تعیین موفولوژی سنگ کف آبخوان با استفاده از کریجینگ بیزین تجربی

علیرضا دوچشمه گرگیج[۱]، محسن جامی[۲]، غلامحسن کاخا[۳]

[۱]استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، gorgij.a.d@eng.usb.ac.ir
[۲]استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، M.jami@eng.usb.ac.ir
[۳]استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، g.kakha@eng.usb.ac.ir

چکیده

تعیین دقیق پارامترهای فیزیکی یک آبخوان تاثیر بسزایی در مدل‌سازی آن دارد. یکی از این پارامترها ، سنگ کف آبخوان است که بواسطه لاگ‌های حفاری، چاه‌های مشاهداتی و مطالعات ژئوفیزیک تعیین میشود. عدم قطعیت بالا در داده‌های ژئوفیزیک موجب افزایش عدم قطعیت در تعیین عمق دقیق سنگ کف خواهد شد. در مطالعه حاضر، برای تعمیم اطلاعات پیرامون عمق سنگ کف از مدل درون‌یابی کریجینگ بیزین تجربی استفاده گردید و نتایج به محدوده آبخوان تعمیم داده شد. صحت مدل استفاده شده با استفاده از صحت سنجی متقاطع، و دقت آن با استفاده از ریشه میانگین مربعات خطا(RMSE)، خطای میانگین (ME) و ضریب تطابق (R) بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان دهنده صحت و دقت بسیار بالای مدل است. چنانکه ریشه مربعات خطا، خطای میانگین و ضریب تطابق مدل استفاده شده به ترتیب برابر با ۰/۰۰۶۷، ۰/۰۰۱۳ و ۰/۹۹ گردید.

واژه‌های کلیدی: ژئوفیزیک،کریجینگ بیزین تجربی، سنگ کف، آبخوان، صحت سنجی متقاطع، عدم قطعیت

Determining the Aquifer Bedrock Morphology, Applying the Empirical Bayesian Kriging (EBK)

Alireza Docheshmeh Gorgij[1], Mohsen Jami[2], Gholamhasan Kakha[3]

[1]Assistant Professor, Sistan and Baluchestan University, gorgij.a.d@eng.usb.ac.ir
[2]Assistant Professor, Sistan and Baluchestan University, M.jami@eng.usb.ac.ir
[3]Assistant Professor, Sistan and Baluchestan University, g.kakha@eng.usb.ac.ir

Abstract

Precise determining of the physical parameters for an aquifer has a crucial effect on modelling process. One of these parameters is the aquifer bedrock which determined by borehole logging, observation wells and geophysics data. The higher uncertainty of geophysics data, will cause the higher uncertainty on bedrock depth evaluation. Empirical Bayesian Kriging, in present study, was applied to generalize the current data to the whole domain of the aquifer. The validity of model was evaluated by cross validation method and its accuracy was assessed by RMSE, ME and R coefficient. Derived results showed the high accuracy and the validity of model. As the RMSE, ME and R of applied model are 0.0067, 0.0013 and 0.99, respectively.

Keywords: Geophysics, Empirical Bayesian Kriging, Bedrock, Aquifer, Cross validation, Uncertainty

۱ مقدمه

روش‌های متفاوتی برای پی بردن به حدود آبخوان و مورفولوژی سنگ کف آن وجود دارد. دقیق‌ترین این روش‌ها حفاری‌های اکتشافی و چاه‌های مشاهداتی می‌باشد که مستلزم هزینه بالا است. بنابراین با توجه به هزینه های بالا و به علت محدود بودن چاه‌های اکتشافی و همچنین به دلیل گستردگی منطقه و تنوع سنگ‌شناسی، اطلاعات حاصل را

نمی‌توان به کل منطقه تعمیم داد. لذا به منظور شناسایی حدود آبخوان و ضخامت آن و کمیت و کیفیت آب مخزن و پوشش کامل دشت از مطالعات ژئوفیزیک استفاده شده می‌شود. یکی از خصوصیات مربوط به داده‌های ژئوفیزیک دارا بودن موقعیت مکانی آنها است .رویکردهای متفاوتی در جمع‌آوری و آنالیز داده‌هایی با موقعیت فضایی به کار می‌روند که روش های آماری یکی از آنهاست.

زمین آماریک روش کاربردی است (مختاری، ۱۳۹۰) زیرا در این روش علاوه بر مقدار یک کمیت معین در یک نمونه به موقعیت فضایی نمونه نیز توجه می‌شود. مبنای تئوری زمین آمار به صورت کامل از سوی نویسندگان زیادی از قبیل چیلس و دلفاینر، ۲۰۱۲؛ هنگل، ۲۰۰۹؛ دیگل وریبریو، ۲۰۰۷وگووائرت، ۱۹۹۷ شرح داده شده است.

زمین آمار برای نخستین بار توسط دلهوم (۱۹۷۸) مورد استفاده قرار گرفت وپس از آن محدوه استفاده از این روش در علوم مختلف گسترش یافت(دوچشمه گرگیج و اصغری مقدم ۱۳۹۸).

۲ روش تحقیق

کریجینگ بیزین تجربی یک درون یابی زمین آماری نوین است که بیشترین بخش‌های ساختن یک مدل کریجینگ را به صورت خودکار انجام می‌دهد. رویکرد بیزین در درونیابی فرایندهای فضایی یک روش شناسایی برای حساب آوردن عدم قطعیت در مورد پارامترها در پیش‌بینی متعاقب آن تولید خواهند کرد (چیلس و دلفاینر، ۲۰۱۲). برخلاف دیگر روش‌های کریجینگ، در این روش پارامترهای سمی‌واریوگرام با استفاده از حداکثر احتمال کراندار[1] حدس زده می‌شوند. و پس از آن فرایند ترسیم سمی‌واریوگرام انجام می شود(ازری، ۲۰۱۴).

برای هر منطقه، پیش بینی با استفاده از یک پخش سمی واریوگرام که با استفاده از مجموع وزنی زیرمجموعه‌هایی که در اطراف منطقه پیش‌بینی هستند بدست می‌آید (مترن و همکاران، ۲۰۱۲). برای فاصله h، کریجینگ بیزین یک مدل سمی واریوگرام با فرم زیر را استفاده می‌کند:

(۱)

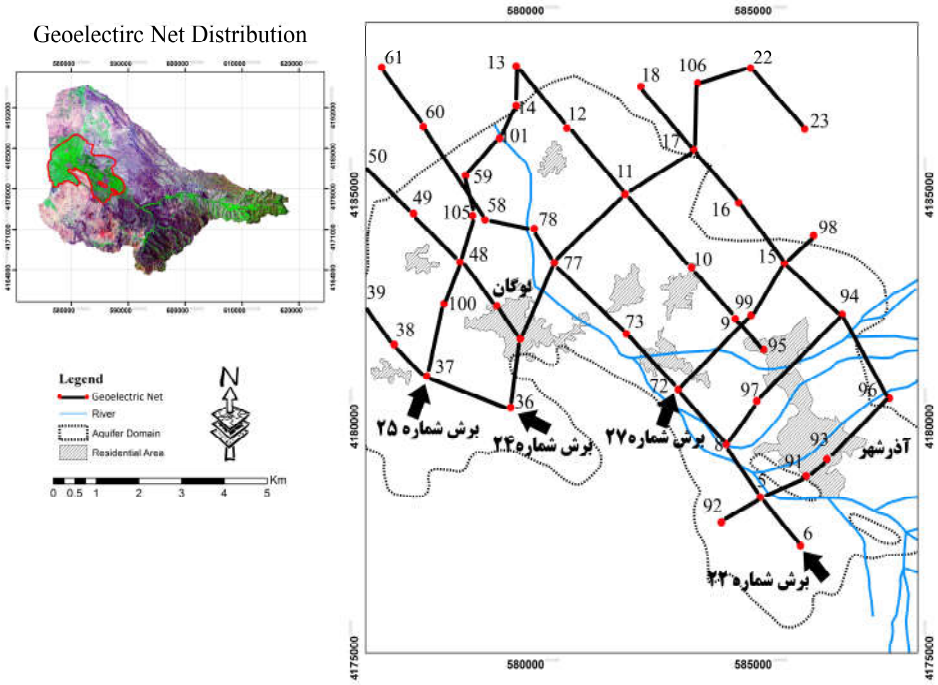
$$\gamma(h) = Nugget + b\ |h|^{\alpha}$$

که درآن b، شیب و α، توان است.

مطالعات ژئوفیزیک دشت آذرشهر

به منظور شناسایی حدود آبخوان و ضخامت آن و کمیت و کیفیت آب مخزن و پوشش کامل دشت از مطالعات ژئوالکتریک استفاده شده‌است. نتایج مطالعات ژئوالکتریک دشت آذرشهر منتشره در گزارش شرکت مهندسین مشاور یکم (۱۳۸۵) حاوی ۵۵ سونداژ بوده‌است که شکل ۱ موقعیت قرارگیری سونداژهای ژئوالکتریک منطقه مورد مطالعاتی را نشان می‌دهد.

[1] Restricted Maximum Likelihood

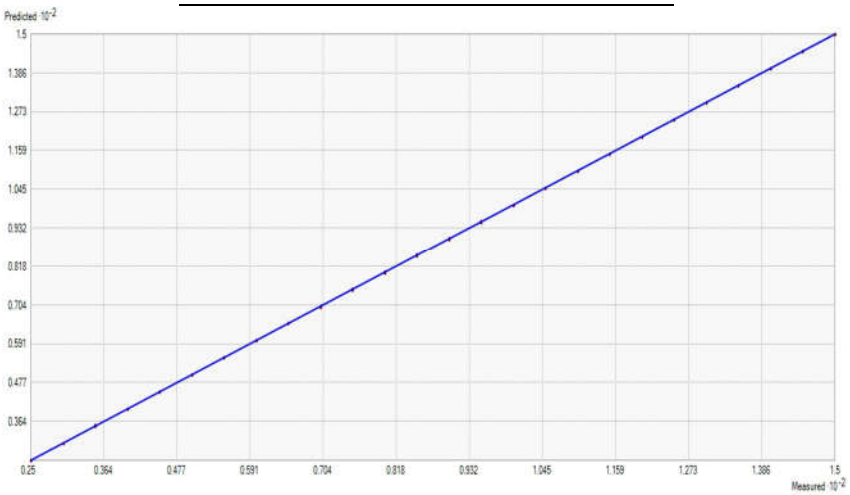


شکل ۱. موقعیت قرارگیری سونداژهای ژئوالکتریک منطقه مورد مطالعاتی

داده های حاصل از عملیات ژئوفیزیک در محدوه مطالعاتی وارد نرم افزار آرک مپ گردید و به منظور تعمیم و درونیابی داده های مذبور به کل دشت، از درونیابی کریجینگ بیزین تجربی استفاده گردید. شکل ۲ دیاگرام صحت‌سنجی متقاطع برای عمق سنگ کف پیش‌بینی شده توسط درونیابی کریجینگ بیزین تجربی و جدول ۱ میزان ضریب تطابق مدل پیش‌بینی و خطاهای مربوط به پیش‌بینی را نشان می‌دهند.

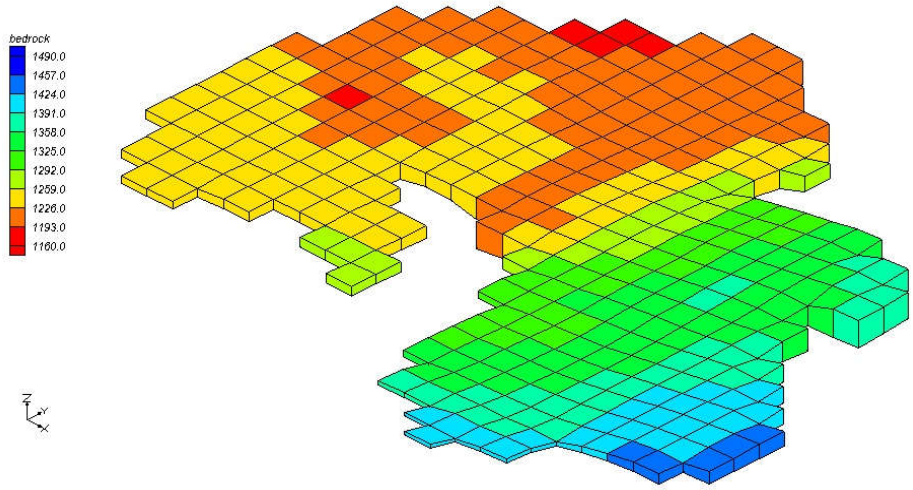
جدول۱. ضریب تطابق و خطای پیش بینی سنگ کف آبخوان در منطقه مورد مطالعه

ریشه میانگین مربعات خطا	خطای میانگین	ضریب تطابق
۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۱۳	۰/۹۹۹



شکل۲. دیاگرام صحت سنجی متقاطع ضخامت پیش بینی شده برای منطقه مورد مطالعه

پس از انجام درونیابی و تعمیم به کل محدوده آبخوان توسط روش زمین آمار کریجینگ بیزین تجربی، شکل سه بعدی لایه سنگ کف تعمیم داده شده به محدوده آبخوان ترسیم گردید. شکل ۳ نشان دهنده گسترش ارتفاع سنگ کف در محدوده آبخوان است.



شکل۳. گسترش ارتفاع سنگ کف در محدوده مدل

۳ نتیجه‌گیری

ارزیابی نتایج بدست آمده از مدل بیزین کریجینگ بیزین تجربی نشان داد که این مدل دارای دقت بالایی در پیش‌بینی مورفولوژی سنگ کف آبخوان و عمق آن دارد. ارزیابی نتایج، قابلیت اطمینان پیش بینی را نشان داد و مشخص گردید که در تعمیم داده های زمین آماری به کل محدوه مطالعاتی، می‌توان با اطمینان از نتایج درونیابی به شیوه بیزین کریجینگ تجربی استفاده نمود.

منابع

آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی (مهندسین مشاور آبکاو)، ۱۳۴۹، بررسی‌های ژئوالکتریک منابع آب زیرزمینی منطقه تبریز.

شرکت مهندسین مشاور مشاوریکم، ۱۳۸۵، مطالعات آب زیرزمینی دشت آذرشهر، جلد اول.

مختاری، ز.، ۱۳۹۰، پیش‌بینی زمانی و مکانی نوسانات تراز آب زیرزمینی و هدایت هیدرولیکی با استفاده از مدل‌های آماری (مطالعه موردی دشت شبستر)، پایان نامه کارشناسی ارشد آبشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه.

دوچشمه گرگیج، ع و اصغری مقدم، الف.. ۱۳۹۸، بررسی گسترش فلزات سنگین و نیترات در آب زیرزمینی با استفاده از اندیس موران و کریجینگ بیزین (مطالعه موردی: دشت آذرشهر): مجله پژوهش آب ایران، **۳۳(۱۳)** ، ۲۱-۳۱.

Chiles J. and Delfiner P., 2012, Geo-statistics, Modeling Spatial Uncertainty. John Wiley & Sons.

Delhomme J.P., 1978, Kriging in hydro sciences: Advances in Water Resources, **1(5)**: 251-266.

Diggle P. and Ribeiro J., 2007, Model-based Geo-statistics. Springer Science.

ESRI, Inc, 2014, Arc Map Tutorial, Online Service: http://resources.arcgis.com.

Hengl T., 2009, A Practical Guide to Geostatistical Mapping. Office of European Communities.

Goovaerts P., 1997, Geo-statistics for natural resources evaluation. Oxford University Press.

Mattern S., Raouafi W., Bogaert P., Fasbender D., and Vanclooster M., 2012, Bayesian Data Fusion (BDF) of Monitoring Data with a Statistical Groundwater Contamination Model to Map Groundwater Quality at the Regional Scale: Journal of Water Resources Protection, **4**: 929-943.