی شده شامل ویژگی‌های

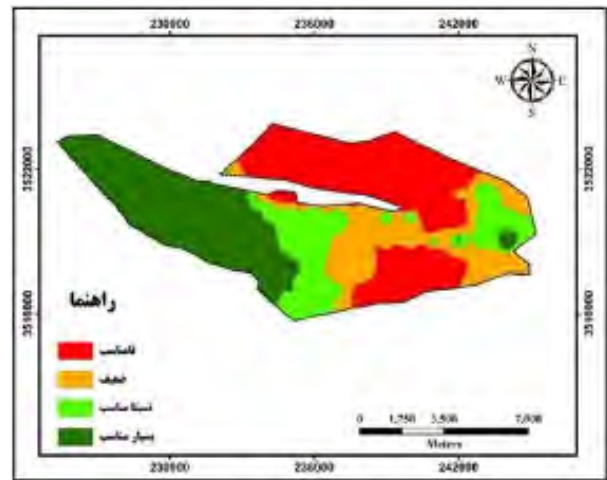
Table 10: Comparison of the weights of the criteria. Overall normalizing: 00

Criteria	Weight
Annual Rainfall	.152
Average Temperature	.128
Maximum Temperature	.120
Electrical Conductivity (EC)	.120
Minimum Temperature	.110
Percentage of soil with high salinity (S3)	.108
Percentage of silt/clay	.108
Soil Porosity (%)	.090
Percentage of sand	.046
Percentage of silt	.043
Slope	.039

نگاره ۱۰: وزن هر یک از پارامترهای مؤثر در تعیین مناطق مناسب کشت گندم با استفاده از روش AHP

در منطقه مورد مطالعه با پهنه‌های کشت گندم نیز مؤید این مطلب است. نتایج پژوهش (Seyedmohammadi et al, 2017) نیز این مشاهدات را تأیید می‌کند. در این مطالعه، پس از رطوبت قابل دسترس خاک، درصد سدیم تبادلی و شوری خاک بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص دادند.

از مهم‌ترین ویژگی‌ها، خاک تأثیرگذار بر تعیین پتانسیل تولید اراضی بود. نتایج پهنه‌بندی نشان داد که شمال و جنوب منطقه مورد مطالعه از لحاظ ویژگی‌های محیطی و اقلیمی برای کشت گندم مناسب نیست. دلایل متعددی موجب افزایش سطح شوری و سدیمی خاک می‌شود که از آن جمله می‌توان به مدیریت زراعی و آبیاری نامناسب مزارع اشاره نمود. براساس نتایج مطالعات نیمه تفصیلی گزارش دشت باغه، قدیمی‌ترین سازند رخنمون یافته در منطقه مورد بررسی مربوط به سازند گچساران است و بعد از آن سازندهای میشان، آجاجاری و بختیاری در بخش‌های مختلف رخنمون یافته‌اند. سازند گچساران در خارج از مرز حوضه آبریز منطقه واقع شده، اما با توجه به لیتولوژی تبخیری این سازند، جهت جریان آب سطحی و زیرزمینی و همچنین اثر شدید فرسایش بادی و آبی در جابه‌جایی رسوبات این سازند و با توجه به توپوگرافی پست منطقه، این سازند در تغییر کیفیت منابع آب این دشت تأثیر بسزایی دارد (گزارش نیمه تفصیلی دشت باغه، ۱۳۹۱). نتایج نشان داد که بخش غربی منطقه مورد مطالعه براساس ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی منطقه برای کشت گندم مناسب می‌باشد و قسمتهایی از جنوب و شمال منطقه مورد مطالعه، نامناسب‌ترین شرایط را برای کشت گندم دارند. با توجه به جدول ۷ از مجموع کل مساحت‌های منطقه، ۲۹/۷ درصد دارای درجه تناسب بسیار مناسب، ۱۶/۹۵ درصد نسبتاً مناسب، ۱۸/۴۶ درصد ضعیف و ۳۴/۸۸ درصد دارای توان نامناسب برای کشت گندم می‌باشد. بنابراین بیش از ۴۶ درصد از اراضی برای کشت گندم مناسب است (۴۲۲۰ هکتار)، که این مناطق، بخش‌های شرقی و قسمتهایی از غرب منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند (جدول ۷).



نگاره ۱۱: نتایج حاصل از روش AHP و فازی در تعیین مناطق مناسب کشت گندم

در این مطالعه بررسی مناطق مناسب برای کشت گندم با استفاده از روش AHP فازی در محیط GIS انجام شد. برای این منظور ابتدا با استفاده از روش مدل میانگین عکس فاصله (IDW) نقشه‌های پهنه‌بندی هر یک از پارامترها تعیین شد. سپس با استفاده از توابع عضویت، نقشه فازی هر یک از پارامترهای مؤثر در تعیین مناطق مستعد برای کشت گندم تهیه شد. در ادامه با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن هر یک از لایه‌ها مشخص و در نهایت در محیط GIS نقشه پهنه‌بندی پتانسیل کشت گندم تهیه شد. مطیعی‌لنگرودی (۱۳۹۱)، با استفاده از روش Fuzzy-AHP به تعیین توان منطقه برای کاربری کشاورزی پرداختند که تطابق نتایج به دست آمده با واقعیت زمینی و همچنین کاهش بحث عدم قطعیت در مرحله تصمیم‌گیری، نشان‌دهنده اعتمادپذیری این روش است. با توجه به اینکه در مدل سلسله مراتبی (AHP)، سه ویژگی خاک شامل شوری، درصد سدیم تبادلی و گچ پس از پارامترهای اقلیمی بیشترین اهمیت و ضریب تأثیر را داشتند، بنابراین تأثیرگذارترین ویژگی‌های خاک در تعیین تناسب کشت گندم هستند. رس، کربن آلی و واکنش خاک به دلیل دریافت ضریب وزنی کمتر، اولویت کمتری دارند. بررسی نقشه‌های توزیع مکانی شوری و درصد سدیم تبادلی خاک

جدول ۷: مساحت و درصد توزیع پهنه‌های مختلف کشت گندم در منطقه مورد مطالعه

توزیع پهنه‌های کشت گندم				
نامناسب	ضعیف	نسبتاً مناسب	بسیار مناسب	
۳۱۵۵/۵۲	۱۶۷۰/۴۶	۱۵۳۴/۲۵	۲۶۸۶	مساحت (هکتار)
۳۴/۸۸	۱۸/۴۶	۱۶/۹۵	۲۹/۷	درصد توزیع

## تقدیر و تشکر

اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جویخت براساس منطق بولین، نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲.

از زحمات و تلاش‌های شرکت مهندسين مشاور آب‌پژوهان استان خوزستان و اداره منابع طبیعی کل استان خوزستان، در پیشبرد این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع و مآخذ

۷- مطیعی لنگرودی، نصیری، عزیزی؛ سیدحسن، حسین، (۱۳۹۱)، مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش FUZZY-AHP در محیط GIS، مطالعه موردی: شهرستان مرودشت، مجله آمایش سرزمین، سال چهارم، شماره ششم، ص ۱۰۱-۱۲۴.

۱- اداره کل هواشناسی استان خوزستان (۱۴۰۰)، آمار هواشناسی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی تبخیرسنجی و سینوپتیک (حمیدیه، عبدالخان و بستان).

۸- نصرالهی، کاظمی، کامکار، صادقی؛ نیلوفر، حسین، بهنام، سهراب (۱۳۹۵)، ارزیابی زراعی بوم‌شناختی اراضی شهرستان آق قلا (استان گلستان) جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۱۰، بهار.

۲- رشید سرخ‌آبادی، شهیدی، خاشعی؛ علی، مهدیه، عباس (۱۳۹۴)، پهنه‌بندی مکانی کشت زعفران (*Crocus sativus* L.) براساس عوامل اقلیمی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه)، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۷ (۲): ۲۳۶-۲۲۵.

9- Al-Mohseen, K. A. A. (2009). Drought Index Assessment for Fatha Region Using Fuzzy Logic Approach, Proceedings of the Georgia Water Resources Conference, held 23-27, at the University of Georgia. Athens, Georgia.

۳- سرمیدیان، طاعتی؛ فریدون، عباس، (۱۳۹۴)، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی بخشی از اراضی قزوین برای کشت گندم با استفاده از RS و GIS، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۷ (۳): ۳۸۰-۳۶۸.

10- Ahmadi, H., Mohammadkhan, Sh., Feyznia, C., and Ghoddousi, J. (2005). Regional modelling of mass movements risk using AHP. Case study: Taleghan basin catchment. Iranian Ecology Journal, 58, 3-14 .

۴- سنجانی، سارا، (۱۳۹۱)، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی و بررسی خلاء عملکرد سه محصول گندم، چغندر قند و ذرت در استان خراسان. رساله دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۲۰-۱.

11- Amirikia, F., & Najidomiran, S. (2018). Assessment of land suitability of Fars province for rainfed wheat cultivation Based on climatic factors, physiography and integrated model AHP-TOPSIS in GIS. Journal of Agricultural Applied Research, 3(4), 117.

۵- شرکت مهندسين مشاور آب‌پژوهان خوزستان، (۱۳۹۱)، گزارش مطالعات نیمه تفصیلی دقیق خاک‌شناسی دشت باغه خوزستان.

12- Bulkagov, D.S., Rukhovich, D.I., Shishkonakova, E.A. and Vil' chevskaya E.V. (2016). Separation of Agroclimatic Areas for Optimal Crop Growing within Framework of the Natural-Agricultural Zoning of Russia. Homepage of SPRINGER. Agricultural Chemistry and

۶- کاظمی، حسین (۱۳۹۲)، پهنه‌بندی زراعی - بوم‌شناختی

and Promotion, Soil and Water Institute)

24- Seyedmohammadi, J., AA Jafarzadeh, F Sarmadian, F Shahbazi, MA Ghorbani. 2017. Comparing the Efficiency of TOPSIS, AHP and Square Root Methods in Cultivation Priority Determination for Wheat, Barley and Maize under Sprinkler Irrigation in Dasht-e-Moghan. *Water and Soil Science*, 27 (2): 45-59.

25- Wang, D. Li. C. Song, X. Wang, J. Yang, X. Huang, W. and Zhou, J. (2011). Assessment of land suitability potentials for selecting winter wheat cultivation areas in Beijing, China, using RS and GIS. *Agricultural Sciences in China*. Vol, 10, No, 9, Pp: 1419-1330.

26- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy Sets, Information & Control*, 8, 338-353.

Soil Fertility. Available at: [www.springer.com](http://www.springer.com).

13- Carter, B., Graeme, F. (1994). *Geographic information systems for geoscientists, modeling with GIS*, Chapter 9, Fuzzy Logic Section With Related Tables and Figures.

14- Elaalem M, (2010). The application of land evaluation techniques in Jeffara Plain in Lybia using fuzzy methods. Ph.D thesis, University of Leicester.

15- Farajzadeh, M. (2002). Modelling wheat yield criteria agro in West Azarbaijan province. MA Thesis, Department of Agriculture. Tehran University.

16- Ghanavati, E. A., (2011). Zoning of landslide Hazard in Jajrood basin using hierarchical analysis method. *Journal of Applied Research of Geosciences*, 17(20), 51-68.

17- Kainz, W. (2008). GIS for hazard analysis using vague data, Chapter 1: Fuzzy Logic and GIS, Department of Geography and Regional Research, University of Vienna, Austria, pp.5.

18- Khan, M. R. Debie, C. A. Van Keulen, H. Smaling, E. and Real, R. (2010). Disaggregating and mapping crop statistic using hypertemporal remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol, 12. Pp 36-46.

19- Mirmaseri, N., Mohammadi, J., Bazargan, K., Khosravi, A., & Delsozkhaki, B., (2020). Identify land potential and identify limitations for irrigated wheat cultivation In a part of Qazvin plain lands using fuzzy techniques, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, Online article.

20- Peeteri, M. and Tapio, f. (2000). Fuzzy Classifier for Start-Galaxy Separation. *The American Astronomical Society*, 541, 261-263.

21- Saaty, T.L. & Vargas, L.G., 2001. *Models, methods, concepts & applications of the Analytic Hierarchy Process*-Kluwer Academic Publishers

22- Safaripour Y., Delavar, M., & Nori, Z. (2017). Assessing the land suitability of a part of Zanjan plain for irrigated wheat cultivation using the limit scoring method, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 31(2), No52.

23- Seyedjalai, A., Navidi, M., Zeynoldinimeymand, A., & Mohammadesamaeil, Z. (2019). Vegetative needs of crops, *Research Organization and Agricultural Education*