

تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی با استفاده از تکنیک داده‌کاوی QUEST در شهرستان سعادت‌شهر استان فارس

سید مسعود سلیمان‌پور^{۱*}، بهرام هدایتی^۲، مریم ذوالفقاری^۳، مریم زارع^۴

۱- دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی دکتری تخصصی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیووتر - نرم‌افزار، دانشگاه پیام نور تهران

۳- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، گروه مرتع و آبخیزداری

۴- دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

چکیده

امروزه بحث کیفیت آب در بسیاری از مناطق جهان به عنوان یکی از مباحث کلیدی مطرح است؛ زیرا این امر ارتباط بسیاری با سلامتی انسان و نقش بسیار مهمی در مدیریت و بهره‌برداری از منابع دارد. بدین منظور پژوهش حاضر برای اولین بار نسبت به تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی با استفاده از تکنیک داده‌کاوی QUEST در شهرستان سعادت‌شهر واقع در ۱۰۵ کیلومتری شمال شرقی شیراز اقدام نموده است. نتایج این تحقیق که از مدل‌سازی با بهره‌گیری از درخت تصمیم QUEST در نرم‌افزار Clementine (نسخه ۱۲)، حاصل شده است، نشان داد که مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی در این منطقه،تابع سختی کل (TH) و هدایت الکتریکی (EC)، می‌باشد. بدین ترتیب، در صورتی که سختی کل (TH) در این شهرستان کمتر از ۲۸۲/۲۳۲ قسمت در میلیون، و هدایت الکتریکی (EC) آن، کمتر از ۸۲۲/۷۷۷ میکروموهس بر سانتی‌متر باشد، این آب مناسب آشامیدن می‌باشد. بنابراین توصیه می‌شود به اقدامات تصوفیه و کاهش سختی آب جهت مصارف شرب (انسان) توجه گردد و انجام پایش‌های مستمر در قالب نمونه‌برداری‌های دوره‌ای منظم از منابع آب در این شهرستان در دستور کار قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آب آشامیدنی، داده‌کاوی، سختی کل، سعادت‌شهر، کیفیت آب، هدایت الکتریکی.

Determination of Effective Factors of Drinking Water Quality by using the QUEST Data Mining Technique in Saadatshahr, Fars Province

S.M. Soleimanpour^{1*}, B. Hedayati², M. Zolfaghari³, M. Zare⁴

۱- Graduate of PhD., Department of Watershed Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran,

۲- Graduate of MSc, Software Computer Engineering, Payam-e Noor University, Tehran

۳-Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Islamic Azad University, Sanandaj Branch

۴- Graduate of MSc, Department of Watershed Management, Islamic Azad University, Arsanjan Branch

* Email: m.soleimanpour@yahoo.com

* Corresponding Author's E-mail(m.soleimanpour@yahoo.com)



Abstract

Nowadays, water quality is one of the key issues in most regions all over of the world. Because of its high relation with human health and important role in management and exploitation of resources. This research was conducted in Saadat shahr city located in 105 km of Eastern north of Shiraz for the first time. In order to determine drinking water quality factors by using Quest data mining technique, results of this research was obtained using Quest decision tree in Clementine software(12 version) and showed most effective factors of drinking water in this region is function of total hardness and electrical conductivity. In this way, if total hardness in this city is less than 282.232 ppm and electrical conduction is less than 822.787 micro mohs in centimeter, the water will be suitable for drinking. Therefore it is recommended to refine and decrease the hardness of water for human drinking water, moreover continuous refining in periodically regular sampling of water resources in this city should be implemented.

Keywords: Drinking Water, data mining, total hardness, Saadatshahr, water quality, electrical conductivity.

الف- مقدمه

آب در طبیعت به صورت خالص یافت نمی‌گردد، بلکه همواره مقادیری املاح، مواد معلق و گازهای محلول را با خود دارد و این موجب می‌شود که آب در مناطق مختلف، ویژگی‌های مختلفی به خود بگیرد. وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان ضروری است و این در حالی است که مقدار بیش از حد مجاز آن‌ها سلامتی انسان را به خطر خواهد انداخت. بنابراین وجود آب آشامیدنی سالم، ضامن سلامتی جامعه است و اولین قدم در شناخت آب، بررسی پارامترهای آن است (شریعتی شیری‌نسب و همکاران، ۱۳۹۱).

بایستی توجه داشت مهم‌ترین مسائلی که در اثر مصرف آب‌های نامناسب ایجاد می‌شود شامل شور شدن ثانویه‌ی خاک‌ها، کاهش نفوذپذیری و سمیت املاح است؛ که هر کدام به نوعی بر سلامتی و یا رشد و تولید محصولات (کشاورزی، دامداری، صنعتی و ...) صدمه وارد می‌نماید (سلیمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۱). یک درصد آب‌های کره‌ی زمین را آب شیرین جاری تشکیل می‌دهد که ۹۸ درصد آن شامل آب‌های زیر زمینی می‌شود. در کشورهای غربی و صنعتی سالانه هر فرد حداقل به ۲۰۰۰ متر مکعب آب برای برخورداری از یک استاندارد مطلوب نیاز دارد. اگر سرانه آب هر فرد بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر مکعب باشد آن کشور تحت تنفس آب است. اما در صورتی که سرانه از ۵۰۰ متر مکعب در سال کمتر باشد، کشور مذکور با کم آبی مواجه است. در حال حاضر منابع آب موجود می‌تواند سالانه ۷۰۰۰ متر مکعب برای هر فرد آب فراهم نماید. اگر چه آب کافی حداقل برای سه برابر جمعیت کره‌ی زمین موجود است، ولی عدم تعادل بین توزیع جمعیت و بازندگی، موجب کمبود آب در بعضی از مناطق شده است (Bower et al., ۲۰۰۲). کشور ایران، کشوری پهناور است که از نظر منابع آبی محدود می‌باشد. به همین جهت از زمان‌های دور، آب در کشور ما از ارزش و اهمیت والایی برخوردار بوده است. شرایط



سومین بیالش بین‌المللی سالانه می‌سچ آبگیری‌دان

3rd International Conference on Rainwater Catchment Systems

۲۹ و ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۳ بیرجند

اقليمي، زمين‌شناسي و آب‌شناسي کشور ما نيز طوری است که بهره‌برداری از آب با کيفيت را با مسایل و مشكلات خاص خود همراه می‌کند. انسان برای آشامیدن، بهداشت فردی و اجتماعی، پخت و پز، شستشو و آبیاری به آب مناسب و با کيفيت احتياج دارد و هر انسان در روز حداقل به $\frac{2}{5}$ لیتر آب شيرين سالم و با کيفيت استاندارد برای آشامیدن نياز دارد تا بتواند احتياجات خود را بر طرف کند. علاوه بر آن، برای هر نفر در کشور ايران به طور متوسط روزانه به ۱۱۰ لیتر آب برای مصارف شخصی و خانگی نياز می‌باشد که در واقع همان سرانهی مصرف آب در شهرهای کشور است (کیا قادری و همکاران، ۱۳۹۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حال حاضر از کل منابع آب تجدید شونده کشور $\frac{88}{5}$ ميليارد متر مکعب جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب برداشت می‌شود. از اين ميزان حدود $\frac{83}{5}$ ميليارد متر مکعب ($\frac{93}{5}$ درصد) در بخش کشاورزی، $\frac{4}{5}$ ميليارد متر مکعب برای مصارف شرب و بهداشت و مابقی در صنعت و نيازهای متفرقه ديگر مصرف می‌شود. بنابراین ايران در سال ۱۴۰۰ شمسی، نياز به $\frac{7}{8}$ ميليارد متر مکعب در شرب، $\frac{2}{4}$ ميليارد متر مکعب در صنعت، ۵ ميليارد متر مکعب در محیط زیست، $10\frac{3}{4}$ ميليارد متر مکعب در کشاورزی و 36000 ميليارد متر مکعب در انرژی بر قابی دارد (شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۱). آب آشامیدنی يكى از راههای تأمین املاح ضروری بدن انسان است. علاوه بر اين در صورتی که آب آلوده باشد یا اين که غلط بعضی از املاح در آن کم و یا زياد باشد، در اين صورت می‌تواند بر روی بهداشت و سلامت انسان تاثير بگذارد. با توجه به روند کنترل ميزان منابع آب، پيش‌بييني می‌شود که دو سوم جمعيت جهان با کمبود آب در سال ۲۰۲۵ روبرو شوند (FAO، ۱۹۹۹). يكى از راههای اثر بخش و تأثیرگذار برای مبارزه با اين معضل ملی، استفاده‌ی بهينه از منابع آبی کشور با تأكيد بر اصول کيفيت آب می‌باشد. امروزه بررسی‌های کيفی آب، دامنه‌ی گستره‌ای پيدا کرده و مسائل مربوط به آلودگی آب‌های سطحی و زيرزميني را نيز شامل می‌شود. اين مبحث نه تنها در کشورهای صنعتی، بلکه در کشورهای در حال توسعه نيز مطرح می‌باشد.

با عنایت به مباحث فوق، باید ادعان نمود که امروزه بحث کيفيت آب در بسياري از مناطق جهان به عنوان يكى از مباحث کليدي مطرح است. زيرا اين امر ارتباط بسياري با سلامتى انسان و جامعه‌ی بشرى دارد. به طوری که بررسى کيفيت آب (به ويزه آب آشامیدنی)، و چگونگي تغيير آنها نقش بسيار مهمی در مديريت و بهره‌برداری از منابع دارد. به علاوه با آگاهى از فاكتورهای مؤثر در تغيير کيفيت آب آشامیدنی می‌توان در جهت هر چه بهتر مديريت کردن آنها اقدامات مؤثری را به

عمل آورد. بدین منظور پژوهش حاضر برای اولین بار نسبت به تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی QUEST در شهرستان سعادت‌شهر استان فارس اقدام نموده است.

امروزه افزایش سریع حجم پایگاه داده‌ها به شکلی است که توانایی انسان برای درک این داده‌ها بدون ابزارهای قدرتمند میسر نمی‌باشد. در این وضعیت، تصمیم‌گیری‌ها به جای تکیه بر اطلاعات، بر درک مدیران و کاربران تکیه دارند. زیرا تصمیم‌گیرندگان ابزار قوی برای استخراج اطلاعات بالازش را در دست ندارند (شهرابی، ۱۳۹۲). در واقع شرایط فعلی توصیف کننده‌ی حالتی است که ما از لحاظ داده غنی، اما از لحاظ اطلاعات ضعیف هستیم. حال با توجه به شدت رقابت‌ها در عرصه‌های مختلف، استفاده‌ی مؤثر از داده‌ها توسط مدیران، یک هدف عمده برای بهبود وضعیت موجود محسوب می‌شود. بدین منظور داده‌کاوی^۱، به عنوان مجموعه‌ای از روش‌ها در فرآیند کشف دانش^۲ است که برای تشخیص الگوها^۳ و رابطه‌های نامعلوم در داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (ناوی، ۱۳۸۷). رحمانی و شکوهی(۱۳۸۶) در بررسی کیفیت آب دشت بهار همدان به این نتیجه رسیدند که در وضعیت فعلی یک سوم آب‌های این منطقه دارای TDS بالاتر از استاندارد می‌باشند. ترک قشقایی‌نژاد و اسفرم (۱۳۸۹) به بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه شتری (شرق طبس) پرداختند. هدف از این مطالعه بررسی‌های هیدروشیمیایی و تعیین کیفیت این آب‌ها بود که برای این منظور پارامترهایی نظری pH، EC و غلظت آنیون و کاتیون های اصلی موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه تعیین گردید که حکایت از وضعیت نامناسب منطقه داشت. شریعتی شیری‌نسب و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به تعیین روابط بین فاکتورهای کیفی آب با استفاده از روش گام به گام در منطقه‌ی زرین دشت استان فارس پرداختند و نتایج ایشان حکایت از شوری و کاهش کیفیت آب در این منطقه دارد. سلیمان‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی و روند تغییرات عناصر کیفی آن طی مدت ۶ سال در دشت خسویه‌ی ساچون استان فارس پرداختند. نتایج نشان از روند کاهشی pH و روند افزایشی Ca, HCO₃, SO₄, Na, TH داشت. همچنین این منطقه طبق طبقه‌بندی Wilcox در کلاس C_4S_3 قرار گرفت که حتی از نظر آبیاری نیز نامناسب می‌باشد. ابراهیم‌پور و محمدزاده (۱۳۹۲) در تحقیقی به ارزیابی و پنهانه‌بندی کیفیت آب دریاچه‌ی زریوار با استفاده از شاخص‌های کیفی CWQI، OWQI و NSFWQI پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد کیفیت آب دریاچه‌ی زریوار از نظر

¹Data Mining

²Knowledge Discovery

³Patterns

شاخص OWQI در محدوده‌ی کیفی متوسط و از نظر شاخص NSFWQI به طور کلی بد، جهت آشامیدن خوب، برای آبزیان بد و به منظور تفریح، آبیاری و استفاده‌ی احشام، عالی می‌باشد. چسمان^۱ (۲۰۰۹) بیان کرد که کاربری‌های شهری و کشاورزی بر کیفیت آب تأثیر بسزایی دارد، به طوری که در حوضه‌های با کاربری شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری‌ها در آن‌ها کمتر است، میزان pH و شوری بالاتر است.

ب- مواد و روش‌ها

۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

سعادت‌شهر بخش مرکزی شهرستان پاسارگاد در استان فارس است و در ۱۰۵ کیلومتری شمال شرقی شیراز، بین مدارهای ۳۰°۰۶' عرض شمالی و ۵۳°۳۳' طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع شهرستان از سطح آب‌های آزاد حدود ۱۷۰۰ متر است. این شهرستان از شمال به شهرستان خرمبید و آباده، از غرب به شهرستان اقلید و مرودشت، از جنوب به شهرستان مرودشت، و از شرق به شهرستان ارسنجان مشرف می‌باشد. طبق سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیت این شهر ۱۶۹۳۲ نفر اعلام شده است. از نظر اقلیمی دارای آب و هوای معتدل مدیترانه‌ای با زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های معتدل می‌باشد. میانگین بارش منطقه حدود ۴۰۰ میلی‌متر در سال است که عمدهاً به صورت برف در ارتفاعات، و باران در دشت‌ها می‌باشد. توده‌های هوایی که منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد عبارتند از: توده‌های مدیترانه‌ای که از اواسط پاییز تا اوایل بهار به منطقه می‌وزند و باران‌آور می‌باشند. همچنین توده‌های سردسیر، توده‌های گرم و خشک عربستان، و بادهای موسومی که در تابستان از اقیانوس هند می‌وزند و باعث ایجاد رگبارهای زودگذر می‌شوند.



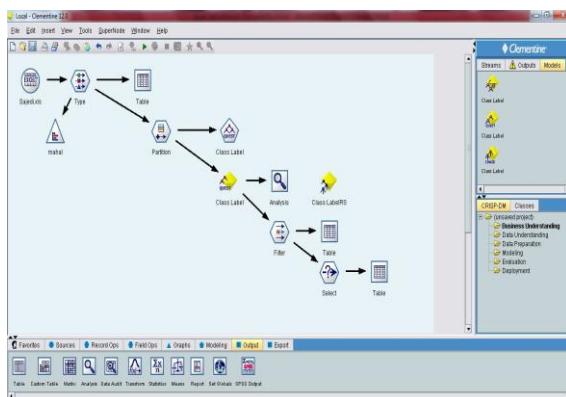
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان سعادت‌شهر

^۱ Chessman

۲- روش تحقیق

جهت انجام این پژوهش، با مراجعه به سازمان آب منطقه‌ای استان فارس (خرداد ماه ۱۳۹۳)، نسبت به تهیه‌ی آمار فاکتورهای کیفی ۱۵۰ حلقه چاه شرب واقع در شهرستان سعادت‌شهر اقدام شد. آمارهای اخذ شده برای هر حلقه چاه، مشتمل بر فاکتورهای کیفی SAR، Cl⁻, Na⁺, SO₄²⁻, pH, TDS, TH، و EC بود.

در این پژوهش به منظور تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی از تکنیک داده‌کاوی درخت تصمیم^۱ QUEST استفاده شده است. مدل‌سازی در نرم‌افزار Clementine 12.0 انجام شده است. نرم‌افزار یاد شده ساخت شرکت SPSS است و امکان ایجاد مدل‌های متعددی را بر اساس تئوری‌های آماری، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین^۲ ارائه می‌دهد. شکل ۲ نمایی از مدل‌سازی انجام شده در پژوهش حاضر را با استفاده از این نرم‌افزار نشان می‌دهد.



شکل ۲- مدل‌سازی انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Clementine 12.0

در مبحث داده‌کاوی، مهمترین موضوع دستیابی به داده‌هایی است که بتوان بر اساس آن‌ها به نتایج مفیدی دست یافت. در این تحقیق، از بین مشخصات ۱۵۰ حلقه چاه شرب، در نهایت تعداد ۴۲ حلقه چاه بر اساس فاکتورهای کیفی آب آشامیدنی موجود در جدول ۱، مناسب برای آشامیدن در نظر گرفته شدند و به عنوان ورودی الگوریتم QUEST تعیین گردیدند. جدول ۱، فاکتورهای کیفی گروه‌بندی شده مناسب جهت شرب انسان بر مبنای طبقه‌بندی ویلکوکس، شولر، و اوکین را نشان می‌دهد.

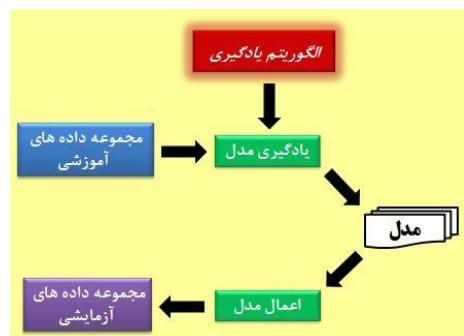
¹Decision Tree

²Machine Learning

جدول ۱- فاکتورهای کیفی آب آشامیدنی

واحد	فاکتورهای کیفی و محدوده های مجاز
میلی اکی والان بر لیتر	. < Na < ۲۳۰
میلی اکی والان بر لیتر	. < Cl < ۳۵۰
میلی اکی والان بر لیتر	. < SO4 < ۲۸۰
قسمت در میلیون	. < TH < ۵۰۰
میلی گرم بر لیتر	. < TDS < ۱۰۰۰
میکروموهس بر سانتی متر	. < EC < ۷۵۰
-	. < SAR < ۱۸
-	۶/۵ < pH < ۹

در الگوریتم های دسته بندی^۱، کل مجموعه داده ها به دو قسمت مجموعه داده های آموزشی، و مجموعه داده های آزمایشی تقسیم بندی می شوند (Tan et al., ۲۰۰۵). همانطور که در شکل ۶ نشان داده می شود الگوریتم های دسته بندی شامل دو مرحله ای آموزش و آزمایش هستند. در مرحله ای آموزش، الگوریتم یادگیرنده بر اساس مجموعه داده های آموزشی، یک مدل را تولید می کند (صنایعی آباده و همکاران، ۱۳۹۱). مدل ساخته شده به الگوریتم یادگیرنده مورد استفاده بستگی دارد که در این پژوهش از الگوریتم درخت تصمیم QUEST استفاده شده است، بنابراین مدل ساخته شده، یک درخت تصمیم خواهد بود.



شکل ۳- مراحل مختلف فرآیند دسته بندی

^۱- Classification



فرآیند رشد درخت تصمیم QUEST شامل انتخاب یک متغیر پیشگوی^۱ جدا کننده، انتخاب یک نقطه‌ی تفکیک^۲ جهت متغیر پیشگوی انتخاب شده و توقف می‌باشد. در این الگوریتم فقط تقسیم‌های تک متغیره در نظر گرفته می‌شوند (Lim et al., ۲۰۰۰). در یک گره^۳ فرض نمایید که یک متغیر پیش بینی X برای تقسیم انتخاب شده است. مرحله بعدی برای تعیین نقطه تقسیم است. اگر X متغیر پیش بینی پیوسته باشد یک نقطه تقسیم d در تقسیم $d \Leftarrow X$ تعیین می‌شود. اگر X متغیر پیش بینی مطلقاً صوری باشد، زیر مجموعه K از مجموعه مقادیر گرفته شده توسط X در تقسیم $X \in K$ تعیین می‌شود. گام توقف با توجه به موارد زیر، شرایط توقف الگوریتم را بررسی می‌نماید (Loh & Shih, ۱۹۹۷):

اگر یک گره، خالص^۴ شود؛ یعنی همه‌ی موارد موجود در آن گره، متعلق به یک کلاس باشند. در این صورت گره، قابل تقسیم شدن نیست.

اگر همه‌ی موارد موجود در یک گره، مقادیر یکسانی برای هر متغیر پیشگو داشته باشند که در این صورت گره، نمی‌تواند تقسیم شود.

عمق درخت فعلی به مقدار آستانه‌ی حداکثری تعیین شده توسط کاربر برسد که در این وضعیت، فرآیند رشد درخت متوقف می‌گردد.

اندازه‌ی یک گره، کمتر از مقدار آستانه‌ی حداقلی تعیین شده توسط کاربر باشد که در این صورت گره، قابلیت تقسیم شدن را ندارد.

اگر با تقسیم یک گره، گره فرزندی تولید می‌شود که اندازه‌ی آن کمتر از مقدار آستانه‌ی حداقلی تعیین شده توسط کاربر باشد، آن‌گاه گره نمی‌تواند تقسیم شود.

ج- نتایج و بحث

به منظور ایجاد مدل، داده‌ها به طور تصادفی به دو بخش مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی با تناسب به ترتیب ۵۰ درصد و ۵۰ درصد تقسیم شدند. پس از اجرای مدل با استفاده از درخت تصمیم‌گیری QUEST، مجموعه‌ای از قوانین

¹ Predictor

² Split point

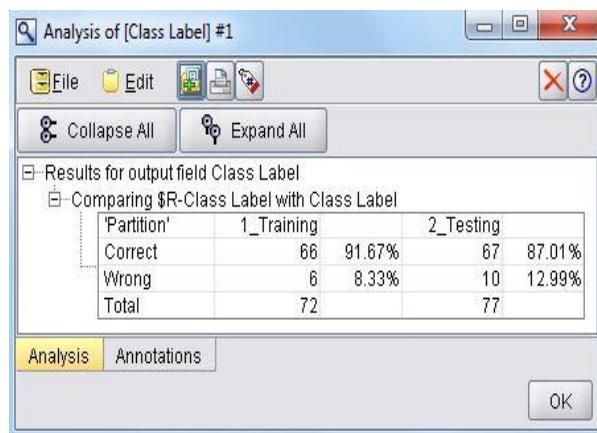
³ Node

⁴ Pure

توسط نرم افزار شناسایی و نمایش داده خواهد شد که مؤثرترین قاعده‌ی آن در ادامه ارائه شده است. همان طور که در شکل

۴ نشان داده شده است، دقت تخمین زده شده بر اساس مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی در مدل نهایی، برای

مجموعه داده‌های آموزشی برابر با ۹۱/۶۷ درصد و برای مجموعه داده‌های آزمایشی ۸۷/۰ درصد می‌باشد.



شکل ۴- ارزیابی انجام شده از الگوریتم QUEST

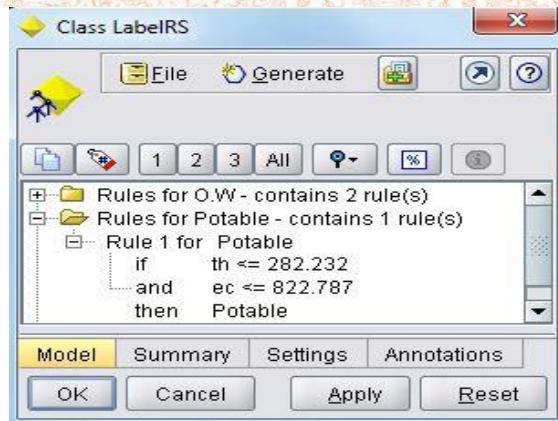
مؤثرترین قانون استخراج شده از درخت تصمیم QUEST در شکل ۵، نشان داده شده است. از این قانون می‌توان به منظور

تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی استفاده نمود. تفسیر این قانون، به شرح زیر می‌باشد:

مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار در کیفیت آب آشامیدنی در شهرستان سعادت‌شهر (مطابق شکل ۵) عبارتند از: TH و EC.

بدین ترتیب، در صورتی که سختی کل (TH) در این شهرستان کمتر از ۲۳۲/۲۸۲ قسمت در میلیون، و هدایت الکتریکی

آن، کمتر از ۷۸۷/۸۲۲ میکروموهس بر سانتی‌متر باشد، این آب مناسب آشامیدن می‌باشد.



شکل ۵- قانون استخراج شده جهت تعیین مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی

با تحلیل مجموعه داده‌ها و پارامترهای انتخاب شده و با بهره‌گیری از تکنیک داده‌کاوی درخت تصمیم و الگوریتم QUEST مؤثرترین فاکتورهای کیفیت آب آشامیدنی شناسایی گردیدند. با توجه به دو عامل سختی کل (TH) و هدایت الکتریکی (EC)، به نظر می‌رسد این دو فاکتور تأثیر بیشتری بر کیفیت آب آشامیدنی در این شهرستان دارند.

۵- پیشنهادها

در پایان پیشنهاد می‌گردد نسبت به تصفیه و کاهش سختی آب توجه جدی شود؛ همچنین بر انجام پاییش‌های مستمر در قالب نمونه‌برداری‌های دوره‌ای منظم از منابع آب چاهه‌ای این شهرستان تأکید می‌گردد.

۶- منابع

- ابراهیم‌پور، ص؛ محمدزاده، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت آب دریاچه زریوار با استفاده از شاخص‌های کیفی CWQI، NSFWQI و OWQI. مجله پژوهش‌های محیط زیست، ۷: ۱۴۶-۱۳۷.
- ترک قشقایی‌نژاد، س؛ اسفرم، م. ۱۳۸۹. بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه‌ی شتری. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی و زمین‌شناسی و محیط زیست.
- رحمانی، ع. ر؛ شکوهی، ر. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت همدان بهار. مجموعه مقالات دهمین همایش ملی بهداشت محیط.
- سلیمان‌پور، س. م؛ شریعتی‌شیری‌نسب، آ؛ جوکار، ل. ۱۳۹۱. بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی و روند تغییرات عناصر کیفی آن (مطالعه‌ی موردی: دشت خسرویه ساچون در منطقه‌ی زرین دشت استان فارس). مجموعه مقالات اولین همایش ملی بیابان. شرکت مهندسین مشاور جاماب. ۱۳۸۱. طرح جامع آب کشور. ۴۸۵ صفحه.



شروعی شیری نسب، آ.، سلیمان پور، س.م. و جوکار، ل.، (۱۳۹۱)، "تعیین روابط بین فاکتورهای کیفی آب با استفاده از روش گام به گام در منطقه‌ی زرین دشت استان فارس. مجموعه مقالات اولین همایش ملی بیابان.

شهرایی، جمال. ۱۳۹۲. داده‌کاوی ۲. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، واحد صنعتی امیرکبیر، ۲۹۹ صفحه.
صنیعی‌آباده، م؛ محمودی، س؛ طاهرپور، م. ۱۳۹۱. داده‌کاوی کاربردی. انتشارات نیاز دانش، ۵۲۰ صفحه.
کیا‌ قادری، ر.ع؛ اشرفی‌پور، ع؛ عبدالزاده، ر؛ نوری، ا. ۱۳۹۱. مقایسه‌ی استانداردهای کیفیت منابع آب در سطح بین‌المللی و
تدوین معیارهای کیفیت منابع آب برای منابع آب شیرین کشور. مجموعه مقالات ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست.
ناوی. م. ۱۳۸۷. شناسایی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده بار با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه
تربیت مدرس، ۱۱۶ صفحه.

Bower, A., Serra, N. and Ambar, I., (2002), "Structure of the Mediterranean Undercurrent and Mediterranean Water spreading around the southwestern Iberian Peninsula". Journal of Geophysical Research, 107(C10): 1-19.

Chessman, B., (2009), "Climatic changes and 13 year trends in stream macroinvertebrate assemblages in New South Wales Australia". Global Change Biology, 15(11): 2791–2802.

F.A.O., (1999), "State of the World's Forests", Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations Publication, 146 pp.

Lim, T.S., Loh, W.Y. and Shih, Y.S., (2000), "A Comparison of Prediction Accuracy, Complexity, and Training Time of Thirty-three Old and New Classification Algorithms", Machine Learning publication, 40pp.

Loh, W.Y. and Shih, Y.S., (1997), "Split selection methods for classification trees", StatisticaSinica, 7: 815 – 840.

Tan, P.N., Steinbach, M. and Kumar, V., (2005), "Introduction to Data Mining", Addison-Wesley, 134pp.