

تهیه نقشه پتانسیل آب زیر زمین با استفاده از روش آنتروپی شانون در حوضه زرین گل استان گلستان

ماریه مرادی^۱، ابوالحسن فتح آبادی^۲، حامد روحانی^۳ و سید مرتضی سیدیان^۳

^۱فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گنبد کاووس

^{۲*}دانشیار، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، رایان نامه: fathabadi@gonbad.ac.ir

^۳استادیار، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک مهمترین منبع که نیاز آبی را تامین می کند منابع آب زیر زمینی هستند. در این مناطق برای مدیریت بهتر منابع آب زیرزمینی نیاز است تا نقشه پتانسیل آب زیر زمینی تهیه گردید. بدین منظور در این تحقیق اقدام به تهیه نقشه پتانسیل آب زیر زمینی در حوضه زرین گل استان گلستان با استفاده از روش آنتروپی شانون گردید. پس از تهیه نقشه پراکنش چشمه های منطقه اقدام به تهیه لایه های اطلاعاتی مربوط فاکتورهای مستقل گردید که در این تحقیق فاکتورهای مستقل عبارت بودند از: شیب، ارتفاع، جهت شیب، انحناء پروفیل، انحناء دشت، طول-شیب، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص قدرت جریان، فاصله از رودخانه، تراکم زهکشی، تراکم گسل، فاصله از گسل و سنگ شناسی. پس از تقسیم چشمه ها به چشمه های آموزش (۱۳۲ چشمه) و اعتبارسنجی (۳۳ چشمه)، با استفاده از چشمه های آموزش وزن لایه های مختلف برآورد گردید. نتایج نشان از بین فاکتورهای مختلف به ترتیب فاکتورهای فاصله از رودخانه، سنگ شناسی و شیب بیشترین تاثیر را در پیدایش چشمه در منطقه مورد مطالعه داشته اند. مقادیر مساحت زیر منحنی ROC برای داده های آموزش و اعتبار سنجی به ترتیب برابر با ۰/۶۸۹۱ و ۰/۶۱۷۱ بدست آمد که نشان از عملکرد ضعیف این مدل در منطقه مورد مطالعه دارد.

کلمات کلیدی: چشمه، آب زیر زمینی، آنتروپی- شانون، زرین گل

مقدمه

باران و برف ذوب شده به قسمت های عمیق خاک نفوذ کرده و در بین خلل و فرج رسوبات روی سنگ بستر قرار می گیرند [1]. آب موجود در مناطق اشباع [2] که تمام فضاهای خالی خاک ها، رسوبات و سازندهای زمین شناسی را پر می کند به عنوان آب زیرزمینی تعریف شده است [3,4]. آب های زیرزمینی به دلیل پایین بودن سطح آلودگی، خصوصیات دمایی مناسب، تغییرات کم در زمان های مختلف و توزیع گسترده و دسترسی راحت، برای رفع تقاضاهای روزافزون بشر نسبت به سایر منابع آب در اولویت هستند [5]. آب های زیرزمینی کمتر از منابع آب های سطحی نسبت به تغییرات آب و هوایی با دوره کوتاه مدت آسیب پذیر هستند. از سوی دیگر با تأثیر بر توان اکولوژیک سرزمین، یک پدیده مهم و مؤثر در توسعه اقتصادی و تنوع اکولوژیکی محسوب می شود. بنابراین به عنوان یک بافر کلیدی در برابر خشکسالی و تغییرات طبیعی بارش عمل می کند و می توان از آن در برنامه ریزی تأمین آب قابل اعتماد استفاده نمود. ذخیره مطمئن از ورودی آب های زیرزمینی منجر به افزایش محصول، کاهش خطرات کشاورزی، ثبات درآمد مزرعه و در نتیجه منجر به سطوح بالای اجتماعی و اقتصادی می شود [6].

برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان سبب افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است. آمار ارایه شده در منابع جهانی وضع دشوار روند افت سالانه آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. کسری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان، سالانه بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ میلیارد مترمکعب بوده که ۱ درصد آن متعلق به کشور ایران است. مطالعات آب‌های زیرزمینی نه تنها برای هدف تعیین مناطق پتانسیل آب‌های زیرزمینی مهم است، بلکه برای نظارت و حفاظت این منابع حیاتی نیز اهمیت دارد. به عبارت دیگر، تعیین موقعیت آبخوان، کیفیت آب زیرزمینی، خصوصیات فیزیکی آبخوان‌ها و غیره در هر حوزه، تست حفاری و آنالیز چینه‌شناسی قابل اعتمادترین و استانداردترین روش‌ها هستند. با این حال، این روش‌ها برای تحقیقات آب‌های زیرزمینی بسیار پرهزینه، وقت‌گیر و نیاز به نیروی انسانی ماهر دارد [7].

روش‌های سنتی مورد استفاده در تهیه مناطق پتانسیل آب زیرزمینی اصولاً براساس پیمایش‌های میدانی می‌باشند [8]. با پیشرفت تکنیک‌های RS و GIS، به عنوان روش‌های استاندارد، نقشه‌برداری مناطق پتانسیل آب زیرزمینی در هر واحد زمین‌شناسی آسان شده است [5,9,10]. فناوری‌های نوین می‌تواند تصمیم‌گیری و ارایه راه کارهای مناسب را بهبود بخشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از کاربردی‌ترین دانش‌ها بوده و علاوه بر سودآوری بسیار، باعث تسریع در روند انجام کار، برنامه‌ریزی‌ها، تشخیص موارد بحرانی می‌گردد. توانایی این سیستم در مدیریت، برنامه‌ریزی و همچنین تجزیه و تحلیل‌های قوی آماری باعث شده که بسیاری از افراد در امور مختلف از آن به عنوان ابزاری قوی در تصمیم‌گیری‌ها استفاده نمایند [11].

سفره آب‌های زیرزمینی علاوه بر منبع تأمین آب، به عنوان یک مخزن آبی بزرگ برای مدیریت انعطاف‌پذیر با هزینه نسبتاً مقرون به صرفه در جهت بهره‌برداری پایدار و بهینه از منابع آب هستند. برای تهیه نقشه پتانسیل چشمه آب زیرزمینی ضروری است تا عوامل مختلف مؤثر بر چشمه‌های موجود در منطقه مورد بررسی قرار گیرد و با استفاده از روش مناسب نقشه پتانسیل آب زیر زمینی تهیه گردد. بدین منظور در این تحقیق اقدام به تهیه نقشه پتانسیل آب زیر زمینی با استفاده از روش آنتروپی شانون در حوزه زرین گل استان گلستان گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه زرین گل با وسعتی معادل ۳۷۹/۶۱ کیلومتر مربع در جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد در استان گلستان واقع شده است (شکل ۱). این محدوده بخشی از حوزه آبخیز رودخانه گرگان‌رود بوده و از شمال به حوزه آبخیز قره‌سو، از شرق به حوزه آبخیز قره‌چای و از جنوب به حوزه آبخیز رودبار محمدآباد محدود می‌شود. محدوده مورد مطالعه دارای آب و هوای مرطوب جنب حاره‌ای و بارش سالانه ۶۱۸ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۹۵۷ متر بوده و حداقل ارتفاع حوزه ۱۹۷ متر در خروجی آن می‌باشد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات زمین‌شناسی در زون البرز شرقی بر روی سازندهای خوش‌یلاق، مبارک، قزل‌قلعه و درود واقع شده است.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

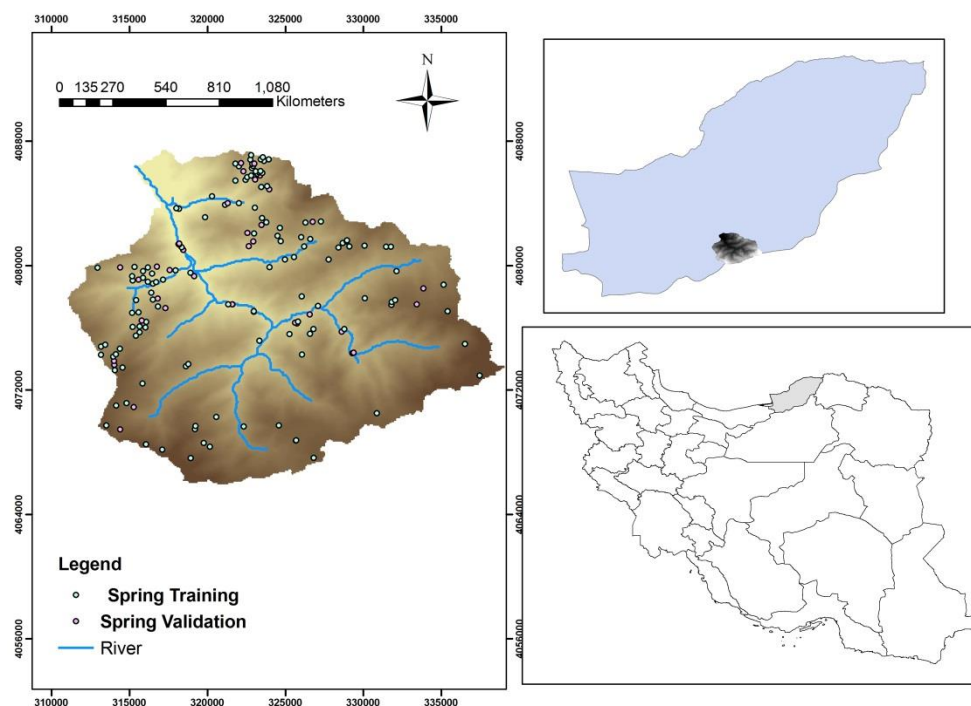
Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

روش تحقیق

در این تحقیق به منظور تهیه نقشه پتانسیل چشمه‌های آب زیرزمینی در ابتدا با توجه به آمار شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان چشمه‌های موجود در منطقه شناسایی گردیدند. از تعداد ۱۶۵ چشمه شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه، به صورت تصادفی ۸۰ درصد (۱۳۲ چشمه) برای آموزش و ۲۰ درصد باقی‌مانده (۳۳ چشمه) برای ارزیابی مدل‌ها (شکل ۱) مورد استفاده قرار گرفتند. چشمه‌های آموزشی در محاسبه وزن‌ها مورد استفاده قرار گرفتند، سپس وزن‌های محاسبه شده برای کل منطقه اعمال شدند تا نقشه پتانسیل آب زیرزمینی بدست آمد. در این تحقیق ۱۳ فاکتوری که به نوعی بر پتانسیل وقوع چشمه مؤثر هستند در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند که عبارتند از: عوامل توپوگرافیکی (شیب، ارتفاع، جهت‌شیب، انحناءپروفیل، انحناءدشت، طول-شیب، شاخص‌رطوبت‌توپوگرافی)، عوامل هیدرولوژیکی (شاخص قدرت جریان، فاصله از رودخانه، تراکم زهکشی) و عوامل زمین‌شناسی (تراکم گسل، فاصله از گسل، و سنگ‌شناسی).



شکل (۱) - موقعیت حوضه زربین گل

مدل آنتروپی شانون^۱

تئوری آنتروپی را نخستین بار شانون به صورت کمی بیان کرد [12]. آنتروپی یکی از راهکارهای مناسب اندازه‌گیری مقدار عدم قطعیت در مجموعه متناهی از شواهد به وسیله تابع توزیع احتمال آن‌ها است [13].

فرض کنید $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ با تابع توزیع $P(x)$ آنتروپی شانون به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p(x_i) \cdot \log_2 p(x_i) \quad (۱)$$

که در آن $H(X)$ بیانگر آنتروپی مجموعه X است. با توجه به پیچیدگی چشمه و تأثیر متفاوت، چندین پارامتر در وقوع آن، می‌توان از تئوری آنتروپی شانون برای محاسبه میزان ناهمگنی در داده‌های هر یک از پارامترهای مؤثر استفاده کرد. بدین ترتیب برای هر یک از پارامترها با توجه به سطح ناهمگنی، یک ارزش کمی به عنوان وزن اختصاص داده شده و در نهایت اندکس آنتروپی با استفاده از وزن‌های محاسبه شده برای هر پارامتر، ارائه می‌شود. مقدار وزن هر یک از عوامل به طور جداگانه تحت عنوان شاخص آنتروپی بیان می‌گردد، در نتیجه برای شناسایی پارامترهایی که بیشترین تأثیر در ظهور چشمه را دارند از این شاخص استفاده می‌شود. مزیت این روش نسبت به مدل‌های آماری دو متغیره و احتمالاتی مانند بیزین، دادن وزن‌های متفاوت به لایه‌های اطلاعاتی با توجه به تأثیر هر یک از پارامتر می‌باشد. برای محاسبه آنتروپی هر یک از پارامترها از روابط (۲) تا (۶) استفاده شد.

$$(P_{ij}) = \frac{P_{ij}}{\sum_{j=1}^{s_j} P_{ij}} \quad (۲)$$

$$H_j - \sum_{i=1}^{s_j} (P_{ij}) \log_2 (P_{ij}), j = 1, \dots, n \quad (۳)$$

$$H_j - \sum_{i=1}^{s_j} (P_{ij}) \log_2 (P_{ij}), j = 1, \dots, n \quad (۴)$$

¹ Shanonn entropy model

$$H_{j \max} = \log_2 S_j, S_j - \text{Number of class}$$

(۵)

$$W_j = I_j P_{ij}$$

(۶)

که در آن P_{ij} تراکم چشمه در هر طبقه (P_{ij}) احتمال وجود چشمه در هر عامل و کلاس‌های مرتبط با آن، $H_{j \max}$ و H_j مقادیر آنتروپی و ماکزیمم آنتروپی، I_j ضریب اطلاعات و W_{ij} وزن نهایی هر عامل است. بعد از تعیین وزن نهایی هر عامل و ضرب آن در کلاس‌های عامل مذکور یعنی مقدارهای P_{ij} مربوط به هر عامل و کلاس‌های آن براساس تقسیم تعداد چشمه بر تعداد پیکسل‌های کلاس‌های عامل، نقشه‌های وزنی با هم جمع شده و نقشه نهایی پتانسیل چشمه تهیه می‌شود. طبقه‌هایی که پتانسیل بیشتری دارند، وزن بیشتری به خود اختصاص می‌دهند.

نتایج

در روش شاخص آنتروپی وزن پایانی هر یک از متغیرها، مطابق جدول (۱) ارائه شده است. نتایج حاصل از بررسی اهمیت هر یک از عوامل مؤثر در ظهور چشمه با استفاده از شاخص آنتروپی نشان داد که فاکتورهای درصد شیب، جهت شیب، ارتفاع، انحناء دشت و انحناء پروفیل به ترتیب دارای وزن‌های ۰/۱۵، ۰/۰۸، ۰/۰۴، ۰/۰۳ و ۰/۰۱ می‌باشند، که نشان‌دهنده اهمیت درصد شیب در بین شاخص‌های توپوگرافی در منطقه مورد مطالعه است. یا توجه به جدول (۱) ملاحظه می‌شود که وزن نهایی عوامل هیدرولوژیکی مانند شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI)، شاخص قدرت جریان (SPI)، طول شیب (LS)، فاصله از آبراهه و تراکم آبراهه به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۰۲، ۰/۰۱، ۰/۰۳ و ۰/۰۴ به دست آمده است. از بین عوامل هیدرولوژیکی فاصله از آبراهه به عنوان مهمترین عامل شناخته شده است. از بین عوامل لیتولوژی (۰/۱۹)، فاصله از گسل (۰/۰۷) و تراکم گسل (۰/۰۳)، لیتولوژی دارای بیشترین وزن می‌باشد. فاصله از رودخانه، لیتولوژی و شیب به ترتیب با وزن نهایی ۰/۳۰۷، ۰/۱۸۷ و ۰/۱۴۵ دارای بیشترین وزن می‌باشند. در تحقیق ذبیحی و همکاران (۱۳۹۴) نیز این سه فاکتور جزء شش فاکتور پر اهمیت مؤثر در ظهور چشمه در دشت بجنورد شناخته شدند و مطابق نتایج این مطالعه، آن‌ها نیز دو فاکتور طول شیب و انحناء پروفیل را از کم اهمیت‌ترین فاکتورها معرفی کردند. همچنین [14]، در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که دو فاکتور شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) و تراکم گسل جزء عوامل پر اهمیت و برعکس سه عامل طول شیب (LS)، جهت شیب و فاصله از گسل از کم‌اهمیت‌ترین فاکتورها هستند. پس از محاسبه وزن‌های نهایی هر لایه، این وزن‌ها به هر یک از لایه‌ها اعمال گردید و در نهایت نقشه پتانسیل آب زیر زمینی (شکل ۲) بدست آمد.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

جدول (۱) - ضرایب وزن‌دهی روش آنالیز شانون بر عوامل مؤثر بر ظهور چشمه

فاکتور	کلاس‌ها	تعداد پیکسل های هر کلاس	درصد کلاس	تعداد چشمه	درصد چشمه	Pij	(Pij)	Hj	Hjmax	Lj	Pj	Wij
ارتفاع	۰-۷۰۰	۴۶۹۹۲	۹/۷۰	۱۶	۱۲/۱۲	۱/۲۵	۰/۱۸	۲/۷۰	۲/۸۱	۰/۰۴	۱/۰۱۴	۰/۰۳۹
	۷۰۰-۱۰۰۰	۵۹۶۴۰	۱۲/۳۲	۲۷	۲۰/۴۵	۱/۶۶	۰/۲۳					
	۱۰۰۰-۱۳۰۰	۸۴۷۴۲	۱۷/۵۰	۳۲	۲۴/۲۴	۱/۳۹	۰/۲۰					
	۱۳۰۰-۱۶۰۰	۹۴۳۰۴	۱۹/۴۸	۲۲	۱۶/۶۷	۰/۸۶	۰/۱۲					
	۱۶۰۰-۱۹۰۰	۸۳۲۹۸	۱۷/۲۰	۱۲	۹/۰۹	۰/۵۳	۰/۰۷					
	۱۹۰۰-۲۲۰۰	۷۳۹۹۴	۱۵/۲۸	۱۶	۱۲/۱۲	۰/۷۹	۰/۱۱					
	>۲۲۰۰	۴۱۲۳۹	۸/۵۲	۷	۵/۳۰	۰/۶۲	۰/۰۹					
شیب	۰-۱۶	۶۲۳۹۸	۱۲/۸۷	۲۱	۱۵/۹۱	۱/۲۴	۰/۲۰	۲/۳۵	۲/۸۱	۰/۱۶	۰/۰۸۹۱	۰/۰۱۴۵
	۱۶-۲۸	۸۲۹۶۳	۱۷/۱۳	۲۳	۱۷/۴۲	۱/۰۲	۰/۱۶					
	۲۸-۳۹	۱۰۹۰۷۰	۲۲/۵۳	۳۶	۲۷/۲۷	۱/۲۱	۰/۱۹					
	۳۹-۵۰	۱۰۳۴۶۱	۲۱/۳۷	۲۸	۲۱/۲۱	۰/۹۹	۰/۱۶					
	۵۰-۶۱	۷۳۱۸۴	۱۵/۱۱	۱۵	۱۱/۳۶	۰/۷۵	۰/۱۲					
	۶۱-۷۶	۴۲۲۲۵	۸/۷۲	۸	۶/۰۶	۰/۶۹	۰/۱۱					
	>۷۶	۱۱۰۰۸	۲/۲۷	۱	۰/۷۶	۰/۳۳	۰/۰۵					
جهت	جنوب	۹۵۳۶۹	۱۹/۷۰	۱۹	۱۴/۳۹	۰/۷۳	۰/۱۰	۲/۷۲	۳۰۰	۰/۰۹	۰/۰۸۸۵	۰/۰۸۳
	جنوب شرق	۵۶۲۹۶	۱۱/۶۳	۱۰	۷/۵۸	۰/۶۵	۰/۰۹					
	جنوب غرب	۳۳۵۴۱	۶/۹۳	۱۰	۷/۵۸	۱/۰۹	۰/۱۵					
	شرق	۵۰۹۳۵	۱۰/۵۲	۲۲	۱۶/۶۷	۱/۵۸	۰/۲۲					
	شمال	۵۶۳۴۲	۱۱/۶۲	۱۴	۱۰/۶۱	۰/۹۱	۰/۱۳					
	شمال شرق	۴۵۰۸۵	۹/۳۱	۱۸	۱۳/۶۴	۱/۴۶	۰/۲۱					
	شمال غرب	۵۶۹۹۴	۱۱/۷۷	۱۰	۷/۵۸	۰/۶۴	۰/۰۹					
LS	غرب	۸۹۷۴۷	۱۸/۵۳	۲۹	۲۱/۹۷	۱/۱۹	۰/۱۷	۲/۳۰	۲/۳۲	۰/۰۱	۱/۰۳۳	۰/۰۰۹
	۰-۱۵	۱۲۷۰۳۱	۲۶/۲۳	۳۲	۲۴/۲۴	۰/۹۲	۰/۱۸					
	۱۵-۳۰	۱۱۷۷۱۷	۲۴/۳۱	۲۷	۲۰/۴۵	۰/۸۴	۰/۱۶					
	۳۰-۴۵	۹۳۰۱۶	۱۹/۲۱	۲۳	۱۷/۴۲	۰/۹۱	۰/۱۸					
	۴۵-۶۰	۶۰۵۷۷	۱۲/۵۱	۲۰	۱۵/۱۵	۱/۲۱	۰/۲۳					
انحنا دشت	>۶۰	۸۵۸۶۸	۱۷/۷۳	۳۰	۲۲/۷۳	۱/۲۸	۰/۲۵	۱/۵۳	۱/۵۸	۰/۰۳	۱/۰۴۵	۰/۰۳۴
	-۰/۰۱	۲۱۲۴۴۷	۴۳/۸۸	۷۷	۵۸/۳۳	۱/۳۳	۰/۴۲					
	۰/۰۱	۳۹۰۴۶	۸/۰۶	۱۲	۹/۰۹	۱/۱۳	۰/۳۶					
	>۰/۰۱	۲۳۲۷۱۶	۴۸/۰۶	۴۳	۳۲/۵۸	۰/۶۸	۰/۲۲					



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

انجاء پروفیل	-۰/۰۱	۲۲۲۲۶۵	۴۵/۹۰	۵۱	۳۸/۶۴	-۰/۸۴	-۰/۲۹	۱/۵۷	۱/۵۸	۰/۰۱	۰/۹۶۶	۰/۰۱۰
	۰/۰۱	۳۷۵۷۳	۷/۷۶	۹	۶/۸۲	-۰/۸۸	-۰/۳۰					
	>۰/۰۱	۲۲۴۳۷۱	۴۶/۳۴	۷۲	۵۴/۵۵	۱/۱۸	-۰/۴۱					
تراکم زهکشی	۰-۰/۲	۲۸۶۰۴۲	۵۹/۰۷	۷۰	۵۳/۰۳	-۰/۹۰	-۰/۱۶	۲/۲۳	۲/۲۳	۰/۰۴	۱/۰۹۵	۰/۰۴۳
	۰/۲-۰/۷	۵۰۶۷۳	۱۰/۴۷	۱۴	۱۰/۶۱	۱/۰۱	-۰/۱۹					
	۰/۷-۱/۲	۹۰۴۱۶	۱۸/۶۷	۲۷	۲۰/۴۵	۱/۱۰	-۰/۲۰					
	۱/۲-۱/۷	۳۳۹۶۳	۷/۰۱	۱۷	۱۲/۸۸	۱/۸۴	-۰/۳۴					
	>۱/۷	۲۳۱۱۵	۴/۷۷	۴	۳/۰۳	-۰/۶۳	-۰/۱۲					
فاصله از رودخانه	۰-۲۳۵	۹۳۵۲۷	۱۹/۳۲	۷۰	۵۳/۰۳	۲/۷۵	-۰/۵۰	۱/۷۲	۱/۸۲	۰/۳۹	۰/۷۹۱	۰/۳۰۷
	۲۳۵-۴۸۰	۹۳۶۰۲	۱۹/۳۳	۱۴	۱۰/۶۱	-۰/۵۵	-۰/۱۰					
	۴۸۰-۷۲۵	۸۲۰۲۶	۱۶/۹۴	۲۷	۲۰/۴۵	۱/۲۱	-۰/۲۲					
	۷۲۵-۹۷۱	۷۷۱۴۲	۱۵/۳۹	۱۷	۱۲/۸۸	-۰/۸۱	-۰/۱۵					
	۹۷۱-۱۲۲۵	۶۴۵۳۵	۱۳/۳۳	۴	۳/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۰۴					
	۱۲۲۵-۱۴۹۶	۴۹۱۳۱	۱۴/۱۰	۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰					
	>۱۴۹۶	۲۴۲۵۶	۵/۰۱	۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰					
SPI	۰-۱۵۰	۱۳۹۴۵۹	۲۸/۸۰	۳۲	۲۴/۲۴	-۰/۸۴	-۰/۱۸	۲/۲۸	۲/۳۲	۰/۰۲	۰/۹۴۱	۰/۰۱۸
	۱۵۰-۳۰۰	۹۲۵۱۰	۱۹/۱۱	۲۰	۱۵/۱۵	-۰/۷۹	-۰/۱۷					
	۳۰۰-۴۵۰	۶۴۶۰۹	۱۳/۳۴	۱۵	۱۱/۳۶	-۰/۸۵	-۰/۱۸					
	۴۵۰-۶۰۰	۴۶۵۴۱	۹/۶۱	۱۰	۷/۵۸	-۰/۷۹	-۰/۱۷					
	>۶۰۰	۱۴۱۰۹۰	۲۹/۱۴	۵۵	۴۱/۶۷	۱/۴۳	-۰/۳۰					
TWI	۰-۵	۳۶۷۹۴	۷/۶	۹	۶/۸	-۰/۹۰	-۰/۱۵	۲/۲۶	۲/۳۲	۰/۰۳	۱/۲۲۸	۰/۰۳۲
	۵-۷	۲۵۸۰۳۱	۵۳/۳	۵۳	۴۰/۲	-۰/۷۵	-۰/۱۲					
	۷-۹	۱۵۵۷۱۴	۳۲/۲	۵۶	۴۲/۴	۱/۳۲	-۰/۲۱					
	۹-۱۲	۲۷۱۴۲	۵/۶	۱۱	۸/۳	۱/۴۹	-۰/۲۴					
	>۱۲	۶۵۲۸	۱/۳	۳	۲/۳	۱/۶۹	-۰/۲۷					
تراکم گسل	۰-۰/۴	۳۷۷۲۱۰	۷۷/۹۰	۱۱۰	۸۳/۳۳	۱/۰۷	-۰/۲۹	۲/۲۴	۲/۳۲	۰/۰۳	۰/۷۴۲	۰/۰۲۵
	۰/۴-۱	۵۰۶۸۵	۱۰/۴۷	۱۱	۸/۳۳	-۰/۸۰	-۰/۲۱					
	۱-۶/۱	۴۰۳۴۵	۸/۳۳	۹	۶/۸۲	-۰/۸۲	-۰/۲۲					
	۶/۱-۲/۲	۱۰۵۸۱	۲/۱۹	۱	-۰/۷۶	-۰/۳۵	-۰/۰۹					
	>۲/۲	۵۳۸۸	۱/۱۱	۱	-۰/۷۶	-۰/۶۸	-۰/۱۸					
فاصله از گسل	۰-۱۰۰	۱۱۳۲۱۰	۲۳/۳۸	۳۰	۲۲/۷۳	-۰/۹۷	-۰/۱۶	۲/۷۳	۳۰۰	۰/۰۹	۰/۷۴۱	۰/۰۶۶
	۱۰۰-۲۰۰	۸۸۸۳۳	۱۸/۳۵	۱۶	۱۲/۱۲	-۰/۶۶	-۰/۱۱					
	۲۰۰-۳۰۰	۸۲۸۸۳	۱۷/۱۲	۲۲	۱۶/۶۷	-۰/۹۷	-۰/۱۱					
	۳۰۰-۴۰۰	۶۸۰۷۱	۱۴/۰۶	۲۶	۱۹/۷۰	۱/۴۰	-۰/۲۴					
	۴۰۰-۵۰۰	۴۴۰۱۰	۹/۰۹	۶	۴/۵۵	-۰/۵۰	-۰/۰۸					
	۵۰۰-۶۰۰	۳۳۶۴۰	۶/۹۵	۷	۵/۳۰	-۰/۷۶	-۰/۱۳					

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

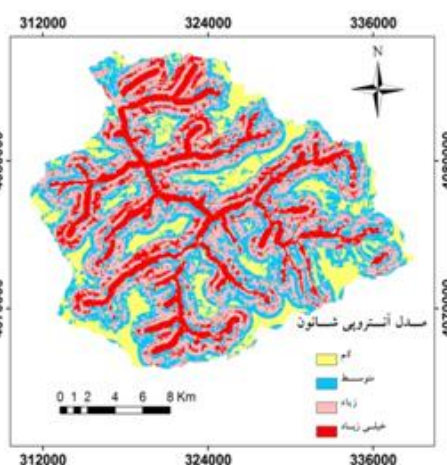
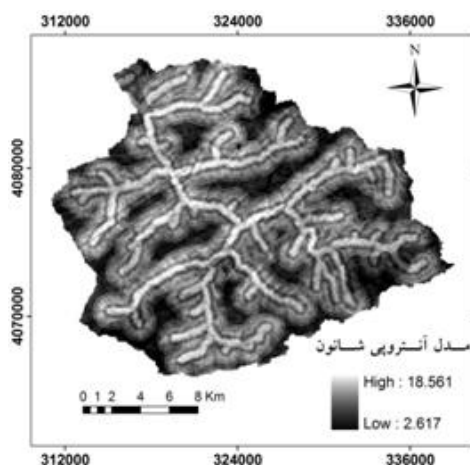
(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

	۶۰۰-۷۰۰	۲۲۴۳۸	۴/۶۳	۴	۳/۰۳	۰/۶۵	۰/۱۱					
	>۷۰۰	۳۱۱۲۴	۶/۴۳	۲۱	۱۵/۹۱	۲/۴۸	۰/۴۲					
لیتولوژی	Cb	۳۰۸۶۶	۶/۳۷	۱۲	۹/۰۹	۱/۴۳	۰/۱۱	۳/۱۴	۴/۲۵	۰/۲۶	۰/۷۱۵	۰/۱۸۷
	Cm	۱۱۷۳۷۶	۲۴/۲۴	۳۵	۲۶/۵۲	۱/۰۹	۰/۰۸					
	Kre	۱۵۷۷۳۸	۳۲/۵۸	۳۷	۲۸/۰۳	۰/۸۶	۰/۰۶					
	P	۱۰۳۰	۰/۲۱	۱	۰/۷۶	۳/۵۶	۰/۲۶					
	Pdi	۷۹۱	۰/۱۶	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Prl	۲۱۶۶	۰/۴۵	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Qc1	۸۹۶	۰/۱۹	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Qsc	۴۳۶۰۳	۹/۰۰	۲۱	۱۵/۹۱	۱/۷۷	۰/۱۳					
	Dkh	۴۵۳۸۶	۹/۳۷	۱۰	۷/۵۸	۰/۸۱	۰/۰۶					
	Dv	۱۶۹۶۴	۳/۵۰	۵	۳/۷۹	۱/۰۸	۰/۰۸					
	Jmz	۸۷۰	۰/۱۸	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Js	۲۳۹۸	۰/۵۰	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Js1	۴۳۴۲	۰/۹۰	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Ksh	۱۸۹۱	۰/۳۹	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Ktr	۱۹۹۱۸	۴/۱۱	۵	۳/۷۹	۰/۹۲	۰/۰۷					
	Pd	۱۳۵۳۰	۲/۷۹	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Qal	۳۳۶۸	۰/۷۰	۱	۰/۷۶	۱/۰۹	۰/۰۸					
	Qc	۲۲۴۳	۰/۴۶	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰					
	Sv	۱۸۸۳۳	۳/۸۹	۵	۳/۷۹	۰/۹۷	۰/۰۷					



شکل (۲) - نقشه طبقه‌بندی شده پتانسیل پهنه‌بندی چشمه با روش آنتروپی شانون (سمت راست)؛ مقادیر وزن‌های محاسباتی با استفاده از روش آنتروپی شانون (سمت چپ)

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

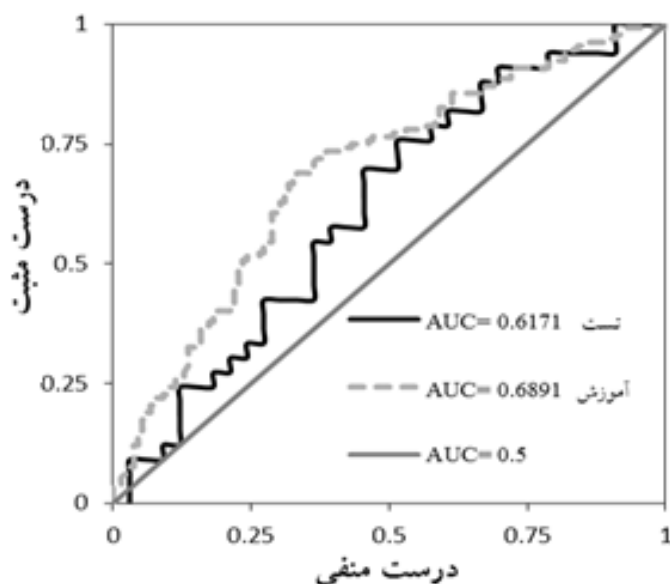
استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

ارزیابی عملکرد مدل

در این تحقیق به منظور ارزیابی عملکرد مدل از شاخص مساحت زیر سطح منحنی ROC (AUC) و درصد چشمه‌ها در کلاس‌های مختلف استفاده گردید. در شکل (۳) منحنی ROC برای داده‌های آموزشی و برای داده‌های اعتبار سنجی ارائه شده است. با توجه به این شکل ملاحظه می‌شود که مساحت زیر منحنی ROC (AUC)، برای داده‌های آموزشی برابر با ۰/۶۸۹۱ و برای داده‌های اعتبار سنجی برابر با ۰/۶۱۷۱ بدست آمده است.

چنانچه مقادیر مساحت زیر منحنی ROC بین ۰/۹ تا ۱ باشد عملکرد مدل عالی می‌باشد، اگر بین ۰/۸ تا ۰/۹ باشد نشان از عملکرد خوب مدل دارد. در حالتی که مساحت زیر منحنی ROC بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۰/۶ تا ۰/۷ و ۰/۵ تا ۰/۶ باشد به ترتیب عملکرد مدل متوسط، بد و خیلی بد است. با توجه به مقادیر AUC که برای داده‌های آموزش و اعتبار سنجی بدست آمده است عملکرد این روش در کلاس بد قرار می‌گیرد. این درحالی است که در تحقیق [15, 16] عملکرد مدل‌های نسبت فراوانی، شاخص آماری و آنتروپی شانون در محدوده عالی قرار گرفت. [14] در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که عملکرد مدل نسبت فراوانی در محدوده خیلی خوب و آنتروپی شانون در محدوده عالی است.



شکل (۳) - منحنی ROC برای داده‌های آموزشی و اعتبار سنجی

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل (۴) - درصد چشمه‌ها در کلاس‌های مختلف پتانسیل آب زیر زمینی

در شکل (۴) درصد چشمه‌ها در کلاس‌های مختلف پتانسیل آب زیر زمینی ارائه شده است. مطابق شکل (۴) مشاهده می‌شود در روش آنتروپی شانون از ۱۶۵ چشمه منطقه مورد مطالعه، ۳۵/۷۶ درصد چشمه‌ها در کلاس با پتانسیل خیلی زیاد مشاهده شده اند و از تعداد ۱۳۲ چشمه آموزشی در حدود ۳۷/۱۲ درصد آنها در کلاس با پتانسیل خیلی زیاد قرار گرفته‌اند. در منطقه مورد مطالعه بیشترین تعداد چشمه اعتبارسنجی در کلاس با پتانسیل زیاد (۳۶/۳۶ درصد) قرار گرفته اند.

نتیجه گیری

آب‌های زیرزمینی نقش مهمی در توسعه پایدار جامعه انسانی ایفا می‌کنند. در ایران، رشد سریع جمعیت و افزایش مصرف آبیاری در بخش کشاورزی تقاضا برای منابع آب زیرزمینی را افزایش داده است [17]. چشمه‌ها، منابع آبی مهم در سطح کشور به حساب می‌آید، شناخت وضعیت هیدرولوژیکی آنها در بهره‌برداری و مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی کاربری اراضی منطقه‌ای و حفاظت از محیط‌زیست مسئله بسیار مهم برای مقامات مسئول در مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی کاربری اراضی منطقه‌ای و حفاظت از محیط‌زیست می‌باشد [19]. در این تحقیق اقدام به تهیه نقشه پتانسیل آب زیر زمینی در حوضه زرین گل استان گلستان با استفاده از روش آنتروپی شانون گردید. بدین منظور پس از تهیه نقشه پراکنش چشمه‌های حوضه مورد مطالعه، چشمه‌های منطقه به دو دسته آموزش (۱۳۲ چشمه) و اعتبارسنجی (۳۳ چشمه) تقسیم بندی گردید. سپس نقشه ۱۳ عامل موثر در پیدایش چشمه‌های تهیه گردید که این عوامل عبارتند از: ارتفاع، شیب، جهت شیب، طول شیب، انحناء دشت، انحناء پروفیل، تراکم گسل، فاصله از گسل، تراکم رودخانه، فاصله از رودخانه، سازند، شاخص قدرت جریان و شاخص رطوبت توپوگرافی. با مقایسه نقشه‌های فاکتورهای مستقل با نقشه پراکنش چشمه‌های منطقه، تعداد چشمه‌های موجود در هر یک از کلاس‌های فاکتورهای مستقل محاسبه و با انتقال این مقادیر به نرم‌افزار اکسل وزن‌های روش آنتروپی شانون محاسبه گردید. در نهایت با انتقال این وزن‌ها به لایه‌های اطلاعاتی نقشه

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

پتانسیل آب زیرزمینی تهیه گردید. سپس با استفاده از روش شکست طبیعی نقشه‌های تهیه شده به چهار کلاس پتانسیل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی گردیدند. نتایج نشان داده بیشترین مقادیر وزن‌های اختصاص یافته به ترتیب مربوط به عوامل فاصله از رودخانه، لیتولوژی و درصد شیب زمین به ترتیب با مقادیر وزن‌های نهایی ۰/۳۰۷، ۰/۱۸۷ و ۰/۱۴۵ می باشد.

در این تحقیق مقادیر مساحت زیر منحنی ROC (AUC)، برای داده‌های آموزشی برابر با ۰/۶۸۹۱ و برای داده‌های اعتبار سنجی برابر با ۰/۶۱۷۱ بدست آمد، که نشان از عملکرد نسبتاً بد این روش می باشد. از سوی در این روش بیشترین چشمه‌های در کلاس با پتانسیل خیلی بالا قرار گرفته است و با کاهش پتانسیل تعداد چشمه‌های مشاهداتی کاهش پیدا کرده است.

بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه در خط‌القعرها و مکان‌هایی که طول دامنه به اندازه‌ای بوده که امکان تشکیل آبخوان‌هایی برای ذخیره آب جهت تغذیه چشمه داده است، دارای بیشترین پتانسیل آب‌زیرزمینی هستند.

منابع

- [1] Banks D, Robins N. Robins N. An introduction to groundwater in crystalline bedrock (p. 64). Trondheim: Norges geologiske undersøkelse; 2002.
- [2] Fitts CR. Groundwater science. Academic Press, San Diego; 2002.
- [3] Heath RC. Basic Ground Water Hydrology. U.S. Geological Survey Water-Supply .Paper 2220. by Ralph C. Heath. This report is available at: <http://pubs.er.usgs.gov/pubs/wsp/wsp2220>. 86 pp; 1983.
- [4] Freeze RA, Cherry JA. Groundwater. Prentice-Hall, Englewood Cliffs; 1979.
- [5] Arkoprovo B, Adarsa J, Prakash SS. Delineation of groundwater potential zones using satellite remote sensing and geographic information system techniques: a case study from Ganjam district, Orissa, India. Research Journal of Recent Sciences, 2277, p.2502; 2012.
- [6] Moench M. Groundwater and poverty: exploring the connections. Intensive use of groundwater: Challenges and opportunities. 441-456; 2003.
- [7] Sander P, Chesley MM, Minor TB. Groundwater assessment using remote sensing and GIS in a rural groundwater project in Ghana: lessons learned. Hydrogeology Journal. 4 (3): 40-49; 1996.
- [8] Ganapuram S, Kumar GV, Krishna IM, Kahya E, Demirel MC. Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin using remote sensing data and GIS. Advances in Engineering Software. 40 (7): 506-518; 2009.
- [9] Jain PK. Remote sensing techniques to locate ground water potential zones in upper Urmil River Basin, district Chhatrapur—Central India. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. 26 (3):135-147; 1998.
- [10] Singh AK, Prakash SR. August. An integrated approach of remote sensing, geophysics and GIS to evaluation of groundwater potentiality of Ojhala sub-watershed, Mirzapur district, UP, India. In Asian conference on GIS, GPS, aerial photography and remote sensing, Bangkok-Thailand; 2002.
- [11] Makhdom MF, Darvishsefat AA, Jafarzadeh H, Makhdom AF. Environmental evaluation and planning by geographic information system. Tehran university publication, Tehran, Iran; 2002.
- [12] Shannon CE. A Mathematical Theory of Communication, Bell System Technical Journal. 27 (3): 379–423; 1948.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

[13] روحانی ح، زکی ا، کاشانی م، فتح‌آبادی ا. ارزیابی پایداری تغییرات کیفیت شیمیایی آب سطحی در رودخانه گرگانرود. اکوهیدرولوژی، ۲، (۲): ص ۱۴۰-۱۲۹، ۱۳۹۴.

[14] Naghibi SA, Pourghasemi HR, Pourtaghi ZS, Rezaei A. Groundwater qanat potential mapping using frequency ratio and Shannon's entropy models in the Moghan watershed, Iran. Earth Science Informatics. 8 (1): 171-186; 2015.

[15] ذبیحی م، پورقاسمی ح ر. بهزادفر م. تهیه نقشه پتانسیل چشمه آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های آنتروپی‌شانون و جنگل تصادفی در دشت بجنورد. اکوهیدرولوژی، ۲: ص ۲۳۲-۲۲۱، ۱۳۹۴.

[16] رضوی‌ترمه س و، مسگری ص، کاظمی ک. ارزیابی و مقایسه روش‌های نسبت‌فراوانی، شاخص‌آماری و آنتروپی برای تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان جهرم). اکوهیدرولوژی، ۴ (۳): ص ۷۳۶-۷۲۵، ۱۳۹۶.

[17] Pourghasemi HR, Beheshtirad M. Assessment of a data-driven evidential belief function model and GIS for groundwater potential mapping in the Koohrang Watershed, Iran. Geocarto International. 30 (6): 662-685; 2015.

[18] جوکارسرهنگی ع، غلامی و، انامراندنژاد رب. مقایسه عوامل مؤثر در آب‌دهی چشمه‌های کارستی و آبرفتی (مطالعه موردی استان مازندران). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶ (۲): گزارش کوتاه علمی، ۴ صفحه، ۱۳۸۸.

[19] Pourtaghi ZS, Pourghasemi HR. GIS-based groundwater spring potential assessment and mapping in the Birjand Township, southern Khorasan Province, Iran. Hydrogeology Journal. 22 (3): 643-662; 2014.

Groundwater potential assessment using Shannon Entropy in Zarringol watershed, Golestan Province

Mariye Moradi¹, Aboalsan Fathabadi², Hamed Rouhani³, Seyed Morteza Seyedian³

1- M.Sc. Graduate graduated of Watershed management, Gonbad Kavous university

2*- Associate professor, Department of Range and Watershed Management, Gonbad Kavous University.

3- Assistant professor, Department of Range and Watershed Management, Gonbad Kavous University.

Abstract

In arid and semi-arid areas, the most important source of water supply is groundwater sources. In these areas, for better management of groundwater resources, it is necessary to prepare groundwater potential map. For this purpose, in current, the groundwater potential map was prepared in the Zarringol watershed in Golestan province using the Shannon entropy method. After preparing the distribution map of springs in the region, maps of independent factors were prepared. In this study, the independent factors were: slope, height, slope direction, profile curvature, plain curvature, length-slope, topographic Wetness Index, Stream Power Index, distance from river, drainage density, fault density, distance from the fault and lithology. After dividing the springs into training springs (132 springs) and validation springs (33 springs), the weight of different layers was estimated using the training springs. The results indicated that among the different factors, distance from the river, lithology and slope have the greatest impact on the occurrence of springs in the study area. The values of the area under the ROC curve for the training and validation data were equal to 0.6891 and 0.6171, respectively, which shows the poor performance of this model in the study area.

Key Words: Spring, Groundwater, Shannon Entropy, Zarringol