

نشریه علمی-تخصصی

پژوهش‌های نوین مهندسی

ISSN: 2538-3809

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی
سال چهارم، زمستان ۱۳۹۸، شماره ۲۷

معرفی نیروگاه برق-آبی استخری

ساویر نکوفر

تشخیص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ،

قیچی با استفاده از هوش مصنوعی

مریم قاسمی، غلامحسین روشنی، عبدالرضا روشنی

ارزیابی عوامل موثر بر کاهش تولید گاز نسبت به

برنامه تکلیفی سکوی فاز ۲۱ میدان پارس جنوبی با

رویکرد داده کاوی

شکیبا خادم القرانی، سعید یوسفیان

بررسی و تحلیل رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ تحت

ضربات ناشی از ناهمواری‌های جاده

مهدی نیاجیلی، سیدمحمد رضا حسینی علی آباد، علی

کوچکی نژاد، سیدمحمد رضا موسوی میر کلایی

ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف

آلاینده سنگین سرب از آب

رضا بنسبردی، اسدالله ملک زاده

پژوهش‌های نوین علوم مهندسی

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی،
سال چهارم، شماره ۵ (پیاپی: ۲۷)، زمستان ۱۳۹۸
ISSN: 2538-3809

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:
امیرحسین یوسفی
سردبیر: میلاد فتاحی
مدیر داخلی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی نشریه:

جناب آقای دکتر محمدعلی ارجمند، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی
جناب آقای دکتر شهروز اسدی، دانشگاه شهید بهشتی
جناب آقای دکتر رضا افضل، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
جناب آقای دکتر علی جباری، دانشگاه اراک
سرکارخانم دکتر ساغر جازچی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
جناب آقای دکتر چنگیز دهقانپان، دانشگاه تهران
جناب آقای دکتر نعمت حسینی، دانشگاه شهید بهشتی
سرکارخانم دکتر راحله خادمیان، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
جناب آقای دکتر علی رحمانی، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی
سرکارخانم دکتر فائزه رحمانی، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
جناب آقای دکتر قدرت الله رودینی، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر محبعلی رهدار، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر مرتضی زیودار، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر محمدحسین کاظمی، دانشگاه شاهد
جناب آقای دکتر علی فروغی، دانشگاه تبریز
جناب آقای دکتر علی لکی روحانی، دانشگاه زنجان
جناب آقای دکتر سیدحمید هاشمی، دانشگاه اراک

دفتر نشریه:

۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷ ۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴
۰۲۶ ۳۲ ۷۲ ۴۷۸۷ ۰۲۶ ۳۲ ۷۴ ۷۱ ۵۸
تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲

انتشارات هنر و علوم دانشگاهی

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۲۹۳
تلفن: ۰۲۱ ۳۳ ۸۴ ۰۷ ۹۲

۰۲۱

فراخوان پذیرش مقاله

توسعه پرشتاب و گسترده علوم به ویژه در حوزه فنی و مهندسی، انجام اقدامات علمی برای معرفی دستاوردهای علمی را بیش از پیش ضروری کرده است. توسعه پایدار ایران اسلامی، مستلزم ایجاد زیرساخت‌های علمی به ویژه در حوزه علوم مهندسی است. موسسه مدیریت دانش شباک با همکاری اساتید برجسته دانشگاهی با هدف معرفی پژوهش‌های علوم مهندسی و ایجاد فرصتی برای تبادل مطالعات و تجارب در این حوزه، نشریه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی را منتشر می‌کند.

تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهشگران و علاقه‌مندان علوم مهندسی، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.nres.ir ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند. برای ارسال مقاله به نشریه کافی است تا در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

موضوعات نشریه پژوهش نوین علوم مهندسی:

- مهندسی صنایع
- مهندسی عمران
- مهندسی مکانیک
- مهندسی معدن
- مهندسی هوا فضا
- مهندسی مواد و متالورژی
- مهندسی برق و الکترونیک
- مهندسی انرژی و فیزیک
- مهندسی شیمی، نفت و پلیمر
- مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
- مبانی علوم مهندسی
- مدیریت دانش در علوم مهندسی

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	معرفی نیروگاه برق - آبی استخری ساويز نكوفر
۵	تشخيص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی با استفاده از هوش مصنوعی مریم قاسمی، غلامحسین روشنی، عبدالرضا روشنی
۱۵	ارزیابی عوامل موثر بر کاهش تولید گاز نسبت به برنامه تکلیفی سکوی فاز ۲۱ میدان پارس جنوبی با رویکرد داده کاوی شکیبا خادم القرانی، سعید یوسفیان
۲۵	بررسی و تحلیل رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ تحت ضربات ناشی از ناهمواری‌های جاده مهدی نیا جلیلی، سیدمحمد رضا حسینی علی آباد، علی کوچکی نژاد، سیدمحمد رضا موسوی میرکلایی
۲۹	ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف آلاینده سنگین سرب از آب رضا بنسبردی، اسدالله ملک زاده

معرفی نیروگاه برق-آبی استخری

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۴

کد مقاله: ۱۵۷۶۷

ساويز نکوفر^۱

چکیده

این مقاله به معرفی نیروگاه برق‌آبی استخری و بیان کلیات و مبانی این نوع نیروگاه‌ها می‌پردازد. این نیروگاه در قسمت‌هایی از رودخانه که دارای شیب می‌باشد ساخته می‌گردد، و برای رودخانه پرآب موجود در جهان در بیشتر از نقاط شیب‌دار جریان رود امکان‌پذیر است، این طرح بدیع می‌باشد و به‌جای اینکه آب عبوری از نیروگاه در پشت بدنه سد بتونی نگهداری شود، با خاکبرداری و احداث یک استخر بزرگ و به عمق مثلاً ۳۵ متر و ساخت دو تونل انتقال آب زیرزمینی و افقی تا هم‌سطح زمین اجرا می‌گردد. نیروگاه برق‌آبی استخری از لحاظ سرمایه موردنیاز ساخت بسیار ارزان‌تر از ساخت سدهای بتونی می‌باشد و از لحاظ زمان کوتاه‌تر و ابعاد ساختمان نیروگاه کوچک‌تر و مناسب‌تر می‌باشد، و این از مزایای این نوع نیروگاه‌ها می‌باشد.

واژگان کلیدی: نیروگاه برق‌آبی، انرژی پاک، رودخانه، انرژی تجدیدپذیر

۱- مقدمه

با ستایش آفریدگار پاک: بهره‌برداری از انرژی آب‌های جاری در رودخانه از بهترین روش‌های تولید انرژی پاک و ارزان می‌باشد. اینکه بتوان بدون ساختن سدهای بتونی بلند و گرانیقیمت چند ده متری و دریاچه‌های بزرگ پشت آن از انرژی آب جاری و در حال حرکت بهره برد، روش بهتر و ارزاتری در تولید برق می‌باشد. در این مقاله این ایده معرفی می‌گردد که برای تولید برق از آب جاری رودخانه؛ نیازی به ساخت سد و نگهداری این حجم عظیم آب در پشت سد نیست. این نوع نیروگاه برای اولین بار در این مقاله ارائه شده است و نوین می‌باشد.

نیروگاه برق‌آبی استخری، فقط از انرژی آب در حال حرکت استفاده می‌کند و مخزن آب آن نیز در اندازه یک استخر شنا است، که این استخر توسط خاکبرداری احداث می‌گردد. مقدار تولید برق این نیروگاه بسته به دبی آب گذری از توربین و ارتفاع استخر و سد خاکی کوچک ۱۵ متری می‌باشد.

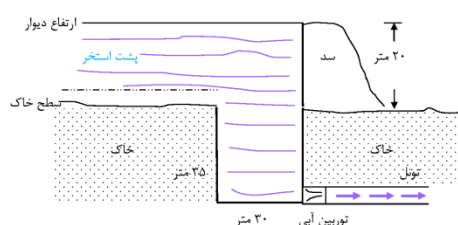
۲- سد و نیروگاه برق‌آبی استخری

در نظر بگیرید یک رود نسبتاً کوچک در یک مسیر سرازیر در جریان می‌باشد و برنامه‌ای برای ساخت نیروگاه برق‌آبی اندازه متوسط بر روی این رود داریم. مکان احداث سد می‌تواند در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ها و بدون دیواره کوه کنار رودخانه باشد. این نیروگاه در مسیری مانند رود هراز یا چالوس امکان‌پذیر است. برای ساخت این نوع سد لزومی به وجود تنگه کوه در محل سد نیست. سد موردنظر دارای ارتفاع ۱۵ متر از سطح زمین با بدنه خاکی طراحی و ساخته خواهد شد.

و مطابق طراحی مهندسی بدنه سد ارتفاع آب روی توربین آبی ۵۰ متر است. نکته مهم این است که، این سد برای ذخیره آب نیست و دارای مخزن آب نیست، و آب رودخانه دائماً از درون نیروگاه این سد در جریان است.

۳- نقشه سد و محاسبات نیروگاه

در بالادست مکان احداث سد، به طول مثلاً ۳۰ متر و عرض ۲۰ متر و عمق ۳۵ متر خاکبرداری از کف زمین انجام می‌گیرد. خاک برداشت‌شده در ساخت بدنه خاکی سد مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱- نقشه شماتیک نیروگاه برق‌آبی استخری

در شکل ۱ نقشه شماتیک نیروگاه نشان داده شده است. بدنه سد به شکل یک قوس با طول بیست متر می‌باشد و دیواره جانبی به ارتفاع ۱۵ متر می‌باشد، طول دیوار کناری در راستای رود بستگی به شیب مسیر رود دارد. البته برای جلوگیری از نشت آب به بدنه سد، یک لایه پوشش نیز در جلوی سد و دیواره‌ها ساخته می‌گردد.

اگر توربین در ارتفاع ۵ متر از کف زمین خاکبرداری شده نصب گردد، ارتفاع آب روی توربین ۵۰ متر خواهد بود. با فرض اینکه این رود دبی در حدود ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه دارد، تقریباً در اندازه رود ارس، پس با نصب یک توربین مطابق فرمول یک ۶۶ مگاوات برق تولید خواهد کرد.

توان تولیدی نیروگاه برق‌آبی از این فرمول محاسبه می‌گردد:

$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot q \quad (1)$$

که در این فرمول: h : ارتفاع آب روی توربین q ، دبی آب، ρ چگالی آب، g شتاب ثقل، η راندمان نیروگاه

$$P = 0.9 \times 1000 \times 9.8 \times 50 \times 150 = 66 \text{ MW} \quad (2)$$

آب خروجی از توربین توسط دو قنات زیرزمینی مستقیم و افقی به سطح زمین منتقل می‌گردد، و این قنات در زمینی که ارتفاع آن هم‌تراز توربین آبی است، خارج می‌گردد و به ادامه مسیر اصلی رود وارد می‌گردد. طول این قنات‌ها بسته به شیب رودخانه در این قسمت دارد، و مثلاً دو یا سه کیلومتر می‌باشد.

با توجه باینکه ارتفاع بدنه سد ۱۵ متر و عرض آن نیز در حدود ۲۰ متر می‌باشد، طراحی و ساخت سازه سد نسبتاً ساده است و سد از لحاظ بدنه سنگین و عظیم نیست. همچنین ساخت استخر نیاز به کار سازه‌ای و عمرانی سنگین ندارد.

البته در مناطقی که امکان‌پذیر باشد، می‌توان ارتفاع سد را بلندتر طراحی کرد، که در این صورت طول دیوار جانبی نیز طولانی‌تر می‌گردد، که بستگی به وضعیت شیب مسیر رودخانه و شرایط محیطی دارد.

مکان جغرافیایی و نیازهای آبی برای ساخت این نیروگاه برق‌آبی، یک رودخانه در مسیر سرازیر و مانند رودخانه‌های مناطق کوهپایه‌ای البرز یا زاگرس می‌باشد. و همانطور که قبلاً گفته‌شده، مزیت مهم این نیروگاه این است که به دیواره کوه یا تنگه برای ساخت بدنه سد نیازی نمی‌باشد.

با در نظر گرفتن اینکه رودخانه‌های ایران از ارتفاعات کوه‌ها سرچشمه می‌گیرند و در مسیر خود مثلاً ۱۵۰۰ متر ارتفاع کم می‌کنند و با دبی خود و با توجه به عدم محدودیت مکانی در ساخت این نوع نیروگاه‌های برق‌آبی استخری در تقریباً تمام مسیر چند ده کیلومتری رودخانه‌ها، چه پتانسیل زیادی برای تولید انرژی پاک و به مقدار بسیار فراوان و با قیمت مناسب با این طرح و نقشه وجود دارد. در شکل ۲ یک رودخانه با شیب سرازیری مناسب برای ساخت نیروگاه برق‌آبی استخری نشان داده‌شده است.



شکل ۲- رودخانه سرازیر مناسب برای ساخت نیروگاه برق‌آبی استخری

۴- مزایای سد و نیروگاه استخری

این سد از نظر قیمت ساخت ارزان می‌باشد، و از لحاظ کارهای عمرانی و سازه‌ای نیز در مقایسه با سدهای بزرگ بتونی ساده و آسان می‌باشد. همچنین فن‌آوری تجهیزات و فن‌آوری ساده‌تری نسبت به انواع سایر نیروگاه‌ها دارد. و زمان ساخت سد کوتاه است و زود به بهره‌برداری می‌رسد. بعلاوه اندازه سد نیز کوچکتر و مناسبتر از سدهای متداول و موجود برای ساخت می‌باشد، درحالی‌که همان مقدار برق تولید می‌کند. ضمناً تولید برق در این نیروگاه آبی، رایگان و پاک می‌باشد در مقایسه با نیروگاه‌های حرارتی با سوخت فسیلی. و با توجه به اینکه می‌توان اینگونه نیروگاه آبی را در بیشتر مناطق و به تعداد زیاد احداث کرد، این طرح ساخت سد و نیروگاه آبی، انقلابی در تولید نیروی برق در جهان ایجاد خواهد کرد. مسلماً این نوع نیروگاه در کشورهایی که دارای پتانسیل آبی بیشتری هستند، نظیر روسیه یا آمریکا یا برزیل تأثیرات بسیار مثبتی خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

مطابق مطالب ارائه‌شده در این مقاله؛ ساخت نیروگاه برق‌آبی استخری، دارای توجیه اقتصادی و فنی مهندسی خوبی است. و به‌عنوان گزینه‌ای خوب و مطرح برای تولید انرژی پاک و تجدیدپذیر در کشور می‌تواند مطالعه و اجرا گردد. با توجه به حجم بسیار کم کارهای عمرانی و سازه‌ای در این نوع نیروگاه‌های استخری، پیمانکاران سدسازی در کشور با سرعت زیاد و نیروی کمتر قادر به ساخت اینگونه از نیروگاه‌های را در مسیر رودخانه‌های کشور می‌باشند.

تشکر و قدردانی

اینجانب که با استعانت از خالق بی‌همتا و آفریدگار مهربان، موفق به نوشتن این طرح خوب و مفید گردیده‌ام، از متخصصین و شرکت‌های فعال در صنعت نیروگاه‌های برق‌آبی دعوت به تحقیق و مطالعه بیشتر بر این طرح می‌کنم. و مطمئن هستم شرکت‌هایی که در این زمینه وارد گردند از منافع خوبی برخوردار خواهند شد. مسلماً اینجانب نیز علاوه بر رضای خالق متعال و خدمت به خلق، در پی کسب منافع مشروع مادی خود در حدود قانونی و متداول مورد موافقت می‌باشم. که تمامی اختراعات و نوآوری‌ها مفید و سودآور تأثیرگذار برای جامعه مهندسی از روی همین‌گونه مقالات و طرح‌ها بدیع و پرمفعت آغاز شده‌اند.

منابع

- حاجی غفوری، نوید، (۱۳۹۴)، «بررسی نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک در ایران و برخی از کشورهای جهان»، مجله مهندسی مکانیک، سال ۲۴، شماره ۱۰۳
- عباسپور، مجید، (۱۳۶۶)، «نیروگاه‌های آبی»، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ص ۵۲-۵۴
- شمس، مهرزاد، (۱۳۸۵)، «مبانی نیروگاه‌های آبی کوچک»، تهران، انتشارات دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی
- حسن‌زاده، یوسف، (۱۳۷۸)، «ماشین‌های آبی»، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز
- نوربخش، احمد، (۱۳۹۷)، «توربو ماشین‌ها»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
- Warnik, C.C,(1984), Hydropower Engineering, Prentice Hall, Michigan, pp.123-124 .
- International Hydropower Association,(2018), IHA 2018 Hydropower Status Report, London.

تشخیص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی با استفاده از هوش مصنوعی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۳۰

کد مقاله: ۴۹۸۲۷

مریم قاسمی^۱، غلامحسین روشنی^{۲*}، عبدالرضا روشنی^۳

چکیده

بازی‌های رایانه‌ای در جهان به عنوان یک ابزار سرگرمی، یک رسانه پرمخاطب، یک راهکار اثربخش آموزشی و یک اقتصاد بزرگ، پدیده مهمی محسوب می‌شود. در این مقاله، از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه (MLP) برای تشخیص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی استفاده شده است. شباهت شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) به مغز انسان انگیزه اصلی این تحقیق است. به منظور پیاده سازی کدهای شبکه از نرم افزار MATLAB استفاده شده است. این کدها از دو فاز تشکیل شده اند: ۱) آموزش ANN برای یادگیری الگوی رفتاری انسان با در نظر گرفتن چهل مسابقه. ۲) بازی واقعی در برابر انسان با انجام ده مسابقه. پس از پیاده سازی شبکه، اثر بخشی آن در تشخیص الگوی رفتاری انسان بررسی شد. این شبکه روی ۴۰ نفر (۲۰ زن و ۲۰ مرد) تست شد. هر کدام از بازیکنان طی سه مرحله با شبکه‌ی مورد نظر بازی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، درصد برنده شدن کامپیوتر با شبکه عصبی MLP طراحی شده در مردان برابر با ۵۷/۵٪ و در زنان برابر با ۶۰/۸٪ می‌باشد. در حالی که درصد برنده شدن کامپیوتر بدون شبکه عصبی و با انتخاب های کاملاً تصادفی در ۶۰ بازی صورت گرفته در بین مردان برابر با ۵۲/۵٪ و با همین تعداد بازی در بین زنان برابر با ۴۲/۵٪ است.

واژگان کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، پرسپترون چندلایه (MLP)، بازی سنگ، کاغذ، قیچی، تشخیص الگوی رفتاری انسان، بازیکن هوشمند.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برق، دانشکده انرژی، دانشگاه صنعتی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی برق، دانشکده انرژی، دانشگاه صنعتی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

hosseinroshani@yahoo.com

۳- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت مهندسی، دانشگاه صنعتی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۱- مقدمه

بازی فعالیتی خودجوش، ارادی و اختیاری است که با هدف سرگرمی و تفریح در اوقات فراغت انجام می‌شود. یک بازی شامل مجموعه‌ای از بازیکنان، حرکت‌ها یا راه بردها، اصول و قوانین ویژه‌ی خود می‌باشد که هر بازیکن در طول بازی سعی می‌کند با به کارگیری آنها خود را به برد نزدیک کند. بازی‌ها غالباً اشکال شناخته شده‌ای دارند و دارای زمینه‌های اجتماعی، اقلیمی و فرهنگی هستند (احمدوند، ۱۳۷۲). یکی از محبوب‌ترین آنها بازی سنگ، کاغذ، قیچی است.

سنگ، کاغذ، قیچی یک بازی ساده و سنتی است که توسط دست بازیکنان انجام می‌گیرد و همه‌ی افراد در تمام سنین می‌توانند از آن لذت ببرند. این بازی دو نفره معمولاً به عنوان روشی برای انتخاب کردن در ابتدای بازی‌های دیگر به کار گرفته می‌شود (فاتالام و همکاران، ۲۰۰۰). هر کدام از بازیکنان دست خود را به یکی از سه حالت مجاز، سنگ، کاغذ یا قیچی، نشان داده شده در شکل ۱ در می‌آورند. قانون کلی این بازی کلاسیک این است که: سنگ موجب شکسته شدن قیچی می‌شود، قیچی کاغذ را می‌برد و کاغذ هم سنگ را دربرمی‌گیرد. این بازی، یک بازی تطبیقی است یعنی استراتژی استفاده شده توسط هر بازیکن در طول زمان تغییر می‌کند (دسوزا و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۱- قانون کلی بازی سنگ، کاغذ، قیچی

از نظر روانشناسی افرادی که این بازی را انجام می‌دهند رفتارشان بر پایه‌ی تصادف استوار است و تمام کاری که می‌توانند برای برنده شدن انجام دهند آن است که هر آنچه به ذهنشان خطور می‌کند را بیرون بریزند. بنابراین بازی سنگ، کاغذ، قیچی مدل خوبی برای آزمایش و تحقیقات تئوری رفتار حافظه کوتاه مدت انسان است (فاتالام و همکاران، ۲۰۰۰). مفاهیم و نمونه‌های بسیاری در تئوری بازی می‌تواند مدل‌های خوبی در ساخت سیستم‌های تکاملی انتزاعی ارائه دهند (فاتالام و همکاران، ۲۰۰۰). بعضی از این سیستم‌ها و استراتژی‌های مورد استفاده، ایجاد بازیکن هوشمند سنگ، کاغذ، قیچی است. یک نیاز مشترک برای توسعه‌ی بازیکنان هوشمند، نیاز به تطبیق رفتار آنها بر اساس حرکات بازیکنان دیگر است (دسوزا و همکاران، ۲۰۱۳). این امر در صنعت بازی بسیار حائز اهمیت است چرا که ایجاد بازیکنان هوشمند و سازگار با استراتژی هر حریف هیجان و سختی بازی را افزایش می‌دهد. تاکنون مطالعات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است که در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

۲- ادبیات موضوع

فاتالام و همکارانش (۲۰۰۰) از الگوریتم ژنتیک برای آموزش بازیکن هوشمند در بازی سنگ، کاغذ، قیچی استفاده کردند. در این روش به جای تصمیم‌گیری بی طرفانه یک قاعده اتخاذ می‌شود به طوری که نتایج بازی در چند نوبت گذشته مشاهده می‌شود و سپس تصمیم‌گیری قطعی صورت می‌گیرد. چنین استراتژی با یک رشته ژنتیکی کدگذاری می‌شود و رشته‌های خوب در نسل‌های بعد تولید و در نهایت یک سیستم تکامل یافته برای آموزش بازیکن هوشمند ایجاد می‌شود. دسوزا و همکارانش، (۲۰۱۳) با استفاده از شبکه عصبی بدون وزن WIZARD، استراتژی مناسبی را برای ایجاد بازیکن هوشمند سنگ، کاغذ، قیچی ارائه دادند. این استراتژی شامل عملکرد جدیدی برای کدکردن دیتاهای ورودی، سه الگوریتم آموزش جدید برای طبقه‌بندی الگوهای ورودی در طول زمان و یک روش برای مقابله با اطلاعات ناقص در آرایه‌های ورودی می‌باشد. سنگورو و همکارانش، (۲۰۱۴) روشی برای تشخیص الگوی رفتار انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی با استفاده از شبکه عصبی feed forward ارائه دادند. سالوتی و همکارانش، (۲۰۰۷) روش جدیدی را برای پیش‌بینی لحظه‌ی مناسب برای استفاده از حالت‌های سنگ، کاغذ یا قیچی در طول بازی بر اساس شاخص‌های (Local Lyapunov Exponent (LLE و Entropy ارائه دادند. در این روش تأکید بر پیش‌بینی رفتار آینده‌ی حریف به خودی خود نیست بلکه بر پیش‌بینی بهترین لحظه است. منظور از بهترین لحظه، لحظه‌ای است که در آن رفتار آینده‌ی حریف قابل پیش‌بینی‌تر باشد سپس بازیکن هوشمند انتخابی را انجام می‌دهد که بازیکن مقابل را شکست دهد. چن و همکارانش، (۲۰۰۸) تکنیک‌های پردازش تصویر را برای تشخیص حالت‌های دست (سنگ، کاغذ، قیچی) به کار بردند.

در این روش، تصویر دست از عکس‌های متوالی استخراج می‌شود و سپس آستانه کلی و رنگ پوست، برای تولید تصویر باینری و فیلتر کردن تداخل به کار گرفته می‌شود. در آخر برای جلوگیری از ایجاد خطا فاصله‌ی بین ۲ انگشت دست مورد استفاده قرار می‌گیرد که همین معیار برای تشخیص وضعیت قیچی در بعضی موارد دشوار است و برای حل این مشکل از تکنیک‌های تقسیم بندی، رنگ پوست، histogram و معیار زاویه استفاده کردند. ماتسوموتو و همکارانش، (۲۰۱۲) برنامه‌ای برای دسته بندی معیارهای اعتبارسنجی برای قضاوت خودکار در بازی سنگ، کاغذ، قیچی ارائه دادند. در این کار ابتدا تعداد و مکان‌های دست در تصاویر سنگ، کاغذ، قیچی (RPS) با استفاده از دسته‌بندی C-Means به همراه روش‌های معتبر دسته بندی (clustering) تخمین زده می‌شود و سپس قضاوت برنده و بازنده با توجه به تفاوت بین فشرده سازی دسته‌ها انجام می‌شود. حسودا و همکارانش، (۲۰۰۷) رباتی را طراحی کردند که رودرروی انسان بازی سنگ، کاغذ، قیچی را انجام می‌دهد. این ربات طراحی شده قادر به بیان احساسات به واسطه صدا، حرکات بدن و حالات چهره است که بسته به نتایج بازی متفاوت می‌باشد. گنگ و همکارانش، (۲۰۱۷) روشی برای طبقه‌بندی سیگنال‌های الکترومیوگرافی (EMG) با توجه به حالت‌های دست (سنگ، کاغذ، قیچی) با استفاده از پرسپترون چندلایه ارائه دادند. در این روش، EMGها بر روی مدل فعالسازی دو سویه He-zajac-levine اعمال شده، سپس از خروجی مدل برای ورودی‌های MLP استفاده می‌شود و در نهایت MLP می‌تواند سه حالت مختلف دست را با دقت بالا طبقه‌بندی کند.

در این مقاله، از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه (MLP) برای ایجاد بازیکن هوشمند سنگ، کاغذ، قیچی استفاده شد. این الگوریتم، الگوی رفتاری انسان را در بازی بعدی تشخیص داده و سپس پاسخی مناسب جهت شکست دادن او ارائه می‌دهد. در ادامه به بررسی اثربخشی این شبکه در تشخیص الگوی رفتاری بازیکنان و درصد برنده شدن کامپیوتر پرداخته شد. به علاوه درصد برنده شدن کامپیوتر بدون شبکه‌ی عصبی و با انتخاب‌های کاملاً تصادفی در بازی واقعی مقابل انسان محاسبه شد.

۳- ساختار شبیه سازی

۳-۱- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network - ANN) ایده‌ای برای پردازش اطلاعات است که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته و مانند مغز انسان به پردازش اطلاعات می‌پردازد از این رو توانایی‌هایی دارد که به نظر می‌رسد شبیه مغز انسان است. براساس این فرض:

(۱) پردازش اطلاعات در عناصر ساده به نام نورون اتفاق می‌افتد.

(۲) سیگنال‌ها بین نورون‌ها بر روی پیوندهای اتصال منتقل می‌شوند.

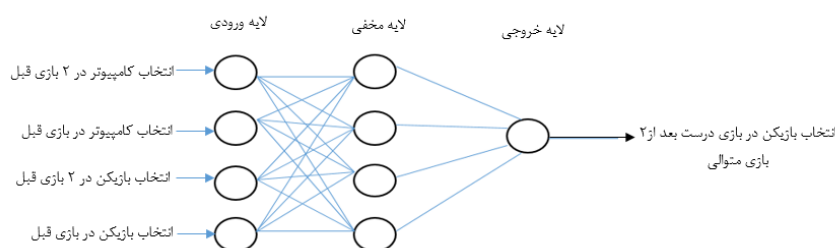
(۳) هر پیوند اتصال دارای وزن مرتبط است که در شبکه عصبی سیگنال‌های منتقل شده را چند برابر می‌کند.

(۴) هر نورون برای تعیین سیگنال خروجی یک تابع فعالساز به ورودی خود اعمال می‌کند (فاست، ۱۹۹۳).

دانشمندان علوم رایانه‌ای از این شبکه‌ها برای انجام کارهای پیچیده‌ای نظیر پیش‌بینی‌های تحلیلی، برنامه ریزی و شناخت الگوهای رفتاری کاربران استفاده می‌کنند.

۳-۱-۱- شبکه پرسپترون چند لایه (MLP)

شبکه پرسپترون چندلایه (MLP) پرکاربردترین نوع شبکه‌های عصبی چندلایه است که شبکه‌ای پیش‌خور با حداقل ۳ لایه می‌باشد: ۱ لایه ورودی، ۱ یا چند لایه پنهان و ۱ لایه خروجی (روشنی و همکاران، ۲۰۱۸). هر لایه دارای حداقل ۱ نورون است. نورون‌های هر لایه به تمامی نورون‌های لایه‌ی بعد متصل می‌شوند. الگوریتم پس انتشار خطا پر استفاده‌ترین روش برای آموزش شبکه‌های چند لایه است (دهلاقی و همکاران، ۲۰۱۵). ساختار شبکه MLP طراحی شده برای تشخیص الگوی رفتاری انسان در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- ساختار شبکه MLP طراحی شده برای تشخیص الگو رفتاری انسان

همانطور که در شکل ۱ نمایش داده شده، لایه ورودی شبکه طراحی شده دارای ۴ نورون است که انتخاب‌های کامپیوتر و بازیکن در ۲ بازی متوالی می‌باشد. خروجی هدف این شبکه، انتخاب‌های بازیکن در بازی درست بعد از ۲ بازی متوالی است. جدول ۱ مشخصات شبکه مصنوعی طراحی شده برای تشخیص الگوی رفتاری انسان را نشان می‌دهد.

MLP	شبکه به کار گرفته شده
۴	تعداد نورون‌ها در لایه ورودی
۴	تعداد نورون‌ها در لایه مخفی
۱	تعداد نورون‌ها در لایه خروجی
۶۰	تعداد Epochs
Tansig	تابع فعالساز

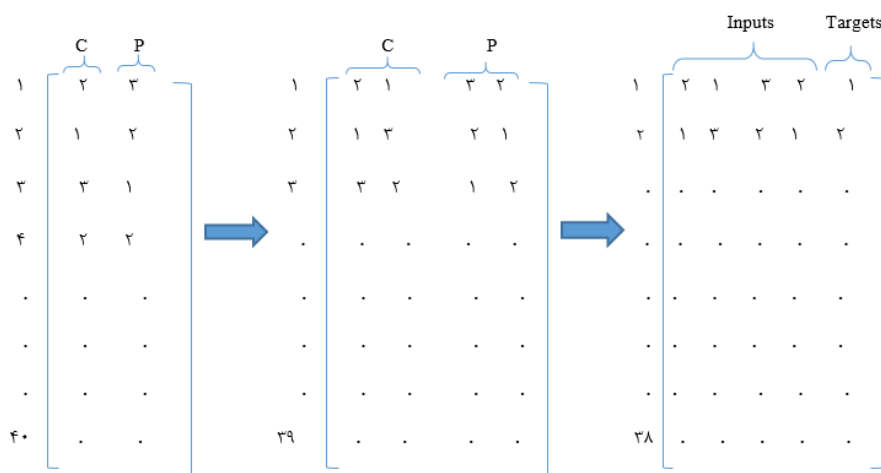
مراحل تشکیل ماتریس داده‌های ورودی (Input data) و خروجی هدف (Target) به صورت زیر است:
۱- در گام اول، یک ماتریس با ۴۰ سطر و ۲ ستون تشکیل می‌شود. در ستون اول و دوم به ترتیب انتخاب‌های کامپیوتر و بازیکن قرار می‌گیرد.

۲- در گام دوم، ماتریس به شکل دیگری نوشته می‌شود به طوری که انتخاب‌های اول و دوم کامپیوتر و بازیکن (در دو بازی متوالی) در سطر اول و سپس انتخاب‌های دوم و سوم در سطر بعدی پشت سرهم قرار می‌گیرند. این روند تا بازی چهارم ادامه دارد. در نهایت ماتریس جدید به ماتریسی با ۳۹ سطر و ۴ ستون تبدیل می‌شود.

۳- در گام سوم، یک ستون دیگر برای قرار دادن خروجی هدف به ماتریس قبلی اضافه می‌شود. این ستون، انتخاب بازیکن در بازی درست بعد از دو بازی متوالی است. در نهایت ماتریس مرحله‌ی قبل به ماتریسی با ۳۸ سطر و ۵ ستون تبدیل می‌شود.

۴- در گام آخر ستون‌های اول تا چهارم به عنوان داده‌های ورودی (Input data) و ستون پنجم به عنوان خروجی هدف (Target) در نظر گرفته می‌شود.

به عنوان مثال، فرض می‌کنیم انتخاب‌های کامپیوتر و بازیکن به صورت زیر است. مراحل تشکیل ماتریس در شکل ۳ نشان داده شده است. در شکل زیر، C و P به ترتیب انتخاب‌های کامپیوتر و بازیکن می‌باشد.



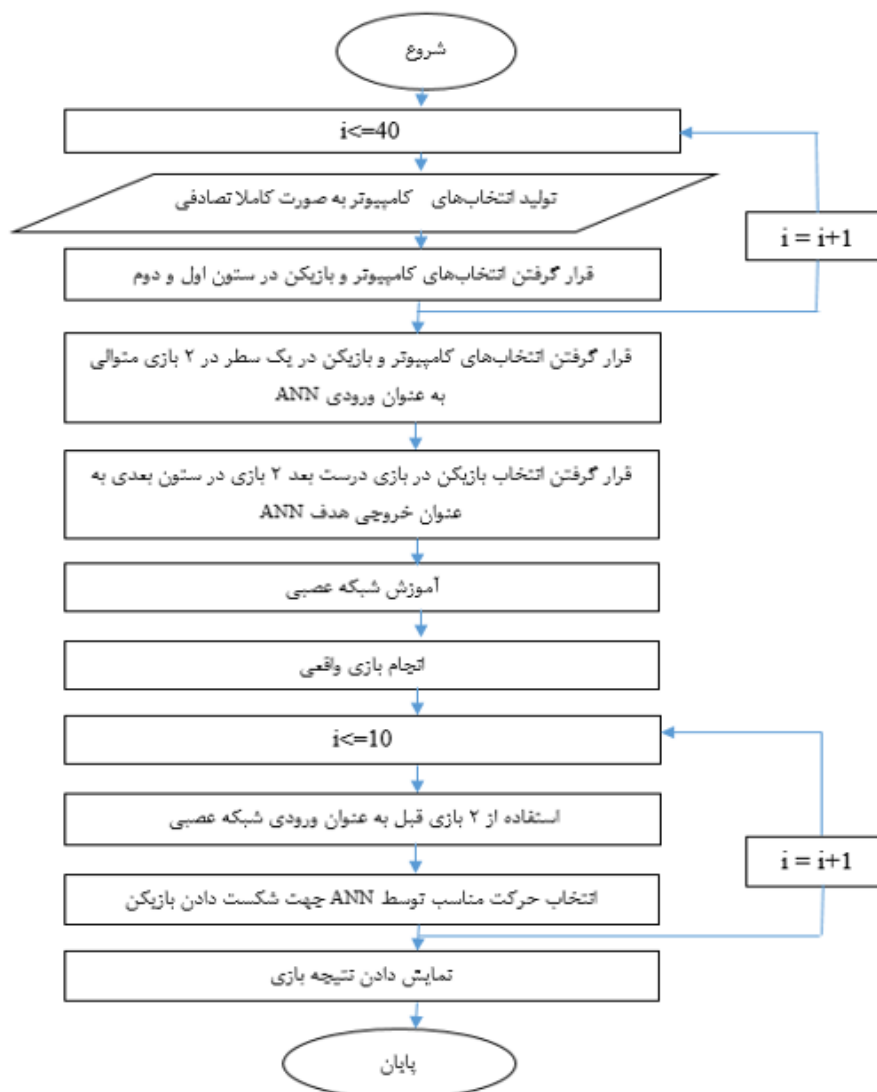
شکل ۳- مراحل تشکیل ماتریس ورودی و خروجی هدف

به منظور توسعه مدل ANN کل داده‌ها به ۳ دسته تقسیم شدند: ۷۰ درصد برای آموزش، ۱۵ درصد برای تست و ۱۵ درصد برای اعتبار سنجی.

۳-۱-۲ فاز دوم

بعد از اینکه شبکه عصبی الگوی کلی رفتار بازیکن را آموخت، آماده بازی واقعی در برابر بازیکن است. ۱۰ مسابقه (۴۱ تا ۵۰) برای این مرحله در نظر گرفته شده است. در بازی واقعی، ANN از انتخاب‌های بازیکن و کامپیوتر در ۲ بازی متوالی قبل به عنوان داده ورودی استفاده خواهد کرد و رفتار بازیکن را در بازی درست بعد از این ۲ بازی پیش‌بینی می‌کند و سپس انتخابی را انجام خواهد داد که بازیکن را شکست دهد. به عنوان مثال، در بازی چهارم و یکم، انتخاب‌های بازیکن و کامپیوتر در بازی ۳۹ و ۴۰ (۲) بازی متوالی قبل) برای پیش‌بینی رفتار بازیکن به شبکه عصبی داده خواهد شد.

در بازی واقعی، میزان اثربخشی شبکه عصبی در تشخیص الگوی رفتاری انسان و درصد برنده شدن کامپیوتر مشخص خواهد شد. فلوچارت طراحی بازی سنگ، کاغذ، قیچی با شبکه عصبی در شکل ۴ نشان داده شده است. در ادامه، برنامه دیگری بدون در نظر گرفتن شبکه‌ی عصبی برای بازی سنگ، کاغذ، قیچی در مقابل انسان نوشته شد. هدف از این کار، بررسی درصد برنده شدن کامپیوتر بدون شبکه عصبی است. در این برنامه به منظور ایجاد شرایط یکسان با شبکه عصبی، ۵۰ مسابقه بین کامپیوتر و بازیکن انجام می‌گیرد و ۱۰ مسابقه آخر به عنوان بازی واقعی (Real game) در نظر گرفته خواهد شد. تمامی انتخاب‌های کامپیوتر در این برنامه به صورت تصادفی است.



شکل ۴- فلوچارت طراحی بازی سنگ، کاغذ، قیچی با شبکه عصبی

۴- نتایج

شبکه عصبی پرسپترون چند لایه طراحی شده برای تشخیص الگوی رفتاری انسان بین ۴۰ نفر (۲۰ زن و ۲۰ مرد) تست شد. هر کدام از بازیکنان طی ۳ مرحله با شبکه‌ی مورد نظر بازی کردند. درصد برنده شدن کامپیوتر و میزان اثربخشی ANN در شکست دادن بازیکنان محاسبه شد. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۳ و ۴، درصد برنده شدن کامپیوتر با شبکه عصبی MLP طراحی شده در ۶۰ بازی صورت گرفته بین مردان، برابر با ۵۵٫۷٪ و با همین تعداد بازی در زنان برابر با ۸۶٪ می‌باشد. در حالی که درصد برنده شدن کامپیوتر بدون شبکه عصبی بین بازیکنان مرد و زن و با همان تعداد بازی به ترتیب برابر با ۵۵٫۲٪ و ۵۴٫۲٪ است. نتایج به دست آمده بیانگر عملکرد خوب شبکه عصبی در تشخیص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی است. واضح است که اثر بخشی این شبکه در شکست دادن بازیکنان زن بیشتر از بازیکنان مرد می‌باشد.

جدول ۳- نتایج بازی و درصد برنده شدن کامپیوتر در مردان با شبکه عصبی و بدون شبکه عصبی

نام	سن	تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			
			۱	۲	۳	۱	۲	۳	
جباری	۳۳	دکتری	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۹ You:۰ Tie:۱	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۲ You:۶ Tie:۲	Me:۴ You:۲ Tie:۴	۸۳٪/۳۳	۳۳٪/۳۳
اسدی	۳۱	کارشناسی ارشد	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۶ You:۲ Tie:۲	Me:۲ You:۲ Tie:۵	Me:۵ You:۱ Tie:۴	Me:۰ You:۶ Tie:۴	۳۳٪/۳۳	۶۶٪/۶۶
عظیمی	۴۱	لیسانس	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۲ You:۵ Tie:۳	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۱ You:۴ Tie:۵	Me:۳ You:۴ Tie:۳	۵۰٪	۳۳٪/۳۳
قاسمی	۶۰	کارشناسی ارشد	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۴ You:۴ Tie:۲	۱۶٪/۶۶	۵۰٪
قصری تبار	۱۶	دانش آموز	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۳ You:۶ Tie:۱	۵۰٪	۳۳٪/۳۳
رحیمی	۳۰	لیسانس	Me:۷ You:۳ Tie:۰	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۳ You:۳ Tie:۴	۱۰۰٪	۸۳٪/۳۳
دارابی	۳۱	لیسانس	Me:۲ You:۱ Tie:۷	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۳ You:۲ Tie:۴	Me:۲ You:۲ Tie:۴	Me:۴ You:۲ Tie:۴	۸۳٪/۳۳	۱۰۰٪
خنجری	۲۷	لیسانس	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۴ You:۳ Tie:۱	Me:۴ You:۵ Tie:۱	Me:۲ You:۵ Tie:۳	Me:۵ You:۲ Tie:۲	۶۶٪/۶۶	۶۶٪/۶۶

جدول ۳(ادامه). نتایج بازی و درصد برنده شدن کامپیوتر در مردان با شبکه عصبی و بدون شبکه عصبی

نام	سن	تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			
			۱	۲	۳	۱	۲	۳	
ع قاسمی	۲۴	لیسانس	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۰ You:۵ Tie:۵	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۳ You:۴ Tie:۳	۵۰٪	۱۶٪/۶۶
حق پرست	۳۱	کارشناسی ارشد	Me:۴ You:۰ Tie:۶	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۵ You:۲ Tie:۳	۶۶٪/۶۶	۱۰۰٪
شریفی	۳۰	لیسانس	Me:۲ You:۳ Tie:۵	Me:۱ You:۹ Tie:۰	Me:۲ You:۳ Tie:۵	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۵ You:۱ Tie:۴	۰٪	۳۳٪/۳۳
حسینی	۲۸	لیسانس	Me:۰ You:۴ Tie:۶	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۴ You:۴ Tie:۲	۶۶٪/۶۶	۵۰٪
عماد قاسمی	۲۹	کارشناسی ارشد	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۲ You:۱ Tie:۷	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۳ You:۳ Tie:۴	۶۶٪/۶۶	۱۶٪/۶۶
حدادی	۲۱	لیسانس	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۲ You:۳ Tie:۴	Me:۳ You:۴ Tie:۴	Me:۲ You:۴ Tie:۴	۶۶٪/۶۶	۳۳٪/۳۳
عسگری	۲۷	لیسانس	Me:۲ You:۵ Tie:۳	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۶ You:۳ Tie:۱	Me:۲ You:۳ Tie:۴	Me:۳ You:۱ Tie:۷	۳۳٪/۳۳	۶۶٪/۶۶
خسروی	۵۰	دکتری	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۰ You:۰ Tie:۱۰	Me:۲ You:۱ Tie:۷	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۳ You:۷ Tie:۰	۵۰٪	۰٪
ویسی	۲۶	لیسانس	Me:۴ You:۴ Tie:۴	Me:۳ You:۳ Tie:۳	Me:۴ You:۵ Tie:۱	Me:۳ You:۱ Tie:۵	Me:۳ You:۳ Tie:۴	۱۰۰٪	۳۳٪/۳۳

نام	سن	تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر	
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			بدون شبکه	با شبکه
			You:۵ Tie:۲	You:۴ Tie:۳	You:۰ Tie:۴	You:۳ Tie:۳	You:۲ Tie:۵	You:۲ Tie:۴		
محمد خسروی	۲۲	لیسانس	Me:۳ You:۱ Tie:۶	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۱ You:۳ Tie:۶	Me:۲ You:۶ Tie:۲	۳۳٪/۳۳	۱۰۰٪
فیض الهی	۳۴	لیسانس	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۳ You:۰ Tie:۷	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۲ You:۵ Tie:۳	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۶ You:۱ Tie:۳	۵۰٪	۸۳٪/۳۳
کریمی	۱۳	دانش آموز	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۲ You:۳ Tie:۵	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۶ You:۱ Tie:۳	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۰ You:۶ Tie:۴	۵۰٪	۵۰٪

جدول ۴. نتایج بازی و درصد برنده شدن کامپیوتر در زنان با شبکه عصبی و بدون شبکه عصبی

نام	سن	میزان تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر	
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			بدون شبکه عصبی	با شبکه عصبی
			۳	۲	۱	۳	۲	۱		
کریمی	۲۴	کارشناسی ارشد	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۶ You:۳ Tie:۱	Me:۲ You:۶ Tie:۲	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۱ You:۵ Tie:۴	Me:۴ You:۳ Tie:۳	۳۳٪/۳۳	۶۶٪/۶۶
قربانی	۲۷	لیسانس	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۶ You:۳ Tie:۱	۵۰٪	۰٪
صیاد	۲۴	کارشناسی ارشد	Me:۵ You:۱ Tie:۴	Me:۱ You:۳ Tie:۶	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۱ You:۶ Tie:۳	Me:۳ You:۱ Tie:۶	۳۳٪/۳۳	۵۰٪
شریفی	۳۰	دکتری	Me:۲ You:۶ Tie:۲	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۴ You:۵ Tie:۱	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۲ You: ۴ Tie:۴	Me: ۴ You:۳ Tie:۳	۶۶٪/۶۶	۱۶٪/۶۶
رزم گیر	۲۳	لیسانس	Me:۲ You:۶ Tie:۲	Me:۱ You:۴ Tie:۵	Me:۴ You:۵ Tie:۱	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۲ You:۳ Tie:۵	۳۳٪/۳۳	۰٪
عظیمی	۱۱	دانش آموز	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۲ You:۵ Tie:۳	Me:۶ You:۳ Tie:۱	Me:۲ You:۱ Tie:۷	Me:۴ You:۳ Tie:۳	۱۰۰٪	۶۶٪/۶۶
یارجانی	۲۴	لیسانس	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۳ You:۵ Tie:۲	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۰ You:۵ Tie:۵	Me:۴ You:۳ Tie:۳	۵۰٪	۳۳٪/۳۳
قاضی	۴۰	لیسانس	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۵ You:۴ Tie:۱	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۰ You:۸ Tie:۲	Me:۴ You:۲ Tie:۴	۳۳٪/۳۳	۶۶٪/۶۶
غیاثی	۲۹	دکتری	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۶ You:۰ Tie:۴	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۲ You:۴ Tie:۴	۶۶٪/۶۶	۵۰٪
صدیقیانی	۵۰	لیسانس	Me:۲ You:۰ Tie:۸	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۲ You:۲ Tie:۶	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۵ You:۳ Tie:۲	Me:۳ You:۱ Tie:۶	۸۳٪/۳۳	۵۰٪
نامدار زنگنه	۲۷	لیسانس	Me:۱ You:۵ Tie:۴	Me:۶ You:۲ Tie:۲	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۵ You:۲ Tie:۳	۶۶٪/۶۶	۵۰٪

نام	سن	میزان تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر	
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			بدون شبکه	با شبکه
قاسمی	۳۰	دکتری	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۵ You:۳ Tie:۲	Me:۱ You:۷ Tie:۲	Me:۴ You:۱ Tie:۵	Me:۵ You:۲ Tie:۳	۵۰٪	۶۶٪/۶۶	

جدول ۴ (ادامه). نتایج بازی و درصد برنده شدن کامپیوتر در زنان با شبکه عصبی و بدون شبکه عصبی

نام	سن	میزان تحصیلات	نتیجه بازی						درصد برنده شدن کامپیوتر	
			بدون شبکه عصبی			با شبکه عصبی			بدون شبکه عصبی	با شبکه عصبی
			۳	۲	۱	۳	۲	۱		
فرجی	۲۴	لیسانس	Me:۱ You:۴ Tie:۵	Me:۴ You:۰ Tie:۶	Me:۲ You:۳ Tie:۵	Me:۵ You:۲ Tie:۴	Me:۲ You:۴ Tie:۴	Me:۳ You:۵ Tie:۲	۳۳٪/۳۳	۳۳٪/۳۳
اختیاری	۲۰	دانشجو	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۱ You:۳ Tie:۶	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۲ You:۳ Tie:۵	Me:۲ You:۲ Tie:۶	۳۳٪/۳۳	۵۰٪
امیری	۲۶	لیسانس	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۴ You:۶ Tie:۰	Me:۵ You:۲ Tie:۲	۳۳٪/۳۳	۱۶٪/۶۶
دارابی	۱۹	دیپلم	Me:۱ You:۴ Tie:۵	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۴ You:۱ Tie:۵	Me:۳ You:۳ Tie:۴	Me:۴ You:۱ Tie:۵	Me:۴ You:۲ Tie:۳	۸۳٪/۳۳	۵۰٪
قنبری	۱۴	دانش آموز	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۴ You:۱ Tie:۵	Me:۳ You:۴ Tie:۳	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۵ You:۱ Tie:۴	Me:۶ You:۰ Tie:۴	۱۰۰٪	۳۳٪/۳۳
عظیمی	۴۷	لیسانس	Me:۷ You:۳ Tie:۰	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۴ You:۴ Tie:۲	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۱ You:۴ Tie:۵	Me:۶ You:۳ Tie:۱	۶۶٪/۶۶	۵۰٪
بهرامی	۲۵	لیسانس	Me:۴ You:۲ Tie:۴	Me:۲ You:۶ Tie:۲	Me:۴ You:۳ Tie:۳	Me:۶ You:۱ Tie:۳	Me:۶ You:۱ Tie:۳	Me:۳ You:۱ Tie:۶	۱۰۰٪	۶۶٪/۶۶
رستمی	۵۵	کارشناسی ارشد	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۳ You:۲ Tie:۵	Me:۴ You:۱ Tie:۵	Me:۳ You:۶ Tie:۱	Me:۵ You:۲ Tie:۳	Me:۵ You:۰ Tie:۵	۶۶٪/۶۶	۱۰۰٪

در جدول‌های فوق، Me و You به ترتیب برابر با تعداد بردهای کامپیوتر و بازیکن می‌باشد و همچنین Tie برابر با تعداد دفعات مساوی شدن کامپیوتر و بازیکن است.

نتیجه‌گیری

بازی و سرگرمی از ابتدای حیات بشریت نقش مهمی در زندگی انسان داشته است. امروزه بازی‌ها به شکل بازی‌های رایانه‌ای هستند. هدف اصلی این مطالعه، ایجاد بازیکن هوشمند سنگ، کاغذ، قیچی است که بتواند الگوی رفتاری انسان را تشخیص و او را شکست دهد. برای تحقق این امر از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) استفاده شده است. نتایج بدست آمده از بررسی شبکه MLP طراحی شده بین مردان و زنان، نشانگر عملکرد خوب این شبکه در تشخیص الگوی رفتاری بازیکنان است. شایان ذکر است درصد برنده شدن کامپیوتر با شبکه‌ی مذکور بیشتر از درصد برنده شدن کامپیوتر بدون شبکه عصبی است.

- احمدوند، محمدعلی، (۱۳۷۲)، روانشناسی بازی، دانشگاه پیام نور، چاپ اول.
- Chen, W. Y., Chung, C. H., Heish, S. Y., & Ku, C. C. (2010, May). Rock, Paper and Scissors image identification scheme. In 4th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science (pp. 748-753). IEEE.
 - Cenggoro, T. W., Kridalaksana, A. H., Arriyanti, E., & Ukkas, M. I. (2014, May). Recognition of a human behavior pattern in paper rock scissor game using backpropagation artificial neural network method. In 2014 2nd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT) (pp. 238-243). IEEE.
 - De Souza, D.F., Carneiro, H.C., França, F.M. and Lima, P.M. (2013, September). Rock-paper-scissors wisard. In 2013 BRICS Congress on Computational Intelligence and 11th Brazilian Congress on Computational Intelligence (pp. 178-182). IEEE.
 - Dehlaghi, V., Taghipour, M., Haghparsat, A., Roshani, G. H., Rezaei, A., Shayesteh, S. P., ... & Karimi, G. R. (2015). Prediction of the thickness of the compensator filter in radiation therapy using computational intelligence. *Medical Dosimetry*, 40(1), 53-57.
 - Fausett, L. (1994). Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications. Prentice-Hall, Inc...
 - Fathelalem F. Ali, Nakao, Z., & Chen, Y. W. (2000, July). Playing the rock-paper-scissors game with a genetic algorithm. In Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation. CEC00 (Cat. No. 00TH8512) (Vol. 1, pp. 741-745). IEEE.
 - Gang, T., Cho, Y., & Choi, Y. (2017, June). Classification of rock-paper-scissors using electromyography and multi-layer perceptron. In 2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI) (pp. 406-407). IEEE.
 - Hasuda, Y., Ishibashi, S., Kozuka, H., Okano, H., & Ishikawa, J. (2007, June). A robot designed to play the game Rock, Paper, Scissors. In 2007 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (pp. 2065-2070). IEEE.
 - Matsumoto, Y., Yamamoto, T., Honda, K., Notsu, A., & Ichihashi, H. (2012, June). Application of cluster validity criteria to Rock-Paper-Scissors game judgment. In 2012 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (pp. 1-5). IEEE.
 - Roshani, G. H., Roshani, S., Nazemi, E., & Roshani, S. (2018). Online measuring density of oil products in annular regime of gas-liquid two phase flows. *Measurement*, 129, 296-301.
 - Salvetti, F., Patelli, P., & Nicolo, S. (2007). Chaotic time series prediction for the game, Rock-Paper-Scissors. *Applied Soft Computing*, 7(4), 1188-1196.

ارزیابی عوامل موثر بر کاهش تولید گاز نسبت به برنامه تکلیفی سکوی فاز ۱۲ میدان پارس جنوبی با رویکرد داده کاوی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۳۱

کد مقاله: ۷۲۵۴۹

شکيبا خادم القرانی^۱، سعيد يوسفیان^۲

چکیده

نقش و جایگاه تأثیرگذار مدیریت داده در تمام عرصه‌ها برکسی پوشیده نیست. اهمیت این موضوع زمانی خود را بیشتر نمایان می‌کند که در صنعت بزرگی مانند نفت و گاز نقش آفرینی نماید. میزان استحصال گاز از سکوی فاز ۱۲ پارس جنوبی طی سال‌های ۱۳۹۲ لغایت ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که ۸۴ درصد از برنامه مصوب تولید محقق گردیده است. عدم تحقق کامل برنامه مصوب تولید، به طور قطع تبعات منفی در زمینه تأمین انرژی مورد نیاز کشور در مصارف خانگی و صنعتی را بدنبال خواهد داشت. در این پژوهش با توجه به حجم بالای داده در زمینه عوامل موثر بر کاهش تولید گاز از رویکرد داده کاوی و سه الگوریتم درخت تصمیم، قواعد انجمنی و شبکه عصبی ارزیابی وضعیت سکو صورت پذیرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، محدودیت‌های دریافت پایین دست (پالایشگاه‌ها) به عنوان یک عامل مهم برون سازمانی، همچنین پتانسیل پایین تولید برخی چاه‌ها و نیز خرابی برخی تجهیزات اعم از تجهیزات برق و ابزار دقیق، مکانیک و ... به عنوان عوامل مهم درون سازمانی در بروز کاهش تولید گاز و در نتیجه عدم تحقق کامل برنامه‌های مصوب برداشت از این سکو دخیل بوده‌اند. از این رو با استفاده از نتایج حاصل از این پژوهش، مدیران و کارشناسان مجموعه قادر خواهند بود، در آینده نسبت به اتخاذ تصمیم‌ها و سیاست‌های صحیح در جهت اولویت‌بندی و پیشگیری از وقوع عوامل کاهش تولید و در نتیجه پوشش کامل برنامه مصوب تولید، اقدامات موثر را بعمل آورند.

واژگان کلیدی: میدان پارس جنوبی، داده کاوی، درخت تصمیم‌گیری، قواعد انجمنی، شبکه عصبی

۱- عضو هیئت علمی و استاد دانشگاه شیخ بهایی، shakiba_kh@shbu.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع

۱- مقدمه

کاوش داده‌های سازمانی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی، و آشکارسازی روابط پنهان میان داده‌های سازمان به ما کمک خواهد کرد تا مسیری برای رشد و تعالی سازمان که استراتژی پیشبرد نامیده می‌شود، مشخص سازیم. بطور کلی استفاده وسیع از سیستم‌های مکانیزه و اتوماسیون‌های صنعتی و اداری، سازمان‌ها را با حجم زیادی از اطلاعات روبرو می‌نماید. رشد روز افزون در داده‌های ذخیره شده نیاز مبرم به وجود تکنولوژی‌های جدید و ابزارهای خودکاری را ایجاد کرده که بصورت هوشمند به انسان یاری رسانند تا این حجم عظیم داده را به اطلاعات و دانش تبدیل نماید (تایوگ و همکاران، ۱۳۹۳).

تأکید بر نظارت و حصول اطمینان از عملیات تولید در طول بهره‌برداری از صنایع نفت و گاز موجب گردیده که در طول دو دهه گذشته، وجود فناوری اطلاعات در مدیریت "داده‌های بزرگ" در این صنعت نقش برجسته‌تری ایفا نماید. حجم انبوهی از داده‌های حاصل از نظارت بر تولید چاه‌های نفت و گاز و فرایندهای عملیاتی، مدیریت و استفاده از این اطلاعات را برای این صنعت، سهام‌داران و سرمایه‌گذاران آن از اهمیت برخوردار نموده است. ادغام و تحلیل داده‌ها برای کارشناسان صنعت نفت و گاز بمنظور ایجاد دیدگاهی جهت حرکت به سمت تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده‌ها ضروری می‌باشد (ابوسید، ۲۰۱۲).

با توجه به آنکه داده‌کاوی فرآیندی است که از انواع تکنیک‌های مدل‌سازی و آنالیز داده برای کشف الگوها و ارتباطات در داده‌ها برای انجام پیش‌بینی‌های دقیق بهره می‌برد، این امر صنعت نفت را در موضوعات متنوعی یاری می‌دهد. بگونه‌ای که استفاده از روش‌های جدید آنالیز داده؛ مانند داده‌کاوی برای پایگاه‌های داده این صنعت بسیار حیاتی بوده و بدین جهت امروزه دانش داده‌کاوی در تمامی موضوعات و برنامه‌ریزی‌های خرد و کلان صنعت نفت نقشی موثر ایفا می‌نماید.

طرح توسعه فاز ۱۲، بزرگترین طرح توسعه میدان پارس جنوبی است که بمنظور برداشت روزانه ۳ میلیارد فوت مکعب گاز از مخزن پارس جنوبی طراحی و در دست اجرا می‌باشد. اهداف اجرای این طرح شامل:

تولید روزانه ۷۵ میلیون متر مکعب گاز شیرین و غنی جهت تزریق به خط لوله ششم سراسری گاز کشور

تولید روزانه ۱۱۰ هزار بشکه میعانات گازی

تولید روزانه ۷۵۰ تن گوگرد دانه بندی شده

فاز ۱۲ میدان گازی پارس جنوبی با مساحتی در حدود ۲۰۵ کیلومتر مربع، روی خط مرزی مشترک ایران و قطر در عمق حدود ۳۰۰۰ متری کف خلیج فارس و در ۱۰۵ کیلومتری سواحل ایران قرار گرفته است، این فاز با برخورداری از ذخایر درجای معادل ۶۰۰ میلیارد مترمکعب گاز حدود ۵ درصد از ذخایر میدان گازی پارس جنوبی را به خود اختصاص داده است (وبگاه شرکت نفت و گاز پارس^۱).

۲- ابزار داده‌کاوی مورد استفاده در این پژوهش

با توجه به اینکه بانک اطلاعاتی SQL Server به‌عنوان یکی از قویترین سیستم‌های مدیریت بانک اطلاعات رابطه‌ای، مخصوصاً در حجم بالای داده شناخته شده است، استفاده از SQL Server در پروژه‌های داده‌کاوی به‌منظور ذخیره‌سازی و مدیریت حجم بالای داده‌ها و استفاده از امکانات Business Intelligence Development Studio که قابلیت‌های برنامه نویسی را در SQL Server فراهم آورده است، یکی از بهترین انتخاب‌ها می‌باشد (شهرابی، ۱۳۹۲، ۱۶).

از مزایای استفاده از نرم افزار Microsoft SQL Server بمنظور اجرای فرایند داده‌کاوی آن است که؛ این برنامه نسبت به ارائه یک محیط یکپارچه برای ایجاد مدل‌های داده‌کاوی و کار با آنها می‌پردازد. این محیط شامل SQL Server Development Studio است که با بهره‌مندی از الگوریتم‌های داده‌کاوی و ابزارهای Query موجب تسهیل در روند ایجاد یک راهکار جامع برای بسیاری از پروژه‌ها و SQL Server Management Studio می‌شود که ابزارهایی برای جستجوی مدل‌ها و مدیریت اشیاء داده‌کاوی می‌باشند. مهمترین ویژگی موتور SQL Server، یکپارچگی آن با Microsoft.Net Framework می‌باشد که امکان ساخت رویه‌های ذخیره شده، توابع تعریف شده کاربر و تریگرها را با هریک از زبان‌های برنامه نویسی .Net میسر می‌سازد. استفاده از موتور بانک اطلاعاتی SQL Server امکان مدیریت همزمان و یکپارچه داده‌های گسسته و پیوسته را پدید می‌آورد که دغدغه همیشگی در بکارگیری الگوریتم‌های داده‌کاوی بوده است (شهرابی، ۱۳۹۲، ۱۵).

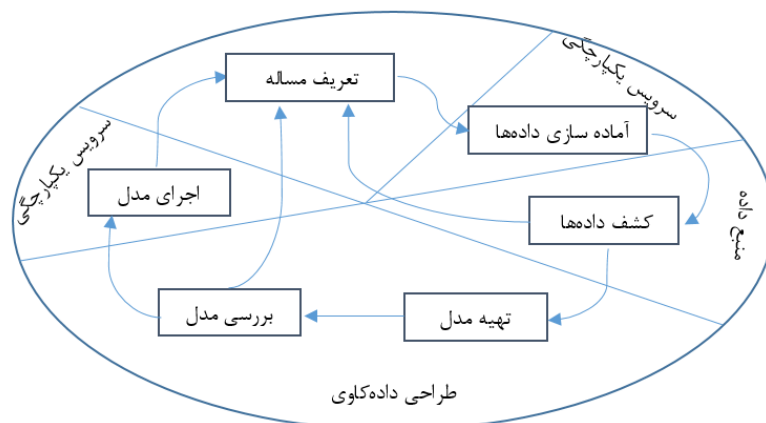
در پژوهش حاضر تمام داده‌های تولید سکوها و نیز عوامل کاهش تولید وابسته به آنها در محیط SQL Server تجمیع و ذخیره‌سازی گردیده‌اند. استفاده از قابلیت‌های موجود در محیط Analysis Services این امکان را به پژوهشگر و کارشناسان می‌دهد تا با برقراری یک ارتباط با محیط پایگاه داده نسبت به ساخت کوئری‌های مورد نظر اقدام و با اجرای الگوریتم‌های داده‌کاوی در محیط Analysis Services نسبت به بررسی و تحلیل آنها اقدام نماید.

¹ www.pogc.ir

بنابراین ابزار مورد استفاده در این پژوهش، SQL Server Data Tools (SSDT) می باشد که در محیط Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) قابلیت اجرایی پیدا می کند.

مراحل مختلف ایجاد پروژه در محیط SQL Server Data Tools، شامل: ایجاد منبع داده^۱، ایجاد پرس و جو^۲ و در نهایت ایجاد ساختار داده کاوی^۳ جهت کار بر روی الگوریتم های آن می باشد (مک لنن، ۲۰۰۸، ۱۸۷).

شکل ۱، رابطه میان هر یک از مراحل فوق را در این فرایند و تکنولوژی های موجود در Microsoft SQL Server توصیف می نماید.



شکل ۱- فرایند ایجاد یک مدل داده کاوی در Microsoft SQL Server

۳- پایگاه داده

پایگاه داده ایجاد شده در محیط SQL Server دارای دو جدول تحت عناوین جدول تولید و نیز جدول عوامل کاهش تولید نسبت به برنامه مصوب سکوها می باشد که بصورت رابطه ای و از طریق یک فیلد مشترک با یکدیگر ارتباط یافته اند. جدول تولید شامل ۶ فیلد (ستون) تحت عناوین: نام سکو، تاریخ، برنامه مصوب، میزان تولید گاز، میزان تولید میعانات گازی و یک فیلد یکتا جهت ارتباط با جدول عوامل کاهش تولید می باشد که مقادیر تولید واقعی و برنامه تولید سکوها را بصورت روزانه در خود ذخیره نموده است. نوع داده های ذخیره شده در فیلدهای نام سکو و تاریخ از نوع متنی و در مابقی فیلدها از نوع عددی در نظر گرفته شده است.

جدول عوامل کاهش تولید نیز شامل ۷ فیلد (ستون) تحت عناوین: تاریخ، میزان کاهش تولید، ماهیت کاهش تولید، حوزه های مسئولیتی، حوزه های رخداد و علت بروز کاهش تولید می باشد که توسط فیلد یکتای مشترک به جدول تولید ارتباط داده شده است. نوع داده های ذخیره شده در فیلد مقدار کاهش تولید از نوع عددی و در سایر فیلدها از نوع متنی در نظر گرفته شده است.

در واقع بمنظور انجام مدل سازی و اجرای فرایند داده کاوی، نسبت به ساخت کوئری های مورد نیاز در SQL Server Database Engine و برقراری ارتباط با محیط Analysis Services از این پایگاه داده، اقدام گردیده است.

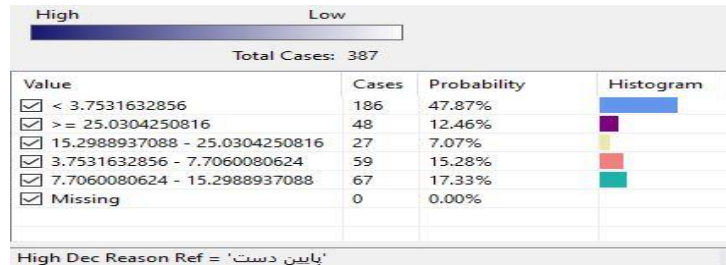
همچنین تعداد رکوردهای ثبت گردیده متعلق به سکوی SPD12 در جدول عوامل کاهش تولید برابر با ۲۲۵۸ رکورد می باشد که برهمین اساس و با توجه به لزوم تفکیک کل داده ها به ۲ بخش مجموعه داده های آموزشی^۴ که برای ساخت مدل و داده های آزمایشی^۵ که برای ارزیابی مدل ساخته شده بکار گرفته می شود و نیز با احتساب اختصاص ۳۰ درصد از کل داده ها به مجموعه آزمایشی، تفکیک تعداد رکوردها در جدول عوامل کاهش تولید به شرح جدول ۱ خواهد بود.

جدول ۱- مجموعه داده های آزمایشی و آموزشی

عناوین	درصد متعلقه	تعداد
مجموعه داده های آزمایشی	۳۰٪	۶۷۷

- 1 Data Source
- 2 Data Source Views
- 3 Mining Structure
- 4 Training Data Set
- 5 Testing Data Set

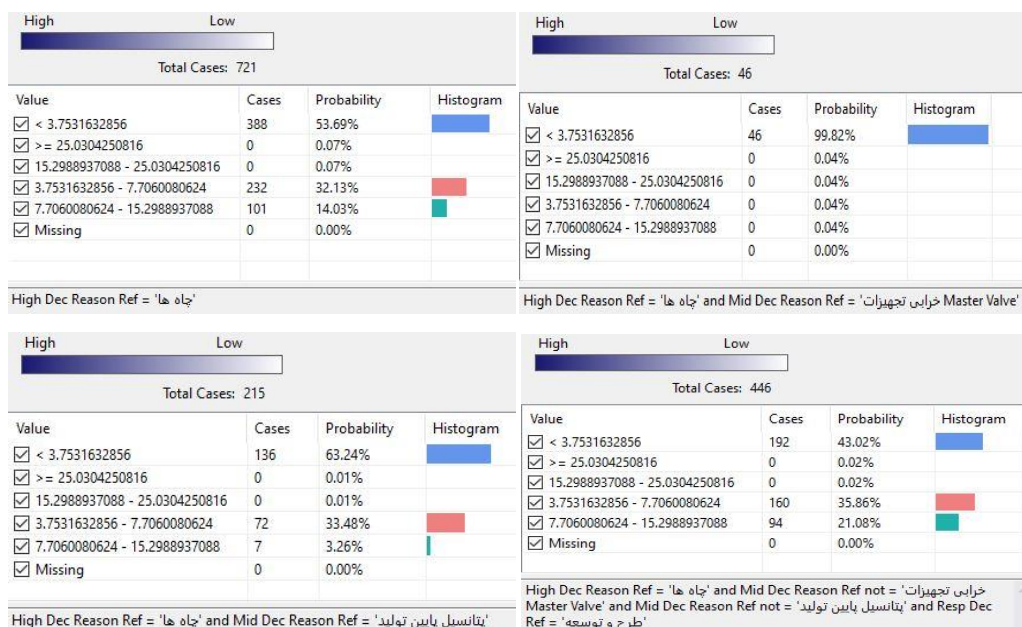
قانون شماره ۱: مطابق با شکل ۳، در محیط SSDT، در ۳۸۷ رخداد، کاهش تولید در حوزه پایین دست با مسئولیت پالایشگاه بوده است که در ۴۸ درصد تراکم آن با کاهش تولید کمتر از ۳،۸ و در ۱۷ درصد با کاهش تولید بین ۷،۷ تا ۱۵،۳ میلیون متر مکعب مواجه گردیده است.



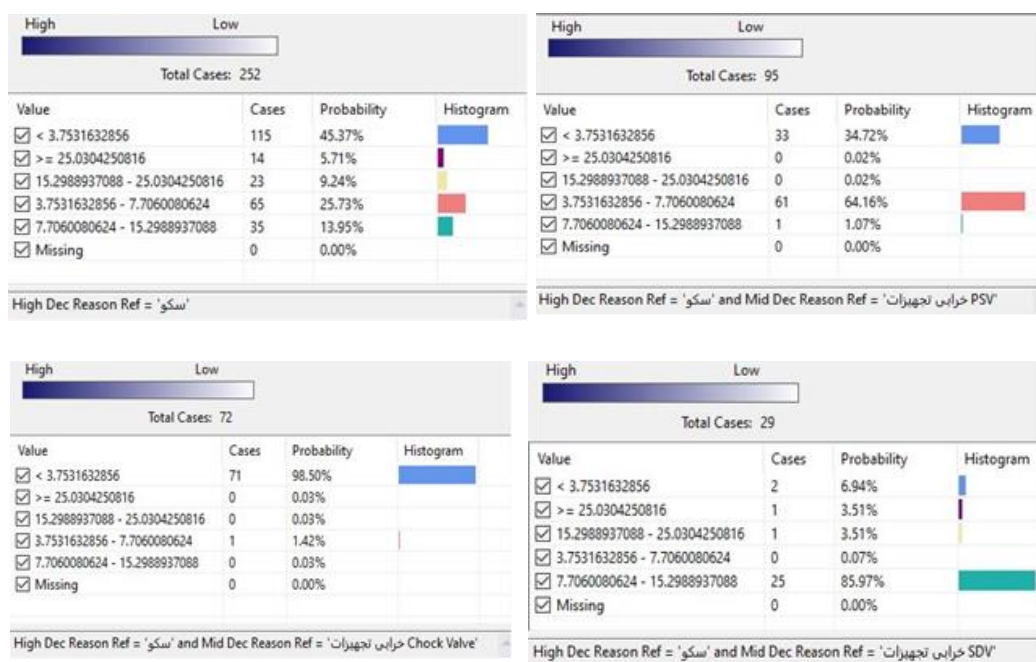
شکل ۳- قانون اول درخت تصمیم در محیط SSDT

قانون شماره ۲: مطابق با شکل ۴، در محیط SSDT، ۷۲۱ رخداد کاهش تولید در حوزه چاه‌ها با مسئولیت معاونت طرح و توسعه بوده است که در ۵۴ درصد تراکم آن با کاهش تولید کمتر از ۳،۸ و در ۱۴ درصد با کاهش تولید بین ۷،۷ تا ۱۵،۳ میلیون متر مکعب میلیون متر مکعب مواجه گردیده است. بر این اساس، ۴۶۰ رخداد مربوط به انجام فعالیت‌های حفاری چاه‌ها بوده است که در اختیار معاونت طرح و توسعه می‌باشد. در ۲۱۵ رخداد نیز بدلیل پتانسیل پایین تولید چاه‌ها و در ۴۶ رخداد نیز بدلیل خرابی تجهیزات مشخصاً خرابی تجهیز Master Valve می‌باشد.

قانون شماره ۳: مطابق با شکل ۵، در محیط SSDT، ۲۵۲ رخداد کاهش تولید در حوزه سکو اتفاق افتاده که در ۴۵ درصد تراکم آن، با کاهش تولید کمتر از ۳،۸ و در ۱۴ درصد با کاهش تولید بین ۷،۷ تا ۱۵،۳ میلیون متر مکعب مواجه گردیده است. در این میان عامل خرابی تجهیزات و مشخصاً خرابی تجهیز PSV با ۹۵ رخداد، خرابی تجهیز Chock Valve با ۸۵ رخداد و خرابی تجهیز SDV با ۲۹ رخداد بیشترین تاثیرگذاری، در بروز کاهش‌های تولید را داشته‌اند.



شکل ۴- قانون دوم درخت تصمیم در محیط SSDT



شکل ۵- قانون سوم درخت تصمیم در محیط SSDT

۴-۲- الگوریتم قوانین انجمنی

استخراج قواعد انجمنی نوعی عملیات داده‌کاوی است که به جستجو برای یافتن ارتباط بین ویژگی‌ها در مجموعه داده‌ها می‌پردازد. به عبارتی قوانین وابستگی (انجمنی) اتفاق و وقوع یک شیء را براساس وقوع سایر اشیاء توصیف می‌کنند. برای مثال در یک سوپر مارکت هدف در کاوش قوانین انجمنی؛ یافتن نظم حاکم بر سبد خرید می‌باشد، در این کاربرد به ازای هر سبد؛ یک قانون پیدا می‌شود و بررسی خواهد شد که این قانون در چه تعداد از سبدها صدق می‌کند و در نهایت یک مجموعه قوانین که در بیشترین تعداد از سبدها صدق می‌کند به عنوان مجموعه قوانین انجمنی خروجی ارائه می‌شود. به بیان دیگر در این کاربرد به دنبال پیدا کردن یک مجموعه از قوانین وابستگی هستیم تا براساس آن قوانین بتوانیم نتیجه‌گیری کنیم وجود کدامیک از مجموعه اشیاء بر وجود چه مجموعه اشیاء دیگری تأثیر گذار است (غضنفری، ۱۳۹۵).

با پیاده سازی این الگوریتم بر روی سکوی SPD12 و با در نظر گرفتن متغیرهای ورودی و پیش بینی مشابه الگوریتم درخت تصمیم به قوانینی به شرح زیر دست خواهیم یافت.

البته باید توجه داشت که در مدل قوانین انجمنی، تعداد بسیار زیادی قوانین استخراج شده که با اعمال فیلترینگ و انتخاب شاخص؛ حداقل احتمال رخداد به میزان ۶۰ درصد قوانینی معنا دار به شرح زیر استخراج گردیده است:

قانون شماره ۱: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید سکو با مسئولیت معاونت تولید و عملیات و علت بروز آن نشت گاز از اتصالات لوله‌ها باشد، آنگاه سکو به احتمال ۱۰۰٪ با کاهش تولید بین ۱۵،۳ تا ۲۵ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

قانون شماره ۲: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید سکو با مسئولیت معاونت تولید و عملیات و علت بروز آن خرابی تجهیزات و مشخصاً خرابی تجهیز ESD باشد، آنگاه سکو به احتمال ۱۰۰٪ با کاهش تولید بین ۳،۷ تا ۷،۷ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

قانون شماره ۳: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید خطوط لوله دریایی با مسئولیت معاونت طرح و توسعه و علت بروز آن افزایش فشار خط باشد، آنگاه سکو به احتمال ۱۰۰٪ با کاهش تولید کمتر از ۳،۷ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

قانون شماره ۴: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید سکو با مسئولیت معاونت تولید و عملیات و علت بروز آن خرابی تجهیزات و مشخصاً خرابی تجهیز Chock Valve باشد، آنگاه سکو به احتمال ۹۸٪ با کاهش تولید کمتر از ۳،۷ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

قانون شماره ۵: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید پایین دست با مسئولیت پالایشگاه و علت بروز آن تاخیر در اتمام بموقع تعمیرات اساسی باشد، آنگاه سکو به احتمال ۱۰۰٪ با کاهش تولید بین ۱۵،۳ تا ۲۵ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

قانون شماره ۶: چنانچه حوزه رخداد کاهش تولید سکو با مسئولیت معاونت تولید و عملیات و علت بروز آن خرابی تجهیزات و مشخصاً خرابی تجهیز SDV باشد، آنگاه سکو به احتمال ۸۶٪ با کاهش تولید بین ۷,۷ تا ۱۵,۳ میلیون متر مکعب مواجه خواهد شد.

۴-۳- الگوریتم شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی همانند، روش کار مغز انسان برای حل مسائلی است که با آن مواجه می‌شود. ابتدا حقایق مساله را در چند سطح تحلیل کرده و می‌سجد. سپس این حقایق، وارد نرون‌های عصبی می‌شوند. این نرون‌های عصبی مانند فیلترهایی که براساس الگوهای معلوم قبلی عمل می‌کنند، شروع به فیلتر کردن حقایق می‌نمایند. درنهایت این موضوع سبب استنتاج می‌گردد که ممکن است منجر به پیدا کردن راه حلی برای مساله شود. در حقیقت شبکه عصبی مصنوعی یک مدل محاسباتی انتزاعی از مغز انسان است. الگوریتم شبکه عصبی میکروسافت، نرون‌های عصبی مصنوعی را بین ورودی‌ها و خروجی‌ها، برقرار می‌سازد و از آنها به عنوان الگو برای پیش‌بینی‌های آینده استفاده می‌نماید. مزیت این الگوریتم نسبت به الگوریتم‌های دیگر، کشف روابط خیلی پیچیده بین ورودی‌ها و خروجی‌ها است. البته نسبت به الگوریتم‌های دیگر زمان بیشتری را جهت ساخت و آموزش مدل استفاده می‌کند (غضنفری، ۱۳۹۵). در فاز اجرای الگوریتم شبکه عصبی بر روی سکوی SPD12 نیز با در نظر گرفتن متغیرهای ورودی و پیش بینی مشابه الگوریتم های قبلی نتایجی مشابه جدول حاصل گردیده که در واقع نسبت به اولویت بندی هر یک از عوامل کاهش تولید اقدام نموده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از اجرای الگوریتم شبکه عصبی

ماهیت کاهش	حوزه رخداد	علت اصلی	احتمال میزان کاهش تولید کمتر از ۳,۷	احتمال میزان کاهش تولید بین ۳,۷ تا ۷,۷	احتمال میزان کاهش تولید بیشتر از ۷,۷
برون سازمانی	پالایشگاه	محدودیت در خطوط شبکه سراسری انتقال گاز	۸۰٪	۸٪	۱۲٪
		اشکال در کمپرسورهای Export Gas پالایشگاه	۱۵٪	۲۳٪	۶۲٪
		اشکال در شیرهای GOV پالایشگاه	۴۲٪	۷٪	۵۱٪
		مشکلات فنی و عملیاتی در پالایشگاه	۸٪	۱۵٪	۷۷٪
		تاخیر در اتمام تعمیرات اساسی پالایشگاه	۷۰٪	۹٪	۲۱٪
		محدودیت در مخازن ذخیره سازی	۵۹٪	۱۰٪	۳۱٪
درون سازمانی	چاه ها	انجام فعالیت های تعمیر و نگهداشت چاه ها	۱۸٪	۱۸٪	۶۴٪
		گریس کاری تجهیزات	۲۲٪	۳۷٪	۴۱٪
		پتانسیل پایین تولید چاه ها	۳۲٪	۲۵٪	۴۳٪
		خرابی تجهیزات سرچاهی DHSV	۱۵٪	۱۶٪	۶۹٪
		تست و نشت یابی چاه ها	۶۳٪	۱۱٪	۲۶٪
	سکو	نشت گاز از اتصالات لوله ها	۴٪	۴٪	۹۲٪
		خرابی تجهیزات Master Valve	۵۸٪	۵٪	۳۷٪
		خرابی تجهیزات ESD	۱۵٪	۱۰٪	۷۵٪
		خرابی تجهیزات Chock Valve	۲۷٪	۹٪	۶۴٪
		خرابی تجهیزات SDV	۲۸٪	۱۴٪	۵۸٪
		خرابی تجهیزات PSV	۲۱٪	۴۴٪	۳۵٪
		خرابی تجهیزات UPS	۸٪	۳۱٪	۶۱٪
		خرابی تجهیزات Control Valves	۲۷٪	۹٪	۶۴٪
		خط لوله	۳۱٪	۱۶٪	۵۳٪
		افزایش فشار	۳۱٪	۱۶٪	۵۳٪

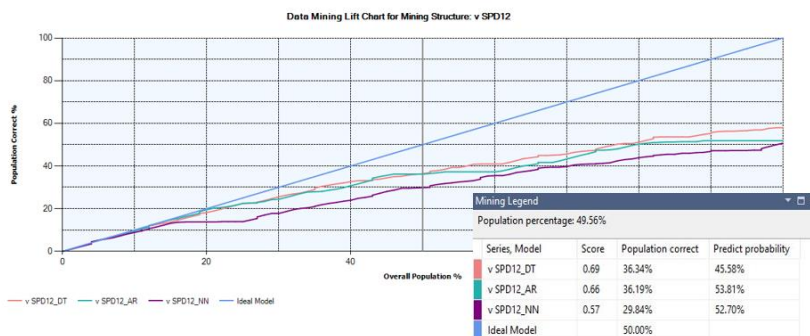
نتایج حاصل از اجرای الگوریتم شبکه عصبی مطابق جدول ۳، میزان اهمیت هر یک از عوامل بروز کاهش تولید را در سکوی مذکور را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر با استفاده از این نتایج می‌توان نسبت به اولویت‌بندی عوامل کاهش تولید بر اساس میزان تأثیرگذاری آنها بر متغیر تولید و برنامه‌ریزی جهت تعدیل آنها استفاده نمود. به عنوان مثال چنانچه عامل کاهش تولید، نشت گاز از

اتصالات لوله‌ها، خرابی تجهیزات ESD یا خرابی تجهیزات سرچاهی باشد، سکو بترتیب با احتمال ۹۲٪، ۷۵٪ و ۶۹٪ با کاهش تولید بیش از ۷,۷ میلیون متر مکعب مواجه خواهد گردید؛ که نشان دهنده بیشترین تأثیر در میان سایر عوامل کاهش تولید می‌باشد.

۵- ارزیابی مدل

در این مرحله می‌بایست مدل تهیه شده مورد ارزیابی قرار گرفته و بررسی شود که آیا این مدل پاسخگوی نیاز کسب و کار هست یا خیر؟ آیا اهداف پروژه را تعیین می‌کند یا خیر؟ نتایج حاصل از ارزیابی باعث بهبود مدل شده و آنرا قابل استفاده می‌نماید. در این گام اعتبار مدل بررسی شده و گزارشی از کل فرایند تهیه خواهد شد. به عبارت دیگر، در مسائل داده‌کاوی یکی از مهمترین مواردی که برای ارزیابی موفقیت یا عدم موفقیت مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد دقت و قدرت تفکیک مدل ایجاد شده است (شکوهیار، ۱۳۹۵).

در نمودار ۱، تحت عنوان (Lift Chart) ارزیابی مدل تولید شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. همانطور که قابل مشاهده است، دقت مدل حاصل از اجرای الگوریتم‌های درخت تصمیم، قوانین انجمنی و شبکه عصبی به ترتیب ۶۹٪، ۶۶٪ و ۵۷٪ می‌باشد که حاکی از آن است که مدل درخت تصمیم از مطلوبیت نسبتاً بیشتری برخوردار می‌باشد. همچنین در نمودار زیر ستون (Population Correct) نشان دهنده آن است که رکوردها تا چه میزان صحت و دقت مورد پیشبینی واقع گردیده‌اند. در این حالت، مطلوبیت مدل بصورت پیشفرض برابر با ۵۰٪ در نظر گرفته شده است و مدل درخت تصمیم با میزان ۳۶,۳۴٪ بیشترین مطلوبیت را دارا می‌باشد.



نمودار ۱- ارزیابی الگوریتم‌های اجرا شده در محیط SSDT

۵-۱- ماتریس درهم ریختگی^۱ در ارزیابی کارایی الگوریتم

در این ماتریس چگونگی عملکرد الگوریتم دسته‌بندی با توجه به مجموعه داده‌های ورودی و نحوه تفکیک آنها در دسته بندی‌های مناسب و نامناسب مورد تحلیل و نمایش قرار می‌گیرد (فتحی و محمدی، ۱۳۹۶). جدول ۴ ماتریس درهم ریختگی را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ماتریس درهم ریختگی

		تخمین یا پیش‌بینی‌ها	
		T درست	F نادرست
نمونه‌های واقعی	P مثبت	TP	FN
	N منفی	FP	TN

ماتریس درهم ریختگی دارای چهار عنصر می‌باشد:

True Positive (TP): نمونه‌های مثبتی که به درستی مثبت تشخیص داده شده است.

True Negative (TN): نمونه‌های منفی که به درستی منفی تشخیص داده شده است.

False Negative (FN): نمونه‌های مثبتی که به صورت نادرست منفی تشخیص داده شده است.

¹ Confusion Matrix

False Positive (FP): نمونه‌های منفی که به صورت نادرست مثبت تشخیص داده شده است. برای تعیین کارایی، الگوریتم دقت از مهم‌ترین معیارهایی است که مشخص می‌کند، دسته‌بندی طراحی شده چند درصد از کل مجموعه رکوردهای آزمایشی را بدرستی دسته بندی کرده است.

ارزیابی نرخ مثبت درست در استخراج داده:

درستی اطلاعات به دست آمده را با فراخوانی یا TPR محاسبه می‌کنند. از طریق حاصل تقسیم تعداد مستندات بازیابی شده واقعا با ربط، بر تعداد کل مستندات مرتبط موجود.

$$TPR = TP / (TP + FN) \quad (۱)$$

ارزیابی نرخ مثبت نادرست در استخراج داده:

آن دسته از داده‌ای منفی که به اشتباه در دسته مثبت‌ها کلاسه بندی شده‌اند.

$$FPR = FP / (FP + TN) \quad (۲)$$

ارزیابی نرخ منفی درست در استخراج داده:

آن دسته از داده‌ای منفی که به درستی در دسته منفی‌ها کلاسه بندی شده‌اند.

$$TNR = TN / (TN + FP) \quad (۳)$$

ارزیابی نرخ منفی نادرست در استخراج داده:

داده‌ای مثبتی که به اشتباه در دسته منفی‌ها کلاسه بندی شده‌اند.

$$FNR = FN / (TP + FN) \quad (۴)$$

ارزیابی دقت الگوریتم:

حاصل تقسیم تعداد مستندات بازیابی شده واقعا با ربط بر تعداد کل مستندات بازیابی شده.

$$Precision = TP / (TP + FN) \quad (۵)$$

ارزیابی صحت الگوریتم:

نسبت تعداد کل پیش‌بینی‌های درست می‌باشد.

$$Accuracy = (TP + TN) / (TN + TP + FN + FP) \quad (۶)$$

شکل ۶، اجرای ماتریس طبقه‌بندی^۱ در محیط SSDD بمنظور انجام ارزیابی مدل درخت تصمیم برای مجموعه داده‌های تست در سکوی SPD12 را نشان می‌دهد که با استفاده از نتایج آن، ماتریس در هم ریختگی و شاخص‌های ارزیابی بصورت جداول ۵ و ۶، حاصل می‌گردد.

جدول ۵- ماتریس درهم ریختگی

نمونه‌های واقعی	پیش‌بینی‌ها	
	۳۹۲	۳۹
	۲۴۱	۵

Input Selection: Lift Chart, Classification Matrix, Cross Validation

Columns of the classification matrices correspond to actual values; rows correspond to predicted values

Counts for y SPD12_OT on Amount Dec:

Predicted	< 3.7531632856 (Actual)	3.7531632856 - 7.7060080624 (Actual)	7.7060080624 - 15.2988937088 (Actual)	15.2988937088 - 25.0304250816 (Actual)	>= 25.0304250816 (Actual)
< 3.7531632856	300	128	60	2	4
3.7531632856 - 7.7060080624	15	28	0	0	0
7.7060080624 - 15.2988937088	0	0	43	15	28
15.2988937088 - 25.0304250816	3	1	1	8	8
>= 25.0304250816	0	3	12	5	13

شکل ۶- ماتریس طبقه بندی در محیط SSDD

¹ Classification Matrix

جدول ۶- محاسبه شاخص‌های ارزیابی

ردیف	شاخص	مقدار	ردیف	شاخص	مقدار
۱	ارزیابی نرخ مثبت درست در استخراج داده	%۹۱	۴	ارزیابی نرخ منفی اشتباه در استخراج داده	%۹
۲	ارزیابی نرخ مثبت نادرست در استخراج داده	%۹۸	۵	ارزیابی دقت الگوریتم	%۹۱
۳	ارزیابی نرخ منفی درست در استخراج داده	%۲	۶	ارزیابی صحت الگوریتم	%۵۹

نتایج بدست آمده بر اساس جدول ۶ حاکی از آن است که مدل حدود ۶۰ درصد موارد را به درستی پیش بینی کرده و دقت آن در پیش بینی موارد منجر به کاهش تولید حدود ۹۰ درصد و مواردی که منجر به کاهش تولید نبوده اند ۹۵ درصد بوده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدلی بمنظور شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر بر کاهش تولید گاز و میعانات گازی در سکوی فراساحلی SPD12 میدان پارس جنوبی با رویکرد داده‌کاوی ارائه گردید. پیش‌فرض در این پژوهش بر این اصل استوار بود که داده‌کاوی می‌تواند ما را در ارزیابی عوامل مؤثر بر کاهش تولید سکوی مذکور، یاری نماید. بدین منظور از سه الگوریتم مطرح در حوزه داده‌کاوی تحت عناوین درخت تصمیم‌گیری، شبکه عصبی و قوانین انجمنی استفاده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفت. اولویت بندی و میزان تأثیر هر یک از عوامل بر متغیر تولید و در نتیجه برنامه‌ریزی جهت پیشگیری و تعدیل آنها بمنظور تحقق برنامه مصوب تولید از نتایج مهم این پژوهش می‌باشد.

منابع

- تایوغ اصغر، حاتم لو علیرضا (۱۳۹۳). «داده کاوی در بانکهای اطلاعاتی سازمانی جهت تعیین استراتژی و پیشبرد اهداف سازمان». اولین همایش ملی پژوهش‌های مهندسی رایانه.
- شکوهیار سجاده، رجا نیلوفر (۱۳۹۵)، «کاربردهای داده کاوی در نرم افزار میکروسافت اکسل»، چاپ اول، تهران، موسسه کتاب مهربان نشر.
- شهرابی جمال، شکورنیا ونوس (۱۳۹۲)، «داده کاوی در SQL Server»، چاپ دوم، تهران، جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.
- غضنفری مهدی، علیزاده سمیه، تیمورپور بابک (۱۳۹۵)، «داده کاوی و کشف دانش»، چاپ پنجم، تهران، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- Abou-Sayed, A. (2012). Data Mining Applications in the Oil and Gas Industry.
- MacLennan, J., Crivat, B. (2008). Data Mining With Microsoft SQL Server, Wiley Publishing.
- SQL server 2012 Tutorial: Analysis Services Data Mining. (2012). Microsoft.

بررسی و تحلیل رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ تحت ضربات ناشی از ناهمواری‌های جاده

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۲۰

کد مقاله: ۵۷۵۶۴

مهدی نیا جلیلی^۱، سیدمحمدرضا حسینی علی آباد^۲، علی
کوچکی نژاد^۳، سیدمحمدرضا موسوی میرکلایی^۴

چکیده

سیستم تعلیق خودرو تاثیر بسیار زیادی در حفظ راحتی سرنشینان خودرو دارد. لذا ایجاد بستری ایمن و راحت برای سرنشینان خودرو بسیار حائز اهمیت می باشد. حفظ کنترل وسیله نقلیه در نوسانات جاده ای برای راننده بسیار مهم و حیاتی می باشد. لذا سیستم تعلیق با توجه به تاثیر مستقیم بر روی حفظ پایداری خودرو، جزء تاثیرگذارترین پارامترها در هدایت و کنترل خودرو می باشد. به گونه ای که رانندگی با خودروهایی که از لحاظ سیستم تعلیق در وضعیت مطلوبی قرار دارند به مراتب لذت بخش تر و راحت تر از خودروهای دیگر است. در این پژوهش سیستم تعلیق جلو خودرو پژو ۴۰۵ مورد بررسی قرار گرفته و تحت نوسانات جاده میزان جابجایی و تنش و کرنش در رام آن اندازه گیری شده است. اندازه گذاری ها در مقیاس واقعی انجام شده و رام تحت اثر نیروی ۱۰ میکرو نیوتن مورد آزمایش قرار گرفته است. بر طبق بررسی های انجام گرفته حداکثر میزان تنش در نواحی اتصال به شاسی اتفاق افتاده است. این در حالی است که حداکثر جابجایی در نقاط اعمال بار اتفاق افتاده است.

واژگان کلیدی: اکسل، پایداری، تعلیق، خودرو، شاسی

۱- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه مازندران، بابلسر-ایران

۳- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۴- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۱- مقدمه

سلامت سرنشینان خودرو در مباحث طراحی خودرو بسیار مهم می باشد. به گونه ای که داشتن سیستم ایمنی ایده آل از پارامترهای مهم در گزینش خودرو از سوی خریداران محسوب می شود. از طرف دیگر با توجه به نوسانات جاده ای سیستم تعلیق از مقوله های مهم پیرامون حفظ سیستم ایمنی خودرو محسوب می گردد. به گونه ای که رانندگی با خودرویی که از سیستم تعلیق مطلوبی بهره می برد، با توجه به افزایش تمرکز راننده بر روی خودرو، همواره از ایمنی بهتری بر خوردار است. از این رو بررسی و پژوهش پیرامون سیستم تعلیق خودرو همواره مورد توجه محققین قرار گرفته است (محمد محبوب جهرمی و مرتضی تقی پور گورابی، ۱۳۸۲، Shirahatt et al, 2008، مرتضی حسینی یزدی و مهدی بهزاد، ۱۳۹۴)

محبوب جهرمی و تقی پور گورابی (۱۳۸۲) تعلیق فعال خودرو را با هدف کاهش همزمان نیرو و جرک بهینه سازی نمودند. آنها با در نظر گرفتن اینکه باید بین خواسته های متضاد مانند راحتی سفر و فرمان پذیری سازشی برقرار کرد، تحقیقات خود را جهت طراحی سیستم تعلیق فعال بهینه برای مدل ۱/۴ خودرو و با دو درجه آزادی انجام داده اند و در نهایت اعلام نمودند که در مقابل افزایش تغییر شکل دینامیکی تایر و جابجایی نسبی سیستم تعلیق می توان شتاب و جرک وارد بر بدنه را کاهش داد. بدین صورت که با افزایش ۱۴٪ در تغییر مکان دینامیکی تایر و ۲۳٪ در جابجایی نسبی سیستم تعلیق، ۱۸٪ مقدار شتاب و ۲۱٪ مقدار جرک کاهش می یابد.

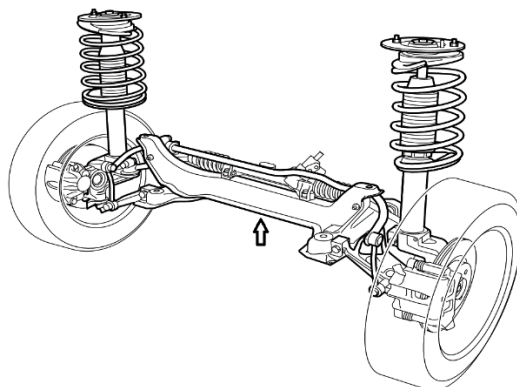
اسکی و یلدریم (۲۰۰۹) بر روی کنترل ارتعاشات در سیستم تعلیق فعال تحقیق و پژوهش نموده اند. آن ها یک سیستم عصبی قدرتمند برای کنترل ارتعاشات موتور طراحی کرده و نتایج خود را با مدل PID مقایسه نمودند. آنها با بیان اینکه عامل بزرگ در ایجاد ارتعاشات وارده به خودرو، ناهمواری های جاده می باشد، مدل عصبی قدرتمند خود را به صورت شماتیک برای کنترل ارتعاشات در کل سیستم تعلیق طراحی نمودند. این محققان در نهایت اعلام نمودند که در برخورد با ناهمواری های تصادفی در جاده، مدل پیشنهاد داده شده توسط این محققین دارای بازدهی بالایی در کنترل و میراسازی ارتعاشات دارد.

حسینی یزدی و بهزاد (۱۳۹۴) پیرامون کاهش ارتعاشات سیستم تعلیق خودرو با استفاده از میراگر مغناطیسی تحقیق کرده اند. این محققان بیان کردند که با اعمال یک کنترل مناسب، نقاط طراحی شناوری می توان به وجود آورد تا سیستم تعلیق همواره در شرایط بهینه باشد. لذا تحقیقات خود را پیرامون کاهش ارتعاشات وارده به سرنشین خودرو در زمان برخورد با ناهمواری های جاده به وسیله میراگر مغناطیسی انجام داده اند. آنها در نهایت بیان داشتند که شدت ارتعاشات وارده به سرنشین در حالت کنترل شده نسبت به حالت کنترل نشده، به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است.

در این پژوهش در ابتدا توضیحاتی پیرامون اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ داده شده است. در مرحله بعد رام تعلیق جلو آن در نرم افزار آباکوس طراحی شده و طی بارگذاری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پارامترهای تنش، کرنش و جابجایی آن بررسی شده است.

۲- معرفی اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵

سیستم تعلیق جلو خودرو پژو ۴۰۵ از نوع مک فرسون بوده که شامل فنر، کمک فنر، رام، سگدست و دیگر قطعات وابسته می باشد. شکل ۱ نمایی از اکسل جلو خودروی ۴۰۵ همراه متعلقات آن را نشان می دهد.

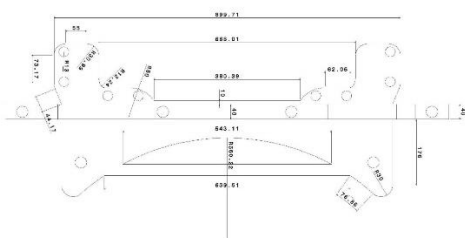


شکل ۱- نمایی از سیستم تعلیق جلو خودرو پژو ۴۰۵ (راهنمای تعمیرات تعلیق پژو ۴۰۵)

مجموعه سگدست و کمک فتر به وسیله طبق عرضی و بوش های لاستیکی به رام متصل می باشد. سگدست جلو که بلبرینگ چرخ، کالیپر های ترمز و مجموعه تویی چرخ و دیسک ترمز در آن تعبیه شده، با پیچ به مجموعه کمک فتر متصل شده اند. همچنین سگدست ها به وسیله سیبک با طبق ها در ارتباط می باشند. میل موجگیر بلند جلو به وسیله بست های لاستیکی به رام متصل بوده و در انتها از طریق میل موجگیر کوتاه با طبق در ارتباط است (راهنمای تعمیرات تعلیق پژو ۴۰۵).

۳- طراحی و آنالیز رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵

در ابتدا رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ در اندازه هایی بسیار نزدیک به ابعاد واقعی در نرم افزار کتیا طراحی شده و در مرحله بعد آنالیز در نرم افزار آباکوس انجام گرفته است. شکل ۲ و ۳ دو نما طراحی شده از رام اکسل پژو ۴۰۵ می باشد.

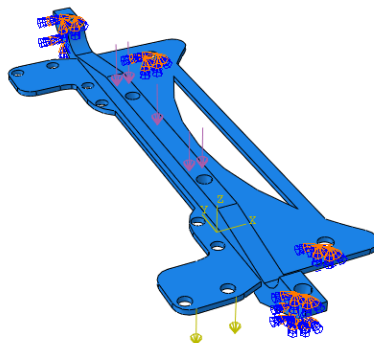


شکل ۳- نمای بالایی اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵



شکل ۲- نمای جانبی اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵

رام اکسل طراحی شده در نرم افزار آباکوس ابتدا تحت بارگذاری و سپس تحت آنالیز قرار گرفته است. بارگذاری با توجه به اعمال نوسانات به یک طرف چرخ خودرو می باشد. همچنین نیرویی نیز در وسط اکسل جهت شبیه سازی وزن موتور و گیربکس قرار داده شده است. شکل ۴ چگونگی بارگذاری را نشان می دهد. جنس رام در نرم افزار آباکوس، فولاد در نظر گرفته شده است. جدول ۱ مشخصات فولاد مورد استفاده در رام را نشان می دهد.

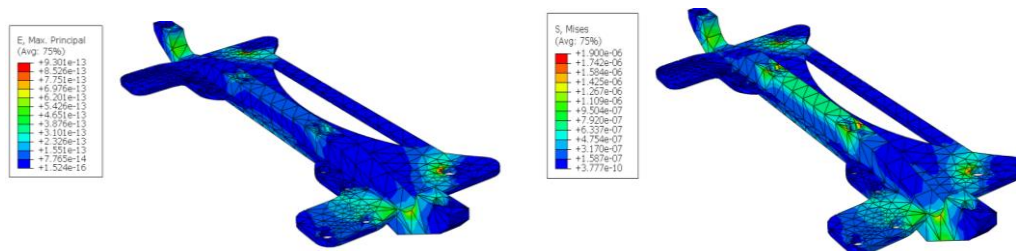


شکل ۴- شرایط مرزی رام اکسل جلو پژو ۴۰۵

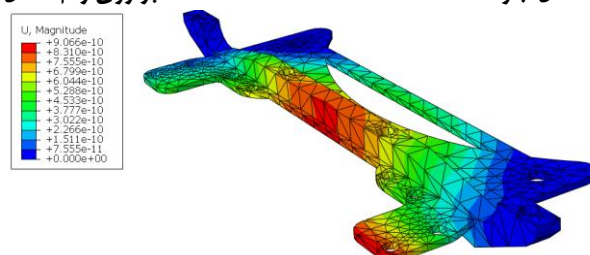
جدول ۱- مشخصات فولاد مورد استفاده در رام

7600kg/m ³	چگالی
207Gpa	مدول الاستیسیته
0.3	ضریب پواسن

با توجه به شکل ۴ رام اکسل در چهار نقطه اتصال با اتاق خودرو ثابت در نظر گرفته شده و بارگذاری بر روی چرخ سمت راننده با نیروی ۱۰ میکرونیوتن انجام شده است. همچنین در وسط رام نیز نیرویی معادل ۱ میکرونیوتن جهت شبیه سازی نیروی وارده از طرف موتور لحاظ شده است. شکل های ۵، ۶ و ۷ تغییرات میزان تنش، کرنش و جابجایی را نشان می دهند.



شکل ۵. تغییرات میزان تنش با توجه به بار اعمال شده بر روی رام اکسل جلو ۴۰۵



شکل ۶. تغییرات میزان کرنش با توجه به بار اعمال شده بر روی رام اکسل جلو ۴۰۵

شکل ۷. تغییرات میزان جابجایی با توجه به بار اعمال شده بر روی رام اکسل جلو ۴۰۵

بر طبق نتایج به دست آمده مقدار تنش در رام برابر ۱,۹ مگاپاسکال می باشد و در نواحی اتصال به شاسی نیز می باشد و این در حالی است که نیرویی که از سمت طبق بر رام وارد شده تنش معادل با ۱,۱ مگاپاسکال تولید نموده است. بررسی نمودار کرنش نیز نشان می دهد بیشترین میزان کرنش در نواحی اتصال به شاسی می باشد. همچنین حداکثر جابجایی رام نیز در بارگذاری انجام شده ۰,۹ میکرومتر و در نقاط اعمال بار ارزیابی شده است.

نتیجه گیری

با توجه به اینکه امروزه ایجاد حفظ راحتی سرنشینان و ایجاد تعلیقی مناسب برای کنترل ارتعاشات خودرو بسیار مورد توجه طراحان قرار می گیرد، در این پژوهش رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ تحت بارگذاری مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیز توسط نرم افزار آباکوس صورت گرفته و مقدار تنش، کرنش و جابجایی مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به بررسی نمودارهای تحقیقاتی، آسیب پذیری نقاط اعمال بار و داشتن حداکثر جابجایی به چشم می خورد. لذا با افزایش ضخامت شاسی در نقاط حساس و استفاده از میل های میرا کننده طولی می تواند مقدار این پارامترها را مطلوب نماید. با توجه به اینکه بارگذاری به صورت خفیف می باشد، نتایج به صورت مقادیر کوچک به دست آمده اند. لذا با تعمیم این نتایج به نیروهای واقعی می توان الگوی افزایشی مطابق با الگوی به دست آمده در این تحلیل را پیش بینی نمود.

منابع

- محمد محبوب جهرمی و مرتضی تقی پور گورابی، (۱۳۸۲)، طراحی بهینه سیستم تعلیق فعال خودرو با هدف کاهش همزمان نیرو و جبرک، نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۷، شماره ۱، ص ۱۵۵-۱۶۶
- مرتضی حسینی یزدی و مهدی بهزاد، (۱۳۹۴)، بررسی کاهش ارتعاشات سیستم تعلیق خودرو با استفاده از میراگر مغناطیسی، هشتمین همایش ملی مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر.
- راهنمای تعمیرات سیستم تعلیق پژو ۴۰۵، ایرانخودرو. <https://www.ikco.ir/fa>
- Georgive, Z., and Kunchev, L. (2018). Study of the vibrational behaviour of the components of a car suspension, MATEC web of conference, 234.
- Eski, I., and Ildirim, S. (2009). Vibration control of vehicle active suspension system using a new robust neural network control system, Simulation Modelling Practice and Theory, pp778-793.
- Shirahatt, A., Prasad, P.S.S., Panzade, P., Kulkarni, M., M. (2008). Optimal Design of Passenger Car Suspension for Ride and Road Holding, ABCM, pp 66-76.

ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف آلاینده سنگین سرب از آب

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۴

کد مقاله: ۹۰۸۸۹

رضا بنسبردی^۱، اسدالله ملک زاده^۲

چکیده

در این پژوهش ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف آلاینده سنگین سرب از آب بصورت آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نانوجاذب سنتز شده به صورت کامل با استفاده از آنالیزهای FT-IR، XRD، EDX، VSM، SEM و TEM مشخصه‌یابی شد. بیشترین درصد حذف سرب در $\text{pH}=6$ بدست آمد فرآیند جذب در pH های بالاتر از ۶ نیز برای فلز سرب نیز مورد مطالعه قرار گرفت که درصد حذف کاهش می‌یابد و در pH بالاتر از ۷ سرب رسوب کرد و لذا در pH های بالاتر از ۷ مورد مطالعه قرار نگرفت. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مقدار بهینه نانوجاذب برابر mg 15 می‌باشد. بیشترین مقدار درصد حذف سرب در mg 15 نانوجاذب با مقدار ۷۷/۴۴ درصد حاصل شد. ماکزیمم درصد حذف سرب توسط نانوجاذب در شرایط pH بهینه، دمای بهینه، زمان تماس min 60 و غلظت mg L^{-1} 160 با مقدار ۹۷/۲۹ درصد بدست آمد. مدل ایزوترم‌های، لانگمویر و فرنللیچ با داده‌های آزمایشگاهی جذب سرب در دمای 45°C و $\text{pH}=6$ در غلظت‌های مختلف مطابقت داده شدند. ضریب همبستگی بالا ($R^2=0.9066$) برای مدل فرنللیچ تایید می‌کند که مدل ایزوترم فرنللیچ برای برازش داده‌های آزمایشگاهی مناسب می‌باشد. نتایج حاصل از برازش مدل‌های سینتیک جذب سرب توسط نانوجاذب نشان می‌دهد که مدل شبه درجه دوم با ضریب همبستگی بیشتر ($R^2=0.9994$) نسبت به مدل شبه درجه اول مطابقت بهتری با داده‌های آزمایش دارد.

واژگان کلیدی: نانوجاذب، مغناطیس، آلاینده سنگین، سرب

۱- گروه مهندسی شیمی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران

۲- نویسنده مسئول: گروه مهندسی شیمی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران

asad.malekzadeh@gmail.com

یکی از مهم‌ترین مسائل دنیای امروز، آلودگی محیط‌زیست به فلزات سمی و خطرناک می‌باشد. استخراج فلزات سنگین از معادن و کاربرد گسترده فلزات سنگین در صنایع باعث شده است که غلظت این فلزات در آب، فاضلاب، هوا و خاک بیشتر از مقادیر زمینه‌ای افزایش پیدا کند. بنابراین حذف فلزات سنگین از محیط آبی موضوع مهمی در بهداشت عمومی جامعه محسوب می‌شود که از دو جنبه اهمیت دارد. الف) جداسازی فلزات سنگین سمی از پساب‌های صنعتی، زهاب کشاورزی، معادن و خنثی کردن اثرات سمی آن‌ها و ب) احیا و بازیافت فلزات که با کاهش تدریجی منابع معدنی امری ضروری است. در طول دو دهه گذشته، توجه گسترده و ویژه‌ای به آلودگی محیط زیست توسط مواد خطرناک مانند فلزات سنگین شده است. فلزات سنگین دارای خاصیت زیست تجمع بوده و تأثیرات سمی آن‌ها در داخل بدن موجودات زنده به صورت مزمن باقی می‌ماند [۱]. فعالیت‌های مختلف مانند: باتری‌سازی، تولید مواد شیمیایی (پلاستیک‌ها، شیشه، سرامیک)، متالوژی، تولید رنگ، کشاورزی، معدن، صنایع الکترونیک، ارتباطات، هوا- فضا و غیره باعث ورود این فلزات به محیط زیست می‌گردد [۲]. روش‌های متفاوتی برای حذف فلزات سنگین از پساب‌ها وجود دارد که می‌توان به روش رسوب‌دهی، اسمز معکوس، تبادل یونی، الکتروفلوتاسیون، روش‌های بیولوژیکی و جذب سطحی بر روی مواد جاذب می‌باشند اشاره کرد. این روش‌ها اغلب دارای معایب قابل توجهی می‌باشند مانند کربن فعال [۳] که نیاز به انرژی زیاد و در نتیجه پرمزینه بودن فرآیند، بازده کم، تولید مقادیر زیاد لجن، مشکلات دفع لجن حاوی مقادیر زیادی فلزات سنگین، نیاز به مواد شیمیایی خاص و امروزه با هزینه زیاد فرآیند احیا، برخوردار می‌باشند [۴]. باتوجه به قوانین سخت‌گیرانه‌ای که برای محافظت از سلامت انسان‌ها و محیط زیست و نیز جبران کردن کمبود منابع آب در دسترس اجتماعات تدوین شده، لازم می‌باشد که تدابیری اندیشیده شود تا حذف این آلاینده‌ها ی خطرناک از ترکیب پساب‌ها و آب‌های آلوده، با بازده بالا انجام گیرد. در حالی که روش‌های که به آن‌ها اشاره شد دارای بازده پایینی در حذف فلزات سنگین می‌باشند (مانند روش‌های رسوب‌دهی) و با بهترین عملکرد خود را در آلاینده‌های غلیظ حاوی فلزات سنگین نشان می‌دهند (مانند روش‌های تبادل یون و استخراج با حلال) لذا برای حذف فلزات سنگین از پساب‌ها صنعتی با غلظت‌های کم و رساندن کیفیت آن‌ها به حد استانداردهای موجود مناسب نمی‌باشد و از آنجایی که فلزات سنگین در طبیعت از بین نمی‌روند، نیاز به فناوری‌های نو و جدیدی می‌باشد که آن‌ها را حذف و از پساب‌ها جدا کنند [۵]. در تحقیقی مطالعه حذف فلزات سنگین از پساب‌های صنعتی با کمک نانوذرات در طول سالیان اخیر با توجه به دلایل زیر مورد توجه قرار گرفته است: الف) حجم مصرفی کم در مقایسه با دیگر جاذب‌ها، ب) لجن تولیدی کم، ۳) سهولت در قابلیت بازیافت فلزات سنگین جذب شده بر روی نانوذرات، ۴) تولید ارزان‌تر و بیشتر نانوذرات با توجه به روش‌های تولید جدید مثل روش سل-ژل [۶]. در تحقیقی قدرت جذب زیستی پوست لیموترش در حذف فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل از برنج صدی آستانه اشرفیه مورد بررسی قرار دادند. مشاهده شد که برنج پخته شده با برنج‌های شسته و خیسانده شده با کلرید سدیم ۲ درصد و SLP اصلاح شده با فسفریک اسید ۱ درصد به مدت ۱ ساعت اثر چشمگیری بر کاهش میزان سرب و کادمیوم در این برنج‌ها دارد. بطوری که این روش باعث کاهش ۹۶/۴ درصدی میزان کادمیوم و کاهش ۶۷/۹ درصدی نیکل و ۹۰/۱۱ درصدی سرب از برنج خام شد مخصوصاً زمانی که با برنج‌های شسته و خیسانده شده در کلرید سدیم ۲ درصد به مدت ۱ ساعت ترکیب شدند. نتایج نشان داد که حضور SLP به عنوان بستر تاثیر چشمگیری در پروسه‌های بیوتکنولوژی دارد [۷]. در پژوهشی حذف یون‌های سرب و کبالت توسط نانولوله‌های کربنی تک دیواره عامل‌دار و بدون عامل از محلول آبی را مورد مطالعه قرار دادند. طبق یافته‌ها، فعالیت نانولوله‌های تک ستونی، افزایش دوز جذب کننده، دما، pH و غلظت اولیه سرب و کبالت موجب افزایش حذف سرب و کبالت شد. بیشترین حذف یون‌های فلزی مورد مطالعه در ۷۵ میلی‌گرم دوز جذب، ۳ میلی‌گرم در لیتر سرب و کبالت، و همچنین ۱۵ و ۱۰ دقیقه زمان تماس در ۳۵ درجه سانتی گراد برای کبالت و سرب بود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که مدل ایزوترم لانگمویر با داده‌های تجربی مطابقت خوبی وجود دارد. در مقایسه با نانولوله‌های عامل‌دار، نانولوله‌های بدون عامل عملکردی بهتری از لحاظ ظرفیت جذب بالاتر را نشان می‌دهد [۸]. در پژوهشی کاربرد نانوذرات برپایه آهن به عنوان جاذب برای حذف آرسنیک از آب را مورد مطالعه قرار دادند. واسطه‌ها در آزمایشگاه تولید و ساخته شده توسط نانوذرات مغناطیسی ساخته شده است. این نانوذرات مبتنی بر آهن، که با اندازه بسیار کوچک (۹ نانومتر) مشخص می‌شود، ضریب حذف بالا را نشان می‌دهد، و ظرفیت جذب خاصی را در تعادل در حدود ۸/۲۵ (میلی‌گرم آرسنیک/ گرم جاذب) نشان می‌دهد. در میان مدل‌های مورد بررسی، بهترین حالت را مدل سینتیکی شبه درجه دوم با داده‌های آزمایشگاهی دارد. مقایسه با عملکرد ارائه شده توسط جاذب‌های تجاری و سایر مواد، استفاده از نانوذرات مگنتیت را برای حذف آرسنیک به عنوان یک روش امیدوار کننده تایید می‌کند [۹]. در پژوهشی ساخت نانوجاذب فلزات سنگین با استفاده از گیاه آلوئه‌ورا را مورد مطالع قرار دادند. در این پژوهش از خاکستر برگ گیاه آلوئه‌ورا اصلاح شده با نانوذرات مغناطیسی تهیه و مشخص شده و برای حذف همزمان از یون‌های (Pb (II), Cu (II), Zn (II) و Cr (III)) از محلول‌های آبی استفاده شود. فرآیند جذب با نانوجاذب سریع بود و راندمان حذف در شرایط بهینه شده بالاتر از ۹۸٪ بود. خاکستر برگ گیاه آلوئه‌ورا با نانوذرات را می‌توان با بازیابی مناسب پس از شستشوی با اسید هیدروکلریک مجدداً استفاده کرد. مشخص شد که روش توسعه

یافته مبتنی بر خاکستر برگ گیاه آلوئه‌ورا بسیار ساده، کم هزینه، سریع و قابل اعتماد برای حذف یون‌های فلز سنگین از نمونه های آب است [۱۰]. در پژوهشی میزان حذف فلزات سنگین (سرب، کادمیم و کبالت) با استفاده از کیتوزان در محیط های آبی را مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد درصد حذف یون سرب، کادمیم و کبالت در شرایط بهینه به ترتیب pH برابر ۸، ۸/۹ و ۸/۵، زمان واکنش ۴۹، ۲۴/۵ و ۲۰ دقیقه، غلظت جاذب ۳۹۷، ۲۹۶/۶ و ۳۸۵ میلی گرم در لیتر، غلظت اولیه فلز سنگین ۹۶/۲، ۵۰/۱ و ۵۰ میلی گرم در لیتر و راندمان حذف سرب، کادمیم و کبالت به ترتیب برابر ۸۹٪، ۱/۹۹٪ و ۹/۹۹٪ بدست آمد. در شرایط ذکر شده میزان مطلوبیت مدل برای هر سه فلز برابر با ۱۰۰٪ بود. مطابق با نتایج، مدل هم دمای لانگمیر نسبت به فروندلیچ بهتر می تواند جذب یون های سرب با کیتوزان را پیش بینی کند. همچنین براساس نتایج بیشترین میزان مطابقت سینتیک جذب با مدل شبه درجه دوم مشاهده شد و این مدل به عنوان بهترین نمونه جهت توصیف رفتار سینتیکی جاذب کیتوزان دانه ای در جذب یون سرب، کادمیم و سرب از محیط های آبی انتخاب شد باشد [۱۱].

۲- روش تحقیق

مواد شیمیایی مورد استفاده در این پروژه در جدول (۱) به شرح زیر آمده است:

جدول (۱): مواد شیمیایی بکار رفته در این تحقیق

کشور سازنده	دستگاه
مرک آلمان	لیگنین فرمیک اسید (FL)
سیگما آلد ریچ	تترا اتوکسی سیلان (TEOS)
سیگما آلد ریچ	۳- (آمینو پروپیل) تری اتوکسی سیلان (APTES)
مرک آلمان	اپیکلرو هیدرین (ECH)
مرک آلمان	مونو کلرو استیک اسید
سیگما آلد ریچ	نانوذرات اکسید آهن (Fe ₃ O ₄)
مرک آلمان	محلول آبی آمونیاک
مرک آلمان	تولون
مرک آلمان	اتانول

لیگنین اورگانوسولف (lignin organosolv)، یعنی فرمیک اسید لیگنین (FL) استفاده شده در این کار، از تفکیک سریع فرمیک اسید بامبو (*Neosinocalamus affinis*) بدست آمده است [۱۲]. بطور خلاصه، این لیگنین بوسیله تفکیک یک مرحله ای فرمیک اسید در ۱۴۵ °C به مدت ۴۵ دقیقه با نسبت مایع به جامد (mL/g) ۱:۷ استخراج گردید. پس از اتمام واکنش، عصاره مصرف شده بوسیله صاف شدن با کمک کاغذ صافی بدست آمده و ۱۰ حجم از آب، برای رسوب دادن لیگنین حل شده، به عصاره اضافه شد. لیگنین خام توسط سانتریفیوژ بدست آمده و در دمای اتاق دو بار با آب شسته شد. قبل از استفاده، فرایند خالص سازی لیگنین طبق روش پیشنهادی گروه تحقیقاتی ژانگ انجام شد [۱۳]. غشاء دیالیزی (نوع قطع ۱۰۰۰ g/mol) از شرکت Spectrum-Labs تهیه شد. تمام مواد شیمیایی از درجه آنالیزی بوده و بدون خالص سازی بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند.

۳- سنتز نانوجاذب

۳-۱- سنتز Fe₃O₄@SiO₂ آمین دار شده

ذرات مغناطیسی با ترکیب روش ته نشینی بوسیله اکسیداسیون با روش رسوب گیری شیمیایی که پیش تر گزارش شده، ایجاد شدند [۱۴]. ۱۰۰ mg از ذرات Fe₃O₄ در محلول حاوی ۴۰۰ mL اتانول و ۱۰۰ mL آب با ۳۰ دقیقه فراصوت، پراکنده شد، و سپس مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق هم زده شد. بعد از تنظیم pH مخلوط واکنش روی ۱۰ به کمک NH₃·H₂O (محلول آبی آمونیاک)، TEOS (۱ mL) به سوسپانسیون ایجاد شده (مخلوط واکنش) اضافه شد و به مدت ۶ ساعت هم زده شد. محصول ایجاد شده با جداسازی مغناطیسی جمع آوری شده و چندین بار به طور پیوسته با اتانول و آب شسته شد، و مجدداً در ۳۰۰ mL تولون خشک (بدون آب) پراکنده شد. APTES (۲ mL) بطور قطره ای به ظرف واکنش اضافه شده و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق هم زده شد. محصول بدست آمده (محصول احتمالی Fe₃O₄@SiO₂-NH₂) با استفاده از آهن ربا جدا شده و سه بار

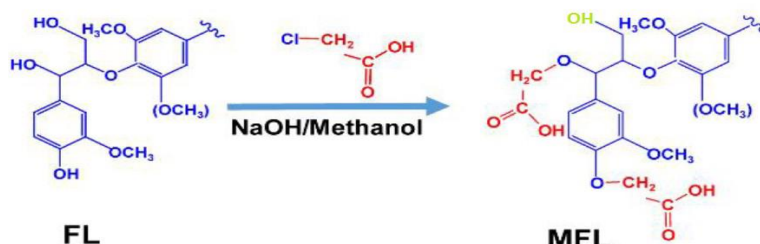
با اتانول شسته شده و در نهایت با استفاده از خشک کن انجمادی خلاء^۱، خشک شد. مسیر سنتز $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ آمین دار شده در شکل (۱) آورده شده است.



شکل (۱): مسیر سنتز $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ آمین دار شده

۳-۲- تهیه لیگنین کربوکسی متیل دار شده

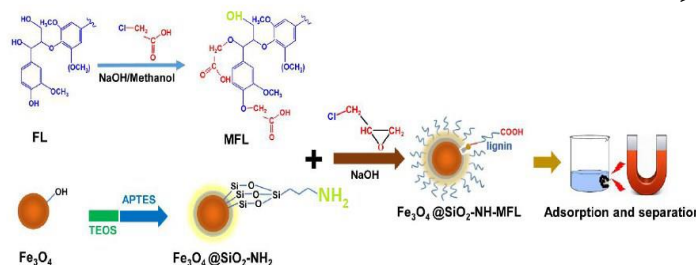
لیگنین کربوکسی متیل دار طبق روش های ارائه شده در مقالات با اندکی اصلاحیه تهیه شد [۱۵] که طبق آن، ۵ گرم لیگنین در ۱۳۵ mL متانول (۷۲٪) پراکنده شده و سپس ۱۳/۵ mL محلول سدیم هیدروکسید (۳۰ W/V٪) طی همزدن پیوسته بصورت قطره ای به ظرف واکنش اضافه شد. بعد از ۹۰ دقیقه هم زدن در دمای اتاق، ۶ گرم مونو کلرو استیک اسید به تدریج اضافه شده و سپس مخلوط واکنش تا 55°C حرارت داده شده و ۲۱۰ دقیقه هم زده شد. مخلوط فیلتر شده و درون غشاء دیالیزی قرار داده شده و مهر و موم شد. غشاء به مدت ۲ روز درون آب دیونیزه گذاشته شد، بطوریکه آب دیونیزه شده دو بار در روز تعویض می شد. سرانجام، فرمیک اسید لیگنین اصلاح شده با استفاده از خشک کن انجمادی خلاء، خشک شد. مراحل تهیه لیگنین کربوکسی متیل دار شده در شکل (۲) آورده شده است.



شکل (۲): مراحل تهیه لیگنین کربوکسی متیل دار شده

۳-۳- تهیه نانوذرات مغناطیسی هیبریدی بر پایه لیگنین

۱/۲ گرم از لیگنین کربوکسی متیل دار شده در ۱۲ mL محلول سدیم هیدروکسید (۱۲ W/V٪) تحت هم زدن مکانیکی حل شد تا محلول شفاف تشکیل شود. سپس، نانوذرات $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$ (۰/۴ گرم) در ۲۰۰ mL تلوئن با ۳۰ دقیقه فراصوت پخش شد (یعنی برای بهتر پراکنده شدن ذرات و تشکیل مخلوطی یکدست تر درون وان دستگاه اولترا سوند قرار داده شد)، و سپس سوسپانسیون به محلول بالایی اضافه شد. ۸ mL از محلول ECH، قطره قطره به مخلوط بالا اضافه شده و در دمای 50°C به مدت ۳ ساعت واکنش داد. سرانجام، محصول اصلاح شده نانوذرات مغناطیسی هیبریدی بر پایه لیگنین $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH-MFL}$ توسط آهن ربا جدا شد، با اتانول شستشو داده شده و با خشک کن انجمادی، خشک شد [۱۶]. شکل (۳) مراحل تهیه نانوذرات مغناطیسی هیبریدی بر پایه لیگنین را نشان می دهد.

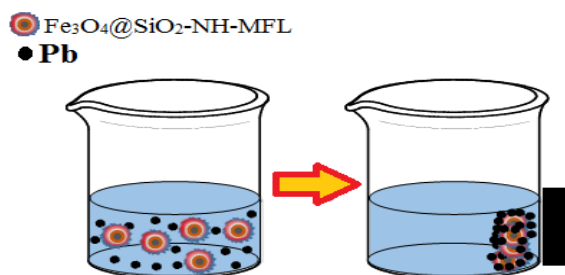


شکل (۳): مراحل تهیه نانوذرات مغناطیسی هیبریدی بر پایه لیگنین

- 1- vacuum freeze-drying
- 2- sonication
- 3- lignin-based hybrid magnetic nanoparticles

۳-۴- بهینه سازی شرایط جذب سرب توسط نانوجاذب

فرآیند جذب سرب توسط نانوجاذب با استفاده از روش جذب سطحی تحت تأثیر پارامترهای نظیر pH محلول، مقادیر مختلف نانوجاذب، زمان تماس و دما است. همچنین به علت مرتبط بودن مکان‌های فعال سطح نانوجاذب برای جذب، مقدار غلظت سرب نیز یکی از عوامل مؤثر بر میزان جذب سطحی است. به عبارت دیگر نانوجاذب در یک pH، دما، زمان تماس و یک غلظت خاص از سرب بهترین عملکرد را دارد. لذا بهینه‌سازی شرایط جذب سرب امری مهم و حائز اهمیت است. برای انجام آزمایش‌ها ۱۰ mL محلول سرب مطابق شرایط بهینه سازی به تعدادی لوله آزمایش اضافه می‌کنیم و بر روی دستگاه لرزاننده قرار می‌دهیم. پس از اتمام زمان آزمایش در هر مرحله با استفاده از آهن‌ربا فاز مایع از نانوجاذب جدا می‌شود (شکل (۴)) تا برای تعیین مقدار غلظت سرب جذب نشده توسط دستگاه جذب اتمی آماده باشند.



شکل (۴): جداسازی نانوجاذب حساس به مغناطیس از فاز مایع (محلول سرب) با کمک آهن‌ربا

مقدار سرب جذب شده در هر میلی‌گرم از نانوجاذب و درصد حذف سرب از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$q_e = (C_i - C_e) \frac{V}{M}$$

$$\% \text{Removal} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100$$

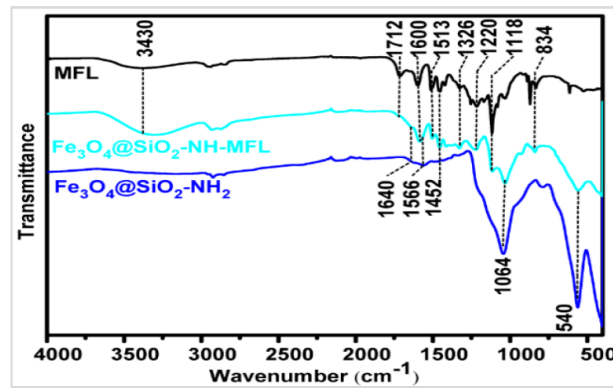
که در روابط بالا q_e (mg g⁻¹) مقدار سرب جذب شده در هر میلی‌گرم از جاذب برحسب C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه سرب و غلظت سرب جذب نشده برحسب mg L⁻¹ در فاز مایع می‌باشند. و همچنین V حجم فاز مایع برحسب mL و M جرم نانوجاذب مورد استفاده برحسب mg است.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- تعیین مشخصات نانوجاذب سنتز شده

(۱) بررسی آنالیز FT-IR

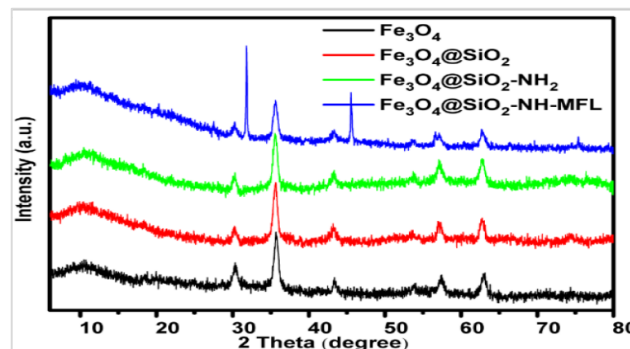
تکنیک FTIR برای تعیین گروه‌های عاملی در نانوذرات مغناطیسی هیبریدی سنتز شده، بکار گرفته شد. همانطور که در شکل (۵) نشان داده شده است، مشخص گردید که پیک‌های مشخص مربوط به لیگنین کربوکسی متیل‌دار شده در محدوده ۳۴۳۰ و ۱۶۰۰ cm⁻¹، به ترتیب منسوب به گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیلات (کششی نامتقارن) می‌باشند (لی و همکاران، ۲۰۱۵: ۷۷-۸۳). باند کششی ۱۵۱۳ و ۱۴۵۲ cm⁻¹ مربوط به حلقه‌های آروماتیک، و پیک‌های ظاهر شده در طول موج ۱۲۲۰ cm⁻¹ منسوب به C-O گروه‌های فنولی می‌باشد [۱۲]. علاوه، پیک جذبی نانوذرات Fe₃O₄@SiO₂ آمین‌دار شده در ۵۴۰ cm⁻¹ مربوط به ارتعاش کششی پیوند Fe-O و پیک‌های جذبی قوی در ۱۰۶۴ cm⁻¹ حاصل از ارتعاشات پیوند Si-O می‌باشد، که تشکیل شبکه‌های سیلیکا را در اطراف هسته نانوذرات Fe₃O₄ برجسته می‌کند [۱۷]. دو پیک ضعیف در ۱۶۴۰ و ۱۵۵۶ cm⁻¹ به ترتیب مربوط به ارتعاش خمشی آمید I و آمید II بوده که نشان دهنده اصلاح موفق آمین نانوذرات Fe₃O₄@SiO₂ می‌باشد [۱۲]. بعد از پیوند شیمیایی متقابل بین لیگنین کربوکسی متیل‌دار و Fe₃O₄@SiO₂ آمین‌دار شده، این پیک‌ها به وضوح در نانوذرات مغناطیسی هیبریدی یافت شدند.



شکل (۵): آنالیز FT-IR نانوجاذب سنتز شده

۲) بررسی آنالیز XRD

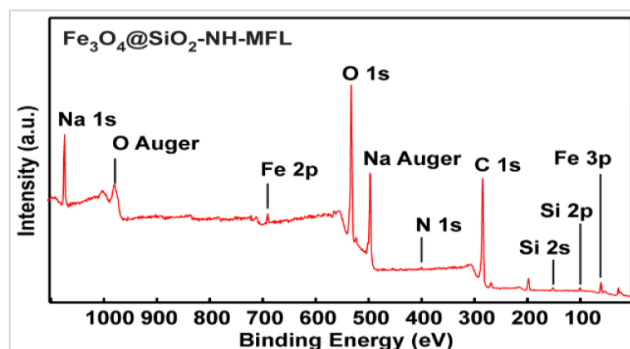
حضور ذرات نانومغناطیسی به عنوان هسته ای در نانوذرات هیبریدی بوسیله XRD از 5° تا 80° در 2θ مورد بررسی قرار گرفت. همانطور در شکل (۶) نشان داده شده است، پیک های جدا شده مشخص در 30.3° ، 35.7° ، 43.3° ، 53.5° و 57.4° و 62.9° به ترتیب اختصاص دارند به سطوح 220 ، 311 ، 400 ، 422 و 511 و 440 مگنتیت (JCPDS card No. 19 0629). این داده ها تایید می کند که نانوذرات Fe_3O_4 دارای ساختار فاز شش ضلعی می باشند [۱۸]. تمام پیک های مشاهده برای نمونه های $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ آمین دار شده و نانوذرات سنتزی، نشان می دهند که پوشش سیلیکا با گروه های آمین بیشتر اصلاح شده و واکنش پیوند متقابل با لیگنین تاثیری روی تغییر سایز ساختار کریستالی نانوذرات Fe_3O_4 نداشته است.



شکل (۶): آنالیز XRD نانوجاذب سنتز شده

۳) بررسی آنالیز EDX

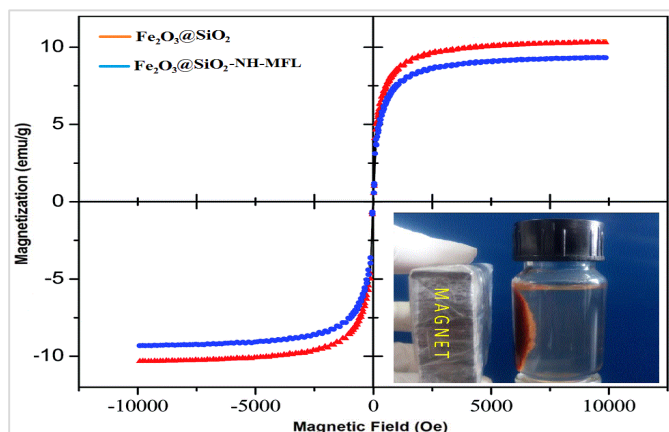
طیف EDX در شکل (۷) نشان می دهد که O، Fe، Si و C عناصر اصلی موجود در نانوذرات $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ می باشند. در مقایسه با نانوذرات آمین دار شده $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ درصد اجزاء O و C بطور چشم گیری در نانوذرات هیبریدی سنتز شده بیشتر است، که نشان دهنده ترکیب موفق لیگنین کربوکسی متیل دار شده و نانوذرات آمین دار شده $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ می باشد.



شکل (۷): آنالیز EDX نانوجاذب سنتز شده

۴) بررسی آنالیز VSM

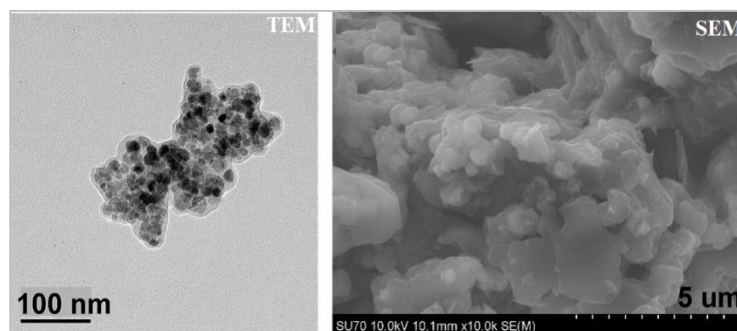
از آنالیز VSM برای مشخص نمودن ویژگی‌های مغناطیسی نانوجاذب سنتز شده استفاده گردید. در شکل (۸) مقایسه عملکرد مغناطیسی نانوجاذب قبل و بعد از بارگیری NH-MFL با آنالیز VSM انجام شد. همانطور که مشاهده می‌شود لحظه اشباع پس از جذب NH-MFL از $10/59 \text{ emu g}^{-1}$ به $9/58 \text{ emu g}^{-1}$ کاهش می‌یابد. از آنجا که خاصیت دیامغناطیس داشته است، منطقی بود که نسبت ترکیب پارامغناطیسی برای جاذب مغناطیسی پس از جذب کاهش یابد.



شکل (۸): آنالیز VSM نانوجاذب سنتز شده

۵) بررسی آنالیز SEM و TEM

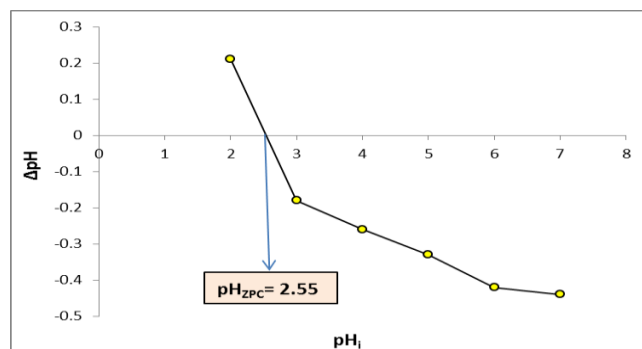
اندازه و ساختار نانوذرات سنتز شده بوسیله آنالیز SEM و TEM مشاهده شد. همانطور که در شکل (۹) دیده می‌شود، نانوذرات $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH-MFL}$ دارای قطر تقریبی ۱۰ تا ۲۰ nm بوده و شکل تقریباً کروی دارند. نانوذرات سنتز شده نشان دهنده شکل کروی و سایز نسبتاً مشابه بود که نشان دهنده ساختاری متراکم از مزو حفره های پراکنده و درشت می باشد که نانوذرات هیبریدی سنتز شده را قادر به جذب با ظرفیت بالا، برای حذف یون‌های فلزی سنگین می‌سازد تا مساحت سطح ویژه بزرگتری را در معرض قرار دهد.



شکل (۹): آنالیز SEM و TEM نانوجاذب سنتز شده

۶) بررسی نقطه بار صفر (pH_{PZC}) نانوجاذب

pH_{PZC} پارامتری مرتبط با پدیده جذب سطحی می‌باشد که شرایطی را توصیف می‌نماید که دانسیته بار الکتریکی سطح برابر صفر می‌باشد. لذا نوع بار سطحی به pH (محیط اسیدی و بازی) محلول وابسته می‌باشد. وقتی که $\text{pH} < \text{pH}_{\text{PZC}}$ باشد بار سطحی جاذب‌ها مثبت و جاذب آنیون‌ها را جذب می‌نماید. اما زمانی که $\text{pH} > \text{pH}_{\text{PZC}}$ بار سطحی منفی می‌باشد و جاذب برای جذب کاتیون‌ها مناسب‌تر می‌باشند. نقطه بار صفر نانوجاذب سنتز شده با استفاده از روش افزودن جامد، تعیین شد. شکل (۱۰) نشان می‌دهد که برای نانوجاذب، مقدار بار صفر (ΔpH) تقریباً در $\text{pH} = 2/55$ قرار گرفته است، که این عدد به عنوان نقطه بار صفر (pH_{PZC}) ثبت گردید. باتوجه به اینکه در این کار از نمک کاتیونی فلز سنگین سرب استفاده گردیده است لذا نانوجاذب در $\text{pH} < 2/55$ می‌تواند فلز سنگین سرب را جذب کند.

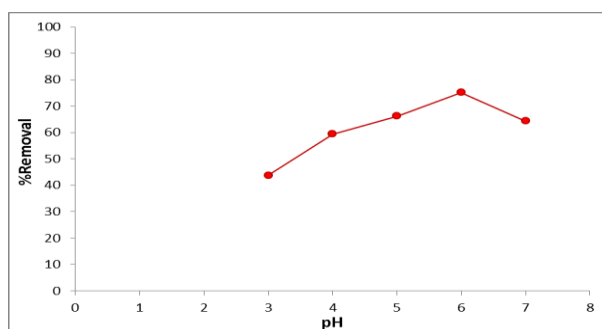


شکل (۱۰): نقطه بار صفر نانوجاذب سنتز شده

۷) بررسی اثر پارامترهای مؤثر بر جذب سرب توسط نانوجاذب

۱- اثر pH

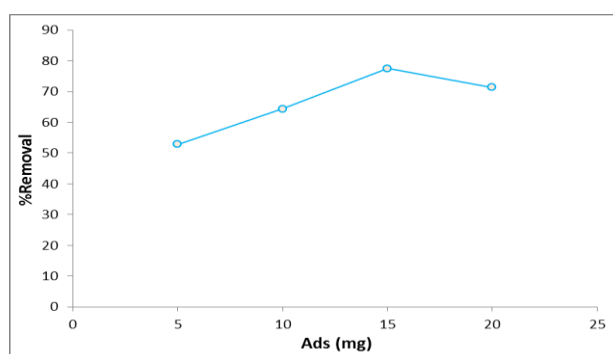
شکل (۱۱) تأثیر مقدار pH بر درصد حذف فلز سنگین سرب توسط نانوجاذب در دمای ۲۵ °C، غلظت ۱۰ mg L⁻¹ سرب و زمان تماس ۶۰ min را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین درصد حذف سرب در pH=۶ بدست آمد. که با توجه به نتایج مربوط به پارامتر pHzpc، سطح نانوجاذب سرب در pH < pHzpc دارای بار منفی می‌باشد و لذا در این محدوده جاذبه الکترواستاتیک بین نانوجاذب آنیونی شده و سرب کاتیونی ایجاد می‌شود و فرآیند حذف سرب در pH بسیار قوی می‌باشد. فرآیند جذب در pH های بالاتر از ۶ نیز برای فلز سرب نیز مورد مطالعه قرار گرفت که درصد حذف کاهش می‌یابد و در pH بالاتر از ۷ سرب رسوب کرد و لذا در pH های بالاتر از ۷ مورد مطالعه قرار نگرفت.



شکل (۱۱): اثر pH بر درصد حذف سرب

۲- اثر گرم‌های نانوجاذب

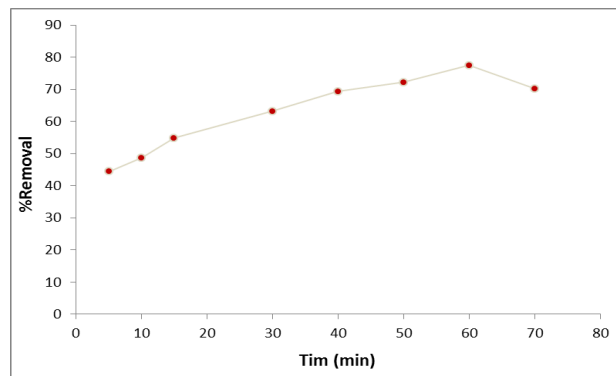
اثر گرم‌های متفاوت نانوجاذب سنتز شده بر درصد حذف فلز سنگین سرب توسط نانوجاذب در غلظت ۱۰ mg L⁻¹، زمان تماس ۶۰ دقیقه، دمای ۲۵ °C و pH=۶ بررسی شد. نتایج بدست آمده در شکل (۱۲) نشان می‌دهد که مقدار بهینه نانوجاذب برابر ۱۵ mg می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود جذب سرب با افزایش مقدار نانوجاذب از ۵ تا ۱۵ mg روند افزایشی دارد که بعد از ۱۵ mg کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار درصد حذف سرب در ۱۵ mg نانوجاذب با مقدار ۷۷/۴۴ درصد حاصل شد.



شکل (۱۲): اثر مقدار نانوجاذب بر درصد حذف سرب

۳- اثر زمان تماس

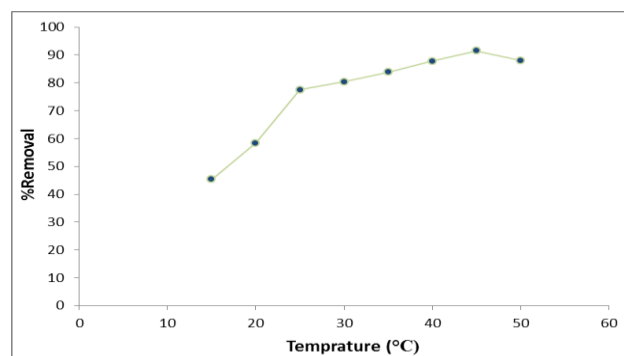
یکی از مطالعات مهم و اساسی در فرآیندهای جذب، بررسی و مطالعه تأثیر زمان تماس جاذب و جذب شونده بر درصد حذف می‌باشد. لذا بدین منظور جذب فلز سنگین سرب در دمای 25°C ، $\text{pH}=6$ ، غلظت 10 mg L^{-1} و 15 mg از نانوجاذب در زمان‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۱۳) نشان می‌دهد که با گذشت زمان درصد حذف سرب توسط نانوجاذب افزایش می‌یابد. لذا زمان ۶۰ دقیقه به عنوان زمان بهینه انتخاب می‌شود. در زمان ۶۰ دقیقه مکان‌های جذب بیشتر در دسترس هستند و سرب به راحتی روی این مکان‌ها جذب می‌شود و پس از آن با افزایش زمان تماس میزان جذب یک روند ثابتی خواهد داشت. این نتایج نشان می‌دهد که نانوجاذب در زمان ۶۰ دقیقه، بیشترین میزان جذب را داشته است. بنابراین فرآیند جذب سنتتیک بالایی دارد. بدین منظور نیازی به مدت زمان طولانی تماس برای برهم کنش نانوجاذب و سرب وجود ندارد.



شکل (۱۳): اثر زمان تماس بر درصد حذف سرب

۴- اثر دما

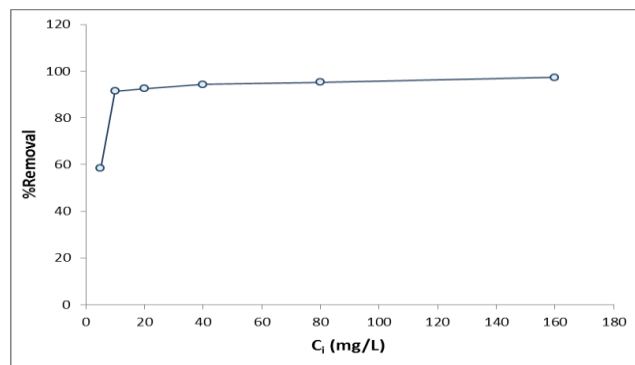
شکل (۱۴) تأثیر مقدار دما بر درصد حذف فلز سنگین سرب توسط نانوجاذب در غلظت 10 mg L^{-1} ، زمان تماس ۶۰ min و $\text{pH}=6$ را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این بررسی در شکل زیر نشان می‌دهد که دمای بهینه جذب سرب برای فرآیند جذب سرب با نانوجاذب برابر 45°C می‌باشد. همانطوری که مشاهده می‌شود درصد حذف سرب با افزایش دما از 15°C تا 45°C افزایش می‌یابد. در دمای بالاتر از 45°C درصد حذف فلز سنگین سرب با نانوجاذب روند کاهشی می‌یابد.



شکل (۱۴): اثر دما بر درصد حذف سرب

۵- اثر غلظت اولیه سرب

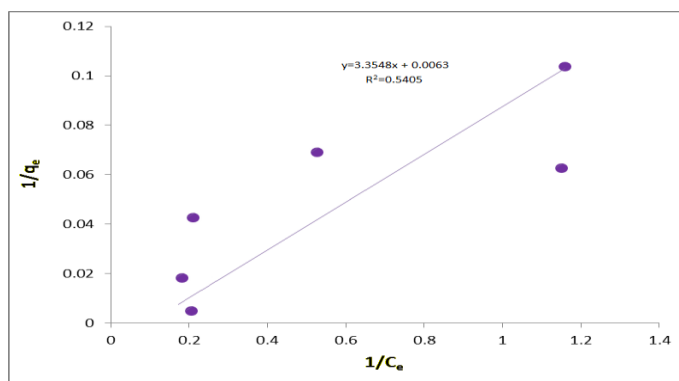
شکل (۱۵) درصد حذف سرب توسط نانوجاذب در pH بهینه، دمای بهینه، زمان تماس ۶۰ min و غلظت‌های مختلف محلول سرب را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، نانوجاذب توانایی حذف را در غلظت‌های مختلف دارد ولی میزان آن در غلظت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. ماکزیمم درصد حذف سرب در غلظت 160 mg L^{-1} با مقدار $97/56\%$ درصد بدست آمد. برای این روند افزایشی می‌توان این توجیه را بیان کرد که با افزایش غلظت محلول سرب تعداد گروه‌های فعال سطحی که قادر به برقراری پیوند بین فلز سنگین (سرب) و نانوجاذب هستند افزایش می‌یابد که منجر به جذب بیشتر سرب می‌شود.



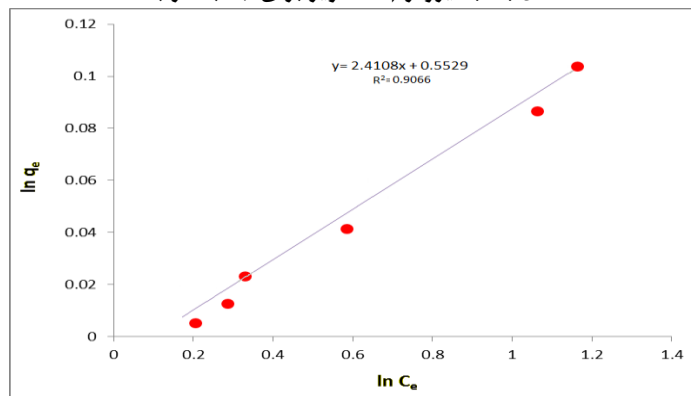
شکل (۱۵): اثر غلظت اولیه فلز سنگین سرب بر درصد حذف سرب

۶- مطالعه ایزوترم‌های جذب

شکل (۱۶) و (۱۷) ایزوترم‌های لانگمویر و فرنللیچ را برای جذب فلز سنگین سرب در دمای بهینه 45°C ، $\text{pH}=6$ در غظت‌های مختلف را نشان می‌دهد.



شکل (۱۶): ایزوترم لانگمویر برای جذب سرب



شکل (۱۷): ایزوترم فرنللیچ برای جذب سرب

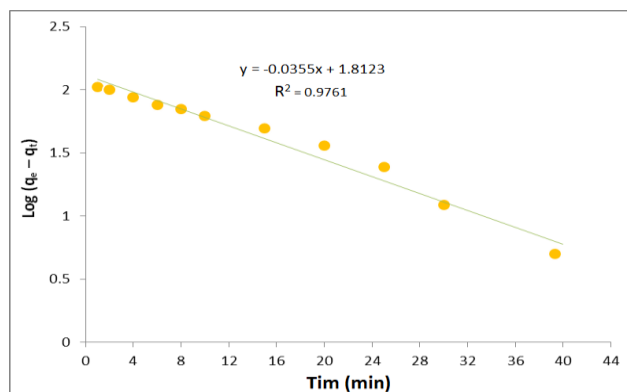
با توجه به شکل‌های ارائه شده در بالا ایزوترم‌های، لانگمویر و فرنللیچ با داده‌های آزمایشگاهی جذب سرب در دمای 45°C و $\text{pH}=6$ در غظت‌های مختلف مطابقت داده شدند. پارامترهای حاصل از برازش ایزوترم‌ها در جدول (۲) آورده شده است. ضریب همبستگی بالا ($R^2=0.9066$) برای مدل فرنللیچ تایید می‌کند که مدل فرنللیچ برای برازش داده‌های آزمایشگاهی مناسب می‌باشد. با توجه به مقدار $1/n = 2/41.08 \approx 0.0487$ برای سرب نشان دهنده آن است که جذب مطلوب می‌باشد و تأیید کننده آن است که مدل فرنللیچ برای برازش داده‌های تجربی متناسب می‌باشد.

جدول (۲): پارامترهای ایزوترم برای جذب سطحی سرب توسط نانوجاذب

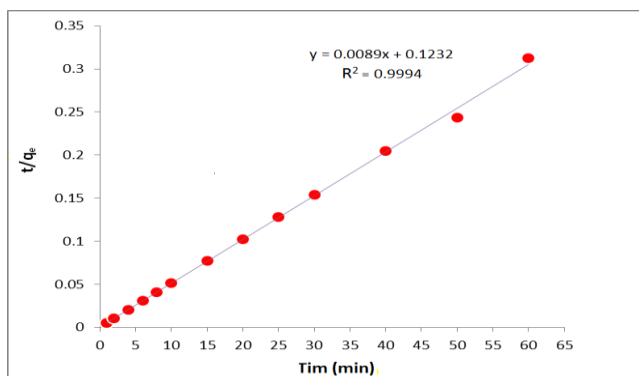
مقدار	پارامترها	مدل های ایزوترم
۱۶۱/۲۹	$q_m \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	لانگمویر
۰/۰۲۰۸	K_L	
۰/۵۴۰۵	R^2	
۱/۷۳۸۴	K_F	فرنرلیچ
۲/۴۱۰۸	$1/n$	
۰/۹۰۶۶	R^2	

۷- مطالعات سینتیک جذب سرب

یکی از مطالعات مهم و اساسی در فرآیندهای مختلف جذب سطحی، بررسی تأثیر زمان تماس بر درصد حذف می باشد که به مطالعات سینتیک جذب معروف می باشد. لذا بدین منظور جذب سرب در شرایط دمای 45°C ، $\text{pH}=6$ ، غلظت اولیه سرب mg L^{-1} ۱۶۰ و ۱۵ از نانوجاذب در محدوده زمانی ۵ تا ۶۰ min بررسی شد. شکل (۱۸) و (۱۹) مطالعات سینتیک جذب سرب را نشان می دهد.



شکل (۱۸): مدل سنتیکی شبه درجه اول برای جذب سرب



شکل (۱۹): مدل سنتیکی شبه درجه دوم برای جذب سرب

با توجه به بررسی شکل های حاصل از برازش مدل های سینتیک جذب سرب توسط نانوجاذب نشان می دهد که مدل شبه درجه دوم با ضریب همبستگی بیشتر ($R^2=0.9994$) نسبت به مدل شبه درجه اول مطابقت بهتری با داده های آزمایش دارد. نتایج حاصل از برازش مدل های سنتیکی در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۳): پارامترهای سینتیک جذب سرب توسط نانوجاذب

مدل‌های سینتیک	پارامترها	مقدار
شبه درجه اول	$q_e \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	۶/۰۹
	K	۰/۰۸۱۹
	R^2	۰/۹۷۶۱
شبه درجه دوم	$q_e \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	۱۱۲/۳۵
	K	۰/۰۷۲۲
	R^2	۰/۹۹۹۴

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف آلاینده سنگین سرب از آب بصورت آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج زیر حاصل گردید:

- تأثیر مقدار pH بر درصد حذف فلز سنگین سرب توسط نانوجاذب در دمای 25 °C، غلظت 10 mg L⁻¹ سرب و زمان تماس 60 min مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین درصد حذف سرب در pH=۶ بدست آمد. که با توجه به نتایج مربوط به پارامتر pH_{pzc}، سطح نانوجاذب سرب در pH < pH_{pzc} دارای بار منفی می‌باشد و لذا در این محدوده جاذبه الکترواستاتیک بین نانوجاذب آنیونی شده و سرب کاتیونی ایجاد می‌شود و فرآیند حذف سرب در pH بسیار قوی می‌باشد. فرآیند جذب در pHهای بالاتر از ۶ نیز برای فلز سرب نیز مورد مطالعه قرار گرفت که درصد حذف کاهش می‌یابد و در pH بالاتر از ۷ سرب رسوب کرد و لذا در pHهای بالاتر از ۷ مورد مطالعه قرار نگیرد.

- نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مقدار بهینه نانوجاذب برابر 15 mg می‌باشد. بیشترین مقدار درصد حذف سرب در 15 نانوجاذب با مقدار ۷۷/۴۴ درصد حاصل شد.

- نتایج نشان می‌دهد که نانوجاذب در زمان ۶۰ دقیقه، بیشترین میزان جذب را داشته است. بنابراین فرآیند جذب سینتیک بالایی دارد. بدین منظور نیازی به مدت زمان طولانی تماس برای برهم کنش نانوجاذب و سرب وجود ندارد.

- درصد حذف سرب با افزایش دما از 15 °C تا 45 °C افزایش می‌یابد. در دمای بالاتر از 45 °C درصد حذف فلز سنگین سرب با نانوجاذب روند کاهشی می‌یابد.

- ماکزیمم درصد حذف سرب توسط نانوجاذب در شرایط pH بهینه، دمای بهینه، زمان تماس 60 min و غلظت 10 mg L⁻¹ با مقدار ۹۷/۲۹ درصد بدست آمد.

- مدل ایزوترم‌های، لانگمویر و فرن‌دلیچ با داده‌های آزمایشگاهی جذب سرب در دمای 45 °C و pH=۶ در غلظت‌های مختلف مطابقت داده شدند. ضریب همبستگی بالا ($R^2=0/9066$) برای مدل فرن‌دلیچ تایید می‌کند که مدل ایزوترم فرن‌دلیچ برای برازش داده‌های آزمایشگاهی مناسب می‌باشد. با توجه به مقدار $n=1/2/4108$ برای سرب نشان‌دهنده آن است که جذب مطلوب می‌باشد و تأیید کننده آن است که مدل فرن‌دلیچ برای برازش داده‌های تجربی متناسب می‌باشد.

- نتایج حاصل از برازش مدل‌های سینتیک جذب سرب توسط نانوجاذب نشان می‌دهد که مدل شبه درجه دوم با ضریب همبستگی بیشتر ($R^2=0/9994$) نسبت به مدل شبه درجه اول مطابقت بهتری با داده‌های آزمایش دارد.

منابع

- زیارتی، پریسا و آیسودا رازافشا. (۱۳۹۵). بررسی قدرت جذب زیستی پوست لیموترش در حذف فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل از برنج صدری آستانه اشرفیه، سومین کنفرانس سراسری نوآوری های اخیر در شیمی و مهندسی شیمی، تهران، موسسه آموزش عالی نیکان، صفحه ۳-۱.
- Moniri, E., Panahi, A., Karimi, M., Rajabi, A., Faridi, M. (2012). Amberlite XAD-2 by Immobilization of Calcein Blue for Extractive Concentration of Lead(II) Ion in Environmental Samples, Advance in Polymer Technology, pp. 44-55.
- Pilatowsky, R.J., Romero, C.A., Isaza, S.A., Gamboa, P.J., Sebastian, W., Rivera. (2011). Chapter 5: Sorption Refrigeration Systems. Cogeneration Fuel Cell-Sorption Air Conditioning Systems. Green Energy and Technology. Springer. pp. 99.
- Afkhami, A., Saber-Tehrani, M., Bagheri, H., Madrakian, T. (2011). Flame atomic absorption spectrometric determination of trace amounts of Pb(II) and Cr(III) in biological, food and environmental samples after preconcentration by modified nano-alumina, Microchim Acta, Vol. 172, pp. 125-136.

- Belaabed, B., Luc, J., Lamouri, S., Lasri, T. (2012). Synthesis and characterization of hybrid conducting composites based on polyaniline/ magnetite fillers with improved microwave absorption properties, *J. Alloys. Compd.*, 527, pp. 137-144.
- Burkholder. M., Johnson. L. (2008). *Colonial Latin America*. Oxford University Press. pp. 157-159.
- Chunbao, Xu., Teja, A. (2008). Continuous hydrothermal synthesis of lithium iron phosphate particles in subcritical and supercritical water, *J. Supercrit. Fluids.*, 44, pp. 85-91.
- Naghizadeh1,A., Eivazi,H. (2015). Removal of Lead and Cobalt ions from aqueous solution by functionalized and non-functionalized carbon nanotubes, *Journal of Health in the Field*, Vol. 3, No. 1, pp. 21-28.
- Agostina Chiavola, Emilio D'Amato, Marco Stoller, Angelo Chianese, Maria Rosaria Boni. (2016). Application of Iron Based Nanoparticles as Adsorbents for Arsenic Removal from Water. *Chemical Engineering Transactions*, vol 47, pp. 325-330.
- Somayeh Abedi, Hassan Zavvar Mousavi & Alireza Asghari. (2016). Investigation of heavy metal ions adsorption by magnetically modified aloe vera leaves ash based on equilibrium, kinetic and thermodynamic studies, *Journal Desalination and Water Treatment*, Volume 57, pp. 13747-13759.
- Aghei, A., jamali, H.A., emamjomeh, M.M. (2017). Check the removal of heavy metals (lead, cadmium and cobalt) using chitosan in the aquatic environment. Masters thesis, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. pp. 23-35.
- E. Zong, G. Huang, X. Liu, W. Lei, S. Jiang, Z. Ma, J. Wang, P. Song. (2018). A lignin-based nano-adsorbent for superfast and highly selective removal of phosphate, *J. Mater. Chem. A*; 9971-9983.
- Y. Zhang, Q. Hou, W. Xu, M. Qin, Y. Fu, Z. Wang, S. Willför, C. Xu. (2017). Revealing the structure of bamboo lignin obtained by formic acid delignification at different pressure levels, *Ind. Crops Prod.* 108: 864-871.
- S. Li, J.A. Willoughby, O.J. Rojas. (2016). Oil- in- Water Emulsions Stabilized by Carboxymethylated Lignins: Properties and Energy Prospects, *ChemSusChem* 9; 2460- 2469.
- S. Zhang, Y. Zhou, W. Nie, L. Song. (2012). Preparation of Fe₃O₄/chitosan/poly (acrylic acid) composite particles and its application in adsorbing copper ion (II), *Cellulose* 19; 2081- 2091.
- Y. Zhang, S. Ni, X. Wang, W. Zhang, L. Lagerquist, M. Qin, S. Willför, Ch.Xu, P. Fatehi. (2019). Ultrafast adsorption of heavy metal ions onto functionalized lignin-based hybrid magnetic nanoparticles. *Chemical Engineering Journal* Volume 372, 82-91.
- F.Y. Cheng, C.H. Su, Y.S. Yang, C.S. Yeh, C.Y. Tsai, C.L. Wu, M.T. Wu, D.B. Shieh. (2005). Characterization of aqueous dispersions of Fe₃O₄ nanoparticles and their biomedical applications, *Biomaterials* 26; 729-738.
- M.S. Moorthy, D.J. Seo, H.J. Song, S.S. Park, C.S. Ha. (2013). Magnetic mesoporous silica hybrid nanoparticles for highly selective boron adsorption, *J.Mater. Chem. A*; 12485-12496.

معرفی نیروگاه برق -آبی استخری
ساویز نکوفر

تشخیص الگوی رفتاری انسان در بازی سنگ، کاغذ، قیچی با استفاده از هوش مصنوعی
مریم قاسمی، غلامحسین روشنی، عبدالرضا روشنی

ارزیابی عوامل موثر بر کاهش تولید گاز نسبت به برنامه تکلیفی سکوی فاز ۲۱ میدان پارس
جنوبی با رویکرد داده کاوی
شکیبا خادم القرانی، سعید یوسفیان

بررسی و تحلیل رام اکسل جلو خودرو پژو ۴۰۵ تحت ضربات ناشی از ناهمواری های جاده
مهدی نیاجلیلی، سیدمحمد رضا حسینی علی آباد، علی کوچکی نژاد، سیدمحمد رضا موسوی میر کلایی

ساخت نانوجاذب حساس به مغناطیس با هدف حذف آلاینده سنگین سرب از آب
رضا بنسپردی، اسدالله ملک زاده

پژوهش های نوین
مقدمه ها

۰۲۱ ۳۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷ ۰۲۱ ۴۳۳ ۸۵۷۱ ۲۴
۰۲۶ ۳۲۷۲ ۴۷۸۷ ۰۲۶ ۳۲۷۴ ۷۱۵۸
تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج: چهارراه هفتتیر، خیابان لاله ۱، پلاک ۱۴، طبقه همکف