تابستان ۱۴۰۱
سال یازدهم

# کهربا

## فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر

ISSN :2322-3723

شماره سی و ششم

kahrobaonline.ir
Journal of Electrical and Computer Engineering

آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری

سیستم‌های توزیع انرژی در مترو

بررسی عملکرد رایگان سواران در همه‌گیری ویروس کرونا با استفاده از تئوری بازی‌ها

شناسایی پروتکل‌های مخابراتی بر اساس اثرانگشت با استفاده از هوش مصنوعی و استخراج محتوا

آشنایی با پروتزهای اندام تحتانی و فناوری‌های کمک حرکتی و شبیه‌سازی آن به کمک Solidworks

ارزش اندازه‌گیری D–Dimer به‌عنوان یک بیومارکر در ارزیابی شدن بیماری میزان مرگ و میر در مبتلایان به کوید–۱۹

شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ۷۷۸۲۱

سال یازدهم
شماره سی‌و ششم
تابستان ۱۴۰۱



## صاحب‌امتیاز

سایت نواندیشان

## مدیرمسئول

مهدی عارف خیابانی

## سردبیر

امین شیخ نجدی

## هیئت تحریریه

دکتر امیرحسین رحمانی – دکترای برق قدرت- استاددانشگاه‌های جندی شاپور دزفول و آزاد اسلامی واحد درفول

دکتر ملیحه نیک سیرت- دکترای علوم کامپیوتر- استادیار دانشگاه صنعتی بیرجند

دکتر محمد دوستی زاده- دکترای برق، قدرت- استاد دانشگاه آزاد اسلامی خرم آباد

مهندس آزاد رحیمی – کارشناس ارشد برق قدرت- عضو هیئت علمی دانشگاه فنی و حرفه ای سنندج

دکتر علویه میرفتح الهی- دکترای علوم اعصاب گرایش هوش مصنوعی- دانشگاه علم و صنعت ایران

مهندس امین شیخ نجدی-کارشناسی ارشد برق الکترونیک- استادیار مدعو گروه الکترونیک دانشگاه‌های شهدا اهواز، جندی شاپور دزفول، عصاریان دزفول و آزاد اسلامی واحد دزفول

دکتر موسی مجرد- دکترای کامپیوتر-نرم افزار – هیئت علمی دانشگاه فیروزآباد، رئیس دانشگاه آزاد اسلامی فراشبند

مهندس محمدحسین دوست محمدی- کارشناسی ارشد برق الکترونیک – هیئت علمی (مربی) دانشگاه صنعتی همدان

مهندس آزاد رحیمی- کارشناسی ارشد برق قدرت- هیئت علمی (مربی) و مدیرگروه دانشگاه فنی و حرفه‌ای سنندج

مهندس علی کمالی- کارشناس ارشد برق قدرت – کارشناس ارشد پژوهشکده خودرو محیط زیست دانشگاه تهران

مهندس مهسا سرائی – کارشناس ارشد برق مخابرات- دانشگاه فردوسی مشهد (مربی)

| | |
|---|---|
| **درباره کهربا** | ۳ |
| **یادداشت مدیرمسئول** | ۴ |
| آشنایی با مشاهیر | |
| **پروفسور بهزاد رضوی – استاد برجسته الکترونیک ایران** | ۵ |
| مقالات | |
| **آشنایی با پروتزهای اندام تحتانی و فناوری‌های کمک حرکتی و شبیه‌سازی آن به کمک Solidworks**<br>علی ملکی – دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی<br>علیرضا محمودی‌فرد – مدرس مدعو دانشگاه علامه فیض کاشانی | ۶ |
| **شناسایی پروتکل‌های مخابراتی بر اساس اثرانگشت با استفاده از هوش مصنوعی و استخراج محتوا**<br>قاسم ملکی مقدم – کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران<br>حسین خالقی بیزکی – دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران<br>حسین بهرامگیری - استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران | ۱۴ |
| **آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری**<br>علیرضا محمودی‌فرد – مدرس مدعو دانشگاه علامه فیض کاشانی<br>سمانه حمیدی‌راد – دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی | ۲۱ |
| **بررسی عملکرد رایگان سواران در همه‌گیری ویروس کرونا با استفاده از تئوری بازی‌ها**<br>مرتضی یزدان‌پناه – مربی دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع) | ۲۹ |
| **سیستم‌های توزیع انرژی در مترو**<br>مریم فریور – کارشناسی ارشد مهندسی برق – الکترونیک | ۳۴ |
| **ارزش اندازه‌گیری D-Dimer به‌عنوان یک بیومارکر در ارزیابی شدن بیماری میزان مرگ و میر در مبتلایان به کوید-۱۹**<br>علیرضا دولتی – دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی<br>علیرضا محمودی‌فرد – مدرس مدعو دانشگاه علامه فیض کاشانی | ۳۸ |
| **ارتباط با کهربا** | ۴۳ |

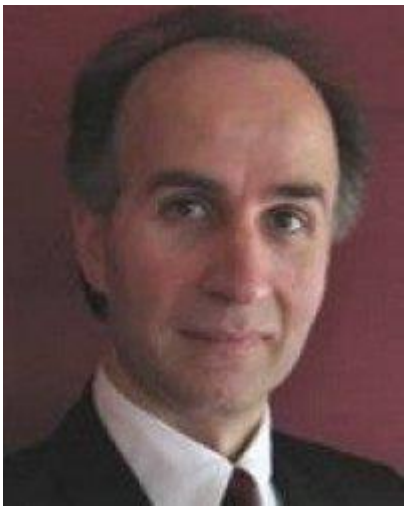
# درباره کهربا

مجله الکترونیکی کهربا، با همت و تلاش جمعی از دانشجویان و مهندسین برق، بخصوص اعضای انجمن علمی و پژوهشی نواندیشان، در سال هزار و سیصد و نود شروع به کارکرد. کهربا از سال ۹۱ با کسب شماره بین‌المللی استاندارد مجلات (ISSN:۲۳۲۲-۳۷۲۳) و ثبت در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران، به‌عنوان فصلنامه‌ای رسمی و تخصصی در حوزه صنعت برق شناخته‌شده است. این نشریه تخصصی در سال ۹۵ موفق به اخذ پروانه انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، با مجوز شماره ۷۷۸۲۱ و ثبت در سامانه جامع رسانه‌های کشور(e-rasaneh) و بانک اطلاعات نشریات کشور(magiran) گردید. در سال ۹۷ طی تفاهم‌نامه‌ای با بانک مقالات کشور (سیویلیکا) مورد حمایت این پایگاه قرارگرفته و مقالات ارائه‌شده به نشریه پس از انتشار در سیویلیکا نمایه شده و در نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

# یادداشت مدیرمسئول

در یازدهمین تابستان از فعالیت نشریه کهربا و پس از انتشار سی‌و پنج شماره از مجله مفتخریم با انتشار سی‌وششمین شماره از این نشریه در خدمت علاقه‌مندان این مجله تخصصی باشیم. تلاش ما از روز نخست، جمع‌آوری، تهیه و ارائه مطالبی ساده و کاربردی، درعین‌حال تخصصی، به قشر فرهیخته دانش‌پژوه و کسانی که مشتاق به دانستن علوم مهندسی برق و الکترونیک یا کامپیوتر هستند، بوده است. امید است با هدایت و راهنمایی شما هر شماره بهتر و پخته‌تر از شماره پیشین گردد. امید است که باهمت و همیاری دوستان بتوانیم قدمی هرچند کوچک، جهت جلب رضایت و بالا بردن سطح دانش شما برداریم؛ و روزبه‌روز شاهد پیشرفت و موفقیت‌های شما عزیزان باشیم.

# آشنایی با مشاهیر



## پروفسور بهزاد رضوی – استاد برجسته الکترونیک ایران

احتمالا کسانی که کتاب Design of Analog CMOS Integrated Circuits از پروفسور بهزاد رضوی رو مطالعه کرده باشند، تألیف چنین مرجع دانشگاهی آن هم در زمینه طراحی مدار مجتمع CMOS توسط یک دانشمند ایرانی برایشان باعث مباهات بوده و من هم از آنجایی که به شخصیت ایشان علاقه مندم قسمتی از پروفایل این محقق ایرانی را ترجمه کرده‌ام که ادامه آن را می‌توانید در سایت دانشگاه UCLE مطالعه کنید.

بهزاد رضوی استاد دانشگاه ایرانی-آمریکایی مهندسی برق دانشگاه UCLE و فارغ‌التحصیل دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه استنفورد است. او نویسنده کتاب‌های مرجعی در زمینه میکروالکترونیک مدارات RF است که در بسیاری از دانشگاه‌های جهان تدریس می‌شوند. وی همچنین مدیر آزمایشگاه مدارهای مخابراتی دانشگاه UCLE است.

او در سال ۲۰۱۲ برنده جایزه دانلد او پدرسن IEEE در حالت جامد شد.

بهزاد رضوی لیسانس مهندسی برق خود را در سال ۱۹۸۵ از دانشگاه صنعتی شریف و فوق لیسانس و دکترای خود را به‌ترتیب در سال‌های ۱۹۸۸ و ۱۹۹۲ از دانشگاه استنفورد دریافت کرد. وی تا سال ۱۹۹۶ در آزمایشگاه‌های بل AT&T و سپس در آزمایشگاه‌های هیولت-پکارد مشغول به کار بود.

شاید بی‌اغراق بتوان گفت او بهترین و معروف‌ترین استاد الکترونیک و مدارهای مخابراتی جهان است.

برخی تالیفات او عبارت است از :

Principles of Data Conversion System Design, IEEE Press, 1995

Monolithic Phase-Locked Loops and Clock Recovery Circuits, IEEE Press, 1996

‘RF Microelectronics, Prentice Hall, (1998) (translated into Chinese and Japanese

Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, (2001) (translated to Chinese, Persian and Japanese

Design of Integrated Circuits for Optical Communications, McGraw-Hill, 2003

Phase-Locking in High-Performance Systems, IEEE Press, 2003



www.kahrobaonline.ir

KN0-0902-3601

# آشنایی با پروتزهای اندام تحتانی و فناوری‌های کمک حرکتی و شبیه‌سازی آن به کمک Solidworks

علی‌ملکی [۱] A.malekibme@gmail.com
علیرضا محمودی‌فرد [۲] alireza10.m10@gmail.com

[۱] دانشجوی کارشناسی پیوسته مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض‌کاشانی
[۲] مدرس مدعو گروه مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی

**چکیده:** در کشورهای در حال توسعه، علت اصلی قطع عضو اندام تحتانی، ایجاد اختلال در سیستم گردش خون است؛ علت اصلی ایجاد این اختلالات، ایجاد گرفتگی در عروق شریانی می‌باشد؛ اگرچه تا یک سوم از بیماران، بیماری‌های دیگری مانند دیابت نیز دارند، این افراد معمولا در دهه ششم زندگی خود یا پیرتر هستند و عمدتا مشکلات پزشکی دیگری هم دارند که توانایی راه رفتن آن‌ها را محدود می‌کند. در کشور انگلستان در سال حدود ۵۰۰۰ قطع عضو عمده انجام می‌گیرد؛ در مقایسه، در کشورهای درحال توسعه، عمده قطع عضوها به‌دلیل آسیب‌های مربوط به حادثه یا اتفاق در زمان درگیری و یا انواع آسیب‌های صنعتی، ممکن است به‌وجود آید. فناوری و تحقیقات جدید، میزان کارکرد و ظاهر پروتزهای پا را ظرف دهه گذشته، بسیار متحول کرده است؛ امروزه هر فردی که به هر دلیلی مجبور به قطع پا می‌شود، دامنه انتخاب وسیع‌تری نسبت به گذشته دارد؛ مدل‌های مختلف پروتز اندام مصنوعی به‌منظور انواع فعالیت‌ها، از پیاده‌روی و دویدن گرفته تا دوچرخه‌سواری و گلف و شنا کردن و حتی اسکی روی برف، طراحی و ساخته می‌شوند. در این مقاله سعی شده است تا انواع پروتزهای مربوط به اندام تحتانی و کاربردهای آن به‌طور کلی بیان و نشان داده شوند؛ همچنین یکی از انواع پروتزهایی که در افزایش کارایی و عملکرد عضو قطع شده بیماران بسیار موثر است، به کمک نرم‌افزار ***Solidworks*** شبیه‌سازی و طراحی شده است.

**کلید واژه‌ها:** *اندام تحتانی، پای مصنوعی، قطع عضو، نرم‌افزار* Solidworks

## ۱. مقدمه

◄ پای مصنوعی زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که قسمتی از پای فرد بیمار یا تمام پای او، عمدتا به‌دلیل مبتلا شدن به بیماری دیابت یا صدمه دیدن قطع شده است. در کشورهای در حال توسعه، دلیل اصلی قطع عضو اندام تحتانی، اختلال در سیستم جریان خون می‌باشد؛ علت اصلی این اختلال‌ها هم وجود گرفتگی در عروق شریانی قلبی است؛ در کشورهای درحال توسعه، اکثر قطع عضوها به‌دلیل آسیب‌هایی است که در زمان درگیری فرد یا آسیب‌های صنعتی و یا ترافیکی رخ می‌دهند. پای مصنوعی انواع گوناگونی دارد؛ از وسیله‌ای مقدماتی که راه رفتن بر روی سطح صاف را ممکن می‌کند گرفته است تا پای مصنوعی هوشمندی که دویدن یا انجام فعالیت‌های ورزشی نیمه حرفه‌ای یا حرفه‌ای را امکان‌پذیر می‌کند. بهره گیری از فیزیوتراپی و کاردرمانی هم برای آموزش چگونگی نحوه انجام دادن وظایف عادی روزمره در محیط-هایی از قبیل منزل ضروری هستند. اگرچه زمان شروع استفاده از پروتز پای مصنوعی در بیماران مختلف تفاوت دارد، در مجموع این فرآیند معمولا چند هفته بعد از جراحی عضو قطع شده شروع

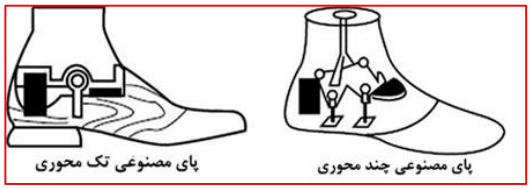
می‌شود. امروزه به مدد پیشرفت‌هایی که در زمینه ساخت و طراحی انواع پروتزهای مختلف صورت گرفته است، افرادی که به هر علتی مجبور به قطع پای خود شده‌اند، دامنه انتخاب بسیار وسیعی دارند؛ این‌گونه پروتزهای پیشرفته برای انواع فعالیت‌های مختلف مانند پیاده‌روی تا اسکی روی برف به‌کار می‌روند. مواد چوبی و فولادی سنگین در طول سال‌ها با پلاستیک سبک، انواع آلیاژهای مختلف فلز و کامپوزیت‌های فیبرکربنی جاگزین گردیده‌اند. بسیاری از پاهای مصنوعی جدید، شباهت خیلی زیادی به پای طبیعی خود انسان دارند و می‌توانند قسمتی از انرژی تولید شده در زمان راه-رفتن فرد را ذخیره کنند و دوباره به بدن بازگردانند.

## پروتزهای اندام تحتانی

◄ پروتز به عضو مصنوعی گفته می‌شود که جایگزین اندام از بین رفته فرد می‌گردد تا بتواند عملکردهای نرمال فرد را به میزان مورد نیاز فراهم کند. پروتزها بر اساس ارزیابی‌های انجام شده روی سطح‌های مختلف قطع عضو و شرایط قسمت باقی‌مانده از عضو قطع شده تهیه می‌گردند. دو روش عمده در ساخت و طراحی انواع پروتزهای اندام تحتانی وجود دارد؛ پروتزهای اگزواسکلتال (پروتزهای دارای ساختار بیرونی سخت) و پروتزهای اندواسکلتال(پروتزهای دارای ساختار درونی سخت). در پروتزهای اگزواسکلتال، نوعی پوشش سخت بیرونی وجود دارد که از جنس لامینه سخت پلاستیکی است و مقاومت پروتز و شکل ظاهری آن را هم پوشش می‌دهد؛ این نوع از پروتز دوام بسیار بالایی داشته اما محدودیت در انتخاب قطعات در این نوع از پروتز وجود دارد و پروتز خروجی از نوع اگزواسکلتال نسبت به اندواسکلتال ثقیل‌تر است؛ این نوع از پروتز برای افرادی که می‌خواهند سال‌های طولانی از یک پروتز ثابت استفاده کنند، مناسب است. پروتزهای اندواسکلتال یک میله سبک از جنس آلومینیم، تیتانیم یا کربن هستند؛ در این نوع از پروتزها، قطعات زانو و پنجه و اتصالات، قابلیت تعویض و تغییر دارند و یک پوشش زیبا از جنس مواد نرم و سبک مانند ابر و فوم داشته که می‌تواند گذاشته یا برداشته شود؛ در آخر نیز یک روکش انعطاف‌پذیر از جنس نایلون مانند یک جوراب زنانه روی پروتز کشیده می‌شود. افراد مختلف به‌خصوص افرادی که فعالیت زیادی در طول روز دارند، می‌توانند از این نوع پروتز استفاده کنند؛ اشکال عمده این نوع از پروتزها، زود از بین رفتن پوشش زیبای روی آن‌ها می‌باشد.

## قطعات پنجه و مچ

◄ امروزه بیش از صد نوع پنجه پروتزی در بازار وجود دارد؛ ساده‌ترین نوع پنجه، نوع SACH است که یک بخش چوبی در داخل خود دارد و به‌وسیله یک پوشش فوم از جنس پلی‌یورتان پوشیده شده است؛ دوام خیلی بالایی دارد، اما فاقد قطعه متحرک است؛ این نوع پروتز، ساده‌ترین نوع پای مصنوعی است که هیچ قطعه متحرک و غیر مفصلی ندارد. شکاف پاشنه پروتز SACH از جنس لاستیک نرم بوده و به‌علت فشرده شدن در ابتدای راه رفتن، مثل مچ پای طبیعی عمل می‌کند، ولی جنس Keel سخت بوده تا میزان پایداری پا را در وضعیت میانی گام برداشتن تامین کند و فقط به پا اجازه حرکتی جزئی را دهد. پروتز SACH با بلندی پاشنه‌های مختلفی تهیه می‌شود تا مناسب کفش‌هایی با بلندی پاشنه مختلف باشد. نوع دیگری از پنجه، پنجه تک محوری نام دارد که بیشتر برای افراد دارای فعالیت خیلی زیاد تجویز می‌گردد. پنجه دیگری نیز به‌نام پنجه چند محوری وجود دارد که امکان چرخش پا را در عین فراهم کردن ثبات می‌دهد؛ این نتیجه برای افرادی که در سطوح شیب‌دار راه می‌روند، انتخاب خوبی است. شکل ۱ انواع پای مصنوعی تک‌محوری و چند محوری را نشان می‌دهد.




**شکل۱- انواع پای مصنوعی تک‌محوری و چند محوری**

## پایلون

◄ پایلون به بخشی از پروتز گفته می‌شود که وزن را از سوکت به پنجه پروتز منتقل می‌کند. اکثر افراد مایل هستند از پایلون‌های

دینامیک استفاده کنند تا ضربه‌های منتقل شده به استمپ زمانی که پاشنه به زمین برخورد می‌کند را کاهش دهند؛ این موضوع برای ورزشکاران و افراد فعال اهمیت بالایی دارد. حالت فنر مانند پایلون‌های دینامیک، زمان راه رفتن به پیشروی فرد بیمار رو به جلو، کمک شایانی می‌کند. برخی از پایلون‌ها قدرت جذب کردن انواع حرکت‌های پیچشی پنجه تا اندازه ۴۵ درجه را دارند؛ این نوع از پایلون‌ها برای افراد تنیس‌باز و گلف‌باز مناسب می‌باشد.

## انواع زانو

◄ امروزه انواع مدل های مختلف از زانوهای پروتزی در بازار یافت می‌شوند. این زانوها در دوگروه مکانیکی و کامپیوتری جای می-گیرند؛ زانوهای مکانیکی امکان دارد تک‌محوری یا چندمحوری باشند؛ زانوی تک‌محوری همانند یک لولا عمل می‌کند و ارزان سبک و بادوام می‌باشد؛ اصطکاک درون این نوع پروتز از حرکت خیلی سریع ساق پا به سمت جلو خودداری می‌کند و فقط امکان راه‌رفتن با یک سرعت نرمال و مشخص را برای فرد مهیا می‌کند. زانوهای چندمحوری برای افرادی که فعالیت زیادی دارند، مناسب می‌باشد؛ از لحاظ هزینه از زانوهای کامپیوتری ارزان‌تر است و راه رفتن با ثبات‌تری را نسبت به زانوهای تک‌محوری مهیا می‌کند. زانوهای چندمحوری انواع مختلفی از جمله نیوماتیکی و هیدرولیکی دارند که اجازه راحت راه رفتن فرد با سرعت‌های مختلف را می‌دهند. زانوهای کامپیوتری که به آن‌ها میکروپروسسوری هم گفته می‌شود، جدیدترین نوع از زانوهای پروتزی هستند که به افراد امکان راه رفتن طبیعی و راحت را می‌دهند؛ در مقایسه با زانوهای مکانیکی این نوع از زانوها بسیارگران هستند ولی برای افراد دارای فعالیت بدنی بالا یا افراد دارای قطع عضو از چند ناحیه اندام تحتانی، مناسب هستند.

## پای میکروپروسسوری

◄ این نوع از پروتزها دسته جدیدی از اجزای اندام‌های پروتزی به‌شمار می‌آیند؛ این اجزای پا، سنسورهای کوچک مربوط به کنترل کامپیوتری هستند و اطلاعات را هم از اندام فرد و هم از محیط اطراف خود، مورد پردازش قرار می‌دهند تا بتوانند با نیازهای مختلف فرد سازگاری یابند؛ بر اساس اطلاعاتی که سیگنال‌های ورودی به‌دست می‌آید، این پروسسورها یک الگوریتم و یا مجموعه‌ای از قوانین خاص را به‌منظور تصمیم‌گیری در مورد اینکه چگونه مچ پا یا خود پا بتواند در هر شرایطی پاسخ‌دهد، اعمال می‌کنند؛ ریزپردازنده دستورالعمل‌هایی را برای بخش‌های مختلف پروتز مهیا می‌کند تا پروتز بتواند عملکرد مطلوبی را برای پا فراهم کند. مچ‌های پا امروزه از سنسورهای مختلفی مانند سنسور زاویه مچ‌پا، شتاب‌سنج، ژیروسکوپ‌ها و سنسورهای گشتاور بهره می‌برند. در ادامه، میکروپروسسور سیگنال‌های ورودی را در این نوع سیستم‌ها دریافت کرده و در واقع تصمیم می‌گیرند چگونه موقعیت‌های مختلف مچ را تعیین کنند و یا چگونه موتور مچ پا را در فاز ایستاده تنظیم کند. بزرگترین مزیت ذاتی یک سیستم مچ پا یا خود پا با MPC نسبت به پروتزهای دیگر پا، داشتن توانایی افزایش واکنش نسبت به شرایط محیطی گوناگون همراه با ارائه خواص مکانیکی متفاوت و یا ترازبندی به‌منظور بهبود تعادل و افزایش میزان تحرک فرد کاربر می‌باشد؛ هدف نهایی این کلاس از پای پروتزی، این است که بتواند حرکات و توابع مربوط به پای فرد سالم را تقلید کند؛ با این وجود، دستگاه‌ها در توانایی خود به‌منظور هماهنگی با محبط‌های اطرافشان متفاوت هستند. اگرچه این نوع از پاها توانایی حرکت خودکار پاها و مچ پا را دارند، اما به شکل مستقیم با بدن ارتباط ندارند. میکروپروسسور یا پایه پروتزهای متحرک نیاز به باتری داشته تا تراشه، سنسورها، موتورها و محرک-ها را به حرکت درآورند؛ قطعات الکترونیکی همراه با سیستم‌های پروسسوری، آن‌ها را بسیار حساس‌تر از نمونه‌های مشابه خود می-کنند؛ اکثر آن‌ها نباید به هیچ وجه در محیط‌های دارای آب یا خود آب و یا محیط‌های پر گرد و غبار وارد و استفاده شوند. اغلب ریزپردازنده‌ها وزن بیشتری نسبت به سایر پروتزهای بدن دارند؛ کاربران این نوع پروتزها می‌توانند در زمان‌هایی که میکروپروسسور اطلاعات را استخراج می‌کند و بخش‌های مختلف مچ پا را تنظیم می‌کند، متوجه خارج شدن صداهایی از پروتز شوند؛ سطح ساخت بالاتر از تکنولوژی کنونی و طراحی پیچیده‌تر این مدل از پروتزها به معنای گران‌تر بودن آن است. شکل۲ در اصل یک مدل از پروتزهای میکروپروسسوری را نشان می‌دهد.



شکل۲- انواع پای میکروپروسسوری

## مفاصل مختلف ران

◄ ساده‌ترین نوع مفصل ران همانند یک لولا عمل کرده و به سمت جلو خم می‌گردد و تا وضعیت کامل باز شده و در حالت ایستادن باز می‌شوند؛ نوع قفل‌دار از این نوع پروتز، به کمک یک قطعه کنترل‌کننده گام امکان ثابت شدن بیشتر را فراهم می‌کند؛ سیستم کنترل‌کننده خم شدن ران شامل نوعی فنر فشرده بوده که پیش از باز شدن کامل زانو، ران را خم می‌کند و مانع گیرکردن سرپنجه‌ی پروتزی به زمین می‌گردد؛ آن چیزی که تضمین کننده توانایی فرد در راه رفتن می‌باشد، قرار دادن صحیح مفصل ران از نظر آناتومیکی است.

## پروتز کردن قسمتی از پا

◄ قطع عضو از ناحیه پنجه پا در مواقعی که خون‌رسانی به پا به‌دلیل گرفتگی شدید شریانی ضعیف شده باشد، انجام می‌گیرد؛ این موضوع نگرانی بسیاری از افراد دیابتی و سیگاری است؛ چون بیماری‌های عروقی در این افراد شایع‌تر می‌باشد. امروزه قطع عضو قسمتی از پنجه پا بیشتر رواج پیدا کرده است، چون عملکرد پا و تعادل آن در این سطوح از قطع عضو بیشتر حفظ می‌گردد. پاشنه، انگشت شست و سایر انگشتان پا، سه ناحیه اصلی و اولیه پا هستند که عملکرد پا را به‌خوبی ممکن می‌سازند؛ حتی اگر بخش کوچکی از پا دچار آسیب شود، این عملکرد هم دچار اختلال می‌گردد. با توجه به نوع قطع عضو انواع پروتزها در موارد قطع عضوهای مختلف ساخته می‌شود؛ در واقع پروتز خوب پروتزی است که به کاهش درد کمک کند و عملکرد فرد را پس از قطع عضوش بالا برد؛ نقص عضوی که در این نوع از قطع عضو در پا به‌وجود می‌آید، طول اندام تحتانی و تعادل آن را هم به هم می‌زند. تلاشی که بدن انجام می‌دهد تا با این اغتشاش ایجاد شده مقابله کند، می‌تواند باعث ایجاد درد در بدن شود؛ پروتزهایی که در این قطع عضوها به‌کار می‌روند عبارتند از: کفی‌هایی که در ناحیه انگشتان قطع شده با مواد پر گردیده‌اند و دارای حمایت طولی قوس کف پایی هستند و یا راکرهایی در کف کفش ترکیب می‌گردند، ارتزهای مچ و پا که به‌کمک قالب‌گیری ساخته می‌شوند و قسمت قطع عضو در آن بازسازی می‌شود، یا پروتزهای زیبایی که از جنس سیلیکون هستند و یا پروتز با سوکت پلاستیکی و پروتزهای دریچه‌دار. شکل ۳ چند نوع از پروتزهای انگشتان پا را نشان می‌دهد.



شکل۳- انواع پروتز انگشتان پا

## سایم

◄ این نوع از قطع عضو به قطع از سطح مفصلی مچ گفته می‌شود؛ این بدین‌معنی است که کل مچ پا از بین مفصل مچ برداشته می‌شود و قوزک‌ها هک تراشیده می‌شوند و پد پاشنه به سمت جلو چرخیده و انتهای استخوان درشت‌نی را می‌پوشاند؛ برخی از افراد با این نوع قطع عضو به سختی می‌توانند از پروتز استفاده کنند، اما برخی دیگر پوشیدن این نوع از پروتز برایشان آسان است؛ این سطح قطع عضو مانند بقیه قطع عضوهای از میان پنجه ممکن است نیاز به جراحی بازبینی داشته باشد تا فرد بتواند در استفاده از پروتز راحت‌تر باشد. سوکت سخت یکی از اجزای پروتز سایم می‌باشد؛ در داخل این سوکت یک لایه نرم درونی وجود دارد که زیر زانوی فرد ادامه پیدا کرده است؛ طرح‌های دیگری هم برای ساخت این نوع از پروتز وجود دارد که در آن یک دریچه در پشت سوکت تعبیه شود که به‌کمک آن پوشیدن پروتز آسان‌تر شود؛ پنجه‌هایی که برای این نوع از پروتزها قابل استفاده هستند، نوع SACH و کربنی هستند. شکل ۴ نوعی پروتز سایم را نمایش می‌دهد.



شکل۴- پروتز سایم

## پروتز زیر زانو

◄ پروتز زیر زانو به‌طور عمومی از یک سوکت که از روی قالب استمپ فرد ساخته شده و یک پایلون و یک عدد پنجه تشکیل شده است؛ بعضی مواقع یک وسیله تعلیق اضافی هم برای نگهداری از پروتز روی بدن لازم است. زمان دریافت پروتز در هر فردی با فرد دیگر متفاوت است اما به‌طور معمول فرد دچار نقص عضو زیر زانو روند روند دریافت پروتز را چند هفته پس از جراحی قطع عضو شروع می‌کند؛ پروتز فوری در برخی افراد بعد از قطع عضو استفاده می‌شود اما در برخی از افراد از بانداژ سخت در چند هفته اول پس از جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ برای ساختن سوکت باید از اندام فرد یک قالب گچی ساخت. استفاده از انواع پروتزهای مقدماتی فواید زیادی برای فرد دچار قطع عضو به همراه خواهد داشت؛ این پروتزهای مقدماتی به استمپ فرد دچار قطع عضو در واقع این اجازه را می‌دهد تا ورم پایش کم شود و زخم آن به‌طور کامل خوب شود؛ فرد روی استمپ خود از لایه های جوراب پروتزی یا انواع ژل‌های سیلیکونی استفاده می‌کند و پس از آن سوکت را پوشیده تا از پوست حساس استمپ مراقبت کند؛ همین‌طور که ورم استمپ پای فرد به‌طور روزانه کاسته می‌شود، از اندازه استمپ آن هم کم می‌شود؛ فرد با کم شدن حجم استمپ به لایه‌های جورابی که زیر سوکت پوشیده است، اضافه می‌کند تا از لق زدن سوکت روی سوکت جلوگیری کند؛ پایلون پروتز موقت نباید با پوشش زیبایی پوشانده شود تا فرد پروتزیست بتواند تغییراتی که در راستای اعمال پروتز جدید نیاز است را انجام دهد؛ در طول دوره‌ای که فرد از پروتز موقتی استفاده می‌کند، باید به‌صورت منظم پوست استمپ آن بررسی شود تا زخم و ساییدگی در آن به‌وجود نیاید؛ هنگامی‌که حجم استمپ موقت فرد ثابت ماند و فرد توانست کلیه فعالیت‌های خود را به شکل عادی انجام دهد، در این زمان می‌توان یک پروتز دائمی را به کمک قالب‌گیری از روی همان استمپ قبلی برای فرد ایجاد کرد.

## پروتزهای بالای زانو

◄ پروتزهای بالای زانو دارای یک سوکت ساخته شده از روی قالب استمپ فردی که دچار قطع عضو شده است، زانوی پروتزی پایلون و پنجه می‌باشد. بعضی مواقع به یک وسیله برای تامین تعلیق پروتز روی بدن فرد دچار قطع عضو نیاز می‌باشد. یک ساختار حمایت‌کننده استمپ در هفته اول قطع عضو پس از جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای ساخت سوکت، به‌کمک یک باند گچی از روی استمپ فرد قالب گرفته می‌شود. استفاده از پروتزهای اولیه فواید زیادی برای فرد دچار قطع عضو دارد؛ این نوع از پروتزها به استمپ فرد این امکان را می‌دهد که از ورم آن کاسته شود و زخم آن به‌طور کامل بهبود پیدا کند؛ در این مدت بهبودی فرد روی استمپ خود از لایه‌های جوراب پروتزی یا انواع ژل‌های سیلیکونی استفاده کرده و سپس سوکت را می‌پوشد تا از پوست حساس استمپ خود محافظت کند؛ همین‌طور که ورم استمپ پای فرد به‌طور روزانه کاسته می‌شود، از اندازه استمپ آن هم کم می‌شود؛ فرد با کم شدن حجم استمپ به لایه‌های جورابی که زیر سوکت پوشیده است، اضافه می‌کند تا از لق زدن سوکت روی سوکت جلوگیری کند. پایلون پروتز موقت نباید با پوشش زیبایی پوشانده شود تا فرد پروتزیست بتواند تغییراتی که در راستای اعمال پروتز جدید نیاز است را انجام دهد؛ در طول دوره‌ای که فرد از پروتز موقتی استفاده می‌کند، باید به‌صورت منظم پوست استمپ آن بررسی شود تا زخم و ساییدگی در آن به‌وجود نیاید. هنگامی‌که حجم استمپ موقت فرد ثابت ماند و فرد توانست کلیه فعالیت‌های خود را به شکل عادی انجام دهد، در این زمان می‌توان یک پروتز دائمی را به‌کمک قالب‌گیری از روی همان استمپ قبلی برای فرد ایجاد کرد. شکل ۵ نمونه‌ای از یک پروتز بالای زانو را نشان می‌دهد.



**شکل ۵- نمونه‌ای از یک پروتز بالای زانو**

## کانادین

◄ پروتز در قطع عضوهای از بین مفصل ران و از بین استخوان لگن، به‌طور عمومی دارای یک سوکت ساخته شده بر اساس قالب گرفته شده از استمپ فرد هستند که نوعی ساختار نرم درونی و یک فریم سخت بیرونی را داراست؛ همچنین یک مفصل ران، قطعه گرداننده، مفصل زانو، پایلون و پنجه هم دارند؛ سوکت در این سطوح قطع عضو مربوط به سمت دچار قطع عضو فرد را پوشانده و به دور تنه و سمت سالم فرد می‌چرخد و در جلو به کمک بندهای محکم به همدیگر متصل می‌شوند. برای ساخت سوکت باید با باند گچی از بدن فرد قالبی تهیه شود؛ قطع عضوهای سطوح بالا مانند قطع عضو از مفصل ران و از بین استخوان لگن از لحاظ ساخت پروتز و محکم شدن صحیح روی بدن فرد بسیار چالش برانگیز هستند؛ چون فرد چندین مفصل خود یعنی پنجه، مچ، زانو و ران را از دست داده و دستیابی به وضعیت پایدار و راحت برای او سخت می‌باشد؛ فرد دچار قطع عضو در این نوع قطع شدن زمان راه رفتن دو برابر یک انسان سالم انرژی صرف می‌کند؛ چنانچه فرد جهت پوشیدن پروتز تشویق گردد و تیم ساخت پروتز وی و خانواده او تلاش کنند و یک پروتز بسیار کارآمد ساخته شود، فرد می‌تواند به‌راحتی با آن راه رود و فعالیت‌های روزمره خود از قبیل راه رفتن، ورزش‌کردن و حتی رانندگی را به‌راحتی انجام دهد.

مهم‌ترین و اصلی‌ترین بخش در ساخت این نوع از پروتزها، قالب-گیری درست و ماهرانه از باقی‌مانده‌ی عضو در سمت دچار قطع عضو و لگن سمت سالم فرد می‌باشد. هدف در ساخت سوکت، ایجاد یک سوکت کپی همانند یک سمت سالم است؛ برای ایجاد یک سوکت کارآمد، سوکت‌های آزمایشی مختلفی ساخته شده و اشکالات پای فرد روی آن برطرف می‌گردد. کف سوکت نهایی ساخته شده از جنس مواد سخت و موازی با سطح زمین است؛ این موضوع سبب نگه‌داشتن ثابت بافت نرم استمپ داخل سوکت شده و از ورود فشار به برجستگی‌های استخوانی جلوگیری می‌کند. شکل ۶ نمونه‌ای از پروتز کانادین را به‌همراه چند نمونه از پروتزهای بالای زانو نمایش می‌دهد.



**شکل ۶- انواع پروتزهای کانادین و بالای زانو**

## کاشت پای مصنوعی

◄ برای اولین‌بار عمل جراحی ایمپلنت پروتز اندام تحتانی در کشور صورت گرفت؛ هدف از این جراحی، بهبود کیفیت زندگی افرادی که دچار قطع عضو شده‌اند(مانند افراد جانباز) بود؛ عوارض و مشکلات ناشی از قرار دادن سوکت‌های سنتی عبارتند از: انواع عفونت‌های موضعی، حساسیت‌های پوستی محل تماس سوکت، تحمل وزن سنگین پروتز. افرادی که به قطع عضو بالای زانو دچار هستند انرژی زیادی را در حین راه رفتن از دست می‌دهند و عواقبی از جمله کمر درد ناشی از اختلال در ارگونومی و آتروفی عضلات باقی‌مانده به‌علت عدم استفاده پیوسته را به‌همراه دارد؛ این نوع از ایمپلنت‌ها که جدید هم هستند، به‌کمک ایده ایمپلنت دندان در داخل استخوان باقی‌مانده قطع عضو قرار می‌گیرند؛ مزایای استفاده از این نوع پروتز عبارتند از: احساس راه رفتن طبیعی، کاهش مصرف انرژی در زمان‌های راه رفتن، سبکی وزن پروتز بیرونی، عدم ایجاد حساسیت در محل اتصال پروتز؛ برای افرادی که قطع عضو باقی‌مانده بسیار کوتاه دارند، ایمپلنت Endo-Exo prosthesis مناسب و بسیار کاربردی است؛ عمل جراحی این نوع ایمپلنت شامل دو مرحله می‌باشد: مرحله اول، ایمپلنت Endo-prosthesis پس از بیهوش شدن بیمار و آماده‌کردن استخوان در داخل استخوان فرد کاشته می‌شود؛ کنترل ایمپلنت کاشته شده به‌کمک رادیوگرافی صورت می‌گیرد؛ پوست بسته شده

و پس از مدت ۴۵ روز به‌طور طبیعی ایمپلنت و استخوان به هم جوش می‌خورند. مرحله دوم، عمل جراحی به‌وسیله ایجاد یک سوراخ انجام می‌گیرد؛ ته پروتز داخلی پیدا می‌شود؛ به‌کمک یک رابط به پروتز بیرونی متصل می‌گردد. یک روز پس از جراحی دوم، بیمار می‌تواند راه رود و احساس راه رفتن طبیعی را هم دارد. شکل ۷ نمای بیرونی پروتز زانوی ایمپلنت شده را نشان می‌دهد.




**شکل ۷- نمای بیرونی پروتز زانوی مصنوعی**

## معرفی نرم‌افزار Solidworks

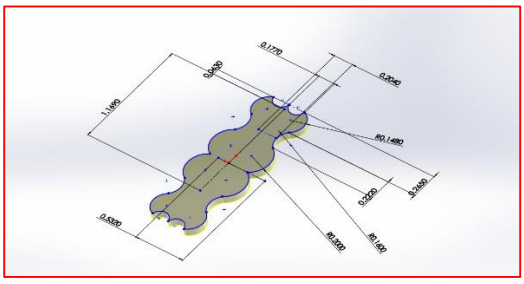
◄ Solidworks یک نرم‌افزار مهندسی طراحی به کمک رایانه می‌باشد که قابلیت اجرا بر روی ویندوز و لینوکس را دارد؛ این برنامه توسط شرکت فرانسوری داسو سیستمز ارائه شد و همچنان نیز در حال توسعه و پیشرفت است. این نرم‌افزار دارای یک محیط به نام‌های پارت و اسمبلی و دراوینگ است؛ محیط اول برای رسم قطعات به‌کار می‌رود؛ در محیط دوم قطعات یک مکانیسم بر روی هم سوار شده و در محیط آخر نیز از آن‌ها یک نقشه مهندسی برای نسخ چاپی تهیه می‌شود. این برنامه در واقع یک مدل‌ساز برای طراحی جامدات مختلف است که مبتنی بر پاراسالید بوده و از رویکرد پارامتری مبتنی بر ویژگی برای ساخت مدل‌ها و مونتاژها استفاده می‌کند. پارامتر در این برنامه، به ثابت‌هایی اطلاق می‌شود که مقدار آن‌ها شکل یا هندسه مدل یا مونتاژ مدنظر را تعیین می‌کند؛ پارامترهای عددی در این برنامه می‌توانند به کمک روابط مختلف که به هم مرتبط هستند، امکان ایجاد و ساخت طرح مورد نظر را برای کاربر ایجاد کنند.

## کاربردهای Solidworks

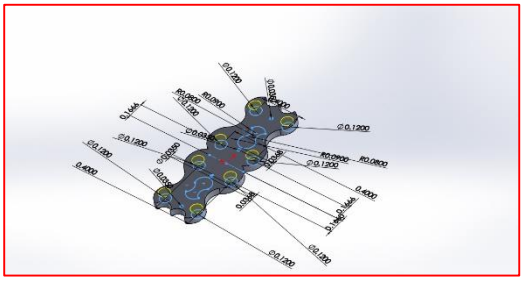
◄ به کمک این نرم‌افزار می‌توان کلیه طرح‌هایی که مربوط به جامدات مختلف است را طراحی و تولید کرد؛ به‌عنوان مثال ممکن است طراح بخواهد یک قوطی که در بالای آن سوراخی دارد را بدون توجه به ابعاد و اندازه‌های آن طراحی کند؛ Solidworks به فرد این امکان را می‌دهد تا سوراخ بالای قوطی را به‌عنوان یک مشخصه روی سطح تعریف کرده و بدون توجه به مشخصات قوطی خواسته طراح را برآورده سازد؛ همچنین طرح‌های بسیار پیچیده‌تر که در صنایع مختلفی از جمله پزشکی، راه و ساختمان، اتومبیل-سازی و ... کاربرد دارد را نیز می‌توان به‌کمک این نرم‌افزار قدرتمند طراحی و در آخر تولید کرد؛ یکی از کاربردهای مهم این برنامه در علم پزشکی، به‌خصوص بخش ارتوپدی، طراحی بسیار دقیق و کارآمد پروتزها و به‌خصوص پیچ و پلاک‌هایی است که در اعمال مختلف جراحی‌های ارتوپدی از جمله جراحی‌های مربوط به ستون فقرات مورد استفاده جراح قرار می‌گیرند. در این مقاله کوشش شده است تا یکی از انواع پیچ و پلاک‌هایی که در جراحی‌های ستون فقرات به‌کار می‌روند و در درمان و کاهش دردهای بیماران دارای ضایعه نخاعی بسیار مفید است، به کمک نرم‌افزار قدرتمند Solidworks شبیه‌سازی و طراحی شود.

## طراحی یک پلاک ارتوپدی در Solidworks

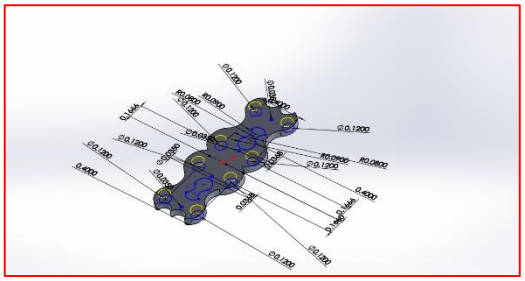
◄ به کمک نرم‌افزار طراحی جامدات Solidworks قصد داریم یک پلاک ارتوپدی بسیار پرکاربرد در اعمال جراحی ستون فقرات را طراحی کنیم؛ شکل‌های ۸ تا ۱۳ نحوه رسم و ایجاد یک پلاک را قدم به قدم نمایش می‌دهد.



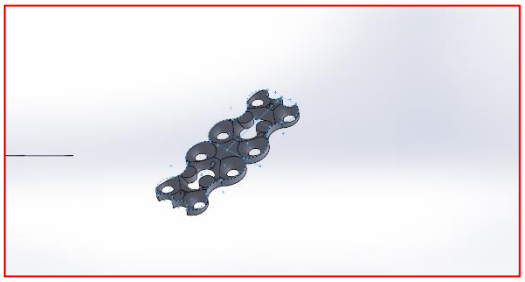
**شکل ۸- طرح اولیه پلاک ارتوپدی ایجاد شده به کمک ابزار sketch و feature**



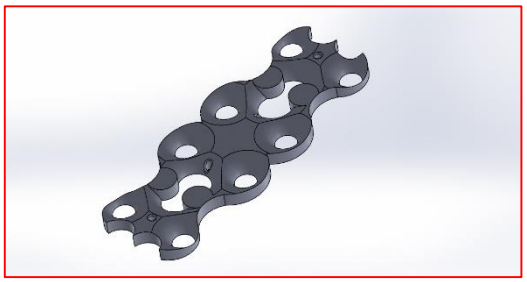
**شکل ۹- ایجاد حفره و لبه نرم به کمک ابزار fillet و convert**



شکل ۱۰- اضافه نمودن چند سوراخ دیگر به کمک ابزار fillet



شکل۱۲- یکسان‌سازی لبه‌های حفره‌ها به کمک ابزار convert



شکل۱۳- پلاک نهایی طراحی شده به کمک Solidworks

## نتیجه‌گیری

◄ در کشورهای در حال توسعه علت اصلی قطع عضو اندام تحتانی، ایجاد اختلال در سیستم گردش خون است؛ علت اصلی ایجاد این اختلالات ایجاد گرفتگی در عروق شریانی می‌باشد؛ اگرچه تا یک سوم از بیماران بیماری‌های دیگری مانند دیابت نیز دارند؛ این افراد معمولا در دهه ششم زندگی خود یا پیرتر هستند و عمدتا مشکلات پزشکی دیگری هم دارند که توانایی راه رفتن آن‌ها را محدود می‌کند. در کشور انگلستان در سال حدود ۵۰۰۰ قطع عضو عمده انجام می‌گیرد. در این مقاله سعی شد تا انواع پروتزهای مختلف اندام تحتانی بررسی و عملکرد آن‌ها به‌طور مشروح بیان شوند. همان‌طور که گفته شد، استفاده از پروتزهای امروزی در افزایش میزان توانایی افراد معلول یا دچار قطع عضو و همچنین بهبود کیفیت زندگی آن‌ها تاثیر بسزایی داشته و از فواید و عملکرد بالای آن‌ها نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. نرم‌افزار طراحی Solidworks هم به‌طور اجمالی مورد بررسی قرار گرفت و چند مورد از کاربردهای آن نام برده شد. با طراحی یک پلاک ارتوپدی در این مقاله، کاربردی بودن و نقش کلیدی‌داشتن این برنامه در صنایع مختلف ازجمله پزشکی و جراحی‌های آن پررنگ‌تر از قبل نشان داده شد.

## مراجع

[1] www.pasargadmed.com
[2] www.orped.ir
[3] www.hakimclinic.ir
[4] www.omidfoot.com
[5] www.dr-abbaspour.com
[6] www.iranbmemag.com/volume 19
[7] www.wikipedia.org/wiki/solidworks
[8] www.orthosis-prosthesis.com
[9] www.hindawi.com
[10] www.iopscience.iop.org/journal/1742-6596
[11] www.nacu.ir/poroje/papers.html
[12] www.sid.ir/seminar/viewpaper.aspx?ID=8067
[13] www.civilica.com/doc/53091
[14]www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814031580
[15]www.physiopedia.com/Lower_Limb_Prosthetic_Introduction
[16] www.library.sharif.ir/parvan/resource/283941
[17] www.dicomlibrary.com

KN0-0902-3602

# شناسایی پروتکل های مخابراتی براساس اثر انگشت با استفاده از هوش مصنوعی و استخراج محتوا

قاسم ملکی مقدم[۱] gh.maleki7394@gmail.com
حسین خالقی بیزکی[۲] bizaki@yahoo.com
حسین بهرامگیری[۳] h_bahramgiri@yahoo.com
[۱]کارشناسی ارشد/ دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران
[۲]دانشیار/ دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران
[۳]استادیار/ دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران

**چکیده** - هدف اصلی این مقاله، شناسایی و تفکیک انواع پروتکل‌های مخابراتی بر اساس اثر انگشت (تصویر) مختص هر پروتکل می‌باشد. هر یک از پروتکل‌های مخابراتی براساس ویژگی‌هایش از جمله نوع مدولاسیون، پهنای باند، فرکانس کاری و ... دارای یک مشخصه خاص به نام اثر انگشت می‌باشند. اثر انگشت هر پروتکل به صورت انباشت موازی طیف (فرکانس) سیگنال در زمان‌های مختلف ساخته می شود، که نتیجه آن تشکیل یک تصویر با شدت پیکسل‌های مختلف به ازای توان (دامنه)های متفاوت توسط نرم‌افزار مربوطه می‌باشد. با توجه به تعدد پروتکل‌های مخابراتی متفاوت و لزوم شناسایی هر کدام به منظور بکارگیری در برنامه‌های خاص، مسئله شناسایی و تفکیک آنها ضروری می‌باشد. با توجه منحصر بفرد بودن اثر انگشت مربوط به هر پروتکل، پایگاه داده جهت کار با شبکه‌های عصبی (ساده و پیچیده) با مشکل جدی مواجه است. در نتیجه جهت شناسایی تصاویر از روش‌های سنجش شباهت همانند الگوریتم بازیابی تصویر براساس محتوای تصویر (***CBIR***) استفاده می شود که از ویژگی‌های سطح پایین همچون رنگ، بافت، شکل و.. جهت مقایسه و شناسایی تصاویر استفاده شده است. در این مقاله الگوریتم ***CBIR*** با تکیه بر مدل رنگ و بافت تصویر جهت شناسایی تصویر پیاده‌سازی شده است.

**کلید واژه‌ها**- بافت،پروتکل، پردازش تصویر،***CBIR***،

## ۱. مقدمه

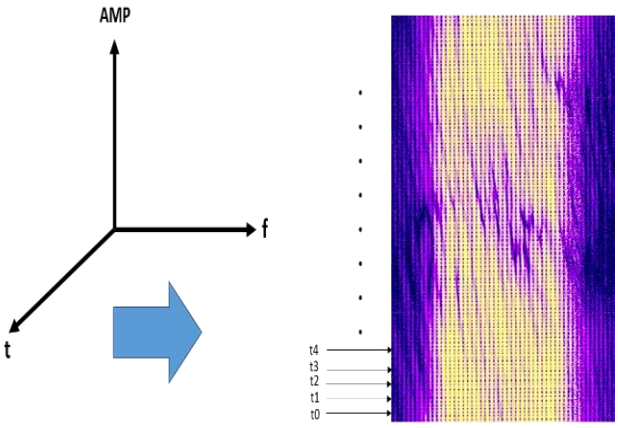
هدف اصلی این مقاله، شناسایی و تفکیک انواع پروتکل‌های مخابراتی بر اساس اثر انگشت (تصویر) مختص هر پروتکل می‌باشد. هر یک از پروتکل‌های مخابراتی براساس ویژگی‌هایش از جمله نوع مدولاسیون، پهنای باند، فرکانس کاری و ... دارای یک مشخصه خاص به نام اثر انگشت می‌باشند. اثر انگشت هر پروتکل به‌صورت انباشت موازی طیف (فرکانس) سیگنال در زمان‌های مختلف ساخته می‌شود، که نتیجه آن تشکیل یک تصویر با شدت پیکسل‌های مختلف به ازای توان (دامنه) های متفاوت توسط نرم‌افزار مربوطه می‌باشد. با توجه به تعدد پروتکل‌های مخابراتی متفاوت و لزوم شناسایی هر کدام به منظور بکارگیری در برنامه‌های خاص، مسئله شناسایی و تفکیک آن‌ها ضروری می‌باشد. با توجه به یکتا بودن اثر انگشت هر پروتکل، شناسایی تصویر (آبشاری) مختص هر پروتکل بر اساس بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی و یادگیری عمیق و به خصوص تکنیک‌های بازیابی تصاویر یکی از راه‌های موجود جهت تفکیک و طبقه‌بندی پروتکل‌ها از هم می‌باشد که در این مقاله به آن پرداخته خواهد شد.

در ادامه مقاله به تفصیل به بررسی نحوه‌ی شناسایی پروتکل‌های مخابراتی پرداخته خواهد شد. در بخش سوم سیستم‌های CBIR که اساسا روشی جهت بازیابی تصویر می‌باشد، معرفی خواهد شد؛ همچنین روش‌های استخراج ویژگی‌های سطح پایین هم‌مانند

بافت، رنگ و... بیان خواهد شد. در بخش آخر نتایج شبیه‌سازی و خروجی نرم‌افزاری کار ارائه خواهد شد.

## ۲. تشریح و بیان موضوع

اثر انگشت هر پروتکل حاصل انباشت طیف آن در زمان‌های مختلف و نمایش آن به‌صورت یک تصویر (آبشاری) است. به طوریکه هر چه دامنه طیف بیشتر باشد شدت نور ایجاد شده در پیکسل مربوط به آن بیشتر خواهد بود. انباشت طیف هر سیگنال در طول زمان و تشکیل تصویر مربوط به آن یکی از راه‌های شناسایی بهتر پروتکل‌هاست شکل (۱).




**شکل ۱: چگونگی تشکیل اثر انگشت (تصویر) از طیف یک پروتکل مخابراتی.**

برای بدست آوردن تصویر (اثر انگشت) مربوط به هر یک از پروتکل های مخابراتی از نرم‌افزار هایی همانند Cool Edit یا MATLAB استفاده می‌شود. تصاویر (اثر انگشت) خروجی بدست آمده از نرم‌افزار جهت اعمال به شبکه های عصبی (عمیق) و طبقه‌بندی نهایی پیش‌پردازش (الگوریتم‌های استخراج ویژگی، کاهش ابعاد و...) می‌شوند.

تلاش‌های زیادی برای طبقه‌بندی انواع تصاویر در کاربردهای مختلف انجام گرفته است که از روش‌های یادگیری ماشین برای حل مسئله کمک گرفته شده است. در مقاله [۱] طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشن در یادگیری عمیق انجام گرفته است که در آن ۱/۲ میلیون تصویر با رزولوشن بالا در پایگاه داده LSVRC-2010 که از ۱۰۰۰ کلاس متفاوت تشکیل شده بود انجام گرفت. همچنین در مقاله [۲]، انواع روش‌های طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از شبکه‌های عصبی همانند روش SVM، اندازه‌گیری های فازی، الگوریتم ژنتیک و ترکیب آن‌ها با شبکه‌ی عصبی با هم مقایسه شده است. و در آن مزایا و معایب هرکدام به صورت تفصیلی بیان شده است. در مقاله [۳]، چهار تصویر آزمایشی متفاوت از پایگاه داده AlexNet برای تست و اعتبار سنجی طبقه بندی تصاویر با استفاده از یادگیری عمیق انتخاب شده است که در آن شبکه عصبی کانولوشن (CNN) در معماری AlexNet برای طبقه بندی تصاویر استفاده شده است.

از آن جایی که این تحقیق به‌دنبال راه‌حلی برای تفکیک و طبقه‌بندی تصاویر حاصله از پروتکل‌ها ست؛ شبکه‌های عصبی (NN[۱] ) یک ابزار موثر در زمینه طبقه بندی الگو، با استفاده از داده‌های آموزشی و آزمایشی برای ساخت مدل مسئله می‌باشند.

شبکه‌های عصبی برای یادگیری مسئله به داده‌های آموزشی و آزمایشی نیاز دارند. با توجه به یکتا بودن اثر انگشت مربوط به هر پروتکل، تعداد تصاویر مربوط به هر پروتکل جهت آموزش شبکه‌ی عصبی محدود می‌باشد. به همین منظور بایستی به دنبال روشی بود که بتواند بر محدودیت فوق فایق آید.

یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است روش بازیابی تصاویر بر اساس محتوای تصویر[۲] (CBIR) می‌باشد؛ که در ادامه به معرفی آن پرداخته خواهد شد.

## ۳. بازیابی محتوای تصویر

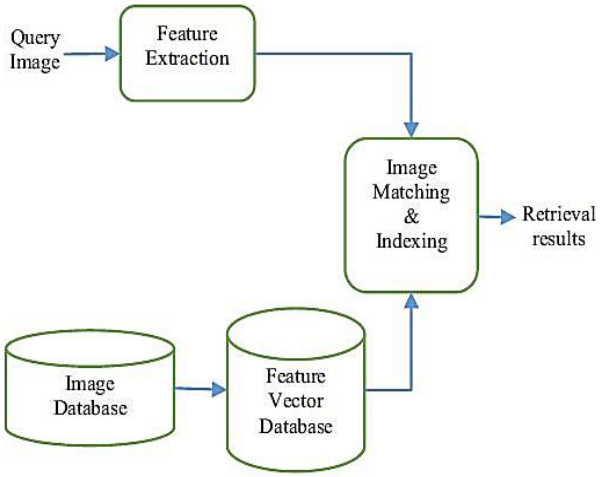
در یک سیستم معمولی CBIR شکل (۲)، ویژگی های سطح پایین تصویر مانند رنگ، بافت، شکل و مکان های مکانی به شکل بردار ویژگی های چند بعدی نشان داده شده است. بردارهای ویژگی تصاویر در پایگاه داده، یک پایگاه داده از ویژگی را تشکیل

[۱] Neural Network

[۲] Content-Based Image Retrieval

می‌دهند. بازیابی هنگامی آغاز می‌شود که کاربر با استفاده از یک مثال نمونه یا طرح شیء از سیستم پرس و جو کند. تصویر پرس و جو با استفاده از همان روال استخراج ویژگی که برای ساخت پایگاه داده از ویژگی استفاده شده است ، به بازنمایی داخلی بردار ویژگی تبدیل می‌شود.

اندازه‌گیری شباهت برای محاسبه فاصله بین بردارهای ویژگی تصویر پرس‌وجو و تصاویر مورد نظر در پایگاه داده از ویژگی استفاده شده است. از آن‌جایی که اثر انگشت (تصویر یا مشخصه) هر پروتکل‌های مخابراتی، یکتا می‌باشد، بنابراین از هر پروتکل فقط یک تصویر در دسترس خواهد بود که این تصویر بایستی جهت بازیابی و طبقه‌بندی بکارگیری شود.

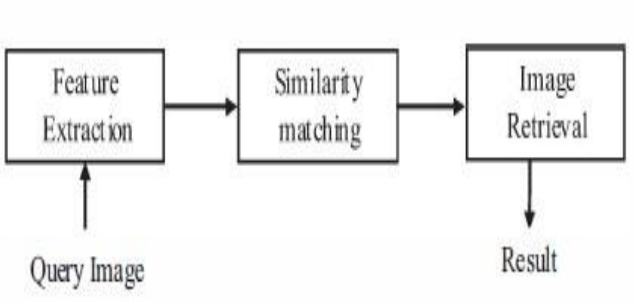



**شکل ۲: استخراج ویژگی یک سیستم معمولی CBIR [۴].**

از این رو با توجه به ماهیت سیستم‌های CBIR و همچنین وجود مقاله‌های علمی فراوان در این زمینه، سیستم CBIR توانایی حل این مسئله را دارا خواهد بود. بر همین اساس در بخش بعدی به معرفی این الگوریتم خواهیم پرداخت.

## ۴. الگوریتم CBIR

مزیت اصلی سیستم CBIR این است که از ویژگی‌های تصویر به جای خود تصویر استفاده می‌کند [۵]. همانطور که شکل (۳) نشان می‌دهد، اولین قدم، استخراج ویژگی تصویر است. فرآیند تکنیک-های مختلف استخراج، ویژگی‌های موجود را برای استخراج ویژگی‌های تصاویر به کار می‌گیرد. مرحله بعدی انجام تطبیق شباهت تصاویر است. در مرحله بعد، نتایج در بانک اطلاعاتی ذخیره می‌شوند و در رابط کاربری گرافیکی نمایش داده می‌شوند.

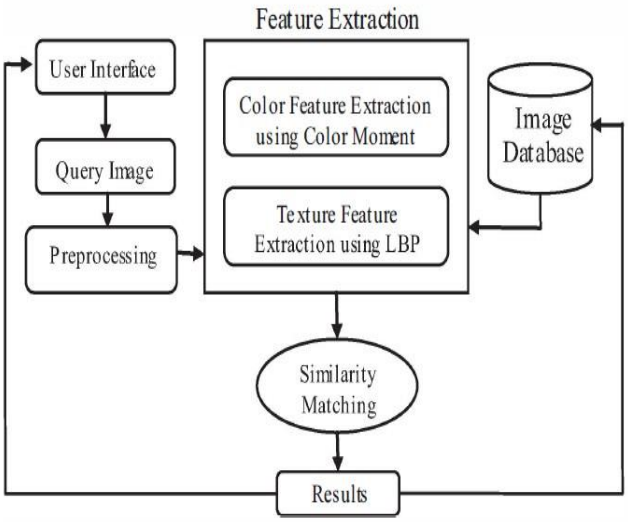



**شکل ۳: بلوک دیاگرام الگوریتم CBIR.**

ایده اصلی CBIR، استخراج بافت و ویژگی های رنگی تصاویر است. استخراج ویژگی رنگ از تصاویر براساس درک نظریه رنگ و توزیع رنگ در تصاویر است.

### ۴,۱. معماری الگوریتم CBIR

در این بخش معماری رویکرد پیشنهادی را، همان‌طور که در شکل (۴) نشان داده شده است توضیح می‌دهد؛که در مرحله اول تصویر از قبل پردازش شده باشد تا ویژگی مورد نظر استخراج شود.




**شکل ۴: معماری الگوریتم CBIR.**

بعد از پیش پردازش، تکنیک بافت یا رنگ ترکیب شده و برای استخراج ویژگی استفاده می‌شود. پس از استخراج ویژگی، تطبیق شباهت برای بازیابی نتایج انجام می‌شود.

### ۴,۲. استخراج ویژگی

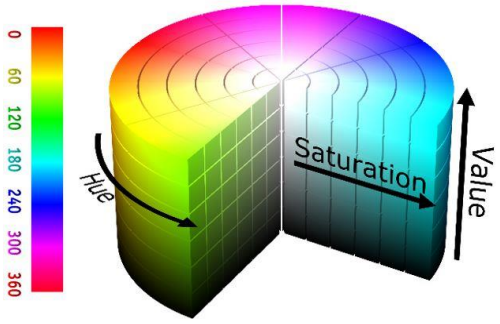
استخراج ویژگی در بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا نقش اساسی دارد. این شامل استخراج ویژگی‌های تصویر است. تکنیک‌های مورد استفاده جهت استخراج ویژگی شامل رنگ و بافت می‌شود که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

- مدل رنگ RGB

مدل رنگ RGB از رنگهای اصلی قرمز، سبز و آبی تشکیل شده است. این سیستم مدل رنگی را توصیف می‌کند که در بیشتر مانیتورهای رنگی CRT و گرافیک‌های رنگی استفاده می‌شود. آن ها از اولویت‌های افزودنی محسوب می‌شوند زیرا رنگ‌ها به یکدیگر اضافه می‌شوند تا رنگ دلخواه را تولید کنند. مدل RGB از سیستم مختصات دکارتی استفاده می‌کند.

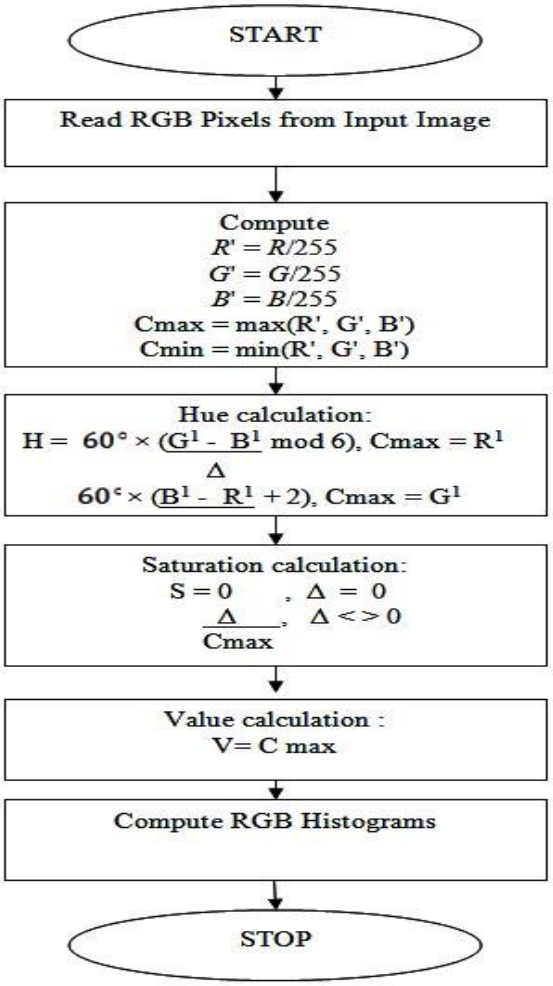
- مدل رنگ HSV

فضای HSV در دهه هفتاد توسط محققان طراحی گرافیک به عنوان بازنمایی جایگزین از مدل رنگ RGB به منظور داشتن یک مدل نزدیکتر به نحوه درک چشم انسان از ویژگی های ایجاد رنگ ایجاد شد. HSV یک هندسه استوانه‌ای با Hue به عنوان بعد زاویه ای آنها است [۶].فضای رنگ HSV در شکل (۵) داده شده است.




**شکل ۵: فضای رنگ HSV**

در شکل (۶) الگوریتم محاسبه‌ی مقادیر فضای رنگ HSV نمایش داده شده است.




**شکل۶: الگوریتم محاسبه فضای رنگ HSV.**

- هیستوگرام رنگ

تعداد زیادی از روش‌ها می‌توانند از رنگ توصیف شوند که یکی از این روش‌ها هیستوگرام رنگ است. نمونه واقعی رنگ بوسیله‌ی نمودارهای آماری (هیستوگرام) رنگ انجام می‌شود. هیستوگرام تصویر با چرخش و انتقال صفحه تصویر تغییر نمی کند، و هنگام تغییر دید، زاویه به آرامی تغییر می‌کند. هیستوگرام رنگی می‌تواند به صورت زیر نمایش داده شود، $h_{A,B,C}(a,b,c)=NProb(A=a,B=b,C=c)$، جایی که N تعداد پیکسل‌ها در تصویر است و A، B و C سه کانال رنگی هستند

- تکنیک CM

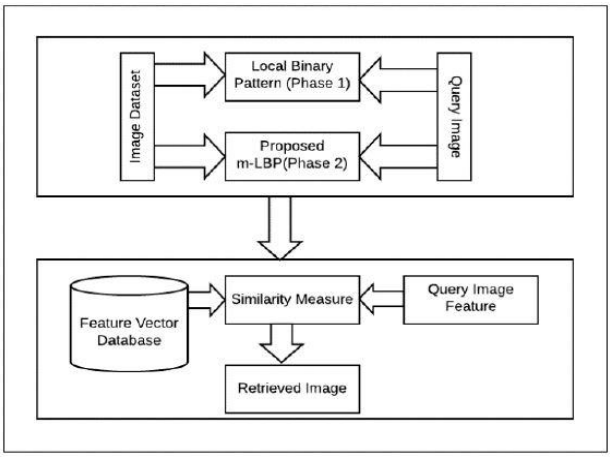
CM[۳] تکنیکی است که رنگ تصویر را استخراج می‌کند. برای تمایز تصاویر بر اساس رنگ تصویر استفاده می‌شود. ممان رنگ برای بررسی شباهت رنگ بین تصاویر استفاده می‌شود. اساس CM بر محاسبه توزیع رنگ یک تصویر است که می‌توان آن را به‌صورت

[۳] Color moment

توزیع احتمال دانست. Stricker و Orengo روش ممان رنگ را پیشنهاد کردند [۷].

### ۴،۳. مدل LBP

چارچوب الگوریتم پیشنهادی LBP در شکل (۷) نشان داده شده است.




**شکل ۷: الگوریتم پیشنهادی LBP.**

پیاده‌سازی الگویتم LBP در دو فاز انجام می‌گیرد. فاز یک (مرحله‌ی ۱ تا ۳) شامل استخراج ویژگی‌های تصویر و فاز دوم (مرحله‌ی ۷ تا ۹) شامل محاسبه‌ی فاصله اقلیدسی بین بردارها می‌باشد.

**Algorithm:** Algorithm for system framework

**Input:** Set of images and query image
**Output:** Image similar to the query image
Initialization Phase 1:
1. Calculate feature vector of query image using LBP texture descriptor
2. *for* i = 1 to n do // n is the number of images in the dataset
3. Calculate feature vector of all the image in the dataset using LBP texture descriptor
4. end for
5. ***for*** i= 1 to n **do**
6. Calculate Euclidean distance and Manhattan distance between dataset images feature
7. vectors and query image feature vector
8. end for
9. **return** Image with the smallest distance

### ۴،۴. معیار شباهت

شباهت دو تصویر، با محاسبه‌ی فاصله‌ی بین بردار ویژگی استخراج شده از آن دو تصویر راساس معیارهای سنجش فاصله صورت می-گیرد. به عبارت دیگر تابع شباهت دو بردار ویژگی را به یک مقدار حقیقی مثبت تصویر می‌کند که استفاده از آن مقایسه‌ی بین ویژگی‌های دیداری بین دو تصویر را امکان پذیر می‌کند. انتخاب معیاری که عدم شباهت بین دو تصویر را بر پایه‌ی ادراک انسان ارائه کند؛ به میان قابل توجهی فاصله‌ی معنایی را کاهش و رسیدن به هدف بازیابی براساس معنا را افزایش خواهد داد.

برای تعیین میان عدم شباهت دو تصویر، فاصله‌ی میان بردارهای ویژگی آن‌ها از یک‌دیگر محاسبه می‌شود. استفاده از معیارهای متفاوت در تعیین میان عدم شباهت دو تصویر، جواب‌های متفاوتی خواهد داشت، درحالی‌که ویژگی‌های سطح پایین دو تصویر به یکدیگر نزدیک هستند، ویژگی‌های معنایی‌ها کاملا متفاوت باشند. بر همین اساس جهت مقایسه دو تصویر از نظر شباهت از معیارهای تعیین فاصله استفاده می‌شود.

## ۵. شبیه‌سازی و نتایج

در این پروژه، یک الگوریتم CBIR با استفاده از MATLAB تهیه شده است که ورودی برنامه، یک تصویر پرس‌وجو(درخواستی) از کاربر گرفته می‌شود تا مشابه تصویر درخواست داده شده را به عنوان خروجی بازیابی کند. مجموعه داده‌ای که تصاویر خروجی در آن بازیابی می شوند، می‌تواند یک پایگاه داده محلی با تعداد دو تا بینهایت تصویر باشد. همانطور که قبلاً بحث شد، معیارهای اندازه‌گیری شباهت می‌توانند به طور گسترده ای متفاوت باشند.

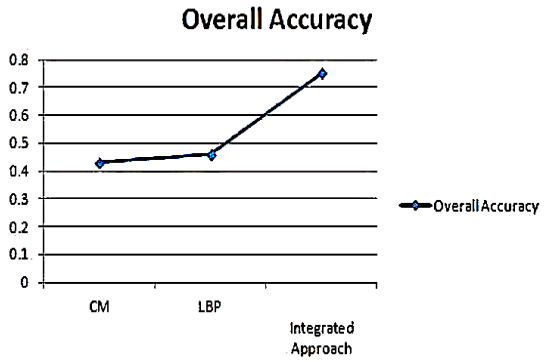
جهت شروع کار ابتدا یک پوشه با تعدادی تصویر به عنوان پایگاه داده جهت آموزش الگوریتم درنظر می‌گیریم. بسته به ابعاد تصویر، زمان پردازش در هر تصویر متفاوت است، با این‌حال ما در پایگاه داده از (۲۰-۱۰۰) تصویر استفاده می‌کنیم که با توجه به نیاز پروژه می‌تواند تعداد مناسبی باشد. بسته به سرعت سیستم بکارگیری شده میان زمان صرف شده برای ایجاد بردار ویژگی می‌تواند متفاوت باشد. با فرض صرف ۲ ثانیه برای استخراج ویژگی هر تصویر و با توجه به تعداد کل تصاویر موجود در پایگاه داده (۲۰-۱۰۰) تصویر، میزان زمانی که بایستی برای تولید بردار ویژگی صرف شود بین ۸۰-۲۰۰ ثانیه می‌باشد. این زمان صرفا یک بار جهت استخراج ویژگی در مراحل آموزش الگوریتم بوده و در مرحله آزمایش نیازی به صرف این زمان نمی‌باشد.

اندازه‌گیری شباهت ، اندازه‌گیری فاصله مشخص بین دو تصویر است که با یکدیگر مقایسه می‌شوند [۸]. بردار ویژگی تصاویر پایگاه داده و L بعد بردار ویژگی تصویر می‌باشد. بنابراین فاصله اقلیدسی محاسبه اختلاف بین دو بردار ویژگی تصویر است. در اینجا ما دو بردار از ویژگی ها را نشان می‌دهیم، یکی از بردارهای ویژگی بافت و دیگری برای بردار ویژگی های رنگی. پس از ترکیب این دو بردار، بردار نهایی یک تصویر را بدست می‌آوریم.

بنابراین در اینجا برای محاسبه تفاوت شباهت بین بردار ویژگی تصویر درخواستی و تصاویر پایگاه داده اندازه‌گیری می‌شود. تصاویر در پایگاه داده که فاصله اقلیدسی برابر با صفر دارند، همان تصویر درخواستی هستند. در اینجا باید تصاویر مشابه را پیدا کنیم بنابراین برای رفع این مسئله باید آستانه‌ای از فاصله اقلیدسی را تعیین کنیم.

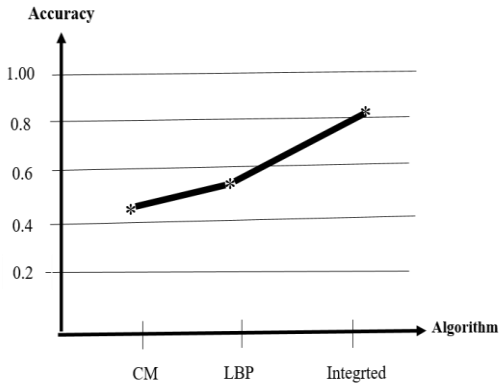
برای آزمایش، تصویر یک پروتکل از میان داده‌های آزمایش به عنوان ورودی از کاربر درخواست می‌شود. به طور مثال از برنامه خواسته می‌شود که حداکثر دو (یا بیشتر) تصویر مشابه را پیدا کند و خروجی نمایش دهد. همچنین از قبل یک تصویر مشابه تصویر درخواستی(آزمایش) در پایگاه داده قرار داده‌ایم که تفاوت اندکی (شامل چرخش،شیفت، برش و...) در آن ایجاد کرده‌ایم. الگوریتم پیشنهادی نزدیکترین تصویر مشابه را به تصویر درخواستی از بین پایگاه داده پیدا کرده و در خروجی نمایش می‌دهد. علاوه بر آن تصویر هم که از لحاظ بصری به تصویر درخواستی نزدیک است نیز به عنوان دومین تصویر مشابه نمایش داده می‌شود.

برای انجام تجزیه و تحلیل کمی، عملیات را بر روی برخی از تصاویر تصادفی انجام می‌دهیم تا فراخوانی و دقت برای بررسی قابلیت کارایی سیستم را بیابیم. کارایی الگوریتم در شکل (۷) نشان داده شده است. شکل (۷) به وضوح نشان می‌دهد که کارایی الگوریتم CM و LBP (با هیستوگرام ۲۵۶ سطحی) به تنهایی بالای ۴۰ درصد است درصورتی که ترکیب این دو الگوریتم و تشکیل یک بردار ویژگی واحد کارایی سیستم را تا بالای ۷۰ درصد نیز افزایش می‌دهد.




**شکل ۷: کارایی الگوریتم پیشنهادی با هیستوگرام ۲۵۶ سطحی.**

در روشی دیگر الگوریتم LBP (هیستوگرام ۹ سطحی) انجام شده است ک در مقایسه با الگوریتم LBP ۲۵۶ سطحی بهبود ۷ درصدی را نشان می‌دهد شکل (۸).




**شکل ۸: کارایی الگوریتم پیشنهادی با هیستوگرام ۹ سطحی.**

## ۶. جمع‌بندی

در این مقاله الگوریتم CBIR با استفاده از MATLAB پیاده-سازی شده است که ورودی برنامه، یک تصویر پرس‌و-جو(درخواستی) از کاربر گرفته می‌شود و مشابه تصویر درخواست داده شده را را به عنوان خروجی بازیابی می‌کند. الگوریتم بکار رفته جهت استخراج ویژگی بافت و رنگ به ترتیب الگوریتم LBP و CM می‌باشد. جهت سنجش شباهت تصاویر از معیار فاصله‌ی اقلیدسی استفاده شده است که با کاهش سطح‌بندی هیستوگرام در الگوریتم LBP از ۲۵۶ به ۹ شاهد بهبود ۷ درصد در عملکرد الگوریتم بوده‌ایم.

## ۷. مراجع

[1] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," in *Advances*

*in neural information processing systems*, 2012, pp. 1097-1105.

[2] M. Seetha, I. Muralikrishna, B. Deekshatulu, B. Malleswari, and P. Hegde, "Artificial neural networks and other methods of image classification," *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, vol. 4, no. 11, 2008.

[3] S. Sootla and T. Matiisen, "Artificial neural network for image classification," *Univ. Tartu*, 2015.

[4] J. M. Patel and N. C. Gamit, "A review on feature extraction techniques in content based image retrieval," in *2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*, 2016, pp. 2259-2263: IEEE.

[5] T. Ranadive, S. Shirodkar, V. Jain, and N. Chettiar, "SEARCH ENGINE FOR IMAGE RETRIEVAL."

[6] M. A. Stricker and M. Orengo, "Similarity of color images," in *Storage and retrieval for image and video databases III*, 1995, vol. 2420, pp. 381-392: International Society for Optics and Photonics.

[7] K. Porkaew and K. Chakrabarti, "Query refinement for multimedia similarity retrieval in MARS," in *Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia (Part 1)*, 1999, pp. 235-238.

[8] Y. Rui, T. S. Huang, M. Ortega, and S. Mehrotra, "Relevance feedback: a power tool for interactive content-based image retrieval," *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, vol. 8, no. 5, pp. 644-655, 1998.

KN0-0902-3603

# آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری

علیرضا محمودی‌فرد [۱] ailreza10.m10@gmail.com
سمانه حمیدی‌راد [۲] s.hamidirad9@gmail.com

[۱] مدرس دانشگاه علامه فیض کاشانی، کاشان، ایران
[۲] دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی، کاشان، ایران

**چکیده:** آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری، روشی برای تصویربرداری از عروق شریانی و وریدی(سی‌تی آنژیوگرافی) در سر تا سر بدن است؛ از شریان‌های تغذیه‌کننده مغز گرفته تا آن‌هایی که خون را به ریه‌ها، کلیه‌ها، دست‌ها و پاها می‌رسانند؛ در این روش، از ماده حاجب مخصوصی برای تصویربرداری از رگ استفاده می شود؛ ماده حاجب، از طریق تزریق وریدی، معمولا در بازو یا دست، وارد بدن می‌شود؛ به کمک این ماده حاجب، از رگ‌ها و بافت‌های داخل بدن، تصویربرداری انجام می‌شود؛ با استفاده از اشعه ایکس و کامپیوتر، تصاویر متقاطعی از داخل بدن تهیه می‌شود؛ از این روش برای تشخیص میزان گرفتگی عروق، آنوریسم، ترومبوز، امبولی، سودوآنوریسم، دایسکشن، فیستول شریانی-وریدی و... استفاده می‌شود. در این مقاله، عوامل موثر بر کیفیت تصویر سی‌تی آنژیوگرافی مانند وضوح فضایی و وضوح زمانی بررسی شده است؛ همچنین چگونگی تهیه تصویر، مواد حاجب، پارامترهای موثر بر سی‌تی آنژیوگرافی بیان شده است.

**کلید واژه‌ها:** سی‌تی آنژیوگرافی، پارامترهای تصویربرداری، دستگاه آنژوگرافی، ماده حاجب، کیفیت تصویربرداری، اشعه ایکس

## ۱. مقدمه

از زمان آغاز به کار خود در اوایل دهه ۱۹۹۰، اندکی پس از معرفی توموگرافی کامپیوتری مارپیچی(CT)، آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری(CTA)، افزایش چشمگیری در اندیکاسیون‌های بالینی، پذیرش همگانی و تعداد مطالعات انجام شده در سراسر جهان را تجربه کرده است؛ اگرچه در ابتدا با شک و تردید در مورد توانایی‌اش در تصویربرداری مناسب از سیستم شریانی در مقایسه با آنژیوگرافی معمولی مواجه شد. CTA به سرعت به روش تصویربرداری انتخابی در بسیاری از موقعیت‌های بالینی، از جمله ارزیابی آنوریسم آئورت، تشریح، تروما و زخم آترواسکلروتیک نافذ تبدیل شده است. CTA، به‌وضوح برای ارزیابی قبل و بعد از عمل پیوند استنت مناسب است؛ سایر ناهنجاری‌های آئورت، از جمله ناهنجاری‌های مادرزادی تناسلی، آرتریتیدها (مانند تاکایاسو) و هماتوم داخل دیواره، به‌خوبی توسط CTA ارزیابی می‌شوند [۲ و ۱]؛ همچنین در تصویربرداری از شریان‌های کلیوی و احشایی و سیستم شریانی محیطی، نوید زیادی را نشان می‌دهد. نشانه‌های واضح برای CTA در ارزیابی سیستم‌های شریانی مغزی، کرونری و ریوی نیز در حال تکامل است و در جای دیگری در این موضوع مورد بحث قرار می‌گیرد؛ توضیح توسعه سریع CTA البته چند عاملی است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی با طراحی زیر بشکه‌ای حلقه لغزشی، زمان‌های چرخش دروازه‌ای سریع‌تر، در نهایت، آرایه‌های آشکارساز ردیف‌های متعدد، راه را برای CTA هموار کرده‌اند که به سرعت بر محدودیت اولیه اصلی آن پوشش آناتومیک طولی غلبه کرده است؛ علاوه بر این، در مقایسه با دیگر روش‌های تصویربرداری، مانند CA و آنژیوگرافی با رزونانس مغناطیسی (MRA)، CTA سریع‌تر و عموما در دسترس‌تر است و در بسیاری از موسسات، اسکنرهای سی‌تی‌اسکنر ۲۴ ساعته در روز کار می‌کنند؛ تعداد کمی از مراکز می‌توانند MRA یا CA را به سرعت تصویربرداری CT ارائه دهند؛ این ویژگی CTA به‌ویژه در شرایط تروما برجسته است، جایی که تشخیص سریع حیاتی است

و ارزیابی سایر ساختارها برای آسیب تروماتیک اغلب به استفاده از CT نیاز دارد؛ علاوه بر این، CTA اطلاعات مجرای ارائه شده توسط CA را با مزایای مقطعی ارائه شده توسط CT محوری سنتی ترکیب می‌کند؛ تجسم دیواره عروق، فرآیندهای خارج مجرا و روابط آناتومیک با ساختارهای مجاور، به‌وضوح یک نقطه قوت CT است که با CA قابل تطبیق نیست؛ در نهایت، CTA یک مطالعه غیرتهاجمی با بازده تشخیصی بالا را نشان می‌دهد؛ راحتی و سرعت با صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه در مقایسه با CA، به‌راحتی می‌توان فهمید که چرا CTA به‌عنوان یک روش تشخیصی متمایز در سال‌های اخیر شاهد چنین رشد فوق‌العاده‌ای بوده است [۲]. سی‌تی آنژیوگرافی CTA یک آزمایش پذیرفته شده برای ارزیابی غیرتهاجمی قلب و عروق کرونر تبدیل شده است؛ علی‌رغم موفقیت مداوم و اجرای بالینی در سراسر جهان، این روش اغلب چالش‌برانگیز است که در آن کیفیت تصویر و در نتیجه ارزش تشخیصی توسط عوامل فنی و مرتبط با بیمار، تعیین می‌شود؛ آگاهی کامل از این عوامل، برای به‌دست آوردن معاینات با کیفیت بسیار مهم است. در این بررسی، چندین عنصر کلیدی که ممکن است بر کیفیت تصویر CTA تاثیر بگذارند، مورد بحث قرار گرفته‌اند [۳].

## ۲. تاریخچه

سی‌تی آنژیوگرافی ۲۰ سال پیش از طریق پیوند توموگرافی کامپیوتری اسپیرال (CT) و پردازش تصویر حجمی گرافیکی متولد شد؛ سی‌تی آنژیوگرافی با یک سری نوآوری‌های فنی در CT و پردازش تصویر، طی ۵ تا ۱۵ سال آینده، آنژیوگرافی معمولی را که استاندارد مرجع تشخیصی بلامنازع بیماری‌های عروقی در ۷۰ سال گذشته است، به‌عنوان روش ارجح برای تشخیص و تعیین خصوصیات، سرنگون کرد؛ از اکثر ناهنجاری‌های قلبی عروقی این بررسی، تکامل سی‌تی آنژیوگرافی را از توسعه و چالش‌های اولیه آن تا یک روش بلوغ بازگو می‌کند که بینش‌های منحصربه‌فردی را در خصوص توصیف و مدیریت بیماری‌های قلبی عروقی ارائه کرده است؛ چالش‌های بالینی انتخاب شده، که شامل سندرم‌های آئورت حاد، بیماری عروق محیطی، استنت آئورت و ارزیابی دریچه آئورت ترانس کاتتر است و بیماری عروق کرونر، به‌عنوان نمونه‌های متضادی از اینکه چگونه سی‌تی آنژیوگرافی رویکرد ما را به تشخیص و مدیریت بیماری‌های قلبی عروقی تغییر می‌دهد، ارائه شده است؛ در نهایت، قابلیت های اخیرا معرفی‌شده برای تصویربرداری چندطیفی، تصویربرداری پرفیوژن بافتی و کاهش دوز تشعشع از طریق بازسازی تکراری با در نظر گرفتن اصلاح و پیشرفت مداوم سی‌تی آنژیوگرافی بررسی می‌شوند؛ ۲۰ سال گذشته شاهد تحول قابل توجهی در تشخیص و توصیف بیماری‌های عروقی بوده است؛ دهه ۱۹۹۰ با معرفی آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری (CT)، آنژیوگرافی تشدید مغناطیسی با مواد حاجب (MR) و ترمیم اندووا سکولار آنوریسم‌های آئورت با استفاده از استنت، دوره طلایی در تشخیص و درمان عروقی بود؛ در اوایل ۱۹۹۰ تقریبا هر بیمار آماده تحت عمل جراحی عروق، نیاز به تایید امبولی ریه، یا مشکوک به آسیب آئورت، آنوریسم مغزی، یا فشار خون بالا تحت آنژیوگرافی معمولی، یک تکنیک است که در سال ۱۹۲۴ و قابل ملاحظه‌ای با معرفی سیم راهنمای سلدینگر در سال ۱۹۵۳ به روش امروزی اصلاح شد؛ همراه با پیشرفت‌های مداوم در انژکتورها، تعویض‌کننده‌های فیلم، تکنیک‌های فلوروسکوپی، رادیوگرافی و تفریق، آرتریوگرافی مستقیم به‌عنوان استاندارد مرجع برای تشخیص و توصیف انواع بیماری‌های عروقی تبدیل شد؛ نقاط قوت آن وضوح فضایی بالا و فرصتی برای تشخیص و مداخله درمانی در طی یک جلسه بود؛ محدودیت‌های آن هزینه، ناراحتی و خطرات یک روش تهاجمی بود، به‌ویژه زمانی که مداخله همزمان نشان داده نمی شد؛ ناتوانی در نشان دادن دیواره عروق، بافت اطراف عروقی و پارانشیم اندام انتهایی از دیگر این موارد بود؛ تبعیض فضایی سه بعدی ضعیف (3D) به‌دلیل ماهیت فرافکنی اکتساب، ضرورت تزریق چند ماده حاجب و دوزهای مکرر تابش یونیزان برای مشخص کردن روابط فضایی هم برخی دیگر از ویژگی‌های این روش محسوب می‌شد [۴].

## ۳. عوامل موثر بر کیفیت تصویر

پارامترهای فنی عمدتا شامل وضوح زمانی، وضوح فضایی، وضوح کنتراست و دوز تابش است؛ علاوه بر این ضروری است که گرفتن تصویر با حرکت قلب با ضبط همزمان الکتروکاردیوگرام (GEC) هماهنگ شود؛ این عوامل فنی، از نظر متعادل کردن کیفیت تصویر در برابر قرار گرفتن در معرض تشعشع، ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند [۳ و ۵].

### ۳،۱. وضوح فضایی

وضوح فضایی، کوچکترین جسم کنتراست بالا را که توسط سیستم CT به تصویر کشیده می شود اندازه‌گیری می‌کند و تا حد زیادی به همخوانی آشکارساز و هسته بازسازی، بستگی دارد؛ پارامتر کلیدی دیگر، اندازه نقطه کانونی است. برش‌های زیر میلی‌متری تولید شده از سخت‌افزار مدرن، نقش سی‌تی آنژیوگرافی را از آئورتوگرافی به عروق کوچک‌تر گسترش داده است؛ وضوح فضایی را می‌توان بر اساس تابع انتقال مدولاسیون (MTF) سیستم مجموعه‌ای از خطوط با فاصله مساوی را در نظر بگیرید که در آن فضاها ضخامتی برابر با خطوط دارند. یک جفت خط، به‌عنوان یک خط به اضافه یک فاصله تعریف می‌شود؛ فرکانس فضایی، در جفت خط در هر سانتی‌متر اندازه‌گیری می شود؛ به‌عنوان مثال، ۵ جفت خط در هر سانتی‌متر به خطوط و فضاهایی با ضخامت هر یک میلی‌متر اشاره دارد، مجموع ۵ جفت خط و فاصله دقیقا یک سانتی‌متر را اشغال می‌کند؛ FMT توضیح می‌دهد که چگونه اسکنر سی‌تی می‌تواند اشیاء را با فرکانس‌های فضایی متفاوت جدا کند؛ اجسام بزرگ‌تر با لبه‌های نامناسب، فرکانس‌های مکانی غالبا پایینی دارند؛ اجسام کوچک با لبه‌های تیز، فرکانس فضایی بالاتری دارند؛ وضوح فضایی اسکنر سی‌تی با فرکانس فضایی کوچک‌ترین و تیزترین جسمی که می‌تواند ببیند، اندازه‌گیری می‌شود؛ CTA تقریبا ۸-۱۵ جفت خط در هر سانتی‌متر برای یک نقطه کانونی منفرد عمل می‌کند و برای بالاتر، با یک نقطه کانونی دوگانه درون صفحه؛ اگرچه CTA نسبت به آنژیوگرافی کاتتر معمولی پایین‌تر است، اما می‌تواند شریان‌هایی به قطر ۱ میلی‌متر را ارزیابی کند؛ از آنجایی که سی‌تی آنژیوگرافی حجمی است، امکان تجسم سه بعدی عروق را برای جداسازی ساختارهای روی هم قرار می‌دهد؛ CT می‌تواند عروق کرونر کوچک و پرپیچ و خم و همچنین کلیه را تصویر کند [۶] و گردش عصبی عروقی [۷ و ۸] و ارزیابی جامع آئورت [۹] را شامل شود؛ به این ترتیب، وضوح فضایی به ویژگی‌های آشکارساز و همچنین به فیلتر بازسازی مورد استفاده، کنتراست جسم و نویز تصویر بستگی دارد؛ از آنجایی که این اطلاعات در تصاویر موجود نیست، اندازه وکسل اغلب به‌عنوان نشانگر جایگزین استفاده می‌شود [۳ و ۹]. اندازه وکسل به اندازه پیکسل در تصویر محوری و وضوح صفحه بستگی دارد؛ با ماتریس (مثلا ۵۱۲ × ۵۱۲) و میدان دید تعیین می‌شود، در حالی که وضوح صفحه به عرض دیافراگم آشکارساز و اندازه نقطه کانونی بستگی دارد؛ با توجه به معادله فرکانس نایکیست، حداقل قطر کرونر قابل ارزیابی بدون خطای نمونه‌برداری باید حداقل دو برابر اندازه وکسل باشد. سه وضوح فضایی ذاتی (بیان شده به‌عنوان FWHM) حدود ۰,۵-۰,۷ میلی‌متر، اندازه وکسل حدود ۰,۵ × ۰,۵ × ۰,۵ میلی‌متر یا کوچک‌تر، به‌طور کلی، برای تصویربرداری از بیشتر شریان‌های کرونری کافی است [۵ و ۱۰].

### ۴،۱. وضوح زمانی

دومین معیار مهم برای CTA، به‌ویژه برای تصویربرداری قلب، وضوح زمانی است؛ وضوح زمانی، حداقل زمان لازم برای جمع‌آوری تمام داده‌های اشعه ایکس است که برای محاسبه یا بازسازی یک مجموعه داده CT مقطعی لازم است؛ وضوح زمانی بالایی در CTA کرونر برای اطمینان از کیفیت تصویر بدون حرکت شریان‌های کرونر با حرکت سریع مورد نیاز است؛ مرتبط‌ترین پارامتر با تاثیر متناسب بر وضوح زمانی، سرعت چرخش لوله دروازه است؛ برای تصویربرداری قلب، وضوح زمانی برتر از چرخش سریع‌تر دروازه‌ای، CT منبع دوگانه و بازسازی چند بخش به‌دست می‌آید؛ اسکنرهای مدرن دارای زمان چرخش دروازه‌ای ۲۸۰-۳۵۰ میلی‌ثانیه هستند؛ بنابراین، حجم داده (۳-۴ سانتی‌متر در اسکنر ردیف ۶۴ آشکارساز) را می‌توان با حالت اسکن کامل در کمتر از نیم‌ثانیه به‌دست آورد؛ با این حال، برای تصویربرداری قلب، تصویربرداری سریع‌تر برای کاهش آثار حرکتی مرتبط با ضربان قلب مورد نیاز است؛ تکنیک نیمه اسکن ۱۵ از داده‌های کمی بیش از ۵۰ درصد از چرخش دروازه‌ای برای بهبود وضوح زمانی تا ۱۷۵ میلی‌ثانیه یا کمتر استفاده می‌کند. CT منبع دوگانه بهترین وضوح زمانی موجود را با استفاده از دو منبع تابش برای به‌دست آوردن همزمان داده‌های پیش‌بینی شده ارائه می‌دهد [۱۱]؛ این وضوح زمانی را با دو ضریب بهبود می‌بخشد [۱۲]؛ در تصویربرداری عروق کرونر، کیفیت تصویر با وضوح زمانی ۸۲,۵ میلی‌ثانیه برای افزایش ضربان قلب بهبود می‌یابد [۱۳-۱۵]؛ بازسازی چند بخش از داده‌های کمتری در هر سیکل قلبی در هر مکان محور z استفاده می‌کند، اما داده‌های پیش‌بینی اضافی را در همان مکان محور z برای بازسازی کامل نیمه اسکن از ضربان‌های قلب اضافی به‌دست می‌آورد[۱۶]؛ در اصل، بخش‌های مختلف تصویر از ضربان‌های مختلف قلب به‌دست می‌آید؛ بازسازی موتیزگمنت دوز تشعشع بیمار را در مقایسه با بازسازی تک قسمتی افزایش می‌دهد و مستعد ایجاد آرتیفکت از

تغییرات ضربان به ضرب ا ست [۱۷ و ۱۸]؛ باز سازی سگمنتال تطبیقی می‌تواند برای برخی از مصنوعات قلبی بی نظمی [۱۷ و ۱۹ و ۲۰]، بهبود حساسیت، ویژگی و دقت در تشخیص تنگی معنی‌داری با بازسازی نیمه اسکن از داده‌های مشابه به‌کار رود [۳ و ۲۱].

## ۴. تهیه تصویر

اکثر سی‌تی‌های آنژیوگرافی از سی‌تی ۳۰ حلزونی، با چرخش مداوم دروازه‌ای و حرکت جدول استفاده می‌کنند؛ همراه با زمان چرخش، گام مارپیچ سرعت جدول و در نتیجه سرعت اسکن حجم را تعیین می‌کند؛ باید دقت شود که گام مارپیچ و سرعت جدول با اولین گردش ماده کنتراست در ناحیه آناتومیک مورد نظر مطابقت داده شود؛ اکتساب‌هایی با سرعت مارپیچ و سرعت جدول بسیار بالا از بولوس ید پیشی می‌گیرند و در طول حداکثر افزایش کنتراست، داده‌ها را به‌دست نمی‌آورند؛ زمان انجام یک اسکن CTA، از اهمیت حیاتی برخوردار است؛ به‌طوری‌که داده‌ها در حین افزایش حداکثری به‌دست می‌آیند و نه قبل یا بعد از رسیدن کنتراست؛ برای اطمینان از زمان‌بندی مناسب گردش خون، ا سکنرها از نرم‌افزار بولوس ت ست کوچک یا ردیابی خودکار بولوس استفاده می‌کنند؛ با رویکرد بولوس تست، مقدار کمی کنتراست تزریق می‌شود و اسکن‌های با دوز کم تشعشع به‌صورت سری جداگانه برای زمان رسیدن کنتراست به‌دست می‌آیند؛ پس از آن، یک ا سکن CTA با دوز کامل ماده حاجب با تاخیر ا سکن که تو سط بولوس آزمایش تعیین می شود، به‌د ست می‌آید. روش دوم رایج‌تر، ردیابی خودکار ورود بولوس اصلی با شروع خودکار متعاقب اکت ساب ا ست. این ردیابی بولوس با شروع تزریق ا صلی کنتراست با اسکنر اسکن متناوب با دوز کم تشعشع انجام می‌شود؛ هنگامی که کدورت کنتراست به یک آستانه از پیش تعیین شده می‌رسد، اسکنر به‌طور خودکار، به موقعیت شروع حرکت می‌کند و جذب مارپیچ CTA را آغاز می‌کند؛ یک اسکن CTA با دوز کامل ماده حاجب با تاخیر ا سکن که تو سط بولوس آزمایش تعیین می‌شود، به‌دست می‌آید.

دریچه EKG گذشته‌نگر با CT مارپیچ، می‌تواند برای انجماد حرکت از ریشه آئورت در آئورتوگرافی CT یا برای CTA کرونر ا ستفاده شود؛ دریچه گذ شته‌نگر برای ارزیابی آئورت نزولی مورد نیاز نیست و نباید از آن ا ستفاده کرد؛ زیرا دریچه گذ شته‌نگر ذاتا دوز تشعشع بالاتری نسبت به تصویربرداری مارپیچ بدون دروازه دارد؛ هنگامی که از گیتینگ گذشته‌نگر استفاده می‌شود، بازسازی تصویر تنها از داده‌های به‌دست آمده در طول یک بخش کوتاه از چرخه قلبی استفاده می‌کند؛ سپس داده‌ها پس از پردازش می‌شوند تا با EKG ارتباط داشته باشند و فاز قلبی را به هر بخش از داده‌های بازسازی شده اختصاص دهند؛ برای ت صویربرداری عروق کرونر، کل گردش خون را می‌توان در ۴ تا ۸ ثانیه با استفاده از اسکنر ردیفی ۶۴ آشکارساز تصویربرداری کرد؛ کیفیت تصویر با تار شدن ثانویه به ضربان قلب سریع و مصنوعات ثبت نامناسب ثانویه به تغییر ضربان قلب و آریتمی کاهش می‌یابد [۱۶-۱۴ و ۱۸]؛ برای سیستم‌های اشعه ایکس تک منبعی، بسته به تحمل بیمار باید از مسدودکننده‌های بتا برای کاهش ضربان قلب استفاده شود؛ الگوریتم‌های جبران حرکت، کیفیت تصویر ثابت‌تری را فراهم می‌کنند [۵].

## ۵. مواد حاجب

تزریق ماده حاجب برای مشخص کردن لومن عروقی و در صورت امکان برای تشخیص لومن از دیواره عروق ضروری است؛ از آنجایی که تحمل بالای بیمار و کدورت لومن بسیار مهم است، عامل ایده آل برای CTA غیریونی، ایزو یا اسمولار کم است و غلظت ید بالایی دارد؛ در ا یالات متحده، حداکثر غلظت ۳۷۰ میلی‌گرم ید در میلی‌لیتر ا ست؛ در اروپا ۴۰۰ میلی‌گرم ید در هر میلی‌لیتر موجود ا ست؛ ویسکوزیته می‌تواند از سرعت تزریق بالا جلوگیری کند، اما با تزریق ماده حاجب گرم شده نزدیک به دمای فیزیولوژیک کاهش می یابد؛ آرتیفکت رگه‌ای که از ورید اجوف فوقانی و دهلیز را ست سرچشمه می‌گیرد، همان‌طور که با غلظت ید بالا و حجم زیاد دیده می‌شود، پروتکل‌های تصویربرداری زیر بهینه‌شده را منعکس می‌کند؛ تزریق فلاش سالین به‌دنبال کنتراست، باید از این مشکل جلوگیری کند؛ اکتساب‌های سریع‌تر، حجم‌های کنتراست کوچک‌تری را امکان‌پذیر می‌کنند، زیرا برای زمان‌های دریافت کوتاه‌تر، افزایش اوج مورد نیاز است [۲۲ و ۲۳].

## ۶. پارامترهای تصویربرداری ATC

پارامترهای اسکن بر کیفیت تصویر و دوز بیمار در CTA تاثیر می‌گذارد؛ عواملی مانند kV، mAs، گام، پیکربندی آ شکار ساز و زمان چرخش به هم مرتبط هستند؛ درک این روابط، طراحی پروتکل‌های بهینه را برای یک سیستم CT خاص و یک کاربرد معین ممکن می‌سازد [۲۴].

### ۶,۱. کیلو ولت

پتانسیل لوله یا kV نشان‌دهنده ولتاژ بین آند و کاتد لوله TC اشعه ایکس است و بنابراین انرژی اشعه ایکس ساطع شده را تعیین می‌کند؛ در مقایسه با انرژی‌های پایین‌تر، اشعه ایکس با انرژی بالاتر احتمال بیشتری برای عبور از بدن برای رسیدن به آشکارساز و ایجاد سیگنال دارند [۲۵]؛ اشعه ایکس با انرژی بالاتری که تو سط بدن جذب می شود، انرژی بی شتری نسبت به پرتوهای با انرژی کمتر ذخیره می‌کند و در نتیجه دوز بی شتری را ایجاد می‌کند؛ علاوه بر این، پتانسیل لوله بالاتر باعث می‌شود اشعه ایکس بیشتری برای جریان لوله مشابه تولید شود؛ برای پارامترهای اسکن مشابه، تغییر kVp از ۱۲۰ به ۱۳۵ دوز را حدود ٪۳۳ افزایش می‌دهد [۲۶ و ۲۷].

### ۶,۲. sAm یا (میلی آمپر ثانیه)

جریان لوله یا mA تعداد اشعه ایکس تولید شده توسط لوله را تعیین می‌کند؛ همراه با زمان چرخش دروازه‌ای، نشان‌دهنده کل خروجی اشعه ایکس لوله در هر چرخش یا mAs است؛ تغییر mAs رایج‌ترین روش تنظیم دوز و سطح نویز است؛ نصف کردن mAs دوز بیمار را تا دو برابر کاهش می‌دهد، اما تعداد اشعه ایکس را که به آ شکار ساز می‌ر سد نیز به ن صف کاهش می‌دهد؛ نویز تصویر افزایش می‌یابد و قابلیت تشخیص کنتراست پایین کاهش می‌یابد [۲۸].

### ۶,۳. پیچ حلزونی

گام حلزونی، مسافتی است که میز CT در یک چرخش طی می‌کند تقسیم بر کل عرض آ شکار ساز فعال در جهت z؛ گام‌های بالاتر به‌دلیل حرکت سریع‌تر میز و متعاقبا زمان روشن شدن نور کمتر در هر مکان محور z، دوز کمتری دارد؛ به‌دلیل داده های اضافی با CT ردیف ۶۴ آشکارساز، الگوریتم‌های بازسازی خوب از گسترش پروفیل حساسیت برش (منحنی نشان‌دهنده رابطه بین عدد CT و موقعیت برش در امتداد محور z بیمار در CT مارپیچ) با گام‌های بین ۱ و ۲ جلوگیری می‌کنند؛ با این حال، با افزایش گام، داده‌های طرح‌ریزی کمتری برای یک قطعه مشخص وجود دارد و در نتیجه نویز افزایش می یابد؛ برای جبران، mA به‌طور معمول افزایش می یا بد؛ م قدار گام بالاتر نیز ممکن است م صنوعات مارپیچ بی شتری را ایجاد کند؛ بنابراین، افزایش مقادیر زیر و بمی از نظر بالینی برای مطالعاتی که نیاز به جذب سریع با کاهش زمان اسکن دارند، مرتبط است [۵].

### ۶,۴. eff mAs (mAs موثر)

mAs eff تقسیم بر گام است و به‌عنوان جانشین دوز ا ستفاده شده ا ست که برای مقای سه دوز بین پروتکل‌ها در یک اسکنر مدل مناسب است [۲۹]؛ با این حال، mAs eff مقدار مناسبی برای مقایسه دوز بین اسکنرها به‌دلیل تفاوت در هندسه و فیلتراسیون نیست [۲۹].

### ۶,۵. تطبیق

بسیاری از ترکیبات عرض و تعداد برش را می‌توان به‌د ست آورد؛ پرتو واقعی اشعه ایکس کمی گسترده‌تر از عرض پرتو اسمی است که به‌عنوان تعداد ردیف‌های آشکارساز ضرب در عرض عنصر آشکارساز تعریف می‌شود؛ این قضیه تضمین می‌کند که آ شکار سازهای لبه آرایه پو شش ا شعه ایکس یکنواخت را دریافت می‌کنند و در نتیجه مقدار کمی تابش استفاده نشده به‌نام نیم سایه ایجاد می شود؛ به‌طور معمول، مقدار کل نیم سایه بدون توجه به عرض نامی پرتو یکسان است؛ بنابراین، با پرتوهای بزرگ‌تر، تابش اضافی از نیم‌سایه درصد کمتری از عرض کلی پرتو مفید است؛ ترکیبی از پرتو عریض و برش های نازک‌تر، کیفیت تصویر و کارایی دوز را بهینه می‌کند [۵].

### ۶,۶. عرض برش به‌دست آمده و بازسازی شده

عرض برش به‌د ست آمده، به پیکربندی آ شکار ساز بستگی دارد و بنابراین حداقل عرض تصویر بازسازی شده را تعیین می‌کند؛ به‌عنوان مثال، تصاویر از پیکربندی آشکارساز ۱۶ × ۱ میلی‌متر را می‌توان در ۱ میلی‌متر یا بیشتر بازسازی کرد؛ یک پیکربندی ۱۶ × ۰,۵ میلی‌متری بازسازی برش ۰,۵ میلی‌متری را امکان‌پذیر می‌کند؛ در دوز تابش برابر، برش های ضخیم‌تر، نویز کمتری دارند، زیرا به نسبت فوتون‌های بیشتری ا ستفاده می شود؛ با این حال، معاوضه ضعیف‌تر وضوح محور z و پس از آن آثار حجم جزئی است که شامل تصویربرداری عروق و تصویر اصلاح می‌شود؛ بنابراین، برای حل و فصل جزئیات تصویر کوچک در روال فرهنگ و هنر، کیفیت تصویر و کارایی Optimim دوز استفاده از باریک‌ترین برش در دسترس است [۳۰-۳۲].

### ۶،۷. هسته بازسازی

داده‌های به‌دست آمده توسط هسته بازسازی فیلتر می‌شوند که تا حد زیادی بر وضوح فضایی درک شده، نویز تصویر و دوز مورد نیاز برای تصاویر مفید بالینی تاثیر می‌گذارد؛ هسته‌های تیزتر وضوح فضایی درون صفحه را با کاهش نویز بیشتر بهبود می‌بخشد؛ هسته‌های نرم‌تر نویز را به قیمت وضوح درون صفحه کاهش می‌دهند؛ هسته‌های اکثر آزمایش‌های CT، نسبتا تیز هستند که نشان‌دهنده نیازمندی به جزئیات فضایی در عروق کوچک است؛ تیزترین هسته‌های مورد استفاده در عمل بالینی، برای ارزیابی قطر مجرای استنت و تشخیص تنگی‌های استنت هستند [۳۳].

## ۷. نتیجه گیری

در این مقاله، به‌اختصار به بررسی مفاهیمی از آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری با بیان ساده پرداخته شد و نکاتی در خصوص وضوح فضایی، وضوح مکانی، تهیه تصویر بیان شد؛ همچنین پارامترهای تصویربرداری ارائه شد؛ توجه به این نکات باعث می‌شود تا تصویر با کیفیتی حاصل شود و درنتیجه تشخیص دقیق‌تری در رابطه با بیماری داده شود.

## ۸. مراجع


[1] Chung JW, Park JH, Im JG, Chung MJ, Han MC, Ahn H. Spiral CT angiography of the thoracic aorta. Radiographics. 1996 Jul;16(4):811-24. doi: 10.1148/radiographics.16.4.8835973. PMID: 8835973.

[2] Chow LC, Rubin GD. CT angiography of the arterial system. Radiol Clin North Am. 2002 Jul;40(4):729-49. doi: 10.1016/s0033-8389(02)00020-9. PMID: 12171182.

[3] Ghekiere O, Salgado R, Buls N, Leiner T, Mancini I, Vanhoenacker P, Dendale P, Nchimi A. Image quality in coronary CT angiography: challenges and technical solutions. Br J Radiol. 2017 Apr;90(1072):20160567. doi: 10.1259/bjr.20160567. Epub 2017 Mar 7. PMID: 28055253; PMCID: PMC5605061.

[4] Rubin GD, Leipsic J, Joseph Schoepf U, Fleischmann D, Napel S. CT angiography after 20 years: a transformation in cardiovascular disease characterization continues to advance. Radiology. 2014 Jun;271(3):633-52. doi: 10.1148/radiol.14132232. PMID: 24848958; PMCID: PMC4669887.

[5] Kumamaru KK, Hoppel BE, Mather RT, Rybicki FJ. CT angiography: current technology and clinical use. Radiol Clin North Am. 2010 Mar;48(2):213-35, vii. doi: 10.1016/j.rcl.2010.02.006. PMID: 20609871; PMCID: PMC2901244.

[6] Leiner T, de Haan MW, Nelemans PJ, van Engelshoven JM, Vasbinder GB. Contemporary imaging techniques for the diagnosis of renal artery stenosis. Eur Radiol. 2005 Nov;15(11):2219-29. doi: 10.1007/s00330-005-2826-6. Epub 2005 Jun 28. PMID: 15983776.

[7] Arora S, Chien JD, Cheng SC, Chun KA, Wintermark M. Optimal carotid artery coverage for carotid plaque CT-imaging in predicting ischemic stroke. J Neuroradiol. 2010 May;37(2):98-103. doi: 10.1016/j.neurad.2009.04.002. Epub 2009 Jul 1. PMID: 19573923.

[8] Rozie S, de Weert TT, de Monyé C, Homburg PJ, Tanghe HL, Dippel DW, van der Lugt A. Atherosclerotic plaque volume and composition in symptomatic carotid arteries assessed with multidetector CT angiography; relationship with severity of stenosis and cardiovascular risk factors. Eur Radiol. 2009 Sep;19(9):2294-301. doi: 10.1007/s00330-009-1394-6. Epub 2009 Apr 22. PMID: 19384548; PMCID: PMC2719076.

[9] Buckley O, Rybicki FJ, Gerson DS, Huether C, Prior RF, Powers SL, Ersoy H. Imaging features of intramural hematoma of the aorta. Int J Cardiovasc Imaging. 2010 Jan;26(1):65-76. doi: 10.1007/s10554-009-9504-8. Epub 2009 Sep 24. PMID: 19777368.

[10] Hsieh, J. Computed tomography : principles, design, artifacts, and recent advances. SPIE OpticalEngineering Press; Bellingham, WA: 2003.

[11] Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, Petersilka M, Gruber K, Süss C, Grasruck M, Stierstorfer K, Krauss B, Raupach R, Primak AN, Küttner A, Achenbach S, Becker C, Kopp A, Ohnesorge BM. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. Eur Radiol. 2006 Feb;16(2):256-68. doi: 10.1007/s00330-005-2919-2. Epub 2005 Dec 10. Erratum in: Eur Radiol. 2006 Jun;16(6):1405. PMID: 16341833.

10.1148/radiol.2412051384. Epub 2006 Sep 11. PMID: 16966483.

[19] Wintersperger BJ, Nikolaou K, von Ziegler F, Johnson T, Rist C, Leber A, Flohr T, Knez A, Reiser MF, Becker CR. Image quality, motion artifacts, and reconstruction timing of 64-slice coronary computed tomography angiography with 0.33-second rotation speed. Invest Radiol. 2006 May;41(5):436-42. doi: 10.1097/01.rli.0000202639.99949.c6. PMID: 16625106.

[20] Hein I, Taguchi K, Silver MD, Kazama M, Mori I. Feldkamp-based cone-beam reconstruction for gantry-tilted helical multislice CT. Med Phys. 2003 Dec;30(12):3233-42. doi: 10.1118/1.1625443. PMID: 14713090.

[21] Dewey M, Laule M, Krug L, Schnapauff D, Rogalla P, Rutsch W, Hamm B, Lembcke A. Multisegment and halfscan reconstruction of 16-slice computed tomography for detection of coronary artery stenoses. Invest Radiol. 2004 Apr;39(4):223-9. doi: 10.1097/01.rli.0000115201.27096.6e. PMID: 15021326.

[22] Fleischmann D, Rubin GD, Bankier AA, Hittmair K. Improved uniformity of aortic enhancement with customized contrast medium injection protocols at CT angiography. Radiology. 2000 Feb;214(2):363-71. doi: 10.1148/radiology.214.2.r00fe18363. PMID: 10671582.

[23] Halpern EJ. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. Radiology. 2009 Aug;252(2):332-45. doi: 10.1148/radiol.2522082335. PMID: 19703877.

[24] McNitt-Gray MF. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in CT. Radiation dose in CT. Radiographics. 2002 Nov-Dec;22(6):1541-53. doi: 10.1148/rg.226025128. PMID: 12432127.

[25] Kalender WA, Deak P, Kellermeier M, van Straten M, Vollmar SV. Application- and patient size-dependent optimization of x-ray spectra for CT. Med Phys. 2009 Mar;36(3):993-1007. doi: 10.1118/1.3075901. PMID: 19378760.

[26] Downes P, Jarvis R, Radu E, Kawrakow I, Spezi E. Monte Carlo simulation and patient dosimetry for a kilovoltage cone-beam CT unit. Med Phys. 2009 Sep;36(9):4156-67. doi: 10.1118/1.3196182. PMID: 19810489.

[12] McCollough CH, Schmidt B, Yu L, Primak A, Ulzheimer S, Bruder H, Flohr TG. Measurement of temporal resolution in dual source CT. Med Phys. 2008 Feb;35(2):764-8. doi: 10.1118/1.2826559. PMID: 18383698; PMCID: PMC2701968.

[13] Araoz PA, Kirsch J, Primak AN, Braun NN, Saba O, Williamson EE, Harmsen WS, Mandrekar JN, McCollough CH. Optimal image reconstruction phase at low and high heart rates in dual-source CT coronary angiography. Int J Cardiovasc Imaging. 2009 Dec;25(8):837-45. doi: 10.1007/s10554-009-9489-3. Epub 2009 Aug 9. PMID: 19669664; PMCID: PMC2788116.

[14] Xu L, Yang L, Zhang Z, Li Y, Fan Z, Ma X, Lv B, Yu W. Low-dose adaptive sequential scan for dual-source CT coronary angiography in patients with high heart rate: comparison with retrospective ECG gating. Eur J Radiol. 2010 Nov;76(2):183-7. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.06.003. PMID: 19595528.

[15] Blankstein R, Shah A, Pale R, Abbara S, Bezerra H, Bolen M, Mamuya WS, Hoffmann U, Brady TJ, Cury RC. Radiation dose and image quality of prospective triggering with dual-source cardiac computed tomography. Am J Cardiol. 2009 Apr 15;103(8):1168-73. doi: 10.1016/j.amjcard.2008.12.045. Epub 2009 Mar 4. PMID: 19361609.

[16] Blobel J, Baartman H, Rogalla P, Mews J, Lembcke A. Räumliche und zeitliche Auflösung für die Herzdiagnostik mit 16-Schicht-Computertomographie [Spatial and temporal resolution with 16-slice computed tomography for cardiac imaging]. Rofo. 2003 Sep;175(9):1264-71. German. doi: 10.1055/s-2003-41925. PMID: 12964084.

[17] Herzog C, Arning-Erb M, Zangos S, Eichler K, Hammerstingl R, Dogan S, Ackermann H, Vogl TJ. Multi-detector row CT coronary angiography: influence of reconstruction technique and heart rate on image quality. Radiology. 2006 Jan;238(1):75-86. doi: 10.1148/radiol.2381041595. PMID: 16373760.

[18] Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, Desbiolles L, Husmann L, Plass A, Koepfli P, Schepis T, Marincek B, Kaufmann PA, Alkadhi H. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT: effect of average heart rate and heart rate variability on image quality. Radiology. 2006 Nov;241(2):378-85. doi:

[27] Horiguchi J, Fujioka C, Kiguchi M, Yamamoto H, Kitagawa T, Kohno S, Ito K. Prospective ECG-triggered axial CT at 140-kV tube voltage improves coronary in-stent restenosis visibility at a lower radiation dose compared with conventional retrospective ECG-gated helical CT. Eur Radiol. 2009 Oct;19(10):2363-72. doi: 10.1007/s00330-009-1419-1. Epub 2009 May 9. PMID: 19430797.

[28] Huda W. Dose and image quality in CT. Pediatr Radiol. 2002 Oct;32(10):709-13; discussion 751-4. doi: 10.1007/s00247-002-0796-2. Epub 2002 Aug 28. PMID: 12244459.

[29] Mahesh, M. MDCT Physics: The Basics-Technology, Image Quality and Radiation Dose. 1st ed.Lippincott Williams & Wilkins; 2009.

[30] Shiraishi J, Tsuda K, Inoue Y, Onoyama Y. Measurement of CT section thickness by using the partial volume effect. Radiology. 1992 Sep;184(3):870-2. doi: 10.1148/radiology.184.3.1509082. PMID: 1509082.

[31] Lu MT, Ersoy H, Whitmore AG, Lipton MJ, Rybicki FJ. Reformatted Four-Chamber and Short-Axis Views of the Heart Using Thin Section (Acad Radiol. 2007;14(9):1108-1112. doi:10.1016/j.acra.2007.05.019.

[32] McCollough CH, Zink FE. Performance evaluation of a multi-slice CT system. Med Phys. 1999 Nov;26(11):2223-30. doi: 10.1118/1.598777. PMID: 10587202.

[33] Sirineni GK, Kalra MK, Pottala K, Waldrop S, Syed M, Tigges S. Effect of contrast concentration, tube potential and reconstruction kernels on MDCT evaluation of coronary stents: an in vitro study. Int J Cardiovasc Imaging. 2007;23(2):253-263. doi:10.1007/s10554-006-9107-6.

KN0-0902-3604

# بررسی عملکرد رایگان سواران در همه گیری ویروس کرونا با استفاده از تئوری بازی ها

مرتضی یزدان پناه [۱] m.yazdanpanah313@gmail.com
[۱]مربی دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع)

**چکیده:** تئوری های مطرح در نظریه بازی ها چارچوب هایی را در شرایط مختلف مطرح میکنند که می‌توان از آن ها در حل معضلات و شرایط خاص بوجود آمده استفاده کرد . رایگان سواری مساله ای است که در شرایط همه گیری ویروس کرونا نیز شاهد آن بودیم و این مساله با واکسینه شدن افراد جامعه نیز ادامه دار خواهد بود .رفتارشاخص این افراد از جمله استفاده از شرایط ایمنی نسبی بوجود آمده ناشی از رعایت مسائل بهداشتی توسط افراد جامعه می باشد که در شرایطی برای دولت ها می‌توانند هزینه تراشی کنند و سلامت برخی از گروه های حساس را نیز می‌توانند در معرض خطر قرار دهند که در این مقاله ما به بررسی اجمالی ، مرور و تجزیه و تحلیل شرایطی که این افراد بوجود می آورند خواهیم پرداخت .

.

**کلید واژه‌ها:** *رایگان سوار ،ویروس کرونا ، تئوری بازی ها ،FreeRiding*

## ۱. مقدمه

تئوری بازی تکاملی و بازی کالاهای عمومی که یه نوع بازی جنریک شناخته می شوند چارچوب هایی را ارائه میدهد که در طول بیماری های همه گیر نیز می‌توان به آنها استناد کرد و از انها بهره مند شد . از این منظر ، وضعیت COVID-19 می‌تواند به عنوان معضلی تصور شود که در آن افرادی که از اقدامات و رفتارهای مخاطره آمیز برای عموم جامعه و افراد محل زندگی انجام می دهند و بهداشت عمومی را در معرض خطر و ابتلا به ویروس کرونا قرار میدهند ، به عنوان یک دوراهی عمل می کند ، زیرا آنها از مزایای کاهش خطر سلامتی ناشی از رعایت سیاست های دیگران با وجود عدم کمک به آنها و حتی تضعیف آنها بهره مند می شوند.

مقالات بیشماری در مورد COVID-19 تا به امروز در کنفرانس ها ، فصل نامه ها و مجلات نمایه شده اند که این آمار نمایانگر یک امر چشمگیر برای کنار آمدن ، آگاهی دادن و تلاش برای مدیریت بحران در شرایط همه گیری این ویروس می‌باشد.

تئوری های مطرح در نظریه بازی ها از جمله تئوری بازی تکاملی (EGT) و غیره می‌تواند به طور چشمگیری درک ما را از رفتارها و برخورد های افراد جامعه در طی این همه گیری افزایش دهد. افرادی که روشهای ایمنی و مقابله ای با ویروس کرونا را رعایت نمی کنند ، مانند استفاده از ماسک و حفظ فاصله اجتماعی و سایر دستورالعمل های مطرح شده از سوی سازمان بهداشت جهانی و مجموعه های بهداشتی دولتی حاکمیتی می‌توانند به عنوان رایگان سوار شناخته شوند زیرا آنها با وجود لزوم انجام وظیفه خود برای حمایت از امنیت و سلامت جامعه ، از مزایای امنیت عمومی بهره مند می شوند و وظیفه خود را در قبال شرایط موجود انجام نمی دهند (۱) .

عدم رعایت و ناسازگاری سرانجام باعث خنثی کردن هرگونه خیرخواهی مرتبط با این اقدامات [ایمنی] خواهد شد."چنین رفتارهایی بویژه در مورد گروههای پرخطر ، افراد مبتلا به بیماری های زمینه ای از جمله بیماری های تنفسی ، بیماران قلبی و غیره ، کارکنان مجموعه های بهداشتی و کادر درمان که برای درمان گروه های بیمار و نجات جان آنها" تلاش می کنند بی عدالتی می کنند (۲).

## ۲. تئوری بازی‌ها

ئوری بازی ها چارچوبی را برای درک تصمیم گیری استراتژیک تحت ساختار موسوم به "بازی" فراهم می کند که در آن نتایج یک بازیکن به تصمیمات سایر بازیکنان بستگی دارد.

بازی کالاهای عمومی یکی از سناریوهای نظریه بازی است که به بررسی انگیزه های مردم برای مشارکت در نگهداری کالاهای عمومی یا کالاها و خدماتی که در دسترس همه اعضای یک جامعه است می پردازد (۳, ۴).

راه حل بهینه زمانی رخ می دهد که همه بازیکنان به طور مساوی در تهیه و یا نگهداری کالاهای عمومی سهیم باشند .با این وجود ، دو راه وجود دارد که سواری رایگان یا بهره برداری از همکاری دیگران بدون مشارکت خود ممکن است بوجود آید(5) . زمانی که نگهداری یک کالای عمومی به عنوان مثال یک استخر ، مجموعه آبی و یا پارک و فضای تفریحی عمومی به مشارکت های داوطلبانه تعداد قابل توجهی از افراد بستگی دارد. اولین معضلی که ممکن است بوجود بیاید انگیزه ای برای افراد وجود دارد که در صورت وجود افراد کافی ، سایرین از تحمل آن هزینه ها اجتناب کنند ، زیرا اولا کسانی هستند که مشارکت می کنند ضمن اینکه کسانی که مشارکت نمی کنند نیز به ندرت از مزایای موجود منع می شوند و یا بهتر است اینگونه بیان کنیم که کسانی که مشارکت و همکاری نمی کنند از مزایای موجود اصلا منع نخواهند شد. همچنین مصرف غیر منصفانه و بیش از حد منابع می‌تواند منجر به تخلیه سریع شود و زمانی که مردم انگیزه بیشتری برای گرفتن بیش از سهم منصفانه خود را داشته باشند با حوادث ناخوشایندی مواجه می شویم . مانند هجوم به فروشگاه ها و بازار برای تهیه بیش از مقدار مورد نیاز کالا که منجر به کم یاب شدن و یا نایاب شدن کالاها برای افراد جامعه خواهد شد . با این حال ، اگر افراد زیادی چنین رفتارهای آزاد سواری را انجام دهند ، پایداری کالای عمومی به ضرر همه کاهش می یابد .چنین شرایطی معضل کالاهای عمومی را مشخص می کند ، جایی که افراد بین همکاری برای حفظ منافع عمومی با برخی هزینه های شخصی در مقابل سواری رایگان را انتخاب می کنند. مدل های تئوری بازی نشان می دهد که حتی اگر افراد در ابتدا

همکاری و مشارکت داشته باشند ، عدم توانایی در کنار گذاشتن سواران رایگان ، همکاری و مشارکت آنان را به یک استراتژی بلند مدت غیرقابل تحمل تبدیل می کند(6) .

تحقیقات و بررسی ها نشان دهنده این موضوع است که ناکافی بودن اقدامات مقابله ای برای سرکوب سواری رایگان ، افراد را به سمت عدم همکاری سوق می دهد (۷, ۸) .

از طریق مدل سازی بازی های کالاهای عمومی ، دو استراتژی اصلی سازگار شناسایی شده است .از یک سو ، ممکن است انسانها به دلیل بالا بودن ضعف در خودخواهی هنگامی که کالاهای عمومی در دسترس هستند و هزینه های رفتارهای غیرهمکارانه پایین است ، تمایل به سواری رایگان را متحول کنند .از طرف دیگر ، از آنجا که مزایای قابل توجه در دسترس بودن کالاهای عمومی نیز ممکن است سازگاری های روانشناختی تکامل یافته ای را به منظور سرکوب سواری رایگان جهت تسهیل تأمین و ادامه این شرایط بوجود بیاورد(9, 10) .

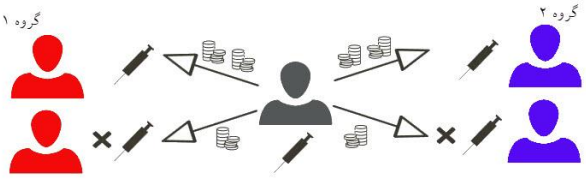
این پویایی را می‌توان گسترش داد تا علاوه بر شرح و بررسی مشکلات موجود در سناریوهای واقعی ، از جمله انتخابات ، اجرای قانون ، رفتارهای زیست محیطی و غیره راه حل هایی را نیز در نظر می‌گیرد که ماهیت تکامل یافته انسانی ما را در نظر می‌گیرد(9, 11) .

طبق تئوری EGT "ایمنی گلّه" زمانی که تعداد زیادی از افراد واکسینه می شوند ، بوجود می آید که به طرز موثری سرعت آن را کاهش می دهد و سرانجام از گسترش عفونت جلوگیری می کند(12) .

با تبدیل شدن مصونیت گله به کالای عمومی ، معضل اجتماعی زیر بوجود می آید: افراد می‌توانند از بین واکسیناسیون و کمک به مصونیت عمومی جامعه در مقابل عدم همکاری در واکسیناسیون و استفاده از ایمنی بوجود آمده توسط افراد واکسینه شده یکی را انتخاب کنند.

بررسی ها و تحقیقات در حقیقت نشان می دهد که با افزایش میزان واکسیناسیون جمعیت ، افراد به طور فزاینده تصمیم می گیرند که خود را واکسینه نکنند(۷) .

بازی واکسیناسیون همچنین عدم تقارن در انگیزه های سواری رایگان و خطرات آن را در سطوح مختلف تجزیه و تحلیل میکند . به عنوان مثال ، انگیزه سواران رایگان بسته به سن افراد متفاوت است زیرا افراد مسن در مقایسه با افراد جوان مستعد ابتلا به بیماری هستند (13).




شکل ۱. بررسی اینکه آیا واکسیناسیون بعنوان یک قرار داد اجتماعی مورد قبول می‌باشد یا خیر

قرارداد اجتماعی ناظر است بر تنظیم قراردادی میان افراد جامعه که مدعی نوعی اقتدار می‌باشد از پیمان کسانی که متعهد شده‌اند به این قرارداد ملتزم بمانند. در شکل ۱ شرکت کنندگان پس از اطلاع از اینکه آیا طرف مقابل در بازی آزمایشی واکسینه شده است یا نه، مبلغی را بین خود و چهار نفر دیگر که واکسینه شده بودند یا نه تخصیص دادند. تغییرات در یک معیار پایه نشان دهنده تغییر در تخصیص پول بود و وضعیتی را توصیف کرد که در آن واکسیناسیون یک قرارداد اجتماعی تلقی نگردید . بدین صورت که افراد واکسینه شده پول بیشتری را به افراد واکسینه شده و پول کمتری را به افراد غیر واکسینه اختصاص می دادند بر اساس فرضیه قرارداد اجتماعی . تغییرات در تخصیص برای همه افراد به طور یکسان اعمال می گردید، با این حال، موردی توصیف می‌شود که در آن تصمیم گیرنده تخصیص خود را تنها با توجه به شرایط درون گروهی تغییر می دهد، و به اعضای بیرون از گروه خود توجه نمی کند . این الگو نشان می دهد که واکسیناسیون یک قرارداد اجتماعی نیست(15) (14).

علی رغم اینکه واکسیناسیون در کشورهای پیشرفته رایگان ، سریع و به خوبی توسط گیرندگان صورت میگیرد ، در چنین جمعیتی اشتیاق به سواری رایگان به شدت ظاهر می‌شود زیرا در مقایسه با کشورهای کمتر توسعه یافته تمایل به شیوع ویروسی کمتر و میزان واکسیناسیون بالاتر دارند(۱۶) (۱۷).

از آنجا که هیچ کس را نمی‌توان از مزایای یک محیط عاری از ویروس حذف کرد ، این که مردم ترجیح می دهند با همکاری دیگران همکاری نکنند و از این مزایا بهره مند شوند ، به وجود می آید و در مسئله رایگان سواران به اوج خود می رسد . عدم

تمایل به پیروی از دستورالعمل های بهداشت عمومی به عنوان یک مشکل مکرر ظاهر شده است که به شدت تلاش های لازم برای محدود کردن ویروس را تضعیف می کند (۱۸).

بررسی های جامعه همچنین نشان داد که ۳۹ درصد آمریکایی ها قصد واکسیناسیون را ندارند ، تقریباً نیمی از این افراد متقاعد شده اند که اطلاعات بیشتر ، تصمیم آنها را تحت تأثیر قرار نمی دهد (۱۹).

این موارد عدم انطباق فقط به ایالات متحده محدود نمی‌شود و همچنین شامل امتناع از ایجاد فاصله اجتماعی(۲۰) ، از سرگیری فعالیت های اجتماعی قبل از همه گیری (۲۱) ، و عدم قدم برداشتن در این زمینه است (۲۲) .

دیدگاه هایEGT درباره چگونگی مقابله با COVID-19 به عنوان معضل کالاهای عمومی نشان داده شده است که سواری رایگان احساسات منفی و برداشت از بی انصافی در بین مشارکت کنندگان را ایجاد می کند ، و به نظر می رسد انسان به طور طبیعی تمایل به شناسایی ، مجازات و سرکوب رفتارهای آزادانه از طریق هنجارهای اجتماعی ، مجازات ها و تحمیل هزینه دارد ، بنابراین تغییر در تصمیم گیری به نفع همکاری در وضعیت کالاهای عمومی می‌تواند در تعداد سواران رایگان موثر باشد .(10, 11)

بر اساس یک نظرسنجی از ۲۱۷۷ شرکت کننده ژاپنی ، تحلیل گران دریافتند که دیدگاه"مهم است که همیشه از انجام هر کاری که مردم نادرست می دانند اجتناب کنید" در بین عموم جامعه مورد قبول است ، بنابراین شرم عمومی می‌تواند رفتار ایمن را ارتقا دهد به ویژه هنگامی که هماهنگی رابطه ای و تعهدات اجتماعی مهم تلقی می‌شود .شرکت کنندگانی که اظهار داشتند برای کمک به دیگران و خوشحال کردن دیگران ارزش زیادی قائل هستند ، با رعایت مقررات ایمنی ، پیشنهاد می کنند که جهت گیری های نوع دوستانه و دوستانه اجتماعی ، همکاری ها را ارتقا می بخشد(۲۳) .

از آنجا که همه افراد نوع دوست یا هنجارپذیر نیستند ، سیاست های داوطلبانه می‌توانند به رعایت ناکافی منجر شوند(15) ، بنابراین استفاده از مجازات برای تحمیل هزینه های عدم رعایت قانون ، ضروری است(1) .

## ۳. نتیجه گیری

از آنجا که هیچ کس را نمی‌توان از مزایای یک محیط عاری از ویروس حذف کرد ، این که مردم ترجیح می دهند با همکاری دیگران همکاری نکنند و از این مزایا بهره مند شوند ، به وجود می آید و در مسئله رایگان سواران به اوج خود می رسد . عدم تمایل به پیروی از دستورالعمل های بهداشت عمومی به عنوان یک مشکل مکرر ظاهر شده است که به شدت تلاش های لازم برای محدود کردن ویروس را تضعیف می کند. مساله رایگان سواران نه تنها در همه گیری ویروس کرونا بلکه در سایر مسائل نیز همیشه مشکل آفرین و دردسر ساز بوده است . برای کاهش رخ دادن این پدیده و عوارض ناشی از آن اقدامات مقابله ای و فرهنگ سازی دولت ها در کنار همراهی مردم میتواند بسیار موثر باشد . نظریه بازی ها نیز در تصمیم گیری و تصمیم سازی دولت ها میتواند کمک شایانی را به همراه داشته باشد.

## ۴. مراجع


[34] Cato S, Iida T, Ishida K, Ito A, McElwain KM, Shoji M. Social distancing as a public good under the COVID-19 pandemic. Public health. 2020;188:51-3.

[35] Paakkari L, Okan O. COVID-19: Health literacy is an underestimated problem. Lancet Public Health, 5 (5), e249-e250. 2020.

[36] Olson M. The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups (Cambridge, MA: Harvard). University Press; 1965.

[37] Yaneva R, editor Mapping Ecosystem Services Supply: Challenges and Opportunities in the Geo-Spatial Analysis. Proceedings of 6th international conference on cartography and GIS; 2016.

[38] Maier-Rigaud FP, Apesteguia J. The role of rivalry: Public goods versus common-pool resources. Preprints of the Max Planck Institute for Research on Collective Goods; 2004.

[39] Perc M, Jordan JJ, Rand DG, Wang Z, Boccaletti S, Szolnoki A. Statistical physics of human cooperation. Physics Reports. 2017;687:1-51.

[40] Ibuka Y, Li M, Vietri J, Chapman GB, Galvani AP. Free-riding behavior in vaccination decisions: an experimental study. PloS one. 2014;9(1):e87164.

[41] Herrmann E, Call J, Hare B, Hernandez-Lloreda M, Tomasello M. Response to de Waal, Boesch, Horner & Whiten 2008. Science. 2008;319:570.

[42] Tooby J, Cosmides L, Price ME. Cognitive adaptations for n-person exchange: the evolutionary roots of organizational behavior. Managerial and Decision Economics. 2006;27(2-3):103-29.

[43] Fehr E, FISCHBACHER U. 791. o. FEHR, E.–GÄCHTER, S.[2000]: Cooperation and Punishment in Public Goods. American Economic Review.90(4):980-94.

[44] Bowles S, Gintis H. A cooperative species. A Cooperative Species: Princeton University Press; 2011.

[45] Fu F, Rosenbloom DI, Wang L, Nowak MA. Imitation dynamics of vaccination behaviour on social.

[46] Piraveenan M, Sawleshwarkar S, Walsh M, Zablotska I, Bhattacharyya S, Farooqui HH, et al. Optimal governance and implementation of vaccination programmes to contain the COVID-19 pandemic. Royal Society open science. 2021;8(6):210429.

[47] Murphy RO, Ackermann KA, Handgraaf M. Measuring social value orientation. Judgment and Decision making. 2011;6(8):771-81.

[48] Korn L, Böhm R, Meier NW, Betsch C. Vaccination as a social contract. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2020;117(26):14890-9.

[49] Sharma A, Menon SN, Sasidevan V, Sinha S. Epidemic prevalence information on social networks mediates emergent collective outcomes in voluntary vaccine schemes. arXiv preprint arXiv:170907674. 2017.

[50] Bollyky TJ, Bown CP. The tragedy of vaccine nationalism: only cooperation can end the pandemic. Foreign Aff. 2020;99:96.

[51] Naso RC. Covid-19 and the free-rider problem. J Psychol Clin Psychiatry. 2020;11(72):10.15406.

[52] Funk C, Tyson A. Intent to get a COVID-19 vaccine rises to 60% as confidence in research and development process increases. Pew Research Center. 2020;3.

[53] Murphy K, Williamson H, Sargeant E, McCarthy M. Why people comply with COVID-19 social distancing restrictions: Self-interest or duty? Australian & New Zealand Journal of Criminology. 2020;53(4):477-96.

[54] Simonov A, Sacher SK, Dubé J-PH, Biswas S. The persuasive effect of fox news: non-compliance with social distancing during the covid-19 pandemic. National Bureau of Economic Research; 2020.

[55] Pan Y, Xin M, Zhang C, Dong W, Fang Y, Wu W, et al. Associations of mental health and personal preventive measure compliance with exposure to COVID-19 information during work resumption following the COVID-19 outbreak in China: cross-sectional survey study. Journal of medical Internet research. 2020;22(10):e22596.

[56] Böhm R, Betsch C, Korn L. Selfish-rational non-vaccination: Experimental evidence from an interactive vaccination game. Journal of Economic Behavior & Organization. 2016;131:183-95.

KN0-0902-3605

# سیستم‌های توزیع انرژی در مترو

**مریم فریور**[۱]

[۱] کارشناسی ارشد، مهندسی برق-الکترونیک، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، farivar.maryam@yahoo.com

**چکیده:** بی‌شک یکی از صنعت‌های مهم و اساسی هر کشور و از جمله کشور ما، صنعت حمل‌ونقل است.در این میان راه‌آهن شهری (مترو) بنا به دلایل بسیاری از جمله تسریع در مسافرت، ذخیره کردن وقت، جلوگیری از آلودگی هوا، حل مشکل ترافیک، فراهم نمودن آسایش و راحتی برای مسافرین و جلوگیری از بیماری‌های عصبی و ارائه سرویس سودمند، نقش فعالی را ایفا می‌کند. و بنا به همان دلایل اتوماتیک کردن و کنترل بهینه آن ضروری است. با اعمال پدیده اتوماسیون به سیستم مترو، نقش راننده حداقل شده و تمامی عملیات هدایت و کنترل قطار از طریق مراکز کامپیوتری انجام می‌شود. روش‌ها و الگوریتم‌هایی که هدف فوق را برآورده سازند می‌بایست از هر لحاظ ایمن و مطمئن بوده و کمترین خلل و خسارتی را وارد نکنند.

**کلید واژه‌ها:** قطار شهری، اتوماسیون، توزیع انرژی

## ۱ . مقدمه

مترو سیستمی است که برای جابجایی حجم انبوهی از مسافر مورد استفاده قرار می‌گیرد و طبق استانداردهای بین‌المللی، ظرفیت این نوع سیستم، ۱۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ نفر مسافر در ساعت می‌باشد. این سیستم بصورت کاملاً حفاظت شده و در بافت درون‌شهری عموماً زیرزمینی و در حومه بصورت هم سطح با تعداد حداقل ۵ واگن به جابجایی مسافر می‌پردازد. این سیستم خود کشش برقی از طریق ریل سوم یا شبکه بالاسری تغذیه می‌گردد.

برای تغذیه قطار درسیستم‌های ریلی بین‌شهری ولتاژهای ۱۵ و۲۵ و۵۰ کیلو ولت AC پیشنهاد می‌شود. در قطارهای درون‌شهری مانند تراموا و مترو از برق DC استفاده می‌شود. چون در قطارهای شهری نیاز به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار می‌باشد هر واگن خود کشش است و باید دارای موتور مستقل باشد و برای رسیدن به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار باید از موتورهایDC سری استفاده شود. به همین دلیل برق AC در پست‌ها به DC تبدیل شده و به کمک شبکه در اختیار هر واگن قرار می‌گیرد. البته امروزه به کمک علم الکترنیک صنعتی می‌توان از موتورهای AC به جای موتور DC استفاده کرد اما باز هم به دلایل فنی شبکه باید DC باشد. چون ما درمحدوده شهری قرار داریم در این رابطه ولتاژهای۷۵۰ و۱۵۰۰ و در فواصل دورتر از۳۰۰۰ ولت DC استفاده می‌شود. در قطارهای سنگین بین‌شهری و حومه شهری از برق AC استفاده می‌شود چون در قطارهای بین‌شهری و حومه شهری نیاز به شتاب اولیه بالا و سرعت گرفتن سریع قطار نمی‌باشد هر واگن خود کشش نیست وکل واگن‌ها به کمک یک کشنده کشیده می‌شوند. ولی باز هم در این کشنده از موتورهای DC سری استفاده می‌شود .به همین دلیل برق AC دریافت شده از شبکه بالاسری در قطار به برق DC تبدیل شده و در اختیار موتورها قرار می‌گیرد .

## ۲. برق‌رسانی به روش شبکه بالاسری

در این روش به کمک شبکه‌ای که در بالای سر قطار ایجاد می‌شود انرژی قطار تامین می‌شود.

### مزایای شبکه بالا سری

- در پست‌ها تنظیم‌کننده‌ها لازم نیست زیاد حساس باشند.
- ساییدگی پانتوگراف نسبت به جاروبک در ریل سوم کمتر است.
- صدا در شبکه بالاسری نسبت به ریل سوم کمتر است.

- برای تعمیرات ریل نیاز به قطع کردن برق نیست.
- خطرات جانی برای افرادی که از روی ریل حرکت می‌کنند بسیار کم است.

**معایب**

- دشواری در تنظیمات اولیه شبکه
- دشواری در ترمیم شبکه بعد از سوانح
- خطرات رعد وبرق و شاخ و برگ درختان محیط‌های باز

**۲,۱. بخش‌های مختلف شبکه برق بالاسری در پروژه قطار شهری مشهد**

۱. شبکه مسیر رو باز
۲. شبکه تونل
۳. شبکه دپوها

**۲,۱,۱. شبکه مسیر رو باز**

مطمئنا این شبکه نیز مانند تمام شبکه‌های هوایی دارای بلوک یا section هایی می‌باشد . در یک شبکه طول بلوک‌ها گاها به ۳کیلومتر نیز می‌رسد که در پروژه قطارشهری مشهد بیشترین طول یک بلوک ۱۲۰۰متر است.

در این پروژه بیشترین فاصله پایه‌های OCS، ۶۰ متر است و در محل هایی که ریل قوس دارد و دارای فراز و نشیب است فاصله پایه ها تغیر می‌کند.

ما می‌خواهیم انرژی الکتریکی را به کمک سیمی به نام سیم اتصال contact wire و پانتوگراف به قطار انتقال دهیم و مطمئنا زمانی پانتوگراف می‌تواند راحت با سیم اتصال، تماس داشته باشد که نسبت به سطح ریل، کاملا صاف باشد و تغییر ارتفاع شدید نداشته باشد تا بتوان ایجاد یک خاصیت ارتجاعی در پانتوگراف، به راحتی انرژی را از سیم اتصال دریافت کرده و به قطار منتقل کنیم. به همین دلیل است که برای شبکه بالاسری دو نوع سیم لازم می‌شود:

۱. سیم اتصال
۲. سیم حمال

وظیفه سیم حمال نگه‌داشتن سیم اتصال به صورتی است که اصلا افتادگی نداشته باشد و وظیفه دیگر آن نیز انتقال انرژی الکتریکی است. بین دو سیم حمال و اتصال، سیمی به عنوان سیم تار Dropper wire قرار دارد که عمود بر سطح زمین است.

برای اینکه ما به منظور اصلی خود یعنی صاف بودن سیم اتصال برسیم، شبکه هوایی را به بلوک‌هایی تقسیم می‌کنیم و در ابتدا و انتهای بلوک ، ابتدا و انتهای سیم‌های اتصال و حمال را به وزنه‌هایی می‌بندیم تا انبساط و انقباض سیم به دلیل تغییرات دما، تغییری در صاف بودن سیم اتصال، ایجاد نکند.

در انتها نیز انرژی الکتریکی انتقال یافته به سیم اتصال، به پانتوگراف قطار منتقل می‌شود تا برای انرژی الکتریکی مورد نیاز قطار مورد استفاده قرارگیرد.

در شبکه برق بالاسری سیم‌های هوایی دارای بار مثبت و ریل دارای بار منفی است.

**۲,۱,۲. شبکه برق بالاسری داخل تونل:**

شبکه بالاسری تونل مانند شبکه برق بالاسری مسیر رو باز است با این تفاوت که در این سیستم پایه‌های o.c.s وجود ندارد و یراق‌آلات توسط پیچ رولپلاک به سقف تونل مستقر می‌شود و از نظر بلوک‌بندی و تغذیه نیز مانند شبکه برق بالاسری مسیر رو باز می‌باشد.

**۲,۱,۳. شبکه برق بالاسری در دپوها**

شبکه برق بالاسری در دپوها به روش هد اسپن Hed span میباشد. به این صورت که اگر ما از بالا به این شبکه نگاه کنیم مانند یک تور شطرنجی است و بر خلاف طول مسیر که سیم حمال موازی با سیم اتصال بود، در این شبکه، سیم حمال عمود بر راستای سیم اتصال می‌باشد.

**۳. تجهیزات شبکه برق بالاسری O.C.S**

۱. **پایه‌های نصب تجهیزات:** پایه‌های شبکه بالاسری با توجه به محلی که قرار می‌گیرند مانند ابتدا و انتهای بلوک، سوزن یا وسط بلوک، دارای انواع مختلفی است زیرا در هر نقطه بارهای وارده بر پایه متفاوت است.

۲. **سیم حمال:** در پروژه قطارشهری مشهد این سیم دو رشته است با سطح مقطع ۱۵۰ mm وظیفه اصلی آن نگه داشتن سیم اتصال جهت جلوگیری از هرگونه افتادگی می‌باشد.

۳. **سیم اتصال:** وظیفه آن انتقال انرژی الکتریکی به پانتوگراف قطار است و دارای مقاطع ۱۲۰mm است. این سیم یکپارچه و مفتولی می‌باشد.

۴. **سیم تار:** وظیفه آن نگه‌داشتن سیم اتصال با کمک گرفتن سیم حمال می‌باشد.

۵. **عایق‌ها یا ایزولاتورها:** این عایق‌ها دو وظیفه دارند:

الف- تحمل وزن سیم‌های حمال

ب- عایق کردن سیم‌ها

۶. **پست‌های مختلف:** برای بستن سیم حمال بر روی بازوها و بستن آن‌ها به وزنه ها مورد استفاده قرار گیرند.

۷. کلیدها: در شبکه برق بالاسری دو نوع کلید وجود دارد

الف- کلیدهای فیدری: برق پست کشش را به شبکه با لاسری منتقل می‌کند

ب- کلیدهای سکسیونری: وظیفه اتصال با پارالل کردن دو بلوک را به عهده دارند.

۸. **برق گیرها:** در روی کلیدهای فیدری نصب می‌شود

۹. **وزنه ها:** در ابتدا و انتهای بلوک برای صاف نگه داشتن سیم در مقابل انقباض و انبساط استفاده می‌گردد.

۱۰. **چرخ وزنه‌ها:** این چرخ‌ها واسطه بین سیم و وزنه می‌باشند نسبت نیروی کشش سیم را تغییر می‌دهند.

۱۱. **میل مهارها:** پایه‌های شبکه در ابتدا و انتهای بلوک، نیروی زیادی وارد می‌شود، برای مقابله با این نیرو باید آنها را از طرف دیگر مهار کرد و این کار توسط میل مهارها صورت می‌گیرد.

## ۳. برق‌رسانی به روش ریل سوم

در این روش به کمک یک ریل هادی که در کنار دو ریل دیگر نصب می‌شود انرژی قطار تامین می‌شود.

اما اگر بخواهیم از ریل سوم برای تغذیه قطار استفاده کنیم استاندارد سیستم‌های ولتاژ اروپایی در راه آهن‌های برقی بر اساس EN50163 به ما فقط اجازه می‌دهد از ولتاژ ۷۵۰ ولت استفاده کنیم. پس اگر ما بخواهیم از سطوح ولتاژ بالاتر استفاده کنیم باید از شبکه OCS استفاده کنیم.

معمولا ریل کنتاکت سیم هادی با سطح مقطع ماکزیمم ۹۰۰ میلی‌متر مربع می‌باشد به همین دلیل در جاهایی که ترافیک زیاد است و ما می خواهیم از ولتاژ ۷۵۰ استفاده کنیم ریل سوم پیشنهاد می‌شود. این ریل تا ۶۰۰۰هزار آمپر به ما جواب می‌دهد.

**مزایای ریل سوم**

- با ولتاژ ۷۵۰ ولت و جریان مستقیم
- نصب شدن در قطعات کوچک با بهترین فاصله جداکننده
- استفاده از برق متناوب محلی در شهر برای پست‌های حمل و نقل و رکتیفایرها
- ساده بودن سیستم

**معایب**

- برای حفاظت بیشتر باید در مسیرهای مستقیم استفاده شود
- پیچیدگی در نصب کلیدها
- خطر برق گرفتگی برای پرسنلی که روی خط حرکت می‌کنند و برای حفاظت پرسنل لازم است از روکش های عایق استفاده شود.
- چون سطح جریان در این سیستم بالا است و در ابتدای راه‌اندازی قطار جریان زیادی طلب می‌کند و بار زیاد است در هدوی کم ممکن است بعضی اوقات اتصال کوتاه رخ دهد و برای رفع مشکل باید کلید را باز کرد.
- تنظیمات زیاد و حساس کلیدها در پست

## ۴. مقایسه بین روش‌های برق‌رسانی

همان‌گونه که دیدید در سیستم های برق ناوگان ریلی دو روش برق‌رسانی به قطار با توجه به استاندارد IEC60850، EN50163 صورت می‌گیرد:

۱- شبکه بالاسری

۲- سیستم ریل سوم

در توان‌های بالا با ولتاژ ۷۵۰ ولت استفاده از شبکه OCS منا سب نیست چون باعث سنگین شدن شبکه و قطور شدن پایه‌ها می‌شود و تنظیمات شبکه مشکل خواهد بود.

به لحاظ طبیعت، ریل سوم در اتصال جاروبک به ریل، نسبت به OCS انعطاف کمتری وجود دارد به همین دلیل در سرعت‌های

بالا از ریل سوم نمی‌توان استفاده کرد و با کوچکترین غیر و یکنواختی جاروبک می‌شکند.

همان گونه که می‌دانید در OCS پانتوگراف به علت زیگزاگ بودن شبکه سایش کمری دارد. اما در ریل سوم به دلیل ثابت بودن محل جاروبک سایش در آن زیاد است و به همین دلیل مداوم جاروبک‌ها در باید تعویض شود و آلودگی کربن در تونل زیاد خواهد بود و هزینه نگهداری ریل سوم نسبت به شبکه بالاسری زیاد است.

در OCS بیشتر سوانح مربوط به قطع شدن سیم بر اثر سایش و خوردگی است، تعمیر چنین سوانحی به ساعت‌ها وقت نیاز دارد به همین دلیل تعمیرات و نگهداری در OCS حساس‌تر است.

هزینه احداث ریل سوم از شبکه بالاسری کمتر است ولی هزینه نگهداری و تعمیرات ریل سوم کمتر از شبکه بالاسری می‌باشد.

در سیستم ریل سوم احتمال برق گرفتگی پرسنلی که به تعمیرات خطوط مشغول هستند زیاد است و به همین دلیل حتما در زمان این گونه عملیات برق باید قطع شود.

این مسئله آنقدر مهم است که در روی سکوی ایستگاه‌ها شستی‌های اضطراری در اختیار مسافر خواهد بود که با احساس خطر برق شبکه قطع شود این شستی‌ها مانند شستی‌های اعلام حریق هستند که توسط یک شیشه حفاظت می‌شود.

ما به صورت یکپارچه نمی‌توانیم ریل سوم داشته باشیم و باید برای اتصال قطعه‌های آن‌ها از کابل استفاده کنیم که این کابل‌ها و محل اتصال معمولا مشکل آفرین است .

در خطوط ریلی که قوس آن‌ها کمتر از ۵۰ متر است از ریل سوم نمی‌توان استفاده کرد.

در محل سوزن‌ها و قوسی ها معمولا سیستم ریل سوم دچار مشکل می شود و قطار با سرعت بسیار پایین در این نقاط باید حرکت کند.

به علت اینکه ریل سوم در پایین و در مجاورت خطوط نصب می‌گردد بروز حوادث طبیعی مانند سیل و آبگرفتگی، برف، باران، خطر برق گرفتگی را زیاد می‌کند و باعث از کار افتادن سیستم انتقال می‌شود.

بعد از هر آب افتادگی حتما کل ایزو لاتورها باید نظافت شود.

با خارج شدن قطار از ریل اولین جایی که آسیب می‌بیند ریل سوم است و پس از این حادثه اتصال کوتاه شدید رخ می‌دهد و جرقه های شدید به وجود می‌آید که در اکثر موارد باعث آتش‌سوزی در قطارو ترس و وحشت مسافران می‌شود این موضوع را ما در شبکه بالاسری نداریم.

چون سیستم با برق DC کار می‌کند با هربار جدا دشدن جاروبک از ریل سوم قوس الکتریکی شدید به وجود می‌آید. و این مسئله باعث آسیب جدی به ریل می‌شود.

## ۵. مراجع

[1] www.sobco.ir

[۲] مدیریت هوشمند انرژی در سیستم حمل و نقل برقی، سپهر نجفی لاریجانی، فاضل سیدسعید

KN0-0902-3606

# ارزش اندازه گیری D-Dimer به‌عنوان یک بیومارکر در ارزیابی شدت بیماری میزان مرگ و میر در مبتلایان به کوید-۱۹

علیرضا دولتی [۱] dowlati2017@gmail.com
علیرضا محمودی‌فرد [۲] alireza10.m10@gmail.com

[۱] دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی، کاشان، ایران
[۲] مدرس مدعو گروه مهندسی پزشکی دانشگاه علامه فیض کاشانی، کاشان، ایران

**چکیده:** پاندمی کوید-۱۹ که تو سط کرونا ویروس ***nCov-2019*** ایجاد شده ا ست، به یکی از بزرگترین م شکلات بهدا شتی قرن حاضر تبدیل شده است؛ از آنجا که بیماری نا شی از این ویروس در جامعه بشری جدید بوده و سابقه قبلی ندارد، بنابراین اطلاعات همگان درباره آن ناقص بوده و محققان سعی دارند با برر سی‌های گسترده و همه جانبه، ابعاد مختلف بالینی و تغییراتی که در بدن ان سان تو سط عملکرد این ویروس ایجاد می شود را مطالعه نمایند؛ پر وا ضح ا ست هدف این مطالعات، یافتن راه‌های پی شگیری و درمان بیماری و علائم مربوطه و در نهایت مبارزه و مقابله با این ویروس نا شناخته ا ست. ***D-Dimer*** یکی از مح صولات نا شی از تخریب فیبرین در بدن بوده که در خون قابل اندازه‌گیری می‌باشد؛ با افزایش پروسه تخریب فیبرین در اختلالات انعقادی، مقدار این محصول نیز در خون افزایش خواهد یافت و بیانگر شدت یافتن بیماری خواهد بود؛ در بیماری کوید-۱۹ با مکانسیم‌های متعددی که هنوز در د ست برر سی می‌با شد، فعالیت آبـ شار انعقادی افزایش یافته و این امر منجر به افزایش مقدار ***D-Dimer*** در خون بیماران می شود؛ برا ساس مطالعات صورت گرفته، هرچه مقدار ***D-Dimer*** در خون بیماران زیادتر با شد، حال بیمار وخیم‌تر بوده و نیاز به مراقبت‌های پزشکی بیشتری خواهد داشت؛ در این مطالعه مروری، رویکردهای مختلفی نسبت به ***D-Dimer*** در بیماری کوید-۱۹ و درمان‌های مرتبط با آن مورد بررسی قرار گرفته است.

**کلید واژه‌ها:** *اختلالات انعقادی، کوید-۱۹*، D-Dimer، *کرونا ویروس، پاندمی، پیشگیری و درمان*

## ۱. مقدمه

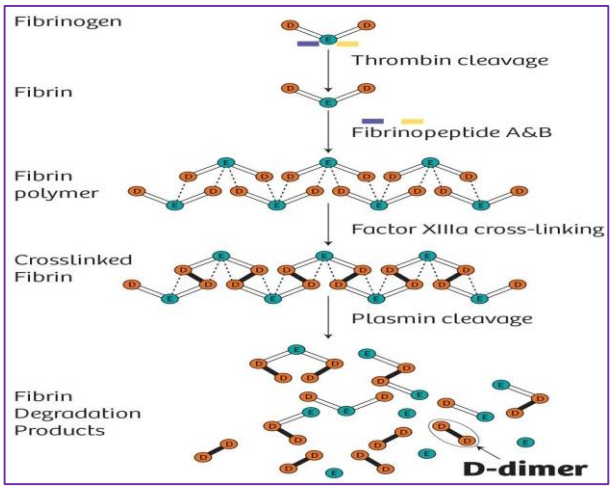
بیماری کوید-۱۹ توسط nCov/SARS-Cov-2-۲۰۱۹ که یک β کروناویروس جدید از گروه β۲ می‌باشد ایجاد می‌شود. گسترش بیماری در انسان، از عفونت تنفسی بدون علامت تا علائم متوسط و شدید شبیه به سندرم حاد تنفسی SARS[۱] و سندرم تنفسی خاورمیانه‌ای MERS[۲] می‌باشد. تظاهرات بیماری شامل تب، سرفه، دیس‌پنی[۳]، اسهال آبکی، درد عضلات، لنفوپنی شدید، اختلال انعقادی طول کشیده، بیماری قلبی و مرگ ناگهانی می‌باشد [۱].

D-Dimer یکی از اجزای تولید شده بعد از تخریب فیبرین در لخته‌ی خون می‌باشد و اندازه‌گیری سطح آن به‌صورت روتین در تشخیص ایجاد ترومبوز عروقی انجام می‌شود؛ هر پروسه‌ی پاتولوژیک و یا غیر پاتولوژیک که تولید فیبرین و شکسته شدن آن را افزایش دهد، مقدار D-Dimer را نیز افزایش خواهد داد؛ برخی از این پروسه‌ها شامل ترومبوز ورید عمقی، امبولی ریوی[۴]،

[۱] Severe Acute Respiratory Syndrome
[۲] Middle East Respiratory Syndrome
[۳] Dyspnea / Shortness of Breath
[۴] Pulmonary Embolism

ترومبوزهای شریانی، انعقاد گسترده‌ی داخل عروقی و حالت‌هایی مثل حاملگی، التهاب، سرطان، بیماری مزمن کبدی، حالت‌های بعد از تروما و جراحی و واسکولیت می‌باشند [۲].

D-Dimer یک محصول حاصل از تخریب رشته فیبرین توسط پلاسمین است که با اتصالات عرضی به‌هم وصل هستند؛ در طی پروسه‌ی لیز شدن فیبرین توسط پلاسمین، ممکن است منومرهای فیبرین از پلیمرهای فیبرینی که به‌صورت عرضی به‌هم وصل می‌باشند؛ همچنین در طول فیبرینولیز گسترده فیبرینوژن با حذف رشته‌های α2، تولید گردند؛ همه این قطعات را مجموعا FDP می‌گویند. D-Dimer شامل دو دومین انتهایی کنار هم فیبرین بوده که به‌صورت عرضی به‌هم متصل و به‌عنوان یک intact fragment بوده و به این خاطر به آن D-Dimer می‌گویند(شکل ۱) [۳].




**شکل ۱: مراحل تخریب فیبرین و تولید D-Dimer**

## ۲. ارزش اندازه‌گیری D-Dimer

از آنجا که D-Dimer محصول تخریب فیبرین و دارای پیوند عرضی است، به‌عنوان یک بیومارکر حساس در بررسی امبولی عروقی می‌باشد، اما دارای اختصاصیت پایینی است؛ چون در مواردی که سیستم هموستاز بدن فعال می‌شود مثل بارداری، التهاب، سرطان، تروما، بیماری کبدی (به‌دلیل کاهش کلیرانس آن)، بیماری قلبی، سپسیس، به‌دنبال همودیالیز، CPR(احیای قلبی عروقی[۱]) و جراحی‌های اخیر افزایش پیدا می‌کند [۴].

دو روش اصلی اندازه‌گیری D-Dimer وجود دارد که هر کدام بر اساس واحد متفاوتی گزارش می‌شوند؛ در روش همسان‌سازی با فیبرینوژن[۲] مقادیر D-Dimer بر اساس وزن مولکولی فیبرینوژن (۳۰ KDa) گزارش می‌شود؛ درحالیکه در روش DDU[۳] گزارش مقادیر D-Dimer بر اساس وزن مولکولی (19KDa) D-Dimer که تقریبا نصف فیبرینوژن است، صورت می‌گیرد؛ واحدهای گزارش شده بر اساس کارخانه سازنده کیت نیز متفاوت است و ۹ نوع متفاوت می‌تواند باشد: mg/l، mg/dl، ng/dl، ng/ml، µg/l، µg/ml، µg/dl، mg/ml، ng/l [۵]

غلظت‌های پایین D-Dimer می‌تواند برای تشخیص حوادث ترومبوتیک عروقی مثل ترومبوز ورید عمقی پا (DUT) و امبولی ریوی استفاده شود؛ به‌عبارت دیگر، افزایش مقدار D-Dimer نشان‌دهنده فعالیت پروسه انعقادی و به‌دنبال آن فیبرینولیز می‌باشد؛ بروز حوادث ترومبوتیک یک در هزار نفر در افراد بالغ می‌باشد و ریسک فاکتورهایی[۴] مثل عفونت‌ها و بیماری‌های التهاب در این بروز دخالت دارند؛ قبل از پاندمی کروناویروس، افزایش D-Dimer در آنفلونزا[۵] به‌عنوان یک عفونت ریوی فعال‌کننده سیستم انعقادی گزارش شده بود [۶].

### ۲,۱. نقش D-Dimer در کوید-۱۹

در کوید-۱۹، D-Dimer به‌صورت موازی با CRP افزایش می‌یابد و برخلاف DIC[۶] کلاسیک ناشی از عفونت باکتریال، در کوید-۱۹ افزایش کمی در زمان PT و PTT و ترومبوسیتوپنی متوسط (Platelets ≈ 100x10^9/L) وجود دارد؛ در چندین مطالعه در ووهان چین نشان داده شد که افزایش D-Dimer در بیماران کوید-۱۹ با افزایش مرگ و میر ارتباط دارد؛ اگرچه هنگام این مطالعات درمان بیماران با آنتی‌کواگولانت رایج نبود، ولی مشاهدات نشان می‌دهد بیمارانی که ضدانعقاد دریافت کرده‌اند، سطوح پایین‌تری از D-Dimer را نشان می‌دهند [۷].

[۱] Cardio Pulmonary Resuscitation (CPR)
[۲] Fibrinogen Equivalent Unit (FEU)
[۳] D-Dimer Unit
[۴] Risk Factor
[۵] Influenza
[6] Disseminated Intravascular Coagulation (DIC)

هنوز توافقی بین محققین در چگونگی استفاده از مقادیر D-Dimer در مدیریت و مانیتورینگ بیماران کوید-۱۹ وجود ندارد؛ بر اساس تجربیات در کوید-۱۹، مقدار D-Dimer با cut off < 1µg/ml می‌تواند بیانگر ریسک بالا و پیامد ضعیف برای بیمار باشد؛ در بیماران بستری، توافق برای چگونگی اندازه‌گیری D-Dimer و چگونگی عملکرد بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقادیر آن جهت دریافت ضد انعقاد وجود ندارد.

سطح D-Dimer ارتباطی مستقیم با شدت بیماری منطقه‌ی درگیری ریه که در CT مشخص بوده و میزان اندکس اکسیژناسیون دارد؛ مکانیسم‌های اختصاصی مرتبط با پاسخ‌های التهابی سیستمیک در عفونت کوید-۱۹ به‌خوبی روشن نیست؛ در کوید-۱۹ عدم تنظیم و به‌هم ریختگی آبشار انعقادی/ضد انعقادی منجر به بدتر شدن عوارض پاتولوژی ریه می‌شود؛ در آنفلونزا، بیماری‌زایی با افزایش تکثیر ویروس و تحریک سیستم ایمنی و انحراف سیستم ایمنی اعم از اجزای سلولی و پروتئینی صورت می‌گیرد؛ تابلو بیماری‌زایی کوید-۱۹ شامل این موارد می‌باشد: آسیب گسترده‌ی آلوئولی با اگزودای فیبرینی سلولی، از بین رفتن سلول‌های ریوی سنگ‌فرشی و تشکیل غشای هیالین، ادم ریوی به‌همراه غشای هیالین، ارتشاح سلول‌های التهابی تک‌هسته‌ای با حضور غالب لنفوسیتی، شبیه آنچه در SARS و MERS دیده می‌شود؛ افزایش مقدار D-Dimer دلالت دارد بر افزایش فیبرینولیز و زیاد شدن بار عفونت کوید-۱۹ و درمان ضد انعقادی گسترده با کاهش مرگ و میر به‌ویژه در بیمارانی که به‌صورت مکانیکی تنفس می‌کنند، همراه می‌باشد [۸ و ۹].

در Guidelineهای جدید منتشر شده از IFCC[1]، بررسی D-Dimer در بیماران کوید-۱۹ تاکید شده است؛ مطالعات انجام شده بر روی SARS-CoV2 یک ارتباط قوی بین شدت بیماری و پیامد آن را در بیماران کوید-۱۹ نشان داده است؛ به‌طوری‌که در موارد بسیار شدید بیماری، DIC می‌تواند اتفاق بیفتد؛ در مطالعه‌ای، افزایش مقدار D-Dimer، به‌عنوان یک عامل پیشگویی کننده در توسعه و حاد شدن دیسترس تنفسی در کوید-۱۹ در نظر گرفته شده است که شاید به‌دلیل ایجاد میکروامبولی در ریه به‌خصوص در موارد شدید کوید-۱۹ باشد؛ مطالعات ووهان نشان داد که بیماران کوید-۱۹ دارای مقادیر D-Dimer ≥ 2.0µg/ml نسبت به مقادیر کمتر آن، میزان مرگ و میر بیشتری دارند [۱۰].

### ۲,۲. ریسک‌فاکتورهای بالقوه

تاکنون بررسی‌ها نشان داده است که سن و جنس و روز بستری شدن بیماران، ارتباطی با افزایش خطر ابتلا به امبولی ریوی[2](PE) ندارد و بیمارانی که PE تایید شده دارند، مقادیر بالاتری از D-Dimer را نشان می‌دهند و بیمارانی که سطوح بالاتری از D-Dimer را نشان می‌دهند، در سه روز آینده، احتمال بیشتری برای بروز PE دارند؛ بررسی‌ها نشان داد که در پنومونی شدید کوید-۱۹، ریسک ایجاد امبولی ریوی با افزایش سطح D-Dimer ارتباط دارد؛ ارتباط بالقوه بین کوید-۱۹ و امبولی عروقی هنوز مشخص نیست؛ مطالعات نشان داده است که میزان مرگ و میر در بیماران با سطوح D-Dimer بالاتر از ۱µg/ml بیشتر خواهد بود [۱۱].

### ۲,۳. ارزیابی تغییرات D-Dimer در طول عفونت کوید-۱۹ و پنومونی باکتریایی

بررسی‌های مقایسه‌ای بین افراد دارای کوید-۱۹ و پنومونی باکتریایی نشان داد که سطح D-Dimer در هر دو بیماری افزایش می‌یابد؛ اما در کوید-۱۹ این افزایش بسیار بالاتر می‌باشد؛ در بیماران کوید-۱۹ به‌علت افزایش ویسکوزیته خون ناشی از تب بالا و تعریق زیاد، فعالیت سیستم انعقادی افزایش می‌یابد؛ ریسک فاکتورهایی مثل بستری بودن طولانی‌مدت، چاقی و سن بالا هم به افزایش خطر بروز ترومبوز کمک می‌کند؛ این موارد باعث افزایش D-Dimer شده و نیاز به مصرف ضد انعقادها را بیشتر می‌کند؛ با کاهش التهاب و بهبودی بیمار، سطح D-Dimer در اکثر بیماران، کاهش می‌یابد؛ درحالی که برخلاف تصور، در بعضی از این بیماران مقدار D-Dimer همچنان بالا می‌ماند؛ این موضوع ادامه مصرف ضد انعقاد را در این بیماران به‌منظور جلوگیری از بروز ترومبوز وریدی توجیه می‌کند [۱۲].

### ۲,۴. الزام پارامترهای خونی قابل چک در بیماران کوید-۱۹ در ارتباط با انعقاد خون

[1] *International Federation of Clinical Chemistry* and Laboratory Medicine

[2] Pulmonary Embolism

برای اندازه‌گیری D-Dimer خونگیری با سوزن ۲۲-۱۹ و بر روی ضدانعقاد انجام شده و لوله‌های حاوی نمونه به‌صورت عمودی و دربسته منتقل می‌شود، حداکثر پایداری D-Dimer در دمای اتاق ۲۴ ساعت می‌باشد؛ بررسی پارامترهایی مثل شمارش پلاکت، PT/PTT، D-Dimer و فیبرینوژن، توصیه شده است؛ بدتر شدن این پارامترها به‌ویژه D-Dimer با پیشرفت و شدت عفونت کوید-۱۹ همراه بوده و پیشگویی‌کننده شدت مراقبت‌های بالینی لازم خواهد بود؛ بیشترین مواردی که در اندازه‌گیری D-Dimer تداخل ایجاد می‌کند، پاراپروتئین‌ها، بیلیروبین، چربی‌ها و همولیز می‌باشد [۱۳].

### ۲,۵. چه درمانی را باید در فرد دارنده کوید-۱۹ همراه با کواگولوپاتی[۱] یا DIC انجام داد؟

در بعضی از بیماران دارای کوید-۱۹، مشاهده شده که به‌دلیل افزایش لوپوس‌آنتی‌کواگولانت‌ها، افزایش زمان PTT وجود دارد؛ اما به‌طور معمول، حضور لوپوس‌آنتی‌کواگولانت‌ها ارتباطی با خونریزی ندارند و در مواردی می‌توانند به‌علت کاهش پروترومبین، زمان PT را افزایش دهند؛ به هر حال بیماران کوید-۱۹ که مهارکننده‌های شبیه لوپوس داشته باشند، باید شبیه سایر بیماران بستری با آنتی‌کواگولانت پروفیلاکسی شوند؛ تجربیات عفونت کوید-۱۹ نشان می‌دهد علی‌رغم اختلال پارامترهای انعقادی، خونریزی اتفاق نمی‌افتد؛ در بیماران دارای کووید- ۱۹ استفاده از ترکیبات خونی صرفا بر اساس یافته‌های آزمایشگاهی نباید انجام شود و بر اساس وضعیت فرد و شرایط خاص مثل خونریزی باید تجویز شود؛ مطالعات نشان می‌دهد در بیمارانی که فقط یافته‌های آزمایشگاهی غیرطبیعی دارند، استفاده از ترکیبات خونی به‌منظور اصلاح پارامترهای خونی باعث بدتر شدن حال بیمار و منجر به DIC خواهد شد؛ در بیمار دارای خونریزی فعال، چنانچه پلاکت کمتر از x10^9/L۵۰ باشد، تزریق پلاکت (یک دوز بالغین)، چنانچه INR بالای ۱/۸ باشد، تزریق ۴ واحد پلاسما و چنانچه فیبرینوژن کمتر از g/l5/1 باشد، ۴ گرم فیبرینوژن یا ۱۰ واحد رسوب کرایو تزریق می‌شود. درمان با آنتی‌کواگولانت‌ها در بیماران بدحال و دارای VTE[۲] (ترومبوامبولی وریدی) و فیبریلاسیون قلبی، در دست بررسی است؛ اما در بیمارانی که قبلا آنتی‌کواگولانت مصرف می‌کرده‌اند، درمان باید ادامه پیدا کند و دوز مصرفی باید به‌صورتی باشد که افت پلاکت کمتر از ۳۰-x10^9/L۵۰ و سطح فیبرینوژن کمتر از g/l0/1 نشود.

در تمام بیماران کوید-۱۹ بستری در بیمارستان که خونریزی نداشته باشند، دوز پروفیلاکسی LMWH[۳] بدون توجه به غیر نرمال بودن تست‌های انعقادی توصیه می‌شود و موقعی که تعداد پلاکت‌ها کمتر از x10^9/L۲۵ یا سطح فیبرینوژن کمتر از ۰,۵ g/l شود، تزریق متوقف خواهد شد [۱۴].

## ۳. نتیجه‌گیری

تردیدی نیست که پاندمی بیماری کوید-۱۹ مربوط به کرونا ویروس، بزرگترینِ چالش‌های قرن حاضر شده است؛ در خصوص این بیماری به‌علت ناشناخته، عدم پیش‌بینی‌پذیری و جدید بودن نوع ویروس، اطلاعات بسیار ناقص و دارای خطاهای احتمالی است و محققان در تلاشند از جهات گوناگون و به‌صورت همه جانبه، ژنوم و عملکرد این ویروس را بررسی و مطالعه نمایند؛ همگان در پی یافتن راه‌های پیشگیری و روش‌های درمان این بیماری و علائم مربوطه و در واقع مقابله با این ویروس ناشناخته و غیرقابل پیش-بینی هستند. D-Dimer یکی از محصولات ناشی از تخریب فیبرین در بدن بوده که قابل اندازه‌گیری در خون است؛ با افزایش پروسه تخریب فیبرین در اختلالات انعقادی، مقدار این محصول در خون زیاد خواهد شد و این مفهوم، بیانگر شدت یافتن این بیماری خواهد بود؛ در بیماری کوید-۱۹ با مکانسیم‌های متعددی، فعالیت آبشار انعقادی افزایش یافته و این امر منجر به افزایش مقدار D-Dimer در خون بیماران می‌شود؛ طبق تحقیقات صورت گرفته، هرچه مقدار D-Dimer در خون بیماران بیشتر باشد، حال بیمار وخیم‌تر بوده و احتیاج به مراقبت‌های پزشکی بیشتری خواهد داشت و نیاز است تحت‌نظر دقیق‌تری باشد.

در این مقاله مروری، رویکردهایی نسبت به D-Dimer در بیماری کوید-۱۹ و درمان‌های مرتبط با آن مورد بررسی قرار گرفت؛ پیشنهاد می‌شود در مقالات بعدی، رویکردها و اطلاعات جدید مرتبط، مورد بررسی قرار گیرد؛ همچنین بیماری کوید-۱۹ را از

[۱] Coagulopathy

[۲] Venous Thromboembolism

[۳] Low Molecular Weight Heparin

جنبه‌های مختلف دیگری نیز می‌توان مورد بررسی قرار داد و با توجه به اهمیت بسیار زیاد این موضوع و تلفات و هزینه‌های زیادی که منجر شده است، لازم است که تحقیقات و مقالات مربوط به این قضیه، بسیار زیاد باشد و تمامی ابعاد این نوع ویروس و بیماری مربوط به آن، بر همگان روشن و مبرهن شود؛ تک تک پارامترهای تغییر یافته هنگام ابتلا به بیماری کوید-۱۹ بر اثر کرونا ویروس، باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد و تمامی اثرات این بیماری بر اندام‌های مختلف بدن و مشخصات آن، آشکار شود؛ قصد داریم در مقالات بعدی، روی اثرات دیگر کرونا ویروس روی بدن و تغییراتی که در پارامترهایش رخ می‌دهد و همچنین روش‌های پیشگیری و درمان این بیماری، تمرکز کرده و تا حد امکان کارایی روش‌های پیشگیری و درمانی ارائه شده توسط محققان را مورد بررسی و ارزیابی قرار دهیم؛ امید است تمامی ابعاد این قضیه چالشی بزرگ، بر همه مردم دنیا، کاملا آشکار شود.

## ۴. مراجع

[1] Zhou P, Yang X, Wang X, Hu B, Zhang L, Zhang W, Si H, Zhu Y, Li B, Huang C, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature. 2020;579(7798):270–3.

[2] Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, Qiu Y, Wang J, Liu Y, Wei Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. Lancet. 2020;395(10223):507–13.

[3] Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet (London, England). 2020;395(10223):497–506.

[4] Fruchter O, Yigla M, Kramer MR. d-dimer as a prognostic biomarker for mortality in chronic obstructive pulmonary disease exacerbation. Am J Med Sci. 2015;349(1):29–35.

[5] Snijders D, Schoorl M, Schoorl M, Bartels PC, van der Werf TS, Boersma WG. D-dimer levels in assessing severity and clinical outcome in patients with community-acquired pneumonia. A secondary analysis of a randomised clinical trial. Eur J Intern Med. 2012;23(5):436–41.

[6] Guo L, Wei D, Zhang X, Wu Y, Li Q, Zhou M, Qu J. Clinical features predicting mortality risk in patients with viral pneumonia: the MuLBSTA score. Front Microbiol. 2019;10:2752.

[7] Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, Xiang J, Wang Y, Song B, Gu X, et al.
Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. Lancet. 2020; 395(10229):1054-62.

[8] B.E. Fan, V.C.L. Chong, S.S.W. Chan, et al., Hematologic parameters in patients with COVID-19 infection, Am Hematol (2020 Mar 4), https://doi.org/10.1002/ ajh.25774.

[9] F. Zhou, T. Yu, R. Du, et al., Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study, Lancet 395 (10229) (2020 Mar 28) 1054–1062, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20) 30566-3.

[10] N. Tang, D. Li, X. Wang, et al., Abnormal Coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia, J. Thromb. Haemostasis 18 (4) (2020. Apr) 844–847, https://doi.org/10.1111/jth.14768.

[11] G.B. Danzi, M. Loffi, G. Galeazzi, et al., Acute pulmonary embolism and COVID-19 pneumonia: a random association? Eur. Heart J. (2020) https://doi.org/10.1093/ eurheartj/ehaa254.

[12] Wang D, Hu B, Hu C et al (2020) Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. JAMA 323(11):1061–1069.

[13] Yin S, Huang M, Li D, Tang N (2020) Difference of coagulation features between severe pneumonia induced by SARS-CoV2 and non-SARS-CoV2. J Thromb Thrombolysis. https ://doi.org/10.1007/s1123 9-020-02105 -8.

[14]G.B. Danzi, M. Loffi, G. Galeazzi, et al., Acute pulmonary embolism and COVID-19 pneumonia: a random association? Eur. Heart J. (2020)
https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa254.

# ارتباط با کهربا

متخصصان و مهندسین گران‌قدر می‌توانند از طریق آدرس سایت مجله www.kahrobaonline.ir سایر اطلاعات مجله ازجمله نحوه ارسال مقالات جهت انتشار در نشریه و نیز فرم اشتراک مجله را دریافت کنند. همچنین به اطلاع می‌رسانیم طی توافق صورت گرفته بین پایگاه علمی سیویلیکا و مجله کهربا ازاین‌پس به مقاله برتر هر شماره یک کارت اشتراک رایگان دانلود از این پایگاه هدیه داده می‌شود.

اپلیکیشن این مجله را می‌توانید از مارکت نرم‌افزارهای موبایل (گوگل پلی) به آدرس زیر دریافت کنید.

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kahroba.wwwnoandishaan

ایمیل مجله kahroba@noandishaan.com پل ارتباطی ما با مهندسین و متخصصین می‌باشد، لطفاً ما را از پیشنهادها و انتقادات ارزشمند خود بهره‌مند سازید. جهت حمایت‌های مالی و معنوی از نشریه و یا معرفی محصولات خود نیز می‌توانید از طریق همین ایمیل با ما در ارتباط باشید.