دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران جهت استفاده در مصارف کشاورزی با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بیرجند)

ابوالفضل اکبرپور[۱]، عباس خاشعی سیوکی[۲]، اکبر کشاورز[۳] و حامد فروغی فر[۲]

۱- دانشیار، دانشگاه بیرجند، (نویسنده مسوول: akbarpour@Birjand.ac.ir)
۲ و ۳- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند
تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۵

چکیده

رواناب سطحی که نتیجه پاسخ‌های بارش در یک حوزه است منبع آب بالقوه‌ای است که اگر به‌طور صحیح مدیریت شود می‌تواند برای تأمین تقاضا آب استفاده‌گردد. جمع‌آوری آب باران گزینه‌ای مناسب برای انحصار و ذخیره رواناب سطحی جهت کاربردهای بعدی بویژه در طول دوره‌هایی که محدودیت دسترسی به آب وجود دارد، است. در این پژوهش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران در سطح حوزه آبخیز بیرجند واقع در استان خراسان جنوبی مکان‌یابی شدند. جهت انجام این کار با بهره‌گیری از نظرات کارشناسی، معیارهای تأثیرگذار بر فرآیند جمع‌آوری آب باران مشخص و به‌صورت دودویی با هم مقایسه شدند.سپس ماتریس مقایسات زوجی معیارها تشکیل و وزن هر کدام از آنها برآورد گردید. لایه‌های فضایی معیارها پس از تاثیر وزن‌های مربوطه با همدیگر ترکیب شده و لایه نهایی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران ایجاد شد. نتایج نشان دادند که با قرار دادن استعداد حوزه آبخیزدر چهار کلاس ضعیف، متوسط، خوب و بسیار خوب به ترتیب ۰/۸۲، ۴۶/۱، ۵۰/۴ و ۲/۶۶ درصد از کل حوزه آبخیز به طبقات نامبرده اختصاص می‌یابد و به طور کلی از غرب به سمت شرق حوزه آبخیز بر استعداد آن در جمع‌آوری آب باران افزوده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری آب باران، حوزه آبخیز بیرجند، AHP، GIS

مقدمه

در تمامی دوران همواره مسئله تامین آب یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بشر و دولت‌ها بوده و سرمایه‌گذاری‌های کلانی را به خود اختصاص داده است. رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه آب لزوم تأمین آب را برای این جمعیت رو به رشد به مسئله‌ای مهم و حیاتی تبدیل می‌کند. فعالیت‌های بشر باعث دگرگونی زمین در سطوح وسیع و مقیاس‌های فضایی می‌شود، که منابع آب مورد نیاز در زمینه‌های مختلف را اعم از شهری و کشاورزی و غیره تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹). از طرفی افزایش بی‌رویه جمعیت و تقاضای آب کارشناسان و متخصصین را بر آن داشته است تا جهت رفع این مشکل چاره اندیشی کرده و به راهکارهای نوینی روی آورند. یکی از روش‌های مقابله با مشکل کم آبی به ویژه در مناطق خشک جمع‌آوری و انتقال نزولات جوی کنترل نشده و استفاده بهینه از آنها در مصارف کشاورزی است. با توجه به این موضوع تعیین مکان‌های جمع‌آوری آب باران از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و پرداختن به آن یکی از نیازهای اساسی می‌باشد. ورهاور و هاملت (۱۰) معیارهای بیوفیزیکی شامل مناسب بودن خاک، مناسب بودن شیب و کاربری اراضی را پیشنهاد کردند که در انتخاب مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران[1] مفید هستند. گوپتا و همکاران (۱) با مطالعه خود به توسعه طرح‌ها و راه‌حل‌های جمع‌آوری باران در ناحیه نیمه خشک راجستان هند پرداختند. آنها در کار خود از روش‌های GIS و RS استفاده نمودند. این پژوهش بر مبنای روش شماره منحنی رواناب سازمان حفاظت خاک آمریکا انجام شد که اولویت‌بندی منطقه را به‌منظور گسترش سیستم‌های جمع‌آوری باران بر مبنای پتانسیل تولید رواناب در حوزه قرار داد. جبر و آور (۲) در یک منطقه با وسعت ۳۰۰ کیلومتر مربع در ایرسال لبنان که دارای بارندگی کم و نامنظم می‌باشد، روشی را به‌منظور جانمایی مخازن جمع‌آوری‌کنندهٔ آب باران توسعه دادند. روش آنها در سه گام اصلی عمل می‌کند: ۱- استفاده از GIS ۲- شبیه‌سازی با استفاده از WMS ۳- استفاده از AHP آنها به جای استفاده از معیار بارندگی که در این مقاله از آن استفاده شده است از رواناب شبیه‌سازی شده در سطح حوزه آبخیز استفاده کردند که طبق توضیحات خود نویسندگان شبیه‌سازی رواناب در سطح زیرحوزه‌ها موفقیت‌آمیز نبوده است. همچنین آنها فقط به دو زیر معیار مساحت کشت شده در زمین موردنظر و نزدیکی به زمین کشاورزی از معیار

1- Rain water harvesting (RWH)

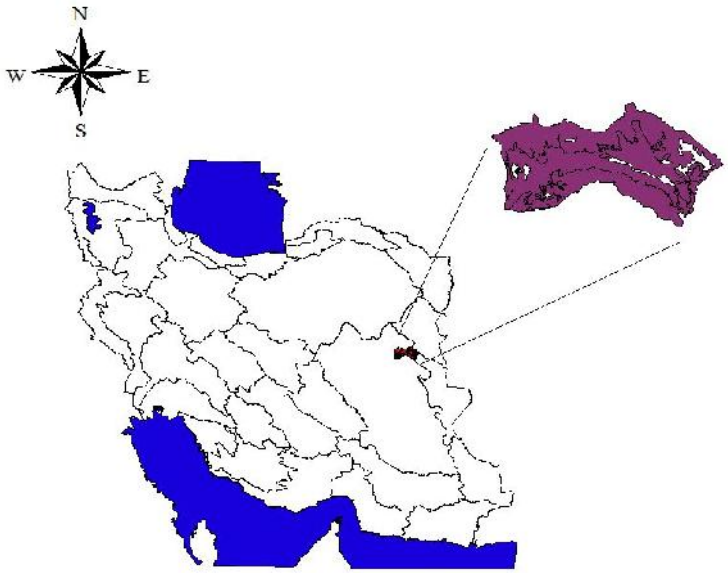
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

پوشش زمین در ماتریس مقایسات زوجی اکتفا کردند و به پوشش‌های دیگر زمین که در مقاله حاضر تحت عنوان نقشه کاربری اراضی از آن استفاده شده است اشاره‌ای نکردند. مبیلینی و همکاران (۶) بر اساس خصوصیات فیزیکی و اکولوژیکی حوزه ماکانیا در تانزانیا DSS مبتنی بر GIS ایجاد کردند و نشان دادند که این ابزار می‌تواند به میزان قابل اعتمادی برای پیش‌بینی مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران در نواحی نیمه خشک استفاده شود. خاصی و حبیب آبادی (۴) با استفاده از GIS به مکانیابی مناطق مستعد جمع آوری باران در استان تهران پرداخت. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفادهٔ آنها در محیط GIS شامل بارندگی، بافت و عمق خاک، شیب زمین و کاربری اراضی بود. نتایج تحقیق آنها استان تهران را از لحاظ استعداد جمع‌آوری باران در ۴ سطح بسیارخوب، خوب، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی کرد. صادقی و همکاران (۸) با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم DSS مبتنی بر GIS به تعیین مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران در حوزه آبخیز بیرجند پرداخت. در این تحقیق از دو روش جهت تعیین مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران استفاده شده است که روش اول مبتنی بر خصوصیات فیزیکی حوزه مانند شیب، بارندگی، بافت خاک، عمق خاک، کاربری اراضی و شبکه آبراهه‌ها بوده و روش دوم بر ظرفیت منطقه در تولید رواناب استوار است. ایشان در نهایت به این نتیجه رسیدند که با توجه به وسعت منطقه روش اول مناسب‌تر می‌باشد. هدف از این تحقیق تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران با استفاده از روش AHP و مقایسه آن با موقعیت جغرافیایی سازه‌های احداث شده فعلی در سطح حوزه آبخیز بیرجند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

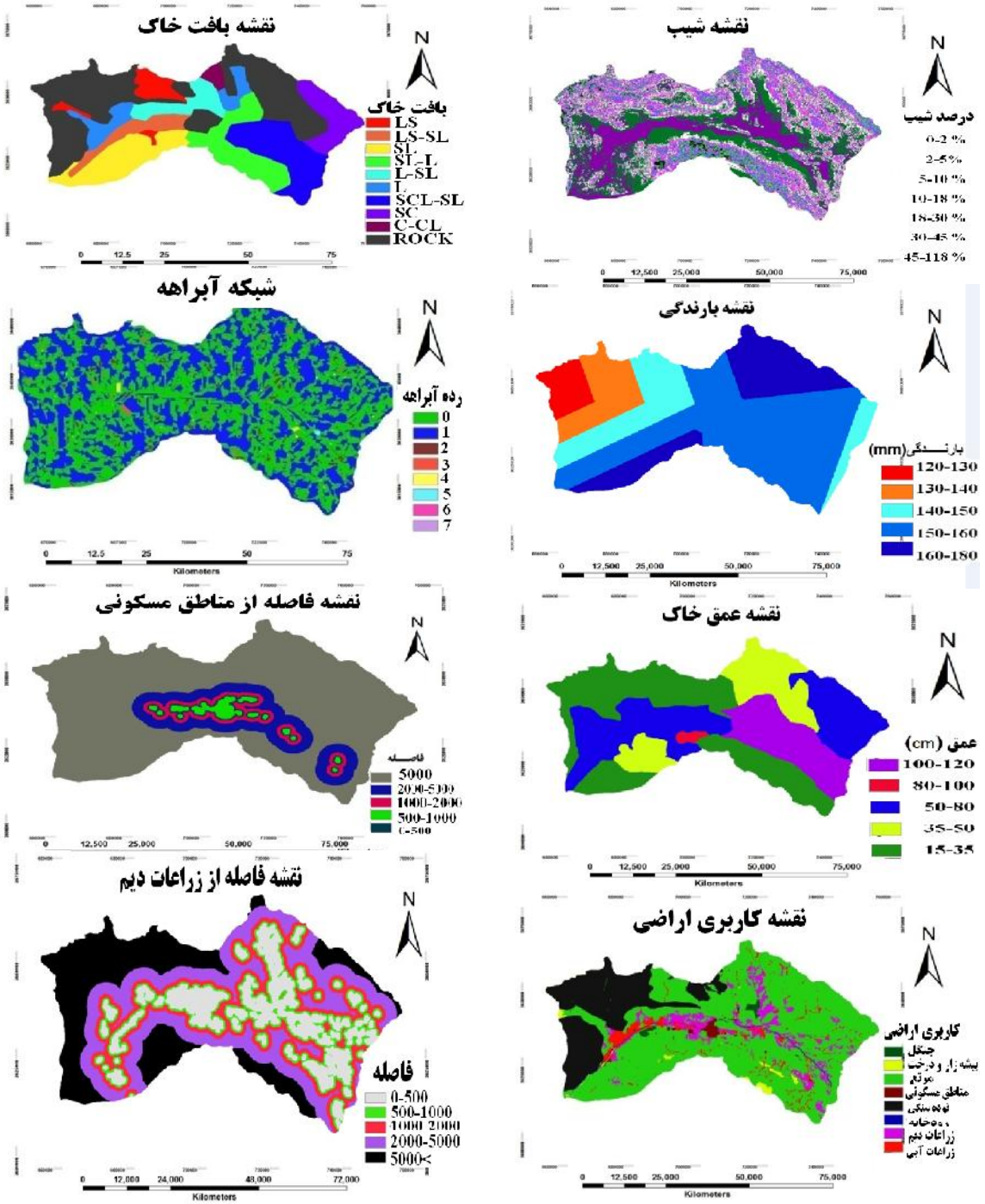
حوزه آبخیز بیرجند که یکی از زیر حوزه‌های کویر لوت محسوب می شود، به‌عنوان مهم‌ترین حوزه آبخیز جنوب خراسان در شرق کشور و در فاصله ۴۸۰ کیلومتری جنوب شهر مشهد، با مختصات ۳۴ و ۳۲ تا ۸ و ۳۳ عرض شمالی و ۴۱ و ۵۸ تا ۴۴ و ۵۹ طول شرقی واقع شده است (۷).



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز بیرجند درکشور

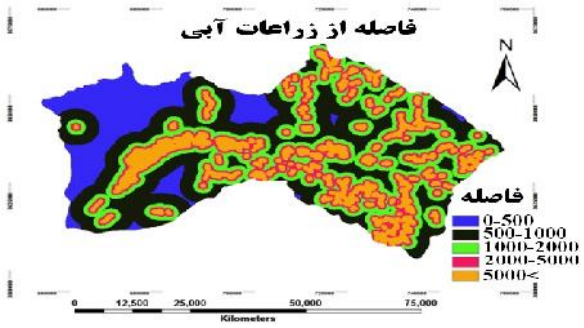
داده‌های مربوط به بافت و عمق خاک منطقه با نمونه‌گیری از مناطق مختلف حوزه آبخیز و بارندگی، توپوگرافی حوزه آبخیز و تصاویر ماهواره‌ای منطقه را از سازمان‌های مربوطه تهیه و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS9.3، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به نقشه‌های کاربری اراضی، عمق و بافت خاک، زهکشی حوزه آبخیز، شیب، بارندگی منطقه، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از زراعت‌های آبی و دیم ایجاد شد که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. در این لایه‌ها با توجه به نیاز طرح محدوده‌های طبقات مختلف هر معیار تعیین گردید.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]



شکل ۲- نقشه‌های رستری معیارهای استفاده شده درتولید رواناب

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]



ادامه شکل ۲- نقشه‌های رستری معیارهای استفاده شده درتولید رواناب

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ روش AHP را پیشنهاد کرد. اولین قدم در فرآیند AHP ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی می‌باشد که درآن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آنها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در فرآیند سلسله مراتبی محاسبه وزن معیارها (و زیر معیارها در صورت وجود)، محاسبه وزن گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها را شامل می‌شود (۱۲).

در این تحقیق به ترتیبی که در زیر آورده شده است به تعین وزن لایه‌های مربوط به معیارهای مختلف با استفاده از روش AHP و همچنین تعیین بهترین مکان‌های جمع‌آوری آب باران پرداخته شد.

۱- تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی ۲- طرح پرسشنامه و جمع‌آوری نظرات کارشناسان مختلف در مورد میزان اهمیت و ارزش هرکدام از معیارها نسبت به تعیین هدف با توجه به جدول ۹ کمیتی ساعتی، جدول ۱ مقیاس ۹ کمیتی ساعتی را نشان می‌دهد.

جدول۱- مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها

امتیاز	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند	
۳	اهمیت اندکی بیشتربرای تحقق هدف اهمیت i بیشتراز j است	
۵	اهمیت بیشتر اهمیت i خیلی بیشتر از j میباشد	
۷	اهمیت خیلی بیشتر اهمیت i خیلی خیلی بیشتر از j می‌باشد	
۹	اهمیت مطلق اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است	
۲،۴،۶،۸	هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد	

۳- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی معیارها ۴- محاسبه میانگین هندسی هر سطر از ماتریس مقایسه زوجی (bij)

$$b_{ij} = \left(\prod_{i=1}^{k} a_{ij}\right)^{1/k} \quad (۱)$$

bij: میانگین هندسی هر سطر از ماتریس مقایسه زوجی

a_{ij}: اهمیت معیار iام نسبت به معیار jام

۵- نرمالیزه کردن میانگین‌های هندسی حاصل از مرحله

$$w_i = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^{k} b_{ij}} \quad (۲)$$

Wi: وزن معیار iام k: تعداد معیارهای تصمیم‌گیری

بررسی سازگاری در قضاوت‌ها

یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. پس باید سنجه‌ای را یافت که میزان ناهماهنگی داوری‌ها را نمایان سازد. به همین منظور ضریب سازگاری ساعتی (CR)[1] که از تقسیم شاخص سازگاری (CI)[2] به شاخص تصادفی بودن (RI)[3] حاصل می‌شود برآورد می‌گردد. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n} \quad (۳)$$

$$CR = \frac{CI^{n-1}}{RI} \quad (۴)$$

1- Consistency ratio 2- Consistency index 3- Random index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

CI: شاخص سازگاری در قضاوت‌ها CR: ضریب سازگاری در قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان
RI: شاخص تصادفی بودن n: تعداد معیارهای تصمیم‌گیری λ_{max}: مقدار ویژه بیشینه در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه بیشینه (γ_{max}) از L به شرح زیر استفاده می‌شود که در آن AW_i برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دودویی معیارها در بردار W_i (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) به‌دست می‌آید (۱۲):

$$L = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{AW_i}{W_i}\right] AW_i \quad (۵)$$

حاصل‌ضرب ماتریس مقایسه زوجی معیارها در ماتریس وزن‌های آنها
W_i: بردار وزن‌های معیارهای تصمیم‌گیری n: تعداد معیارهای تصمیم‌گیری
شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول زیر قابل استخراج است:

جدول ۲- شاخص تصادفی بودن (RI) (۵)

n۱۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
RI	۰/۵۸	۰/۹۶	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱

۶- در این مرحله با توجه به افزایشی، کاهشی یا افزایشی- کاهشی بودن ارزش معیارها در تعیین هدف مورد نظر با استفاده از نظر کارشناسی به طبقات مختلف آنها ارزشی از ۱ الی ۹ تحت عنوان سطوح برازندگی داده شد. ۷- سپس لایه‌های مختلف را با توجه به وزن‌های محاسبه شده در مراحل قبل در محیط GIS 9.3 با همدیگر ترکیب کرده و مناسب‌ترین مکان‌های جمع‌آوری آب باران مشخص شدند. ۸- بعد از تهیه نقشه مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران، فراوانی تجمعی ارزش پیکسل‌های آن طبق شکل۴ رسم و نقاطی را که در آنها شیب نمودار دست‌خوش تغییرات محسوس‌تری شده است را به‌عنوان مرزهای کلاس‌های طبقه‌بندی در جدول ۵ ارائه شدند (۳). ۹- جهت مقایسه نتایج تحقیق با شرایط فعلی و اقداماتی را که تا به حال جهت احداث سازه‌های آبخیزداری در سطح منطقه بیرجند صورت گرفته است داده‌های مربوط به موقعیت جغرافیایی سازه‌های احداث شده در حوزه آبخیز بیرجند طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ از اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان بیرجند تهیه شدند و در نهایت نتایج به‌دست آمده با شرایط واقعی مورد مقایسه قرار گرفتند.
۱۰- روش تاپسیس (TOPSIS)

پایه این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه‌ی انتخابی، باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌ال مثبت (A^+ : بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه حل ایده ال منفی (A^-: بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی است. حل این مسئله با این روش مستلزم طی شش مرحله می باشد:
۱-کمی کردن و بی مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم ۲- به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون ۳- تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل منفی ۴- به دست آوردن میزان فاصله‌ی هر گزینه تا ایده‌آل مثبت و منفی ۵- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده آل ۶- رتبه بندی گزینه ها

نتایج و بحث

ماتریس مقایسه زوجی معیارها نیز در جدول ۳ نشان داده شده است. معیارهای بارندگی، شیب، بافت خاک، عمق خاک، فاصله از زراعات دیم، فاصله از زراعات آبی، زهکشی، کاربری اراضی و فاصله از مناطق مسکونی به ترتیب با C_1، C_2، C_3، C_4، C_5، C_6، C_7، C_8 و C_9 نشان داده شده است.

جدول ۳- ماتریس مقایسات زوجی معیارها

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
C_1	۱	۲	۴	۴	۲	۳	۴	۵	۴
C_2		۱	۳	۳	۱	۳	۲	۲	۳
C_3			۱	۴	۲	۲	۳	۳	۳
C_4				۱	۱	۲	۲	۲	۲
C_5					۱	۱	۲	۳	۳
C_6						۱	۲	۱	۲
C_7							۱	۳	۱
C_8								۱	۲
C_9									۱

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

وزن‌های مربوط به معیارهای مختلف با استفاده از روش میانگین هندسی نرمال شده تعیین و در جدول زیر ارائه شد.پس از ضرب ماتریس مقایسه زوجی در ماتریس وزن‌ها و محاسبه بردار AW مقدار L و CI برآورد شدند. با تقسیم CI بر شاخص تصادفی (RI) ضریب سازگاری ساعتی برابر با ۰/۰۹۰۱۴ به دست آمد که مقداری کوچکتر از ۰/۱ می‌باشد و نشان‌دهنده رعایت سازگاری در نظرات و قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان تحقیق است.

جدول ۴- وزن‌های مربوط به معیارها

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
۰/۲۷۱۲	۰/۱۶۳۵	۰/۱۳۸۳	۰/۰۸۲۲	۰/۱۰۹۸	۰/۰۷۲۸	۰/۰۵۸۵	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۳۵

با توجه به ارزش طبقات مختلف معیارها در این طرح با استفاده از نظر کارشناسی عددی از ۱ الی ۹ به هر یک از آنها طبق جدول زیر تعلق گرفت. با رسم نمودار فراوانی تجمعی ارزش پیکسل‌های نقشه نهایی، مرزهای طبقات مختلف آن تعیین گردید که نتایج آن در شکل ۳ و جدول ۶ مشاهده می‌شود. با توجه به نمودار در نقاط ۴ و ۷ تغییر شیب نمودار محسوس‌تر می‌باشد. پس از ترکیب لایه‌های مربوط به معیارها نقشه ارائه شده در شکل۴ حاصل و استعداد منطقه در چهار طبقه ضعیف، متوسط، خوب و بسیار خوب کلاس‌بندی شد. طبقات ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب به ترتیب ۰/۸۲، ۴۶/۱، ۵۰/۴ و ۲/۶۶ درصد از کل حوزه آبخیز را به خود اختصاص دادند. با توجه به شکل با پیشروی از غرب حوزه آبخیز به سمت شرق آن شرایط جمع‌آوری آب باران و ایجاد مخازن جمع‌آوری آب جهت انتقال آن و استفاده در بخش‌های کشاورزی، دامپروری، شرب و حتی صنعت به عنوان جبران میزان کمبود آب، بهبود یافته و مناطق خوب جهت نیل به هدف تحقیق بیشتر در قسمت شرقی حوزه آبخیز پراکنده شده‌اند. نواحی بسیار خوب بیشتر در شرق حوزه آبخیز و با تراکمی کمرنگ‌تر جنوب شرقی و نواحی مرکزی حوزه آبخیز قرار دارند. علت این امر را می‌توان میزان بالای بارش‌ها در این نواحی با توجه به میزان وزنی که به معیار بارندگی اختصاص یافته است دانست. علاوه برآن وضعیت معیارهای شیب، عمق خاک و فاصله از زراعات دیم نیز در این مناطق رضایت‌بخش بوده و و در نتایج حاصله بی‌تاثیر نبوده‌اند. مناطق دارای استعداد ضعیف نیز بیشتر در قسمت‌های غربی حوزه آبخیز مشاهده شدند.

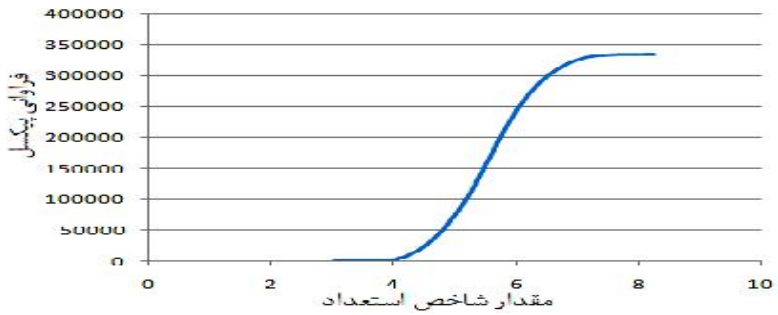
جدول ۵- سطوح برازندگی طبقات مختلف در هر معیار

میزان ارزش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شیب	٪۴۸-۴۵	٪۲-۰ ٪۴۵-۳۰	٪۵-۲	٪۳۰-۱۸		٪۱۸-۱۰		٪۱۰-۵	
شیب					۱۳۰-۱۲۰	۱۴۰-۱۳۰		۱۵۰-۱۴۰	۱۶۰-۱۵۰
کاربری اراضی		جنگل	بیشه‌زار			توده سنگی مرتع	مسکونی	رودخانه زراعت آبی و باغات کشت دیم	
عمق خاک			۱۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۸۰		۸۰-۵۰	۵۰-۳۵		۳۵-۱۵
بافت خاک		LS-LS-SL	SL	-SL-L	L-SL-	L S CL-SL	SC	C-CL	- Rock
زهکشی			رده ۱	رده ۲	رده ۳	رده ۴	رده ۵	رده ۶	رده ۷
فاصله تا مناطق مسکونی	۰ – ۵۰۰		۵۰۰-۱۰۰۰		۱۰۰۰-۲۰۰۰		۵۰۰ –۱۰۰۰		۵۰۰۰<
فاصله تا زراعت‌های آبی	۵۰۰۰<		۵۰۰۰-۲۰۰۰		۱۰۰۰-۲۰۰۰		۱۰۰۰-۵۰۰		۵۰۰-۰
فاصله تا زراعت‌های دیم	۵۰۰۰<		۵۰۰۰-۲۰۰۰		۱۰۰۰-۲۰۰۰		۱۰۰۰-۵۰۰		۵۰۰-۰

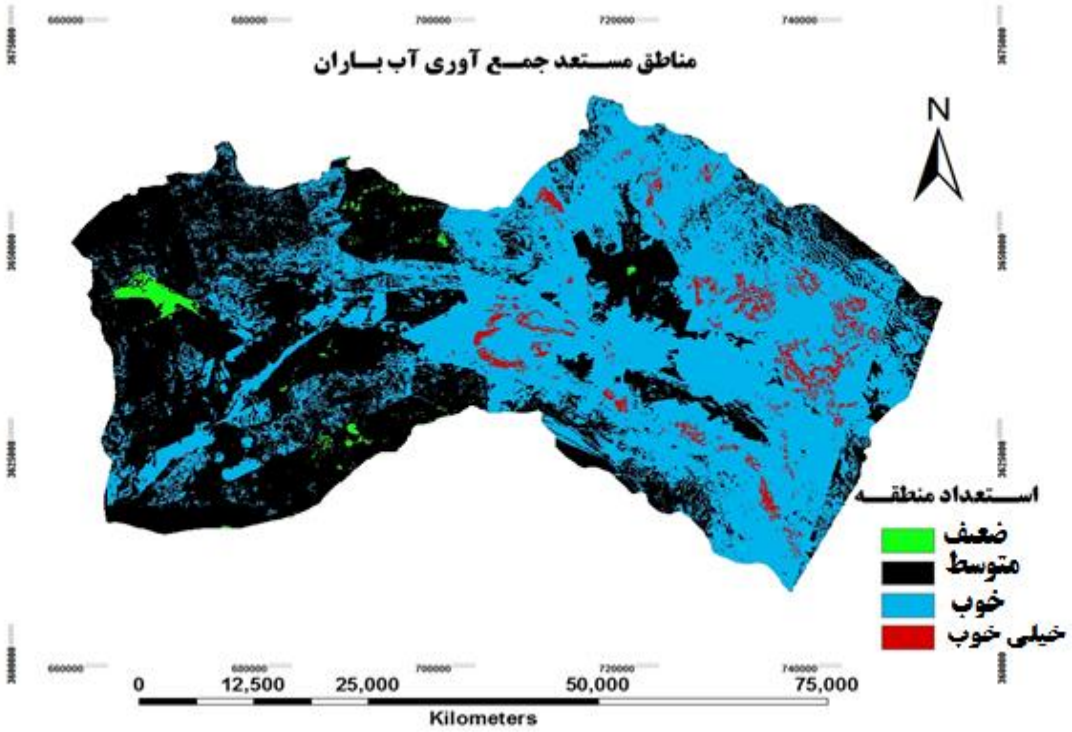
جدول ۶- محدوده و درصد مساحت هر طبقه از محل مورد مطالعه

طبقات	محدوده شاخص	درصد مساحت
ضعیف	۴-۳/۱۱	٪۰/۸۲۳
متوسط	۴-۵/۵	٪۴۶/۱
خوب	۵/۵-۷	٪۵۰/۴
خیلی خوب	۷-۸/۲۶	٪۲/۶۶

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]



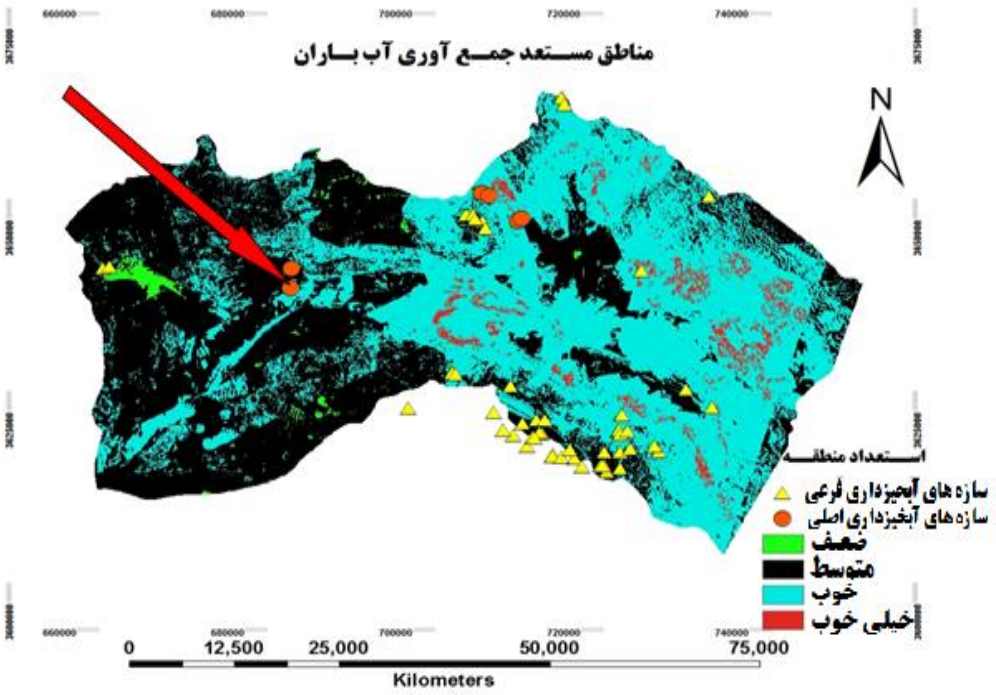
شکل ۳- نمودار فراوانی تجمعی پیکسل‌های مربوط به نقشه ترکیبی مناطق مستعد جمع‌آوری باران



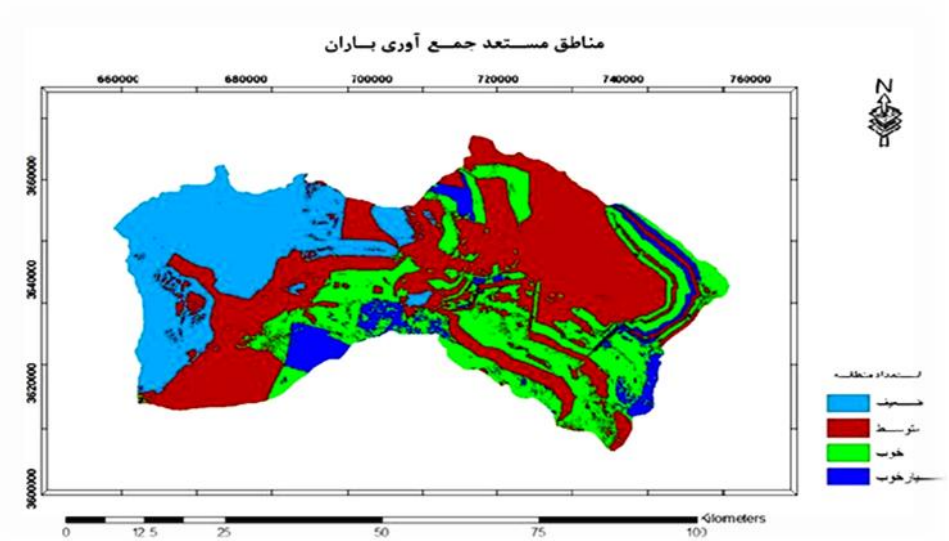
شکل۴- طبقه‌بندی استعداد حوزه آبخیز بیرجند به‌منظور جمع‌آوری باران

با توجه به شکل ۵ نتایج به دست آمده با موقعیت فعلی سازه‌های آبخیزداری احداث شده در سطح حوزه آبخیز همخوانی و مطابقت خوبی دارند. سازه‌هایی که موقعیت آنها در کلاس ضعیف قرار گرفته است پشته خاکی می‌باشند. نتایج نشان می‌دهند که موقعیت سازه‌های فعلی احداث شده در سطح حوزه آبخیز جهت برآورد اهداف مورد نظر تحقیق انطباق خوبی با نقشه نهایی حاصل از مدل AHP دارند و تقریباً در طبقه خوب واقع شده‌اند. سازه‌هایی که با پیکان قرمز رنگ مشخص شده‌اند سرریز انحرافی و بند خاکی شورآب سیوجان هستند که با هدف آبخوان‌داری و تغذیه سفره‌های زیرزمینی احداث شده‌اند و احداف این پژوهش را دنبال نمی‌کنند به همین دلیل بیشتر در کلاس متوسط واقع شده‌اند. در تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته است مانند تحقیقات صادقی و همکاران (۸)، جبر و آوار (۲) و غیره این مقایسه صورت نگرفته است. بعضی از این سازه‌ها از لحاظ مرزبندی‌های سیاسی جزء شهرستان بیرجند محسوب شده اما موقعیت جغرافیایی آنها در محدوده حوزه آبخیز بیرجند قرار نمی‌گیرد که در شکل ۶ خارج از محدوده حوزه آبخیز واقع شده‌اند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]



شکل ۵- موقعیت سازه‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز بیرجند



شکل ۶- طبقه‌بندی استعداد حوزه آبخیز بیرجند به منظور جمع‌آوری باران با استفاده از روش topsis

نتایج روش topsis در شکل ۶ ارائه شد بررسی‌ها نشان داد که در قسمت غرب و شمال غرب منطقه که عمدتاً از جنس صخره با عمق خاک کم و شیب زیاد بوده خاک ظرفیت پایینی برای جمع‌آوری و نفوذ آب دارد. این ناحیه ۲۳/۶ درصد از مساحت حوزه را به خود اختصاص می‌دهد. بخش اعظم منطقه که ۴۵/۹ درصد کل مساحت حوزه آبخیز است در طبقه متوسط قرار می‌گیرد و بیشتر در قسمت‌های مرکز، شمال شرق و جنوب غرب مشاهده می شود. طبقه‌های خوب و بسیار خوب که به ترتیب ۲۳/۵ و ۶/۹ درصد مساحت حوزه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

هستند در نواحی شرقی و جنوبی واقع شده‌اند، و برای توسعه طرح‌های آبخوان داری در اولویت قرار می‌گیرند. مشاهده می شود که طرح‌های اجرا شده موجود عمدتاً در طبقه خوب و متوسط واقع شده‌اند. سیستم طراحی شده حاضر انعطاف‌پذیر بوده و می تواند با تغییرات آتی در خصوصیات حوزه خود را هماهنگ کند، به‌علاوه مدیران می‌توانند استراتژی‌های مورد نظر خود را در این سیستم اعمال کنند. مقایسه روش‌ها نشان داد که روش topsis مناطق ضعیف را بیشتر از روش تحلیل سلسله مراتبی نشان می‌دهد. این در حالی است که روش تحلیل سلسه مراتبی طبقه خوب را دو برابر بیشتر از روش topsis نشان می‌دهد. علت این امر به علت تفاوت در نوع روش‌ها و وزن‌های بکار برده است.

منابع

1. Gupta, K.K., J. DeelstraandK and D. Sharma. 1997. Estimation of water harvesting potential for a semiarid area using GIS and Remote Sensing. IAHS Publ. no. 242: 53-62.
2. Jabr, W.M. and Awar, F.A. 2004. GIS and analytic hierarchy process for sitting water harvesting reservoirs. The department of land and water resources at the faculty of agriculture and food sciences of the American university of Beirut-Lebanon.
3. Khasheisiuki, A., B. Ghahraman and M. Koochakzadeh. 2011. Evalution Groundwater Potential of Aquifer Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method (Case Study: Nayshabur Plain). Water research journal of Iran. 5(9):171-180. (In Persian)
4. Khassi Habibabadi, A. 2010. Location prone areas to rain water harvesting in Tehran province using GIS. Master of Science thesis. Agriculture faculty of tarbiat modarres university.150 pp. (In Persian)
5. Lu, Li., S. Zhi-Hua, Y. Wei, Z. Dun, N. Sai Leung, C. Chong-Fa and L. A-Lin. 2009. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area. China Ecological Modelling 220: 3439-3447.
6. Mbilinyi, B.P., S.D. Tumbo, H.F. Mahoo and F.O. Mkiramwinyi. 2007. GIS based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth 32: 1074-1081.
7. Mirarabi, A. and M. Nakhai. 2008. Prediction of ground water level fluctuations in Birjand splain using artificialneural network. Proceedings of Twelfth Symposium of Geological Society of Iran. Ahvaz. National Company of South Oil areas. 20-22 February 2008. (In Persian)
8. Sadeghi, Sh. and A. Akbarpoor. 2011. Comparing two different strategies in locating prone area water harvesting using decision support system (DSS) based on GIS Case study: Birjand splain). 11th Seminar of Irrigation and reduce evaporation. Kerman. 8 -10 February 2011. (In Persian)
9. Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco and J.M. Melillo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science 277: 494-500.
10. Vorhauer, G.F. and J.M. Hamlett. 1996. GIS: A tool for sitting farm ponds. Journal of soil and water conservation 51: 434-438.

.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

Determination of the Appropriate Sites to Rain Water Harvesting using Analysis Hierarchical Process (AHP)

Abolfazl Akbarpoor[1], Abbas Khashei Siuki[2], Akbar Keshavarz[3] and Hamed Forooghifar[2]

1- Assistant Professor, Birjand University (Corresponding author: akbar331@yahoo.com)
2 and 3- Assistant Professor and M.Sc. Student, Birjand University
Received: September 14, 2012 Accepted: December 16, 2013

Abstract

Surface water that is the result of rainfall-runoff responses in a basin is a potential water source that if it is managed properly, can be useful to demand secure. Rain Water Harvestings an suitable option for monopoly and store runoff for future use, especially during the period that has restricted access to water. In this study has determined susceptible places for Rain Water Harvesting using AHP method in Birjand plain at southern Khorasan Province. For research using opinions of various experts, effective criteria's in rain water harvesting process are determined and are pair wise compared together then paired comparison matrix of criteria was established and weight of each of them was estimated. After determining the weights, spatial layers of criteria combined together and was created the final layer of rain water harvesting prone areas. the results showed that with placing Talent plain in four-class weak, moderate, good and very good respectively, 0.82, 46.1, 50.4 and 2.66 percent of the total basin is allocated to the classes listed and generally from west to East of plain, is added on its ability to rain water harvesting.

Keywords: Rain Water Harvesting, Birjand Plain, Analysis Hierarchical Process, GIS

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]