بنیاد پیشبرد علم و فناوری
fast-Iran
ISC
Islamic World Science Citation Center
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری

نشریه علمی - ترویجی

نشاء علم

نشـریه فرهنگ سازی و سیاست گذاری علم، نوآوری و فنآوری
سـال دهم، شماره دوم- خرداد ماه ۱۳۹۹، قیمت ۱۵۰۰۰ریال

بسم الله الرحمن الرحیم

نشریه نشاء علم، بر اساس مجوز شماره ۱۲۴۹۹۵ مورخ ۹۱/۶/۱۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از نخستین شماره دارای اعتبار علمی-ترویجی است.

❋ فصلنامه "نشاء علم" توسط بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران با همکاری انجمن بیوشیمی‌بیوفیزیک ایران منتشر می شود.
❋ هدف از انتشار این فصلنامه، فرهنگ‌سازی و کمک در راستای سیاست‌گذاری علم، پژوهش و فناوری، اطلاع‌رسانی، ترویج علم، کمک به مدیران مراکز تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر علمی و همچنین جهت‌دهی به نخبگان، پژوهشگران و علاقه‌مندان به نوآوری‌های علمی، پژوهشی و فناوری در کشور می‌باشد.
❋ آرا و نقطه‌نظرهای مندرج در مقالات و گزارش‌های منتشر شده در این فصلنامه، لزوماً بازگوکننده رای و نظر بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران نمی‌باشد.
❋ فصلنامه در ویرایش و حذف مطالب آزاد است.
❋ نشریه نشاء علم از حمایت‌های معنوی و مادی بنیاد فرهنگی مصلی‌نژاد سپاسگزار است.
❋ نشریه نشاء علم از حمایت‌های معنوی و مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تقدیر و تشکر می‌نماید.

ISSN: X 8003-539

ناشر: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران
مسئول وبگاه: زهرا موسوی موحدی
نشانی: تهران، خیابان قریب، قبل از فرصت شیرازی، پلاک۷
تلفکس: ۶۶۵۷۷۸۸۴ (۹۸۲۱+)
وبگاه بنیاد: http://fast-iran.ir
وبگاه نشریه نشاء علم: http://sciencecultivation.ir
نشانی الکترونیک نشریه نشاء علم: info@sciencecultivation.ir

فهرست مطالب

عنوان صفحه

درس‌های آموزنده از ویروس کرونا-۱۹

ویروس کرونا-۱۹موجود ناشناخته‌ای است که می‌باید آن را شناخت. مأموریت این ویروس این نیست که فقط موجب بیماری و مرگ‌ومیر انسان‌ها می‌شود بلکه کارهای متفاوت دیگری هم انجام می‌دهد. لذا شناخت آن فقط با عینک علوم پایه و علوم پزشکی کفایت نمی‌کند بلکه نیاز به دانش بین‌رشته‌ای از قبیل دانش و بینش معرفتی، علوم انسانی، علوم اجتماعی و هنر دارد. سرکشی این ویروس مطمئناً از یک جریان غیرتعادلی و غیرمتعادل در سیستم زیستی و اجتماعی پدید آمده است. بخشی از ماموریت‌های آن تعادل‌بخشی به سیستم‌های نامتعادل است و این یک برنامه تکاملی برای این ویروس می‌باشد که در طول زمان انجام خواهد داد. اگر بتوان الگوریتم چند جانبه برای این ویروس تعریف نمود می‌توان تا حدودی راه و روش‌هایی که اعمال می‌نماید را رصد نمود. انسان‌ها می‌توانند سه سواد داشته باشند تا عمیق‌تر بتوانند این پدیده را شناسایی نمایند: سواد عمومی، سواد علمی، سواد عقلی. برای شناخت حقیقی این ویروس علاوه بر سواد علمی نیاز به داشتن سواد و شعور عقلی است که با توان نفس پاک و دل روشن هدایت الهی را برای شناخت همه زوایای این ویروس دریافت نمایند. البته آزمایش‌های علمی تحقیقاتی هم نیاز به شعورعقلی دارد تا با نورانیت عقل این پدیده را موشکافی نماید تا عملیات خوب و بد این ویروس شناخته و درک شود. حضور این ویروس موجب می‌شود که انسان سبک زندگی جدیدی را سامان دهی نماید که بخشی از آن استفاده از فضای مجازی است. بدین ترتیب این فضا در حضوراین ویروس توسعه می‌یابد و فناوری‌های جدید اینترنتی گسترش می‌یابد و دراین فضا کارهای انسان ضبط می‌گردد که می‌تواند در زمان‌های دیگر از آن بازخورد داشته باشد. به هر طریق حضور این ویروس موجب درس و عبرت برای بشریت می‌شود تا زندگی خود را تا اندازه‌ای تغییر دهد و به‌سوی زندگی عادلانه و متعادل نیل یابد. یکی از بهترین حالت‌ها برای زندگی تعادلی داشتن فطرت سالم و پاک و دیگری احترام به طبیعت و ارج گذاشتن به آن است.

علی‌اکبر موسوی موحدی
سردبیر

بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۹

علی اکبر صبوری[۱،*]

چکیده

بر اساس تعداد نمایه‌های ثبت شده در وبگاه علم مؤسسه اطلاعات علمی کلاریویت آنالیتیکس در سال ۲۰۱۹، تعداد اسناد علمی منتشر شده ایران در علوم ٤٧٢٦٠ (٢/٠٦ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم جهان، یک رتبه رشد نسبت به سال قبل)، در علوم اجتماعی ٣١٦٤ (٠/٧٧ درصد مقدار جهانی و مثل سال قبل رتبه سی و دوم جهان) و در علوم انسانی و هنر ٢٤٤ (٠/٢١ درصد مقدار جهانی و رتبه چهلم جهان، چهار رتبه رشد نسبت به سال قبل) و در مجموع ٤٨٢٩٢ (١/٨٧ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم، یک رتبه رشد نسبت به سال قبل) می‌باشد. افزایش تعداد اسناد علمی ایران نسبت به سال قبل ١٤/٣ درصد بوده است که در مقایسه با دو سال قبل، از شتاب بیشتری برخوردار بوده است. در سال ۲۰۱۹، ایران توانست در تولید اسناد علمی، سوئیس را پشت سر گذاشته و رتبه خود را از هفدهم به شانزدهم ارتقا دهد. به‌علاوه، در نمایه استنادی نشریات نوظهور **(ESCI)**، هم با ثبت ۱۱۳۸۹ نمایه و سهم ۳/۳ درصدی جهان، ایران در رتبه نهم (مثل سال قبل) تولید این اسناد قرار گرفته است. همچون سال گذشته، کشورهای امریکا، چین و انگلستان به ترتیب با ٢٦/٥، ٢٠/٥ و ٧/٠ درصد سهم از تولید اسناد علمی جهان در رده‌های یک تا سه قرارداشته‌اند. دانشگاه‌های تهران، علوم پزشکی تهران، علوم پزشکی شهید بهشتی، تربیت مدرس و امیرکبیر، به‌ترتیب و همانند سال قبل، پنج دانشگاه برتر دولتی اسناد تولید علم در سال ۲۰۱۹ بوده‌اند. مجموعه واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی در پانزده درصد اسناد علمی تولیدی سال ۲۰۱۹ نقش داشته‌اند. تعداد مقالات پرارجاع و داغ کشور به همراه تعداد ارجاعات به مقالات منتشرشده ایران از رشد خوبی برخوردار بوده است که نشان از رشد کیفیت تولیدات اسناد علمی کشور در چند سال گذشته است.

واژگان کلیدی: اسناد علمی، همکاری علمی، مشارکت دانشگاهی، وبگاه علم، کلاریویت آنالیتیکس

* عهده‌دار مکاتبات، استاد ممتاز، تلفن ۶۶۹۵۶۹۸۴ ۰۲۱، دورنگار ۶۶۴۰۴۶۸۰ ۰۲۱، آدرس الکترونیکی saboury@ut.ac.ir

[۱] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

ارزیابی سالانه اسناد علمی منتشر شده کشور از سال ۱۳۸۲ هجری شمسی (مطابق با سال ۲۰۰۲ میلادی) آغاز شده و گزارش هر سال به‌طور جداگانه منتشر شده است [۱–۱۸]. اکنون با سپری شدن شش ماه از سال ۲۰۲۰ میلادی، نوبت به تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اسناد علمی کشور که در سال ۲۰۱۹ منتشر شده است، می‌باشد. در تجزیه و تحلیل داده‌های اسناد علمی منتشر شده، همواره از پایگاه اطلاعات علمی وبگاه علم [۱] (WOS) مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس [۲] استفاده شده است. دو مؤسسه اطلاعات علمی استنادی در رقابت با یکدیگر در جهان امروز وجود دارد: کلاریویت آنالیتیکس در امریکا و اسکوپوس در اروپا. کلاریویت آنالیتیکس، با نام‌های قبلی تامسون رویترز و مؤسسه اطلاعات علمی (ISI)، نسبت به اسکوپوس از سابقه طولانی‌تری برخوردار بوده و همچنین از استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر در گزینش نشریات برای نمایه‌سازی استفاده می‌کند. به همین دلیل، در تجزیه و تحلیل رشد علمی کشور همواره از نمایه‌های مؤسسه اطلاعات علمی کلاریویت آنالیتیکس استفاده نموده‌ایم. وبگاه علم (WOS) شامل سه نمایه اصلی (هسته اصلی) است: علوم بسط داده شده [۳] (SCI-E)، علوم اجتماعی [۴] (SSCI) و علوم انسانی و هنر [۵] (A&HCI). در حال حاضر، در نمایه علوم بسط داده شده، تعداد ۹۲۱۱ نشریه، در نمایه علوم اجتماعی، تعداد ۳۴۱۴ نشریه و در نمایه علوم انسانی و هنر، تعداد ۱۸۲۹ نشریه، تحت پوشش نمایه استنادی قرار می‌گیرد. از سال ۲۰۱۵ میلادی، نمایه جدیدی تحت عنوان نمایه استنادی نشریات نوظهور [۶] (ESCI) به مجموعه وبگاه علم افزوده شده است که در حال حاضر ۷۸۲۷ نشریه را تحت پوشش دارد. اینها نشریات جدیدی هستند که مورد ارزیابی برای تحت پوشش قرارگرفتن در نمایه‌های اصلی هستند.

با آغاز ایجاد دوره‌های تحصیلات تکمیلی در اواسط دهه شصت در دانشگاه‌ها، با الهام از رهنمود امام خمینی که «**ما می‌توانیم**»، توسعه دانشگاه‌ها و حرکت به سوی پژوهش شکل گرفت. ثمره این حرکت بزرگ تربیت نیروهای متخصص، متعهد و کارآمد شد که در عرصه‌های توسعه کشور نقش بسیار زیاد و انکارناپذیری داشته است. دانشگاه‌های شیراز و تهران در راه‌اندازی دوره‌های تحصیلات تکمیلی، به‌ویژه در علوم پایه، پیشرو بودند. برای تثبیت و اعتبار جهانی مدارک دانشگاهی در دوره‌های تحصیلات تکمیلی از همان ابتدا در حوزه علوم مقرر گردید که نتایج پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها به صورت مقالات بین‌المللی منتشر گردند. به همین دلیل بود که در طول دو دهه هفتاد و هشتاد، تعداد مقالات ایران در نشریات معتبر بین‌المللی به سرعت افزایش یافت. در سال ۱۳۶۴ (معادل سال ۱۹۸۵ میلادی)، تقریباً شروع توسعه دوره‌های تحصیلات تکمیلی کشور، تعداد مستندات علمی ایران نمایه شده در وبگاه علم، در مجموع سه نمایه حوزه علوم، علوم اجتماعی و مجموعه علوم انسانی و هنر، برابر ۱۳۴ با میزان مشارکت جهانی پانزده هزارم درصد بود. با گذشت پانزده سال از شروع دوره‌های تحصیلات تکمیلی، یعنی در سال ۱۳۷۹ (سال ۲۰۰۰ میلادی)، تعداد اسناد علمی ایران در وبگاه علم، در مجموع سه حوزه فوق به ۱۴۶۷ ارتقا یافت و میزان مشارکت جهانی ایران به چهارده صدم درصد رسید و کشورمان توانست در رتبه چهل و هشتم جهان از نظر کمیت تولید اسناد علمی قرار گیرد. گسترش دوره‌های تحصیلات تکمیلی و افزایش تعداد دانشگاه‌ها، از یک سو و تشویق انتشار مقالات در نشریات معتبر بین‌المللی از سوی دیگر، به همراه انتشار و استانداردسازی تعداد زیادی نشریات علمی مختلف در کشور باعث شد سهم مشارکت جهانی ما در تولید اسناد علمی جهان در سال ۱۳۸۹ (سال ۲۰۱۰ میلادی)، از یک درصد جهانی فراتر رفته و جایگاه بیست و دوم جهان برای ایران ثبت شود. این موفقیت بزرگ علمی که در طول ۲۵ سال رشد دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌ها بدست آمد، استاندارد بودن دوره‌های تحصیلات تکمیلی را به‌ویژه در حوزه علوم پایه و فنی مهندسی تثبیت نمود. در دو دهه هفتاد و هشتاد کمیت‌گرایی در انتشار مقالات لازم بود چون هنوز تعداد مقالات ما در حدی نبود که صحبت از کیفیت بتوان کرد و نیاز بود که بتوانیم خود را در صحنه بین‌المللی بیش از پیش نشان دهیم،

---

[1] Web of Science (WOS)
[2] Clarivate Analytics
[3] Science Citation Index-Expanded (SCI-E)
[4] Social Science Citation Index (SSCI)
[5] Art & Humanities Citation Index (A&HCI)
[6] Emerging Sources Citation Index (ESCI)

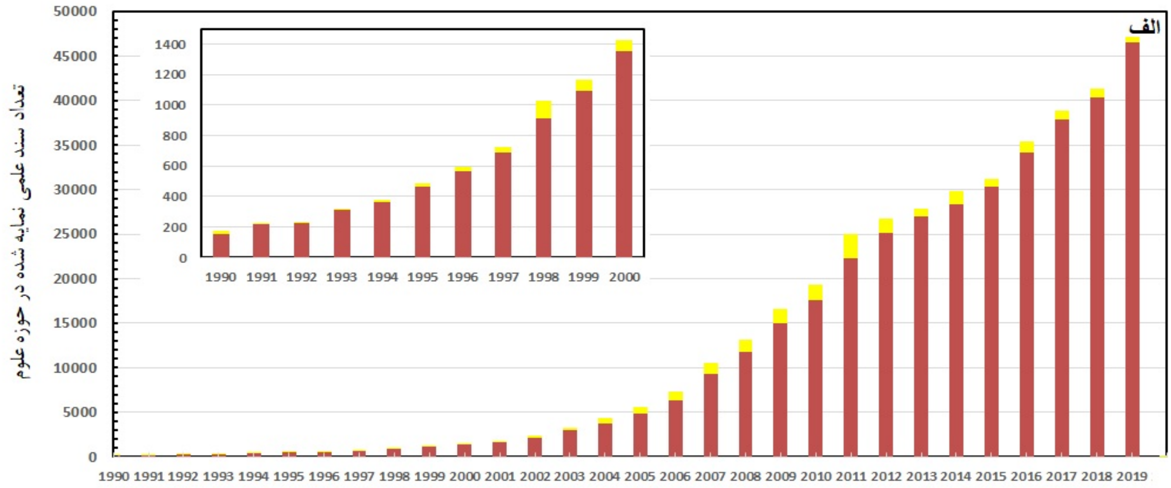
اگرچه انتشارات با کیفیت خوبی هم داشتیم. تشویق به انتشار و گاهی هم تحت فشار دادن برای انتشار نتایج علمی گاهی هم باعث انتشار مقالات در نشریات کم‌ارزش یا بی‌ارزش می‌شد، اما در مجموع نتایج مطلوب گذاشت و باعث باورهای مطلوب و رفت و آمدهای علمی ما در عرصه بین‌المللی شد. در دهه نود، کیفیت‌گرایی در انتشارات علمی بسیار مورد توجه دانشگاه‌های کشور قرار گرفت و موجب ریزش مقالات بی‌اعتبار و کم اعتبار شد. با این حال، تعداد اسناد علمی منتشرشده از سوی محققان در طول سال‌های اخیر بازهم فزونی داشته است. این مقاله، به تجزیه و تحلیل انتشارات علمی ایران در سال ۲۰۱۹ می‌پردازد، اما روند رو به رشد کمیت و کیفیت اسناد علمی کشور را مورد توجه قرار می‌دهد.

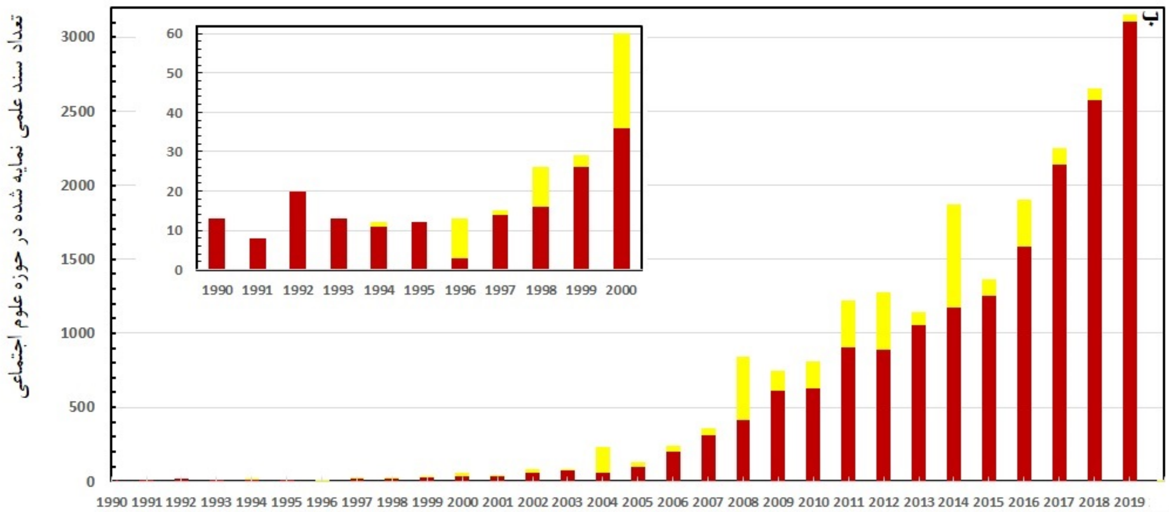
برای استخراج داده‌های اطلاعات علمی از پایگاه وبگاه علم کلاریویت آنالیتیکس، در بخش جستجوی پیشرفته مؤسسه، با نوشتن کلمه CU=Iran در عنوان جستجو، انتخاب همه سال‌ها و انتخاب یکی از بانک‌های علوم (SCIE)، علوم اجتماعی (SSCI) و علوم انسانی و هنر (A&HSCI) و یا همه بانک‌ها، نمایه‌های ایران استخراج و سپس تجزیه و تحلیل آنها با نرم‌افزار مؤسسه، در خصوص رده‌بندی موضوعات، مؤسسات، نوع سند و سال انتشار سند انجام و تدوین شد. سال انتشار اسناد علمی با سال نمایه شدن در وبگاه علم می‌تواند متفاوت باشد. در این مقاله، تنها به سال انتشار اسناد علمی (چاپ شده بر روی نشریات) توجه شده است. در شمارش تعداد نمایه‌ها در هر حوزه، تعدادی معدودی نمایه مربوط به مقالات بازپس[1] گرفته شده و یادداشت بازپس[2] وجود داشت که نمایه‌های آنها در شمارش حذف شد. استخراج داده‌ها در بیست و دوم ماه ششم میلادی (جون) سال ۲۰۲۰ صورت گرفت تا داده‌های سال ۲۰۱۹ میلادی تقریباً کامل باشد. با این حال، تغییراتی در ماه‌های بعد اتفاق می‌افتد که در تجزیه و تحلیل‌های ما زیاد تأثیرگذار نخواهد بود.

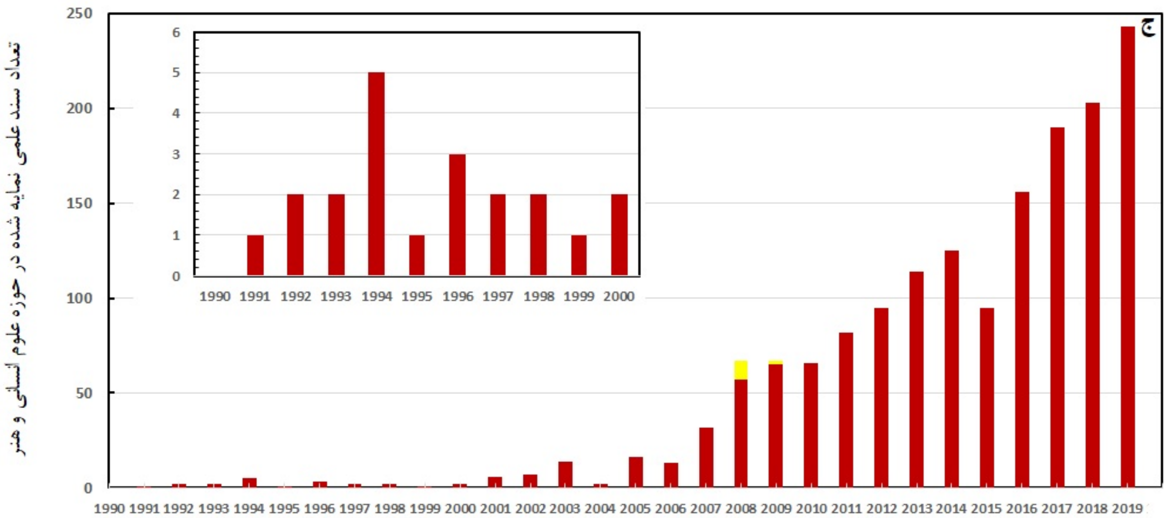
روند رشد کمیت اسناد علمی ایران

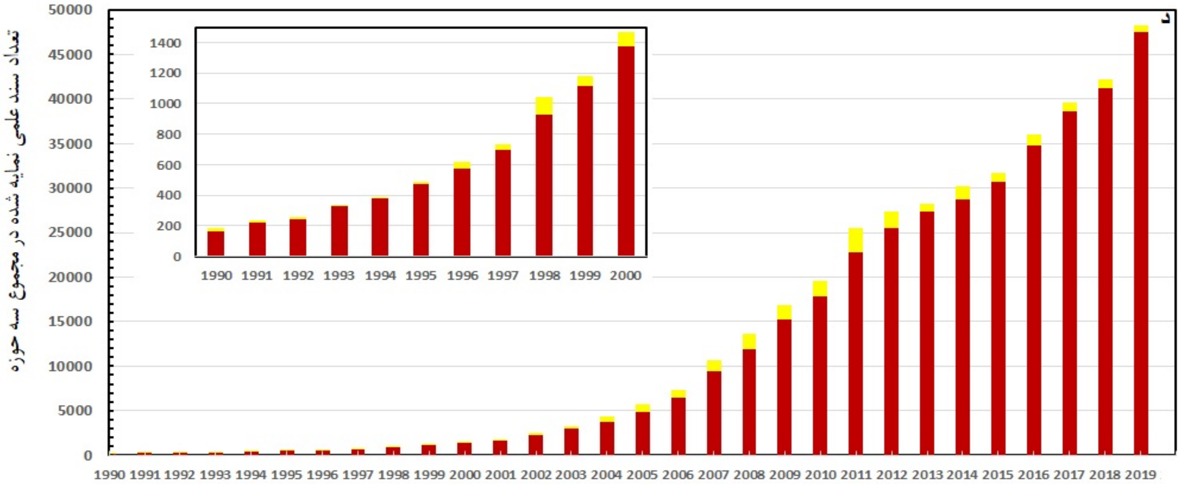
در سال ۲۰۱۹، تعداد اسناد علمی منتشر شده ایران در علوم ۴۷۲۶۰ (۲/۰۶ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم جهان)، در علوم اجتماعی ۳۱۶۴ (۰/۷۷ درصد مقدار جهانی و رتبه سی و دوم جهان) و در علوم انسانی و هنر ۲۴۴ (۰/۲۱ درصد مقدار جهانی و رتبه چهلم جهان) و در مجموع ۴۸۲۹۲ (۱/۸۷ درصد مقدار جهانی و رتبه شانزدهم) می‌باشد. در سال گذشته میلادی (۲۰۱۸)، رتبه ایران در حوزه علوم هفده، در حوزه علوم اجتماعی سی و دو و در حوزه علوم انسانی و هنر چهل و چهار بوده است [۱۸]. در افزایش تعداد اسناد علمی ایران نسبت به سال قبل ۱۴/۳ درصد بوده است که در مقایسه با دو سال قبل، از شتاب بیشتری برخوردار بوده است. در سال ۲۰۱۹، ایران از نظر کمیت تولید اسناد علمی از سوئیس پیش افتاده است و با یک رتبه صعود نسبت به سال قبل، به رتبه شانزدهم در مجموع سه حوزه ارتقا یافته است. در تمام موارد فوق، منظور از اسناد علمی همه مقالات کامل، مقالات مروری، مقالات کوتاه، مقالات کامل و چکیده مقالات منتشر شده در نشریات، مواد هیئت تحریریه‌ای و اصلاحیه‌هاست و تنها نمایه‌های مربوط به بازپس گرفته‌ها کنار گذاشته شده است. در شکل (۱) روند تغییرات رو به رشد تعداد کل اسناد علمی کشور در طول بیست سال گذشته، در هر یک از سه حوزه علوم، علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر به تفکیک و در مجموع سه حوزه نشان داده شده است.

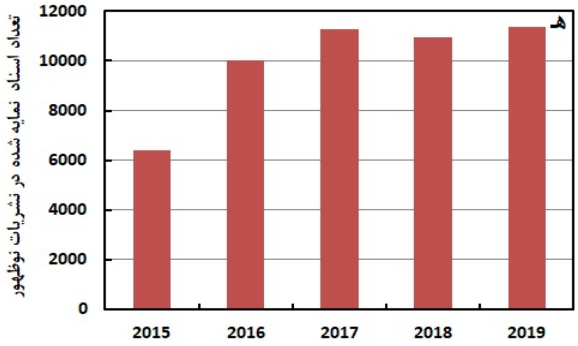
[1] Retracted
[2] Retraction Publication


الف
تعداد سند علمی نمایه شده در حوزه علوم


ب
تعداد سند علمی نمایه شده در حوزه علوم اجتماعی

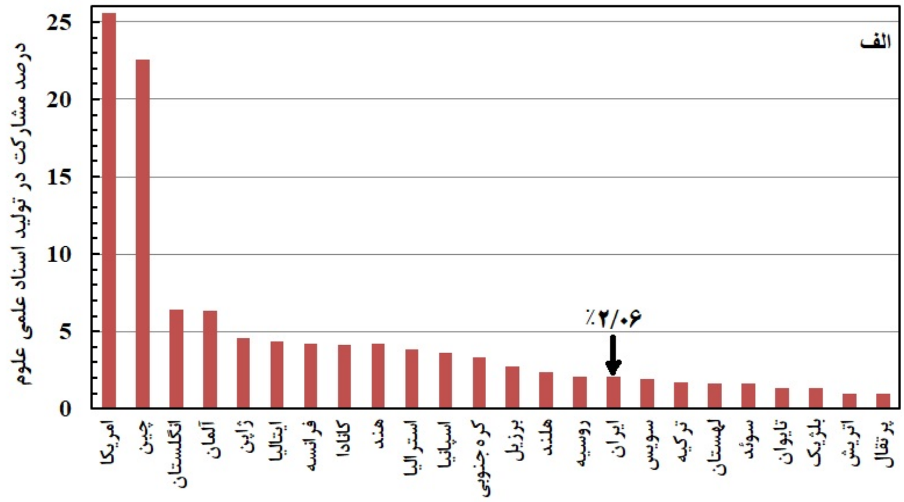

ج
تعداد سند علمی نمایه شده در حوزه علوم انسانی و هنر

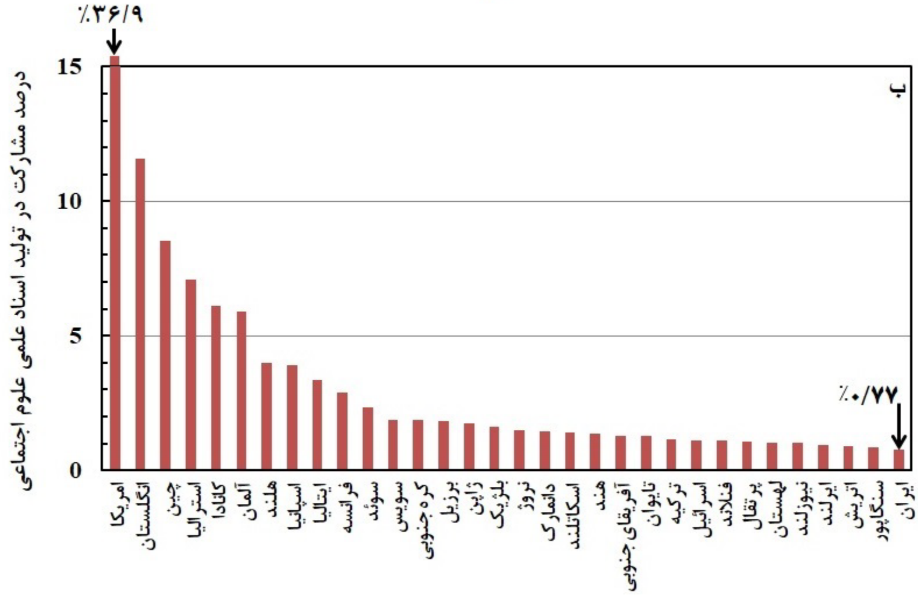


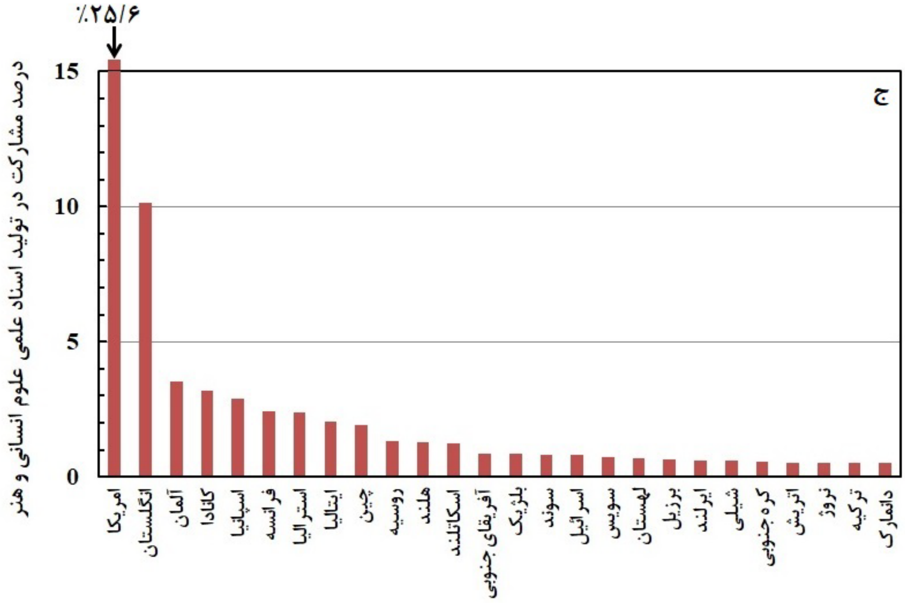


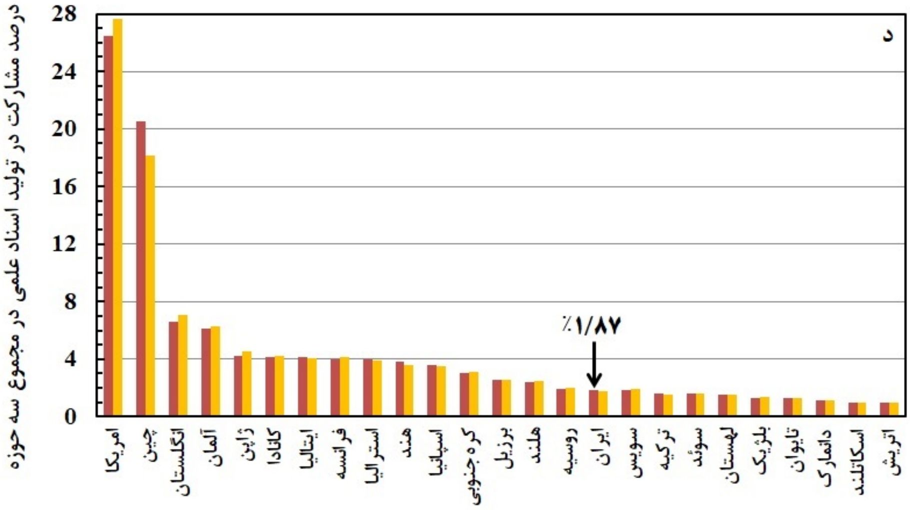
شکل ۱: تغییرات تعداد کل اسناد علمی ایران چاپ شده در سی سال اخیر، در سه حوزه علوم (SCIE) **(الف)**، علوم اجتماعی (SSCI) **(ب)** و علوم انسانی به‌علاوه هنر (A&HCI) **(ج)** و همچنین مجموع سه حوزه **(د)**. رشد تعداد نمایه‌های ایران در نشریات نوظهور (ESCI) نیز از زمان ایجاد این نمایه‌ها در وبگاه علم (سال ۲۰۱۵) نشان داده شده است **(هـ)**. تعداد چکیده مقالات کنفرانسی در هر مورد بر روی ستون‌ها با رنگ دیگری نشان داده شده است. چون در دهه اول تعداد نمایه‌ها خیلی کم بوده است، در وسط هر شکل این بخش مجدد بزرگ‌نمایی شده است.

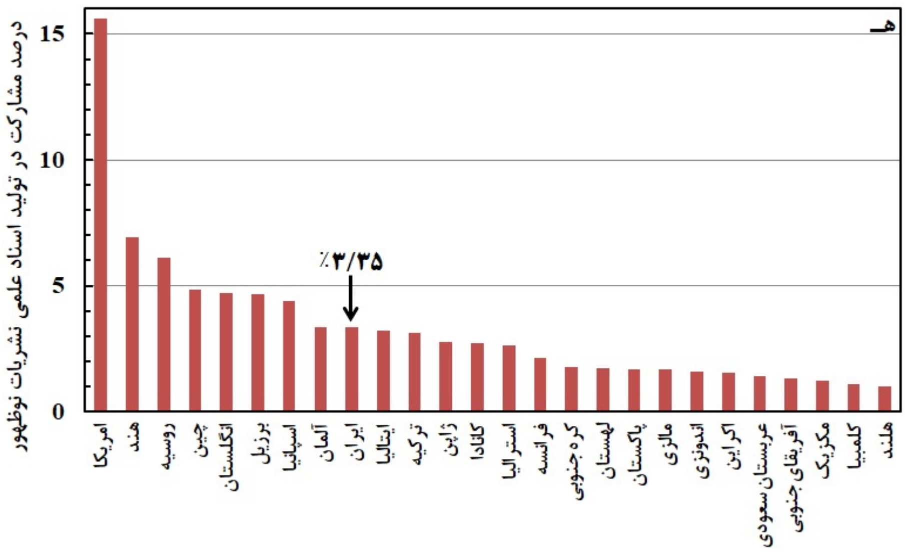
در شکل (۲)، رتبه‌بندی کشورهای مختلف بر اساس تعداد اسناد علمی نمایه شده در سال ۲۰۱۹ در هر حوزه (علوم، علوم اجتماعی، علوم انسانی و هنر) و در مجموع سه حوزه (هسته اصلی) پایگاه وبگاه علم، نشان داده شده است. همچون سال گذشته، کشورهای امریکا، چین و انگلستان به ترتیب با ۲۶/۵، ۲۰/۵ و ۷/۰ درصد سهم از تولید اسناد علمی جهان در مجموع سه حوزه، در رده‌های یک تا سه قرار داشته‌اند. میزان مشارکت این سه کشور در سال ۲۰۱۸ میلادی به ترتیب ۲۷/۳، ۱۸/۴ و ۷/۰ درصد بوده است. به عبارت دیگر، درصد سهم امریکا ۰/۸ درصد کاهش و در خصوص انگلستان تغییری حاصل نشده است اما درصد سهم چین حدود دو درصد افزایش داشته است. رشد بسیار زیاد سهم چین در تولید اسناد علمی جهان در سی سال گذشته مورد توجه بوده است. سهم جهانی ایران در تولید اسناد علمی سال ۲۰۱۹ میلادی، در حوزه علوم ۲/۰۶ درصد، در حوزه علوم اجتماعی ۰/۷۷ درصد، در حوزه علوم انسانی و هنر ۰/۲۱ درصد و در مجموع سه حوزه ۱/۸۷ درصد می‌باشد. در ضمن سهم ایران در نمایه نشریات نوظهور ۳/۳ درصد بوده است. به‌علاوه، رتبه ایران در سال ۲۰۱۹ میلادی، در حوزه علوم ۱۶، در حوزه علوم اجتماعی ۳۲، در حوزه علوم انسانی و هنر ۴۰ و در مجموع سه حوزه ۱۶ می‌باشد. در ضمن رتبه ایران در نمایه نشریات نوظهور ۹ گزارش می‌شود. بخشی از زیادی سهم ما در تولید اسناد علمی منتشر شده در نشریات نوظهور مربوط به استانداردسازی نشریات ایران در سال‌های اخیر است که به مخزن جدید وبگاه علم راه یافته‌اند و امید می‌رود که در سال‌های آتی این نشریات بتوانند امتیاز لازم را برای تحت پوشش قرار گرفتن در نمایه‌های اصلی به‌دست آورند.


الف
درصد مشارکت در تولید اسناد علمی علوم
0
5
10
15
20
25
٪۲/۰۶
امریکا
چین
انگلستان
آلمان
ژاپن
ایتالیا
فرانسه
کانادا
هند
استرالیا
اسپانیا
کره جنوبی
برزیل
هلند
روسیه
ایران
سوییس
ترکیه
لهستان
سوئد
تایوان
بلژیک
اتریش
پرتقال


ب
درصد مشارکت در تولید اسناد علمی علوم اجتماعی
0
5
10
15
٪۳۶/۹
٪۰/۷۷
امریکا
انگلستان
چین
استرالیا
کانادا
آلمان
هلند
اسپانیا
ایتالیا
فرانسه
سوئد
سوییس
کره جنوبی
برزیل
ژاپن
بلژیک
نروژ
دانمارک
اسکاتلند
هند
آفریقای جنوبی
تایوان
ترکیه
اسرائیل
فنلاند
پرتقال
لهستان
نیوزلند
ایرلند
اتریش
سنگاپور
ایران


ج
درصد مشارکت در تولید اسناد علمی علوم انسانی و هنر
0
5
10
15
٪۲۵/۶
امریکا
انگلستان
آلمان
کانادا
اسپانیا
فرانسه
استرالیا
ایتالیا
چین
روسیه
هلند
اسکاتلند
آفریقای جنوبی
بلژیک
سوئد
اسرائیل
سوییس
لهستان
برزیل
ایرلند
شیلی
کره جنوبی
اتریش
نروژ
ترکیه
دانمارک

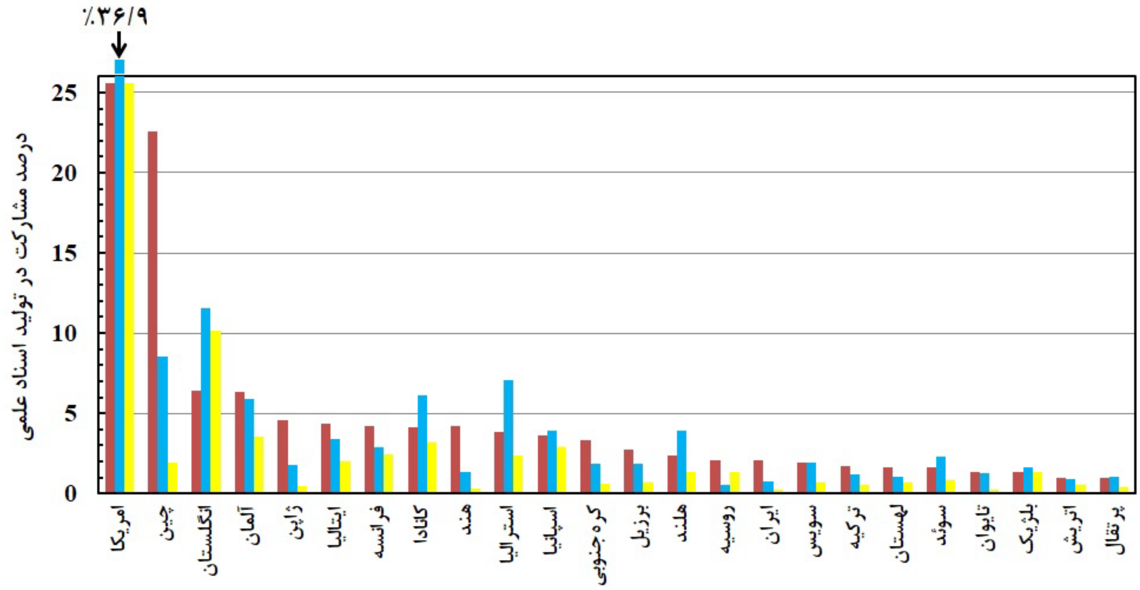




شکل۲: رتبه‌بندی کشورها از نظر درصد مشارکت جهانی آنها در سه حوزه علوم (SCIE) **(الف)**، علوم اجتماعی (SSCI) **(ب)** و علوم انسانی به‌علاوه هنر (A&HCI) **(ج)** و همچنین مجموع سه حوزه **(د)** در سال ۲۰۱۹ میلادی. رتبه‌بندی کشورها در نشریات نوظهور (ESCI) نیز در سال ۲۰۱۹ نشان داده شده است **(هـ)**. برای مقایسه، درصد مشارکت کشورها در تولید اسناد علمی مجموع سه حوزه اصلی در سال ۲۰۱۸ نیز به صورت ستونهایی با رنگ زرد نشان داده شده است

در ایران، به ازای هر مقاله در حوزه علوم انسانی و هنر، ۱۳/۰ مقاله در حوزه علوم اجتماعی و ۱۹۴/۵ مقاله در حوزه علوم در سال ۲۰۱۹ نوشته شده است. در همین سال، در جهان به ازای هر مقاله در حوزه علوم انسانی و هنر، ۳/۵ مقاله در حوزه علوم اجتماعی و ۱۹/۶ مقاله در حوزه علوم نوشته می‌شود. همانطور که در شکل (۲) پیداست، رتبه ایران هم در حوزه علوم و هم در مجموع سه حوزه شانزده می‌باشد. این آمارها نشان می‌دهد که رشد علم در ایران متوازن نبوده است. توازن در رشد علم، لازمه پیشرفت علمی است. برای مقایسه، سهم مشارکت کشورهای پیشرو در حوزه علوم، در دو حوزه علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر، در شکل (۳) نشان داده شده است. تولیدات علمی ایران در حوزه‌های علوم اجتماعی و علوم انسانی و هنر، غالباً داخلی است. ایجاد توازن در ورود همه رشته‌ها به عرصه‌های بین‌المللی یک ضرورت مهم است.

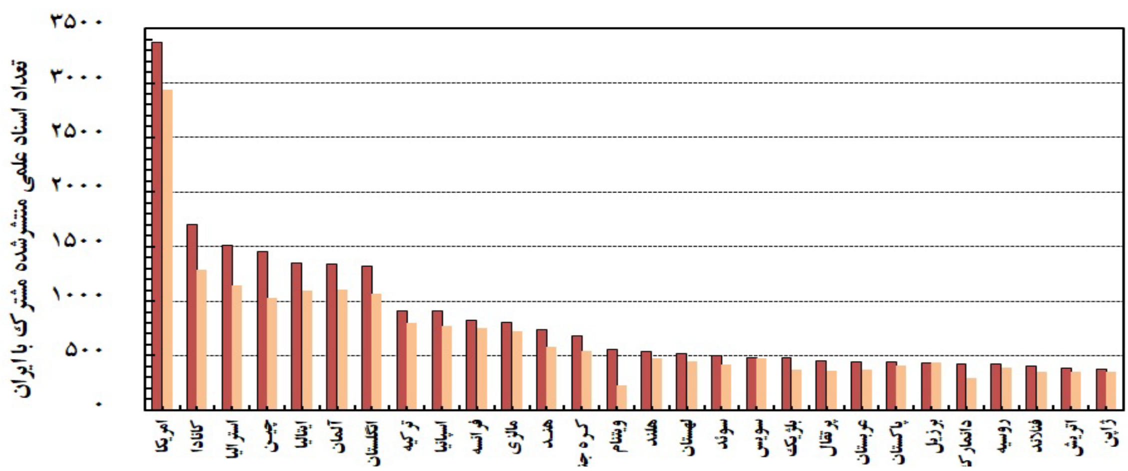
جلب توجه است که هر دو شکل (۲) و (۳) نشان می‌دهد که رقابت چین با آمریکا در حوزه علوم است. در دو حوزه علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر، آمریکا (و نیز بویژه انگلستان) توجه خاص به دو حوزه علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر دارند و همگامی خود در تحقیقات هر سه حوزه را بسیار مهم دانسته‌اند.



شکل۳: درصد مشارکت کشورهای پیشرو در تولید اسناد علمی حوزه علوم (رنگ قهوه‌ای)، در دو حوزه علوم اجتماعی (رنگ آبی) و علوم انسانی و هنر (رنگ زرد) به صورت ستون‌هایی داده شده است تا بیانگر توازن در تولید اسناد علمی در سه حوزه باشد.

مشارکت ایران با کشورهای مختلف در تولید اسناد علمی در دو سال اخیر (۲۰۱۹– ۲۰۱۸)

تعداد اسناد علمی کشور در هسته اصلی وبگاه علم که با مشارکت دیگر کشورها در سال ۲۰۱۹حاصل شده است، در شکل (۴) نشان داده شده و با مقدار آن در سال قبل میلادی مقایسه شده است. ایران همواره بیشترین همکاری علمی را با کشور ایالات متحده امریکا داشته است. در ۳۳۷۴ سند علمی ایران (مثل سال قبل، نزدیک به هفت درصد) آدرس امریکا هم به‌عنوان شریک اول علمی در سال ۲۰۱۹ آورده شده است؛ کانادا، استرالیا، چین، ایتالیا، آلمان و انگلستان شرکای علمی بعدی ایران هستند که نام هر یک در بیش از دو و نیم درصد

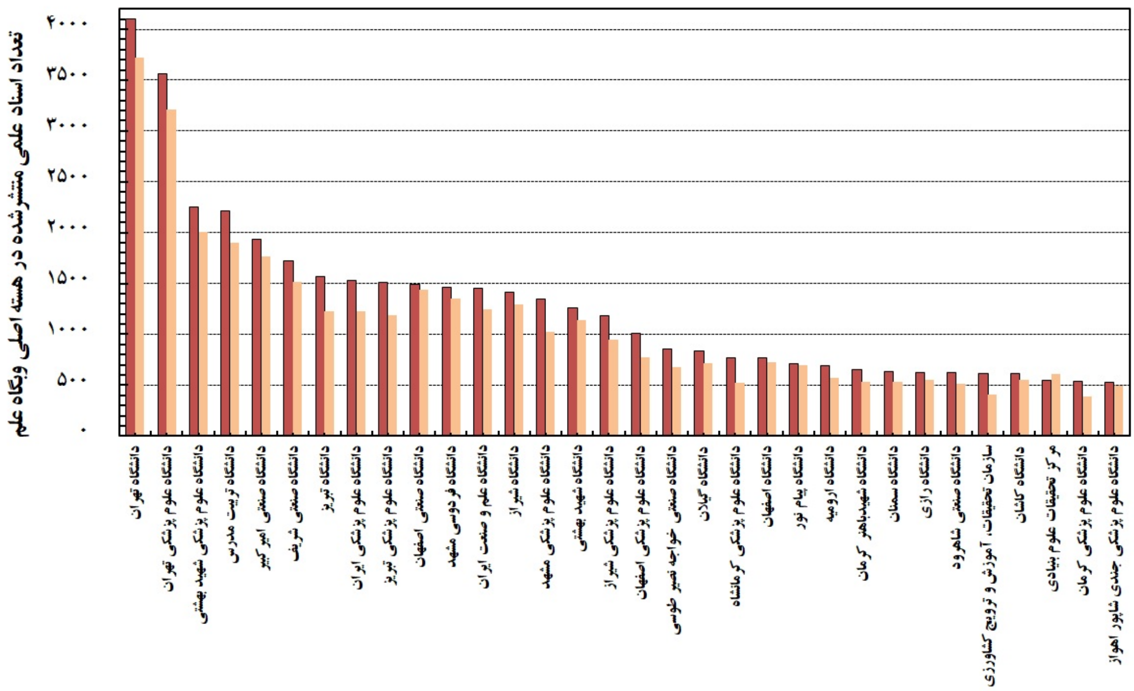


شکل۴: تعداد اسناد علمی منتشر شده مشترک ایران با دیگر کشورها در سال ۲۰۱۹ (ستون قهوه‌ای) که با مقدار سال ۲۰۱۸ (ستون نارنجی) مقایسه شده است.

اسناد علمی کشور قید شده است. در کل، میزان همکاری‌های علمی بین‌المللی ما نسبت به سال قبل از رشد خوبی برخوردار بوده است.

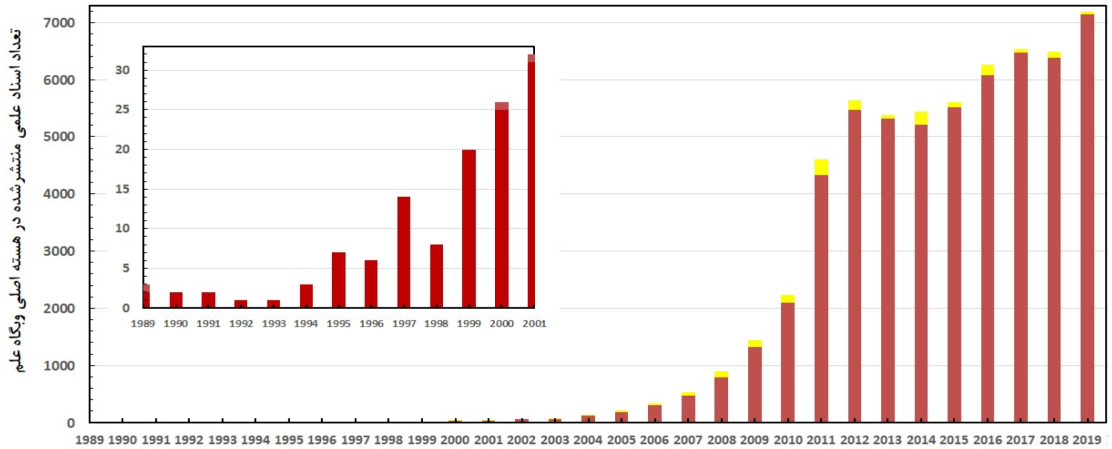
میزان مشارکت دانشگاه‌های ایران در تولید اسناد علمی منتشر شده در سال ۲۰۱۹

سهم دانشگاه‌های برتر کشور در کسب نمایه‌های هسته اصلی وبگاه علم سال ۲۰۱۹ در شکل (۵) نشان داده شده است. دانشگاه تهران با ۴۰۹۹ (۸/۵ درصد کشور) و دانشگاه علوم پزشکی تهران با ۳۵۶۶ (۷/۴ درصد کشور) سند علمی منتشر شده به ترتیب در مقام اول و دوم قرار گرفته است. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با ۲۲۵۰ (۴/۷ درصد کشور)، دانشگاه تربیت مدرس با ۲۲۱۷ (۴/۶ درصد کشور)، دانشگاه صنعتی امیر کبیر با ۱۹۳۶ (۴/۰ درصد کشور) و دانشگاه صنعتی شریف با ۱۷۲۳ (۳/۶ درصد کشور) سند علمی، به ترتیب در رتبه‌های سوم تا ششم قرار دارند. ادغام اسناد علمی دو دانشگاه تهران و علوم پزشکی تهران به عنوان دو دانشگاه پیشرو در تولید اسناد علمی و ایجاد یک دانشگاه جامع تهران، بدون شک رتبه بین‌المللی آن را بسیار مطلوب و به زیر ۱۵۰ خواهد رساند. همانطور که شکل (۵) نشان می‌دهد، تعداد اسناد علمی منتشر شده تمامی دانشگاه‌ها در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال میلادی قبل از آن (سال ۲۰۱۸) از رشد خوبی برخوردار بوده است.



شکل۵: سهم دانشگاه‌های مختلف ایران در انتشار اسناد علمی هسته اصلی وبگاه علم در سال ۲۰۱۹ (ستون‌های قهوه‌ای) در مقایسه با سال ۲۰۱۸ (ستون‌های نارنجی). نام دانشگاه‌های دارای کمتر از ۵۰۰ سند علمی حذف شده است.

مجموعه کل دانشگاه‌های آزاد اسلامی کشور، با انتشار ۷۲۱۳ سند علمی در سال ۲۰۱۹ میلادی توانسته است ۱۴/۹ درصد اسناد علمی کشور را تولید نماید. در سال قبل از آن، مجموعه دانشگاه آزاد اسلامی با انتشار ۶۴۸۲ سند علمی توانسته بود ۱۵/۴ درصد اسناد علمی کشور را تولید نماید. بنابراین، هرچند تعداد اسناد علمی این دانشگاه در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال قبل یازده درصد رشد داشته است، اما سهم دانشگاه آزاد اسلامی در کشور نیم درصد افت کرده است. در شکل (۶) افزایش سالانه تعداد اسناد علمی دانشگاه آزاد اسلامی نشان داده شده است.



شکل۶: تعداد کل اسناد علمی دانشگاه آزاد اسلامی چاپ شده در سی سال اخیر در مجموع سه حوزه وبگاه علم. تعداد چکیده مقالات کنفرانسی در هر مورد بر روی ستون‌ها با رنگ دیگری نشان داده شده است. چون در دهه اول تعداد نمایه‌ها خیلی کم بوده است، در وسط شکل این بخش مجدد بزرگ‌نمایی شده است.

با رشد کمیت و کیفیت اسناد علمی منتشر شده دانشگاه‌ها، به‌ویژه درخشش دانشگاه‌های برتر کشور، شماری از دانشگاه‌ها در طول دهه نود در فهرست رتبه‌بندی‌های جهانی قرار گرفتند. در سه رتبه‌بندی برتر و مشهور جهان، یعنی تایمز، کیو اس و شانگهای، فهرست دانشگاه‌های ایرانی فهرست شده در آنها در جدول (۱) داده شده است. قابل ذکر است که در نظام رتبه‌بندی شانگهای از نمایه‌های علوم و علوم اجتماعی وبگاه علم و در دو نظام رتبه‌بندی دیگر، تایمز و کیو اس، از نمایه‌های پایگاه اسکوپوس استفاده می‌شود. در رتبه‌بندی‌های جهانی دانشگاه‌ها به هر دو کمیت و کیفیت تولید اسناد علمی توجه می‌شود. به‌علاوه، دانشگاه‌های برتر جهان معمولاً نامشان در اغلب رتبه‌بندی‌های جهان وارد می‌شود. حضور نام یک دانشگاه در تعداد معدودی رتبه‌بندی، نمی‌تواند گویای برتری آن دانشگاه باشد.

جدول۱: فهرست و رتبه دانشگاههای ایران در سه نظام رتبه‌بندی مشهور تایمز، کیو اس و شانگهای در سه سال اخیر

کیو اس (QS)			تایمز (THE)			شانگهای (ARWU)		
2020	2019	2018	2020	2019	2018	2020	2019	2018
صنعتی شریف ۴۰۷	صنعتی شریف ۴۳۲	صنعتی شریف ۴۷۱-۴۸۰	انوشیروان بابل ۳۵۱-۴۰۰	انوشیروان بابل ۳۵۱-۴۰۰	انوشیروان بابل ۳۵۱-۴۰۰	اعلام نشده	دانشگاه تهران ۳۰۱-۴۰۰	دانشگاه تهران ۳۰۱-۴۰۰
امیر کبیر ۴۸۹	امیر کبیر ۴۹۸	امیر کبیر ۵۰۱-۵۵۰	دانشگاه یاسوج ۴۰۱-۵۰۰	امیر کبیر دانشگاه کاشان ۵۰۱-۶۰۰	امیر کبیر علم و صنعت صنعتی اصفهان خواجه نصیر صنعتی شریف دانشگاه تبریز دانشگاه تهران علوم پزشکی تهران ۶۰۱-۸۰۰		صنعتی شریف ۴۰۱-۵۰۰	امیرکبیر ۴۰۱-۵۰۰
علم و صنعت ۶۰۱-۶۵۰	علم و صنعت ۶۰۱-۶۵۰	علم و صنعت ۵۵۱-۶۵۰	صنعتی امیر کبیر دانشگاه کاشان علوم پزشکی مشهد صنعتی شریف علوم پزشکی تهران ۵۰۱-۶۰۰	علم و صنعت ایران صنعتی اصفهان علوم پزشکی مشهد صنعتی شریف صنعتی شیراز دانشگاه تهران علوم پزشکی تهران ۶۰۱-۸۰۰	دانشگاه فردوسی دانشگاه گیلان دانشگاه اصفهان شهید بهشتی دانشگاه شیراز ۸۰۱-۱۰۰۰		امیرکبیر تربیت مدرس ۵۰۱-۶۰۰	
دانشگاه تهران ۶۰۱-۶۵۰	دانشگاه تهران ۷۰۱-۷۵۰	دانشگاه تهران ۶۰۱-۶۵۰	امام خمینی قزوین علوم پزشکی ایران علم و صنعت ایران صنعتی اصفهان پزشکی شهید بهشتی صنعتی شیراز دانشگاه تبریز دانشگاه تهران ۶۰۱-۸۰۰	شهید مدنی دانشگاه فردوسی دانشگاه گیلان علوم پزشکی ایران دانشگاه اصفهان خواجه نصیر دانشگاه مازندران شهید بهشتی پزشکی شهید بهشتی دانشگاه شیراز ۸۰۱-۱۰۰۰			دانشگاه فردوسی ۶۰۱-۷۰۰	
شهید بهشتی ۸۰۱-۱۰۰۰	شهید بهشتی ۸۰۱-۱۰۰۰	شهید بهشتی ۸۰۱-۱۰۰۰	دانشگاه فردوسی دانشگاه اصفهان علوم پزشکی اصفهان خواجه نصیرطوسی دانشگاه کردستان دانشگاه مازندران شهید بهشتی دانشگاه شیراز ۸۰۱-۱۰۰۰				پزشکی شهید بهشتی ۷۰۱-۸۰۰	
دانشگاه شیراز ۸۰۱-۱۰۰۰	دانشگاه شیراز ۸۰۱-۱۰۰۰						نوشیروان بابل علم و صنعت صنعتی اصفهان ۸۰۱-۹۰۰	
							شهید بهشتی دانشگاه شیراز دانشگاه تبریز ۹۰۱-۱۰۰۰	

پراکندگی موضوعی و انتشار اسناد علمی منتشر شده ایران در سال ۲۰۱۹

مهندسی برق و الکترونیک ۳۲۱۳ (۶٪/۷ اسناد کشور)، علم مواد عمومی ۳۱۲۹ (۶٪/۵ اسناد کشور)، شیمی فیزیک ۲۳۲۹ (۴/۸٪ اسناد کشور) ، علوم محیطی ۲۱۵۵ (۴٪/۵ اسناد کشور)، شیمی عمومی ۲۰۵۵ (۴٪/۳ اسناد کشور) و مهندسی شیمی ۲۰۵۵ (۴٪/۳) از مجموعه اسناد علمی نمایه شده کشور، به عنوان شش رشته (کتگوری) برتر تحقیقات ایران و شبیه به سال قبل بوده است. البته علوم محیطی وضع بهتری از شیمی عمومی پیدا کرده است. بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی (با ۱۹۱۵ سند علمی)، سوختهای انرژی (با ۱۷۷۱ سند علمی)، مکانیک (با ۱۷۵۱ سند علمی) و داروسازی و داروشناسی (با ۱۷۱۵ سند علمی) در رده‌های بعدی قرار دارند. در این میان، رشته بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی نیز از رشد خوبی برخوردار بوده است.
از نظر موضوعی در سال ۲۰۱۹، مشابه رتبه‌بندی سال قبل، مهندسی (با ۱۱۱۰۴ سند، ۲۳/۰ درصد اسناد کشور)، شیمی (با ۶۹۲۶ سند، ۱۴/۳ درصد اسناد کشور)، علم مواد (با ۵۱۵۵ سند، ۱۰/۶ درصد اسناد کشور)، فیزیک (با ۳۸۵۶ سند، ۸/۰ درصد اسناد کشور) و علوم کامپیوتر (با ۲۶۱۱ سند، ۵/۴ درصد اسناد کشور) پیشتاز بوده‌اند. علوم بوم‌شناسی محیطی و ریاضیات در رده‌های بعدی قرار دارند. البته دقت شود که مهندسی مجموعه‌ای از رشته‌هاست، در حالی که شیمی مجموعه‌ای از گرایشهاست.
اسناد علمی ایران در مجموعه‌ای شامل ۵۷۱۵ نشریه علمی مختلف منتشر شده است. در ده نشریه زیر بیش از دویست مقاله در سال ۲۰۱۹ توسط نویسندگان ایرانی منتشر شده است. تعداد مقالات ایرانی در هر نشریه در داخل پرانتز داده شده است. فقط نشریه آخری ایرانی است.

- MATERIALS RESEARCH EXPRESS **(464)**
- JOURNAL OF CELLULAR PHYSIOLOGY **(461)**
- JOURNAL OF MOLECULAR LIQUIDS **(306)**
- JOURNAL OF CELLULAR BIOCHEMISTRY **(274)**
- APPLIED ORGANOMETALLIC CHEMISTRY **(246)**
- INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES **(238)**
- JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS AND CALORIMETRY **(235)**
- SCIENTIFIC REPORTS **(232)**
- DESALINATION AND WATER TREATMENT **(224)**
- SCIENTIA IRANICA **(205)**

در چهل نشریه نیز تعداد مقالات نویسندگان ایرانی بین صد تا دویست مورد گزارش شده است. در ۱۲۰ نشریه، در هر کدام بین ۵۰ تا ۱۰۰ سند علمی ایرانی منتشر شده است.
تعداد مقالات مروری کشور در سال ۲۰۱۹ به ۳۰۶۳ (۶/۳ درصد اسناد) رسید. به‌علاوه، ۶۱۳ مقاله پرارجاع در همین سال برای کشورمان ثبت شده است که در مقابل ۴۳۲ مورد سال قبل آن رشد خوبی داشته است. تعداد مقالات داغ نیز در سال ۲۰۱۸، ۴۴ مورد بوده است که در سال ۲۰۱۹ به ۸۲ مورد افزایش پیدا کرده است. رشد تعداد مقالات داغ، پرارجاع و مروری، نشانه رشد کیفیت تولیدات علمی است. البته تولید علم، فقط تولید سند علمی و مقاله نیست. انتشار مقاله، تنها یکی از نتایج فرآیند تولید علم است. در فرآیند تولید علم، انتشار مقاله، محل انتشار مقاله، ارجاعات به مقاله، نوع و نحوه ارجاع، ثبت اختراع، میزان گسترش مرزهای دانش و ایجاد قلمروهای نو، بهره‌مندی جامعه از دست‌آوردهای علمی و ... همه قابل ملاحظه هستند. انتشار مقاله، سرآمد همه اینهاست زیرا میزانی از کارهای پژوهشی جاری است و تعداد ارجاع به آنها در کیفیت‌سنجی علم لحاظ می‌شود.
در سال ۲۰۱۹، از ایران سه مقاله کامل و یک نامه (جمعاً چهار مورد) در نشریه مشهور *Nature* و سه مقاله کامل در نشریه مشهور *Science* به چاپ رسیده است. در هر شش مقاله کامل دو نشریه فوق، نویسندگان ایرانی همکاری داشته و تنها در نامه منتشر شده در *Nature* تک نویسنده ایرانی (نویسنده اصلی) به چشم می‌خورد.

وضعیت نشریات ایران در عرصه بین‌المللی

همانطور که قبل از این اشاره شد، بخش زیادی از سهم ما در تولید اسناد علمی منتشر شده در نشریات نوظهور مربوط به استانداردسازی نشریات ایران در چند سال اخیر است که به مخزن جدید وبگاه علم راه یافته‌اند و امید می‌رود که در طول سال‌های آینده این نشریات بتوانند با کسب امتیاز لازم تحت پوشش نمایه‌های اصلی قرار بگیرند. در حال حاضر، ۱۷۶ نشریه

ایرانی در فهرست کامل [۱] مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس قرار دارند. از این تعداد، ۴۰ مورد در پایگاه گزارش استنادی نشریات [۲] (JCR) فهرست شده‌اند. البته یکی از این نشریات که متعلق به دانشگاه شیراز و بسیار قدیمی است[۳]، دارای چهار ردیف مستقل است و لذا چهار مرتبه شمرده شده است. در جدول شماره (۲)، فهرست این ۴۰ نشریه به همراه فاکتور تأثیر آنها در سال ۲۰۱۹ داده شده است. تمامی این ۴۰ نشریه در فهرست نمایه‌های توسعه یافته علوم (SCI-E) قرار دارند و دو تای آنها در فهرست نمایه‌های علوم اجتماعی (SSCI) نیز وجود دارند، اما نشریه‌ای در مجموعه علوم انسانی و هنر از ایران وجود ندارد. در سال گذشته (۲۰۱۸) نام ۳۶ نشریه ایرانی در این فهرست وجود داشت[۴]. تعداد ۱۱۳ نشریه ایرانی نیز در فهرست نشریات نوظهور (ESCI) قرار گرفته‌اند که دو مورد آنها به زبان فارسی منتشر می‌شود. فهرست کامل این نشریات در جدول (۳) داده شده است. ۹۹ مورد از این نشریات نوظهور ایرانی در فهرست نمایه‌های اسکوپوس نیز قرار دارند. ۲۳ مورد نشریه باقیمانده در فهرست کامل مؤسسه کلاریویت آنالیتیکس، در پایگاههای فرعی مؤسسه[۵] قرار دارند که در وبگاه علم به آنها دسترسی نیست.

تعداد نشریات ایرانی که در اسکوپوس نمایه می‌شوند، اکنون به ۲۱۱ مورد افزایش پیدا کرده است. فهرست این نشریات همراه با آخرین ارزیابی آنها در این پایگاه استنادی، در جدول شماره (۴) داده شده است. سال قبل این تعداد ۱۷۴ مورد بوده است[۶]. نشریاتی در این فهرست وجود دارند که در پایگاه اسکوپوس دارای رتبه Q1 و یا Q2 می‌باشند، اما نمایه وبگاه علم ندارند. به‌علاوه، معمولاً رتبه Q نشریات در پایگاه SJR (اسکوپوس) بالاتر از پایگاه JCR (کلاریویت آنالیتیکس) می‌باشد. در واقع استانداردها و تعاریف در دو پایگاه با هم متفاوت است.

سخن آخر

آنچه قطعی و غیرقابل انکار است، رشد کمیت اسناد علمی ایران در طول بیست سال گذشته است که حاصل ایجاد دوره‌های تحصیلات تکمیلی موفق در دانشگاه‌هاست. در چند سال اخیر کیفیت‌گرایی در تولید اسناد علمی بسیار مورد توجه قرار گرفته است و اکنون دانشگاه‌های ما در فهرست رده‌بندی‌های جهانی وارد شده‌اند اما هنوز به رتبه‌های مطلوب نرسیده‌ایم و تلاش بیشتری لازم است. جامعه‌محوری دانشگاه‌ها و هدایت پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دوره‌های تحصیلات تکمیلی به سمت کاربردی کردن علم همراه با نوآوری در علم باید بیش از پیش مورد توجه قرار بگیرد و برای بسترسازی علم لازم است تحقیقات در حوزه علوم بنیادی و گسترش مرزهای دانش جهان هم مورد توجه باشد. توسعه و پیشرفت علمی یک کشور باید در همه دانش بشری صورت گیرد. برای رقابت دانشگاه‌ها در رتبه‌بندی‌های جهانی، شاید وقت آن رسیده باشد که بخش‌های علوم پزشکی به دانشگاه‌های مادر خود برگردند تا همانند دیگر دانشگاه‌های جهان به عنوان دانشگاه جامع در رده‌بندی‌ها وارد شوند و این وضعیت دانشگاه‌های ما را بسیار مطلوب‌تر خواهد نمود. وضعیت جهانی ما در دو حوزه علوم اجتماعی و علوم انسانی به‌علاوه هنر مطلوب نیست و باید بیش از این دو حوزه فوق مورد حمایت و اهتمام قرار بگیرند. دانشگاه‌ها باید تمام توان خود را در جهت افزایش کیفیت تولیدات علمی و همراه با اثرگذاری اجتماعی آنها به‌کار گیرند. حضور دانشمندان ما در عرصه نوآوری‌ها و انتشارت جهان نشانه حرکت به سوی بلوغ و بالندگی علمی است که به سادگی به‌دست نیامده است و برای حفظ آن باید بیش از گذشته تلاش کرد و ارتقا آن نیازمند حمایت بیشتر مسئولان نظام است.

[1] Master list
[2] Journal Citation Report (JCR)
[3] Iranian Journal of Science and Technology (Transactions A, Transactions B, Transactions of Electrical Engineering, Transactions of Civil Engineering)
[4] See a.a.saboury.net/journal-validity
[5] BIOSIS, Zoological Record, Index Chemicus, Current Chemical Reactions
[6] See a.a.saboury.net/journal-validity

منابع و مؤاخذ

[۱]. صبوری، علی اکبر. بررسی کارنامه پژوهشی ایران در سال ۲۰۰۲، رهیافت، شماره ۲۸، صفحات ۹۵-۷۸، ۱۳۸۱.
[۲]. صبوری، علی اکبر. مروری بر تولید علم در سال ۲۰۰۳، رهیافت، شماره ۳۱، صفحات ۲۳-۲۱، ۱۳۸۲.
[۳]. صبوری، علی اکبر و پورساسان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۴، رهیافت، شماره ۳۴، صفحات ۶۶-۶۰، ۱۳۸۳
[۴]. صبوری، علی اکبر و پورساسان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۵، رهیافت، شماره ۳۷، صفحات ۵۲-۴۹، ۱۳۸۵
[۵]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۶، رهیافت، شماره ۳۸، صفحات ۴۵-۴۰، ۱۳۸۶
[۶]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۷، رهیافت، شماره ۴۱، صفحات ۴۰-۳۵، ۱۳۸۶
[۷]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۸، رهیافت، شماره ۴۳، صفحات ۳۱-۲۱، ۱۳۸۷
[۸]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۹، نشاء علم، مجلد ۱، صفحات ۱۰-۶، ۱۳۸۹
[۹]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۱۰، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۲۳-۱۶، ۱۳۹۰
[۱۰]. صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۱۱، نشاء علم، مجلد ۲، صفحات ۱۳-۶، ۱۳۹۱
[۱۱]. صبوری، علی اکبر. تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۲، نشاء علم، مجلد ۳، صفحات ۱۰۳-۹۶، ۱۳۹۲
[۱۲]. صبوری، علی اکبر. تولید اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۳، نشاء علم، مجلد ۴، صفحات ۱۰۰-۹۴، ۱۳۹۳
[۱۳]. پیرحقی، میترا و صبوری، علی اکبر. تولید علم در حوزه علوم زیستی: مقایسه ایران با جهان و قدرت‌های برتر منطقه ، نشاء علم، مجلد ۴، صفحات ۱۸-۱۰، ۱۳۹۲
[۱۴]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۴، نشاء علم، مجلد ۵، صفحات ۱۷-۶، ۱۳۹۴
[۱۵]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۵، نشاء علم، مجلد ۶، صفحات ۱۰۲-۹۲، ۱۳۹۵.
[۱۶]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۶، نشاء علم، مجلد ۷، صفحات ۷۹-۷۲، ۱۳۹۶.
[۱۷]. صبوری، علی اکبر. اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۷، نشاء علم، مجلد ۸، صفحات ۱۳-۱، ۱۳۹۷.
[۱۸]. صبوری، علی اکبر. ارزیابی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۸، نشاء علم، مجلد ۹، صفحات ۱۳-۲، ۱۳۹۸.

جدول۲: فهرست ۴۰ نشریه ایرانی که در وبگاه علم کلاریویت آنالیتیکس، در فهرست گزارش استنادی نشریات (JCR) حوزه علوم سال ۲۰۱۹ (منتشر شده در پایان ماه جون ۲۰۲۰) قرار گرفته‌اند. ردیف‌های ۲ و ۱۷ در فهرست گزارش استنادی علوم اجتماعی نیز وارد می‌شوند.

Rank	Journal Name	Total Cites	JIF[1]	EFS[2]
1	Journal of Nanostructure in Chemistry	1,021	4.077	0.001090
2	International Journal of Health Policy and Management	1,463	3.821	0.004860
3	BioImpacts	777	3.475	0.001200
4	DARU-Journal of Pharmaceutical Sciences	1,326	2.739	0.001260
5	International Journal of Environmental Science and Technology	6,522	2.540	0.007030
6	Iranian Journal of Fuzzy Systems	824	2.276	0.000900
7	Journal of Environmental Health Science and Engineering	1,267	2.179	0.001950
8	Iranian Journal of Basic Medical Sciences	2,486	2.146	0.003470
9	International Journal of Environmental Research	1,569	2.007	0.001410
10	Cell Journal	979	1.983	0.001880
11	Journal of Research in Medical Sciences	2,566	1.746	0.003500
12	Iranian Polymer Journal	1,936	1.707	0.001390
13	Journal of the Iranian Chemical Society	2,717	1.552	0.002780
14	Iranian Journal of Pharmaceutical Research	2,715	1.505	0.002660

[1] Journal Impact Factor (JIF)
[2] Eigenfactor Scor (EFS)

15	International Journal of Civil Engineering	940	1.446	0.001110
16	Urology Journal	954	1.378	0.001390
17	Iranian Journal of Public Health	2,672	1.291	0.003610
18	Journal of Arthropod-Borne Diseases	386	1.110	0.000790
19	Iranian Journal of Allergy Asthma and Immunology	761	1.109	0.001010
20	Iranian Journal of Immunology	380	1.068	0.000400
21	Iranian Journal of Kidney Diseases	743	1.033	0.000910
22	Iranian Journal of Science and Technology-Transactions of Mechanical Engineering	277	1.029	0.000290
23	Iranian Journal of Parasitology	986	1.018	0.001470
24	Scientia Iranica	2,927	1.017	0.002080
25	Archives of Iranian Medicine	2,139	0.996	0.002770
26	Iranian Journal of Veterinary Research	536	0.978	0.000660
27	Iranian Journal of Science and Technology-Transactions of Civil Engineering	263	0.975	0.000300
28	Iranian Journal of Biotechnology	386	0.973	0.000330
29	Journal of Agricultural Science and Technology	1,659	0.897	0.001590
30	Veterinary Research Forum	490	0.893	0.000650
31	Iranian Journal of Science and Technology Transaction A-Science	719	0.875	0.000940
32	Iranian Journal of Fishers Sciences	579	0.711	0.000650
33	Hepatitis Monthly	1,196	0.705	0.001850
34	Journal of Applied Fluid Mechanics	1,077	0.689	0.001410
35	Iranian Journal of Science and Technology-Transactions of Electrical Engineering	109	0.657	0.000060
36	Iranian Journal of Chemistry & Chemical Engineering –International Edition	638	0.604	0.000360
37	Iranian Red Crescent Medical Journal	2,057	0.427	0.003250
38	International Journal of Radiation Research	192	0.389	0.000280
39	Iranian Journal of Pediatrics	836	0.370	0.000950
40	Iranian Journal of Radiology	320	0.210	0.000580

جدول۳: فهرست ۱۱۳ نشریه ایرانی که در وبگاه علم کلاریویت آنالیتیکس در فهرست نشریات نوظهور (ESCI) نمایه می‌شوند. ردیف‌بندی این نشریات بر اساس حروف الفباست و ردیفهای ۷۷ و ۱۱۰ آن به زبان فارسی منتشر می‌شوند. ناشر و موضوع/رشته نشریه هم در ستونهایی به تفکیک داده شده است. ۹۹ مورد از ۱۱۳ مورد در پایگاه استنادی اسکوپوس نیز نمایه می‌شوند که در ستون آخر (سمت چپ) مشخص شده و ارزیابی آنها نیز در همین ستون داده شده است.

No	Journal Name	Publisher	Categories	SJR* (Scopus)
1	ADVANCED JOURNAL OF EMERGENCY MEDICINE	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	EMERGENCY MEDICINE | CLINICAL MEDICINE	-
2	ADVANCED PHARMACEUTICAL BULLETIN	TABRIZ UNIV MEDICAL SCIENCES	PHARMACOLOGY & PHARMACY | PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	0.569 Q1
3	ANALYTICAL AND BIOANALYTICAL CHEMISTRY RESEARCH	IRANIAN CHEMICAL SOC	CHEMISTRY, ANALYTICAL | CHEMISTRY	0.256 Q4
4	ANALYTICAL & BIOANALYTICAL ELECTROCHEMISTRY	UNIV TEHRAN	ELECTROCHEMISTRY | CHEMISTRY	0.240 Q4

5	ANNALS OF APPLIED SPORT SCIENCE	ALLAMEH TABATABA I UNIV	SOCIAL SCIENCES, GENERAL | HOSPITALITY, LEISURE, SPORT & TOURISM	0.177 Q4
6	APPLIED FOOD BIOTECHNOLOGY	SHAHID BEHESHTI UNIV MEDICAL SCIENCES	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY | AGRICULTURAL SCIENCES	0.358 Q3
7	ARCHIVES OF ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE	SHAHID BEHESHTI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | EMERGENCY MEDICINE	-
8	ARCHIVES OF BONE AND JOINT SURGERY	MASHHAD UNIV MED SCIENCES	ORTHOPEDICS | CLINICAL MEDICINE	0.641 Q2
9	ARCHIVES OF CLINICAL INFECTIOUS DISEASES	SHAHID BEHESHTI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | INFECTIOUS DISEASES	0.236 Q3
10	ARCHIVES OF NEUROSCIENCE	KOWSAR CORP	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR | NEUROSCIENCES	-
11	ARCHIVES OF PEDIATRIC INFECTIOUS DISEASES	KOWSAR CORP	CLINICAL MEDICINE | PEDIATRICS	-
12	ARCHIVES OF TRAUMA RESEARCH	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS, INDIA (Kashan University of Medical Sciences)	CLINICAL MEDICINE | ORTHOPEDICS	-
13	ARYA ATHEROSCLEROSIS	ISFAHAN UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.302 Q3
14	AVICENNA JOURNAL OF PHYTOMEDICINE	MASHHAD UNIV MED SCIENCES	CHEMISTRY | CHEMISTRY, MEDICINAL	-
15	BAGH-E NAZAR	NAZAR RESEARCH CENTER ART ARCHITECTURE & URBANISM	HUMANITIES, MULTIDISCIPLINARY	-
16	BASIC AND CLINICAL NEUROSCIENCE	IRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR | NEUROSCIENCES	0.431 Q3
17	CASPIAN JOURNAL OF INTERNAL MEDICINE	BABOL UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.364 Q3
18	CATEGORIES AND GENERAL ALGEBRAIC STRUCTURES WITH APPLICATIONS	SHAHID BEHESHTI UNIV	MATHEMATICS	0.345 Q3
19	CHEMICAL METHODOLOGIES	SAMI PUBLISHING CO-SPC	CHEMISTRY | CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	-
20	CIVIL ENGINEERING INFRASTRUCTURES JOURNAL	UNIV TEHRAN	ENGINEERING | ENGINEERING, CIVIL	-
21	CIVIL ENGINEERING JOURNAL-TEHRAN	C EJ PUBLISHING GROUP, DR KAVIANPOUR OFF, K N TOOSI UNIV TECHNOL	ENGINEERING | ENGINEERING, CIVIL	-
22	COMPUTATIONAL METHODS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS	UNIV TABRIZ	MATHEMATICS | MATHEMATICS, APPLIED	-
23	CRESCENT JOURNAL OF MEDICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES	ARAS PART MEDICAL INT PRESS	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL | CLINICAL MEDICINE	-

24	EMERGENCY	SHAHID BEHESHTI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | EMERGENCY MEDICINE	0.376 Q2
25	ENVIRONMENTAL HEALTH ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL	KERMAN UNIV MEDICAL SCIENCES	ENVIRONMENT/ECOLOGY | ENVIRONMENTAL SCIENCES	-
26	EURASIAN CHEMICAL COMMUNICATIONS	SAMI PUBLISHING CO-SPC	CHEMISTRY | CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	-
27	GALEN MEDICAL JOURNAL	SALVIA MEDICAL SCIENCES LTD, ENGLAND	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL | BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	0.137 Q4
28	GEOPERSIA	UNIV TEHRAN	GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY | GEOSCIENCES	0.191 Q3
29	GLOBAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND MANAGEMENT	IRAN SOLID WASTE ASSOC	ENVIRONMENTAL SCIENCES | ENVIRONMENT/ECOLOGY	0.491 Q2
30	HEALTH PROMOTION PERSPECTIVES	TABRIZ UNIV MEDICAL SCIENCES	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH | SOCIAL SCIENCES, GENERAL	0.232 Q3
31	HEALTH SCOPE	KOWSAR PUBL, NETHERLAND	CLINICAL MEDICINE | PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	-
32	IMMUNOPATHOLOGIA PERSA	NIKAN RESEARCH INST, ISFAHAN	IMMUNOLOGY	-
33	INTERNATIONAL AQUATIC RESEARCH	ISLAMIC AZAD UNIV, TONEKABON BRANCH	PLANT & ANIMAL SCIENCE | MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	-
34	INTERNATIONAL ARCHIVES OF HEALTH SCIENCES	LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, USA	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH | CLINICAL MEDICINE	-
35	INTERNATIONAL CARDIOVASCULAR RESEARCH JOURNAL	SHIRAZ UNIV MEDICAL SCIENCES	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS | CLINICAL MEDICINE	0.177 Q4
36	INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED EXERCISE PHYSIOLOGY	C/O ALI REZA AMANI, MANAGING ED, SHOMAL UNIV	CLINICAL MEDICINE | SPORT SCIENCES	-
37	INTERNATIONAL JOURNAL OF CANCER MANAGEMENT	KOWSAR PUBL, NETHERLANDS	CLINICAL MEDICINE | ONCOLOGY	-
38	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENDOCRINOLOGY AND METABOLISM	KOWSAR PUBL, NETHERLANDS	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY | ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	-
39	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING	MATERIALS & ENERGY RESEARCH CENTER, TEHRAN	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY | ENGINEERING	0.395 Q1
40	INTERNATIONAL JOURNAL OF FERTILITY & STERILITY	ROYAN INST	CLINICAL MEDICINE | OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.506 Q2
41	INTERNATIONAL JOURNAL OF GROUP THEORY	UNIV ISFAHAN	MATHEMATICS	0.327 Q4
42	INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL TOXICOLOGY AND FORENSIC MEDICINE	SHAHEED BEHESHTI MEDICAL UNIV	TOXICOLOGY | CLINICAL MEDICINE | MEDICINE, LEGAL	-

43	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR AND CELLULAR MEDICINE	BABOL UNIV MEDICAL SCIENCES	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY | MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	0.591 Q2
44	INTERNATIONAL JOURNAL OF NANO DIMENSION	ISLAMIC AZAD UNIV, TONEKABON BRANCH	MATERIALS SCIENCE | NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	-
45	INTERNATIONAL JOURNAL OF NONLINEAR ANALYSIS AND APPLICATIONS	SEMNAN UNIV	MATHEMATICS	0.149 Q4
46	INTERNATIONAL JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE	NATL IRANIAN OIL CO-NIOC POLYCLINICS, SHIRAZ	CLINICAL MEDICINE | PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.409 Q3
47	INTERNATIONAL JOURNAL OF ORGAN TRANSPLANTATION MEDICINE	AVICENNA ORGAN TRANSPLANT CENTER, SADRA TOWN, SHIRAZ	TRANSPLANTATION | CLINICAL MEDICINE	-
48	INTERNATIONAL JOURNAL OF PEDIATRICS-MASHHAD	MASHHAD UNIV MED SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | PEDIATRICS	-
49	INTERNATIONAL JOURNAL OF PREVENTIVE MEDICINE	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS, INDIA	CLINICAL MEDICINE | MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	0.506 Q2
50	INTERNATIONAL JOURNAL OF REPRODUCTIVE BIOMEDICINE	SHAHID SADOUGHI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | OBSTETRICS & GYNECOLOGY	0.657 Q2
51	INTERNATIONAL JOURNAL OF WOMENS HEALTH AND REPRODUCTION SCIENCES	ARAS PART MEDICAL INT PRESS, TABRIZ	CLINICAL MEDICINE | REPRODUCTIVE BIOLOGY	-
52	INTERNATIONAL NANO LETTERS	SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG, SWITZERLAND	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY | PHYSICS	-
53	IRANIAN HEART JOURNAL	IRANIAN HEART ASSOC	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS | CLINICAL MEDICINE	0.154 Q4
54	IRANIAN JOURNAL OF APPLIED ANIMAL SCIENCE	ISLAMIC AZAD UNIV, RASHT	AGRICULTURAL SCIENCES | AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.170 Q4
55	IRANIAN JOURNAL OF CATALYSIS	ISLAMIC AZAD UNIV, SHAHREZA BRANCH	CHEMISTRY, PHYSICAL | CHEMISTRY	0.270 Q3
56	IRANIAN JOURNAL OF CHILD NEUROLOGY	IRANIAN CHILD NEUROLOGY SOC, MOFID CHILDREN HOSPITAL	CLINICAL NEUROLOGY | CLINICAL MEDICINE	0.273 Q3
57	IRANIAN JOURNAL OF EARTH SCIENCES	ISLAMIC AZAD UNIV, MASHHAD BRANCH	GEOSCIENCES | GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	0.134 Q4
58	IRANIAN JOURNAL OF LANGUAGE TEACHING RESEARCH	URMIA UNIV	SOCIAL SCIENCES, GENERAL | EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.341 Q1

59	IRANIAN JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES	UNIV TEHRAN	ECONOMICS & BUSINESS | MANAGEMENT	-
60	IRANIAN JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING	IRAN UNIV SCI & TECHNOL	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY | MATERIALS SCIENCE	0.170 Q2
61	IRANIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL CHEMISTRY	UNIV KASHAN	CHEMISTRY | CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	-
62	IRANIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL SCIENCES AND INFORMATICS	TARBIAT MODARES UNIV	MATHEMATICS	0.426 Q2
63	IRANIAN JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES	SHIRAZ UNIV MEDICAL SCIENCES	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL | CLINICAL MEDICINE	0.447 Q3
64	IRANIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	MICROBIOLOGY	0.329 Q3
65	IRANIAN JOURNAL OF NEONATOLOGY	MASHHAD UNIV MED SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | PEDIATRICS	0.166 Q4
66	IRANIAN JOURNAL OF NEUROLOGY	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR | CLINICAL NEUROLOGY	-
67	IRANIAN JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING | CLINICAL MEDICINE	0.195 Q4
68	IRANIAN JOURNAL OF NURSING AND MIDWIFERY RESEARCH	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS, INDIA	CLINICAL MEDICINE | NURSING	-
69	IRANIAN JOURNAL OF PEDIATRIC HEMATOLOGY AND ONCOLOGY	SHAHID SADOUGHI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | PEDIATRICS	-
70	IRANIAN JOURNAL OF PSYCHIATRY AND BEHAVIORAL SCIENCES	KOWSAR PUBL, NETHERLANDS	PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY | PSYCHIATRY	0.218 Q3
71	IRANIAN JOURNAL OF PSYCHIATRY AND CLINICAL PSYCHOLOGY	NEGAH INST SCIENTIFIC COMMUNICATION, TEHRAN	PSYCHIATRY | PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	New Scopus
72	ISECURE-ISC INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION SECURITY	IRANIAN SOC CRYPTOLOGY, SHARIF UNIV TECHNOLOGY	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS | COMPUTER SCIENCE	-
73	JIRSS-JOURNAL OF THE IRANIAN STATISTICAL SOCIETY	IRANIAN STATISTICAL SOC	STATISTICS & PROBABILITY | MATHEMATICS	-
74	JOURNAL OF APPLIED AND COMPUTATIONAL MECHANICS	SHAHID CHAMRAN UNIV AHVAZ	ENGINEERING | MECHANICS	0.394 Q2
75	JOURNAL OF CARDIOVASCULAR AND THORACIC RESEARCH	TABRIZ UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	0.290 Q3
76	JOURNAL OF COMPUTATIONAL APPLIED MECHANICS	UNIV TEHRAN	MECHANICS | ENGINEERING	-

77	JOURNAL OF HEALTH AND SAFETY AT WORK	IRANIAN OCCUPATIONAL HEALTH ASSOC	CLINICAL MEDICINE | PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	-
78	JOURNAL OF LASERS IN MEDICAL SCIENCES	SHAHID BEHESHTI UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	0.446 Q2
79	JOURNAL OF MATHEMATICAL EXTENSION	ISLAMIC AZAD UNIV, SHIRAZ BRANCH	MATHEMATICS	-
80	OURNAL OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE	OURNAL MATHEMATICS & COMPUTER SCIENCE-JMCS, MAZANDARAN	MATHEMATICS	-
81	JOURNAL OF MEDICAL ETHICS AND HISTORY OF MEDICINE	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | MEDICAL ETHICS	0.225 Q1
82	JOURNAL OF MEDICAL HYPOTHESES AND IDEAS	TEHRAN UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	-
83	JOURNAL OF MEDICINAL PLANTS AND BY-PRODUCTS	IRANIAN MEDICINAL PLANTS SOC	PLANT & ANIMAL SCIENCE | PLANT SCIENCES	-
84	JOURNAL OF MINING AND ENVIRONMENT	SHAHROOD UNIV TECHNOLOGY	MINING & MINERAL PROCESSING | ENGINEERING	-
85	JOURNAL OF NANOANALYSIS	BORNA SANJESH KIMIA CO-BSK CO, AUSTRALIA	CHEMISTRY | MATERIALS SCIENCE | NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	-
86	JOURNAL OF NANOSTRUCTURES	UNIV KASHAN	MATERIALS SCIENCE | NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	0.223 Q3
87	JOURNAL OF NURSING AND MIDWIFERY SCIENCES	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS, INDIA	CLINICAL MEDICINE | NURSING	-
88	JOURNAL OF ORAL HEALTH AND ORAL EPIDEMIOLOGY	KERMAN UNIV MEDICAL SCIENCES	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE | CLINICAL MEDICINE	-
89	JOURNAL OF PEDIATRICS REVIEW	MAZANDARAN UNIV MED SCI	CLINICAL MEDICINE | PEDIATRICS	-
90	JOURNAL OF RENAL INJURY PREVENTION	NIKAN RESEARCH INST, TEHRAN	CLINICAL MEDICINE | UROLOGY & NEPHROLOGY	0.217 Q3
91	JOURNAL OF RESEARCH IN APPLIED LINGUISTICS	SHAHID CHAMRAN UNIV AHVAZ	LINGUISTICS | SOCIAL SCIENCES, GENERAL	0.130 Q3
92	JOURNAL OF RESEARCH IN HEALTH SCIENCES	HAMADAN UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	0.402 Q3
93	JOURNAL OF WILDLIFE AND BIODIVERSITY	ARAK UNIV	BIODIVERSITY CONSERVATION | ECOLOGY | PLANT & ANIMAL SCIENCE	-
94	JUNDISHAPUR JOURNAL OF NATURAL PHARMACEUTICAL PRODUCTS	KOWSAR PUBL, NETHERLANDS	PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY | PHARMACOLOGY & PHARMACY	-
95	MANZAR-THE SCIENTIFIC JOURNAL OF LANDSCAPE	NAZAR RESEARCH CENTER ART ARCHITECTURE & URBANISM	ARCHITECTURE	-

96	MIDDLE EAST JOURNAL OF CANCER	SHIRAZ UNIV MEDICAL SCIENCES	ONCOLOGY | CLINICAL MEDICINE	0.177 Q4
97	MOLECULAR BIOLOGY RESEARCH COMMUNICATIONS	SHIRAZ UNIV	MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS | BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	0.267 Q4
98	NANOMEDICINE JOURNAL	MASHHAD UNIV MED SCIENCES	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY | NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	-
99	PERSIAN JOURNAL OF ACAROLOGY	ACAROLOGICAL SOCIETY IRAN, UNIV TEHRAN	ENTOMOLOGY | PLANT & ANIMAL SCIENCE	0.502 Q2
100	PHARMACEUTICAL SCIENCES	TABRIZ UNIV MEDICAL SCIENCES	PHARMACOLOGY & PHARMACY | PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	0.252 Q2
101	PHYSICAL CHEMISTRY RESEARCH	IRANIAN CHEMICAL SOC	CHEMISTRY | CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	0.234 Q3
102	PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY	IRANIAN SOC PHYSIOLOGY & PHARMACOLOGY	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY | PHYSIOLOGY	0.173 Q2
103	POLLUTION	UNIV TEHRAN	ENVIRONMENTAL SCIENCES | ENVIRONMENT/ECOLOGY	New Scopus
104	POULTRY SCIENCE JOURNAL	GORGAN UNIV AGRICULTURAL SCIENCES & NATURAL RESOURCES	AGRICULTURAL SCIENCES | AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	0.189 Q4
105	RELIGIOUS INQUIRIES	UNIV RELIGIONS & DENOMINATIONS	RELIGION	-
106	REPORTS OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY	VARASTEGAN INST MEDICAL SCIENCES, MASHHAD	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY | BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	0.366 Q3
107	RESEARCH IN MARINE SCIENCES	ARMAN DARYA INC, ARMAN DARYA INC, TEHRAN	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY | OCEANOGRAPHY	-
108	RESEARCH JOURNAL OF PHARMACOGNOSY	RANIAN SOC PHARMACOGNOSY	PHARMACOLOGY & PHARMACY | PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	-
109	SAHAND COMMUNICATIONS IN MATHEMATICAL ANALYSIS	UNIV MARAGHEH	MATHEMATICS	New Scopus
110	SALMAND-IRANIAN JOURNAL OF AGEING	NEGAH INST SCIENTIFIC COMMUNICATION, TEHRAN	CLINICAL MEDICINE | GERIATRICS & GERONTOLOGY	-
111	TRANSACTIONS ON COMBINATORICS	UNIV ISFAHAN	MATHEMATICS	0.177 Q4
112	TRAUMA MONTHLY	BAQIYATALLAH UNIV MEDICAL SCIENCES	CLINICAL MEDICINE | EMERGENCY MEDICINE	-
113	WORLD JOURNAL OF PLASTIC SURGERY	IRANIAN PLASTIC & RECONSTRUCTIVE SURGERY ASSOC	SURGERY | CLINICAL MEDICINE	-

جدول۴: فهرست ۲۱۱ نشریه ایرانی که در پایگاه استنادی اسکوپوس نمایه می‌شوند، به همراه آخرین ارزیابی آنها در همین پایگاه استنادی.

Rank	Title	SJR*	H - index	Total Docs. (2019)	Total Docs. (3 years)	Total Refs. (2019)	Total Cites (3 years)	Citable Docs. (3 years)	Cites / Doc. (2 years)	Ref./ Doc. (2019)
1	Journal of Family and Reproductive Health	1.289 Q1	5	0	7	0	25	7	0.00	0.00
2	BioImpacts	0.802 Q1	27	30	97	1269	354	91	3.84	42.30
3	Journal of Current Ophthalmology	0.782 Q2	14	98	186	2880	335	160	1.96	29.39
4	International Journal of Health Policy and Management	0.760 Q1	24	116	442	3902	856	231	3.72	33.64
5	Banach Journal of Mathematical Analysis	0.732 Q2	21	36	147	866	134	147	0.80	24.06
6	International Journal of Reproductive BioMedicine	0.657 Q2	24	89	295	2573	524	290	1.35	28.91
7	Archives of Bone and Joint Surgery	0.641 Q2	16	85	243	2289	376	222	1.58	26.93
8	Advances in Operator Theory	0.624 Q2	6	52	109	1028	86	109	0.77	19.77
9	Journal of Ophthalmic and Vision Research	0.623 Q2	23	88	289	2225	339	230	1.36	25.28
10	Iranian Endodontic Journal	0.614 Q2	20	54	273	1699	385	267	1.22	31.46
11	International Journal of Molecular and Cellular Medicine	0.591 Q2	8	8	84	292	156	80	1.74	36.50
12	Iranian Biomedical Journal	0.589 Q2	28	50	147	1841	337	140	1.83	36.82
13	Advanced Pharmaceutical Bulletin	0.569 Q1	29	80	242	3970	671	236	2.81	49.63
14	Cell Journal	0.565 Q3	26	66	246	2250	497	240	1.89	34.09
15	Journal of Arthropod-Borne Diseases	0.538 Q3	17	43	168	1592	233	164	1.25	37.02
16	Journal of Research in Medical Sciences	0.535 Q2	34	60	388	1874	593	327	1.75	31.23

17	Journal of Nonlinear Science and Applications (discontinued)	0.527 Q3	20	0	544	0	719	544	0.00	0.00
18	International Journal of Environmental Science and Technology	0.518 Q2	69	794	772	34194	2041	756	2.41	43.07
19	Journal of Reproduction and Infertility	0.518 Q3	19	39	115	1097	186	99	1.86	28.13
20	Iranian Journal of Parasitology	0.514 Q3	24	92	249	2461	329	243	1.25	26.75
21	Iranian Journal of Fuzzy Systems	0.512 Q2	25	81	166	3017	418	166	2.63	37.25
22	Urology Journal	0.511 Q2	28	119	250	1870	286	235	1.06	15.71
23	Iranian Journal of Basic Medical Sciences	0.508 Q2	33	202	545	9597	1165	539	2.23	47.51
24	International Journal of Fertility and Sterility	0.506 Q2	20	54	168	1686	299	165	1.46	31.22
25	International Journal of Preventive Medicine	0.506 Q2	35	182	332	5709	541	284	1.77	31.37
26	Persian Journal of Acarology	0.502 Q2	4	29	61	781	44	53	0.83	26.93
27	International Journal of Hematology-Oncology and Stem Cell Research	0.494 Q3	14	25	131	681	205	131	1.51	27.24
28	Global Journal of Environmental Science and Management	0.491 Q2	15	66	120	2541	263	120	2.09	38.50
29	Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench	0.490 Q3	22	80	223	2571	365	209	1.68	32.14
30	Archives of Iranian Medicine	0.472 Q2	45	133	462	2140	547	404	1.14	16.09
31	Iranian Journal of Medical Sciences	0.447 Q3	23	68	267	1821	396	248	1.59	26.78
32	Journal of Lasers in Medical Sciences	0.446 Q2	18	75	146	2600	283	146	1.86	34.67
33	Basic and Clinical Neuroscience	0.431 Q3	17	59	141	2509	238	136	1.13	42.53

34	Iranian Journal of Mathematical Sciences and Informatics	0.426 Q2	8	30	70	547	31	70	0.34	18.23
35	Annals of Functional Analysis	0.413 Q3	13	38	158	580	105	158	0.81	15.26
36	International Journal of Occupational and Environmental Medicine	0.409 Q3	18	29	100	704	128	71	1.74	24.28
37	International Journal of Community Based Nursing and Midwifery	0.405 Q2	9	32	117	1064	205	111	1.66	33.25
38	Journal of Research in Health Sciences	0.402 Q3	18	32	111	892	162	97	1.48	27.88
39	International Journal of Engineering, Transactions A: Basics	0.395 Q1	15	83	199	2111	231	199	0.87	25.43
40	Journal of Applied and Computational Mechanics	0.394 Q2	11	77	93	2784	163	92	2.00	36.16
41	Iranian Journal of Pharmaceutical Research	0.386 Q2	35	227	544	9023	903	533	1.62	39.75
42	Iranian Journal of Immunology	0.383 Q3	17	34	95	349	119	94	1.03	10.26
43	Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology	0.379 Q3	24	74	201	2923	272	193	1.17	39.50
44	Emergency	0.376 Q2	4	0	16	0	28	14	1.91	0.00
45	Reports of Biochemistry and Molecular Biology	0.366 Q3	7	44	50	1359	86	50	1.72	30.89
46	Caspian Journal of Internal Medicine	0.364 Q3	22	72	187	2053	248	173	1.26	28.51
47	Dental Research Journal	0.363 Q2	14	68	222	1907	233	219	0.97	28.04
48	Avicenna Journal of Medical Biotechnology	0.362 Q3	18	28	121	820	173	107	1.27	29.29
49	Applied Food Biotechnology	0.358 Q3	9	26	77	1074	117	77	1.49	41.31
50	Journal of Agricultural Science and Technology	0.357 Q2	26	92	412	3853	443	412	0.89	41.88

51	International Journal of Plant Production	0.355 Q2	25	41	97	1812	120	97	1.30	44.20
52	Bulletin of Emergency and Trauma	0.353 Q2	3	0	11	0	18	10	0.00	0.00
53	Categories and General Algebraic Structures with Applications	0.345 Q3	3	18	21	350	14	20	0.70	19.44
54	International Journal of Nanoscience and Nanotechnology	0.342 Q2	3	26	31	1039	45	31	1.45	39.96
55	Iranian Journal of Kidney Diseases	0.342 Q3	29	64	206	1804	224	185	1.03	28.19
56	Iranian Journal of Language Teaching Research	0.341 Q1	8	24	52	1094	58	48	0.85	45.58
57	Iranian Journal of Microbiology	0.329 Q3	23	75	176	2167	208	173	1.05	28.89
58	International Journal of Group Theory	0.327 Q4	7	19	64	272	24	64	0.36	14.32
59	Iranian Journal of Psychiatry	0.327 Q3	13	23	119	762	149	119	1.14	33.13
60	Iranian Journal of Veterinary Research	0.325 Q2	17	36	133	1036	133	132	1.01	28.78
61	Modares Journal of Medical Sciences: Pathobiology	0.322 Q3	1	0	1	0	1	1	0.00	0.00
62	Iranian Journal of Public Health	0.318 Q3	31	359	451	8352	381	304	1.16	23.26
63	Asian Journal of Sports Medicine	0.303 Q3	23	32	149	1037	138	144	0.50	32.41
64	Journal of Biomedical Physics and Engineering	0.303 Q3	9	83	131	2138	165	123	1.23	25.76
65	ARYA Atherosclerosis	0.302 Q3	16	42	140	1189	150	128	1.19	28.31
66	Iranian Journal of Fisheries Sciences	0.296 Q3	17	61	219	2298	163	219	0.76	37.67
67	Iranian Journal of Otorhinolaryngology	0.293 Q3	11	48	170	923	121	169	0.72	19.23

68	Journal of Cardiovascular and Thoracic Research	0.290 Q3	1	0	1	0	4	1	0.00	0.00
69	International Journal of Organ Transplantation Medicine	0.285 Q3	12	17	94	490	79	84	0.71	28.82
70	Journal of Applied Fluid Mechanics	0.285 Q3	26	192	672	5485	834	672	1.04	28.57
71	Progress in Color, Colorants and Coatings	0.285 Q3	7	24	80	818	99	80	1.21	34.08
72	Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Mechanical Engineering	0.284 Q3	11	192	103	6617	173	103	1.55	34.46
73	Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering	0.283 Q3	12	184	114	6459	156	113	1.43	35.10
74	Iranian Journal of Child Neurology	0.273 Q3	11	59	162	1886	127	157	0.76	31.97
75	Iranian Journal of Catalysis	0.270 Q3	16	39	144	1550	182	143	1.34	39.74
76	Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility	0.270 Q3	13	131	449	4290	265	449	0.51	32.75
77	Medical Journal of the Islamic Republic of Iran	0.268 Q3	16	123	249	3956	221	248	0.88	32.16
78	Molecular Biology Research Communications	0.267 Q4	5	14	44	404	46	44	1.05	28.86
79	International Journal of Engineering, Transactions B: Applications	0.265 Q2	16	97	301	2451	268	301	0.86	25.27
80	Tanaffos	0.263 Q3	14	26	150	747	107	134	0.79	28.73
81	International Journal of Radiation Research	0.258 Q3	16	81	163	2269	104	162	0.47	28.01
82	Iranian Journal of Biotechnology	0.257 Q3	18	35	111	1122	125	110	1.01	32.06
83	Analytical and Bioanalytical Chemistry Research	0.256 Q4	7	34	83	1430	98	83	1.16	42.06
84	Scientia Iranica	0.255 Q2	47	240	872	9557	936	867	1.07	39.82

85	International Journal of Supply and Operations Management	0.254 Q3	3	14	28	458	28	28	1.00	32.71
86	Acta Medica Iranica	0.253 Q3	24	92	443	2301	325	415	0.55	25.01
87	Journal of Membrane Science and Research	0.252 Q3	11	43	95	1505	118	85	1.22	35.00
88	Pharmaceutical Sciences	0.252 Q2	15	52	142	1812	208	135	1.66	34.85
89	Nanomedicine Research Journal	0.249 Q3	8	32	80	1346	103	80	1.09	42.06
90	Journal of HerbMed Pharmacology	0.247 Q3	9	38	112	1477	105	111	0.99	38.87
91	Khayyam Journal of Mathematics	0.246 Q3	4	24	48	437	26	48	0.47	18.21
92	Journal of Rangeland Science	0.242 Q3	5	27	106	997	47	106	0.38	36.93
93	Analytical and Bioanalytical Electrochemistry	0.240 Q4	15	120	281	5891	414	280	1.59	49.09
94	Bulletin of the Iranian Mathematical Society	0.240 Q3	14	175	374	3718	148	369	0.40	21.25
95	Journal of the Iranian Statistical Society	0.238 Q4	5	20	40	525	16	40	0.29	26.25
96	Archives of Clinical Infectious Diseases	0.236 Q3	11	74	189	1826	120	172	0.59	24.68
97	Current Medical Mycology	0.236 Q4	3	34	28	1119	29	26	1.12	32.91
98	Evidence Based Care Journal	0.234 Q3	5	28	99	756	71	96	0.65	27.00
99	Physical Chemistry Research	0.234 Q3	9	54	171	1932	160	171	1.03	35.78
100	Asian Journal of Civil Engineering	0.233 Q3	18	96	232	3008	162	231	0.76	31.33
101	Iranian Journal of Medical Physics	0.233 Q4	7	46	101	1238	78	101	0.81	26.91
102	Health Promotion Perspectives	0.232 Q3	4	45	45	1612	76	43	1.77	35.82
103	HAYAT	0.229 Q3	9	32	97	1061	91	92	0.98	33.16
104	Journal of Tehran University Heart Center	0.226 Q3	12	40	116	668	71	102	0.67	16.70
105	Iran Occupational Health	0.225 Q4	9	31	216	1084	80	216	0.34	34.97

106	Journal of Medical Ethics and History of Medicine	0.225 Q1	12	10	52	265	52	50	0.73	26.50
107	International Journal of Pediatrics (discontinued)	0.223 Q3	12	0	461	0	307	444	0.68	0.00
108	Journal of Nanostructures	0.223 Q3	6	41	78	1418	90	78	1.15	34.59
109	Iranian Journal of Pathology	0.222 Q4	9	53	210	1269	146	192	0.70	23.94
110	Iranian Journal of Pediatrics	0.222 Q3	22	82	311	1909	158	279	0.38	23.28
111	Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences	0.218 Q3	13	61	275	1895	168	271	0.49	31.07
112	Journal of Renal Injury Prevention	0.217 Q3	7	57	126	1619	85	120	0.71	28.40
113	Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering	0.214 Q3	22	98	310	3597	217	306	0.63	36.70
114	Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science	0.212 Q2	17	323	439	9556	388	433	0.93	29.59
115	Journal of Comprehensive Pediatrics	0.206 Q3	7	40	98	920	70	93	0.78	23.00
116	Iranian Journal of Ichthyology	0.205 Q4	10	19	87	1488	44	87	0.51	78.32
117	Journal of Solid Mechanics	0.204 Q3	14	19	192	666	115	192	0.57	35.05
118	Iranian Rehabilitation Journal	0.200 Q3	7	36	136	947	48	133	0.42	26.31
119	Iranian Journal of Plant Physiology	0.198 Q4	2	17	88	613	26	88	0.25	36.06
120	Journal of Computational and Applied Research in Mechanical Engineering	0.196 Q3	6	22	54	569	41	54	0.87	25.86
121	Journal of Military Medicine	0.196 Q4	10	82	182	2778	61	176	0.40	33.88
122	Iranian Journal of Nuclear Medicine	0.195 Q4	9	25	67	491	33	66	0.63	19.64
123	Journal of Mathematical Modeling	0.195 Q4	1	27	15	656	8	15	0.53	24.30
124	Veterinary Research Forum	0.195 Q3	3	56	45	1784	29	45	0.64	31.86
125	Journal of Economic Geology	0.194 Q4	2	16	29	667	12	29	0.41	41.69

126	Iranian Economic Review	0.193 Q3	4	37	125	1222	60	125	0.44	33.03
127	Geopersia	0.191 Q3	2	24	42	1262	19	42	0.45	52.58
128	Poultry Science Journal	0.189 Q4	3	22	40	796	27	40	0.68	36.18
129	Journal of Nuts	0.187 Q4	2	16	31	588	11	31	0.35	36.75
130	Iranian Journal of Physics Research	0.185 Q4	5	79	227	1908	48	227	0.16	24.15
131	Koomesh	0.183 Q3	11	102	348	3923	134	348	0.39	38.46
132	Webology	0.178 Q3	15	28	41	927	39	39	1.15	33.11
133	International Cardiovascular Research Journal	0.177 Q4	11	26	97	572	27	94	0.35	22.00
134	Middle East Journal of Cancer	0.177 Q4	5	50	115	1330	49	112	0.56	26.60
135	Transactions on Combinatorics	0.177 Q4	2	19	20	346	4	20	0.20	18.21
136	Annals of Applied Sport Science	0.176 Q3	2	32	90	1022	35	90	0.39	31.94
137	Archives of Razi Institute	0.176 Q3	7	48	98	492	35	98	0.36	10.25
138	Iranian Journal of Ageing	0.176 Q4	2	52	40	1924	26	40	0.65	37.00
139	Journal of Crop Protection	0.175 Q4	3	36	70	1339	31	70	0.44	37.19
140	Physiology and Pharmacology	0.173 Q2	10	37	104	1401	52	101	0.50	37.86
141	Iranian Journal of Epidemiology	0.172 Q4	9	54	131	1647	64	130	0.45	30.50
142	Journal of Mazandaran University of Medical Sciences	0.171 Q4	16	252	916	7948	376	908	0.36	31.54
143	Iranian Journal of Applied Animal Science	0.170 Q4	5	62	280	2508	87	280	0.28	40.45
144	Iranian Journal of Materials Science and Engineering	0.170 Q2	12	29	100	900	52	100	0.52	31.03
145	International Journal of Information Science and Management	0.166 Q3	10	16	53	545	26	53	0.38	34.06
146	Iranian Journal of Neonatology	0.166 Q4	7	63	151	1456	44	151	0.30	23.11

147	Journal of Food Quality and Hazards Control	0.161 Q4	9	28	92	752	35	69	0.42	26.86
148	Language Related Research	0.160 Q2	4	55	229	1673	28	229	0.13	30.42
149	Majlesi Journal of Electrical Engineering	0.159 Q4	5	39	103	898	62	103	0.59	23.03
150	Journal of Cellular and Molecular Anesthesia	0.158 Q3	5	19	94	400	23	92	0.16	21.05
151	International Journal of Language Testing	0.157 Q2	2	1	21	101	6	21	0.21	101.00
152	Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects	0.157 Q3	3	0	2	0	1	2	0.00	0.00
153	Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism	0.155 Q4	10	31	124	1317	54	124	0.48	42.48
154	Iranian Heart Journal	0.154 Q4	3	48	102	1045	14	102	0.16	21.77
155	Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering	0.154 Q4	12	52	114	1436	83	114	0.68	27.62
156	Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Electrical Engineering	0.154 Q4	7	172	78	5749	77	78	1.07	33.42
157	Tehran University Medical Journal	0.154 Q4	10	123	361	2765	100	357	0.26	22.48
158	Journal of Babol University of Medical Sciences	0.152 Q4	12	60	362	1502	84	361	0.20	25.03
159	Journal of Medicinal Plants	0.150 Q3	19	39	201	1998	58	199	0.25	51.23
160	Geopolitics Quarterly	0.149 Q3	3	18	73	656	21	72	0.28	36.44
161	International Journal of Nonlinear Analysis and Applications	0.149 Q4	2	33	40	902	12	40	0.30	27.33
162	Iranian Journal of Information Processing Management	0.147 Q4	4	49	174	1638	28	174	0.18	33.43
163	Iranian Journal of Dermatology	0.144 Q4	5	30	100	770	19	90	0.08	25.67
164	Journal of Isfahan Medical School	0.144 Q4	10	121	781	2996	104	778	0.14	24.76

165	Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences	0.142 Q3	6	43	73	1474	29	73	0.42	34.28
166	Iranian Journal of Blood and Cancer	0.141 Q4	5	30	95	782	20	76	0.27	26.07
167	Galen Medical Journal	0.137 Q4	4	0	49	0	22	41	0.00	0.00
168	Iranian Journal of Earth Sciences	0.134 Q4	3	20	46	765	15	46	0.22	38.25
169	Journal of Applied Biotechnology Reports	0.133 Q4	6	30	87	1202	34	87	0.29	40.07
170	Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran	0.133 Q4	9	29	85	913	36	85	0.39	31.48
171	Journal of Research in Applied Linguistics	0.130 Q3	3	36	69	907	39	69	0.57	25.19
172	Journal of Environmental Studies	0.129 Q4	9	0	71	0	13	71	0.23	0.00
173	Journal of Kerman University of Medical Sciences	0.129 Q4	8	58	185	1603	39	183	0.18	27.64
174	Journal of Veterinary Research	0.127 Q4	7	60	156	1893	13	156	0.04	31.55
175	Mechanics of Advanced Composite Structures	0.127 Q3	1	23	18	628	10	18	0.56	27.30
176	Journal of Mashhad Dental School	0.125 Q4	1	0	3	0	1	3	0.00	0.00
177	Middle East Journal of Digestive Diseases	0.125 Q4	1	30	1	750	0	1	0.00	25.00
178	Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences	0.125 Q4	7	72	215	2103	45	215	0.23	29.21
179	Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences	0.124 Q4	11	0	87	0	24	87	0.15	0.00
180	Govaresh	0.123 Q4	7	31	95	1201	31	92	0.32	38.74
181	International Journal of Management and Business Research	0.123 Q4	5	35	80	861	26	80	0.39	24.60
182	Journal of the Earth and Space Physics	0.123 Q4	5	43	174	1189	18	174	0.14	27.65

183	Journal of Information Systems and Telecommunication	0.122 Q4	5	14	83	484	16	83	0.18	34.57
184	Asia Pacific Journal of Medical Toxicology	0.113 Q4	0	0	2	0	0	2	0.00	0.00
185	Journal of Zanjan University of Medical Sciences and Health Services	0.111 Q4	11	16	206	486	29	206	0.16	30.38
186	Journal of Information Technology Management	0.110 Q4	2	0	69	0	8	69	0.12	0.00
187	Journal of Optimization in Industrial Engineering	0.107 Q4	2	16	21	476	5	21	0.24	29.75
188	Genetics in the Third Millennium	0.104 Q4	4	0	52	0	3	52	0.00	0.00
189	Research in Contemporary World Literature/ Pazhuhesh-e Zabanha-ye Khareji	0.100 Q4	5	12	77	122	0	77	0.00	10.17
190	Advances in Environmental Technology		0	3	0	161	0	0	0.00	53.67
191	Algebraic Structures and their Applications		1	24	0	351	0	0	0.00	14.63
192	Caspian Journal of Environmental Sciences		1	31	0	1260	0	0	0.00	40.65
193	Human Rights		0	12	0	324	0	0	0.00	27.00
194	International Journal of Aquatic Biology		1	46	0	1665	0	0	0.00	36.20
195	International Journal of Industrial Engineering and Production Research		1	31	0	942	0	0	0.00	30.39
196	International Journal of Mining and Geo-Engineering		1	25	0	1016	0	0	0.00	40.64
197	International Journal of Society, Culture and Language		0	18	0	782	0	0	0.00	43.44
198	Iranian Journal of Breast Diseases		0	12	0	441	0	0	0.00	36.75
199	Iranian Journal of Geophysics		0	24	0	724	0	0	0.00	30.17

200	Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology		0	35	0	1201	0	0	0.00	34.31
201	Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology		1	32	0	1374	0	0	0.00	42.94
202	Iranian Journal of Veterinary Science and Technology		0	8	0	304	0	0	0.00	38.00
203	Iranian Journal of War and Public Health		1	24	0	843	0	0	0.00	35.13
204	Journal of Advances in Medical and Biomedical Research		0	7	0	180	0	0	0.00	25.71
205	Journal of Chemical Health Risks		1	32	0	1111	0	0	0.00	34.72
206	Journal of Operation and Automation in Power Engineering		1	24	0	768	0	0	0.00	32.00
207	Nursing Practice Today		0	29	0	775	0	0	0.00	26.72
208	Pollution		2	72	0	2900	0	0	0.00	40.28
209	Polyolefins Journal		2	14	0	582	0	0	0.00	41.57
210	Rostaniha		0	18	0	574	0	0	0.00	31.89
211	Sahand Communications in Mathematical Analysis		1	58	0	1005	0	0	0.00	17.33

راهکارهای مهم مقابله با ویروس کرونای جدید: از میراث‌های کهن طب سنتی تا واکسن‌های نوین

مهران حبیبی رضائی[1]، رضا یوسفی[2,*]

چکیده

ویروس کرونای جدید پس از آنکه در اواخر سال ۲۰۱۹ در کشور چین ظاهر شد به‌واسطه سهولت حمل‌ونقل در دنیای نوین و عدم آشنایی سیستم ایمنی بدن انسان با آن، به سرعت مرزهای این کشور را در نوردید و ضمن گسترش سریع، اینک به بزرگترین چالش دنیا بعد از جنگ جهانی دوم تبدیل شده است. ده‌ها هزار نفر از جمله بسیاری از کارکنان خدمات پزشکی به آن آلوده شده‌اند و هزاران نفر نیز جان باخته‌اند درحالیکه تاکنون هنوز درمان مؤثر و قطعی برای آن گزارش نشده است. از طرف دیگر تلاش‌های هماهنگ جهانی برای توقف این ویروس با شدت تمام طی چند ماه گذشته شروع شده است و همچنان ادامه دارد. در این راستا دولت‌ها، سازمان‌ها، نهادها و بنیادهای خیریه زیادی در سراسر دنیا حمایت‌های جدی خود را از دانشگاه‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه طراحی و ساخت دارو، آغاز کرده‌اند و به پشتوانه این حمایت‌ها ده‌ها واکسن و آنتی‌بادی ساخته شده است که در مراحل مختلف کارآزمایی بالینی هستند و احتمالاً بزودی به بازار عرضه خواهند شد. همچنین داروهای شیمیایی موجود و به‌ویژه مواردی که پیش‌تر در درمان عفونت‌های ویروسی استفاده شده‌اند و داروهای گیاهی مورد استفاده در طب سنتی، بار دیگر فرصت یافته‌اند تا ارزش‌های خود را مجدداً به منصه‌ظهور برسانند. همچنین طرح‌های زیادی ظرفیت بالقوه سلول‌های بنیادی را برای مهار این بیماری عفونی به خدمت گرفته‌اند و ساخت داروهای جدید و نوآورانه نیز در دستور کار دانشمندان قرار دارد. با در نظر گرفتن اطلاعات ژنتیکی پروتئین تاجی شکل ویروس کرونا تاکنون چندین واکسن از جنس DNA، RNA و پروتئین ساخته شده است. همچنین پروتئین تاجی شکل هدف مناسبی برای بسیاری از آنتی‌بادی‌های در حال ساخت است که ضمن اتصال به این ویروس، آن را خنثی خواهند کرد. برخی از آنتی‌بادی‌های دارویی که قبلاً برای درمان بیماری‌های دیگر استفاده می‌شده‌است، اخیراً برای کاهش التهاب ریوی و تسهیل تنفس بیماران کرونایی پیشنهاد شده‌اند. این آنتی‌بادی‌ها با اتصال به گیرنده‌های سیتوکینی اختصاصی، از آسیب‌های ریوی با سازوکار مهار طوفان سیتوکینی جلوگیری می‌کند. همچنین داروهای ضدویروسی، برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها و چندین داروی مهم دیگر، توجه پزشکان و محققان حوزه دارویی را برای مقابله با این بیماری جلب کرده است. برخی از ترکیبات با منشأ گیاهی نیز نتایج مثبتی در مهار این بیماری ویروسی نشان داده‌اند. در این نوشتار جزئیات طرح‌های پیشرو در حوزه‌های داروهای در حال آزمایش علیه بیماری کووید-۱۹ که در مراحل مختلف کارآزمایی‌های بالینی قرار دارند، به تفضیل توضیح داده می‌شود. در طول تاریخ چند هزار ساله، بشر بارها اپیدمی و پاندمی (همه‌گیری جهانی) بیماری‌های عفونی و کشنده را تجربه کرده است و پاندمی اخیر نیز آخرین آنها نخواهد بود. از این‌رو سرمایه‌گذاری در راستای تقویت زیرساخت‌های علمی و عملی دانشگاه‌ها، مراکز علمی و شرکت‌های دارویی و زیست‌فناوری، عبور از بحران‌های بهداشتی مشابه را که وقوع آنها در آینده نیز اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، با هزینه‌های کمتری برای کشور همراه خواهد نمود.

واژگان کلیدی: کووید-۱۹، واکسن، آنتی بادی، داروهای ضدویروسی، سلول‌های بنیادی، داروهای گیاهی طب سنتی.

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن ۰۷۱۳۶۱۳۷۶۱۷، آدرس الکترونیکی ryousefi@shirazu.ac.ir

[1] استاد بیوشیمی، آزمایشگاه بیوتکنولوژی پروتئین (PBRL)، دانشکده زیست شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[2] استاد بیوشیمی، آزمایشگاه شیمی پروتئین (PCL)، بخش زیست شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

مقدمه

سابقه شیوع عارضه آلودگی با ویروس اسرارآمیز کرونای جدید (SARS-CoV-2[1]) که جان میلیون‌ها انسان را به خطر انداخته است، به اواخر سال ۲۰۱۹ در شهر دوازده میلیون و هفتصد هزار نفری ووهان[2] چین باز می‌گردد. این بیماری ابتدا nCoV–۲۰۱۹ نامیده شد، سپس سازمان بهداشت جهانی آن را کووید–۱۹[3] نامگذاری کرد.

به‌طور کلی جایگاه اتصال و ورود ویروس‌های کرونا به درون سلول و بافت‌های بدن، آنزیمی در غشای سلولی است که به اختصار ACE2[4] نامیده می شود[۱]. این آنزیم دارای بالاترین فراوانی در بافت‌های ریه، قلب، دستگاه گوارش، غشای اندوتلیال و کلیه‌ها می‌باشد و ضمن برهمکنش با پروتئین تاجی شکل ویروس کرونا، ورود آن به سلول‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد. از این‌روست که این اندام‌ها و به‌ویژه شش‌ها بیشتر از بقیه بخش‌های بدن از این ویروس مهلک، متأثرمی‌شوند. همچنین درافراد سیگاری و بیماران قلبی–عروقی و کسانی که داروهای ضد فشارخون استفاده می‌کنند، میزان حضور این گیرنده ویروسی به میزان قابل‌توجهی زیاد می‌شود و به همین دلیل عفونت ویروس کرونا، برای این افراد مهلک‌تر است [۲]. همچنین، ابتلای بیماران دیابتی و افراد مسن به این عفونت ویروسی به دلایلی همچون ضعف سیستم ایمنی و وجود بیماری‌های زمینه‌ای به شدت کشنده است.

با وجود تلاش‌های گسترده جهانی و اشتیاق پزشکان و محققان سراسر دنیا برای مهار این بیماری عفونی و کمک به بیماران، تاکنون روش درمانی یا دارویی قطعی و تأیید شده برای این بیماری گزارش نشده است. ازاین‌رو در نبود داروی مؤثر، مقابله با شیوع روزافزون آن به یک فوریت مهم پزشکی در سراسر جهان تبدیل شده است. همچنین دولت‌ها سازمان‌ها و بنیادهای خیریه زیادی در سراسر جهان کمک‌های مادی قابل‌توجهی را در اختیار دانشگاه‌ها و شرکت‌های داروسازی و فناوری زیستی قرار داده‌اند تا دارو یا راهکار مؤثر جهت مقابله با این عفونت ویروسی نوظهور را بیابند. شیوع گسترده این بیماری در جهان فرصتی را نیز برای داروهای سنتزی و سنتی موجود فراهم کرده است تا اثربخشی آنها در مقابله با این بیماری مورد بررسی قرار گیرد. اگر حتی تعداد کمی از تلاش‌هایی که در راستای یافتن درمان برای این عارضه طی ماه‌های گذشته شروع شده است در آینده نزدیک به نتیجه برسد، به زودی تعداد قابل‌توجهی داروی مؤثر در دسترس خواهد بود که با سازوکارهای متفاوتی ضمن مهار ویروس قاتل به شیوع گسترده آن در جهان پایان خواهند داد.

همچنین تاکنون ترکیبات متعددی با هدف درمان این عارضه ویروسی استفاده شده است که در مواردی نشانه‌هایی از تاثیر مثبت برخی از آنها روی بیماران کووید–۱۹نیز گزارش شده است ولی از آنجایی‌که استانداردهای دقیق کارآزمایی[5] بالینی نظیر تعداد قابل قبول شرکت‌کنندگان در آزمایش و یا گروه‌های کنترل به‌درستی به‌کار گرفته نشده است، لذا اظهارنظر قطعی در خصوص کارایی آنها به آسانی امکان‌پذیر نیست. ازاین‌رو تنها آزمایش‌ها و کارآزمایی‌های بالینی که با دقت و مطابق استانداردهایی پذیرفته شده انجام می‌شوند مشخص خواهد کرد که کدام روش یا ترکیب در برابر این عفونت ویروسی مؤثر است. ترکیبات بالقوه دارویی علیه بیماری کووید–۱۹ که هم‌اینک مراحل مختلف آزمایش و کار آزمایی بالینی را طی می‌کنند، از منظر ساختار و سازوکار عملکردی متنوع هستند، با این حال بیشترین تلاش‌ها بر تهیه و تولید واکسن‌ها[6] و آنتی–بادی‌های مؤثر علیه این عارضه ویروسی متمرکز است. در این مقاله به اجمال به معرفی آخرین وضعیت راهکارهای مقابله مؤثر علیه این بیماری می‌پردازیم.

الف) واکسن‌ها

واکسن فرآورده حیاتی است که در بدن ایمنی اکتسابی فعال علیه یک بیماری عفونی خاص ایجاد می‌کند. واکسن به‌طور معمول اغلب مبتنی بر اشکال ضعیف یا کشته‌شده میکروب، سموم و یا

[1] Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2
[2] Wuhan
[3] Covid 19
[4] Angiotensin Converting Enzyme 2
[5] Clinical trial
[6] Vaccines

یکی از پروتئین‌های سطحی آن با هدف پیشگیری از ابتلا به بیماری عفونی است [۳]. واکسن با فعال‌سازی سلول‌های دفاعی بدن، سیستم ایمنی را جهت شناسایی و از بین بردن عوامل بیگانه مانند ویروس عامل کووید–۱۹ تحریک می‌کند. تاکنون طیف متنوعی از واکسن‌های بالقوه برای مقابله با کووید–۱۹ پیشنهاد شده است.

۱. واکسن DNA موسوم به INO-4800

شرکت فناوری زیستی اینوویو[1] اخیراً تولید و آزمایش واکسنی از جنس DNA موسوم به INO-4800 را با هدف استفاده برعلیه ویروس کرونای جدید آغاز نموده است[2] (۱). این شرکت در گذشته نیز واکسن DNA موسوم به INO-4700 یا GLS-5300 را ساخته است که حاوی اطلاعات گلیکوپروتئین تاجی شکل ویروس MERS-CoV[3] می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که این واکسن به‌وسیله انسان به خوبی تحمل شده است و پاسخ ایمنی بالایی نیز در برابر MERS-CoV در ۹۴ درصد افرادی که در کارآزمایی بالینی اولیه در ژوئیه ۲۰۱۹ شرکت کرده بودند، ایجاد کرده‌است. شرکت مذکور، DNA حاوی ژن پروتئین تاجی شکل[4] ویروس کرونای جدید را به کمک پالس ضعیف الکتریکی به درون سلول‌های انسانی منتقل می‌کند که پس از رونویسی به mRNA و سپس ترجمه به پروتئین سیستم ایمنی فرد را فعال خواهد کرد تا سلول‌های توانمند لنفوسیت T و B به‌ترتیب برای فعال‌سازی سیستم ایمنی سلولی و هومورال و در نتیجه آنتی‌بادی برعلیه ویروس کرونا تولید شود. انتظار می‌رود که کارآزمایی بالینی انسانی با شرکت ۳۰ داوطلب سالم در آوریل ۲۰۲۰ در ایالات متحده و به‌دنبال آن در چین و کره جنوبی انجام شود. همچنین یک کارآزمایی بالینی فاز ۱ قرار است به‌طور موازی در چین انجام شود، انتظار می‌رود نتایج آزمایش‌های بالینی در سپتامبر سال ۲۰۲۰ در دسترس قرار گیرد.

۲. واکسن mRNA-1273

شرکت مودرنا[5] واکسن mRNA-1273 را جهت مقابله با عفونت ویروس کرونای جدید تولید کرده است[6] (۲). این واکسن که در مدل‌های حیوانی نتایج رضایت بخشی داشته است، حاوی بخشی از اطلاعات ژنتیکی پروتئین تاجی شکل ویروس است که سیستم ایمنی بدن را برای ایجاد پاسخ ایمنی مناسب تحریک می‌کند.

از آنجایی‌که محققین شرکت مودرنا و انستیتو ملی آلرژی و بیماری‌های عفونی، پیش‌تر تجربه تولید واکسن ویروس‌های مشابه با ویروس کرونای جدید نظیر ویروس عامل سندرم حاد تنفسی حاد (SARS) و سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS[7]) را داشتند، با آشکار شدن توالی ژنومی ویروس جدید به‌سرعت توانستند واکسن mRNA-1273 را برعلیه آن طراحی کنند. هم اکنون کارآزمایی بالینی در انستیتو تحقیقات بهداشتی کایزر پرمانته (KP[8]) واشنگتن آغاز شده است. در این کارآزمایی بالینی ۴۵ مرد و زن ۱۸ تا ۴۵ ساله، شرکت دارند. این مطالعه با هدف بررسی ایمنی محصول و توانایی آن در القای پاسخ ایمنی مناسب، به بررسی غلظت‌های مختلف واکسن تولیدی در شرکت‌کنندگان می‌پردازد. این اولین مرحله از چندین مرحله کارآزمایی بالینی است که به ارزیابی فواید احتمالی این واکسن می‌پردازد.

---

[1] Inovio Pharmaceuticals (https://www.inovio.com)

[2] تولید واکسن INO-4800 به‌وسیله این شرکت با کمک ۹ میلیون دلاری اتحادیه ائتلاف نوآوری‌های آمادگی اپیدمی (The Coalition for Epidemic Preparedness Innovations, CEPI) پشتیبانی می‌شود که بودجه تولید واکسن مقابله با بیماری‌های ویروسی همه‌گیر را فراهم می‌کند. همچنین این شرکت از بنیاد بیل و ملیندا گیتس (Bill & Melinda Gates Foundation) کمک ۵ میلیون دلاری دریافت کرده است تا ضمن ساخت و تحویل دستگاه هوشمند فرآوری واکسن کووید–۱۹، به این فرایند سرعت ببخشند.

[3] Middle East respiratory syndrome coronavirus

[4] Spike protein

[5] Moderna Therapeutics (https://www.modernatx.com)

[6] این شرکت با انستیتو ملی آلرژی و بیماری‌های عفونی (The National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIAID) آمریکا برای تهیه این واکسن همکاری می‌کند.

[7] Middle East Respiratory Syndrome

[8] Kaiser Permanente

۳. واکسن TNX-1800

تولید واکسن TNX-1800 علیه ویروس کرونای جدید در برنامه شرکت تونیکس (TNXP[1]) قرار دارد[2] (۳). این واکسن شکل تغییر یافته ویروس آبله اسب[3] است که پروتئین ویروسی را در بدن تولید می‌کند و قرار است به‌صورت تزریق زیر پوستی برعلیه ویروس کرونای جدید استفاده شود.

۴. واکسن Trimer-Tag©

واکسن نوترکیب Trimer-Tag© را یک شرکت چینی[4] تولید می‌کند (۴). این شرکت پروتئین تریمر تاجی شکل ویروس کرونای جدید را به‌عنوان واکسن نوترکیب در سلول پستانداران تولید کرده است. پیش‌بینی می‌شود که شکل بسیار خالص این واکسن به‌زودی برای انجام مطالعات پیش بالینی آماده شود. تحقیقات این شرکت نشان می‌دهد که آنتی بادی‌های تولید شده در سرم افراد بیمار کووید-۱۹ نیز با موفقیت این واکسن پروتئینی را شناسایی می‌کنند. به کمک همین فناوری، شرکت مذکور قبلاً نیز با موفقیت واکسن نوترکیب پروتئینی تری مری برعلیه ویروس شایع سیستم تنفسی[5] و ویروس آنفلوانزا طراحی کرده است.

۵. واکسن خوراکی VAAST

شرکت واکسارت[6] براساس ژنوم منتشر شده ویروس کرونای جدید، برای تولید واکسن نوترکیب خوراکی VAAST علیه بیماری کووید-۱۹ و بررسی پاسخ‌های ایمنی مخاطی و سیستمی، اقدام نموده است (۵). در همین ارتباط پاسخ‌های ایمنی مخاطی بیشتر مورد توجه است زیرا ویروس‌های کرونا در درجه اول ضمن نفوذ در بخش مخاطی، عفونت دستگاه تنفسی ایجاد می‌کند. این شرکت با استفاده از همین سیستم قبلاً واکسن‌هایی را با موفقیت تولید کرده است و یکی از واکسن‌های مهم آن، واکسن آنفلوانزای H1است که در انسان اثربخشی خوبی نیز نشان داده است.

۶. نانو واکسن مبتنی بر پروتئین نوترکیب

. شرکت نوواکس[7] چندین نامزد نانو واکسن مبتنی بر نانوذرات پروتئین نوترکیب اختصاصی و آنتی‌ژن‌های پروتئین تاجی شکل ویروس کرونای جدید را پس از آزمایش در مدل‌های حیوانی تولید کرده است[8] (۶). این شرکت در سال ۲۰۱۳ واکسن ویروس کرونای سندرم تنفسی خاورمیانه‌ای (MERS) را تولید کرده است. پیش‌بینی زمان آغاز آزمایش‌های بالینی فاز ۱ واکسن اخیر این شرکت که برای مقابله با کووید -۱۹طراحی شده است، اواخر بهار سال ۲۰۲۰ است.

۷. واکسن قابل استفاده به شکل قطره بینی

شرکت آلتمیون[9] به‌دنبال تولید واکسن نوترکیب علیه ویروس کرونای جدید است که به صورت قطره بینی استفاده خواهد شد (۷). شرکت مذکور طراحی و سنتز این واکسن تک دوز را اخیراً به پایان رسانده است و هم‌اینک در مرحله آزمایش روی حیوانات آزمایشگاهی است.

۸. واکسن تغییر یافته کرونای مرغی جهت استفاده در انسان

ویروس کرونای مرغی (IBV[10]) که شش، روده، کلیه و سیستم تولیدمثل ماکیان را آلوده می‌کند، بر عملکرد طیور و میزان تولید تخم‌مرغ تأثیر می‌گذارد[۴]. مؤسسه تحقیقات میگال[11] اعلام

---

[1] Tonix Pharmaceuticals Holding Corp (https://www.tonixpharma.com)

[2] این شرکت تولید این واکسن را با سازمان تحقیقاتی جنوب که سازمانی غیرانتفاعی است انجام می‌دهد. قرار است سازمان تحقیقات جنوب، ارزیابی اثربخشی واکسن را انجام دهد.

[3] Horsepox

[4] Clover Biopharmaceuticals (http://www.cloverbiopharma.com)

[5] Syncytial virus

[6] Vaxart (https://investors.vaxart.com)

[7] Novavax Inc. (https://www.novavax.com)

[8] اتحادیه ائتلاف نوآوری‌های آمادگی اپیدمی (CEPI) که بودجه لازم جهت ساخت واکسن‌های جدید برای جلوگیری و مهار همه گیری بیماریهای عفونی را تأمین می‌کند، اخیراً کمک ۴ میلیون دلاری را در اختیار قرار داده است تا واکسنی برای مقابله با بیماری کووید-۱۹بسازد.

[9] Altimmune, Inc. (https://altimmune.com)

[10] Avian coronavirus (IBV)

[11] Migal Research Institute (http://www.migal.org.il)

کرده است که واکسن کرونای مرغی را که قبلاً و طی چهار سال تولید کرده بود، اینک برای مقابله با بیماری کووید-۱۹اصلاح و تغییر داده است.

۹. واکسن SII

انستیتو سرم‌سازی هند با یک شرکت دارویی مستقر در آمریکا[1] جهت تولید واکسن اختصاصی برای مقابله با بیماری کووید-۱۹همکاری می‌کند (۸). این واکسن (SII) در حال حاضر در مرحله آزمایش پیش بالینی است و انتظار می‌رود کارآزمایی‌های بالینی طی شش ماه آینده آغاز شود. پیش‌بینی می‌شود که واکسن SII تا اوایل سال ۲۰۲۲ به بازار عرضه شود.

۱۰. واکسن تولید شده در سیستم گیاهی

کمپانی کانادایی مدیکاگو[2] پیشرفت‌های چشمگیری در تولید واکسن بیماری کووید-۱۹ در میزبان گیاهی داشته است[3] (۹). این شرکت که همکاری نزدیکی با مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی دانشگاه لاوال[4] دارد با استفاده از ذرات شبه ویروسی (VLP[5]) و میزبان گیاه توتون گونه بنتام[6]، تولید واکسن با توانایی بالقوه برعلیه بیماری کووید-۱۹را آغاز کرده است.

۱۱. استفاده از فناوری‌های جدید در تولید واکسن‌های بیماری کووید-۱۹

شرکت دانمارکی آجی واکسن[7] تولید واکسن برعلیه بیماری کووید-۱۹را آغاز کرده است (۱۰). محصول این شرکت احتمالاً در سال ۲۰۲۱ به بازار جهانی عرضه خواهد شد.

شرکت اینتگرال مولکولار[8] نیز برای تولید واکسن کووید-۱۹از فناوری شاتگان[9] استفاده می‌کند (۱۱). این فناوری کمک می‌کند تا همزمان ۱۰۰۰ جایگاه اتصال آنتی بادی را مشخص نمایند. همچنین این شرکت از فناوری آرایه پروتئوم غشایی[10] در برنامه تولید واکسن خود استفاده می‌کند. فناوری اخیر کمک می‌کند تا گیرنده‌هایی که ویروس به کمک آنها سلول را آلوده می‌کند، شناسایی شوند. شرکت سل-سای[11] نیز با استفاده از فناوری موسوم به سامانه ارائه لیگاند اپی توپ درآنتی‌ژن[12] که به اختصار LEAPS[13] خوانده می‌شود، جایگاه‌های حفاظت‌شده پروتئین-های ویروس کرونا را شناسایی می‌کند (۱۲). استفاده از این جایگاه‌ها در طراحی واکسن احتمالاً پاسخ ایمنی مناسبی ایجاد خواهد کرد. این فناوری همچنین می‌تواند برای تولید پپتیدهای درمانی با هر دو خاصیت ضدویروسی و ضدالتهابی مورد استفاده قرار گیرد. پپتیدهای تولید شده با استفاده از این فناوری می‌توانند در کاهش آسیب بافتی ناشی از التهاب عفونت ریوی که عامل اصلی مرگ‌ومیر در بیماران مسن مبتلا به کووید-۱۹است، کمک کند. شرکت جنرکس[14] از فناوری Ii-Key[15]برای تهیه واکسن برعلیه ویروس کرونای جدید استفاده خواهد کرد[16](۱۳).

---

[1] Codagenix Inc. (https://www.codagenix.com)

[2] Medicago

[3] فعالیت‌های پژوهشی این شرکت تا حدودی توسط مؤسسه تحقیقات بهداشت کانادا (The Canadian Institutes of Health Research, CIHR) تأمین مالی می‌شود.

[4] Laval University

[5] Virus-like particle

[6] Nicotiana benthamiana

[7] AJ Vaccine

[8] Integral Molecular

[9] Shotgun technology

[10] Membrane Proteome Array

[11] CEL-SCI (http://cel-sci.com)

[12] فناوری مبتنی بر تحریک پاسخ‌های ایمونولوژیک در لنفوسیت‌های T با استفاده از پپتیدهای سنتزی.

[13] Ligand Epitope Antigen Presentation System

[14] Generex

[15] فناوری که در آن با استفاده از قطعه پپتیدی از زنجیر ثابت همراه با کمپلکس سازگاری بافتی (MHC) کلاس II (li) کارآیی فعال‌سازی سلول-های T_h، افزایش می‌یابد. قطعه مزبور "li-Key" نامیده می‌شود.

[16] این شرکت برای شروع کار مبلغ ۱ میلیون دلار و برای به‌کارگیری فناوری Ii-Key در برنامه تولید واکسن کرونا مبلغ ۵ میلیون دلارکمک مالی دریافت نموده است.

ب) داروهای مبتنی بر آنتی بادی‌ها

حجم وسیعی از اقدامات اساسی در حال انجام در سراسر جهان جهت مهار ویروس کرونا، به تولید آنتی‌بادی‌های مونوکلونال و پلی‌کلونال برعلیه آن اختصاص یافته است. برای این منظور، پس از شناسایی و تولید آنتی‌بادی‌های اختصاصی برعلیه ویروس کرونای جدید بررسی اثربخشی در کشت سلولی اثر حفاظتی یا درمانی روی حیوانات آزمایشگاهی و در ادامه کارآزمایی‌های بالینی روی انسان انجام می‌شود. لازم به یادآوری است که داروهای مبتنی بر آنتی‌بادی دارای حداقل عوارض جانبی هستند و این موضوع در طی درمان بسیاری از بیماری‌های التهابی مزمن انسانی اثبات شده است. بنابراین، گسترش این داروها برای استفاده در بیماران کووید-۱۹ موضوعی جذاب است. در ادامه به معرفی اهم فعالیت‌های انجام‌شده در این زمینه، می‌پردازیم.

۱. آنتی بادی مونوکلونال TJM2 (TJ003234)

شرکت آی مب بیوفارما[1] در حال تولید آنتی‌بادی مونوکلونال موسوم به TJM2 (TJ003234) جهت درمان بیماران با علائم شدید کووید-۱۹ با رویکرد مقابله با طوفان مولکولی سیتوکینی[2] از طریق هدف قرار دادن سیتوکین[3] موسوم به فاکتور محرک دودمان گرانولوسیت- ماکروفاژ انسانی (GM-CSF[4]) به‌عنوان عامل بروز التهاب حاد و مزمن است (۱۴، ۵).

۲. آنتی‌بادی مونوکلونال TZLS-501

شرکت تیزیانا[5] آنتی‌بادی مونوکلونال موسوم به TZLS-501 علیه گیرنده اینترلوکین ۶ طراحی کرده است (۱۵). این دارو با اتصال به هر دو شکل آزاد و غشایی این گیرنده سطح خونی، اینترلوکین۶ را کاهش می‌دهد و در نتیجه از التهاب مزمن ریوی می‌کاهد. تولید بیش‌ازحد سیتوکین موسوم به اینترلوکین ۶ به‌عنوان عامل اصلی التهاب مزمن در نظر گرفته می‌شود واین پدیده با آسیب جدی ریوی در بیماران کووید-۱۹ که علایم شدید تنفسی دارند، همراه می‌باشد.

۳. آنتی‌بادی مونوکلونال بلوکه‌کننده گیرنده غشایی ویروس

شرکت آمریکایی زیست فناوری ویر (Vir [6]) با همکاری شرکت چینی ووژی[7] با هدف درمان بیماری کووید-۱۹، تولید دو آنتی بادی مونوکلونال برعلیه پروتئین غشایی ACE2 و در نتیجه جلوگیری از اتصال پروتئین تاجی شکل ویروس به آن را پیگیری می‌کند (۱۶). این شرکت همچنین با شرکت‌های دیگری[8] نیز برای شناسایی نامزدهای siRNA که ویروس SARS-CoV-2 را هدف قرارمی‌دهند و تولید رده‌های سلولی و تهیه و تولید آنتی‌بادی، همکاری می‌کند.

---

[1] I-Mab Biopharma

[2] طوفان سیتوکینی (Cytokine storm) زمانی رخ می‌دهد که در پاسخ به عامل عفونی، تعداد زیادی از سلول‌های سیستم ایمنی تحریک شوند که در پی آن میزان بالایی از سیتوکین و کموکاین (chemokine) در خون رها می‌شود. واکنش بیش‌ازحد سیستم ایمنی بدن یا همان طوفان سیتوکینی دلیل اصلی نارسایی ریوی و بروز علائم شدید منجر به مرگ در برخی از بیماران مبتلا به کووید-۱۹ می‌باشد. این مولکول‌ها باعث جلب سلول‌های التهابی به کانون عفونت ویروسی، نظیر شش بیماران مبتلا به کووید-۱۹می‌شوند. اگرچه سیتوکین‌ها و سلول‌ها با عفونت ویروسی مبارزه می‌کنند ولی حضور چشمگیر آنها در کیسه‌های هوایی تا حدودی تبادل اکسیژن را نیز با مشکل مواجه می‌سازد. با مهار گیرنده‌های سیتوکینی و کموکاینی، این مشکل به‌میزان قابل‌توجهی حل می‌شود. علائم این پدیده تب، خستگی، بی‌اشتهایی، درد مفاصل و ماهیچه‌ها، تهوع، استفراغ، اسهال، جوش‌های پوستی، تنفس سریع، تپش قلب، افت فشارخون، تشنج، سردرد، گیجی، روان‌آشفتگی، توهم، لرزش وکرختی است. در واقع دلیل اصلی مرگ بیماران مبتلا به کرونا نه خود ویروس بلکه فراهم آوردن شرایط ایجاد طوفان مولکولی سیتوکینی به‌وسیله آن می‌باشد.

[3] سیتوکین‌ها پروتئین‌هایی هستند که در پاسخ به تحریک توسط سلول‌های سیستم ایمنی ترشح می‌شوند و وظیفه انتقال پیام بین سلول‌ها را برعهده دارند.

[4] Granulocyte-macrophage colony-stimulating factor

[5] Tiziana Life Sciences (https://www.tizianalifesciences.com/)

[6] Vir Biotechnology (https://www.vir.bio/)

[7] WuXi Biologics (https://www.wuxibiologics.com/)

[8] Alnylam Pharmaceuticals (https://www.alnylam.com/) , Biogen (https://www.biogen.com/)

۴. آنتی بادی مونو کلونال آکتمرا[1] یا توسیلیزوماب[2]

چین استفاده از داروی آلتی زوماب[3] یا توسیلیزوماب با نام تجاری آکتمرا برای معالجه آن دسته از بیماران کووید-۱۹با علائم شدید مشکلات ریوی را تأیید کرده است (۱۷). داروهایی مانند **آکتمرا** با مورد هدف قرار گیرنده اینترلوکین۶[4](IL-6R)، توانایی جلوگیری از طوفان سیتوکینی، برای درمان آرتریت روماتوئید (RA[5]) و شکل شدید ورم مفاصل در کودکان نیز استفاده می‌شود. این آنتی‌بادی مونوکلونال گیرنده اینترلوکین ۶ (IL-6R[6]) را هدف قرار می‌دهد. این دارو همچنین در یک کارآزمایی بالینی در چین با ۱۸۸ بیمار مبتلا به عارضه کووید-۱۹مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و انتظار می‌رود که نتایج آن تا اواسط ماه می سال ۲۰۲۰ مشخص شود.

۵. آنتی‌بادی مونوکلونال کوزارا [7]

آنتی‌بادی مونوکلونال کوزارا یا ساریلوماب[8]، یک آنتی‌بادی مونوکلونال کاملاً انسانی است که با اتصال و مسدود کردن گیرنده اینترلوکین ۶ در مسیرعملکرد این اینترلوکین مشکل ایجاد می‌کند. این آنتی‌بادی پیش‌تر نیز برای درمان بیماری آرتریت روماتویید (روماتیسم مفصلی) استفاده شده است (۱۸). شرکت رژنرون[9] با همکاری شرکت سانوفی[10] در تلاش‌اند تا این آنتی‌بادی مونوکلونال را در بیماران کووید-۱۹که علائم شدید تنفسی نشان می‌دهند، امتحان کنند.

۶. آنتی‌بادی مونوکلونال لرونلیماب (پرو۱۴۰)[11]

یکی از مهمترین راهکارهای محدود کردن پاسخ‌های التهابی در بدن مهار فعالیت برخی ترکیبات سیتوکینی و کموکینی[12] می‌باشد. آنتی‌بادی مونوکلونال لرونلیماب (پرو۱۴۰) اخیراً برای درمان بیماری کووید-۱۹ در دو کارآزمایی بالینی (روی بیماران با علائم تنفسی خفیف تا متوسط و روی بیماران با علائم تنفسی شدید) به‌وسیله شرکت آمریکای سیتو دین[13] و با نظارت FDA دردرمان بیماران مبتلا به کووید-۱۹استفاده می‌شود (۱۹). این دارو از طریق اتصال به گیرنده کموکین CCR5[14]، مهاجرت ماکروفاژها و رهاسازی سیتوکین‌های التهابی نظیر TNF و اینترلوکینی ۶ و به‌تبع آن طوفان سایتوکینی که باعث ایجاد آسیب جدی ریوی در برخی بیماران کووید-۱۹ می‌شود را کاهش می‌دهد. همچنین این دارو که موضوع بررسی ۹ کارآزمایی بالینی در بیماران مبتلا به ایدز بوده است، نشان داده شده است که می‌تواند بار ویروسی بدن را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد.

۷. افشره مایع آمنیوتیک[15]

شرکت لاتیک بیولوژیک[16] در حال بررسی کارایی یک نوع افشره مایع آمنیوتیک موسوم به آمنیوبوست[17] جهت معالجه بیماران کووید-۱۹است (۲۰). مایع آمنیوتیک از زنان اهداکننده سالم و در حین زایمان سزارین گرفته می‌شود. این مایع قبلاً در شرایط التهابی مزمن بزرگسالان مانند استئوآرتریت در ۱۰۰۰ بیمار استفاده شده است که بدون عوارض جانبی بوده و نتایج خوبی نیز داشته است. همچنین این ماده در درمان ترمیم استخوان و غضروف و همچنین ترمیم بافت‌های نرم قابل‌استفاده است. استفاده از آن تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی را افزایش و تولید سیتوکین‌های پیش التهابی را کاهش می‌دهد. مایع آمنیوتیک اثربخشی مهمی در کاهش شرایط التهابی ناشی از چندین بیماری از جمله ویروس کرونا را نشان داده است. آزمایش با مایع آمنیوتیک در ایالات‌متحده بر روی افرادی انجام می‌شود که دارای عفونت تأیید شده با ویروس کرونای جدید و درگیری

---

[1] Actemra
[2] Tocilizumab
[3] Atlizumab
[4] اینترلوکین ۶ (Interleukin 6) نقش مهمی در پاسخ ایمنی بدن دارد و در پاتوژنز بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری‌های خود ایمنی، میلوما و سرطان پروستات نقش دارد.
[5] Rheumatoid arthritis
[6] Interleukin 6 receptor
[7] Kevzara
[8] Sarilumab
[9] Regeneron
[10] Safoni (https://www.sanofi.com/)
[11] Leronlimab (Pro 140)
[12] Chemokine
[13] CytoDyn Inc. (https://www.cytodyn.com/)
[14] C-C chemokine receptor type 5
[15] Amniotic-fluid concentrate
[16] Lattice Biologics (http://www.latticebiologics.com/)
[17] AmnioBoost

جدی ریوی باشند به‌طوری‌که نیازمند اکسیژن‌رسانی یا تهویه مکانیکی باشند. اعتقاد بر این است که این مایع دارای خواص زیادی در تقویت سیستم ایمنی برای مقابله با فرآیندهای التهابی است.

۸. آنتی‌بادی‌های پلی کلونال پلاسمایی

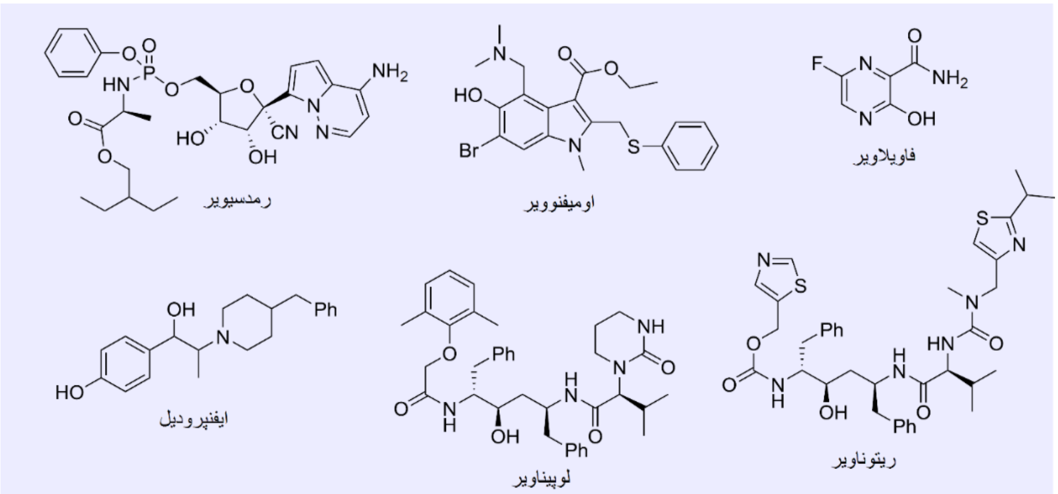
اساس این روش استفاده از آنتی‌بادی‌های تغلیظ شده اختصاصی برعلیه پاتوژن از پلاسمای بیماران بهبود یافته می‌باشد. این آنتی‌بادی‌ها می‌توانند هنگام تزریق به بیمار جدید پاسخ ایمنی قابل‌توجهی را ایجاد کنند و روند بهبودی بیماران را تسریع بخشند. شرکت آمریکایی EBS[۱] دو محصول هایپرایمیون[۲] به‌دست آمده از پلاسما برای مقابله با بیماری کووید-۱۹ شامل COVID-HIG و COVID-EIG را که به‌ترتیب از پلاسمای انسان و اسب بدست می‌آیند، با هدف درمان علائم عفونت ریوی شدید این بیماران تولید کرده است (۲۱). شرکت ژاپنی تاکدا[۳] نیز قصد دارد یک روش درمان پلاسمایی برای بیماری کووید- ۱۹ را ارائه نماید (۲۲).

ج. درمان با بازکاربری[۴] داروهای موجود

بازکاربری دارو شامل بررسی داروهای موجود برای اهداف درمانی جدید است که با هدف کاهش قابل‌توجه زمان و هزینه ورود دارو به بازار، تسهیل فرمولاسیون و توزیع دارو و دست‌یابی به درمان مؤثرتر از طریق فراهم آوردن امکان ترکیب آن با داروهای دیگر، به یک راهکار جهانی برای درمان بیماری‌های جدید، تبدیل شده است. از بین داروهایی که در زیر معرفی می‌شوند داروی رمدسیویر[۵]، فاویلاویر[۶]، داروی ترکیبی کالترا[۷] شامل دو داروی لوپیناویر و ریتونوویر و داروهای ترکیبی حاوی کلوروکوئین[۸]، کوبی سیستات[۹] و داروناویر[۱۰] قابلیت بیشتری را برای درمان بیماری کووید-۱۹ نشان داده‌اند.

۱. رمدسیویر

از منظر ساختاری رمدسیویر شبیه آدنوزین تری فسفات (ATP) است و فعالیت آنزیم RNA پلیمراز و به تبع آن رونویسی RNA را در سلول‌ها متوقف می‌کند[۷]. این دارو اولین بار در سال ۲۰۱۶ به‌عنوان درمان بالقوه بیماران مبتلا به ویروس ابولا[۱۱] معرفی شد [۶](**شکل ۱**). رمدسیویر در مطالعات آزمایشگاهی و



شکل ۱: ساختار شیمیایی تعدادی از داروهای ضدویروسی که برای درمان بیماری کووید-۱۹در حال بررسی هستند.

[1] Emergent BioSolutions

[۲] هایپرایمیون‌ها (hyperimmunes) آنتی‌بادی‌های پلی‌کلونال بدست آمده از پلاسما هستند که قادر به ایجاد پاسخ ایمنی و حفاظت در برابر عفونت می‌باشند.

[3] Takeda

[4] Repositioning (repropusing)

[5] Remdesivir (GS-5734)

[6] Favipiravir, T-705, Avigan, or Favilavir

[7] Kaletra

[8] Chloroquine

[9] Cobicistat

[10] Darunavir

[11] Ebola

مدل‌های حیوانی توانسته است تکثیر انواع ویروس‌های کرونا را متوقف نماید و در حال حاضر در فاز سوم کارآزمایی بالینی برعلیه بیماری کووید-۱۹قرار دارد. از این‌رو با توجه به نتایج اثربخش آن روی یک بیمار آمریکایی، شرکت گلیاد[1] یک مطالعه بالینی در مقیاس نسبتاً بزرگ روی بیماران مبتلا به کووید-۱۹در چین و چندین کشور اروپایی را شروع شده است که نتایج آن به‌زودی منتشر خواهد شد. همچنین با مشارکت چندین دانشگاه آمریکایی مطالعات کارآزمایی بالینی این دارو در بیماران کوید-۱۹ در آمریکا، چین و دانمارک در حال انجام می‌باشد (۲۳).

۲. اومیفنوویر[2]

داروی مشتق ایندولی اومیفنوویردر سال ۱۹۹۳ به‌وسیله دانشمندان روسی ساخته شد و از سال ۲۰۰۶ در کشورهای روسیه و چین برای معالجه و پیشگیری آنفلوانزا و سایر عفونت‌های تنفسی استفاده می‌شود [۸]. این دارو با چندین سازوکار، ویروس‌های با ماده ژنتیکی RNA را مهار می‌کند. اومیفنوویر با برقراری برهم‌کنش استاکینک با ریشه‌های تیروزین و تریپتوفان پروتئین تاجی شکل ویروس کرونا و احتمالاً برهمکنش با گروه‌های قندی گلیکوپروتئین‌های ویروسی و گیرنده سطح غشا میزبان برای جلوگیری از ورود ویروس به درون سلول مهم است و علاوه‌بر فعالیت ضدویروسی، روی سلول میزبان نیز اثر می‌گذارد (۲۳)(شکل ۱). همچنین نشان داده شده است که این دارو با پایدارسازی غشای سلولی می‌تواند مانع اتصال پروتئین هماگلوتینین ویروس آنفلوانزا و در نتیجه ورود آن به درون سلول میزبان شود. همین توانایی‌های این دارو باعث ترغیب دانشمندان جهت انجام تحقیقات بیشتر در مورد استفاده از آن برای انواع ویروس‌های واجد RNA نظیر فلاوی ویروس[3]، ویروس زیکا[4]، ویروس لاسا[5]، ویروس ابولا، ویروس تبخال، ویروس‌های هپاتیت B و C، ویروس شیکونگونیا[6]، رئوویروس، ویروس هانتان[7] و ویروس کوکساکی B5[8] گردیده است. در حال حاضر پژوهش‌ها روی اومیفنوویر به‌عنوان یک درمان احتمالی و پیشگیری‌کننده از بیماری کووید-۱۹ به‌صورت ترکیبی به همراه دیگر روش‌های درمانی در حال اجرا است [۷].

۳. فاویلاویر

فاویلاویر یا فاویپیراویر[9] مشتق پیرازین کرباکسآمید[10] است که به‌وسیله یک شرکت ژاپنی[11] تولید و در سال ۲۰۱۴ در ژاپن برای درمان مقاومت ناشی از ویروس آنفلونزا تأیید شده است [۸]. این دارو برعلیه بسیاری از ویروس‌های RNA عمل می‌کند (**شکل ۱**). از آنجایی‌که این دارو آنزیم RNA پلیمراز ویروسی را هدف قرار می‌دهد، لذا با داروهای ضد آنفلوانزای تأیید شده کنونی، متفاوت است. این دارو در آزمایش‌های حیوانی در برابر ویروس‌های آنفلوانزا، ویروس غرب نیل، ویروس تب زرد، ویروس بیماری پا و دهان و سایر فلاوی ویروس‌ها[12]، آرناویروس‌ها [13]، بونوی ویروس‌ها[14] و آلفا ویروس‌ها عملکرد قابل‌قبول داشته است. در فوریه سال ۲۰۲۰ این دارو در چین برای درمان آزمایشی بیماران کووید-۱۹ آزمایش شد. در ماه مارس ۲۰۲۰ نیز مقامات چینی ادعا کردند که این دارو در درمان بیماری کووید-۱۹درشهرهای ووهان و شنژن[15] مؤثر بوده است. به این ترتیب فاویلاویر اولین داروی ضدویروسی است که پس از اثبات اثربخشی وتحمل‌پذیری قابل‌قبولش در یک کارآزمایی بالینی روی ۷۰ بیمار توسط سازمان ملی مدیریت محصولات پزشکی چین برای معالجه بیماران کووید-۱۹ تأیید شده است (۲۴). اگرچه نتیجه کارآزمایی بالینی این دارو در حال حاضر در دسترس نیست ولی این داروی ضدویروسی در آزمایش‌های تجربی روی بیماران کووید-۱۹در کشورهای ژاپن و چین نتایج قابل‌قبول داشته است. در نتیجه بازاریابی برای این دارو در فوریه ۲۰۲۰ انجام شده است و شرکت دارویی ژجیانگ هسون[9] تولید

---

[1] Gilead Sciences, Inc.
[2] Umifenovir
[3] Flavivirus
[4] Zika Virus
[5] Lassa Virus
[6] Chikungunya Virus
[7] Hantaan Virus
[8] Coxsackie B5 Virus
[9] Wenzhou Hoson

[9] Favipiravir, T-705, Avigan, or Favilavi
[10] Pyrazinecarboxamide
[11] Toyama Chemical (Fujifilm group)
[12] Flaviviruses
[13] Arenaviruses
[14] Bunyaviruses
[15] Shenzhen

[4] Ifenprodil (NP-120)

انبوه این دارو را در پاسخ به شیوع بیماری کووید-۱۹آغاز کرده است(۲۴). در بعضی از کارآزمایی‌های بالینی اثربخشی این دارو به صورت ترکیبی با برم هگزین[1] و توسیلیزوماب[2] بررسی شده است [۷].

۴. ایفنپرودیل

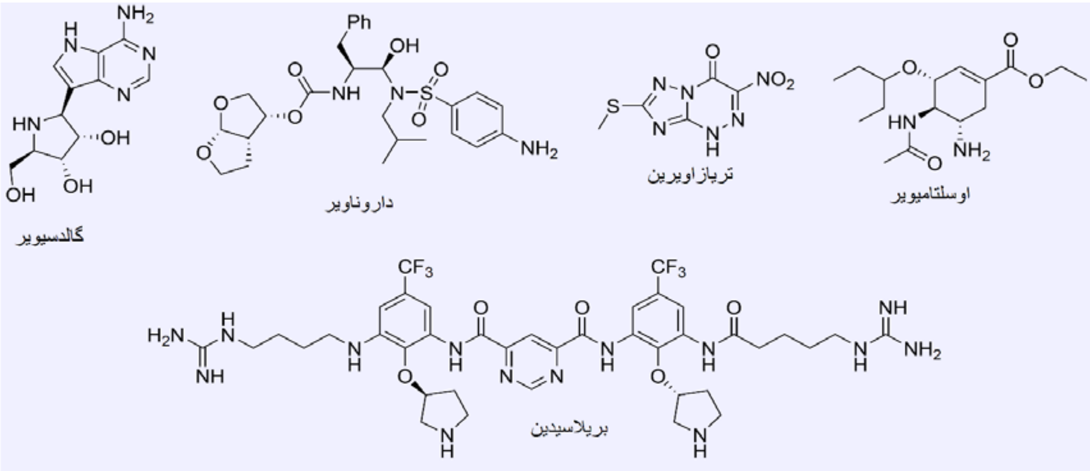
داروی ایفنپرودیل[4] آنتاگونیست گیرنده نوع NMDA[5] گلوتامات است (**شکل ۱**). این دارو ابتدا در دهه ۱۹۹۰ به‌وسیله شرکت سانوفی[6] برای معالجه اختلالات گردش‌خون در بازارهای فرانسه و ژاپن تولید شد و هم‌اکنون همچنان در ژاپن تولید و به فروش می‌رسد. اثربخشی این دارو در مدل‌های حیوانی آلودگی با ویروس H5N1[7] که زیرگروه ویروس آنفولانزای A است، به اثبات رسیده است (۲۵). اخیراً یک مطالعه مستقل نشان داد که ایفنپرودیل به‌طور قابل‌توجهی آسیب حاد ریوی (ALI[8]) را کاهش می‌دهد و زنده ماندن موش‌های آلوده به ویروس H5N1 را بهبود می‌بخشد. از این‌رو شرکت دارویی آلگرنون[9] در ماه گذشته اعلام کرده است که در حال بررسی بالینی امکان استفاده از این دارو به‌عنوان درمان جدید برای بیماری کووید-۱۹است [۷].

۵. کالترا[10] (ریتوناویر[11] و لوپیناویر[12])

کالترا به داروی ترکیبی ریتوناویر و لوپیناویر (LPV/RTV) اطلاق می‌شود که برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ توسط شرکت دارویی ابوت[13] با این نام تجاری به بازار عرضه شد و از همان زمان مورد تجویز قرار گرفته است. ریتوناویر (RTV) مهارکننده پپتیدازی است که با مداخله در چرخه تکثیر ویروسی، به‌عنوان داروی ضد عامل ایدز نیز با موفقیت استفاده شده است. اگرچه در ابتدا این دارو به‌عنوان یک عامل ضدویروسی مستقل معرفی شد ولی بعدها مشخص شد که اثربخشی ضدویروسی آن در غلظت پایین، به صورت ترکیبی با سایر مهارکننده‌های پروتئازی افزایش می‌یابد. این دارو برای اولین بار در دسامبر ۲۰۱۴ برای درمان عفونت ویروسی هپاتیت C (HCV) ژنوتیپ 1b و به صورت ترکیبی با ریباویرین[14] برای درمان هپاتیت C (HCV) ژنوتیپ 1a تأیید و در ژوئیه سال ۲۰۱۵ اولین بار برای معالجه هپاتیت C (HCV[15]) ژنوتیپ ۴ تجویز شد [۹](**شکل ۱**). با این حال، بیشترین گزارش‌های اثربخشی ریتوناویر مربوط به استفاده از آن بصورت ترکیبی همراه با لوپیناویر (LPV) تحت عنوان کالترا است. لوپیناویر که به صورت مستقل تجویز نمی‌شود، یک مهارکننده پپتیدازی ضد رتروویروس‌ها است که در ترکیب با سایر داروهای ضد رتروویروسی برای درمان عفونت HIV-1 استفاده می‌شود. پزشکان ترکیب مزبور را برای درمان بیماران کووید-۱۹با علائم خفیف مشکلات تنفسی مؤثر اعلام نموده‌اند. از این‌رو در کشور روسیه کالترا برای مقابله با کووید-۱۹توصیه شده است. هم اکنون فاز ۳ مطالعات بالینی استفاده از کالترا برای درمان کوویید-۱۹توسط محققان چینی پایان یافته و فاز ۴ این بررسی‌ها نیز در بیمارستان تونژی چین[16] در حال اجرا است. پیش‌بینی می‌شود که نتایج این پژوهش تا ماه جولای سال جاری منتشر شود. همچنین با حمایت سازمان بهداشت جهانی (WHO)، آزمون‌های فاز ۴ استفاده از کالترا در بسیاری از کشورهای اروپایی، ایران، بحرین، آفریقای جنوبی و تایلند در حال اجرا است. همچنین اعلام نتیجه بررسی‌های مزبور به سال ۲۰۲۳ موکول شده است. با این حال، براساس نتایج جدید حاصل از یک مطالعه بالینی که در ماه مارس سال جاری و در

---

[1] Bromhexin
[2] Tocilizumab
[5] N-methyl-d-aspartate (NDMA) receptor
[6] Sanofi
[7] ویروس آنفلوانزای مرغی بسیار پاتوژن آسیایی نوع A (H5N1)، عمدتاً در پرندگان دیده می‌شود و در بین آنها بسیار مسری است. ویروس مزبور مخصوصاً برای طیور کشنده است. این ویروس برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ در غازهای چین کشف و اولین بار در سال ۱۹۹۷ در طی شیوع طیور در هنگ‌کنگ در انسان گزارش شد و از آن زمان در مرغداری‌ها و پرندگان وحشی بیش از ۵۰ کشور آفریقایی، آسیایی، اروپایی و خاورمیانه مشاهده شده است. این ویروس می‌تواند باعث ایجاد بیماری در انسان و بسیاری از حیوانات شود. این ویروس با بیش از ۵۰ درصد مرگ‌ومیر تا به امروز کشنده‌ترین نوع آنفلوانزا شناخته شده است.
[8] Acute lung injury
[9] Algernon Pharmaceuticals Inc.
[10] Kaletra (LPV/RTV)
[11] Ritonavir
[12] Lopinavir (ABT 378)
[13] Abbott
[14] Ribavirin
[15] Chronic hepatitis C virus (HCV) infection
[16] Tongji Hospital, Hobei



شکل۲: ساختار شیمیایی تعدادی از داروها که برای درمان کووید-۱۹مطالعه می‌شوند.

یک نشریه معتبر پزشکی[1] منتشر شده است، درمان با کالترا برای بیماران کووید-۱۹بزرگسال بستری شده با علائم شدید، نتایج رضایت‌بخشی نشان نداده است[۱۰].

۶. گالدسیویر[2]

داروی گالدسیویر مشتق آدنوزین است که ابتدا به‌عنوان درمانی برای هپاتیت C در نظر گرفته شده بود اما متعاقباً به‌عنوان یک درمان بالقوه برای عفونت‌های کشنده‌ای نظیر ویروس ابولای زعیر[3] و بیماری ویروسی ماربورگ[4]، تب زرد[5] و زیکا[6] استفاده شده است [۱۰،۲۶] (**شکل ۲**). سازوکار عملکرد این دارو از طریق اتصال به آنزیم RNA پلیمراز ویروسی است که ضمن برهمکنش الکترواستاتیکی، ساختار آنزیم ویروسی را تغییر می‌دهد که به خاتمه زودرس ساخت RNA ویروسی و مهار رشد و تکثیر آن منجر می‌شود. از آنجایی‌که در مطالعات آزمایشگاهی این دارو فعالیت ضدویروسی گسترده‌ای برعلیه انواع ویروس‌های واجد RNA با رشته‌های مثبت و منفی[7] نشان داده است، ممکن است به‌عنوان یک درمان بالقوه برای بیماری کووید-۱۹نیز در نظر گرفته شود (۱۱).

۷. کلروکوئین

کلروکوئین[8] مشتقی از آمینوکینولون[9] است که برای اولین بار در دهه ۱۹۴۰ برای درمان مالاریا معرفی شد و در اکتبر ۱۹۴۹ مجوز سازمان غذا-داروی آمریکا (FDA) را دریافت نموده است (**شکل ۳**). این ترکیب تا زمان معرفی داروهای جدید مانند پیریمتأمین[10] ، آرتمیسینین[11] ، و مفلوکوئین[12] برای درمان مالاریا استفاده می‌شد. کلروکوئین و مشتق آن هیدروکسی کلروکوئین با راهکار بازکاربری[13] برای معالجه بیماران مبتلا به ایدز، لوپوس اریتماتوز سیستمیک[14] و آرتریت روماتوئید[15] و درمان سیستمی آبسه‌های کبدی آمیبی[16] استفاده می‌شود. تاکنون سازوکار دقیق عملکرد این داروی ضد مالاریا گزارش نشده است. کلروکوئین دارویی با خواص ضد التهابی است که مجوزهای لازم برای درمان ذات الریه ناشی از بیماری ویروسی کووید-۱۹ را از کمیسیون ملی بهداشت ملی چین[17]دریافت کرده است. اثربخشی این دارو علیه ویروس کرونای جدید در شرایط آزمایشگاهی و در کارآزمایی‌های متعدد بالینی در سراسر چین تأیید شده است. در حال حاضر این دارو در چین به‌عنوان یک درمان بالقوه برای

---

[1] The New England Journal of Medicine (NEJM)
[2] Galidesivir
[3] Zaire Ebolavirus
[4] Marburg virus disease (MVD)
[5] Yellow Fever virus
[6] Zika virus
[7] Positive(5'-to-3') & Negative (3'-to-5')-sense viral RNA
[8] Chloroquine
[9] Aminoquinolone
[10] Pyrimethamine
[11] Artemisinin
[12] Mefloquine
[13] Repurpose
[14] Systemic lupus erythematosus
[15] Rheumatoid arthritis
[16] Amebic liver abscesses
[17] China's National Health Commission

بیماری کووید-۱۹مطرح است [۱۲]. سازوکار عملکرد کلروکوئین برعلیه ویروس کرونا از طریق مهار گلیکوزیلاسیون آنزیم غشایی ACE2 (گیرنده ویروس) اعلام شده است که به این ترتیب می‌تواند از ورود آن به سلول جلوگیری نماید. همچنین سازوکار دیگر فعالیت ضدویروسی این ترکیب از طریق افزایش pH اندوزومی عنوان شده است. مطالعات آزمایشگاهی نشانگر مهار عفونت ویروسی در بیماران کووید-۱۹ با مصرف غلظت‌های معین کلروکوئین است. با این حال این دارو هنوز برای درمان کووید-۱۹ به‌طور قطعی تأیید نشده است. همچنین نتایج کارآزمایی‌های بالینی برای ارزیابی عملکرد قطعی کلروکوئین در درمان یا پیشگیری کووید-۱۹نیز هنوز اعلام نشده است [۱۳]. از این‌رو هم اکنون آزمایش‌های بالینی متعدد در چین و سایر کشورها به‌ویژه در مکزیک آغاز شده و یا در حال انجام است. براین اساس انتظار می‌رود نتایج بخشی از این بررسی‌ها طی هفته‌های آتی منتشر شود. البته استفاده از غلظت‌های مختلف و آزمون‌های فاز ۴ کارآزمایی بالینی این ترکیب در بیماران کووید-۱۹ نیز در حال انجام است که انتظار می‌رود نتایج آن طی دو تا سه ماه آتی اعلام شود [۱۴].

۸. اوسلتامیویر[1] (تامیلو[2])

اوسلتامیویر با نام تجاری تامیلو، داروی ضدویروسی است که برای درمان و جلوگیری از آنفلوانزا A و آنفلوانزا B کاربرد دارد (۲۷). این دارو توسط شرکت گلیاد[3] و از ماده اولیه شیکیمیک اسید[4] ساخته شد. شیکیمیک اسید ابتدا فقط از عصاره گونه خاصی ستاره دریائی چینی قابل فرآوری بود تا اینکه امکان تولید آن به صورت نوترکیب نیز فراهم شد (**شکل ۲**). در سال ۱۹۹۹سازمان غذا-داروی آمریکا اوسلتامیویر فسفات را برای درمان آنفولانزا در بزرگسالان تأیید کرد و در ژوئن سال ۲۰۰۲ نیز آژانس داروئی اروپا (EMA[5])، این دارو را برای پیشگیری و درمان آنفولانزا تأیید نمود. همچنین در سال ۲۰۰۳، تجزیه‌وتحلیل تلفیقی از ده کارآزمایی بالینی تصادفی نشان داد که اوسلتامیوویر عفونت‌های دستگاه تنفسی تحتانی را کاهش می‌دهد. سازوکار ضدویروسی این دارو به دلیل مهار آنزیم نورامینیداز[6] سطح ویروس که مانع جوانه‌زنی ویروسی از سلول میزبان، تکثیر ویروسی و در نهایت عفونت‌زایی آن می‌شود، استوار است. تجویز اوسلتامیویر برای معالجه و پیشگیری از عفونت ویروس‌های آنفلوانزا A (شامل پاندمی N1H1) و B توصیه شده است. قابل ذکر است که سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۷ داروی اوسلتامیویر را بدلیل مقرون‌به‌صرفه نبودن از فهرست داروهای ضروری و اصلی به داروهای مکمل[7]، انتقال داده است [۱۴]. بر اساس کارآزمایی‌های بالینی انجام شده اوسلتامیویر علیرغم آنکه به صورت ویژه به‌عنوان داروی ضد آنفلونزا طراحی شده است ولی به میزان قابل‌توجهی از عفونت ویروس عامل کووید-۱۹ می‌کاهد. با وجود استفاده گسترده از اوسلتامیویر در بیمارستان‌های چین برای موارد قطعی یا مضنون به کووید-۱۹، تا امروز شواهد قانع‌کننده‌ای مبنی بر اثربخشی این دارو در درمان این بیماری مشاهده نشده است. همچنین بررسی‌های گسترده‌ای در مورد اثربخشی اوسلتامیویر به صورت ترکیبی با داروهای دیگر در جریان است (۲۷).

۹. داروناویر[8]

به‌عنوان مهارکننده پروتئازی نسل دوم، داروناویر برای مبارزه با مقاومت در برابر درمان استاندارد HIV طراحی شده است و تأییدیه اولیه سازمان غذا-داروی آمریکا را نیز در سال ۲۰۰۶ دریافت نموده است (**شکل ۲**). داروناویر به صورت ترکیبی با دیگر داروهای مهارکننده پپتیدازی نظیر ریتوناویر، برای کنترل مؤثر عفونت ویروس ایدز استفاده می‌شود. بر اساس نتایج اولیه مطالعات آزمایشگاهی در روسیه و چین، داروناویر به‌صورت ترکیبی با امیفوویر برای درمان آنفولانزا و در سرکوب ویروس عامل کووید-۱۹ مؤثر است (۲۳). همچنین مطالعات

---

[1] Oseltamivir
[2] Tamiflu®
[3] Gilead Sciences, Inc.
[4] Shikimic acid (3R,4S,5R)-3,4,5-trihydroxycyclohex-1-ene-1-carboxylic acid)
[5] European Medicines Agency
[6] Neuraminidase inhibition
[7] Complementary
[8] Darunavir

آزمایشگاهی دیگری نیز استفاده از داروناویر در درمان بیماری ویروسی کرونای جدید را پشتیبانی می‌کند. هم‌اکنون کارآزمایی‌های بالینی در انسان مبتنی بر استفاده ترکیبی داروناویر و کوبیسیتات[1] (به‌عنوان تقویت‌کننده) برعلیه ویروس کرونای جدید در حال انجام است و انتظار می‌رود نتایج آنها در اوت سال ۲۰۲۰ منتشر شود [۱۵]. همچنین مشخص نیست که نتایج مطالعات آزمایشگاهی داروی داروناویر همراه با داروهای تقویت کننده در آزمون‌های بالینی برعلیه مبتلایان به کووید-۱۹ نیز تکرار می‌شود یا خیر [۱۱]. در مطالعه دیگری که در شهر بارسلون کشوراسپانیا در حال انجام است اثربخشی ترکیب داروناویر و کوبیسیتات و کلوروکوئین روی بیماران کووید-۱۹ در فاز ۳ آزمون‌های کارآزمایی بالینی پیگیری می‌شود. پیش‌بینی زمان تقریبی کامل شدن این بررسی، جولای ۲۰۲۰ اعلام شده است [۷].

۱۰. تریازاویرین[2]

تریازاویرین مولکولی با عملکرد وسیع ضدویروسی و ساختاری شبیه نوکلئوتید گوانینی است که ابتدا در روسیه برعلیه ویروس‌های عامل آنفولانزای A و B شامل H5N1 معرفی شد (شکل۲). برخی گزارش‌ها بر مؤثر بودن این دارو در کاهش شدت بیماری آنفلوآنزا و عوارض آن دلالت می‌کنند (۲۸). با توجه به شباهت‌های بین ویروس کرونای جدید و ویروس H5N1، کارشناسان سلامت بررسی اثر تریازاویرین در مبارزه با ویروس عامل بیماری کووید-۱۹ را نیز در دستور کار خود قرار داده‌اند [۱۶]. هم‌اکنون مطالعات متمرکز روی این دارو در استان هلیانگ لیانگ کشور چین[3] روی ۲۴۰ بیمار در جریان است و نتایج این بررسی در اواخر ماه پنجم میلادی سال جاری مشخص می‌شود.

۱۱. ASC-09 یا TMC-310911

داروی TMC-310911 یا ASC-09 بازدارنده پروتئازی است که از لحاظ ساختاری شبیه داروناروير است و برای استفاده در عفونت‌های HIV-1 بررسی شده است [۱۷]. این دارو فعالیت مشخصی را در برابر سویه‌های مختلف HIV-1 شامل سویه‌های مقاوم به بازدارنده‌های پروتئازی نشان داده است. به نظر می‌رسد این مولکول مقاومت کمتری ایجاد می‌کند و از این‌رو به‌عنوان عامل درمانی بالقوه برای بیماران فاقد سابقه درمانی و مواردی که پیش‌تر درمان با بازدارنده‌های پروتئازی را تجربه کرده‌اند، محسوب می‌شود. در حال حاضر TMC-310911 به صورت ترکیبی با دیگر داروهای درمانی ضد HIV برای درمان احتمالی بیماری کووید-۱۹بررسی می‌شود.

۱۲. OYA1

داروی OYA1 محصول شرکت اویاژن[4] است که اطلاعات ساختاری و ویژگی‌های آن در دسترس نیست. این دارو پیش‌تر در دهه ۱۹۶۰ به‌عنوان داروی تحقیقاتی برای معالجه سرطان تأییدیه سازمان غذا-داروی آمریکا را کسب کرد. با این‌حال به دلیل عدم کارایی جدی در درمان سرطان استفاده از آن ادامه نیافت. در آن زمان بررسی‌ها نشان دهنده بی‌ضرر بودن آن روی نخستیان[5] بالغ بود ولی استفاده مستمر آن در اطفال ممکن است موجب بروز عوارض جانبی نظیر مشکلات قلبی شود. داروی OYA1 فعالیت ضدویروسی وسیعی دارد و از این‌رو به‌عنوان گزینه مهمی برای مهار شیوع بیماری ویروسی کووید-۱۹مطرح است (۲۹). این دارو در سنجش‌های آزمایشگاهی فعالیت ضدویروسی برعلیه ویروس‌های کرونای SARS-CoV-2 و MERS-CoV نشان داده است. این ترکیب همچنین یک ضدویروس با هدف دوگانه در برابر فیلوویروس‌ها[6] و ویروس ابولا نیز محسوب می‌شود. جنبه جالب توجه آنکه اثربخشی داروی OYA1 در مهار تکثیر ویروس SARS-CoV-2 درمطالعات کشت سلولی بسیار بالاتر از کلرپرومازین HCl[7] (کنترل مثبت آزمایش) گزارش شده است. شرکت اویاژن مطالعات تکمیلی ضروری در زمینه ایمنی و اثربخشی این دارو برعلیه بیماری کووید-۱۹را آغاز نموده است. مدیران این شرکت معتقدند که این دارو در نبود واکسن‌های لازم برای مهار ویروس کرونای جدید می‌تواند به‌عنوان یک گزینه مهم مطرح باشد.

[1] Cobicistat
[2] Triazavirin (TZV) (RIAMILOVIR)
[3] Heilongjiang, China
[4] OyaGen, Inc.
[5] Primates
[6] Filoviruses
[7] Chlorpromazine HCl

۱۳. آنتی‌بیوتیک بریلاسیدین[1]

داروی تحقیقاتی بریلاسیدین یا PMX-30063 آنتی‌بیوتیکی است که در حال حاضر در مرحله کارآزمایی‌های بالینی انسانی می‌باشد (شکل ۲). این آنتی‌بیوتیک با تقلید از پپتیدهای طبیعی موسوم به دفنسین[2] که بخشی از سیستم ایمنی ذاتی[3] است باعث تخریب غشای باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود. بریلاسیدین در چندین کارآزمایی بالینی خواص ضدباکتری، ضدالتهابی و تنظیم‌کننده سیستم ایمنی بدن نشان داده است. این آنتی‌بیوتیک که سمیت کمی برعلیه سلول‌های انسانی دارد، طیف وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی را نابود می‌کند. توانایی نفوذ این دارو به دیواره سلولی و تخریب غشای سلولی باعث شده است تا احتمالاً نیاز فوری پزشکی حاضر یعنی مبارزه با شیوع کرونا را نیز پاسخ دهد[4].

۱۴. داروی BPI-002

داروی BPI-002 که یک مولکول کوچک است برخی سلول‌های سیستم ایمنی[5] را فعال کرده، پاسخ ایمنی در مقابل عفونت ویروسی ایجاد می‌کند. این دارو قرار است به وسیله یک شرکت آمریکایی[6] برای درمان عفونت‌های مختلف از جمله مقابله با کووید-۱۹ طراحی و تولید شود (۳۱). در صورتی‌که این دارو با دیگر واکسن‌های کووید-۱۹ به‌صورت ترکیبی استفاده شود، می‌تواند محافظت طولانی‌مدت برعلیه این بیماری عفونی ایجاد نماید.

۱۵. پروتئین نوترکیب انسانی AT-100

یک شرکت امریکایی[7] در حال بررسی استفاده از پروتئین نوترکیب انسانی موسوم به AT-100 (rhSP-D) به‌عنوان درمانی برای ویروس کرونا است (۳۲). این شرکت از تشکیل پرونده در بیمارستان‌های ریوی شعب مؤسسه ملی بهداشت آمریکا برای ارزیابی این دارو خبر داد. AT-100 در مطالعات بالینی اثربخشی جدی در کاهش التهاب و عفونت ریوی نشان داده است و در عین حال باعث ایجاد پاسخ ایمنی در برابر بیماری‌های مختلف تنفسی می‌شود.

۱۶. داروی استنشاقی SNG001

شرکت سینارگن[8] با همکاری دانشگاه ساوتهمپتون[9] قرار است داروی استنشاقی SNG00 برای معالجه آسم، بیماری انسدادی مزمن ریوی و مشکلات حاد تنفسی بیماری ویروس کرونا را آزمایش کند (۳۳). این دارو بر اساس اینترفرون بتا[10] طراحی شده است و از طریق یک نبولایزر[11] به‌طور مستقیم به ریه‌ها منتقل می‌شود تا از شدت عفونت ناشی از ویروس کرونا بکاهد.

۱۷. داروی اکسیژن رسان BX-25

شرکت بیوکسیران[12] اعلام کرد که در پی همکاری با مراکز تحقیقاتی با هدف تولید داروی BX-25 به‌عنوان درمانی برای سندرم حاد تنفسی (RDS)[13] و بیماران مبتلا به ویروس کرونا است (۳۴). انتشار اکسیژن در خون بیماران فوق‌الذکر با مشکل جدی مواجه می‌شود به طوری‌که این پدیده به تشکیل قطره‌های مایع در ریه بیماران می‌انجامد. داروی BX-25 به گونه‌ای طراحی شده است که ۵۰۰۰ برابر کوچکتر از سلول‌های خونی باشد و به طور مؤثر اکسیژن را به مدت نه ساعت و قبل از

---

[1] Brilacidin

[2] Defensins

[3] innate immune system

[4] یک شرکت آمریکایی[4] اعلام کرده است که عملکرد این دارو را در مبارزه با عارضه کووید-۱۹بررسی می‌کند. این شرکت به‌دنبال همکاری‌های تحقیقاتی و کمک‌های مالی دولت فدرال برای تولید داروی ویروس کرونا بر اساس بریلاسیدین می‌باشد. از این‌رو با هدف ارزیابی بریلاسیدین به‌عنوان درمانی برای کووید-۱۹ این شرکت قراردادهایی با دو دانشگاه آمریکایی و دوازده آزمایشگاه علوم زیستی در سراسر ایالات‌متحده امضا کرده است (۳۰). این شرکت همچنین در خصوص کاربرد این دارو در مورد بیماری التهابی روده و موکوزیت دهان[4] در بیماران سرطانی قبلاً تحقیقاتی انجام داده است.

[5] CD4+ helper T cells and CD8+ cytotoxic T cells

[6] BeyondSpring

[7] Airway Therapeutics

[8] Synairgen

[9] University of Southampton

[10] Interferon-β

[11] Nebuliser

[12] Bioxytran

[13] Respiratory distress syndrome

پردازش توسط کبد در بدن منتقل می‌کند. این دارو می‌تواند در تأمین اکسیژن به اندام‌های حیاتی نظیر شش کمک کند و به این ترتیب به بهبودی بیماران مبتلا به ویروس کرونا کمک می‌نماید.

۱۸. داروی پروتئین نوترکیب APN01

داروی نوترکیب APN01 یا rhACE2[۱] که در اصل پروتئین نوترکیب انسانی ACE2 است، وسیله یک شرکت اتریشی و با هدف استفاده علیه ویروس کرونا ساخته می‌شود. این دارو اینک در مرحله اول کارآزمایی بالینی است که در کشور چین انجام می‌شود[۲] (۳۵). این دارو حاصل کار پژوهشی یکی از اعضای هیأت علمی دانشگاه بریتیش کلمبیا[۳] بر روی بیماری سارس می‌باشد. این دارو با گیرنده غشایی ACE2 برای اتصال به ویروس رقابت می‌کند و سطح ویروس را در بدن کاهش می‌دهد. طی کارآزمایی بالینی اثربخشی این دارو در کاهش بار ویروسی در بیماران مبتلا به کووید-۱۹ نیز بررسی می‌شود.

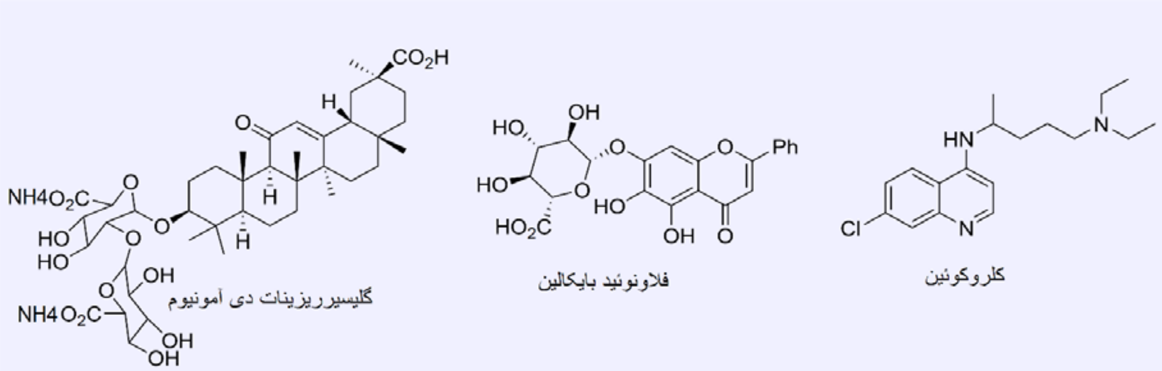
ج. درمان با استفاده از داروی‌های طب سنتی

در شرایط همه‌گیری جهانی ویروس کرونای جدید توجه زیادی به قابلیت‌های پیشگیرانه و درمانی نهفته داروهای سنتی و بهره‌گیری از مولکول‌های گیاهی شده است [۱۸]. متابولیت‌های ثانویه گیاهی بزرگترین بانک مولکولی ترکیبات دارویی را ایجاد کرده‌اند. در نتیجه، جای تعجب نیست که بتوان ازمحصولات گیاهی و مشابه‌های آنها به‌عنوان اولین خط دفاعی در برابر بیماری کووید-۱۹استفاده کرد. با این حال بر اساس توصیه پژوهشگران، داروهای گیاهی در بسیاری از موارد به‌عنوان داروی مکمل در کنار سایر روش‌های مؤثر درمانی مدنظر قرار می‌گیرند. در چین حدود ۱۵ کارآزمایی بالینی و با شرکت بیش از ۲۰۰۰ نفر جهت آزمایش انواع داروهای سنتی چینی علیه عامل ویروسی بیماری کووید-۱۹ در جریان است. در جدیدترین نسخه طرح تشخیص و درمان کووید-۱۹ که به‌وسیله کمیسیون بهداشت ملی چین صادر شده است، جوشانده‌های طب سنتی چینی (CTM[۴]) نیز به صراحت توصیه می‌شود. در مقایسه با داروهای شیمیایی، داروهای گیاهی و محصولات طبیعی گیاهی از نظر سازوکار عملکرد، کمتر شناخته شده‌اند اما تحقیقات بالینی متعددی برای ارزیابی دقیق‌تر اثرات آنها آغاز شده است. بسیاری از داروهای با منشأ گیاهی صدها و هزاران سال است که برای درمان بیماری‌ها و مقابله با اپیدمی‌های تاریخی استفاده شده‌اند، بنابراین ایمنی و اثرات آنها بارها مورد آزمایش قرار گرفته است. عصاره سوسن عنکبوتی قرمز، گَندواش یا خارگوش چینی[۵]، وسمه[۶]، دم مارمولک[۷] اثرات ضدویروس قابل‌توجهی برعلیه ویروس کرونای SARS نشان داده‌اند (۳۷). در تاریخ ۱۷ فوریه ۲۰۲۰ شورای دولتی چین اعلام کرد که کلروکوئین فسفات که مشابه ساختاری کینین[۸] است و در اصل از پوست درخت گنه گنه[۹] به‌دست می‌آید و ابتدا برای مبارزه با بیماری مالاریا استفاده شده است، می‌تواند برای معالجه بیماران مبتلا به ویروس کرونای جدید استفاده شود [۱۹]. این ترکیب فعالیت مهمی علیه طیف گسترده‌ای از ویروس‌ها را نشان می‌دهد و اثرات تنظیمی آن بر سیستم ایمنی بدن نیز روشن شده است.

کونژوگه قند-استروئید طبیعی موسوم به گلیسیرریزینات دی آمونیوم[۱۰] که از شیره ریشه گیاه شیرین بیان[۱۱] به‌دست می‌آید، برای قرن‌های متمادی در طب سنتی از جمله به‌دلیل خواص ضدالتهاب آن برای درمان آسیب‌های کبدی هپاتیت B نیز استفاده می‌شود. (شکل ۳). محققان دانشگاه ووهان چین ترکیب گلیسیرریزینات دی آمونیوم و ویتامین C را برای درمان کووید-۱۹پیشنهاد داده‌اند (۳۶). این رویکرد درمانی اگرچه از طریق رسانه‌ها ونشریات اجتماعی معرفی شده است ولی هنوز به طورعلمی و رسمی تأیید نشده است.

ترکیب گیاهی فلاونوئید بایکالین[۷] اثرات ضدویروسی دارد و از تکثیر ویروس پس از ورود به سلول جلوگیری کند (شکل۳)

[1] Recombinant human ACE2
[2] Apeiron Biologics
[3] British Columbia
[4] Chineas traditional medicine
[5] Lindera aggregate
[6] Isatis indigotica (Torreya nucifera)
[7] Flavonoid baicalin
[7] Lizard tail
[8] Quinone
[9] Cinchona officinalis
[10] Diammonium glycyrrhizinate
[11] Licorice (Glycyrrhiza glabra)
[5] Ethnobotany



شکل۳: ترکیبات با منشأ گیاهی که برای درمان بیماری کووید-۱۹ در دست مطالعه می‌باشند.

[۲۰]. همچنین عصاره گیاه گل قاصدک[1] که در طب سنتی به طَرَخشَقون یـا طَرَشقوق معروف و ریشه شمعدانی[2] فعالیت ضد آنفولانزا دارند که هم از ورود ویروس به سلول جلوگیری می‌کنند و هم آنزیم‌های کلیدی که برای تکثیر آن ضروری هستند را مهار می‌نمایند [۱۸].

امروزه، عصاره پیچ امین الدوله موسوم به شونگ[3] که در طب سنتی چینی بیش از ۲۰۰۰ سال برای درمان عفونت‌ها استفاده شده است، جهت مقابله با ویروس کرونای جدید مورد توجه محققان چینی قرار گرفته است [۱۸]. سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیقات اتنوبوتانی[5]، فیتوشیمی، فیزیولوژی گیاهی و بوم‌شناسی برای محافظت از جمعیت جهانی گیاهان برای مقابله با همه‌گیری بیماری‌ها از جمله کووید-۱۹و بیماری‌های عفونی که در آینده سلامت بشر را تهدید می‌کنند، بسیار حیاتی خواهد بود.

د. درمان با استفاده از ظرفیت درمانی سلول‌های بنیادی

از اواسط فوریه ۲۰۲۰، یک رویکرد جدید درمانی توجه زیادی را به‌خود معطوف کرده است. روش جدید درمانی بر اساس استفاده از سلول‌های بنیادی[6] می‌باشد [۲۱]. نشان داده شده است که سلول‌های بنیادی برخوردار از قابلیت خاموش کردن طوفان سیتوکینی، آسیب‌های ریوی ناشی از عفونت ویروس کرونا را کاهش داده و با تعدیل سیستم ایمنی بدن به عملکرد و بهبود ریه‌ها کمک می‌کند [۲۲]. این روش درمانی که مخاطراتی را نیز به‌همراه دارد به‌طور معمول برای درمان بیماری‌های لاعلاج به‌کار گرفته می‌شود. در یکی از بیمارستان‌های شهر پکن، پزشکان تلاش کرده‌اند تا به کمک سلول‌های بنیادی مزانشیمی بند ناف، بیماران کووید-۱۹ را درمان کنند. نتایج سی‌تی‌اسکن برخی بیماران مبتلا به کوووید-۱۹ در پکن که از این روش درمانی بهره برده‌اند، حاکی از مشاهده آثار مثبت درمانی است. این روش درمانی به‌ویژه برای بیماران مسن که علائم شدید مشکلات ریوی دارند، استفاده می‌شود. علاوه‌بر چین دیگر کشورها نیز به‌دنبال استفاده از این روش در درمان بیماری کووید-۱۹ هستند. مؤسسه تحقیقاتی سلول‌های بنیادی دانشگاه کمبریج در انگلستان و شرکت استرالیایی مزوبلاست[7] و وزارت بهداشت ایران کارآزمایی‌هایی بالینی در خصوص استفاده از سلول‌های بینادی در درمان بیماری ویروس کرونای جدید را آغاز نموده‌اند.

ه. درمان با داروهای سنتزی و نوآورانه

از دیدگاه مولکولی یکی از مراحل مهم در آلودگی سلول به‌وسیله ویروس کرونا برهم‌کنش پروتئین تاجی شکل آن با گیرنده غشایی موسوم به ACE2 است. ساخت ترکیبات جدیدی که این برهمکنش پروتئین-پروتئین را متأثر می‌کند، به طور بالقوه قابلیت درمانی دارند. پروتئین تاجی شکل بعد از ساخت در درون سلول میزبان به شدت قندی (گلیکوزیله) می‌شود [۲۳]. طراحی و ساخت دارویی که به طور ویژه قندی شدن این پروتئین ویروسی را مهار کند، از اهمیت درمانی برخوردار است. همچنین پروتئین تاجی شکل بعد از ساخته شدن در درون

[1] Taraxacum officinate
[2] Pelargonium sidoides
[3] Honeysuckle (Lonicera japonica)
[6] Stem cells
[7] Mesoblast

سلول‌ها به‌وسیله پپتیداز ویژه‌ای[۱] بریده شده، به شکل بالغ و فعال خود تبدیل می‌گردد [۲۴]. از این‌رو طراحی و ساخت ترکیباتی که این پپتیداز را به‌طور اختصاصی مهار کنند از منظر جلوگیری از رشد و تکثیر این ویروس در بدن مهم می‌باشند. گیرنده غشایی ACE2 نیز اخیراً به یکی از اهداف مهم درمانی تبدیل شده است. محققان برعلیه این گیرنده آنتی‌بادی اختصاصی طراحی کرده‌اند که سطح آن را می‌پوشاند و از تماس مستقیم پروتئین تاجی شکل ویروس با آن جلوگیری می‌کند (۱۶). علاوه‌بر آنتی‌بادی، ترکیبات سنتزی نیز احتمالاً قابلیت اتصال به این گیرنده و ممانعت از اتصال ویروس کرونا را خواهند داشت. برای ترکیبات سنتزی مراحل کارآزمایی‌های بالینی طولانی و قوانین سخت‌گیرانه‌ای وجود دارد که ممکن است محصول، زمانی برای استفاده در حوزه درمان آماده شود که این بیماری ریشه‌کن شده باشد. با این حال پشتیبانی از انجام چنین ایده‌هایی سرمایه گذاری برای آینده می‌باشد[۲]. حمایت از طرح‌های پژوهشی دیر بازده در راستای ساخت ترکیبات سنتزی اختصاصی برعلیه عامل ویروس کرونای جدید سرمایه علمی و توانمندی بالقوه مشترک جامعه بشری در مقابله با شیوع بیماری‌های ویروسی آینده است که وقوع آن‌ها، کاملاً محتمل است.

سخن آخر

در این شرایط دشوار که ویروس کرونای جدید مرزهای کشورها را به‌سرعت درنوردیده و به مشکل بهداشت جهانی تبدیل شده است، دولت‌ها، سازمان‌ها، نهادها و بنیادهای خیریه زیادی در سراسر دنیا حمایت‌های جدی خود از دانشگاه‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه طراحی و ساخت دارو را آغاز کرده‌اند. به پشتوانه این حمایت‌های مادی، ده‌ها واکسن و آنتی‌بادی ساخته شده است که در مراحل مختلف کارآزمایی بالینی هستند و احتمالاً بزودی به بازار عرضه خواهند شد. همچنین ده‌ها داروی سنتزی که قبلاً برای درمان بیماری‌های دیگر طراحی شده است و دستورالعمل‌های درمانی طب سنتی، بار دیگر فرصت یافته‌اند تا ارزش‌های بالقوه خود را به منصه ظهور برسانند. همچنین طرح‌های زیادی نیز سلول‌های بنیادی را جهت مقابله با عارضه کووید-۱۹ به‌خدمت گرفته است. اگر بخش کوچکی از فعالیت‌های گسترده‌ای که در سراسر جهان از گذشته شروع شده است در آینده نزدیک به ثمر برسد به زودی داروهای مؤثری برای توقف این ویروس عصاینگر در دسترس خواهد بود. تا زمان عرضه چنین دارو یا داروهایی ضروری است مراقبت‌های همگانی به‌ویژه مراقبت از افراد مسن و بیماران در اولویت قرار گیرد.

*** شماره در کروشه منظور منابع و مؤاخذ است و شماره در پرانتز منظور وبگاه است.**

---

[1] TMPRSS2

[۲] همانطور که پیش‌تر نیز اشاره شده برخی شرکت‌ها که قبلاً محصولات مشابهی را برای مقابله با ویروس‌های کرونای هم‌خانواده عامل بیماری کووید-۱۹ ساخته بودند، بدلیل در اختیار داشتن زیرساخت و دانش فنی به‌سرعت داروهای جدیدی را برعلیه SAERS CoV2 طراحی و تولید نمودند که اینک در مراحل کارآزمایی‌های بالینی قرار دارد.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1)
https://www.precisionvaccinations.com/vaccines/ino-4800-dna-coronavirus-vaccine
(2)
https://www.pharmaceutical-business-review.com/news/moderna-mrna-1273-coronavirus-trial
(3)
https://www.biospace.com/article/releases/tonix-pharmaceuticals-announces-research-collaboration-with-southern-research-to-develop-a-potential-vaccine-to-protect-against-new-coronavirus-disease-2019-covid-19-based-on-horsepox-virus-tnx-1800-/
(4)
http://www.cloverbiopharma.com/index.php?m=content&c=index&a=lists&catid=36
(5)
https://www.biospace.com/article/releases/vaxart-announces-initiation-of-coronavirus-vaccine-program-oral-vaccines-based-on-proprietary-vaast-platform-offer-potential-key-advantages-in-global-quest-to-develop-coronavirus-vaccine/
(6)
https://ir.novavax.com/news-releases/news-release-details/novavax-advances-development-novel-covid-19-vaccine
(7)
https://www.hospimedica.com/covid-19/articles/294781428/altimmune-partners-with-university-of-alabama-to-develop-intranasal-coronavirus-vaccine.html
(8)
https://www.businesstoday.in/sectors/pharma/coronavirus-serum-institute-claims-covid-19-vaccine-to-be-market-ready-by-2022/story/397920.html
(9)
https://www.pmi.com/media-center/news/medicago-develops-a-plant-based-vaccine-for-coronavirus
(10)
https://www.businesswire.com/news/home/20200306005124/en/AJ-Vaccines-Develop-Vaccine-COVID-19
(11)
https://www.pharmaceutical-technology.com/news/integral-molecular-coronavirus-research/
(12)
https://www.drugtargetreview.com/news/58326/collaboration-initiated-to-develop-covid-19-immunotherapy/
(13)
https://www.pharmaadvancement.com/drug-development/generex-signs-contract-with-epivax-to-develop-ii-key-peptide-vaccines-to-address-the-coronavirus-pandemic/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=generex-signs-contract-with-epivax-to-develop-ii-key-peptide-vaccines-to-address-the-coronavirus-pandemic
(14)
https://pipelinereview.com/index.php/2020033174163/Antibodies/I-Mab-Submits-IND-Application-to-Initiate-Study-of-TJM2-for-Treatment-of-Cytokine-Storm-Associated-with-Severe-COVID-19-in-South-Korea.html
(15)
https://www.thepharmaletter.com/article/tiziana-goes-stratospheric-on-plans-to-develop-a-mab-for-lung-damage-in-covid-19-patients
(16)
https://www.fiercebiotech.com/biotech/scangos-vir-biotechnology-to-test-covid-19-antibody-summer
(17)
https://www.bioworld.com/articles/433822-genentech-moves-actemra-into-phase-iii-covid-19-trial
(18)
https://www.cnbc.com/2020/03/18/regeneron-begins-clinical-trials-to-treat-severe-covid-19-symptoms.html
(19)
https://www.drugs.com/medical-answers/leronlimab-pro-140-treat-covid-19-coronavirus-3535182/
(20)
https://www.investorideas.com/news/2020/biotech/03174TSXVLBL-Coronavirus.asp
(21)
https://seekingalpha.com/news/3550757-emergent-biosolutions-to-develop-hyperimmune-candidates-for-covidminus-19
(22)
https://www.takeda.com/newsroom/newsreleases/2020/takeda-initiates-development-of-a-plasma-derived-therapy-for-covid-19/
(23)
https://laegemiddelstyrelsen.dk/en/news/themes/new-coronavirus-covid-19/
(24)
https://focustaiwan.tw/scitech/202003020012. Accessed 2020 Mar 4.
(25)
https://www.upi.com/Health_News/2020/02/17/China-approves-antiviral-favilavir-to-treatcoronavirus/5291581953892/
(26)
http://ir.biocryst.com/news-releases/news-release-details/biocryst-completes-phase-1-clinical-trial-galidesivir
(27)
https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04252274
(28)
https://www.rt.com/russia/480037-china-tests-russiandrug-coronavirus/
(29) https://www.biospace.com/article/releases/oyagen-inc-announces-a-compound-in-development-with-broad-antiviral-activity-against-coronaviruses-including-sars-cov-2/
(30)
http://www.ipharminc.com/press-release/2020/3/17/innovation-pharmaceuticals-

brilacidin-to-be-researched-as-possible-novel-coronavirus-covid-19-vaccine-brilacidin-now-being-tested-as-drug-and-vaccine-at-different-institutions

(31) https://www.hospimedica.com/covid-19/articles/294781294/beyondspring-files-for-patent-protection-on-bpi-002-for-treatment-of-coronavirus.html

(32) https://www.prnewswire.co.uk/news-releases/airway-therapeutics-announces-filing-with-nih-to-evaluate-at-100-as-a-therapy-for-novel-coronavirus-821624689.html

(33) https://www.thepharmaletter.com/article/synairgen-s-sng001-will-prevent-cell-damage-in-fight-against-coronavirus-pandemic

(34) https://www.bioxytraninc.com/post/wuhan-coronavirus

(35) https://www.apeiron-biologics.com/wp-content/uploads/2020/02/200226_APEIRON_APN01 Covid-2019_trial_in_China.pdf

(36) http://www.chictr.org.cn/showprojen.aspx?proj=49131

(37) https://www.ijbs.com/v16p1708.htm

منابع و مؤاخذ

[1]. Jia, H. P., Look, D. C., Shi, L., Hickey, M., Pewe, L., Netland, J., Farzan, M., Wohlford-Lenane, C., Perlman, S., McCray, P. B. (2005). ACE2 receptor expression and severe acute respiratory syndrome coronavirus infection depend on differentiation of human airway epithelia. Journal of virology, 79(23), 14614-14621.

[۲]. موسوی موحدی، فائزه، یوسفی، رضا (۱۳۹۸) ، ویروس کرونای جدید: از پیشگیری درمان تا سازوکار تکثیر و گسترش در بدن انسان، نشریه نشا علم، مجلد ۱۰، شماره ۱، صفحات ۵۳-۴۲.

[3]. Knisely JM, Liu B, Ranallo RT, Zou L., (2016). Vaccines for Healthcare-associated Infections: Promise and Challenge. Clinical Infectious Diseases, 63, 5: 657–662.

[4]. Bande, F., Arshad, S. S., Hair Bejo, M., Moeini, H., & Omar, A. R. (2015). Progress and challenges toward the development of vaccines against avian infectious bronchitis. Journal of immunology research, 2015.

[5]. Vidal, J. M., Kawabata, T. T., Thorpe, R., Silva-Lima, B., Cederbrant, K., Poole, S., Mueller-Berghaus, J., Pallardy, M., der Laan Van, J. W., (2010). In vitro cytokine release assays for predicting cytokine release syndrome: the current state-of-the-science. Report of a European Medicines Agency Workshop. Cytokine, 51(2), 213-215.

[6]. Warren, T. K., Jordan, R., Lo, M. K., Ray, A. S., Mackman, R. L., Soloveva, V., ... & Larson, N. (2016). Therapeutic efficacy of the small molecule GS-5734 against Ebola virus in rhesus monkeys. Nature, 531(7594), 381-385.

[7]. Agostini, M. L., Andres, E. L., Sims, A. C., Graham, R. L., Sheahan, T. P., Lu, X., ... & Ray, A. S. (2018). Coronavirus susceptibility to the antiviral remdesivir (GS-5734) is mediated by the viral polymerase and the proofreading exoribonuclease. MBio, 9(2), e00221-18.

[8]. Blaising, J., Polyak, S. J., & Pécheur, E. I. (2014). Arbidol as a broad-spectrum antiviral: an update. Antiviral research, 107, 84-94.

[9]. Aygen, B., Demirtürk, N., Yıldız, O., Çelik, İ., Güzel, D. K., Ersöz, G., ... & Tuna, N., (2019). Therapy in Hepatitis C Virus Infected Patients with Genotype 4 in Real-life Practice: A Multicentre Experience. Infect Dis Clin Microbiol, 1(2): 97-106.

[10]. Tchesnokov, E. P., Feng, J. Y., Porter, D. P., & Götte, M. (2019). Mechanism of inhibition of Ebola virus RNA-dependent RNA polymerase by remdesivir. Viruses, 11(4), 326.

[11]. Westover, J. B., Mathis, A., Taylor, R., Wandersee, L., Bailey, K. W., Sefing, E. J., ... & Gowen, B. B. (2018). Galidesivir limits Rift Valley fever virus infection and disease in Syrian golden hamsters. Antiviral research, 156, 38-45.

[12]. Gao, J., Tian, Z., & Yang, X. (2020). Breakthrough: Chloroquine phosphate has shown apparent efficacy in treatment of COVID-19 associated pneumonia in clinical studies. Bioscience trends. https://doi.org/10.5582/bst.2020.01047

[13]. Liu, J., Cao, R., Xu, M., Wang, X., Zhang, H., Hu, H., ...& Wang, M. (2020). Hydroxychloroquine, a less toxic derivative of chloroquine, is effective in inhibiting SARS-CoV-2 infection in vitro. Cell discovery, 6(1), 1-4.

[14]. Kmietowicz, Z. (2017). WHO downgrades oseltamivir on drugs list after reviewing evidence? BMJ: British Medical Journal (Online), 357. DOI:10.1136/bmj. j2841

[15]. Kiselev, O. I., Deeva, E. G., Mel'nikova, T. I., Kozeletskaia, K. N., Kiselev, A. S., Rusinov, V. L., ... & Chupakhin, O. N. (2012). A new antiviral drug triazavirin: results of phase II clinical trial. Voprosy virusologii, 57(6), 9-12.

[16]. Stellbrink, H. J., Arastéh, K., Schürmann, D., Stephan, C., Dierynck, I., Smyej, I., ... & Mariën, K. (2014). Antiviral Activity, Pharmacokinetics, and Safety of the HIV-1 Protease Inhibitor TMC310911, Coadministered With Ritonavir, in Treatment-Naive HIV-1–Infected Patients. JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes, 65(3), 283-289.

[17]. Gupta, S., & Senapati, S. (2019). Mechanism of inhibition of drug-resistant HIV-1 protease clinical isolates by TMC310911: A molecular dynamics study. Journal of Molecular Structure, 1198, 126893.

[18]. Redeploying plant defenses. Nature Plants. 2020, 6:177. doi: 10.1038/s41477-020-0628-0.

[19]. Liu, J., Cao, R., Xu, M., Wang, X., Zhang, H., Hu, H., ...& Wang, M. (2020). Hydroxychloroquine, a less toxic derivative of chloroquine, is effective in inhibiting SARS-CoV-2 infection in vitro. Cell discovery, 6(1), 1-4.

[20]. Zakaryan, H., Arabyan, E., Oo, A., & Zandi, K. (2017). Flavonoids: promising natural compounds against viral infections. Archives of virology, 162(9), 2539-2551.

[21]. Orleans, L. A., is Vice, H., & Manchikanti, L. (2020). Expanded Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cells (UC-MSCs) as a Therapeutic Strategy in Managing Critically Ill COVID-19 Patients: The Case for Compassionate Use. Pain Physician, 23, E71-E83

[22]. Metcalfe, S. M. (2020). Mesenchymal stem cells and management of COVID-19 pneumonia. Medicine in Drug Discovery,100019.https://doi.org/10.1016/j.medidd.2020.100019.

[23]. Zheng, J., Yamada, Y., Fung, T. S., Huang, M., Chia, R., & Liu, D. X. (2018). Identification of N-linked glycosylation sites in the spike protein and their functional impact on the replication and infectivity of coronavirus infectious bronchitis virus in cell culture. Virology, 513, 65-74.

[24]. Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S., ... & Müller, M. A. (2020). SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. Cell.

تأثیر عملکرد کورکومین در جلوگیری از بیماری‌زایی ویروس‌ها

مهدیه رهبان[1،*]، منصوره مظاهری[2]، علی اکبر موسوی موحدی[1]

چکیده

کورکومین، ترکیب طبیعی مشتق شده از زردچوبه، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدتوموری و ضدالتهابی دارد. شواهد بسیاری، نشان می‌دهد که این ترکیب نقش مهاری در عفونت‌های ایجاد شده ویروسی نیز دارد. کورکومین، فعالیت ضدویروسی خود را از طریق مکانیسم‌های مختلف، روی ویروس‌های مختلف اعمال می‌کند. این مکانیسم‌ها شامل مهار مستقیم سیستم تکثیر سلولی و یا مهار مسیرهای پیام‌رسانی لازم در تکثیر ویروس است. مطالعات بسیاری اندرکنش مستقیم کورکومین را با پروتئین‌های درون سلولی برای مهار تکثیر ویروس نشان می‌دهد. علاوه بر این، کورکومین با خصوصیات شیمیایی ویژه‌ای که دارد، می‌تواند با تأثیر بر روی غشا ویروسی به دلیل خاصیت آبگریزی خود و نیز اندرکنش با گلیکوپروتئین‌های سطحی، مانع ورود ویروس به داخل سلول میزبان شود. در حقیقت کورکومین مانع اتصال ویروس به سطح سلول می‌شود. این خصوصیت بالقوه می‌تواند کورکومین را به‌عنوان یک ترکیب ضدویروسی در توسعه داروهای جدید با افزایش ویژگی فراهمی زیستی آن معرفی کند. علاوه بر این، در این مقاله پیشنهاد شده است که برای بررسی تأثیر کورکومین بر روی ویروس کووید-۱۹، مطالعات آزمایشگاهی صورت پذیرد؛ زیرا این ویروس از نوع ویروس‌های غشادار است و شاید کورکومین با توجه به ویژگی آبگریزی خود، با تغییر سیالیت غشا، بتواند از ورود ویروس به سلول میزبان جلوگیری نماید.

واژگان کلیدی: کورکومین، ویروس‌های غشادار، مسیرهای پیام‌رسانی سلولی، تکثیر ویروسی، فراهمی زیستی، یک پیشنهاد برای ویروس کووید-۱۹

* عهده‌دار مکاتبات، دکترای بیوفیزیک و پژوهشگر پسادکتری، تلفن ۰۲۱ ۶۱۱۱۳۳۸۱، آدرس الکترونیکی mrohban@ut.ac.ir

[1] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران

[2] پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج ، ایران

مقدمه

کورکومین (دی‌فرولویل‌متان)، یک ترکیب فنولی استخراج شده از گیاه زردچوبه با نام علمی *کورکوما لونگا* [1] است که به‌عنوان یک ادویه برای بهبود رنگ و طعم غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات انجام شده بسیاری، طیف گسترده فعالیت‌های بیولوژیکی و دارویی این ماده را به‌عنوان یک عامل ضد التهاب، آنتی‌اکسیدان، مهارکننده رادیکال‌های آزاد، ضدسرطان، التیام‌بخش زخم، معرفی می‌کنند. کورکومین به‌طور گسترده‌ای از قدیم در طب آیورودا[2]، طب سیدا[3]، طب سنتی چینی و طب ایرانی برای قرن‌ها به‌دلیل خصوصیات فوق‌العاده خود به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، ضد درد، ضد التهاب، فعالیت گندزدایی و فعالیت ضدسرطانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴-۱].

مطالعات انجام شده در حیطه تأثیر کورکومین بر گونه‌های سرطانی مانند سرطان روده بزرگ، سرطان مغز استخوان، سرطان لوزالمعده، سرطان خون مزمن، سرطان پروستات و سرطان پستان، نشان می‌دهد که این ماده تأثیر مهمی در رشد منفی شروع تومور و پیشرفت و متاستاز آنها دارد [۶،۵]. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که کورکومین به‌عنوان یک غیرفعال‌کننده میکروب‌ها نیز نقش داشته باشد. این ماده، از رشد تعداد زیادی از باکتری‌ها مثل *اس. اپیدرمیس*[4]، *کلبسیلا نومونیا*[5]، *ای. کولای*[6]، *باسیلوس سوبتیلیس*[7]، *استافیلوکوکوس اورئوس*[8] و همچنین باکتری‌های بیماری‌زای پیدا شده در میگو، موش و مرغ مثل انواع گونه‌های *ویبرو*، *باسیلوس*، *سالمونلا*، *استافیلوکوکوس* و *هلیکوباکتر پیلوری* جلوگیری می‌کند. این خاصیت ضدباکتری کورکومین، به‌دلیل نقش آن در ایجاد شکاف در غشا باکتریایی است که همین مکانیسم مشابه، برای خاصیت ضدقارچی کورکومین، نیز بیان می‌شود. تحقیقات بر روی گونه قارچی *کاندیدا* نشان می‌دهد که این ماده با اندرکنش‌های الکترواستاتیک و آبگریز با دیواره غشایی قارچ، باعث ایجاد اختلال در دیواره سلولی می‌شود [۷،۱].

فعالیت‌های ضدویروسی کورکومین، ناشی از توانایی آن در فعالیت‌های درون سلولی مثل تنظیم رونویسی، فعال کردن مسیرهای پیام‌رسان سلولی التهابی و آپوپتوزی است. همچنین تحقیقات پیشین نشان می‌دهند که کورکومین به‌طور مستقیم با تقریباً سی مولکول شامل DNA پلیمراز، کینازهای چسبندگی مرکزی[9]، تیوردوکسین ردوکتاز، پروتئین کیناز، لیپواکسیژناز و توبولین اندرکنش دارد [۱]. در مدل موشی سیتومگالوویروسی[10]، مصرف کورکومین داخل معده به طور آشکاری باعث کاهش مقدار DNA بارگیری شده و سطح ایمنوگلوبولین M شده است که خود پیشنهاد دهنده پتانسیل فعالیت ضدویروسی در شرایط درون سلولی برای کورکومین است [۸].

تحقیقاتی که در حیطه اثر کورکومین بر روی ویروس‌هایی مانند ایدز، تبخال تناسلی[11]، هپاتیت، **آنفلوانزا**، سیتومگالوویروس، دنگه[12] و ابولا انجام گرفته، نشان می‌دهد که اثرات مثبت آن، بیشتر از اثرات منفی آن است. مکانیسم‌های متعددی برای اثرات کورکومین بر روی ویروس‌ها و سلول‌های آلوده شده توسط آن پیشنهاد شده است. کشف این ویژگی و تنوع ویروس‌های متأثر شده با کورکومین، نشان‌دهنده پتانسیل این ترکیب برای درمان عفونت‌های ویروسی است. بنابراین کورکومین می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب برای طراحی داروهای ضدویروسی به‌شمار آید [۹،۷].

عملکرد کورکومین بر روی ویروس‌ها

توانایی ویروس‌ها برای اتصال به سلول گیرنده خود، ورود به سلول و تکثیر درون آن شامل فرآیندهای پیچیده‌ای است که هر مرحله شانس توسعه راهکاری‌هایی برای تولید داروهای ضدویروسی را پدید می‌آورد. در زیر به مطالعات انجام شده

---

[1] Curcuma longa
[2] Ayurveda
[3] Siddha
[4] S. epidermis
[5] Klebsiella pneumoniae
[6] E. coli
[7] Bacillus subtilis
[8] Staphylococcus aureus
[9] Focal adhesion kinase (FAK)
[10] Cytomegalovirus
[11] Herpes simplex virus (HSV)
[12] Dengue

درباره نحوه عملکرد کورکومین با ویروس‌های متفاوت خواهیم پرداخت.

تأثیر کورکومین بر ویروس‌های غشادار

ویروس‌های زیکا و چیکونگونیا[1]، از خانواده آربوویروس‌ها[2] هستند که توسط وکتورهای پشه، منتقل می‌شوند. زیکا از خانواده فلاویویروس‌ها[3] و چیکونگونیا از خانواده آلفاویروس‌ها، شامل یک رشته مثبت از RNA ویروس‌های غشادار هستند که توسط حشرات و میزبان انسانی تکثیر یافته و باعث بیماری شدید می‌شوند. اثرات مخرب ویروس چیکونگونیا، از آفریقا تا جنوب شرق آسیا و امریکا گسترش پیدا کرده است که خود می‌تواند هشداری برای گسترش ویروس‌های ناشناخته در سرتاسر جهان باشد. علائم بالینی ابتلا به این ویروس می‌تواند در بعضی موارد بدون علامت و در موارد دیگر شامل ابتلا به آرتریت‌های طولانی‌مدت ناتوان‌کننده باشد [۱۰]. ویروس زیکا نیز در پی انتشار گسترده خود، اثرات ویران‌کننده‌ای بر روی سیستم عصبی و میکروسفالی[4] انسان (بیماری که در آن مغز بیمار کوچک‌تر است) به‌ویژه در نوزادان به‌جا گذاشت که این اثرات مشاهده شده نسبت به قبل جدیدتر بودند. یکی از عملکردهای کورکومین، بر روی ویروس‌های غشادار این است که به‌عنوان یک مهارکننده اتصال ویروس، به سطح سلول عمل می‌کند. تحقیقات ارائه شده نشان می‌دهد که کورکومین، مستقیماً بر روی تخریب RNA ویروسی تأثیر ندارد، بلکه به نظر می‌رسد که کورکومین با تغییر غشا ویروس‌های غشادار، فعالیت خود را برای تخریب انجام می‌دهد. ویروس‌های غشادار چیکونگونیا، ویروس زیکا و ویروس وزیکولار استوماتیس[5] که با غلظت پنج میکرومولار کورکومین در زمان معین نگهداری شده‌اند، توانایی خود را برای اتصال به سطح سلول و عفونت‌زایی از دست می‌دهند. اثر این تماس مستقیم ویروس با کورکومین وابسته به زمان معین نگهداری و میزان (دوز) کورکومین متفاوت است [۹]. مطالعات انجام شده در سال ۲۰۱۳ نشان می‌دهد که کورکومین اضافه شده در مراحل اولیه و یا در حین ابتلای سلول به ویروس، مانع ایجاد بیماری‌زایی در یکسری از ویروس‌های غشادار شد؛ اما این توانایی برای ویروس‌های فاقد غشا مشاهده نشده است [۱۱]. مطالعات بسیاری کورکومین را به‌عنوان یک عامل تعدیل‌دهنده غشا معرفی می‌کنند که به‌طور مختصر می‌توان گفت که اتصال کورکومین با غشا دو لایه، باعث نازک شدن غشا غیرخطی و ضعیف شدن خاصیت ارتجاعی آن می‌شود [۹].

در سلول‌های MBDK (سلولهای جدا شده از کلیه گاو برای بررسی مطالعات ویروسی در محیط آزمایشگاه)، کورکومین با افزایش تشکیل لیپید رفت[6] (ترکیبی از گلیکواسفنگولیپیدها، کلسترول و گیرنده‌های پروتئینی سازمان یافته، در میکرودومین‌های لیپیدگلیکولیپوپروتئینی در غشای پلاسمایی)، بر روی فرآیند ورود ویروس تبخال نوع یک گاوی (BoHv-1) به سلول اثر گذاشته و آلودگی به ویروس، مطابق با افزایش میزان مصرف کورکومین کاهش می‌یابد. این ویروس که جزء خانواده ویروس‌های غشادار است، در گاو با التهاب تنفسی ایجاد شده باعث کاهش شیردهی و سقط جنین و کاهش باروری می‌شود. مطالعه انجام شده در این تحقیق نشان می‌دهد که غلظت پنج تا بیست میکرومول بر لیتر کورکومین اثر قابل‌توجهی بر کاهش ابتلا سلول به این ویروس دارد [۴].

تأثیر کورکومین بر تغییر سیالیت غشا و گلیکوپروتئین‌ها

تحقیقات در سال ۲۰۱۳ بر روی ویروس هپاتیت C (HCV)، نشان می‌دهد که کورکومین با تأثیر بر روی سیالیت غشا، مانع اتصال و ادغام ویروس به سطح سلول می‌شود. تغییرات در سیالیت غشا، که احتمالاً با تغییر در ساختار گلیگوپروتئین‌های ویروسی که لازمه تماس ویروس با سلول‌ها و آلوده کردن آنها است، به‌دلیل خاصیت چربی دوستی کورکومین می‌باشد. علاوه بر این، مشخص شده است که کورکومین با تأثیر بر روی لیپیدهای غشایی سلول میزبان، از آلوده شدن سلول هنگام ورود ویروس نیز نقش دارد [۱۲].

نوروویروس انسانی (HuNoV)، یکی از شایع‌ترین ویروس‌های دستگاه گوارش، در سراسر جهان است که علائم بالینی ابتلا به آن شامل حالت تهوع، استفراغ و اسهال در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت

---

[1] Chikungunya
[2] Arboviruses
[3] Flavivirus
[4] Microcephaly
[5] Vesicular stomatitis virus
[6] Lipid raft

است. مقدار خیلی کم ویروس، حتی در حدود ده ذره ویروسی هم می‌تواند عامل عفونت شود، که در کودکان و افراد مسن و افراد با سیستم ایمنی ضعیف، بیشترین عوارض عفونت ویروسی مشاهده می‌شود. این ویروس در مکان‌هان پرجمعیت مثل رستوران‌ها، بیمارستان‌ها، هتل‌ها و مدارس به‌راحتی از یک فرد به فرد دیگر منتقل می‌شود. اثر کورکومین، در مرحله اولیه ورود عفونت ویروسی فاقد غشا نوروویروس انسانی نیز گزارش شده است. طبق آزمایشات صورت گرفته تیمار با کورکومین در غلظت‌ها و زمان‌های متفاوت، نشان از خاصیت ضدویروسی کورکومین، در مکانیسم‌های مربوط به مرحله ورود ویروس به سلول دارد که این مکانیسم متفاوت از تکثیر RNA آن است. ریشه عملکرد تخریبی کورکومین برای این ویروس تغییر سیالیت غشا ویروسی نیست، بلکه ممانعت از عملکرد پروتئین‌های سطحی ویروسی است [۱۳]. عملکرد مشابهی از خاصیت ضدویروسی کورکومین برای تیمار با ویروس *هموراژیک سپتیسمیا*[1] (ویروس عامل مرگ‌ومیر در ماهی‌های قزل‌آلا) نیز مشاهده شده است [۱].

تأثیر کورکومین بر فرآیندهای سلولی در تکثیر ویروس‌ها

تحقیقات نشان می‌دهند که ویروس‌ها بعد از ورود به سلول، برای تکثیر خود نیازمند اندرکنش بین اجزای ویروسی با ذخایر موجود در سلول میزبان هستند در مراحل اولیه بعد از ورود ویروس، تکثیر از ژنوم ویروسی توسط پلیمرازهای وابسته به ویروس صورت می‌گیرد و سپس ویروس، مهارکننده‌ها و فعال‌کننده‌های فرآیندهای مسیر تکثیر سلولی را برای افزایش تکثیر شدن، در اختیار خود قرار می‌دهد [۱]. به‌عنوان مثال، ویروس ایدز برای انتشار و تکثیر شدن نیاز به آنزیم‌های ویروسی مثل ترنس‌کریپتاز معکوس، اینتگراز، پروتئاز و تات دارد. مطالعات نشان می‌دهند که کورکومین با پیوند مستقیم بین‌مولکولی با پروتئاز و اینتگراز ویروس ایدز، اثر مهارکنندگی بر روی آن دارد [۱۵،۱۴]. کورکومین با قرار گرفتن در جایگاه فعال پروتئاز و همچنین با پیوند با اسیدهای آمینه اسیدی در دومین کاتالیتیکی اینتگراز از اتصال سوبسترا به آن جلوگیری می‌کند [۱۶]. علاوه بر این، مطالعات دیگری نیز نشان داده‌اند که سلول‌هایی که به‌طور موقت پروتئین تات را بیان می‌کنند (واسطه فعالیت پروموتور LTR)، در اثر تیمار با کورکومین، میزان این پروتئین در آنها کاهش یافته که خود می‌تواند سبب کاهش تولید ویروس ایدز در داخل سلول شود. کورکومین به‌طور مستقیم و وابسته به غلظت و زمان، اثر تخریبی بر روی پروتئین تات دارد [۱۷].

کورکومین و تغییر مسیرهای پیام‌رسانی در کاهش بیماری‌زایی ویروسی

ویروس‌ها برای بقا و تکثیر خود،مجبورند تا مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی، مثل NF-κB، PI3/Akt، MAPK و سیستم یوبی‌کویتین پروتئاز (UPS) را به‌کار گیرند. تحقیقات زیادی نشان می‌دهند که کورکومین به‌عنوان یک واسطه تأثیرگذار بر روی این مسیرهای پیام‌رسانی است [۱].

نقش PI3/Akt در فرآیندهای سلولی، بسیار متنوع است و شامل مسیرهایی مانند ترجمه، عملیات بر روی RNA، اتوفاژی (مکانیسم طبیعی و تنظیم شده سلولی است که اجزای غیرضروری یا عملکردی آن را از بین می‌برد؛ این امر موجب تخریب منظم و بازیافت اجزای سلولی می‌شود) و آپاپتوز (مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی) است. بسیاری از ویروس‌ها، از جمله ویروس هپاتیت C برای رشد و تکثیر خود، نیازمند این مسیر پیام‌رسانی هستند. تحقیقات نشان می‌دهد که کورکومین، با توقف مسیر Akt-SREBP-1 از تکثیر ژن این ویروس جلوگیری می‌کند [۱۸]. مسیر پیام‌رسانی وابسته به NF-κB همانند یک شمشیر دو لبه، هم در بقا سلول و هم در پیشرفت سرطان نقش دارد [۱]. اگرچه فعال شدن مسیر NF-κB منجر به تنظیم تعدادی از ژن‌های ضدویروسی می‌شود، اما این مسیر برای بیماری‌زایی بعضی از ویروس‌های خاص مثل ویروس آنفلوانزا نیاز است. این ویروس فعالیت موجود در سلول را به‌عنوان یک عامل پیشبرنده جهت تکثیر بیشتر خود هدایت می‌کند و از آنجا که کورکومین نقش بسیار مؤثری در تنظیم این مسیر پیام‌رسانی دارد، می‌تواند به‌عنوان یک داروی بالقوه در جلوگیری از فعالیت ویروسی باشد [۱۹]. ویروس آنفلوانزا نوع A (IAV) یا آنفلوانزای مرغی، سومین ویروس همه‌گیر در قرن بیستم میلادی بود. تحقیقات در سال ۲۰۱۰ نشان داد که تیمار

[1] Hemorrhagic septicemia

سلول‌ها با ۳۰ میکرومولار کورکومین، باعث کاهش عفونت ویروسی از طریق کاهش عملکرد حدوداً ۹۰ درصد، در محیط کشت می‌شود. علاوه بر این نگهداری اولیه ویروس آنفلوانزا با کورکومین، از تشکیل پلاک‌های ویروسی داخل سلول جلوگیری می‌کند. کورکومین به‌طور مستقیم، با ذرات ویروس اندرکنش داشته و باعث اختلال در مرحله اولیه ورود ویروس به سلول (اتصال ویروس به سطح سلول) می‌شود، اما هنوز نحوه اندرکنش کورکومین با پروتئین و یا سایر اجزای سطحی ویروس مشخص نیست [۲۰]. در مطالعه دیگر صورت گرفته در سال ۲۰۱۳ نشان داده شد که کورکومین به طور مؤثری، با اختلال در اندرکنش بین پروتئین هموگلوتینین و گیرنده سلولی از ورود ویروس آنفلوانزا به داخل سلول جلوگیری می‌کند [۲۱].

فعال شدن مسیر پیام‌رسانی NF-κB در عفونت ناشی از ویروس تب دره ریفت[1] (RVFV)، که از یک تک رشته RNA تشکیل شده است نیز مشاهده می‌شود. این ویروس که اولین بار در منطقه‌ای به‌نام دره ریفت شناسایی شد، با قدرت سرایت بالا است و باعث آسیب به انسان و دام می‌شود. در گاوها باعث سقط جنین و یا مرگ گوساله‌های تازه به‌دنیا آمده شده و در انسان نیز با تب شدید، آسیب‌های چشمی، آسیب کبدی، خونریزی همراه با تب و در بعضی موارد مرگ است. تیمار سلول‌های آلوده نشان داد که کورکومین، با مهار این مسیر و همچنین تغییر تنظیم چرخه سلولی به‌طور مؤثری بیماری‌زایی این ویروس را مهار می‌کند [۲۲].

ویروس سین‌سیشال تنفسی[2] (RSV) عامل عفونت ریه، برونشیت، آسم و بیماری شدید دستگاه تنفسی تحتانی در کودکان و نوزادان است. تحقیقات نشان می‌دهد که در سلول‌های اپیتلیال (بافت پوششی) بینی انسان آلوده شده به این ویروس غشادار با یک تک‌رشته RNA، کورکومین از تکثیر و جوانه‌زدن ویروس RSV و پاسخ‌های مسیر اپیتلیالی بدون ایجاد سمیت سلولی جلوگیری می‌کند. علاوه بر این تنظیم عملکرد سد اپیتلیالی به‌وسیله کورکومین در سلول‌های آلوده شده افزایش می‌یابد. یافته‌ها نشان می‌دهند که کورکومین مانع آزاد شدن TNFα (یکی از سیگنال‌های حیاتی سلول در شرایط التهاب، مرگ برنامه‌ریزی شده و تکثیر سلولی) از طریق فسفریلاسیون NF-κB و eIF-2α می‌شود [۲۳].

ویروس انسفالیت ژاپنی[3] (JEV)، بطور وسیع در آسیای شرقی و جنوبی و اقیانوسیه گسترش دارد و هر ساله باعث مرگ حدود پانزده هزار نفر می‌شود. این ویروس می‌تواند از درجه خفیف تا شدید عوارضی مثل حملات تشنج، ناتوانی‌های حرکتی متفاوت و همچنین عوارضی شبیه بیماری فلج اطفال در انسان ایجاد کند. تحقیقات مختلفی نشان می‌دهند که کورکومین، ویروس انسفالیت ژاپنی را با اختلال در عملکرد سیستم یوبی‌کویتین–پروتئوزوم[4] (UPS) و تجمع پروتئین‌های یوبی‌کویتین مهار می‌کند. سیستم UPS یکی از مهمترین رخدادهای سلولی در تخریب پروتئین‌ها در سلول‌های یوکاریوتی است. به نظر می‌رسد، کورکومین با تنظیم اختلال مشاهده شده، مانع بیماری‌زایی ویروس‌هایی مانند ویروس دنگه نوع دو نیز می‌شود. این ویروس که توسط پشه به انسان منتقل می‌شود باعث ایجاد تب شدید همراه با استخوان درد، کاهش پلاکت‌های خون، خروج مایعات از دیواره عروق و افت فشار می‌گردد [۲۵،۲۴].

کوکساکی ویروس[5] B3 (CVB3) باعث ایجاد منتزیت و ورم عضله قلب می‌گردد. UPS در تکثیر این ویروس بسیار اهمیت دارد و تحقیقات نشان می‌دهد که کورکومین با اختلال در عملکرد این سیستم، مانع تکثیر این ویروس و کاهش عفونت ناشی از آن می‌شود [۲۶]. مطالعات انجام گرفته بر روی ویروس EV71 از خانواده انتروویروس‌ها که عامل بیماری تب و تاول در دست و دهان و پا در کودکان است، نشان می‌دهد که کورکومین به‌طرز چشمگیری باعث کاهش RNA ویروسی، بیان پروتئین‌های ویروسی و در نتیجه کاهش ازیاد ویروس در رده سلولی بافت پوششی کلیه میمون سبز افریقایی (Vero cell) می‌شود. کورکومین نه تنها با کاهش رادیکال‌های آزاد گونه اکسیژن تولید شده و فعال کردن کینازهای تنظیم کننده خارج سلولی (ERK) و اختلال عملکرد سیستم UPS مانع عفونت ویروسی می‌شود، بلکه میزان بیان دو پروتئین GBF1 و PI4KB که برای تشکیل کمپلکس تکثیر ویروس مورد نیاز هستند را نیز کاهش می‌دهد [۲۷].

---

[1] Rift Valley fever virus
[2] Respiratory syncytial virus
[3] Japanese encephalitis virus
[4] Ubiquitin Proteasome System (UPS)
[5] Coxsackie virus

تأثیر کورکومین بر فاکتورهای رونویسی در کاهش عفونت ویروسی

اطلاعات ژنتیکی منتقل شده در هنگام عفونت ویروسی، نیاز به فاکتورهای فعال‌کننده دو مرحله رونویسی و ترجمه دارند. یکی از فاکتورهای کمکی در مرحله رونویسی PCG-1α است. ویروس هپاتیت B (HBV) برای تکثیر خود این فاکتور را در خدمت می‌گیرد. تحقیقات نشان می‌دهد که کورکومین با تنظیم بیان این فاکتور، بطور مؤثری از بیان و تکثیر HBV جلوگیری می‌نماید [۲۸]. تحقیقات نشان می‌دهد که کورکومین احتمالاً با اختلال در بکارگیری RNA پلیمرازII، در پروموتور ژن‌های سریع اولیه[1] (IE) بیان شده در ویروس تبخال تناسلی (HSV)، مانع عملکرد آن می‌شود. این اختلال از طریق تأثیرات کورکومین بر روی پروتئین واسطه ویروسی VP16 برای بکارگیری RNA پلیمرازII و مستقل از مکانیسم فعالیت هیستون استیل ترانسفراز فاکتورهای پروتئینی کمک‌کننده رونویسی p300/CBP است [۲۹]. علاوه بر این، تحقیقات دیگری نشان می‌دهد که کورکومین از طریق مهار فعالیت ردوکس APE1 (اپورینیدیک/اپریمیدنیک نوکلئاز ۱) باعث درمان عفونت‌های ویروسی مانند کاپوسی سارکوم – وابسته به ویروس تبخال تناسلی و همچنین سرطان‌های ایجاد شده توسط آن می‌شود. فعالیت ردوکس APE1 مؤثر بر روی بسیاری از ژن‌ها و مسیرهای ژنتیکی مربوط به آنها مانند مسیرهای تکثیر اولیه سلول و مسیرهای تنش اکسایشی (استرس اکسیداتیو) است [۵]. مطالعات دیگری نشان می‌دهند که کورکومین با تنظیم کاهشی پروتئین شوک گرمایی ۹۰ (Hsp90) که پروتئین مورد نیاز برای بیان ژن‌های سریع اولیه (IE) در بیماری‌زایی ویروس سیتومگالوویروس انسانی است، از تکثیر آن جلوگیری می‌کند [۱۶].

ویروس پاپیلومای انسانی[2] (HPV) شامل دویست نوع ویروس است، که نوع ۱۶ و ۱۸ آن باعث ایجاد سرطان رحم می‌شود. از دیگر عوارض این ویروس، می‌توان به زگیل تناسلی و زگیل‌های پوستی هم اشاره کرد. DNA این نوع ویروس‌ها، با ورود به داخل سلول میزبان، باعث تغییر در مسیرهای رونویسی و ترجمه سلولی می‌شوند که سلول را به سمت تکثیر بیشتر ویروس، پیش می‌برند. دو فاکتور E6 و E7 بیان شده ویروسی در سلول باعث تخریب پروتئین‌های P53 و Rb شده و سبب تبدیل سلول به حالت سرطانی می‌گردد. کورکومین با متوقف کردن مولکول‌های تنظیمی و تاثیر بر روی مسیرهای پیام‌رسانی و همچنین با اثر کاهشی تنظیم کینازهای حیاتی مثل PKC، JNK، EGFR و MAPK از رشد سلول سرطانی به‌وجود آمده، جلوگیری می‌کند [۳۱،۳۰].

تأثیر کورکومین بر ویروس‌های حاد تنفسی

در سال ۲۰۰۳ ویروس جدیدی از خانواده کروناویروس‌ها در ۲۵ کشور جهان گسترش یافت و باعث مرگ حدود هشتاد هزار بیمار به‌دلیل عارضه حاد تنفسی شد و این ویروس، سارس[3] (SARS-CoV) نامگذاری شد. پس از آن تحقیق بر روی پروتئین‌های بیان‌شده در ویروس برای پیداکردن داروهای بالقوه مهارکننده این پروتئین‌ها آغاز شد. در یک تحقیق اثر ۲۲ ترکیب گیاهی از جمله کورکومین در مهار پروتئین پروتئازی (3CLprotease) که نقش اصلی را در مرحله ورود ویروس به درون سلول دارد، بررسی شد. مطالعات بیماری‌زایی سلولی نشان داد که کورکومین در غلظت ۱۰ میکرومولار پتانسیل ضدویروسی سارس دارد اما در مهار این پروتئین پروتئازی نسبت به سایر ترکیبات موفق نیست [۳۲]. در تحقیق دیگری که اخیراً انتشار یافته است با استفاده از شبیه‌سازی‌های مولکولی و مقایسه توالی پروتئین‌های پروتئازی مهم و ویژه این ویروس با ویروس بیماری حاد تنفسی ایجاد شده از کووید ۱۹ (19–COVID) مشخص شد که توالی آمینواسیدی این دو پروتئاز بیان شده، بسیار محافظت شده و تنها در چند باقیمانده اسید آمینه متفاوت است که خود نشان دهنده وابستگی تبارزایی بین این دو ویروس است. این ویروس (کووید ۱۹) نیز از خانواده کروناویروس‌ها است که در اواخر سال ۲۰۱۹ از وهان چین انتشار و به‌سرعت در کشورهای دیگر نیز پراکنده شد. در این تحقیق با استفاده از شبیه‌سازی‌های مولکولی نشان داده شد که کورکومین نسبت به ترکیبات دارویی مانند ریباویرین،

---
[1] Immediate early (IE) gene promoters
[2] Human papilloma virus
[3] Severe acute respiratory syndrome

تلبیویدین، ویتامین ب ۱۲ و نیکوتینامید در فعالیت این پروتئاز اثر مهاری کمتری از خود نشان می‌دهد زیرا تعداد پیوندهای کمتری با این پروتئین ایجاد کرده است [۳۳]. اما برای بررسی تأثیر کورکومین بر روی این ویروس جدید، باید مطالعات آزمایشگاهی بیشتری صورت گیرد زیرا این ویروس از نوع ویروس‌های غشادار است [۳۴] و احتمالاً کورکومین با تغییر سیالیت غشا به‌دلیل خاصیت آبگریزی خود می‌تواند از ورود ویروس به سلول میزبان جلوگیری کند.

فراهمی زیستی[1] کورکومین

علیرغم طیف گسترده فعالیت‌های بالقوه مفید دارویی کورکومین، این ماده به‌دلیل کمی غلظت در دسترس قرارگرفتن فیزیولوژیکی آن (فراهمی زیستی)، هنوز نتوانسته است به‌عنوان یک عامل درمانی تأییدیه دریافت کند. مطالعات آزمایشگاهی، تأثیر این ماده بر روی ویروس‌ها را به خوبی نشان می‌دهد؛ اما مطالعات درون سلولی به‌دلیل کمی فراهمی زیستی این ماده، خاصیت ضدویروسی آن را نشان نمی‌دهد. بنابراین، در این زمینه باید تمهیداتی برای این اثر مفید کورکومین اندیشید. برای افزایش فراهمی زیستی کورکومین بر اساس راهکارهای استفاده از نانوذرات، لیپوزوم‌ها و کمپلکس‌های فسفولیپیدی برای رهایی کورکومین و در دسترس قرارگرفتن آن برای استفاده در سلول، مطالعات زیادی انجام شده است [۱۲، ۳۵، ۳۶]. یک راه دیگر افزایش فراهمی زیستی کورکومین، استفاده از بیوکانژوگه‌هایی مانند اسیدهای آمینه و اسیدهای چربی است که به‌دلیل خاصیت چربی‌دوستی، باعث افزایش جذب توسط سلول، افزایش نیمه‌عمر کورکومین و کاهش سرعت متابولیسم آن در داخل سلول می‌شوند. تحقیقات انجام شده در سال ۲۰۱۰ نشان داد که این ترکیبات ساخته‌شده خاصیت ضدویروسی مطلوبی بر روی ویروس‌هایی مانند کرونا ویروس گربه‌ای، ویروس تبخال گربه‌ای، ویروس تبخال انسانی، ویروس پارا انفلوانزا[2] و کوکساکی ویروس B4 دارند [۳۷].

فراهمی زیستی کورکومین، با توجه به خصوصیات ذاتی آن و حلالیت کم در آب و پایداری اندکی که دارد، ضعیف است. بنابراین برای بهبود این خصوصیات مشابه‌هایی از کورکومین ساخته شده است که برای مثال یکی از آنها مونو استیل کورکومین است. این مشابه با متوقف کردن فعالیت PI3K/Akt باعث کاهش تکثیر ویروس آنفلوانزا (IAV) در سلول‌ها شده که مکانیسمی متفاوت از کورکومین دارد. مشاهدات نشان می‌دهد که استفاده از هر دو ترکیب کورکومین و مونواستیل کورکومین به‌علت مکانیسم‌های متفاوت، اثر مضاعف ضدویروسی در سلول دارد [۳۸]. در تحقیق دیگری دو مشابه پایدار و کاربردی از کورکومین، به‌نام تتراهیدروکورکومین (THC) و پتاسیفنول (Pet) برای بررسی خاصیت ضدویروسی آنفلوانزا ساخته شد. نتایج نشان داد که این دو مشابه هم، مانند کورکومین قادر به مهار ویروس آنفلوانزا در محیط کشت هستند اما در مقایسه با کورکومین اثر مهاری کمتری در تشکیل پلاک‌های ویروسی در محیط کشت دارند [۲۱]. ترکیب دیگر مشابه ساخته شده از کورکومین پنتاگاماونون-0 (PGV-0) است که نسبت به دیگر ترکیبات مشابه قدرت بیشتر و سمیت کمتری دارد. در مطالعه صورت گرفته بر روی رده سلولی اپیتلیال کلیه میمون سبز افریقایی آلوده شده به ویروس دنگه، مشابهPGV-0 اثر بهتری نسبت به کورکومین در سرعت بهبود عفونت ویروسی دارد [۳۹]. البته برای افزایش حلالیت کورکومین می‌توان از میسل‌های بتا کازئین شیر شتر هم استفاده کرد که حدود ۲۴۰۰ برابر حلالیت کورکومین را افزایش می‌دهد. این تحقیق توسط تیم تحقیقاتی نویسندگان این مقاله انتشار یافته است [۴۰].

تحقیقات در سال ۱۹۹۳ برروی پروتئین پروتئاز HIV-1 و HIV-2 بیان شده توسط ویروس HIV نشان می‌دهد که کورکومین و کمپلکس کورکومین-بور باعث مهار فعالیت این پروتئین‌ها شده که با افزایش زمان، این فعالیت مهاری افزایش می‌یابد [۱۴]. در تحقیق دیگری دو مشابه ساخته شده از کورکومین به‌نام دیکفوئیل متان و رزمارینیک اسید باعث مهار پروتئین اینتگراز در HIV-1 می‌شوند. این مشابه‌های ساخته شده از اتصال اینتگراز به DNA ویروسی جلوگیری می‌کنند [۱۵]. یک تحقیق ارائه شده نشان می‌دهد که کورکومین-کربن دات کاتیونی پایدار ساخته شده می‌تواند اثر مهاری بر روی تکثیر

[1] Bioavailability
[2] ParaInfluenza

ویروس اسهال همه‌گیر خوکی[1] (PEDV) از دسته کرونا ویروس‌ها داشته باشد [۴۱].

تحقیقات در دهه‌های اخیر نشان می‌دهند که نانوذرات به‌ویژه نانوذرات نقره خاصیت ضدویروسی دارند. یافته‌های حاصل نشان می‌دهند که نانوذرات نقره به‌وسیله اندرکنش با گیرنده‌های گلیکوپروتئینی و گلیکوپروتئین‌های ویروسی غشادار از ورود ویروس به داخل سلول میزبان و تکثیر آن جلوگیری می‌کند. در یک تحقیق ارائه شده از نانوذرات نقره تغییر یافته با کورکومین (cAgNP) استفاده شده است که تشکیل ترکیبی پایدار و یک‌شکل با پراکندگی یکنواخت و فراهمی زیستی خوب را می‌دهد. ترکیب حاصل فعالیت ضدویروسی مؤثری برعلیه عفونت ویروسی RSV (ویروس سین‌سیشال تنفسی) نشان می‌دهد. این ترکیب مستقیماً با غیرفعال کردن ویروس از چسبیدن و ورود آن به سلول میزبان در مرحله اول عفونت ویروسی جلوگیری می‌کند [۴۲].

نتیجه‌گیری

توسعه ترکیبات ضدویروسی جدید، بیان‌کننده چالش‌های زیادی است و نیازمند تلاش‌های بسیار برای طراحی دارو و اثربخشی آن است. بنابراین، جستجو برای اثرات مفید داروهای موجود تأیید شده و یا استفاده از ترکیبات طبیعی، می‌تواند جایگزینی برای توسعه داروهای ضدویروسی جدید باشد. برای کورکومین، ترکیب فنولی مشتق‌شده از زردچوبه، عملکردهای متفاوتی در جلوگیری و بهبود بیماری‌های متفاوت از جمله انواع سرطان‌ها، عفونت‌های ویروسی و همچنین سرطان‌های ایجاد شده از طریق ویروس‌ها، بیان شده است. کورکومین از طریق تغییر مسیر پیام‌رسانی سلول‌ها مانند تغییر مسیر NF-κB و اختلال در سیستم UPS مانع عفونت ویروسی می‌شود. علاوه بر این، کورکومین با اندرکنش مستقیم با واسطه‌های پروتئینی دخیل در فرایند تکثیر ویروسی و یا تغییر سیالیت غشا ویروسی و یا تغییر گلیکوپروتئین‌های سطحی ویروسی، مانع اتصال آن به سلول میزبان می‌گردد. پروتئازهای ویروسی یکی از مهمترین پروتئین‌ها در انتقال ماده ژنتیکی ویروس به درون سلول میزبان هستند که کورکومین با اندرکنش مستقیم با این پروتئین، مانع ورود ویروس به سلول میزبان می‌شود. کورکومین همچنین با مهار فاکتورهای رونویسی از عفونت ویروسی و تکثیر آن جلوگیری می‌کند. این ویژگی ضدویروسی مشاهده شده در شرایط آزمایشگاهی، نشان‌دهنده بالقوه بودن این ترکیب برای توسعه داروهای جدید ضدویروسی است، که البته به‌دلیل کم بودن فراهمی زیستی کورکومین باید بتوان شرایطی ایجاد کرد که این ترکیب از پایداری بیشتری در سلول برخوردار باشد تا بتواند اثر خود را به‌عنوان یک ترکیب دارویی مفید ارائه دهد. با توجه به خصوصیات کورکومین و همچنین نتایج تحقیقاتی بدست آمده تأثیر آن روی ویروس‌های غشادار، بهتر است که برای خاصیت ضدویروسی ویروس‌های جدیدی مانند کووید ۱۹ نیز مطالعات آزمایشگاهی انجام گیرد و شاهد اثرات آن برای پیدا کردن درمان در دسترس‌تر باشیم.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از حمایت‌های دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته‌ای در دیابت مستقر در دانشگاه تهران، قطب علمی بیوترمودینامیک، مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، انجمن بیوشیمی فیزیک ایران تشکر می‌نمایند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Mathew, D., & Hsu, W. (2018) Antiviral potential of curcumin, Journal of Functional Foods, vol. 40, pp. 692–699.
[2]. Mofidi Najjar, F., Taghavi, F., Ghadari, R., Sheibani, N., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2017) Destructive effect of non-enzymatic glycation on catalase and remediation via curcumin, Archives of Biochemistry and Biophysics, vol. 630, pp. 81–90.
[3]. Zhu, L., Ding, X., Zhang, D., Yuan, CH., Wang, J., Ndegwa, E., & Zhu, G. (2013) Curcumin inhibits bovine herpesvirus type 1 entry into MDBK cells, Acta Virologica, vol. 57, no. 4, pp. 389–396.
[4]. Noureddin, S. A., El-Shishtawy, R. M., & Al-Footy, K. O. (2019) Curcumin analogues and their hybrid molecules as multifunctional drugs, European Journal of Medicinal Chemistry, vol. 182, pp. 111631-111671.
[5]. Li, H., Zhong, C., Wang, Q., Chen, W., & Yuan, Y. (2019) Curcumin is an APE1 redox inhibitor and exhibits an antiviral activity against KSHV replication and pathogenesis, Antiviral Research, vol. 167, pp. 98–103.

[1] Porcine epidemic diarrhea virus

the Akt-SREBP-1 pathway, FEBS Letters, vol. 584, no. 4, pp. 707–712.
[19]. Ludwig S., & Planz, O. (2008) Influenza viruses and the NF-κB signaling pathway - Towards a novel concept of antiviral therapy, Biological Chemistry, vol. 389, no. 10, pp. 1307–1312.
[20]. Chen, D. Y., Shien, J. H., Tiley, L., Chiou, S. S., Wang, S. Y., Chang, T. J., Lee, Y. J., Chan, K. W., & Hsu, W. L. (2010) Curcumin inhibits influenza virus infection and haemagglutination activity, Food Chemistry, vol. 119, no. 4, pp. 1346–1351.
[21]. Ou, J. L., Mizushina, Y., Wang, S. Y., Chuang, D. Y., Nadar, M., & Hsu, W. L. (2013) Structure-activity relationship analysis of curcumin analogues on anti-influenza virus activity, FEBS Journal, vol. 280, no. 22, pp. 5829–5840.
[22]. Narayanan, A., Kehn-Hall, K., Senina, S., Lundberg, L., Van Duyne, R., Guendel, I., Das, R., Baer, A., Bethel, L., Ture, M., Hartman, A. L., Das, B., Bailey, C., & Kashanchi, F. (2012) Curcumin inhibits rift valley fever virus replication in human cells, Journal of Biological Chemistry, vol. 287, no. 40, pp. 33198–33214.
[23]. Obata, K., Kojima, T., Masaki, T., Okabayashi, T., Yokota, S., Hirakawa, S., Nomura, K., Takasawa, A., Murata, M., Tanaka, S., Fuchimoto, J., Fujii, N., Tsutsumi, H., Himi, T., & Sawada, N. (2013) Curcumin Prevents Replication of Respiratory Syncytial Virus and the Epithelial Responses to It in Human Nasal Epithelial Cells, PLoS One, vol. 8, no. 9, pp. 1–14.
[24]. Zhang, Y., Wang, Z., Chen, H., Chen, Z., & Tian, Y. (2014) Antioxidants: Potential antiviral agents for Japanese encephalitis virus infection, International Journal of Infectious Diseases, vol. 24, pp. 30–36.
[25]. Dutta, K., Ghosh, D., & Basu, A. (2009) Curcumin protects neuronal cells from japanese encephalitis virus-mediated cell death and also inhibits infective viral particle formation by dysregulation of ubiquitin-proteasome system, Journal of Neuroimmune Pharmacology, vol. 4, no. 3, pp. 328–337.
[26]. Si, X., Wang, Y., Wong, J., Zhang, J., McManus, B. M., & Luo, H. (2007) Dysregulation of the Ubiquitin-Proteasome System by Curcumin Suppresses Coxsackievirus B3 Replication, Journal of Virology, vol. 81, no. 7, pp. 3142–3150.
[27]. Qin, Y., Lina, L., Chen, Y., Wu, S., Si, X., Wu, H., Zhai, X., Wang, Y., Tong, L., Pan, B., Zhong, X., Wang, T., Zhao, W., & Zhong, Z. (2014) Curcumin inhibits the replication of enterovirus 71 in vitro, Acta Pharmaceutica Sinica B, vol. 4, no. 4, pp. 284–294.
[28]. Rechtman, M. M., Har-Noy, O., Bar-Yishay, I., Fishman, S., Adamovich, Y., Shaul, Y., Halpern, Z., & Shloma, A. (2010) Curcumin inhibits hepatitis B virus via down-regulation of the metabolic coactivator PGC-1α, FEBS Letters, vol. 584, no. 11, pp. 2485–2490.
[29]. Kutluay, S. B., Doroghazi, J., Roemer, M. E., & Triezenberg, S. J. (2008) Curcumin inhibits
[6]. Shinojima, N., Yokoyama, T., Kondo, Y., & Kondo, S. (2007) Erratum: Roles of the Akt/mTOR/p70S6K and ERK1/2 signaling pathways in curcumin-induced autophagy (Autophagy), Autophagy, vol. 3, no. 6. pp. 635–637.
[7]. Shome, S., Das, A., Dutta, M., & Kanti, M. (2016) Curcumin as potential therapeutic natural product : a nanobiotechnological perspective, Journal of Pharmacy and Pharmacology, vol. 68, pp. 1481–1500.
[8]. Lv, Y., Lei, N., Wang, D., An, Z., Li, G., Han, F., Liu, H., & Liu, L. (2014) Protective effect of curcumin against cytomegalovirus infection in Balb/c mice, Environmental Toxicology and Pharmacology, vol. 37, no. 3, pp. 1140–1147.
[9]. Mounce, B. C., Cesaro, T., Carrau, L., Vallet, T., & Vignuzzi, M. (2017) Curcumin inhibits Zika and chikungunya virus infection by inhibiting cell binding, Antiviral Research, vol. 142, pp. 148–157.
[10]. Von Rhein, C., Weidner, T., Henß, L., Martin, J., Weber, C., Sliva, K., & Schnierle, B. S. (2016) Curcumin and Boswellia serrata gum resin extract inhibit chikungunya and vesicular stomatitis virus infections in vitro, Antiviral Research, vol. 125, pp. 51–57.
[11]. Chen, T. Y., Chen, D.Y., Wen, H. W., Ou, J. L., Chiou, S. S., Chen, J. M., Wong, M. L., & Hsu, W. L. (2013) Inhibition of Enveloped Viruses Infectivity by Curcumin, PLoS One, vol. 8, no. 5, pp. 1–11.
[12]. Anggakusuma, Colpitts, C. C., Schang, L., M. Rachmawati, H., Frentzen, A., Pfaender, S., Behrendt, P., Brown, R. J. P., Bankwitz, D., Steinmann, J., Ott, M., Meuleman, P., Rice, A., Ploss, C. M., Pietschmann, T., & Steinmann, E. (2014) Turmeric curcumin inhibits entry of all hepatitis C virus genotypes into human liver cells, Gut, vol. 63, no. 7, pp. 1137–1149.
[13]. Yang, M., Lee, G., Si, J., Lee, S., You, H. J., & Ko, G. (2016) Curcumin Shows Antiviral Properties against Norovirus, Molecule, vol. 21, no. 10, pp. 1401–1415.
[14]. Sui, Z., Salto, R., Li, J., Craik, C., & de Montellano, P. R. O. (1993) Inhibition of the HIV-1 and HIV-2 proteases by curcumin and curcumin boron complexes, Bioorganic & Medicinal Chemistry, vol. 1, no. 6, pp. 415–422.
[15]. Mazumder, A., Raghavan, K., Weinstein, J., Kohn, K. W., & Pommier, Y. (1995) Inhibition of human immunodeficiency virus type-1 integrase by curcumin, Biochemical Pharmacology, vol. 49, no. 8, pp. 1165–1170.
[16]. Praditya, D., Kirchhoff, L., Brüning, J., Rachmawati, H., Steinmann, J., & Steinmann, E. (2019) Anti-infective properties of the golden spice curcumin, Frontiers in Microbiology, vol. 10, pp. 912-928.
[17]. Ali, A., & Banerjea, A. C. (2016) “Curcumin inhibits HIV-1 by promoting Tat protein degradation, Scientific Reports, vol. 6, pp. 1–9.
[18]. Kim, K. J., Kim, K. H., Kim, H. Y., Cho, H. K., Sakamoto, N., & Cheong, J. H. (2010) Curcumin inhibits hepatitis C virus replication via suppressing

curcumin complexes: fabrication, structural characterization, antioxidant properties, and in vitro anticancer activity, Journal of Food Measurement and Characterization, vol. 14, no. 2, pp. 876–885.
[37]. Singh, R. K., Rai, D., Yadav, D., Bhargava, A., Balzarini, J., & De Clercq, E. (2010) Synthesis, antibacterial and antiviral properties of curcumin bioconjugates bearing dipeptide, fatty acids and folic acid, European Journal of Medicinal Chemistry, vol. 45, no. 3, pp. 1078–1086.
[38]. Richart, S. M., Li, Y. L., Mizushina, Y., Chang, Y. Y., Chung, T. S., Chen, G. H., Tzen, J. T. C., Shia, K. S., & Hsu, W. L., (2018) Synergic effect of curcumin and its structural analogue (Monoacetylcurcumin) on anti-influenza virus infection, Journal of Food and Drug Analysis, vol. 26, no. 3, pp. 1015–1023.
[39]. Marbawati D., & Umniyati, S. R. (2015) Effects of Curcumin and Pentagamavunon-0 Against Dengue-2 Virus Infection in Vero Cells; an in Vitro Study, Procedia Environmental Science, vol. 23, no. Ictcred 2014, pp. 215–221.
[40]. Esmaili, M., Ghaffari, M., Moosavi-Movahedi, Z., Atri, M. S., Sharifizadeh, A., Farhadi, M., Yousefi. R., Chobert, J. M., Haertlé, T., & Moosavi-Movahedi A. A. (2011) Beta casein-micelle as a nano vehicle for solubility enhancement of curcumin; food industry application, LWT - Food Science and Technology, vol. 44, no. 10, pp. 2166–2172.
[41]. Ting, D., Dong, N., Fang, L., Lu, J., Bi, J., Xiao, S., & Han, H. (2018) Multisite inhibitors for enteric coronavirus: antiviral cationic carbon dots based on curcumin, ACS Applied Nano Materials, vol. 1, no. 10, pp. 5451–5459.
[42]. Yang, X. X., Li, M. C., & Huang, C. Z. (2016) Curcumin modified silver nanoparticles for highly efficient inhibition of respiratory syncytial virus infection, Nanoscale, vol. 8, no. 5, pp. 3040–3048, 2016.

herpes simplex virus immediate-early gene expression by a mechanism independent of p300/CBP histone acetyltransferase activity, Virology, vol. 373, no. 2, pp. 239–247.
[30]. Mishra A., & Das, B. C. (2015) Curcumin as an anti-human papillomavirus and anti-cancer compound, Future Oncology, vol. 11, no. 18, pp. 2487–2490
[31]. Teymouri, M., Pirro, M., Johnston, T. P., & Sahebkar, A. (2017) Curcumin as a multifaceted compound against human papilloma virus infection and cervical cancers: A review of chemistry, cellular, molecular, and preclinical features, BioFactors, vol. 43, no. 3, pp. 331–346.
[32]. Wen, C. C., Kuo, Y. H., Jan, J. T., Liang, P. H., Wang, S. Y., Liu, H. G., Lee, C. K., Chang, C. J., Kuo, S. T., Lee, S. S., Hou, C. C., Hsiao, P. W., Chien, S. C., Shyur L. F., & Yang, N. S. (2007) Specific plant terpenoids and lignoids possess potent antiviral activities against severe acute respiratory syndrome coronavirus, Journal of Medicinal Chemistry, vol. 50, no. 17, pp. 4087–4095.
[33]. Kandeel M., & Al-Nazawi, M. (2020) Virtual screening and repurposing of FDA approved drugs against COVID-19 main protease, Life Sciences, vol. 251, pp. 117627-117632.
[34]. Elfiky, A. A. (2020) Anti-HCV, nucleotide inhibitors, repurposing against COVID-19, Life Sciences, vol. 248, pp 117477-117483.
[35]. Mohammadian, M., Moghadam, M., Salami, M., Emam-Djomeh, Z., Alavi, F., Momen, S., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2020) Whey protein aggregates formed by non-toxic chemical cross-linking as novel carriers for curcumin delivery: Fabrication and characterization, Journal of Drug Delivery Science and Technology, vol. 56, pp. 101531-101542.
[36]. Moghadam, M., Salami, M., Mohammadian, M., Delphi, L., Sepehri, H., Emam-Djomeh, Z., & Moosavi-Movahedi,A. A. (2020) Walnut protein–

ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹: منشأ و مکانیسم بیماری‌زایی

شکوه رضائی[۱] ، عبدالرحمن قاسملو[۱] و یحیی سفیدبخت*[۱،]

چکیده

در حال حاضر، ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ بیش از ۱۰۰ کشور در سراسر جهان را از جمله ایران تحت تأثیر قرار داده است. این همه‌گیری شایع، موجب نگرانی جامعه علمی و پزشکی گردیده زیرا اطلاعات اندکی از این ویروس جدید در دسترس است و درمان خاصی برای آن وجود ندارد. بنابراین، در این مقاله سعی خواهد شد به منظور شناخت و درک عمیق‌تر ویروس، ابتدا منشأ احتمالی کروناویروس جدید و ارتباط آن با سایر بیماری‌های مرتبط با کروناویروس‌های قبلی و سپس مکانیسم ورود ویروس به سلول انسانی و عوامل دخیل در این فرایند، مثل پروتئین‌های ویروس مورد بررسی قرار گیرند. همچنین از دیگر اطلاعاتی که در این جا ارائه می‌گردد می‌توان به معرفی علائم بالینی بیماری جهت آگاهی بیشتر و روش‌های آزمایشگاهی تشخیص ویروس، پایداری ویروس روی سطوح مختلف، انتقال جانوری ویروس و اقدامات پیشگیرانه نظیر تقویت سیستم ایمنی و راهکارهای درمانی همچون پلاسما درمانی اشاره نمود. در این مطالعه همچنین شواهدی مبنی بر تغییرات آمینواسیدی موجود در نمونه‌های ژنومی و متعاقب آن ایجاد گونه‌های جدید و احتمالاتی مبنی بر پدیدار شدن ویروس طی سیر تکاملی یا آزمایشگاهی بودن آن مطرح می‌شود و در نهایت مسائلی که تاکنون مبهم باقی مانده‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

واژگان کلیدی: ویروس کرونای ۲۰۱۹، منشأ، نمونه‌های ژنومی، مکانیسم، پلاسما درمانی

* عهده‌دار مکاتبات، استادیار، تلفن ۰۲۱ ۲۹۹۰۵۰۲۱، آدرس الکترونیکی y_sefidbakht@sbu.ac.ir

۱ مرکز تحقیقات پروتئین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

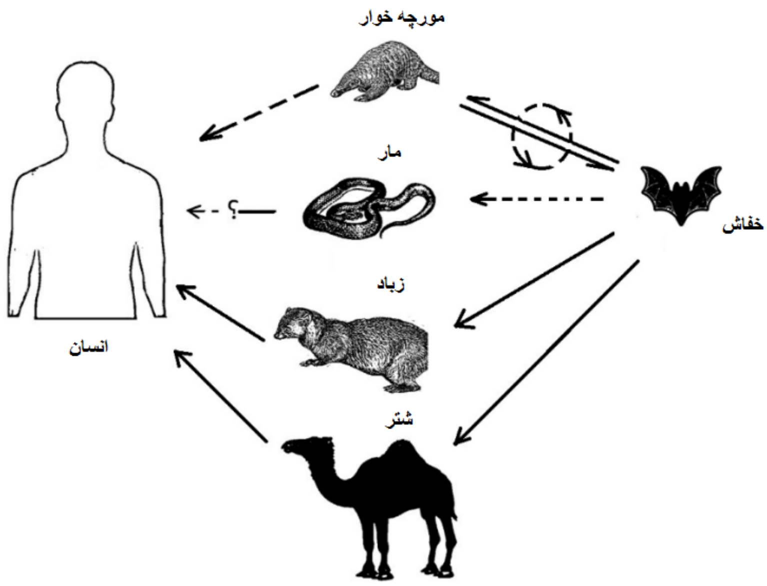
بیماری ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ یکی از خطرناک‌ترین تهدیداتی می‌باشد که جهان تاکنون با آن روبه‌رو شده است زیرا که شیوع آن همچنان به‌صورت تصاعدی در سراسر جهان رو به افزایش است. شیوع سریع این ویروس روی بسیاری از معادلات سیاسی و اقتصادی کنونی جهان اثر گذاشته است. بنابراین، دولت‌ها و شرکت‌های داروسازی و دانش بنیان جهان را به این واداشته است که برای ساخت واکسن یا داروی مؤثر به‌شدت تلاش کنند که این تلاش‌ها تاکنون نتیجه‌ی چندان مؤثری در پی نداشته است. بر اساس مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته شیوع بیماری ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ غیرقابل توقف شناخته شده است و در حال حاضر به معیارهای لازم به‌عنوان بیماری همه‌گیر دست یافته، زیرا بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر در ۱۰۰ کشور جهان مبتلا اعلام شده‌اند. بنابراین، یک پاسخ جهانی هماهنگ برای تهیه سیستم‌های بهداشتی برای برطرف کردن این چالش بی‌سابقه مورد نیاز است. همچنین در حال حاضر اقداماتی جهت مهار بیماری در چین صورت گرفته و ابتلای موارد جدید را بیش از ۹۰٪ کاهش داده است در صورتی‌که کاهش ابتلای موارد جدید در سایر کشورها از جمله ایتالیا و ایران تاکنون مشاهده نشده است[۱].

کروناویروس‌ها

خانواده کروناویروس‌ها از عوامل بیماری‌زای متداول برای انسان به‌شمار می‌آیند به گونه‌ای که گویا ۳۰ تا ۶۰ درصد جمعیت چین آنتی‌بادی‌های علیه این ویروس‌ها را دارند. کروناویروس‌ها از جمله ویروس‌های با ژنوم RNA تک‌رشته‌ای هستند و از نظر ژنتیکی و سرولوژیکی به زیرخانواده‌های آلفا (گروه اول)، بتا (گروه دوم)، گاما (گروه سوم) و دلتا (گروه چهارم) طبقه‌بندی می‌شوند. بتا کروناویروس‌ها نیز خود به چهار رده (A-D) تقسیم می‌شوند که عفونت‌های انسانی ناشی از آلفا و بتا کروناویروس‌ها هستند. با توجه به مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته، ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ در زیرخانواده‌ی بتا و رده B قرار می‌گیرد. تمام کروناویروس‌ها شباهت‌هایی را در سازمان‌دهی و بیان ژنوم خود نشان می‌دهند و دارای پروتئین‌های ساختاری و غیرساختاری هستند [۲, ۳].

منشأ ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

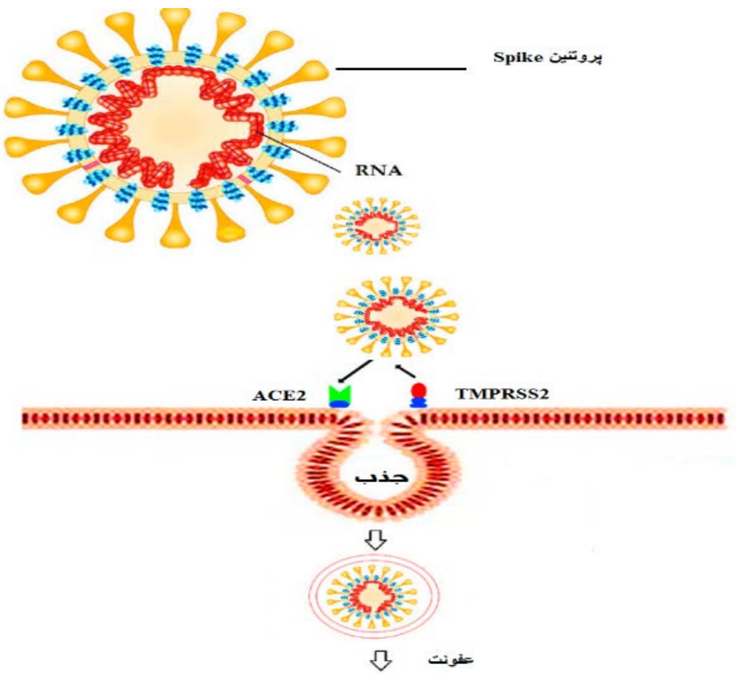
نتیجه تحقیقات مبتلایان اولیه بیماری ناشی از ویروس کرونای جدید را مرتبط با بازار غذاهای دریایی Huanan نشان داد در صورتی که هیچ یک از مبتلایان بعدی ارتباطی با این بازار نداشتند که این موضوع نشان‌دهنده‌ی انتقال انسان به انسان یا انتقال از حیوانات به انسان است [۴]. برخی مطالعات نشان دادند که منشأ طبیعی ویروس‌های SARS و MERS خفاش‌ها هستند اما به ترتیب از طریق میزبان‌های واسطه از جمله زباد و شتر به انسان منتقل شده‌اند [۵]. بنابراین، ممکن است منشأ ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ نیز خفاش باشد اما از طریق یک میزبان واسطه‌ای در بازار به انسان منتقل شده باشد [۵]. براساس تحقیقات اخیر، مقایسه توالی ژنتیکی ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ موجود در مورچه‌خوارها و بیماران مبتلا، تشابه توالی ۹۹ درصدی نشان داده شد [۵]. از این‌رو، پیشنهاد شده است که انتقال و مسیر تکامل این ویروس جدید از کروناویروس خفاش به مورچه‌خوار (به‌عنوان میزبان واسطه‌ای) و انتقال آن به انسان بوده است [۵]. سپس سایر مطالعات نشان دادند که بین ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ و SARS-CoV تشابه توالی برابر با ۷۹ درصد است. همچنین طی این مطالعات نشان داده شد که ویروس کرونای جدید با سایر کروناویروس‌های خفاش تشابه بالایی دارد. بنابراین، مدارک موجود نیز از این موضوع که خفاش‌ها منشأ و میزبان ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ هستند، حمایت می‌کند (شکل ۱) [۶, ۷]. بر اساس سایر مطالعاتی که صورت گرفته است، ویروس کرونای جدید به‌عنوان ویروسی بینابین ناشی از ویروس کرونای خفاش و کروناویروس دیگری با منشأ ناشناخته معرفی گردید و نیز آنها با مطالعه روی سایر حیوانات دریافتند که مارها احتمالاً منشأ ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ هستند [۸]. همچنین تجزیه و تحلیل یک مطالعه نشان داد که ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ دارای بیشترین اطلاعات ژنتیکی با کروناویروس خفاش است و بیشترین تشابه را از لحاظ تبعیض کدونی (Codon usage bias) با مار دارد که این موضوع به احتمال نوترکیبی همسان بین گونه‌ها اشاره دارد که به ایجاد گونه ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ کمک کرده است [۹].



شکل ۱: منشأ ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ [۱۰]

مکانیسم بیماری‌زایی ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

ویروس کرونا دارای پروتئین ترایمر Spike است که از دو دمین S1 و S2 تشکیل شده است. دمین S1 حاوی دمین اتصال به گیرنده[1] است و به منظور آلوده کردن سلول میزبان، ویروس از طریق دمین اتصالی پروتئین به گیرنده سطح سلول میزبان متصل می‌شود [۱۱]. مکانیسم عمل به گونه‌ای است که ابتدا دمین S1/S2 با استفاده از یک سرین پروتئاز سلولی به نام TMPRSS2 شکسته می‌شود [۱۲] و سپس از طریق دمین اتصالی ویروس به گیرنده خود یا به عبارتی آنزیم تبدیل‌کننده آنژیوتانسین۲[2] موجود در سلول‌های آلوئول ریه انسان اتصال می‌یابد (شکل ۲) [۱۳].



شکل۲: مکانیسم مولکولی برهمکنش گیرنده ACE2 و پروتئین Spike ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹[10]

[1] Receptor-Binding Domain (RBD)

[2] Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2)

علائم بالینی ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

مطالعات نشان می‌دهد که بیماران مرد و کمتر از نیمی از آنها دارای بیماری زمینه‌ای از جمله دیابت، فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی عروقی بودند و مشخــص شد که بیمـاران در رده سنی ۲۵–۴۹ سال و رده سنـــی ۵۰–۶۴ سال قرار داشتند و سن متوســط ۴۹ سال گزارش گردید. همچنین در این مطالعه، به علائم متداول شروع بیماری از جملـه تب، سرفه، خستگی و درد عضلانی و از جمله علائم نادر محصولات خلطی، سردرد و سرفه خونی و اسهال اشاره گردید و نتایج حاصل از تست‌های آزمایشگاهی برخی از آنها کاهش لنفوسیت‌های موجود در گردش خون را نشان داد. همچنین سطح آسپارتات آمینوترانسفراز در بیماران افزایش یافته بود و در بیماران التهاب عضله قلب (میـوکاردیت) تشخیص داده شد و افزایش سطـح تروپونینI نیز در مبتلایان مشاهده گردید. ناهنجـاری‌های قفسه‌سینه در تصویربرداری کامپیوتری نیز گزارش گردید که رایج‌ترین این مشکلات درگیری دو طرفه ریه است [۱۴, ۱۵].

تشخیص ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

قبل از پیدایش ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹، تصور می‌شد که کروناویروس‌های انسانی منجر به عفونت‌های دستگاه تنفسی فوقانی مانند سرماخوردگی و عفونت‌های دستگاه تنفسی تحتانی می‌شوند؛ اما بعد از گزارش مرگ اولیـن فرد مبتلا به SARS-CoV، بیماری‌های ناشی از کروناویروس‌ها مورد توجه قرار گرفت و نتایجی در رابطه با جنبه‌های بالینی آن به دست آمد. بنابراین پس از ظهور ویروس کرونای جدید و با انجام بررسی‌های قیاسی، دریافتند که بیماری ناشی از ویروس کرونای جدید نیز از لحاظ علائم بالینی مشابه سایر بتاکروناویروس‌ها است و همچنین مشخص شد که این عفونت‌ها می‌توانند طیفی شامل عفـونت‌های تنفسی ساده تا شوک عفونی را نشان دهند و با توجه به این که تاکنون واکسن و دارویی مؤثر برای درمان بیمـاری ناشی از ویروس کرونای جدید ارائه نشده است و نیز به‌دلیل انتشار سریع این ویروس، از تعدادی ابزار تشخیصی شامل روش‌های مولکولی، سرولوژی و کشت ویروسی استفـاده می‌شود. متـداول‌ترین روش مولکولی به کارگیری واکنش زنجیره پلیمراز معکوس (RT-PCR) به همراه اسید نوکلئیک موجود در نمونه‌های سواب دهانی، خلط، نازوفارنکـس و نمونه‌های حاصل از دستگاه تنفسی تحتانی است. همچنین استفاده از تصویربرداری به منظور تشخیص ناهنجاری‌های قفسه‌سینه و تشخیص بر مبنای آنتی‌بادی‌های بیمار از دیگر روش‌های تشخیصی برای این بیماری هستند [۱۸–۱۵].

آیا ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹، یک ویروس دست‌کاری شده است؟

ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹، هفتمین کروناویروس شناخته شده است که موجب عفونت در انسان می‌شود. این کروناویروس‌ها عبارتند از SARS-CoV ، MERSCoV که می‌توانند باعث بیماری شوند، در حالی که HKU1، NL63، OC43 و E229 با علائم خفیف همراه هستند. مطالعه‌ای که اخیراً صورت گرفته با ارائه شواهدی، چشم‌اندازی جدید در مورد ویژگی‌های ژنوم ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ ایجاد کرده است که نشان می‌دهد این ویروس، آزمایشگاهی یا یک ویروس دست‌کاری شده هدفمند نیست. همچنین بیان می‌کند که دست‌کاری آزمایشگاهی یک کروناویروس مانند ویروس کرونای جدید امری غیرممکن است زیرا دمین اتصالی به گیرنده موجود در ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ برای اتصال به گیرنده موجود در سطح سلول انسانی بهینه شده است. علاوه بر این، اگر دست‌کاری ژنتیکی انجام شده بود ، احتمالاً یکی از چندین سیستم ژنتیکی معکوس موجود در بتا کروناویروس مورد استفاده قرار می‌گرفت. از آن جایی که بسیاری از موارد اولیه مبتلا به این ویروس جدید ناشی از بازار غذاهای دریایی Huananبود ، ممکن است که یک منبع حیوانی در این مکان حضور داشته باشد و با توجه به شباهت ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ به کروناویروس‌هایSARS، احتمالاً این خفاش‌ها به عنوان میزبان عمل می‌کنند. دمین اتصالی به گیرنده در پروتئین Spike متغیرترین قسمت ژنوم کروناویروس است که شش آمینواسید آن برای اتصال به گیرنده و برای تعیین دامنه میزبان کروناویروس‌های SARS مانند مهم هستند. بنابراین جهش در این دمین ممکن است موجب تمایل زیاد به گیرنده سطح سلول انسانی شود. همچنین تمایل بالای اتصال پروتئین Spike به گیرنده خود ممکن است نتیجه انتخاب طبیعی روی گیرنده موجود در سلول انسانی باشد. همچنین در این قسمت از پروتئین، ناحیه برشی چند بازی (PRRAR) برای پروتئازهای

سلول انسانی و قندهایی که با پیوند- O به پروتئین متصل هستند، مطرح می‌شوند. در نهایت برای نقض این که ویروس کرونای جدید حاصل دست‌کاری آزمایشگاهی است به دو دیدگاه اشاره می‌شود که می‌توانند منشأ ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ را توضیح دهند: (۱) انتخاب طبیعی در میزبان حیوانی قبل از انتقال به حیوانی دیگر و (۲) انتخاب طبیعی در انسان پس از دریافت از میزبان جانوری [۱۹].

با این حال با توجه به مرور مقالات و پژوهش‌های موجود در رابطه با SARS و همچنین در نظرگرفتن پیشرفت‌های علمی در زمینه ژنتیک، بیوتکنولوژی و طراحی سایر سلاح‌های بیولوژیک پیشین نمی‌توان با قاطعیت تأیید کرد که این ویروس تنها حاصل تکامل و ناشی از انتقال حیوان به انسان است بلکه می‌تواند توسط خطای انسانی از محیط آزمایشگاه به بیرون درز کرده باشد.

ارتباط بین گروه‌های خونی ABO و ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

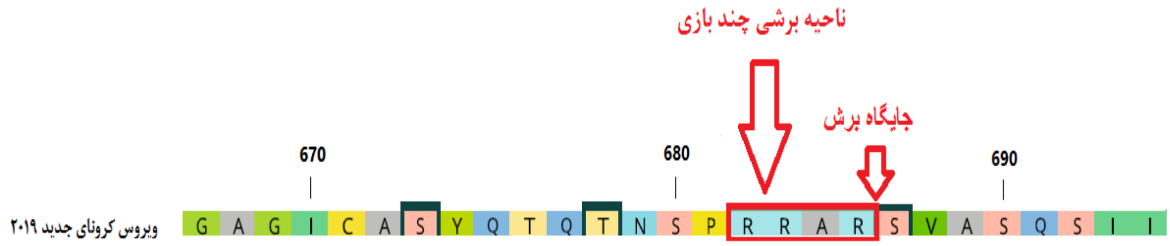
طی مطالعه‌ای روی بیماران مبتلا در سه بیمارستان ووهان چین مشخص شد که برای افراد با گروه خونی A نسبت به سایر گروه‌های خونی خطر بالاتری برای ابتلا به ویروس کرونای جدید وجود دارد، در حالی‌که افراد با گروه‌های خونی O در مقایسه با سایر گروه‌های خونی به طرز چشمگیری دارای خطر کمی برای ابتلا به این عفونت می‌باشند [۲۰].

پایداری ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ در آئروسل‌ها و سطوح مختلف

طی مطالعه‌ای، پایداری کروناویروس جدید ۲۰۱۹ روی سطوح مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که این ویروس می‌تواند به مدت بیش از ۳ ساعت در آئروسل‌های موجود در هوا و به مدت ۳-۲ روز روی سطوحی مانند پلاستیک و فولاد ضد زنگ زنده بماند. همچنین نیمه‌عمر ویروس به طور میانگین ۲.۷ ساعت گزارش گردید [۲۱].

سؤالات پاسخ داده نشده

تلاش جهت یافتن منشأ و دلیل شیوع ویروس کرونای جدید منجر به مقایسه توالی ژنومی بین ویروس‌های کرونا گردید که نتایج حاصل از این مقایسه تشابه توالی بیش از ۸۰٪ را بین ویروس کرونای ۲۰۱۹ و سایر ویروس‌های SARS خفاش نشان داد [۲۲]. همچنین سایر مطالعات نشان داد که تمایل بسیار بالای ویروس به رسپتور انسانی می‌تواند ناشی از سرعت بالای جهش در قسمت متغیر دمین اتصال به گیرنده موجود در پروتئین Spike (شکل ۳) و نوترکیبی همسان بین کروناویروس خفاش و مورچه‌خوار در طول سیر تکاملی ویروس باشد. با بررسی جایگاه برش پروتئاز موجود در توالی S1/S2 می‌توان حضور چهار اسیدآمینه اضافی را نسبت به سایر بتاکروناویروس‌ها نشان داد (شکل ۳)[۱۹]. این درج را PRRA(R) می‌گویند که شامل پرولین، آرژینین، آرژینین و آلانین (آرژینین) می‌باشد. مقایسه جایگاه برش در سایر بتاکروناویروس‌ها از جمله SARS نشان می‌دهد که تنها یکی از آرژینین‌ها را دارا می‌باشد و از طرفی حضور پرولین در جایگاه برش خود می‌تواند جالب توجه باشد زیرا که احتمال درج پرولین به طور تصادفی درون یک توالی اندک است و از طرفی پرولین باعث ایجاد «خمیدگی» در توالی می‌شود و از طرف دیگر، وجود سه آرژینین درون توالی برش می‌تواند احتمال تماس پروتئاز با جایگاه برش را افزایش داده و در نتیجه سرعت اتصال ویروس و ورود به میزبان را نیز سرعت بخشد [۱۹]. حال در اینجا سؤالاتی پیش می‌آید از قبیل اینکه چرا و چگونه به‌طور ناگهانی یک درج اضافی در جایگاه برش پروتئاز ویروس جدید وارد شده است؟ و چرا درج PRRA(R) در سایر بتاکروناویروس‌های مشابه با کروناویروس جدید دیده



شکل۳: آرژنین‌های جایگاه برش پروتئین spike ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ [۱۹]

نشده است (برخلاف برخی اسید آمینه‌های مشترکی که در طول جهش دمین اتصالی به گیرنده انواع بتاکروناویروس‌ها حفظ شده‌اند)؟ آیا وجود یک گونه حدواسط ویروسی برای این درج امکان‌پذیر است؟ آیا تمایل اتصال بسیار بالای ویروس و شیوع سریع بیماری به‌دلیل وجود درج جدید در توالی پروتئین spike این ویروس است؟

آیا حیوانات خانگی ناقل ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ هستند؟

در اواخر فوریه ۲۰۲۰، مقامات هنگ کنگ پس از نمونه‌گیری از حفره بینی و دهان سگی مشکوک به بیماری، سگ را قرنطینه کردند تا آزمایش‌های لازم صورت گیرد. بعد از انجام آزمایش‌ها، صاحب این سگ برای ویروس کرونای جدید مثبت اعلام شد در حالی‌که آزمایش سگ منفی بود. تا قبل از کسب نتیجه آزمایش متخصصان معتقد بودند که این مورد می‌تواند یک مورد انتقال از انسان به حیوان باشد؛ اما دریافتند که علائم موجود مربوط به سایر مسائل بهداشتی و مرگ سگ احتمالاً در اثر سن بالای سگ بوده است. همچنین سرویس آزمایش دامپزشکی IDEXXدر تاریخ ۱۳ مارس ۲۰۲۰ اعلام کرد که در طی اعتبارسنجی سیستم جدید تست دامپزشکی خود برای ویروس کرونای جدید، هزاران نمونه سگ و گربه را ارزیابی کرده و نتیجه مثبتی نگرفته است. بنابراین، طبق گزارش سازمان‌هایی مانند مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها (CDC) و سازمان جهانی بهداشت حیوانات هیچ‌گونه مدرکی که نشان دهد حیوانات خانگی مانند سگ و گربه منشأ این ویروس و مبتلا به ویروس کرونای جدید هستند، وجود ندارد. با این حال، از آنجا که همه حیوانات می‌توانند دسته کم در انتقال فیزیکی آلودگی نقش داشته باشند، لازم است اقداماتی جهت احتیاط به‌کار گرفته شوند که برخی از این اقدامات عبارتند از: شستن دستان پس از دست زدن به حیوانات، رعایت نمودن بهداشت حیوانات خانگی، تمیز کردن این حیوانات به طور صحیح و مرتب و مشورت نمودن با دامپزشک جهت بررسی سلامت حیوانات خانگی (۱ و ۲). طی مطالعات بعدی که روی حیوانات انجام گرفت، مشخص شد که تکثیر ویروس کرونای جدید در حیواناتی نظیر سگ‌ها، خوک‌ها و اردک ضعیف است در حالی‌که این ویروس در گربه‌ها و موش خرماها می‌تواند موجب عفونت گردد [۲۳]. همچنین بر اساس گزارشی از یکی از باغ‌وحش‌های نیویورک نتیجه‌ی آزمایش یک ببر برای ویروس کرونای ۲۰۱۹ مثبت اعلام گردید (۲).

انواع ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

محققان با مقایسه ۱۶۰ نمونه ژنومی حاوی ویروس کرونای جدید و با استفاده از یک شبکه فیلوژنتیک دریافتند که این ویروس با سرعت در حال تغییر است و طی این مطالعه ویروس را بر اساس تغییرات آمینواسیدی به سه گونه مختلف A ، B و C تقسیم‌بندی کردند و گونه A ، نوع اصلی و اجدادی و نزدیک‌ترین نوع به کروناویروس خفاش موجود در ووهان معرفی شد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که گونه B از گونه A مشتق شده و تفاوت این دو به دلیل وجود دو جهش است و از طرفی گونه C ، گونه‌ی دختری گونه B شناخته شد و تفاوت این نوع با نوع والدی خود (گونه B) تنها در یک جهش می‌باشد. همچنین در نهایت، گونهA و C در جمعیت‌های اروپایی و آمریکایی و گونه B در جمعیت آسیای شرقی به عنوان نوع رایج تعیین گردیدند (۳).

پلاسما درمانی

پلاسما درمانی یک شیوه‌ی کلاسیک ایمنی درمانی است و بیشتر از یک قرن است که از آن به‌منظور پیشگیری و درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود. در طول دو دهه‌ی گذشته از این شیوه برای درمان بیماری‌هایی همچون SARS-CoV ، MERS-CoV و H1N1 استفاده شده است. در مواردی نظیر SARS-CoV و آنفولانزای حاد این روش به‌میزان قابل‌توجهی باعث کاهش نرخ مرگ‌ومیر شده است ولی در مورد ابولا اثربخشی این شیوه هنوز مشاهده نشده است. با توجه به این که بین ویروس کرونای جدید و بیماری‌های SARS-CoV و MERS-CoV شباهت‌های نسبتاً زیادی مشاهده شده است، بنابراین این احتمال وجود دارد که پلاسما درمانی یک انتخاب مناسب برای درمان مبتلایان باشد. در یک مطالعه پلاسما درمانی بر روی ده بیمار (برخی همراه با سایر شیوه‌های درمانی بوده) انجام شد و نتیجه به این شکل بود که همه‌ی علائم بیماری از جمله تب، سرفه، تنگی نفس، درد سینه یا به طور کلی از بین رفته یا به طرز چشم‌گیری بهبود یافته بودند. همچنین با توجه به نتایج تصویربرداری ضایعات ریوی ناشی از بیماری کاهش

قابل‌توجهی پیدا کرده بودند و عملکرد ریه‌ها نیز بهبود یافته بود. هفت بیمار افزایش مقدار لنفوسیت‌ها و کاهش مقدار CRP و آلانین آمینو ترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفرازها را نشان دادند. همچنین مقدار آنتی‌بادی‌های خنثی‌کننده در پنج بیمار افزایش و در چهار نفر ثابت باقی مانده بود (در یک بیمار بررسی نشد) و مقدار RNA ویروسی هم کاهش یافته بود. عوارض مختصری هم در یکی از بیماران به‌صورت جوش‌های صورت مشاهده شد که چندان با اهمیت به‌نظر نمی‌آمد. به‌طور کلی در مقایسه با یک گروه کنترل ده نفری با ویژگی‌های مشابه نتایج نشان داد که استفاده از پلاسما درمانی نتیجه‌ی قابل قبولی را در پی داشته است [۲۴]. اگرچه برای اطمینان از کاربرد درمانی این شیوه در مقابله با ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ به تحقیقات بیشتری نیاز است.

پاسخ سیستم ایمنی در مقابله با ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹

جهت ایجاد پاسخ مؤثر ایمنی ذاتی در مقابله با ویروس، سلول‌های ایمنی ذاتی باید ابتدا حمله ویروس را تشخیص دهند که این امر معمولاً با استفاده از گیرنده‌هایی جهت شناسایی عوامل بیماری‌زا انجام می‌شود که متعاقب آن اقداماتی جهت کنترل تکثیر ویروس صورت می‌گیرد و در نهایت پاسخ مؤثر ایمنی اکتسابی نیز القا می‌شود. در رابطه با خانواده‌ی کرونا ویروس‌ها پاسخ ایمنی به این صورت رخ می‌دهد که ابتدا ویروس ماکروفاژها را آلوده می‌کند و سپس این اتفاق باعث فعال شدن سلول‌های T، آزاد شدن تعداد زیادی از سیتوکاین‌ها و تشدید پاسخ ایمنی می‌شود که این سیتوکاین‌ها و دیگرعوامل سیستم ایمنی باعث حضور یافتن لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها به محل عفونت می‌شوند [۲]. با توجه به این که سیستم ایمنی در مبارزه با ویروس‌ها نقش به سزایی را ایفا می‌کند، بنابراین لازم است برای بهبود وضعیت کنونی و پیشگیری از ویروس کرونای جدید، اقداماتی اساسی به منظور تقویت سیستم ایمنی از راه‌های مختلف همچون داشتن خواب کافی، کاهش استرس، رژیم غذایی مناسب، مصرف ویتامین و ... صورت گیرد [۲۵].

نتیجه‌گیری

شیوع ویروس کرونای جدید ۲۰۱۹ به یک تهدید جدی برای عموم و کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در سراسر جهان تبدیل شده است. با این حال، دانش کافی در مورد این ویروس جدید در دسترس نیست و در حال‌حاضر عملکردهای درمانی ضدویروسی و واکسیناسیون وجود ندارد و تاکنون متخصصان تنها در حال تلاش و آزمایش بوده‌اند. به همین دلیل در این مقاله اهدافی همچون شناسایی منشأهای احتمالی ویروس کرونای ۲۰۱۹ و مقایسه‌ی نتایج حاصل از تحقیقات مرتبط با کروناویروس‌های قبلی از جملهSARS-CoV و MERS-CoV و چگونگی ورود این ویروس‌ها به سلول‌های بافت ریه انسان و پروتئین Spike ویروسی و گیرنده سلول‌های انسانی شرح داده شده است، زیرا از بررسی دقیق چنین عواملی و همچنین تحلیل درست نتایج قبلی می‌توان به روش‌های جدید جهت شناسایی و تشخیص زودهنگام ویروس، ساخت واکسن یا طراحی داروهای مؤثر دست یافت. همچنین می‌توان با بررسی مسائلی نظیر نیمه‌عمر و مدت زمان پایداری ویروس بر سطوح گوناگون، اهمیت نقش سیستم ایمنی و آگاهی از عواقب نگهداری حیوانات خانگی اقداماتی را به‌منظور کنترل آلودگی ویروسی و جلوگیری از گسترش آن به کار گرفت. همچنین می‌توان پیدایش گونه‌های جدید این ویروس را پیش‌بینی و به‌عنوان یک اتفاق هشدار دهنده برای روزها یا سال‌های آتی مورد نظر قرار داد.

* شماره در براکت منظور منابع و مواخذ است و شماره در پرانتز منظور وبگاه است.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1) https://www.livescience.com/coronavirus-first-case-human-to-dog-transmission.html
(2) https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prepare/animals.html
(3) https://www.facebook.com/iasworld/

منابع و مؤآخذ

[1]. Remuzzi A, Remuzzi G. (2020). COVID-19 and Italy: what next? .The Lancet, 395(10231), 1225-1228.
[2]. Li G, Fan Y, Lai Y, Han T, Li Z, Zhou P, Pan P, Wang W, Hu D, Liu X, Zhang Q, Wu J. (2020). Coronavirus infections and immune responses. Journal of Medical Virology, 92(4), 424-432.
[3]. Su S, Wong G, Shi W, Liu J, Lai AC, Zhou J, Liu W, Bi W, Gao G. (2016). Epidemiology, genetic recombination, and pathogenesis of coronaviruses. Trends in Microbiology, 24(6), 490-502.

[14]. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The lancet, 395(10223), 497-506.
[15]. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. (2020). Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia. Radiology, 295(3), 715–721.
[16]. Yin Y, Wunderink RG. (2018). MERS, SARS and other coronaviruses as causes of pneumonia. Respirology, 23(2), 130-137.
[17]. Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK,et al.(2020). Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR.Eurosurveillance,25(3).https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045
[18]. Song F, Shi N, Shan F, Zhang Z, Shen J, Lu H, et al. (2020). Emerging 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia. Radiology, 295(1), 210-217.
[19]. Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI, Holmes EC, Garry RF. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. Nature Medicine, 26(4), 450-452.
[20]. Li J, Wang X, Chen J, Cai Y, Deng A, Yang M. (2020). Association between ABO blood groups and risk of SARS-CoV-2 pneumonia. British Journal of Haematology. https://doi.org/10.1111/bjh.16797
[21]. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. (2020). Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. New England Journal of Medicine, 382(16), 1564-1567.
[22]. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. (2020) COVID-19 infection: origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. Journal of Advanced Research, 24, 91-98.
[23]. Shi J, Wen Z, Zhong G, Yang H, Wang C, Huang B, Liu R, He X, Shuai L, Sun Z, Zhao Y. (2020). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS–coronavirus 2. Science, 368(6494), 1016-1020.
[24]. Duan K, Liu B, Li C, Zhang H, Yu T, Qu J, et al. (2020). Effectiveness of convalescent plasma therapy in severe COVID-19 patients. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(17), 9490-9496.

[۲۵]. یوسفی، رضا، موسوی موحدی، فائزه ، (۱۳۹۸)، ویروس کرونای جدید: از پیشگیری و درمان تا ساز و کار تکثیر و گسترش در بدن انسان، نشریه نشاء علم، سال دهم، شماره اول، صفحات ۴۲-۵۳.

[4]. Lu R, Zhao X, Li J, Niu P, Yang B, Wu H, Wang W, Song H, Huang B, Zhu N, Bi Y. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. The Lancet, 395(10224), 565-574.
[5]. Li J-Y, You Z, Wang Q, Zhou Z-J, Qiu Y, Luo R, Ge X-Y. (2020). The epidemic of 2019-novel-coronavirus [2019-nCoV] pneumonia and insights for emerging infectious diseases in the future. Microbes and Infection, 22(2), 80-85.
[6]. Zhou P, Yang X-L, Wang X-G, Hu B, Zhang L, Zhang W, Si H-R, Zhu Y, Li B, Huang C-L, Chen H-D, Chen J, Luo Y, Guo H, Jiang R-D, Liu M-Q, Chen Y, Shen X-R, Wang Xi, Zheng X-S, Zhao K, Chen Q-J, Deng F, Liu L-L, Yan B, Zhan F-X, Wang Y-Y, Xiao G-F, Shi Z-L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature, 579(7798), 270-273.
[7]. Wu F, Zhao S, Yu B, Chen Y-M, Wang W, Song Z-G, Hu Y, Tao Z-W, Tian J-H, Pei Y-Y, Yuan M-L, Zhang Y-L, Dai F-H, Liu Y, Wang Q-M, Zheng J-J, Xu L, Holmes E, Zhang Y-Z. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. Nature, 579(7798), 265-269.
[8]. Ji W, Wang W, Zhao X, Zai J, Li X. (2020). Homologous recombination within the spike glycoprotein of the newly identified coronavirus may boost cross-species transmission from snake to human. Journal of Medical Virology. doi.org/10.1002/jmv.25682
[9]. Ji W, Wang W, Zhao X, Zai J, Li X. (2020). Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. Journal of Medical Virology, 92(4), 433-440.
[10]. Nadeem MS, Zamzami MA, Choudhry H, Murtaza BN, Kazmi I, Ahmad H, Shakoori AR. (2020). Origin, Potential Therapeutic Targets and Treatment for Coronavirus Disease (COVID-19). Pathogens, 9(4), 307. https://doi.org/10.3390/pathogens9040307
[11]. Walls A-C, Park Y-J, Tortorici M-A, Wall A, McGuire A-T, Veesler D. (2020). Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 spike glycoprotein. Cell, 181(2), 281-292.
[12]. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Krüger N, Mueller MA, Drosten C, Pöhlmann S. (2020). The novel coronavirus 2019 [2019-nCoV] uses the SARS-coronavirus receptor ACE2 and the cellular protease TMPRSS2 for entry into target cells, BioRxiv. doi.org/10.1101/2020.01.31.929042
[13]. Qi F, Qian S, Zhang S, Zhang Z. (2020). Single cell RNA sequencing of 13 human tissues identify cell types and receptors of human coronaviruses. Biochemical and Biophysical Research Communications, 526(1), 135-140.

نگرانی از شیوع بیماری کرونا در حیوانات اهلی و خانگی

منصوره ملکیان[1,*]

چکیده

با از بین بردن زیستگاه‌های طبیعی، گونه‌های مختلف مجبور به مجاورت با هم می‌شوند و در نتیجه، عوامل بیماری‌زا از یک گونه به دیگری انتقال می‌یابد. شکار حیوانات به عنوان وعده غذایی و فروش در بازارهای جهانی باعث جهش ویروس‌ها، نظیر ویروس کرونا ۱۹، از حیوانات به انسان ها می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که احتمال انتقال ویروس کرونا ۱۹ از انسان به حیوانات، خصوصاً حیوانات خانگی مثل سگ و گربه وجود دارد. ویروس کرونا می‌تواند از مرزهای بین گونه‌ای عبور کند و با انتقال از یک گونه جانوری به گونه دیگر، باعث ایجاد خطر همه‌گیری در جهان شود. علاوه‌بر این، حیوانات خانگی می‌توانند بدون ابتلا به بیماری کرونا، آن را روی پوست بدن یا موهای خود حمل کنند و ناقل ویروس باشند. بنابراین، رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی ارائه‌شده از سوی مراجع رسمی برای پیشگیری از ابتلا به بیماری کرونا ۱۹ توصیه می‌شود. حیوانات خانگی وابسته به انسان هستند و نباید به بهانه شیوع کرونا، آنها را در طبیعت رها کرد. رها کردن حیوانات خانگی در طبیعت عملی غیراخلاقی که مخاطراتی برای این حیوانات و محیط زیست به دنبال دارد. تمامی حیوانات دارای حقوق مساوی برای زندگی کردن هستند و به حق زندگی تمامی حیوانات باید احترام گذاشته شود.

واژگان کلیدی: حیوان خانگی، ویروس کرونا، همه‌گیری، گربه، سگ، حقوق حیوانات

---

*عهده‌دار مکاتبات، دانشیار، تلفن ۳۳۹۱۱۰۲۴ ۰۳۱، فکس ۳۳۹۱۲۸۴۰ ۰۳۱، آدرس الکترونیکی: mmalekian@iut.ac.ir

[1] گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

مقدمه

ویروس‌های کرونا خانواده بزرگی از ویروس‌ها هستند که در دهه ۱۹۶۰ شناخته شدند و می‌توانند حیوانات و انسان‌ها را بیمار کنند. سویه‌های زیادی از ویروس کرونا تاکنون شناخته شده‌اند که برخی از آنها به انسان منتقل می‌شوند [۱]. ویروس کرونا در انسان طیف وسیعی از عفونت‌های دستگاه تنفسی را ایجاد می‌کند که از سرماخوردگی ساده تا ابتلا به بیماری‌های شدیدتری مثل سندروم تنفسی خاورمیانه[1] و سندروم تنفسی حاد[2] متغیراست. آخرین نوع آن، که ویروس کرونا ۱۹ نامیده می شود، نیز علائمی شبیه سرماخوردگی و تنگی نفس ایجاد می‌کند. این ویروس در اواخر سال ۲۰۱۹ در شهر ووهان[3] در چین شناسایی شد و با همه‌گیری در انسان در سراسر جهان شیوع پیدا کرد [۲]. تب، خستگی و سرفه‌های خشک رایج‌ترین علائم ابتلا به بیماری کرونا–۱۹ هستند. بعضی از بیماران ممکن است علائم دیگری مثل احساس درد و کوفتگی بدن، گرفتگی بینی، آبریزش بینی، گلودرد یا مشکلات گوارشی (مثل اسهال) داشته باشند. این ویروس باعث عفونت سیستم تنفسی شده و می تواند منجر به مرگ شود [۳].

این ویروس رابطه تکاملی و همبستگی طولانی با خفاش‌ها دارد اما مشخص نیست که این ویروس مستقیماً از خفاش به انسان منتقل شده یا با واسطه انتقال پیدا کرده است [۴]. بررسی نخستین افرادی که به این ویروس آلوده شدند، نشان داد که بیشتر این افراد به بازار فروش حیوانات زنده مراجعه داشته‌اند. به احتمال زیاد این ویروس از بدن حیوانات به انسان منتقل شده و کم‌کم به تمام جهان سرایت پیدا کرده، به گونه‌ای که میلیون‌ها نفر به بیماری کرونا ۱۹ مبتلا شدند [۲]. محققان معتقدند که به دلیل از بین بردن زیستگاه‌های طبیعی، گونه‌های مختلف مجبور به مجاورت با هم می‌شوند و در نتیجه، عوامل بیماری‌زا از یک گونه به دیگری انتقال می‌یابد و احتمال اینکه گونه دوم که در تماس نزدیکتر با انسان‌هاست، انسان‌ها را مبتلا کند، بسیار زیاد است. شکار حیوانات به عنوان وعده غذایی و فروش در بازارهای آفریقا یا آسیا به‌ویژه چین باعث جهش ویروس‌ها از حیوانات به انسان‌ها می‌شود [۵].

پس از شیوع ویروس کرونا ۱۹، یکی از سؤالاتی که ذهن بسیاری از افراد و مدافعان حقوق حیوانات را به خود مشغول کرده این است که آیا حیوانات خانگی و اهلی نیز به این ویروس مبتلا می‌شوند و می‌توانند ناقل آن باشند؟ در این مقاله سعی شده است با توجه به شواهد و مطالعات موجود، نگرانی‌ها و خطرات موجود در رابطه با حیوانات خانگی و اهلی مورد بحث قرار گرفته و روش‌های پیشگیری از شیوع ویروس بررسی شود.

حیوان خانگی

کلیه حیواناتی که انسان در منزل نگهداری می‌کند و به عنوان همدم انسان محسوب می‌شوند را حیوانات خانگی می‌گویند. حیوانات خانگی را می‌توان به دو گروه حیوانات خانگی متداول (مثل سگ، گربه، پرندگان زینتی و ماهیان آکواریومی) و حیوانات خانگی غیرمتداول (مثل خرگوش همستر، لاک‌پشت، ایگوآنا، مار و ...) تقسیم نمود. حیوانات خانگی غیرمتداول، حیوانات وحشی یا آزمایشگاهی هستند که به‌دلیل ظاهر جذاب یا متفاوت، در منزل نگهداری می‌شوند. سگ و گربه دو جانور محبوب خانگی در سراسر جهان به‌شمار می‌روند.

در دهه ۱۹۸۰، این طرز تفکر رواج یافته بود که نگهداری حیوانات خانگی با افزایش طول‌عمر انسان همراه است، چرا که تنهایی انسان را پر می‌کند. حیوانات خانگی برای انسان‌هایی که از آنها نگهداری می‌کنند، سودمندی‌های فیزیکی یا عاطفی دارند و کمک می‌کنند که انسان‌ها سالم و فعال بمانند؛ اما بررسی‌هایی که در سال‌های بعد صورت گرفت، نتایج معکوسی را در برداشت. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، از میان حدود ۱۷۰۰ عامل بیماری‌زا، ۸۳۲ عامل از طریق حیوانات به انسان منتقل می‌شود انواع عفونت‌های باکتریایی، قارچی، انگلی و انواع حساسیت‌های ناشی از حیوانات خانگی، به‌خصوص در افرادی که سیستم ایمنی ضعیفی دارند (مثل کودکان و زنان باردار)، باعث بروز بیماری‌های خطرناک و حتی کشنده می‌شود [۶].

اغلب افرادی که به تقلید از سایر فرهنگ‌ها و یا به دلیل مدگرایی، انواع حیوانات را در خانه نگهداری می‌کنند، از خطرات ناشی از نگهداری این حیوانات در خانه و تماس نزدیک با آنها بی‌اطلاع هستند. به عنوان مثال کمپیلوباکتر[4] یکی از باکتری‌هایی است که از طریق سگ‌ها انتقال می‌یابد و می‌تواند باعث عفونت دستگاه گوارش و عوارضی مانند تب، دردهای شکمی، اسهال و در موارد نادر نوعی بیماری در سیستم عصبی شود. توکسوپلاسموز[5] یکی از بیماری‌های انگلی شایع است که توسط گربه‌ها منتقل می‌شود. این انگل از طریق مدفوع گربه به انسان انتقال می‌یابد. نشانه‌های این بیماری در انسان شامل تب، درد و بزرگ شدن

[1] MERS
[2] SARS
[3] Wuhan
[4] Campylobacter
[5] Toxoplasmosis

غدد لنفاوی است. توکسوپلاسموز در زنان باردار و افراد با سیستم ایمنی ضعیف، می‌تواند با علائم شدید عصبی مثل تشنج، فلج، کما و مرگ همراه باشد [۷].

خطر انتقال ویروس کرونا از انسان به حیوانات

پس از شیوع بیماری کرونا ۱۹، تصور بر این بود که این ویروس از فرد مبتلا یا ناقل به افراد دیگر منتقل می‌شود. اما بعداً مشخص شد که این ویروس از افراد مبتلا به حیوانات نیز سرایت می‌کند. اولین حیوان بیمار که آزمایش ویروس کرونا ۱۹ در آن مثبت بود، یک ببر با بیماری تنفسی در باغ‌وحشی در شهر نیویورک بود [۱۱]. پس از آن، چندین قلاده شیر و ببر درآن باغ‌وحش علائم بیماری کرونا ۱۹ را نشان دادند. محققان معتقدند که این گربه‌سانان بزرگ پس از قرار گرفتن در معرض نگهبان باغ‌وحش که به این ویروس آلوده شده بود، بیمار شدند. به نظر می‌رسد که ویروس کرونا در بدو انتشار، از حیوان به انسان منتقل شد، اما حالا در حال بازگشت از انسان به حیوانات است [۱۰].

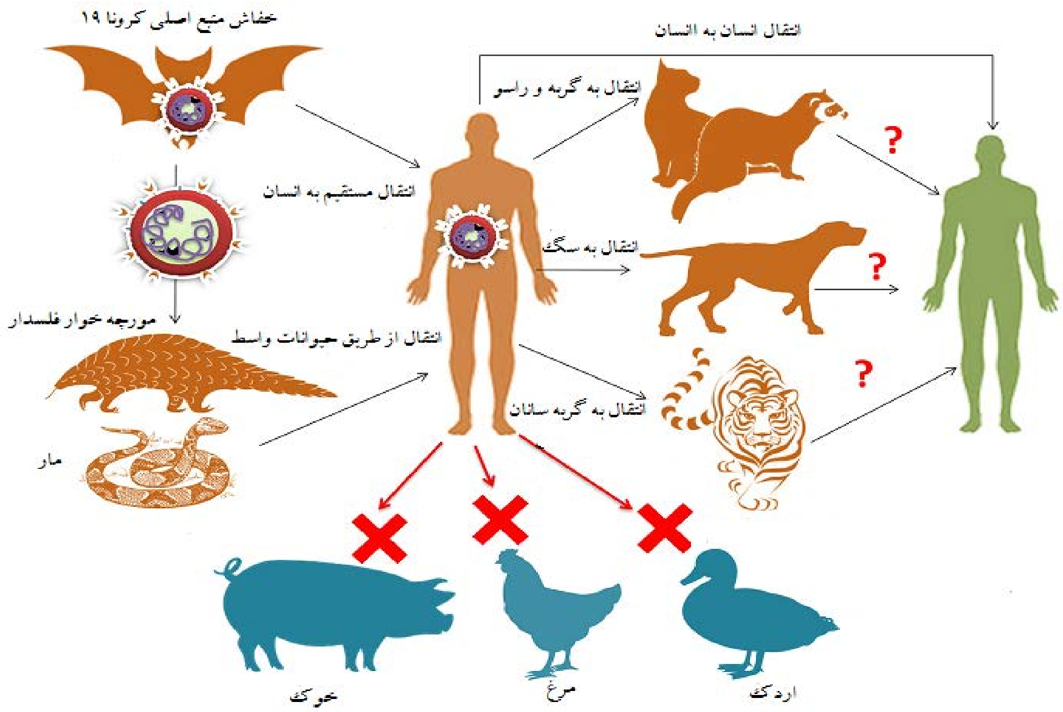
دانشمندان به سرعت در مورد چگونگی رفتار این ویروس در بدن حیوانات تحقیقاتی را انجام دادند. مطالعات اولیه دانشمندان نشان داد که ویروس کرونا ۱۹ می‌تواند به بدن حیوانات نیز منتقل شده و آنها را آلوده سازد ولی بدن این موجودات در مقایسه با ساختار فیزیولوژیکی بدن انسان مقاومت بیشتری در برابر ویروس‌ها داشته و کمتر دچار مرگ می‌شوند [۸]. امکان انتقال مستقیم ویروس کرونا ۱۹ از خفاش (منبع اصلی این ویروس) به انسان و یا از طریق حیوانات حدواسط نظیر مار و مورچه‌خوار وجود دارد (شکل ۱). علاوه بر این، احتمال انتقال این بیماری از انسان به حیوانات به‌خصوص حیوانات خانگی وجود دارد (شکل ۱). نتیجه آزمایش کرونا ۱۹ در تعدادی سگ و گربه خانگی در هونگ کونگ، بلژیک و آمریکا مثبت اعلام شده است [۱۲]. مطالعات منتشر شده نشان می‌دهد که سگ و گربه‌های خانگی نیز به بیماری کرونا ۱۹ مبتلا می‌شوند [۹,۱۰]. این سگ‌ها و گربه‌های خانگی که آلوده به ویروس کرونا شده‌اند، بسیاری از علائم بیماری کرونا نظیر مشکلات گوارشی و تنفسی را نشان می‌دهند و پس از ابتلای صاحب آنها به بیماری کرونا، نتایج آزمایش این حیوانات نیز مثبت اعلام شده است. آسیب‌پذیری حیوانات اهلی و خانگی (نظیر سگ، گربه، راسوی اهلی[۱]، خوک و ...) در مقابل ویروس کرونا ۱۹ مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). این مطالعات نشان داد که گربه‌ها بیشتر از سگ‌ها مستعد دریافت ویروس کرونا ۱۹ هستند. در این تحقیق گربه‌های خانگی مبتلا به کووید–۱۹ که نمونه‌هایی از ویروس را در بینی خود داشتند در کنار گربه‌هایی که سالم بودند، قرار داده شدند. مدتی بعد، محققان متوجه شدند که گربه‌های سالم نیز به این ویروس آلوده شده‌اند و انتقال ویروس از طریق قطرات تنفسی صورت گرفته است. انتقال ویروس کرونا از طریق قطرات تنفسی دقیقاً همان روش رایج انتقال ویروس کرونا در میان انسان‌هاست، که عمدتاً از طریق عطسه و سرفه فرد آلوده صورت می‌گیرد [۱۰]. براساس نتایج این پژوهش‌ها، ویروس می‌تواند از طریق دستگاه تنفسی گربه‌ها هم سرایت پیدا کند تا جایی که ویروس تکثیر شده در ناحیه ریه، بینی و حنجره گربه‌های مبتلا هم مشاهده شده است. در این تحقیق، مقاومت سگ‌ها در مقابل ویروس کرونا ۱۹ بیشتر بود و علائم خفیف‌تری از بیماری را نشان دادند [۹].

جدول ۱: انتقال ویروس و ابتلا به بیماری کرونا ۱۹ در گونه‌های جانوری. اقتباس از [۱۰]

گونه	احتمال ابتلا به کرونا ۱۹
خوک	اندک
اردک	اندک
راسو	زیاد
سگ	متوسط
گربه	زیاد

در تحقیقات مشابه، محققان ویروس کرونا ۱۹ را در دستگاه تنفسی فوقانی راسوهای اهلی نیز مشاهده کردند اما علائم شدید بیماری و مرگ در این جانوران دیده نشد. راسوهای اهلی، گوشتخواران کوچک جثه‌ای هستند که زود با انسان انس می‌گیرند و به‌عنوان حیوان خانگی محبوبیت دارند. در آزمایشات انجام شده روی سایر حیوانات اهلی مشخص شد که احتمال تکثیر ویروس کرونا در خوک‌های پرورشی، مرغ و خروس و اردک، کم و ناچیز بوده و علائم بیماری در این جانوران مشاهده نشده است [۱۲]. به نظر می‌رسد که با توجه به دانسته‌های موجود، خوک، مرغ و اردک به کووید–۱۹ مبتلا نمی‌شوند؛ اما با توجه به آزمایشگاهی بودن این تحقیقات و بحث تنوع در نژاد مرغ ومرغابی، بهتر است موارد بهداشتی را رعایت کرد. به عنوان مثال گوشت قرمز و سفید را کامل بپزید، تخم‌مرغ را نیم‌پز نخورید و شیر را قبل از مصرف بجوشانید.

[1] Ferrets



شکل ۱: چگونگی انتقال ویروس کرونا ۱۹ در انسان و سایر حیوانات. علامت سوال (؟) نشان‌دهنده کامل نبودن تحقیقات و ابهام محققان در آن رابطه و علامت X به معنای محتمل نبودن براساس اطلاعات موجود است. اقتباس از [۵].

حیوانات خانگی به عنوان ناقل ویروس کرونا

یکی دیگر از مسائلی که در مورد حیوانات خانگی در بحث همه‌گیری بیماری کرونا ۱۹ اهمیت دارد، احتمال ناقل بودن این حیوانات است. پایداری ویروس کرونا ۱۹ روی سطوح مختلف متفاوت بوده و از چند ساعت تا چند روز متغیر است [۱۳]. به دلیل تفاوت در ماندگاری ویروس کرونا روی سطوح مختلف، این احتمال وجود دارد که حیوانات خانگی بدون ابتلا به ویروس، آن را روی پوست بدن، خز و موهای خود حمل کنند و ناقل ویروس باشند. در حال حاضر تحقیقات انجام شده درباره پایداری ویروس کرونا روی سطوح به مواردی مانند پلاستیک، مقوا و کارتن، فلزات و کاغذ محدود می‌شود [۱۳] و تحقیقی در مورد ماندگاری ویروس کرونا روی مو و بدن حیوانات انجام نشده است. تا زمانی که اطلاعات بیشتری در مورد چگونگی اثرگذاری این ویروس بر حیوانات کسب شود، رعایت اصول بهداشتی توصیه می‌شود. به عنوان مثال از بردن حیوانات خانگی به پارک یا اماکن تجمع عمومی خودداری کرده و از تعامل حیوانات خانگی با مردم یا حیوانات دیگر در خارج از خانه جلوگیری نمایید (جدول ۲).

جدول۲: توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی و بهداشت حیوانات در رابطه با حیوانات خانگی در زمان شیوع بیماری کرونا ۱۹

توصیه بهداشتی
• پشم و موی حیوانات خانگی را تا حد ممکن کوتاه کنید.
• حیوانات را تا حد امکان در منزل نگه دارید تا از تعامل آنها با حیوانات یا افراد دیگر جلوگیری شود.
• وقتی به حیوانات دست زدید، دست خود را به چشم، گوش، بینی و دهان خود نزنید.
• قبل و بعد از دست زدن به حیوانات دستان خود را تا ۲۰ ثانیه با آب و صابون بشویید.
• حیوانات را بیرون نبرید و در صورت بردن، آنها را خوب بشویید.
• سعی کنید به حیوانات دست نزنید و به آنها با دست بدون دست‌کش غذا ندهید.
• حیوانات دیگر را به حیوان خانگی خود نزدیک نکنید.
• به سگ‌ها قلاده ببندید و حداقل ۶ پا (۲ متر) از افراد دیگر و حیوانات حفظ کنید.
• مراقب آب دهان حیوانات باشید که در خانه می‌ریزد. آب دهان اصلی‌ترین عامل برای انتقال کرونا است.

بحران کرونا و حقوق حیوانات

سازمان بهداشت جهانی و سازمان بهداشت حیوانات از مردم سراسر جهان خواسته‌اند که به خاطر شیوع ویروس کرونا حیوانات را مورد اذیت و آزار قرار ندهند و حیوانات خانگی خود را رها نکنند. این حیوانات هم مانند انسان قربانی هستند و باید مورد احترام قرار گیرند. نباید فراموش کرد که حیوانات خانگی نیز در طول این بحران به حمایت و مراقبت نیاز دارند و نباید به بهانه شیوع کرونا حیوانات خانگی را در طبیعت رها کرد. حیوانات خانگی وابسته به انسان هستند و چون مهارت‌های زندگی بیرون از خانه را یاد نگرفته‌اند، نمی‌توانند خودشان را با شرایط محیط سازگار کنند. اغلب حیوانات خانگی نمی‌توانند آب و غذا پیدا کنند و از خود در مقابل سایر حیوانات دفاع کنند. بنابراین این حیوانات در بیرون از خانه نمی‌توانند دوام بیاورند و از بین می‌روند. طبق مفاد بیانیه جهانی حقوق حیوانات، که در سال ۱۹۷۸ توسط یونسکو تصویب و اعلام گردید، تمامی حیوانات دارای حقوق مساوی برای زندگی کردن هستند و به حق زندگی تمامی حیوانات باید احترام گذاشته شود. در ماده ۵ این بیانیه آمده است: هر حیوانی که به انسان وابسته‌است باید به شایستگی نگهداری و مراقبت گردد و حیوانات وابسته به انسان تحت هیچ شرایطی نباید غیرمنصفانه ترک و یا کشته شوند [۱۴].

رعایت بهداشت و نکات ایمنی همچون حفظ فاصله ضروری و استفاده از ابزارهای مراقبتی مانند ماسک در هنگام تماس با حیوانات موجب می‌شود که علاوه بر سلامت خود، از سلامتی آنها نیز مراقبت شود. براساس یافته‌های محققان، توصیه می‌شود که اگر فردی به بیماری کرونا ۱۹ مبتلا شده است، باید از بغل کردن، نوازش کردن و تماس نزدیک با حیوانات خانگی خودداری کند تا از انتقال ویروس به حیوان جلوگیری شود. در صورت امکان، نگهداری از حیوان خانگی را به شخص دیگری بسپارید و اگر در حین بیماری مجبور به نگهداری از حیوان باشید، قبل و بعد از تعامل با آنها دستان خود را بشویید یا ضدعفونی کنید.

دستاوردها و یافته‌های علمی درباره ویروس کرونا دائماً در حال تغییر است و روز به روز کامل‌تر می‌شود. اطلاعات به‌دست آمده در مورد خود ویروس و تأثیر آن در حیوانات و صاحبانشان ممکن است طی هفته‌ها یا ماه‌های آینده تغییر پیدا کند. به نظر می‌رسد تا رسیدن به پاسخ‌های قطعی، بهتر است اقدامات احتیاطی انجام شود. رعایت نکات بهداشتی شامل شستن منظم دست‌ها با آب و صابون پس از برقراری تماس با حیوانات و محصولات دامی وهمچنین جلوگیری از تماس دست آلوده با چشم، بینی و یا دهان باید جدی گرفته شود. از تماس با حیوانات بیمار و یا حیوانات آزاد مثل گربه‌ها و سگ‌های ولگرد، جوندگان، پرندگان، خفاش‌ها و ... جلوگیری شود.

نتیجه‌گیری

آنچه مسلم است این است که ویروس کرونا توانسته است از مرزهای بین گونه‌ای عبور کند و با انتقال از یک گونه جانوری به گونه دیگر باعث ایجاد یک خطر همه‌گیر در جهان شود. تاکنون گزارشی مبنی بر انتقال ویروس کرونا از حیوانات خانگی به یک انسان گزارش نشده است [۱۵]، اما باید توجه داشت که به دلیل جدید و ناشناخته بودن ویروس کرونا، اطلاعات ما درباره این ویروس کامل نیست و ممکن است در آینده یافته‌های جدیدی به‌دست آید که دانسته‌های فعلی را نقض کنند. بنابراین، احتیاط و رعایت موارد بهداشتی توصیه شده از سوی مراجع رسمی همچون سازمان بهداشت جهانی و وزارت بهداشت برای پیشگیری از ابتلا به این ویروس عاقلانه‌ترین کار ممکن است.

حیوانات خانگی می‌توانند زمینه‌ساز انتقال بیماری‌های مختلف به انسان باشند که بیماری کرونا ۱۹، تنها یکی از این بیماری‌ها است. حیوانات خانگی ممکن است به بیماری کرونا مبتلا شوند و یا بدون ابتلا به بیماری، آن را با خود حمل کنند و ناقل باشند. بنابراین همیشه ایده خوبی است که عادت‌های سالم در اطراف حیوانات خانگی و حیوانات دیگر را تمرین کنید. برای حفظ سلامت حیوانات و افزایش کیفیت زندگی آنها بهتر است که هر گونه احتمال را در نظر گرفته و دستورالعمل‌های بهداشتی رعایت شود. نباید فراموش کرد که رعایت نکات ایمنی همچون حفظ فاصله ضروری و استفاده از ابزارهای مراقبتی مانند ماسک در هنگام تماس با حیوانات موجب می‌شود که از سلامت خود و اطرافیانمان مراقبت شود.

باید به خاطر داشت که حیوانات خانگی وابسته به انسان هستند و رها کردن آنها در طبیعت سلامت و زندگی آنها را به‌خطر می‌اندازد. نگرانی از شیوع ویروس کرونا نباید منجر به اقدامات نامناسب علیه حیوانات اهلی و وحشی شود. رها کردن حیوانات خانگی در طبیعت عملی غیراخلاقی است و می‌تواند مخاطرات بهداشتی زیادی برای محیط زیست به دنبال داشته و بر تنوع زیستی نیز تأثیر منفی بگذارد.

منابع و مؤاخذ

[1]. Tyrrell D. A. (1965). Cultivation of a novel type of common cold virus in organ culture. British Medical Journal,, 1, 1467-1470.

[2]. Fox D. (2020). What you need to know about the Wuhan coronavirus. Nature doi:101038/d41586-020-00209-y.

[3]. Geller C., Varbanov M., Duval R. E. (2012). Human coronaviruses: insights into environmental resistance and its influence on the development of new antiseptic strategies. Viruses, 4, 3044-3068.

[4]. Zhou P., Yang X.-L., Wang X.-G., Hu B., Zhang L., Zhang W., Si H.-R., Zhu Y., Li B., Huang C.-L., Chen H.-D., Chen J., Luo Y., Guo H., Jiang R.-D., Liu M.-Q., Chen Y., Shen X.-R., Wang X., Zheng X.-S., Zhao K., Chen Q.-J., Deng F., Liu L.-L., Yan B., Zhan F.-X., Wang Y.-Y., Xiao G.-F., Shi Z.-L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature, 579, 270-273.

[5]. Tiwari R., Dhama K., Khan S., Yatoo D. M., Malik Y., RajendraSingh, Michalak I., Sah R., Bonilla-Aldana D., Rodriguez-Morales A. (2020). COVID-19: animals, veterinary and zoonotic links. The Veterinary quarterly, 40, 169-182.

[6]. Bauerfeind R., Von Graevenitz A., Kimmig P., Gerd Schiefer H., Schwarz T., Slenczka W., Zahner H. (2015) Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans, 4th Edition. USA: American Society for Microbiology, 532pp.

[7]. Calero-Bernal R., Gennari S. M. (2019). Clinical Toxoplasmosis in dogs and cats: an update. Frontiers in Veterinary Science, 6, 54, https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00054.

[8]. Chen Y., Liu Q., Guo D. (2020). Emerging coronaviruses: genome structure, replication, and pathogenesis. Journal of Medical Virology, 92, 418-423.

[9]. Mallapaty S. (2020). Coronavirus can infect cats - dogs, not so much. Nature, doi:10.1038/d41586-020-00984-8.

[10]. Shi J., Wen Z., Zhong G., Yang H., Wang C., Huang B., Liu R., He X., Shuai L., Sun Z., Zhao Y., Liu P., Liang L., Cui P., Wang J., Zhang X., Guan Y., Tan W., Wu G., Chen H., Bu Z. (2020). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. Science, 10.1126/science. abb7015.

[11]. USDA (2020). United States Department of Agriculture, statement on the confirmation of COVID-19 in a tiger in New York. [Accessed 2020 April 7]. https://www.aphis. usda.gov/aphis/newsroom/news/sa_by_date/sa-2020/nyzoo- covid-19.

[12]. Leroy E. M., Ar Gouilh M., Brugère-Picoux J. (2020). The risk of SARS-CoV-2 transmission to pets and other wild and domestic animals strongly mandates a one-health strategy to control the COVID-19 pandemic. One Health 100133-100133.

[13]. Van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D. H., Holbrook M. G., Gamble A., Williamson B. N., Tamin A., Harcourt J. L., Thornburg N. J., Gerber S. I., Lloyd-Smith J. O., de Wit E., Munster V. J. (2020). Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. New England Journal of Medicine, 382, 1564-1567.

[14]. Malekian M., Hemami M. R. (2012) Fundamentals of Conservation Biology. Mashad, Iran, JDM Press, 304pp.

[15]. Parry N. M. A. (2020.). COVID-19 and pets: when pandemic meets panic. Forensic Science International: Reports, 2, 100090.

مروری بر عوامل مؤثر بر کاهش اضطراب در بیمارستان‌ها

بهنوش طاهرخانی[۱]، عباس ترکاشوند*[۱]

چکیده

طراحی معماری می‌تواند محیط را راحت‌تر و از نظر زیبایی‌شناسی دل‌پذیرتر نشان دهد که از این طریق استرس بیماران را کاهش و رضایت آنها را از محیط افزایش می‌دهد. هدف از طراحی یک فضای درمانی، ارائه خدمات بهتر درمانی با توجه به شرایط روحی و روانی کاربران است. فضاهای درمانی لازم است دارای کیفیتی باشد که باعث کاهش تنش‌های روحی و روانی بیماران شده و به ارتقاء روحیه‌ی آنها کمک کند. در این مقاله، با مطالعه‌ی پژوهش‌ها به معرفی برخی از عوامل مؤثر برکاهش استرس کاربران فضاهای درمانی، از طریق طراحی محیط ازجمله نورپردازی، رنگ، مبلمان، محیط خارجی پرداخته شده است. روش گردآوری از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعه نمونه‌های ساخته شده داخلی و خارجی می‌باشد. در نهایت، به دسته‌بندی عوامل مؤثر بر کاهش استرس در فضاهای درمانی پرداخته شده است. این عوامل، می‌توانند محیطی سازگارتر با روحیات بیمار ایجاد کرده و شرایط روحی لازم برای گذراندن دوره‌ی درمان را در آنها به‌وجود آورد. با بهره‌گیری از این عوامل، می‌توان انتظار داشت که مراکز درمانی علاوه بر درمان، محیطی مناسب، زیبا و کم‌اضطراب برای بیماران، همراهان، کارکنان و پزشکان باشد.

واژگان کلیدی: اضطراب محیطی، فضای درمانی، ویژگی‌های فضایی، بیمارستان، زیبایی، آرامش.

* عهده دار مکاتبات، استادیار، تلفن: ۰۲۱ ۷۷۲۴۰۵۰۸، نشانی پستی: Tarkashvand@iust.ac.ir

[۱] دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی، تهران، ایران.

مقدمه

مراکز درمانی با هدف درمان بیماران و بهبود سلامتی افراد جامعه احداث می‌شوند و به بهره‌برداری می‌رسند. در اکثر موارد صرفاً در بیمارستان‌ها کیفیت درمان از نگاه پزشکی موردبحث و بررسی قرار می‌گیرد. امروزه مراکز درمانی، بر اساس اصول عملکردی رایج قرن بیستم، بدون توجه به ویژگی‌های کیفی صورت نمی‌گیرد بلکه الگوهای طراحی مراکز درمانی در جهت افزایش زیبایی، راحتی، کاهش اضطراب و کارآمدی برای بیماران، همراهان، کارکنان و پزشکان در نظر گرفته می‌شود [۱]. طراحی می‌تواند روند بهبود را افزایش دهد و بر سلامت روانی و جسمی بیماران به میزان زیادی مؤثر واقع شود [۲]. پژوهش‌ها نشان داده که طراحی داخلی و به‌کارگیری نور و رنگ مناسب و فضای سبز در کاهش میزان استرس بیماران مؤثر است. بر مبنای تعریف سازمان بهداشت جهانی، سلامتی یک موضوع چند بعدی است، علاوه بر بعد جسمی، دارای ابعاد روحی- روانی، اجتماعی و معنوی می‌باشد. می‌باید توجه داشت که ابعاد مختلف سلامتی و یا بیماری بر یکدیگر اثر گذاشته و تحت تأثیر یکدیگر قرار می‌گیرند [۱]. حال این سؤال مطرح می‌شود که چگونه می‌توان به کمک کالبد فیزیکی در مراکز درمانی، میزان ترس و اضطراب بیماران را کاهش داد و روند بهبود را تسریع نمود؟ یا به بیان دیگر، ویژگی‌های کالبدی محیطی که می‌توانند باعث کاهش استرس بیماران شود، چیست؟

برای پاسخ به این سؤال، در گام نخست به مرور پژوهش‌ها و مطالعات انجام‌یافته در زمینه‌ی عوامل محیطی مؤثر بر کاهش استرس و اضطراب بیماران پرداخته شده است. این بخش، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و با تحلیل و ارزیابی داده‌های استخراج شده از آنها انجام شده است. در همین حال، در کنار پژوهش‌های کتابخانه‌ای، به مشاهده میدانی فضاهای درمانی استرس‌زا و مصاحبه با پزشکان، کارکنان و بیماران نیز پرداخته شده است. هدف از این اقدام، دست‌یابی به بینشی درست و واقع‌بینانه برای تحلیل حاصل از مطالعات میدانی بوده است. در گام نهایی، با تحلیل پژوهش‌های پیشین، مفاهیم مرتبط با کاهش استرس در آنها استخراج شده و با مقایسه‌ی این مفاهیم و استخراج وجوه مشابه، مفاهیم مشترک به‌عنوان عوامل مؤثر بر کاهش اضطراب بیماران در محیط‌های درمانی، ارائه شده است.

عوامل مؤثر در کاهش استرس بیماران

تحقیق بر روی استرس‌های محیطی و بهداشت محیط نشان می‌دهد که می‌توان به‌طور مؤثری از طریق افزایش تناسب و تعامل میان یک فرد و محیط پیرامون، استرس را کاهش داد [۳]. بسیاری از محققان، بر این باورند که طراحی حساس به کاربر می‌تواند روند بهبود را افزایش دهد و بر سلامت روانی و جسمی بیماران به‌میزان زیادی مؤثر واقع شود. طراحی بیمار محور، امروزه مشخصه بسیاری از ساخت‌وسازهای جدید در زمینه مراقبت‌های بهداشت و درمان است. بیماران و خانواده‌های آنها مرتباً درخواست محیط کاربرپسند دارند. درنتیجه بهبود دکور، حفظ حریم خصوصی، کاهش عوامل استرس‌زا، محیط طبیعی، کنترل بیماران و اطلاعات بیشتر در حال تبدیل‌شدن به امری عادی است. بیمارستان‌های قدیمی تحت فشار هستند تا این امکانات را برای ایجاد یک محیط کاربرپسند فراهم نمایند [۴]. مؤسسات و اشخاص حقیقی و حقوقی بسیاری در زمینه محیط‌های شفابخش و عوامل مؤثر بر آن به تحقیق و بررسی پرداخته‌اند. یکی از این نهادها، مؤسسه ساموئلی[1] است، این مؤسسه یک سازمان پژوهشی غیرانتفاعی است که از تحقیقات علمی در زمینه شفابخشی و نقش آن در پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی حمایت می‌کند و همچنین به توسعه محیط شفابخش مطلوب می‌پردازد. این مؤسسه در بررسی‌های خود عوامل بسیاری که در زندگی روزمره افراد نقش دارند ازجمله ذهن، امید، فرهنگ و غیره را در شفابخشی موردنظر قرار داده است. این مؤسسه هفت عامل را جهت ارتقا شفابخشی محیط ضروری می‌داند. با توجه به یافته‌های مؤسسه ساموئلی، پژوهشگران مالزیایی در زمینه معماری دیاگرامی بر مبنای محیط کالبدی، دستورالعملی تحت

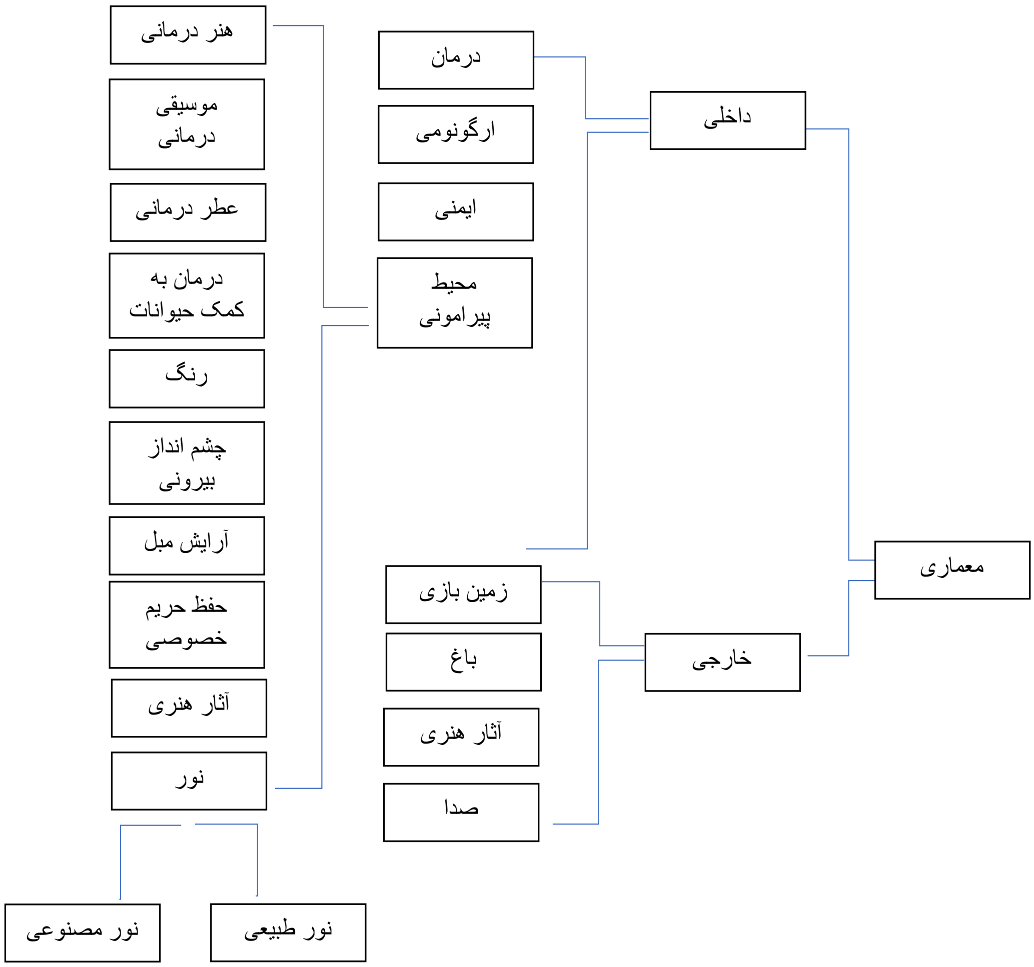
[1] The Samueli Institute.

این مؤسسه در سال ۲۰۰۱ توسط سوزان و هنری ساموئلی تأسیس شده است، این پژوهشکده تحقیقات علمی نوآورانه و سختگیرانه را انجام و پشتیبانی می‌کند [۶] .

عنوان ساخت فضاهای شفابخش BHS[1] ارائه نمودند [۱]. شکل۱ بر اساس این پژوهش، عوامل مؤثر بر رفع استرس بیماران در فضای درمانی را نشان می‌دهد.

۱- محیط داخلی

بر اساس طبقه‌بندی شکل ۱ عوامل مؤثر بر طراحی محیط داخلی، عبارت‌اند از: ارگونومی، ایمنی، رنگ‌ها، وجود آثار هنری، نور، چشم‌انداز بیرونی، آرایش مبلمان، بازدیدکننده‌ی یک فضا با توجه به جزئیات معماری، سبک مبلمان، نورپردازی، رنگ‌آمیزی و دقت در نگهداری محیط را ارزیابی می‌کند. ارگونومی[2] به شکل تخصصی‌تر به رابطه‌ی اندام انسان و ویژگی‌های ماشین می‌پردازد. این رشته معمولاً تحت عنوان مهندسی عوامل انسانی نام برده شده‌اند. سه مرحله در تحقیقات مربوط به این رشته‌ها وجود داشته است. مرحله اول، بر ویژگی ماشین و تطبیق انسان با ماشین؛ مرحله دوم، بر اصلاح ماشین‌ها و آسان‌تر و ایمن‌تر ساختن استفاده از آنها و مرحله سوم، که اخیراً مطرح شده، بر کل قرارگاه با مکان رفتاری متمرکز بوده است[۷]. ساختمان بیمارستان می‌تواند بر رفتار بیماران تأثیر بگذارد. طراحی داخلی مراکز درمانی با ایجاد انعطاف‌پذیری بالا، امنیت، صمیمیت و آرامش در محیطی که حضور در آن به معنای اضطراب و هراس است، علاوه‌بر آن‌که بر غنای مجموعه خواهد افزود، دغدغه‌های ناشی از حضور کاربر در محیطی ناآشنا و غیرخانگی را نیز برطرف می‌نماید [۸]. از جمله عوامل مهم مؤثر بر کاهش استرس در محیط داخلی مبلمان، رنگ فضا، نقاشی دیواری و نورپردازی



شکل ۱: دیاگرام عوامل مؤثر بر رفع استرس بیماران در فضا درمانی [۵].

[1] Building Healing Spaces
[2] مهندسی عوامل انسانی

محیط می‌باشد که در ادامه، به معرفی آنها پرداخته خواهد شد.

- **مبلمان**

یکی از عواملی که در کاهش استرس و ایجاد محیطی آرام مؤثر است؛ مبلمان و آرایش آن است. به‌عبارت‌دیگر، مهمان‌نوازی محیط، تأثیر بسیاری در احساس راحتی و آرامش یک کاربر دارد. ازجمله ویژگی‌هایی که مبلمان فضای درمانی باید داشته باشد، انعطاف‌پذیری مکانی مبلمان اتاق‌های روز است. گاهی می‌تواند برای بعضی از بیماران جنبه درمانی داشته باشد [۹]. در بیمارستان اجتماعی شمال[1] واقع در ایالات متحده، بخش بستری به گونه طراحی‌شده است که اتاق‌های آن نور مستقیم طبیعی دریافت می‌کنند. اتاق بستری بخشی است که بیماران بیشترین زمان را در آن سپری می‌کنند. از طرفی کاهش استرس و ایجاد حس صمیمت در بیماران ازجمله مهم‌ترین عامل‌های طراحی در فضای درمانی است. در این بیمارستان، اتاق‌های بستری با استفاده از رنگ‌های گرم[2] و ایجاد محیط خانوادگی، باعث کاهش استرس و فشار روانی بر بیماران می‌شود [۱۰].

- **رنگ**

انتخاب رنگ در درمان بعضی بیماری‌ها تأثیر مستقیم دارد، مثلاً پوشاندن لباس به رنگ روشن در بیماری‌های روانی، مؤثر است[۱۱]. تأثیر رنگ بر روان انسان ثابت‌شده است. رنگ‌ها در طی قرن‌ها به نمادهایی از احساسات درونی و حالات شخصیتی و اجتماعی تبدیل‌شده‌اند [۱۲]. رنگ‌ها نیروهایی هستند که روی انسان اثر گذاشته و ایجاد حس راحتی یا ناراحتی، فعالیت یا سکون می‌کنند. استفاده صحیح از رنگ در بیمارستان‌ها می‌تواند باعث شفای بیماران شود [۱۳]. روانشناسان اثر رنگ را بر افراد مورد بررسی قرار داده‌اند و حالات آنان را توصیف کرده‌اند. آن‌ها هماهنگی رنگ‌ها را بیشتر مربوط به احساسات انسان می‌دانند. محیط با رنگ‌های سرد[3] اغلب دارای حالتی عمیق، روشن و سبک است که معمولاً به‌صورت روشن به‌کار می‌روند؛ از طرفی محیط با رنگ‌های گرم، عمق ندارد و این رنگ‌ها، به صورت تیره و سنگین به کار می‌روند که این حالات به‌خوبی خود را نشان می‌دهند [۱۴]. رنگ یکی از عوامل اولیه در مطلوب نمودن محیط‌های درمانی کودکان است و با استفاده از آن تعدادی پیام‌های روان‌شناسانه انتقال می‌یابد [۱۵]. نتایج پژوهش در خصوص اثر رنگ درحالت بیماران نشان می‌دهد که هر چند هیچ مدرک مطمئن علمی برای حالت‌های درونی ایجاد شده ناشی از رنگ‌ها و تأثیراتی که رنگ‌ها بر سلامتی ایجاد می‌کنند، ارائه نشده است؛ ولی مطالعات تجربی بر رفتار بیماران در فضاهای رنگی نشان‌دهنده‌ی تأثیر رنگ بر بیماران است. همچنین، در پژوهش‌ها نشان داده شده است که رنگ‌های مختلف، بر فشارخون و سرعت تنفس، همین‌طور بر میزان فعالیت مغز تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین رنگ‌ها امروزه در جهت بهبودی بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود [۱۳]. اثرات رنگ در معماری بیمارستان بسیار مهم است. استفاده هدفمند از رنگ، ترتیبی می‌آفریند که در نبودش آشفتگی در ذهن بیننده حاکم می‌شود [۱۶]. بنابراین، انتخاب رنگ مناسب برای فضاهای درمانی از حساسیت ویژه برخوردار است. رنگ تأثیر مستقیمی بر روی روحیه افراد می‌گذارد؛ بنابراین باید در مکان‌های درمانی رنگ‌های شاد، ملایم و آرام‌بخش استفاده شود. به‌عنوان مثال، بهترین انتخاب برای رنگ محیط‌های درمانی، رنگ‌های سبز، سبز آبی، آبی کمرنگ، آبی سبز، صورتی کم‌رنگ، گلبهی، کرم، لیمویی و یا تلفیقی از آنها باهم باشد. ولی برعکس، کاربرد رنگ‌های بنفش، خاکستری، قهوه‌ای، مشکی و مانند این‌ها هرگز توصیه نمی‌شود. همچنین، پژوهش‌ها نشان داده است که تغییر رنگ داخلی اتاق از سفید به رنگ آبی ملایم در میزان کاهش استرس بیماران مؤثر است [۱۵].

در بیمارستان پارس در شهر رشت واقع در کشور ایران، آتریوم[4] مرکزی طراحی شده است که به‌وسیله آن احجام ساختمان که بخش‌های مختلف بیمارستان را شکل می‌دهند،

[1] Community Hospital North Expansion

[2] رنگ گرم و سرد در واقع به حسی که از دیدن چرخه رنگ به وجود می آید گفته می شود. رنگ های گرم شامل رنگ های قرمز، زرد نارنجی است(۱).

[3] رنگ های سرد مانند آبی، بنفش و سبز است (۱).

[4] یک تالار مرکزی و یا یک حیاط دورادور پوشیده شده با شیشه در یک ساختمان.

یکپارچه سازند. در این فضا علاوه‌بر ورود نور طبیعی از رنگ سبز برای سطوح استفاده شده است که رنگ مناسب برای فضاهای درمانی در راستای کاهش استرس و اضطراب مراجعه‌کنندگان می‌باشد (۲).

- **نقاشی دیواری**

هنر درمانی رشته‌ای است که در آن با مشاهده‌ی یک اثر هنری، از طریق دریافت و بیان احساسات به شخص کمک می‌شود. در چند سال اخیر، آثار هنری در بیمارستان‌ها به‌عنوان عنصر مهمی نبودند اما هم‌اکنون اشاره می‌شود که از اثرات هنر درمانی، برقراری ارتباط بدن و ذهن است [۱۷]. هنر درمانی احساس سلامتی را افزایش می‌دهد. آثار هنری در اتاق بستری برای بیماران و خانواده‌هایشان احساس آرامش و امنیت فراهم می‌کند. در مطالعه اثر و ماهیت تصاویر انتزاعی در دوره نقاهت بیماران بعد از جراحی قلب باز، نشان داده شده است که بیمارانی که صحنه‌ای از طبیعت را مشاهده می‌کردند، طول مدت اقامت کمتر، فشارخون پایین‌تر و نیاز به داروی کمتری داشتند [۱۸]. بعد از آن، گروهی که آثار هنری بر روی دیوار داشتند، روند بهبودی بهتری داشتند. بنابراین، نقاشی یکی از عوامل مهم در زمینه‌ی هنر درمانی است که علاوه‌بر سهولت در استفاده از آن، در زمینه‌ی کاهش استرس در فضاهای درمانی، می‌توان از بیماران نیز در خلق این اثار در فضای درمانی بهره برد. به‌عنوان مثال بیمارستان اجتماعی شمال[1] دارای یک گالری بزرگ، دوطبقه، با سقف شیشه‌ای است. در این گالری آثار بیماران را به نمایش می‌گذارند. فضای گالری، به‌منظور کاهش استرس و سردرگمی درونی بیماران طراحی‌شده است [۱۰].

- **نورپردازی**

نورپردازی خوب،نیازهای انسان را برآورده می‌کند. همچنین خاطر او را آسوده می‌سازد و احساس آسایش و امنیت ایجاد می‌کند [۱۹]. تحقیق‌های گسترده نشان داده است که طراحی نور با زاویه‌ی استاندارد، سلامتی مجدد در بیماران را تسریع می‌کند[۲۰]. آگاهی از اثرات نور و رنگ در سلامت افراد برای هر طراحی مهم است. این تأثیرات ممکن است سلامت را تقویت کند و ممکن است سبب افسردگی، بیهودگی و خواب‌آلودگی شود. معماران می‌توانند با استفاده از این آگاهی وضعیت بهبودی بیماران را افزایش دهند و دسترسی به آرامش درونی را آسان‌تر کنند. مخصوصاً هنگامی‌که وضعیت روانی انسان، در شرایطی است که بیشتر نیاز به آرامش دارد [۲۰]. نور آفتاب، گذشته از تأثیرات مثبت خود بر روح و روان آدمی، برای بیمارانی که مدت طولانی‌تری در بیمارستان بستری هستند، نشانه‌ی امید، بهبودی و خروج از بستر بیماری می‌شود. ضمن آن‌که اثرات ضدعفونی‌کننده نور آفتاب، به‌خصوص در محیط‌هایی که آلودگی‌های انسانی و نباتی در آنجا وجود دارد، بارها به اثبات رسیده است، از طرفی اتاق‌هایی که فاقد روشنایی طبیعی هستند باعث حس دل‌مردگی می‌شود. علاوه بر این، استفاده مناسب از نور طبیعی در طول روز، در بهره‌وری بهینه از انرژی نیز مؤثر است[۲۰]. رنگ و درخشندگی نور خورشید، نور طبیعی-یا نور روز تأثیر روانی بر بیماران دارد. نور روز بر روند بهبود بیماری‌های روحی و جسمانی تأثیری مثبت داشته و آن را تسریع می‌نماید [۲۱]. پژوهش‌ها نشان داده است که بیمارانی که در اتاق‌هایی با نور روشن و آفتابی بستری هستند، مدت‌زمان کوتاه‌تری را نسبت به افرادی که در اتاق‌های بدون نور کافی بستری هستند، در بیمارستان سپری می‌کنند زیرا نور استرس را کاهش می‌دهد [۲۲]. در طراحی بیمارستان پارس در شهر رشت طراحی به گونه‌ای صورت گرفته است که فضاها پر نور و باز می‌باشد و از نظر روحی و روانی آسایش خاطری را برای بیماران و همراهان ایجاد کرده است (۲۶). در طراحی بیمارستان کلرمونت فراند[2]، طراح با ترفند ورود نور طبیعی و استفاده از رنگ‌های روشن و متریال‌های نشاط‌آور فضایی زنده ایجاد کرده است که موجب کاهش سطح تنش بیماران می‌شود [۱۰]. به‌تمامی دلایل مذکور، عدم استفاده مناسب از نور آفتاب در طراحی داخلی بیمارستان، در شرایطی که استفاده از آن منعی ندارد، یک اشتباه در طراحی تلقی می‌شود [۲۰].

۲- محیط سبز و معماری خارجی

کالبد و محیط خارجی ساختمان درمانی، می‌تواند کیفیت محیط درمانی را تحت تأثیر قرار دهد. محیط خارجی ساختمان می‌تواند به ایجاد محیط‌های شفابخش کمک نماید [۲۳]. در شکل ۱ –

---

[1] Community Hospital North Expansion
[2] Clermont-Ferrand Hospital

عواملی نظیر زمین‌بازی، باغ، صدا و آثار هنری به عنوان محیط خارجی طبقه‌بندی شده است. در حالی‌که محیط خارجی ساختمان نیز می‌تواند در محیط‌های درمانی با ایجاد کاهش استرس و اضطراب در بیماران کمک نماید، تنها تعداد کمی از بیماران می‌توانند از فضای باز استفاده کنند. اما چنانچه منظور از فضای باز، فضاهایی همچون باغ، حیاط مرکزی و یا حتی فضای باز روی بام باشد، شرایط استفاده آن برای بیماران بیشتری فراهم می‌شود. بیمارستان کلرمونت فراند[1] با طراحی گذرگاه سبز داخلی به مساحت ۲۵۰ متر، فضایی نیمه عمومی تعریف می‌کند که در آن، فعالیت‌هایی نظیر استراحت، کتاب خواندن و تعامل اجتماعی بین بیماران و مردم صورت می‌گیرد. این تعاملات، تأثیر روانی مثبت بر بیماران خواهد داشت. به‌عبارت دیگر نوعی از خیابان شهری در دل فضای بیمارستان ایجاد شده است [۱۰]. مرکز درمانی پارس بندرعباس در کشور ایران بر اساس رابطه متقابل مردم و طبیعت طراحی شده و هدف اصلی این پروژه معماری با فضای شفابخش در روند درمان بیماران می‌باشد. در این بیمارستان ویدهای عمیق در نمای سراسر پروژه، نور روز را به تمام فضاهای داخلی هدایت می‌کند و علاوه‌بر آن تهویه متقاطع را در مقیاس بزرگ ساختمان فراهم می کند. علاوه بر این، فضای سبزهای بزرگ در بالا و پایین سطح کنسولی به پایداری زیست محیطی کمک می‌کند (۲۸). ادغام فضای داخلی بیمارستان با طبیعت، از جمله یکی از ویژگی‌های طراحی است که برای کاهش سطح اضطراب بیماران از آن استفاده شده است. در این شیوه، علاوه‌بر استفاده‌ی بیماران از فضای سبز، مکانی برای تعامل بیماران و خانواده‌هایشان و ایجاد حواس‌پرتی مثبت در آنها در نظر گرفته شده است. طبیعت، به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر روند درمان در بسیاری از پژوهش‌ها مورد اشاره قرارگرفته است، شدت درد و ناراحتی‌های روحی و روانی و استرس بیماران در مواجهه با طبیعت کاهش می‌یابد [۲۴]. کم کردن استرس بیماران از طریق ایجاد دید به طبیعت و تعبیه سایر حواس‌پرتی‌های مثبت، مؤثر است. در بیمارستان‌ها، ادغام فضا با طبیعت، به‌منظور کاهش استرس در بیماران و ایجاد طراوت در فضا به گونه‌های مختلف قابل طراحی است. به عنوان مثال فضای بیرونی بیمارستان نمازی شیراز در کشور ایران با طراحی بی‌نظیر موجب حواس‌پرتی مثبت و کاهش سطح استرس بیماران شده است. مؤلفه‌های محیط سبز شامل حیاط سبز، تراس سبز، باغ بام‌ها است که در ادامه مورد اشاره قرار می‌گیرد:

- **حیاط سبز**

طراحی فضای خارجی می‌تواند در قالب پارکی در فضای خارجی بیمارستان‌ها انجام شود. به گونه‌ای که علاوه بر بیماران و همراهان، کارکنان و گروه پزشکی درمانی نیز می‌توانند از آن استفاده کنند. این اجتماع کوچک و ایجاد روابط اجتماعی توأم با محیطی آرام، استرس بیماران و کارکنان را کنترل نموده و آن را در سطح قابل قبولی نگه می‌دارد. کلینیک کانسرویتیو[2] در بخش طراحی محوطه‌ی خارجی با حوضچه آب احاطه شده است. حیاط‌های آن نیمه عمومی‌اند که با فضای داخلی در ارتباط هستند. اتاق‌ها در نزدیکی فضاهای سبز قرار دارند تا هوای تازه و نور روز طبیعی را دریافت کنند. طراحی با ادغام طبیعت به بیمارستان این امکان را دارد که مانع از ایجاد استرس و اضطراب در بیماران شود [۱۰].

- **تراس سبز**

در راستای ادغام طبیعت و فضای درمانی، می‌توان از تراس‌ها بهره گرفت. بیمارستان تاکاکاوا[3] از مؤسسات پزشکی سالمندان و بهزیستی است. در سایت این بیمارستان، درختانی وجود داشت که قدمتی بیش از ۴۰۰ سال داشته‌اند. طراحی با حفظ این درختان صورت گرفته و با تراس‌ها ادغام شده است [۱۰]. این باور که گیاهان و باغ‌ها در حفظ سلامت بیماران و بهداشت محیط سودمند هستند، از هزاران سال پیش در فرهنگ مردم شرق و غرب وجود داشته است [۲۵].در بیمارستان تاکاکاوا برای هر اتاق بستری، تراسی تعبیه شده است. این بالکن‌ها، به منظور بهره‌گیری از نور خورشید و همچنین استفاده از منظره و همنشینی با برگ‌های این درختان طراحی شده است. تراس‌های سرتاسری، تصویری پانورامایی از شهر را در اختیار استفاده‌کنندگان آن قرار می‌دهد [۱۰]. تراس‌ها می‌توانند فضایی

[1] Clermont-Ferrand Hospital
[2] Conservative Medicine
[3] Takekawa Hospital

برای تعامل بین بیماران و لذت بردن از چشم‌اندازها باشند. تعدد نمونه‌های اجرا شده از تراس‌های واقع شده در طبیعتی سبز به منظور ایجاد فضایی برای گذران اوقات بیماران و همراهان آنها، مؤید اهمیت و نقش آنها است. در برخی موارد، از فضای تراس در بخش کافه و رستوران بیمارستان بهره‌برداری می‌شود. به طور کلی، با در نظرگرفتن این فضاهای باز در معماری فضای داخلی و خارجی، می‌توان سطح استرس و اضطراب بیماران را از طریق حواس‌پرتی مثبت، کاهش داد.

- **باغ بام**

فضای بام با دارا بودن مساحت قابل‌توجه، محیطی مناسب برای طراحی فضای سبز در بیمارستان‌ها است. در بیمارستان اجتماعی شمال[1] فضای سبزی در بام برای گذران اوقات بیماران تعبیه شده است [۱۰]. همچنین، در مواردی می‌توان با طراحی گلخانه، طبیعت را به فضای داخلی کشاند. در این صورت، بیماران با دیدن گلخانه‌ای در نورگیر می‌توانند شاهد فضای سبز و ادغام آن با نور طبیعی باشند که این امر، به‌مراتب سطح استرس آنها را کاهش داده و احساس دلپذیری در افراد ایجاد می‌کند.

نتیجه‌گیری

محیط‌های درمانی، همواره فضاهایی با استرس و اضطراب بالا برای مراجعه‌کنندگان هستند. بنابراین، هدف از طراحی یک فضای درمانی صرفاً درمان فیزیکی نمی‌باشد. طراحی و معماری می‌تواند کمک‌کننده در کاهش سطح استرس افراد باشد و رضایت آنها را افزایش دهد. این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال بود که ویژگی‌های کالبدی محیط می‌تواند باعث کاهش استرس بیماران شود. در این راستا، با مطالعات انجام شده در تحقیقات و نمونه‌های ساخته شده‌ی پیشین، به بررسی عوامل مؤثر بر کاهش استرس و اضطراب بیماران در طراحی بیمارستان‌ها پرداخته شد. یافته‌ها در دو دسته‌ی اصلی مؤلفه‌های محیط داخلی و خارجی طبقه‌بندی شده است. در محیط داخلی، عواملی نظیر مبلمان، رنگ، نقاشی‌های دیواری و نورپردازی مورد اشاره قرار گرفت. باتوجه به پژوهش‌های انجام شده، پیشنهاد می‌شود که رنگ‌های مناسب محیط‌های درمانی، رنگ‌های سبز، سبز آبی، آبی کمرنگ، آبی سبز، صورتی کم‌رنگ، گلبهی، کرم، لیمویی و یا تلفیقی از آنها باهم می‌باشد. پژوهش‌ها حاکی از آن است که نحوه‌ی چیدمان و رنگ محیط، می‌تواند انعکاس‌دهنده فضایی گرم و صمیمی شود و میزان ترس مراجعه‌کنندگان در برخورد با محیط‌های درمانی را کاهش دهد. همچنین، تزئینات جداره‌ها می‌تواند از طریق حواس پرتی مثبت، اثر مطلوبی بر روحیه‌ی افراد داشته باشد. طراحی فضایی برای نمایش آثار بیماران، از طریق درگیر کردن آنها با فرآیند زیباسازی محیط، می‌تواند به ایجاد طراوت در آن و کاهش سطح استرس و نگرانی بیماران بیانجامد. همچنین مشخص شد که استفاده از نور طبیعی، تأثیرات غیرقابل انکاری بر روند درمان و بهبود افسردگی افراد دارد. اغلب نمونه‌های بررسی شده، سالن اصلی ورود بیماران با طراحی آتریومی در مرکز فضا حداکثر نور طبیعی را وارد می‌کنند تا در بدو ورود حس آشنایی با فضا و صمیمیت را به بیماران می‌دهد. پیشنهاد می‌شود طراحی به‌گونه‌ای صورت گیرد که حداکثر نور طبیعی به فضا وارد شود. در ادامه، در بخش دوم به محیط خارجی پرداخته شد. طبیعت از دیرباز برای درمان بیماران و کاهش استرس و سرزندگی استفاده شده است. فضای سبز می‌تواند در قالب پارک یا زمین‌بازی طراحی شود تا مکانی برای حضور بیماران و همراهان، کارکنان و گروه پزشکی درمانی نیز باشد. به منظور بهره‌برداری از فضاها، طراحی تراس‌هایی به منظور فضایی برای کافه، رستوران و همچنین در بخش بستری برای بیماران تراس‌هایی برای وقت‌گذرانی بیماران و همراهانشان پیشنهاد می‌شود. باغ بام‌ها می‌توانند از دیگر پیشنهادهای طراحی برای بهره‌گیری فضاها به منظور استفاده از طبیعت باشند. این فضاها نیز، از طریق اثر آرامش‌بخش طبیعت و نیز حواس‌پرتی مثبت، می‌توانند در کاهش سطح استرس بیماران مؤثر باشند. بر این اساس، انتظار می‌رود که طراحی مراکز درمانی، نباید منحصر به ارائه‌ی خدمات پزشکی و درمانی بوده و لازم است در طراحی، با استفاده از راهکارهای پیش‌گفته، به کاهش استرس در بیماران پرداخته شود.

* این مقاله و یا بخشی از آن قبلا در جایی منتشر نشده است.

[1] Community Hospital North Expansion

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1) http://archline.ir
مقاله جامع رنگ‌شناسی و کاربرد آن در طراحی و معماری داخلی
(2) https://www.archdaily.com
(3) https://www.arel.ir

منابع و مؤآخذ

[۱]. مطلبی، ق. وجدان زاده، ل. (۱۳۹۴). تاثیر محیط کالبدی فضاهای درمانی بر کاهش استرس بیماران (بررسی نمونه موردی مطب دندانپزشکی)، نشریه هنر های زیبا،دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه ۳۵– ۴۶.

[2]. Lemprecht .B, (1996), The gap between design and healing: Can medical schools and architecture schools talk to one another? Metropolis -New York, Vol.16, No.3, pp77-89.

[3]. Topf. M, (1984), A framework for research in aversive physical aspects of the environment, Research in Nursing and Health, Research In Nursing and Health, Vol.7, No.1,PP.35-42.

[4]. Stark. A, (2004), Innovation in the Design of the ICU, New tends that Incorporate of patient and family-centered design, Minnesota physician, Vol.5, pp.32-36.

[5]. Ghazali. R, Abbas. M.Y, (2010), Healing Environment of Pediatric Wards, Procedia – Social and Behavioral Sciences, Vol5, 948-957.

[6]. Horrigan, B. (2005), The Samueli Institute, EXPLORE, Vol.1, Issue 6, Pages 430-432.

[۷]. دورک.د ، (۱۳۹۴)، برنامه دهی معماری، مدیریت اطلاعات برای طراحی، محمودی.ا، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم.

[8]. Moran. T, (1993), Hospital Hotel Crain's Detroit Business, Detroit, Vol.9, Issue: 18, Sec.1, page 1.

[9]. Malkin. J, (1992), Hospital Interior Architecture: Creating Healing Environments for Special Patient Populations, Van Nostrand Reinhold, New York.

[10]. Yu.Y, (2011), Hospitals, Design Media Publishing Limited.

[11]. Jo edge. K, (2003), wall color of patient's room: effects on recovery, Master of Interior Design, Thesis. University of Florida.

[۱۲]. شامقلی. غ، یکی تا.ح، (۱۳۹۵)، مفاهیم پایه در طراحی معماری بیمارستان، انتشارات سروش.

[۱۳]. کریمی. و، (۱۳۸۵)، هنر درمانی (رنگ، فرم و فضا و تاثیرات آن بر گرافیک محیطی بیمارستان کودکان)، انتشارات رهپویه هنر، شماره ۱ ، صفحه ۴۰ تا ۴۵.

[۱۴]. صدیق اکبری. س، نوری.ر، (۱۳۹۳)، بررسی جایگاه روانشناسی محیط نور و رنگ در طراحی فضاهای درمانی با محوریت کودک؛ نمونه موردی: بیمارستان کودکان مفید، معماری و شهرسازی آرمان شهر، (اولین ویژه نامه نورپردازی)، ۴۵ تا۵۳.

[15]. Ebon Shahidi, M. and the Associates (2012). Verifying Environmental Needs and 6-12 years Old Disabled, Based on Experiences of Qualifying Child Care Spaces in Isfahan City: A Research Study in Rehabilitation Sciences, No. 4, year 7 of publishing.

[۱۶]. اردلان.ن، بختیاری.ل، (۱۳۴۸)، حس وحدت، جلیلی.و، انتشارات علم معمار.

[17]. Naughton, M, (2003), Shaping Early Childhood: Learners, Curriculum and Contexts, publisher: Open University Press.

[18]. Ulrich, R, (1993), Aesthetic and Affective Response to Natural Environment, Behavior and the Natural Environment, vol 6, Pp 85-125.

[۱۹]. کاتب.ف، (۱۳۸۹)، نور در معماری داخلی، انتشارات راه نوین.

[۲۰]. علیرضایی.م، (۱۳۸۹)، راهنمای طراحی استاندارد فضاهای بیمارستانی (بخش جراحی)، انتشارات مه کامه.

[21]. Phiri. M, (2004), One patient One Room-Theory and Practice: An evolution of The Leeds Nuffield Hospital, Medicine.

[22]. Dutro, A.R, (2007), Light Image Therapy in the Health Care Environment, East Tennessee State University, Dissertation.

[23]. Sherman, S. A; Varni, J. W; Ulrich, R. S; Malcarne, V. L (2005), Post-occupancy evaluation of healing gardens in a pediatric cancer center, Landscape and Urban Planning. 73(2-3), pp 167-183.

[24]. NACHRI (2008), Evidence for Innovation, National Association of Children's Hospitals and Related Institutions (NACHRI) Issue Http://Www.Healthcaredesignmagazine.Com, Date: Online, Posted On: 7/8/2008.

[25]. Ulrich, R. S (1992), How Design Impacts Wellness, Healthcare Forum Journal, September/October, pp 20-25.

دو راهی‌های علم و فناوری و الگوبرداری از طبیعت

سید کاظم علوی‌پناه[1,*]، جعفر جعفرزاده[2]

چکیده

دانشمندان و متخصصان زیادی کوشیده‌اند تا به کمک علم و فناوری شرایط بهتری برای آسایش و آرامش انسان‌ها فراهم سازند. عده دیگر هم در این راستا، چشم‌های خود را بر روی واقعیات جهان بسته و سعی کرده‌اند که راه انسان‌ها را بسوی پیشرفت ببندند. وقتی انتخاب بر سر دو راهی باشد، سرنوشت معنای خود را از دست می‌دهد. از میان دو راهی‌های پیش‌رو مانند هستی و نیستی، عقل و عشق، ماده و معنا، مسجد و میخانه، رنگ و بی‌رنگی، دارو و دارونما، درون و برون و خلاصه خیلی دور و خیلی نزدیک می‌پردازیم. از آنجایی‌که بسیاری از گذشتگان اعم از حکیمان، شاعران، فیلسوفان نمونه‌هایی هستند که طعم لذت‌های درونی و عشق آنها را سیراب می‌کرده است، در اینجا ما نیز از سروده‌ها و گفته‌های آنان برای اثبات ادعای خود استفاده کرده‌ایم. برخی عملکردهای طبیعت و موجودات زنده‌ای که در دامن طبیعت تکامل یافته‌اند، به‌عنوان الگویی در این بحث مورد بررسی قرار گرفته است. برای این کار عملکرد بسیاری از موجودات نه فقط موجودات زنده، بلکه موجوداتی غیرزنده مانند ویروس‌ها از جمله ویروس کرونا در مقابله با موجودات زنده می‌تواند مبنایی برای ارائه الگوهایی جدید و تعریف الگوریتم‌های علمی و فناورانه آینده باشد. توجه به موضوع زیست‌الگو، راه‌های درخشانی به ما نشان داده می‌دهدکه قبلا تصور نمی‌کردیم.

واژگان کلیدی: دو راهی، تصمیم‌سازی، شعر، محیط زیست، فناوری، الگوریتم، زیست الگو

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن: ۰۹۱۲۳۲۰۷۲۰۲، پست الکترونیکی: salavipa@ut.ac.ir

۱. گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲ . گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

مقدمه

کیست کو بر ما به بیراهی گواهی می‌دهد
گو ببین آن روی شهرآرا و عیب من مکن [۱]

حل یک مشکل به صورت انتزاعی و بدون در نظر گرفتن دیگر پارامترهای زیستی اگر در همان مورد هم موفقیت‌آمیز باشد، خود سرچشمهٔ مشکلات دیگری می‌شود. از این‌رو تمامی پژوهشگران و سیاستمداران و برنامه‌ریزان باید بدانند در مواردی که با حیات و تکامل سر و کار دارند؛ چه طبیعت باشد و چه اجتماع، باید رفتارشان همانند رفتار یک پزشک با بدن و اندامگان (ارگانیسم) زنده باشد. پس باید هم طبیعت و هم انسان را بهتر بشناسند تا بتوانند تصمیم‌های مناسب و پژوهش پایه در راستای شناخت جامعه و منافع دراز مدت کشورها و جهان بگیرند، تا بالاترین بهره‌وری در حل مشکلات به‌دست آید. حل مشکلات در کوتاه‌مدت به قیمت نادیده گرفتن مصالح دراز مدت خود منشأ مشکلات بزرگ‌تری خواهد شد. اما چه کسانی شایستگی ارائه راه‌حل‌های پایدار و بنیادین را دارند؟ در هر مرحله از تصمیم و اقدام، انسان بر سر دو راهی‌هایی قرار می‌گیرد که در این مقاله به برخی از آنها اشاره می‌شود. یکی از این دو راهی‌ها که ابتدا به آن می‌پردازیم دو راهی خیلی دور خیلی نزدیک است[۲]. کار متخصصان سنجش از دور، برای گزینش دور یا نزدیک دشوارتر از بسیاری دیگر از متخصصان است! برای گزینش دور یا نزدیک پرسش‌های بسیاری به ذهن خطور می‌کند؛ چنانکه برخی افراد که بیشتر نزدیکی را تجربه کرده و از دور، دوری کرده‌اند!

به نزدیکش دمی‌چون آرمیدند
دعاگویان از او دوری گزیدند [۳]

برخی هم به گونه‌ای به توصیف دوری و نزدیکی پرداخته‌اند که نه‌تنها پاسخ خود را دریافت نکرده‌اند بلکه بیشتر دچار ابهام شده‌اند!

گر این نزدیک را گوئی و آن مر دور را گوئی
پس این نزدیک پیدا باشد و آن دورتر پنهان؟[۴]

حال کسانی هستند که دور را نزدیک و چه تنگ نظرانی که نزدیک را دور دیدند. چه نظربازانی که خوب‌رویان را خوب دیدند و چه کج‌اندیشانی که ماهرویان را ندیدند. چه دورسنجی‌هایی که ما را به حقایق زمین، نزدیک کردند و چه واقعیت‌های زمینی که ما را از توانایی در سنجش از دور، دورکردند! در دورسنجی حضور در میدان واقعیت، گنج است! چه دوری‌جستن‌هایی که به نزدیکی انجامید و چه نزدیکی‌هایی که به در پس دوری گم گشت. چه دوری و نزدیکی‌هایی که قریب و بعید تفسیر می‌شود و چه اختلاف در فاصله‌هایی که نادیده انگاشته می‌شود.

گرچه از کوی وفا گشت به صد مرحله دور
دور باد آفت دور فلک از جان و تنش [۵]

آیا خارج از جو زمین دوردست واقعی است؟ با اینکه خارج از جو، اگر اکنون دور است ولی روزی بسیار نزدیک می‌شود. پس هنوز هم نمی‌دانیم دورکجاست؟ چون از چند گام دورتر تا فاصلهٔ ما با دورترین ستارگان برایمان دور به شمار می‌آید. در عصرحاضر دیگر دور آن دورگذشته نیست. درگذشته، آن بیابانی دور بود که انسان‌ها در آن گم می‌شدند. در واقع در چنین بیابانی لشکر سلم و تور هم گم می‌شد! اما امروزه دیگر گم شدن آن معنای پیشین را ندارد. هم‌چنان که سود و زیان درگذشته با سود و زیان امروزی یکی نیست؛ امروزه از آشغال‌های بی‌فایده به وسیلهٔ بازیافت به سودهای کلانی می‌رسند. دور در آن زمان خیلی دور بود زیرا برای فرستادن یک پیام از نقطه‌ای به چند فرسنگ دیگر ساعت‌ها و روزها زمان نیاز بود. اما امروزه، دیگر نه مرز طبیعی مانعی است، نه مرز سیاسی و نه مرز اداری! پس نه تنها فاصله‌ها برداشته نشده بلکه مرزها هم از میان رفته است!

دل بی‌علم چشم بی‌نور است
مرد نادان ز مردمی دور است[۶]

در گذشته می‌گفتند آواز دهل شنیدن از دور خوش است شاید صدای زیاد و هیاهوی بیش از اندازه‌اش گوش را می‌آزارد اما امروزه دهل‌های تبلیغاتی و فریبنده از راه دور آنقدر نزدیک شده و دهل‌های نزدیک هم آنقدر از روح انسانیش فاصله گرفته که نه گوش را آسایشی و نه هوش و حواس را آرامشی هست. درگذشته دوری‌جستن‌هایی بود که به نزدیکی می‌انجامید و نزدیکی‌هایی که به دوری پایان می‌گرفت. چه دوری و

نزدیکی‌هایی که پیش و پس تفسیر می‌شود.

نزدیک‌تر آیید که از دور رسیدیم
و احوال بپرسید که از راه رسیدیم[۷]

روزگاری دوری بود و دوستی! اکنون هر آن کس که بخواهی، از راه دور می‌بینی اما به صورت مجازی. لذت‌های از نزدیک جای خود را به دورها داد؛ به جای آن‌که به صورت خوب‌رویی بنگری به تلفیق رنگ در سیستم رنگ مجازی یا همان تصویر رقومی (دیجیتال) او می‌نگری. ما بدل را به جای واقعی می‌بینیم! همانطور که در سنجش از راه دور تصویر رقومی را به جای عکس و عکس را به جای فرد می‌بینیم.

تو به دلجویی خود مغروری
نشنیدی که فلک، عربده‌جوست[۸]

برخی خیال می‌کنند هر آنچه از پیشرفت‌های فناوری به چنگ می‌آوریم دیگر چیزی از دست نمی‌دهیم. مگر نه آن‌که با آمدن تلفن، صداها را بیشتر شنیدیم ولی رخسارها را کمتر دیدیم؟ مدت‌هاست دست‌ها یک‌دیگر را گم کرده‌اند، صدا همهٔ فضاها را پرکرد، هنوز دل‌خوش بودیم از این‌که گرمی صدا را حس می‌کنیم که پیامک جای صدا را گرفت و در نتیجه کم‌کم صدا از صحنه رخت بربست چون نوشتن جای آن را گرفت. دیر زمانی نیست که نوشتن هم جای خود را به شکلک‌هایی داده است. دیگر نه خبری از بوسهٔ واقعی است و نه لبخندی واقعی! حتی دیگر بوسه را نمی‌نویسیم بلکه شکلکی جای بوسه را گرفته است! خلاصه که هم دست، هم نفس گرم، هم بوسه و هم آغوش رفتند و راحتی فناوری آمد! لذات واقعی رفتند و لذت‌های مجازی جای آنها را پر کردند ....

کجا آمد کجا آمد کزین‌جا خود نرفتست او
ببندم چشم و گویم شد گشایم گویم او آمد
کنون ناطق خمش گردد کنون خامش به نطق آید
و لیکن چشم گه آگاه و گه بی‌اعتبار آمد
و او در خواب و بیداری قرین و یار غار آمد
رها کن حرف بشمرده که حرف بی‌شمار آمد [۷]

دیگر میان آسمان‌خراش‌ها و برج و باروها خبری از نسیم سحری نیست؛ ستاره‌ها را از دور می‌دیدم ولی اکنون هوای غبارآلود مانع دیدن آنها حتی با عینک نزدیک‌بین شده است! از نور مهتاب در شب و از نور مستقیم خورشید در روز خبری نیست! رودخانه‌ها و جویبارها از دور می‌آمدند اما حالا درکنار دستمان و در آشپزخانه منزلمان چند چشمه آب روان جاریست... اما برای آنکه به آب واقعی برسیم باید بسیار دور برویم. بیاییم دور را بهتر بشناسیم، این‌قدر هر دوری را نزدیک نکنیم و نزدیکان‌مان را از خودمان دور نسازیم. دوری زمانی و دوری مکانی را چاره هست اما دوری روی معشوق را چاره‌ای نیست.

ز دریا بهست آن ره دوردست
که دوری و دیریش را چاره هست [۹]

نتیجه آنکه از این همه تغییر در مفهوم دوری و نزدیکی، حال مفهوم انسان اعصار گذشته با مفهوم انسان عصر جدید چه تغییری می‌کند؟ آیا می‌توان گفت که جهان آبستن حوادث بیشتری در آینده هست؟ نگران آن باشیم که آبستن‌های دیگری هم از دوردست‌ها در راه باشد! شگفتا از سرودهٔ منوچهری:

به دهقان کدیور گفت انگور
مرا خورشید کرد آبستن از دور [۱۰]

رابطه انسان و طبیعت

زمانی که توجه انسان به درختان جلب شود درختان به رقص می‌آیند و برعکس زمانی که علف‌ها و چمن‌ها خشکیده و درختان پژمرده شوند، یک جرقه کافی است تا همه شعله‌ور شوند. مسلم است در این شعله تر و خشک با هم می‌سوزند، و این تر و خشک با هم سوختن، مفهوم گناهکار و بی‌گناه با هم سوختن را با خود دارد.

بیابان همی آتش افروختند
تر و خشک هیزم بسی سوختند [۱۱]

امسال اما اوضاع کمی تغییر کرد. مهمان ناخوانده‌ای امسال بر سر سفره همگان حضور پیدا کرد. این ناخوانده مأمور طبیعت است که به تکامل طبیعت کمک کند و البته خودش هم در بوته آزمایشی است که طبیعت برایش تدارک دیده است. اگر این میهمان خوب عمل نکند و بازده‌اش بالا نباشد، در زیست‌بوم طبیعت کنار گذاشته می‌شود و ناخوانده دیگری جاگزینش

می‌شود. آیا ما انسان‌ها در آزمایشخانه طبیعت موفق به در آمده‌ایم. بدیهی است که باید به عملکردمان بر روی زمین نگاه کنیم. این موجود غیرزنده‌ای که با چشم مسلح نمی‌توان دید و وقتی که وارد بدن میزبان شد زنده می‌شود! چه بر سر آنان‌که از سر تا پا مسلح بودند آورد. با پیران بگونه‌ای، با خداشناسان، بگونه‌ای دیگر و خدانشناسان هم بگونه‌ای دیگر! با مکاران و ریاکاران و کج فهمان و متحجران به نوعی خانه نشین ... و با اهل علم و متخصصین هم به نوعی دیگر. این بهار با ویروس‌هایش نشان داد که از بد، بدتر هم هست، ویروس کووید-۱۹ از دیگر ویروس ها بدتر هست. از راه دور آمده است اما خیلی نزدیک شده است؟ اگر ایمنی انسان بالا باشد (مانند جنگل مرطوب و سرسبز آن‌طور آتش در ان آثر نمی‌کند) مشکل این است که انسان خشکیده شده است؛ تقصیر کووید-۱۹و یا آتش نیست؟ این ویروس موذی چه ناباورانه دنیا را در نوردید و هر کس که بر سر راهش قرار گرفت آلوده و مبتلا کرد! از راه هوا و زمین خشکی‌ها و آب را پیمود. به‌طوری‌که این ویروس ناخوانده بر سر سفره انسان‌ها به‌ویژه سفره‌های کم‌رونق مردم کشورمان میهمان شد و شرط همزیستی را هم به‌جا نیاورد و بسیاری از صاحبان سفره را از زندگی محروم کرد! و داغ‌های زیادی بر دل مردم کشورمان نهاد. اما همین کرونا، عبرتها آموخت. سیاست‌ورزان باید بدانند اگر جوانی در عهد جوانی در غم بود و نبود بگذراند آیندهٔ نوجوانان این مرز و بوم نیز در تب‌وتاب این‌جا و آن‌جا بگذرد. مگر نه آن‌که گل سرخ از شدت گرما و سرما افسرده می‌شود، پس چگونه انسان می‌تواند در محیط خشکیده و دل‌مرده، افسرده و پژمرده نگردد؟ بی‌تردید جوان افسرده و دل‌مرده چیستی آفرینش را نخواهد دانست و راه به منزل رسیدن را نخواهد شناخت. مگر نه آن است که وقتی روان آدمی پریشان شد جسم او هم بیمار می‌شود. وقتی نبض این جوان جنبیدن نداند، چگونه قلبش تپیدن بداند؟ نمی‌خواهم دراین خصوص از نظریه‌های روان‌شناسان شناخته‌شده‌ای چون فروید[1]، بگویم زیرا به اندازهٔ کافی دانشجویان با آن آشنایی دارند. اما می‌خواهم از عطار بگویم:

ز نور دیده بنگر جسم و جانت
کز این هر دو شود کلّی عیانت
ز نور دیده بنگر کوه و دریا
حقیقت بحر جان در شور و غوغا [۱۲]

دو راهی‌ها

در مسیر زندگی و تکامل انسان‌ها دو راهی‌های متعددی قرار می‌گیرد که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌کنیم.

۱- عشق زمینی و عشق آسمانی

یکی از مهمترین این دو راهی‌ها عشق زمینی و عشق آسمانی است. عشق چه از نوع آسمانی و چه از نوع زمینی، چه الهی و چه مجازی با هم متفاوت‌اند. اما به باور برخی، از همین تفاوت‌هاست که تفاوت زاده می‌شود و همین‌هاست که عشق می‌آفریند. به باور برخی دیگر عشق به هیچ متمم یا صفتی نیازمند نیست چرا که عشق زمینی هم از آسمان آمده تا دوباره به آسمان بازگردد. در رابطه با عشق دو حالت پیش می‌آید یا در کنارش قرار می‌گیری و می‌سوزی و یا بیرون دایره آن می‌مانی و در حسرتش می‌مانی.

۲- مسجد و میخانه

کدام یک از دوراهی مسجد و میخانه راه و کدام بی‌راه است؟ صائب تبریزی می‌گوید چراغ مسجد از تاریکی میخانه افروخته است و عطار هر دو را بر خود مسکینش حرام می‌داند:

نه در مسجد گذارندم که رند است
نه در میخانه کین خمار خام است [۱۲]

اما پرسش این‌جاست که آیا عاشقان، میخانه را تجلی‌گاه عبادت می‌دانند و میگساران، عبادتگاه و محراب را جلوه‌ای از میخانه می‌بینند؟ حافظ به گونهٔ زیبایی دو راهی مسجد و میخانه را درهم آمیخته و هرکه را به درگاه میکدهٔ معرفت راه یابد و باده بپیماید، نوید می‌دهد که به اسرار خانقاه پی خواهد برد.

بر آستانهٔ میخانه هرکه یافت رهی
ز فیض جام می‌اسرار خانقه دانست[۵]

1. Sigmund Schlomo Freud

۳- رنگ و بی‌رنگی

وقتی که بی‌رنگی اصل باشد، انتخاب رنگ چگونه ممکن است؟

هست بی‌رنگی اصول رنگ‌ها
صلح‌ها باشد اصول جنگ‌ها [۱۳]

اگر از میان آفتاب و سایه، آفتاب را بر می‌گزینم، چون آفتاب بر تن سبز بهاران طرح نو خواهد کشید، اما سایه را کاری نیست؟ آیا برای بودن و شدن سایه لازم نیست؟ آنان که تاب گرما ندارند، سایه را بر می‌گزینند. بسیاری از مردم داروی شیمیایی تلخ و بدمزه را انتخاب می‌کنند اما: امروز داروهای شیمیایی عوارض فراوان دارند، بعضی از پزشکان در دنیا از قاعده پلاسبو استفاده می‌نمایند تا در بدن داروی شخصی و فردی را تولید کنند. بدن انسان یک واکنشگر شیمیایی است و داروهای مورد نیاز بدن را می‌سازد. یکی از شیوه‌های رواج پزشکی شخصی این است که سعی شود دارو طبیعی در درون بدن ساخته شود مانند پلاسبو مانند دعا، خواب که داروی مهم ملاتونین تولید می‌کند [۱۶- ۱۴].

۴- ماده و معنا

جمعیت زیادی از آدمیان برای زندگی خود ماده را انتخاب می‌کنند چنان‌چه از نزدیک‌شدن به دوراهی ماده و معنا گریزان می‌شوند. برخی هم پای در راه معنا می‌گذارند اما در این میان کم نیستند کسانی که معنا را گزیده‌اند و معنا ابزاری است برای رسیدن به ماده! گویی هواداری معنا کردن و پای در راه آن فشردن تنها راه برای کسب قدرت و ثروت، آن هم از طریق معناست. نخستین و مهم‌ترین نیروی محرکهٔ هر فرد، تلاش برای دست‌یابی به معنایی در زندگی است. ویکتور امیل فرانکل[۱] روان‌شناس اتریشی بر این باور است تلاش برای معنابخشی به زندگی، نیروی اولیه است نه نمادی ثانویه که از تحریک غرایز سرچشمه گرفته باشد. هر چند برخی روان‌شناسان لذت‌خواهی را پایه و محرک زندگی می‌دانند. بدیهی است که شور، هیجان، تکاپوی اندیشه و معناجویی نیاز زندگی است. اگر بگوییم حالت سکون و بی‌هیجانی ایده‌آل است، درست به نظر نمی‌رسد. زیرا اگر انسان‌ها معنویتی در زندگی خود حس نکنند، گرفتار خلأ درونی و پریشانی می‌شوند [۲]. در نتیجه مشکلات و پریشان خاطری افزون شده است. اما آن‌چه باعث دست یافتن به معنا می‌شود:

- کردار نیک از راه کار و فعالیت؛ بی‌تردید کار نیک و عمل صالح

نیاید ز مرد خرد کار بد
ندید او ز ما هیچ کردار بد[۱۱]

- درک ارزشی روح و دست‌یابی به معنای زندگی از طریق عشق، فرهنگ و هنر:

علم معنا عشق را دارد عیان
علم صورت عقل را دارد زیان
علم معنا عالم جان‌ها گرفت
علم صورت در زمین مأوا گرفت[۱۲]

- معنای رنج، با تن دادن به رنج:

چون‌که در عشق آمدی از سر گذر
تا بیابی از شه معنا خبر
چون‌که در عشق آمدی دریا شدی
در حقیقت هم‌نشین ما شدی[۱۲]

وقتی ذهن انسان دائم در حال آفرینش اندیشه‌های علمی و دنیایی تازه است، و طبیعت با تمامی سازوکارش در حال تکامل است آیا پدیده‌های طبیعت الگوی خوبی برای نو شدن نیستند؟ بنابراین یک الگوی خوب، الگوی همگرایی علوم، شناخت پدیده‌های طبیعی و سپس الگوبرداری از آن است که این علم را الگوبرداری طبیعی می‌نامند [۱۷]. برای رسیدن به این الگو افزون بر دانش بنیادی، به چگونگی برخورد گذشتگان با طبیعت، واکنش‌های طبیعت با آنان و چگونگی دریافت اطلاعات از طبیعت نیاز داریم. اگر به چهار فصل طبیعت بنگریم معنی نو شدن طبیعت، نه تنها در بهار، بلکه در دیگر فصل‌ها هم دیده می‌شود. تابستان با میوه دادن نو می‌شود. در پاییز نو شدن‌ها به تردید دچار می‌آید و در نتیجه برگ و بار فرو می‌ریزد و زمستان در اندیشهٔ برآوردن برگ و بار نوست؛ حال باز بهار است که

1. Viktor Emil Frankel

طرح نو شدن زمستان را به اجرا می‌گذارد. درست است که ماندن، مانع رشد و تعالی است و باید لحظه نو شد تا به تکامل رسید، اما این نو شدن دلیلی برای فراموش‌کردن یا بی‌توجهی به گذشته نیست. مگر بهار که طبیعتی نو می‌آورد، زمستان را بی‌رونق می‌کند؟! پس تمام راز و رمز تکامل و نو شدن را باید از طبیعت آموخت.

۵- آوای خوش یا صدای دلخراش؟

گرچه امواج موسیقی خود در محیط مادی نوسان می‌کنند، اما اثر غیرمادی یعنی روحی و روانی دارند. صوت مظهری از موسیقی و عکس مظهری از سنجش از دور است. هر دو مشخصاتی مانند رنگ و تُن دارند. اگر چه واژگان تن و رنگ در هر دو یکی است اما تُن و رنگ در یکی گوش‌نوازی و در دیگری چشم‌نوازی می‌کند. سرعت دیدن همان سرعت نور و سرعت شنیدن، سرعت صوت است. برای نمونه رنگین‌کمان چشم‌نواز و صدای آب، گوش‌نواز است. با این حال عکس، محصولی از سنجش از دور و آواز محصولی از موسیقی است.

سپاس تو گوش است و چشم و زبان
کزین سه رسد نیک و بد بی‌گمان[۱۱]

موسیقی، راه ناشناخته به سوی کمال را می‌گشاید و به جسم بال و پر می‌دهد تا به عالم بالا و به بام رفیع آسمان پرواز کند. رنگ‌ها نیز با طول موج بالا واکنش انبساطی ایجاد می‌کنند. ولی موسیقی واکنش‌های انبساطی روحی پدید می‌آورد [۲]. همان‌گونه که افراد رنگ یا رنگ‌هایی را به رنگ‌های دیگری ترجیح می‌دهند، در مورد موسیقی نیز بدین‌گونه است. مقایسهٔ صورت و رنگ، مقایسهٔ موسیقی و سنجش از دور را به من آموخت، چرا که موسیقی نغمه‌ساز آزادی است!

گردد از جان مرد موسیقی‌شناس
لحن موسیقی خلقت را سپاس [۱۲]

۶- دارو یا دارونما؟

اگر دارو به چیزی گفته می‌شود که برای بهبود حال بیمار یا تسکین درد او داده می‌شود، چرا به این داروی بدون ضرر و بدون اثرات جانبی که موجب بهبود بیمار است، دارونما گویند؟ اگر می‌گویید که با هیچ واکنشی نمی‌توانید بهبودی حال بیمار یا تسکین درد او را توجیه علمی نمایید، باید بگویم دانشمندان دریافته‌اند، هنگامی‌که افراد پس از مصرف دارونما دچار کاهش درد می‌شوند، ترکیبات معینی در مغز آنها به نام افیون‌های درون‌زا، آزاد می‌شود. مگر همین ماده و این فعل و انفعالات مغزی موجب کاهش درد یا بهبود بیمار نیست؟ تی چوینگ[۱] از دانشگاه ویسکانسین ـ مدیسن[۲] می‌گوید: «شفا یافتن ممکن است نه از درمان تجویز شده بلکه از فرآیند عاطفی و شناختی احساس تحت مراقبت قرار گرفتن و مراقبت کردن از خود، نشأت گیرد». حال که اثر دارونما در بهبودی مریض قابل اندازه‌گیری است، چرا می‌گویید این‌ها واقعی نیستند؟ [۲]

گفت هر دارو که ایشان کرده‌اند
آن عمارت نیست ویران کرده‌اند[۱۳]

کدام یک واقعی است؟ دارو یا دارونما؟ داروی شیمیایی تلخ و بدمزه یا دارونمای خوشمزه و گاه بی‌مزه و بی‌دردا!

شربت تلخ بنوشد خرد صحت جو
شربتی را تو چه گویی که خوش است و دارو؟[۷]

آیا جز این است که داروی شیمیایی تنها محل درد را سراغ می‌گیرد؟ هرکجا دردی است، دوا آنجا رود؛ هرکجا پستی است، آب آنجا رود. آیا تعریف ما از دارو و درمان صحیح است؟

از آن نوشدارو که در گنج توست
کجا خستگان را کند تن درست؟[۱۱]

۷- رابطهٔ لذت بیرونی و درونی

لذت، طیف گسترده‌ای از حالات ذهنی است که انسان‌ها و دیگر حیوانات آن را به‌عنوان چیزی مثبت، خوشی‌آور یا با ارزش تجربه می‌کنند. لذت شامل حالات ذهنی مشخص‌تری هم‌چون شادی، تفنن، خوشی، خلسه و رضایت‌مندی است[۱]. از بعد غیرمادی آرامش روح و روان و از جهت مادی بهره‌مندی از رفاه،

1. Ti Choosing
2. University of Wisconsin-Madison

مواهب و امکانات هستی و دوری از درد رنج و کاستی، سعادت و نیک‌بختی به شمار می‌آید. مگر نه آن است که در گرسنگی با تکه‌ای نان خشک و قدری طعام آنچنان ظرف لذت‌مان لبریز می‌شود که با بهترین طعام در زمان سیری برابری می‌کند!

لذت و خوشی خوردن در طعام
بیش چندان نیست کز لب تا به کام[۱۲]

آیا میان فراهم بودن عوامل خوشی و عیش و نوش با لذت‌های مادی رابطه‌ای خطی برقرار است؟ یعنی آیا با افزایش امکانات لذت‌جویی و فراهم شدن شرایط برای بهره‌بری از آنها میزان لذت‌جویی نیز افزایش می‌یابد؟ یا این‌که این منحنی در جایی به مرحلهٔ سیری کامل می‌رسد و با افزایش لذت، میزان ناراحتی‌های درونی و روانی انسان بیشتر می‌شود؟ اگر آدمی می‌دانست این ظرف لذت را چگونه و با چه نوع لذتی پر کند این همه دعوا بر سر این یا آن، بالا یا پایین، کم یا زیاد، زیبا یا زشت، دور یا نزدیک و مانند آن نبود. شاید اگر چیزی برای رقابت می‌ماند، عشق بود. حال عشق کدام است؟ و چه نوع عشقی زودتر به سیری کامل می‌رسد؟ پرسشی که یافتن پاسخش عمری به درازای زندگی بشر دارد...

انسان و الگوهای انسانی، طبیعی و الگوهای موجودات زنده دیگر

وقتی ذهن انسان دائم در حال آفرینش اندیشه‌های علمی و دنیایی تازه است، و طبیعت با تمامی سازوکارش در حال تکامل است، آیا پدیده‌های طبیعت، الگوی خوبی برای نو شدن نیستند؟ در هر پدیدهٔ طبیعی، دانش و علوم طبیعی گوناگونی به‌کار برده شده است [۱۸]. در طبیعت و عوالم آن حکمت‌ها و دانش‌هایی قرار دارد که نیاز واقعی آدمی و دیگر موجودات از آن تأمین شود. بنابراین یک الگوی خوب، الگوی همگرایی علوم، شناخت پدیده‌های طبیعی و سپس الگوبرداری از آن است. که این علم را الگوبرداری طبیعی می‌نامند. برای رسیدن به این الگو افزون بر دانش بنیادی، به چگونگی برخورد گذشتگان با طبیعت، واکنش‌های طبیعت با آنان و چگونگی دریافت اطلاعات از طبیعت نیاز داریم [۱۷]. اگر به چهار فصل طبیعت بنگریم معنی نو شدن طبیعت، نه تنها در بهار، بلکه در دیگر فصل‌ها هم دیده می‌شود. تابستان با میوه دادن نو می‌شود. در پاییز نو شدن‌ها به تردید دچار می‌آید و در نتیجه برگ و بار فرو می‌ریزد و زمستان در اندیشهٔ برآوردن برگ و بار نوست؛ حال باز بهار است که طرح نو شدن زمستان را به اجرا می‌گذارد. درست است که ماندن، مانع رشد و تعالی است و باید لحظه‌لحظه نو شد تا به تکامل رسید، اما این نو شدن دلیلی برای فراموش کردن یا بی‌توجهی به گذشته نیست. مگر بهار که طبیعتی نو می‌آورد، زمستان را بی‌رونق می‌کند؟!

الهام از طبیعت یا استفادهٔ ابزاری از آن؟

این هم یک دوراهی است که هر راهش به‌تنهایی خود هزاران راه و بی‌راه است! ما که دارای هوش طبیعی، خورد و خوراک طبیعی، خواب طبیعی، اشک چشم طبیعی، دارو و الیاف طبیعی هستیم، گاه برای آسایش بیشتر و چیرگی بر طبیعت، نوآوری‌های فراوانی کرده‌ایم. هوش‌مصنوعی، خواب‌مصنوعی یا هیپنوتیزم، تلقیح مصنوعی، اشک مصنوعی و الیاف مصنوعی از این دست‌اند. آن‌قدر از طبیعت کاسته و به صنایع افزوده شد، آن‌قدر از درون کاسته و به برون پرداخته شد، از آرامش کم‌کرده و به آسایش افزوده شد که دست‌آورد قرن ۲۱ چیزی جز زنگ خطر افول و نابودی بشر نیست که به صدا درآمده!

صدانداختی تیر و هر صد خطاست
اگر هوشمندی یک‌انداز و راست [۱]

به نظر می‌رسد الهام از طبیعت عامل و استفادهٔ ابزاری از آن، معلول است اما انتخاب دشوار می‌نماید؛ زیرا چشم‌پوشی از منافع آسان نیست. اندکی به دانش بشر و الهام او از طبیعت بپردازیم. الگوریتم‌های تکاملی معمولاً الهام گرفته از طبیعت‌اند. ما سیستم را به گونه‌ای طراحی می‌کنیم که مسیر خود را به سوی تکامل طی کند. الگوریتم‌های تکاملی معمولاً بهینه سازند، یعنی بی‌شمار پاسخ برای یک مسئله پیدا شده است. حال می‌خواهیم این بی‌شمار پاسخ را بهینه ساخته و بهترین را به عنوان راه‌حل اصلی برگزینیم. در زیر به شرح کوتاه چند مورد می‌پردازیم ولی پیش از آن بایسته است اشاره کنیم.

۱. الگوریتم کلونی مورچگان[1]

رفتار بیولوژیکی مورچه برای پیداکردن غذا نقطهٔ آغاز شبیه‌سازی این روش است. بدین معنا که مورچه‌ها برای یافتن غذا مانند پرندگان و زنبورعسل به صورت گروهی حرکت می‌کنند. اصطلاحاً به این نوع رفتار، هوش جمعی گفته می‌شود. مورچه‌ها موجوداتی کور، بی‌حافظه و بسیار کم‌هوش‌اند. ولی با این حال همیشه بهترین و کوتاه‌ترین مسیر از لانه تا محل غذا را می‌یابند. ارتباط مورچه‌ها با یک‌دیگر از طریق مادهٔ شیمیایی فرومون [2] است. زمانی که مورچه از یک مسیر حرکت می‌کند بر روی زمین فرومون ترشح می‌کند و همین امر سبب می‌شود مورچه‌ها به دنبال او حرکت کنند [۱۹].

۲. الگوریتم تودهٔ ذرات [3]

الگوریتم تودهٔ ذرات (PSO) دارای ساختاری ساده و قوی است که امروزه به یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌ها بدل شده است. تودهٔ ذرات در طبیعت بیانگر هوش جمعی است. حرکت جمعی ماهی‌ها درون آب یا حرکت پرندگان هنگام مهاجرت را در نظر بگیرید، اعضاء به صورت کاملاً هماهنگ با یک‌دیگر حرکت می‌کنند؛ اگر قرار است شکارکنند، با هم شکار می‌کنند و اگر قرار است طعمهٔ شکار دیگری شوند با حرکت گروهی از چنگ شکارچی می‌گریزند. از طرفی ذرات در راستای مسیر پیشین خود نیز حرکت می‌کنند بنابراین پس از هر حرکت، اطلاعات بین همهٔ ذرات به اشتراک گذاشته می‌شود و حرکت به سمت بهترین نقطه ادامه می‌یابد. این حرکات تا زمانی ادامه دارد که همهٔ ذرات در بهترین نقطه درکنار یک‌دیگر جمع شوند [۲۰].

۳- الگوریتم گرگ خاکستری[4]

الگوریتم گرگ خاکستری (GWO) یک الگوریتم فراابتکاری الهام‌گرفته از طبیعت است که پایهٔ آن ساختار سلسله‌مراتبی و رفتار اجتماعی گرگ‌ها در زمان شکار است. در پیاده‌سازی این پروژه، چهار نوع از گرگ‌های خاکستری آلفا، بتا، دلتا و امگا برای شبیه‌سازی سلسله مراتب رهبری استفاده شده که در آن چهارگام اصلی از شکار، جستجو برای طعمه، محاصرهٔ طعمه و حمله به طعمه، اجرا می‌شوند. گرگ‌های خاکستری در رأس زنجیرهٔ غذایی هستند و زندگی اجتماعی دارند. تعداد متوسط گرگ‌های هر گله بین ۵ تا ۱۲ گرگ است. در هر گله ۴ رتبهٔ اصلی وجود دارد:

- گرگ‌های رهبر گروه آلفا (alpha) نامیده می‌شوند که می‌توانند مذکر یا مؤنث باشند. این گرگ‌ها بر گله چیره‌اند و مواردی مانند: محل استراحت یا نحوهٔ شکار را مدیریت می‌کنند؛ اما افزون بر رفتار مسلط گرگ‌های alpha، نوعی ساختار دموکراتیک نیز در گروه دیده می‌شود.
- گرگ‌های بتا (beta): یاریگر گرگ‌های alpha در فرایند تصمیم‌گیری و مستعد انتخاب شدن به‌جای آنها هستند.
- گرگ‌های دلتا (delta): شامل گرگ‌های پیر، شکارچی‌ها و گرگ‌های مراقبت‌کننده از نوزادان هستند.
- گرگ‌های امگا (omega): پایین‌ترین مرتبه در هرم سلسله‌مراتب‌اند که کمترین حق را نسبت به بقیهٔ اعضای گروه دارند [۲۱].

۴- الگوریتم کرم شب‌تاب۵

الگوریتم کرم شب‌تاب یکی دیگر از الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراابتکاری است که دارای کاربرد گسترده در حل مسائل مهندسی، اقتصاد و مانند آن است. پایه و بنیان این الگوریتم، رفتار کرم‌های شب‌تاب در پراکندن نور از خود است. بیشتر کرم‌های شب‌تاب می‌توانند با ایجاد روشنایی به جذب شریک برای جفت‌گیری، هشدار به کرم‌های شب‌تاب دیگر و به دام‌انداختن حشرات کوچک‌تر برای شکار اقدام کنند. در مجموع می‌توان خصوصیات کرم شب‌تاب را در سه بند خلاصه کرد:

۱. همهٔ کرم‌های شب‌تاب از یک جنس در نظرگرفته می‌شوند، به گونه‌ای که یک کرم شب‌تاب به کرم شب‌تاب دیگر، صرف نظر از جنسیتش جذب خواهد شد.

۲. جذابیت هر کرم شب‌تاب برای کرم شب‌تاب دیگر

1. Ant Colony Optimization (ACO)
2. Pheromone
3. Particle Swarm Optimization (PSO)
4. Grey Wolf Optimization
5. Firefly Algorithm

رابطه‌ای مستقیم با روشنایی و رابطه‌ای عکس با فاصله دارد.

۳. روشنایی یا شدت نورکرم‌های شب‌تاب بر پایهٔ تابع هدفی که در حال بهینه‌سازی است، انتخاب می‌شود [۲۲].

الگوی ویروس‌ها

اگرچه ممکن است تعجب‌آور باشد که بخش‌هایی از کد ژنتیکی انسان از ویروس‌ها ناشی می‌شوند، در واقع شایع تر از آن چیزی است که فکر می‌کنید، بررسی منتشر شده در نشریه سل [1] در سال ۲۰۱۶ نشان داد که بین ۴۰ تا ۸۰ درصد از ژنوم انسان از برخی تهاجم ویروس های قدیمی‌به وجود آمده است. نشریه لایو ساینس [2] گزارش داده بود، ویروس یک انگل ژنتیکی است. این کد ژنتیکی خود را به سلول‌های میزبان خود تزریق می‌کند و آنها را ربوده و آنها را به اهداف خود تبدیل می‌کند اما مقالات جدید یک قدم فراتر می‌گذارد. محققان گفتند که ویروس باستان نه‌تنها در سلول‌های مغز انسان و حیوان بسیار فعال است، بلکه به نظر می‌رسد چگونگی عملکرد آنها در فرآیندهای فکری بسیار مهم است، زیرا ما می‌دانیم که آنها احتمالاً هرگز بدون آن بوجود نمی‌آیند[۲۳]. ویروس نمی‌تواند از مواد ژنتیکی خود استفاده کند و فقط با کمک سایر مواد ژنتیکی تولیدمثل می‌کند [۲۴]. در نتیجه، نمی‌توان آن را به عنوان چیزی که یک موجود زنده است طبقه‌بندی کرد. زنده نیست و کاملاً به یک ارگانیسم دیگر وابسته است، زیرا برای عملکرد و تولیدمثل همیشه به سلول زنده احتیاج دارد.

الگوی ویروس کرونا

برخی از کارشناسان معتقدند که تغییرات آب و هوایی به‌همراه سایر اختلالات محیطی می‌توانند به پیشرفت بیماری‌های کاملاً جدید مانند ویروس کرونا-۱۹ کمک کنند. پاسخ به آن از بسیاری جهات، درخواستی است که مردم به انجام کار صحیح بپردازند. با توجه به نقش ویروس کرونا-۱۹ و بیماری‌های گسترده‌ای که در جهان بوجود آورد جای آن دارد که اولا این ویروس و اثر مثبت آن بر هوشمندی و عمل کردش را در قالب الگوریتم‌هایی ریاضی می‌تواند سودمند باشد. شاید اگر شناخت بیشتری نسبت به ویروس‌ها حاصل بشود و الگوهای آسیب رسانه آنها شبیه‌سازی شود راحت‌تر می‌توان به مبارزه با آنها پرداخت. در واقع باید از دشمن ستاند ببخشد به دوست!

تا گذر کرد نسیم سحری بر در دوست
نوش‌دارو ز دم زهرگیا می‌آید[۱۲]

الگوی اثرات بهداشتی سلامتی و اجتماعی و سیاسی

همگی باهم تنهایی را تجربه کنیم! تاکنون از سعدی نقل می‌کردیم چو عضوی به درد آورد روزگار دیگر عضوها را نماند قرار. اما این سروده از طرفی خیلی جالب و از طرفی دیگر بدیهی بنظر می‌رسد. اما باز هم آن را باور نداریم. اما کرونا به ما می‌آموزد که می‌باید دست‌ها و دل‌ها را با هم گره بزنیم تا مشکل حل بشود [۲۵]. برای جلوگیری از ابتلا به کرونا، تنها ماندن را باید تجربه کند و برای رهایی به تنهایی خود پناه ببرد. هر چند تنهایی اما همگی با هم درد را احساس کردیم.

نتیجه‌گیری

رشته‌ها نقاط مشترک زیادی با هم دارند، اما در مواردی هم از یک‌دیگر بی‌خبرند. رشته‌های بین‌رشته‌ای می‌توانند این خلأها را پر کنند. بایسته است با نگاهی تازه علم، ادبیات و هنر را با هم ترکیب‌کرده تا رشته‌هایی نو با ماهیت بین‌رشته‌ای و ارتباط دهنده بین این تخصص‌ها ایجاد گردد. خلأها نه تنها در علوم بلکه در هنر، فرهنگ و ادب هم وجود دارند و رشته‌های بین‌رشته‌ای باید این خلأها را از لحاظ ادبی و علمی برطرف کنند. با بررسی موارد هنری، علمی و ادبی درمی‌یابیم این شاخه‌ها نمی‌توانند جای یک‌دیگر را بگیرند اما می‌توانند مکمل هم باشند تا فرآیند خروجی بهتری حاصل شود. برای نمونه می‌توان از هنر و ادبیات برای تلطیف علم و مفاهیم آن و در نتیجه ایجاد فهم و درک بهتر از آن استفاده کرد. هدف رشته‌های بین‌رشته‌ای جلوگیری از واگرایی تخصص‌ها و تلاش در جهت همگرا کردن آنهاست تا در یک راستا قرار گیرند. امید است با ایجاد رشته‌های بین‌رشته‌ای

---

1 . Cell
2 . Live Science

با تلفیق هنر، ادب و علم همگرایی بیشتری در مطالعات داشته باشیم که در نهایت از تخصص‌ها به طور بهینه در زندگی بهرمند شویم. مگر نه آن است که وقتی روان آدمی‌پریشان شد جسم او هم بیمار می‌شود. وقتی نبض این جوان جنبیدن نداند، چگونه قلبش تپیدن بداند؟ می‌خواهم از عطار بگویم:

ز نور دیده بنگر جسم و جانت
کز این هر دو شود کلّی عیانت
ز نور دیده بنگر کوه و دریا
حقیقت بحر جان در شور و غوغا [۱۲]

این ویروس ما را وارد عصر جدیدی کرد که اگر آن را عصر کرونا بنامیم و از این ویروس سپاسگزاری کنیم خالی از لطف هم نباشد. از بس صاحبان قدرت و ثروت به مردم سرزمینشان بی‌توجهی کردند و یا اینکه جز به خودشان به چیز دیگری فکر نکردند، مردم از برخی شرایطی که کرونا برایشان فراهم کرد سپاسگزاری‌ها کردند! اگر هم برخی حاکمان شرایط رفاهی خوبی برای مردمشان فراهم کردند خود مردم متوجه نشدند که در چه ناز و نعمتی هستند. این مردم قدر آزادی‌هایی چون رفت و آمدها و دید و بازدیدها و ... را نفهمیدند چون همه چیزها برایشان عادی شده بود. دیگر برخی لذت‌ها را درک نمی‌کردند و برای برخی چیزهای مهم وقت نمی‌گذاشتند. دچار توهم بودند و می‌خواستند سر از کرات دیگر در بیاورند در حالی‌که هنوز کره خاکی خودشان را نشناخته بودند. این ویروس سال‌های سال در بین مردم بود ولی کسی از آن سراغی نگرفت تا خودش به سراغ ما آمد. قدر نعمت را کسی نمی‌دانست چون به چنین رنجی گرفتار نیامده بود. بنی آدم اعضای یکدیگرند را فقط معلمان معنی می‌کردند. این فقط خورشید و فلک نیست که در تکامل هستند بلکه ویروس هم در همان کار است. تا جهان باقی است نه این دست از سیر و سلوک بر می دارد نه آن، حتی وقتی بشر دارویی برای معالجه این ویروس یا پیشگیری به آن ویروس کشف کند همین ویروس غیر زنده هم بصورت دیگری ظهور می‌کند. اگر بیماری کهنه شد بیماری نوظهور دیگری پیدا می‌شود. تصور نکنیم که تکامل آنها مغایر با تکامل انسان است.

همه اضداد از لطفش بپوشد خلعتی دیگر
دگربار از میان محو عجب نومستیی یابند
پس آنگه دیده بگشایند جمال عشق را بینند
ز خجلت جمله محو آمد چو گیرد لطف بسیاری
برویند از میان نفی چون کز خار گلزاری
همه حکم و همه علم و همه حلم است و غفاری [۱۲]

تقدیر و تشکر

از جناب آقای دکتر موسوی موحدی استاد بزرگ بخاطر آنکه همیشه مشوق کارهای بنیادی و نظرات نو بوده و ما نیز نه تنها از لطف ایشان بی‌بهره نبوده‌ایم بلکه بسیاری از دستاوردهای خود را مرهون راهنمایی‌های ایشان می‌دانیم. از این‌رو از ایشان به‌خاطر تشویقشان جهت چاپ این موضوع در مجلهٔ وزین نشاء علم کمال تشکر را داریم.

منابع و مؤاخذ

[۱] . سعدی، مصلح الدین. (۱۳۹۸). محمدعلی فروغی، تهران، ققنوس.
[۲] . علوی پناه، سیدکاظم. (۱۳۹۸). خیلی دور خیلی نزدیک(جستارهایی از تفاوت در اندیشه‌ها)، تهران، انتشارات ترفند.
[۳] . وحشی بافقی، کمال الدین. (۱۳۹۶). کلیات، به کوشش محمد حسین مجدم،کوروش نسبی تهرانی، تهران، زوار.
[۴] . قبادیانی، ناصر خسرو. (۱۳۸۵). دیوان، مشتمل بر قصاید و قطعات و رباعیات و اشعار پراکنده و رشنایی نامه و سعادت نامه، تهران، نشر علم.
[۵] . حافظ، شمس الدین محمد.(۱۳۸۵). دیوان، به اهتمام محمد قزوینی و قاسم غنی، تهران، سروش.
[۶] . اوحدی مراغه‌ای، رکن الدین. (۱۳۹۱). کلیات، به ویرایش سعید نفیسی و حمید سمنانی، تهران، نشر سنایی.
[۷] . مولوی، جلال الدین. (۱۳۸۵). غزلیات شمس تبریزی، مقدمه و تفسیر: محمدرضا شفیعی کدکنی، تهران، سخن.
[۸] . اعتصامی، پروین.(۱۳۹۷). دیوان اشعار، تهران، نشر نگاه.
[۹] . نظامی گنجوی، الیاس بن یوسف. (۱۳۹۲). پنج گنج، تهران، سپاس.
[۱۰] . منوچهری دامغانی، ابوالنجم. (۱۳۹۰). به کوشش عزیزالله علیزاده، تهران، فردوس.
[۱۱] . فردوسی، ابوالقاسم. (۱۳۹۶). شاهنامه فردوسی، با مقدمه مجتبی مینوی، چاپ چهارم، انتشارات نگاه.
[۱۲]. عطار نیشابوری، فریدالدین. (۱۳۸۴). دیوان اشعار، مشتمل بر غزلیات و قصاید و ترجیعات، انتشارات علم.

[۱۳] . مولوی، جلال الدین. (۱۳۷۰). مثنوی معنوی، تهران، طلوع.

[۱۴] . لیلا ماه رخ، خشایار کریمیان و علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۵). پزشکی فردی: تحولی جدید در مراقبت از بیمار به سمت پیش بینی و پیشگیری" نشریه نشا علم، مجلد۶، شماره۱ ، صفحات ۶۰-۴۶.

[۱۵] . میترا پیرحقی، محمد فرهادی، علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۵). " سبک زندگی و پزشکی خواب" نشریه نشا علم، مجلد۶، شماره۲ ، صفحات ۱۰۳-۱۱۳ .

[۱۶] . مرجان سلیمان پور، رضا یوسفی ، علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۶). " ملاتونین :آنتی اکسیدان محصول خواب با کیفیت" نشریه نشا علم، مجلد۷، شماره۲ ، صفحات ۱۰۷-۱۱۵ .

[۱۷] . علی اکبر موسوی موحدی. (۱۳۹۲). " زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت" نشریه نشا علم، مجلد۴، شماره ۱صفحات ۶-۹.

[۱۸] . استاندارد ملی ایران شماره۲۲۱۲۷ .(۱۳۹۶)، ICS: 07.080. عنوان: بیومیمتیک (زیســت الگو)، اصــطلاحات و تعاریف، مفاهیم و روش شناسی- چاپ اول - علی اکبر موسوی موحدی-رئیس پروژه- فرنوش عطار- دبیر پروژه با همکاری سایر اعضاء- چاپ روی پایگاه سازمان ملی استاندارد ایران (http://isiri.org/portal/home) بارگذاری شده است.

[19]. Dorigo, M., Colorni, A., & Maniezzo, V. (1991). Distributed optimization by ant colonies.Proceedings of ECAL91 – European Conference on Artificial Life, Paris, France

[20]. Kennedy, J., & Eberhart, .,Elsevier, 134–142 R. (1995). Particle swarm optimization. In Proceedings of ICNN'95-International Conference on Neural Networks (Vol. 4, pp. 1942-1948). IEEE.

[21]. Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. Advances in engineering software, 69, 46-61.

[22]. Yang, X. S. (2008). Book: Firefly algorithm. Nature-inspired metaheuristic algorithms, 20,79-90.

[23]. Materials provided by Genetics Society of America (2016).Genetics Society of America https://genetics-gsa.org/education/gsa-prep

[24]. Enard, D. Cai, Le. Gwennap. C. and Petrov, D. A. (2016). Viruses are a dominant driver of protein adaptation in mammals. eLife5: e12469.

[25]. Yousefi, R. and Moosavi-Movahedi, A. A. (2020) “Achilles' heel of the killer virus: the highly important molecular targets for hitting SARS-CoV-2 that causes COVID-19” Journal of the Iranian Chemical Society 17:1257–1258.

تاریخچه و انواع رایانه‌های کوانتومی

سعید نائیه[1,*]، سید نصیب الله دوستی مطلق[1]

چکیده

حوزه محاسبات کوانتومی یکی از حوزه‌های فناوری جدید است که به آنها فناوری‌های کوانتومی می‌گوییم. فناوری‌های کوانتومی مبتنی بر قوانین و اصول فیزیک کوانتومی هستند که این قوانین بر دنیای زیراتمی حاکم می‌باشند که از سال ۱۹۰۰ میلادی به بعد توسط دانشمندان ارائه شدند و نگرش ما نسبت به ساختار ماده تغییر دادند.

این اصول و قوانین از اصلی‌ترین پارامترهای شکل گرفتن فناوری‌های کوانتومی در بسیاری از حوزه‌های مختلف مانند الکترونیک، پزشکی، مخابرات و ... از نیمه دوم قرن بیستم به بعد شده است که محاسبات و رایانه‌های کوانتومی یکی از آنهاست. رایانه‌های کوانتومی قدرت محاسباتی بسیار بالایی دارند و قادرند محاسباتی را انجام دهند که با رایانه‌های کلاسیک هزاران سال طول می‌کشد. همچنین رایانه‌های کوانتومی محدودیت‌های رایانه‌های کلاسیک را ندارند. البته هنوز این رایانه‌ها با برتری مطلق نسبت به رایانه‌های کلاسیک محقق نشده‌اند، اما با این حال رایانه‌های ساخته شده نیز دارای کارایی بالا بوده و به مقیاس تجاری رسیده‌اند. اعلام همکاری یکی از شرکت‌های سازنده رایانه‌های کوانتومی (دی‌ویو سیستمز) برای یافتن درمان برای کووید-۱۹ نمونه‌ای از تحقق عملی و کارایی بالای این رایانه‌هاست. این توان محاسباتی بالا می‌تواند در بسیاری از حوزه‌های دیگر اعم کشاورزی، امور مالی، امنیت سایبری و ... مورد استفاده قرار گیرد.

در این نوشتار سعی بر آن شده است پس از معرفی رایانه‌های کوانتومی و انواع آنها به بیانی ساده و نه‌چندان فنی، به کاربردهای بالقوه آنها در عرصه‌های مختلف اشاره شده و پیشنهاداتی برای پیاده‌سازی آنها در کشور بیان گردد.

واژگان کلیدی: محاسبات کوانتومی، رایانه‌های کوانتومی، تاریخچه، کووید-۱۹، پزشکی، کشاورزی.

* عهده‌دار مکاتبات، دکترای فیزیک، تلفن ۲۲۹۷۰۳۴۹ ۰۲۱ ، پست الکترونیکی: Snayeh@gmail.com

[1] گروه علوم و فناوری‌های دفاعی، پژوهشکده آماد، فناوری دفاعی و پدافند غیرعامل، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران.

مقدمه

برای درک بهتر عملکرد رایانه کوانتومی، باید نگاهی به عملکرد گذشته آن – محاسبات و رایانه‌های کلاسیک– بیندازیم. در یک رایانه کلاسیک، بیت‌های کلاسیک واحدهای اصلی پردازش اطلاعات هستند. اطلاعات ورودی به صورت کدهای صفرویک درآمده و در این بیت‌ها ذخیره می‌گردند. بیت کلاسیک فقط می‌تواند دارای دو مقدار صفر و یک باشد. برای ایجاد صفر و یک، از پدیده‌های فیزیکی مانند ولتاژ در یک مدار الکترونیکی استفاده می‌شود، به این صورت که مثلاً ولتاژ صفر را به عنوان صفر و ولتاژ ۵ ولت را به عنوان یک در نظر می‌گیریم. مبنای ریاضی در بیت‌ها جبر بول[1] نام دارد که توسط مدارهایی موسوم به گیت‌های منطقی[2] روی بیت‌ها اعمال می‌شود. ترکیب این گیت‌های منطقی می‌تواند یک محاسبه یا پردازش را در رایانه انجام دهد [۱]. امروزه پیاده‌سازی حافظه‌های رایانه‌ای و مدارهای پردازشی در قالب مدارهای مجتمع، به آسانی انجام می‌شود. همچنین هیچ محدودیتی در تکثیر اطلاعات در رایانه‌های کلاسیک وجود ندارد.

یک رایانه کوانتومی دستگاهی است که از ویژگی‌های منحصربه‌فرد مکانیک کوانتومی برای ذخیره و پردازش اطلاعات استفاده می‌کند. از جمله اصول و قوانین مکانیک کوانتومی، اصل عدم قطعیت است که اندازه‌گیری دقیق و همزمان کمیت‌هایی مانند مکان یک ذره و سرعت آن را غیرممکن می‌داند. همین باعث می‌شود که پیش‌بینی ما از تحولات دنیای زیراتمی نه برمبنای قطعیت بلکه برمبنای احتمال باشد. محاسبه احتمال با استفاده از شکل ریاضی موجی صورت می‌گیرد که ذره را همراهی می‌کند. بنابر توصیف موجی از ذرات، یک ذره تا زمانی که مورد اندازه‌گیری و مشاهده قرار نگرفته است، در هر حالتی (و نه یک حالت خاص) می‌تواند باشد که به آن «برهم‌نهی کوانتومی»[3] گفته می‌شود. همچنین دو ذره می‌توانند دارای ارتباطی عجیب و شگفت‌انگیز شوند به طوری که تغییر در وضعیت یک ذره توسط ذره دیگر به صورت آنی حس می‌شود که به آن «درهم‌تنیدگی»[4] می‌گویند.

یک رایانه کوانتومی دارای تعدادی بیت کوانتومی یا کیوبیت[5] است و اساساً با رایانه کلاسیک که دارای همان تعداد بیت است متفاوت می‌باشد. یک کیوبیت نه تنها می‌تواند در حالت‌های صفر و یک کلاسیک وجود داشته باشد، بلکه می‌تواند در حالت‌های بین صفر و یک نیز قرار داشته باشد. یعنی کیوبیت‌ها می‌توانند در هر لحظه صفر، یک یا هر عددی بین آنها را اختیار کنند. پدیده‌های فیزیکی که می‌توانند کیوبیت را ایجاد کنند نیز پدیده‌هایی کوانتومی می‌باشند. آنچه که توسط گیت‌های منطقی در رایانه‌های کلاسیک انجام می‌گیرد، در رایانه‌های کوانتومی توسط تبدیلات یکانی[6] صورت می‌پذیرد. تبدیل‌های یکانی، ماتریس‌هایی هستند که اثر آنها روی یک حالت کوانتومی، آن را تغییر داده و حالت جدیدی را به دست می‌دهند. شرح مفصل مبتنی بر ریاضیات و فیزیک محاسبات و رایانه‌های کوانتومی در مراجع معتبر آمده است [۲،۳،۴].

تاریخچه‌ای از رایانه‌های کوانتومی

آغاز رسمی محاسبات کوانتومی با کار پل بنیوف[7] در سال ۱۹۸۰ میلادی بود که در کار خود نشان داد، تبدیلات یکانی معادل با همان گیت‌های منطقی مورد استفاده در محاسبات است و بنابراین می‌توان محاسبات را با استفاده از این تبدیل‌ها انجام داد [۵].

در سال ۱۹۸۲ میلادی ریچارد فاینمن[8] ایده رایانه کوانتومی را مطرح کرد [۶]؛ رایانه‌ای که از آثار مکانیک کوانتومی بهره ببرد. در سال ۱۹۸۵ میلادی، دیوید دویچ[9] یک قدم بسیار مهم در زمینه محاسبات کوانتومی برداشت [۷]. وی در مقاله خود نشان داد که چگونه می‌توان ویژگی‌های مکانیک کوانتومی را برای رسیدن به محاسبات سریع‌تر مورد استفاده قرار داد و نشان داد که محاسبات کوانتومی بسیار کارآمدتر از محاسبات کلاسیک است. با کار دویچ بود که برتری محاسبات کوانتومی نسبت به محاسبات

[1] Boolean algebra
[2] Logical gates
[3] Quantum superposition
[4] Entanglement
[5] Qubit
[6] Unitary logical gates
[7] Paul Benioff
[8] Richard Feynman
[9] David Deutsch

کلاسیک اثبات شد. چند سال بعد، دویچ به همراه جوزا[1] این روش را توسعه دادند که به الگوریتم دویچ–جوزا معروف است [۸].

تا مدتی این ایده فقط به لحاظ نظری جالب بود، تا این که پیتر شور[2] در سال ۱۹۹۴ میلادی الگوریتمی کوانتومی، برای تجزیه عددها به عوامل اول اختراع کرد [۹]. روش شور قادر است در مدت زمانی کوتاه‌تر از الگوریتم‌های کلاسیک، یک عدد را به عوامل اول تجزیه کند.

یک سال بعد نخستین پیشنهادها برای تحقق فیزیکی الگوریتم دویچ ارائه شد [۱۰]. ساخت رایانه‌هایی با ۵ و ۷ کیوبیت در سال ۲۰۰۰ میلادی محقق شد و در سال ۲۰۰۱ میلادی، پژوهشگران شرکت آی‌بی‌ام برای اولین بار توانستند عدد ۱۵ را به عوامل اول آن یعنی ۳ و ۵ تجزیه کنند. در سال ۲۰۰۳ میلادی، الگوریتم دویچ–جوزا روی رایانه کوانتومی یون به‌دام افتاده اجرا شد [۱۱]. اما جهش قابل‌ملاحظه در این سال، رونمایی شرکت کانادایی دی‌ویو[3] از نخستین رایانه آنیلینگ با ۲۸ کیوبیت است. این شرکت در سال‌های بعد، رایانه‌هایی با ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیوبیت را طراحی کرد. در سال ۲۰۰۹ میلادی محققان دانشگاه ییل[4] موفق شدند نخستین تراشه ابررسانای کوانتومی را بسازند [۱۲]. ساخت و توسعه پردازشگرهای کوانتومی توسط شرکت‌های بزرگی مانند آی‌بی‌ام،[5] مایکروسافت،[6] اینتل،[7] گوگل[8] و... در سال‌های اخیر ادامه دارد.

مزیت‌های رایانه کوانتومی

با استفاده از امکاناتی که مکانیک کوانتومی در اختیار قرار می‌دهد، در رایانه کوانتومی به جای پردازش به صورت سری، پردازش موازی انجام شده و چنین کاری باعث افزایش سرعت پردازش مسائل در رایانه‌های کوانتومی به اندازه چندین میلیون برابر رایانه‌های کلاسیک می‌شود. برای توضیح بهتر عملکرد رایانه‌های کوانتومی، یک دفترچه تلفن را در نظر بگیرید و سپس تصور کنید که در جستجوی یک شماره خاص در آن هستید. یک رایانه کلاسیک، هر سطر از دفترچه تلفن را جستجو می‌کند، تا زمانی که شماره را پیدا کند. از لحاظ نظری، یک رایانه کوانتومی می‌تواند تمام دفترچه تلفن را فوراً جستجو کند و همه شماره‌ها را همزمان ارزیابی کرده و نتیجه را خیلی سریع‌تر از یک رایانه کلاسیک بازگرداند. افزایش سرعت محاسبات دستاورد بزرگی است که رایانه‌های کوانتومی به‌همراه می‌آورند.

با استفاده از امکاناتی که مکانیک کوانتومی در اختیار قرار می‌دهد، در رایانه کوانتومی به جای پردازش به صورت سری، پردازش موازی انجام شده و چنین کاری باعث افزایش سرعت پردازش مسائل در رایانه‌های کوانتومی به اندازه چندین میلیون برابر رایانه‌های کلاسیک می‌شود. برای توضیح بهتر عملکرد رایانه‌های کوانتومی، یک دفترچه تلفن را در نظر بگیرید و سپس تصور کنید که در جستجوی یک شماره خاص در آن هستید. یک رایانه کلاسیک، هر سطر از دفترچه تلفن را جستجو می کند، تا زمانی که شماره را پیدا کند. از لحاظ نظری، یک رایانه کوانتومی می‌تواند تمام دفترچه تلفن را فوراً جستجو کند و همه شماره‌ها را همزمان ارزیابی کرده و نتیجه را خیلی سریع‌تر از یک رایانه کلاسیک بازگرداند. افزایش سرعت محاسبات دستاورد بزرگی است که رایانه‌های کوانتومی به همراه می‌آورند.

چالش‌های پیش روی رایانه‌های کوانتومی

در حوزه تحقق فیزیکی رایانه‌های کوانتومی باید گفت که محدودیت‌هایی در این حوزه وجود دارد، این محدودیت‌ها را قوانین مکانیک کوانتومی ایجاد می‌کنند. ضمن اینکه سیستم‌های کوانتومی نسبت به آثار محیطی بسیار حساس هستند که باعث می‌شود محاسبات تحت‌الشعاع این آثار قرار گیرند و دچار خطا شوند. بنابراین باید سیستم‌های فیزیکی طوری مهیا شوند که بتوان با وجود این محدودیت‌ها، سیستمی کارآمد را مهیا کرد. در ۲۵ سال اخیر، تلاش محققان در راه ساخت سیستم‌های فیزیکی مناسب است.

به‌طور کلی یک سیستم فیزیکی برای آنکه بتواند برای محاسبات کوانتومی مناسب باشد، باید قابلیت ایجاد شرایط زیر را داشته باشد:

۱) ایجاد کیوبیت

۲) آماده سازی اولیه

---

[1] Jozsa
[2] Peter Shor
[3] D-Wave
[4] Yale
[5] IBM
[6] Microsoft
[7] Intel
[8] Google

۳) کنترل

۴) اندازه‌گیری نهایی (رسیدن به جواب محاسبه)

به این چهار شرط به‌همراه چند شرط دیگر معیارهای دی وینسنزو[1] گفته می‌شود که شرایط لازم برای سیستم فیزیکی مورد استفاده در محاسبات کوانتومی است [۳].

تا به امروز فناوری‌های مختلفی برای پیاده‌سازی محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است که از انواع آنها می‌توان به ان‌ام‌آر[2]، یون‌های به‌دام افتاده و مدارهای ابررسانا نام برد. مورد سوم بیشتر در رایانه‌های کوانتومی مورد استفاده قرار گرفته است اما فناوری‌های دیگر بسیاری برای پیاده‌سازی فیزیکی کیوبیت‌ها یا همان کیوبیت‌های فیزیکی در حال پیشرفت هستند. اما حتی اگر بتوانیم یک کیوبیت با کیفیت بسیار عالی برای رایانه کوانتومی بسازیم، بازهم چالش‌های بسیار زیادی پیش‌رو است. رایانه‌های کوانتومی نسبت به رایانه‌های کلاسیک، مجموعه متفاوتی از عملیات را به‌خدمت می‌گیرند که نیازمند الگوریتم‌ها، سخت‌افزارها و فناوری‌های کنترل جدید است.

اهمیت رایانه‌ها

محاسبات کوانتومی برای ارتقای کل صنایع از ارتباطات از راه دور و امنیت سایبری گرفته تا تولید پیشرفته، دارایی، دارویی و فراتر از آن کاربرد دارد. در ادامه به چند نمونه از زمینه‌های بالقوه به‌کارگیری رایانه‌های کوانتومی اشاره می‌شود.

۱) پزشکی

رایانه‌های کوانتومی می‌توانند به‌سرعت بخشیدن به روند مقایسه اثر متقابل داروهای مختلف بر روی طیف وسیعی از بیماری‌ها برای تعیین بهترین داروها کمک کنند. علاوه بر این، محاسبات کوانتومی می‌تواند به استفاده از پیشرفت‌های ژنومی برای ایجاد برنامه‌های درمانی مناسب برای هر بیمار منتج شود. توالی ژنوم، داده‌های زیادی ایجاد می‌کند به‌گونه‌ای که نمایشی از کل رشته دی‌ان‌ای یک فرد به قدرت محاسباتی گسترده و ظرفیت ذخیره‌سازی نیاز دارد. شرکت‌ها به‌سرعت درحال کاهش هزینه و منابع مورد نیاز برای توالی ژنوم انسانی هستند. با این حال، یک رایانه کوانتومی به‌لحاظ نظری باعث می‌شود که توالی ژنوم‌ها در مقیاس جهانی کارآمدتر و آسان‌تر صورت گیرند.

شبیه‌سازی و محاسبات کوانتومی پتانسیل بازتولید برهم‌کنش‌های بیوشیمیایی داروها در ارگانیسم‌ها را دارند که به دانشمندان این امکان را می‌دهند داروهای هدفمند را طراحی کنند. در حال حاضر، حتی شبیه‌سازی دینامیک یک سیستم مولکولی ساده با رایانه‌های کلاسیک غیرممکن است. استفاده از این فناوری باعث جهش عظیم در طراحی دارو می‌شود (۱) [۱۳،۱۴].

همه‌گیری اخیر ویروس کرونا در جهان که تبعات منفی بسیاری را در همه حوزه‌ها برای کشورهای مختلف داشته است، نیاز به این فناوری را بیش از پیش نشان داده است. این رایانه‌ها علاوه بر ارزیابی ترکیبات مختلف برای یافتن درمان مؤثر، در مدل‌سازی و شبیه‌سازی انتشار ویروس، ارزیابی میزان جهش ویروس و همین‌طور برنامه‌ریزی برای به‌کارگیری بهینه پرسنل و منابع بیمارستانی برای مواجهه با تعداد بالای مبتلایان نیز قابلیت به‌کارگیری دارند. در راستای این مهم، شرکت دی‌ویو در جهت مقابله با این بیماری اعلام آمادگی نموده است. این شرکت کانادایی روز در اواخر مارس سال ۲۰۲۰ میلادی اعلام کرد که رایانه‌های کوانتومی خود را برای تحقیق در مورد ویروس کرونا به رایگان در اختیار محققان قرار می‌دهد (۴،۵).

۲) کشاورزی

رایانه‌های کوانتومی در کشاورزی نیز می‌توانند مثمرثمر باشند. به عنوان مثال، تقریباً تمام کودهای شیمیایی مورد استفاده از آمونیاک ساخته شده‌اند. توانایی تولید آمونیاک (یا جایگزین آن) با کارآیی بیشتر به معنای تولید کودهای ارزان‌تر و با صرف انرژی کمتر است.

اساساً، از دهه‌های ۱۹۰۰ میلادی ما نمی‌توانیم بدون استفاده از تکنیک صنعتی که به فرایند هابر-بوش[3] معروف است، فرایند را به صورت مصنوعی شبیه‌سازی کنیم. این فرایند شامل گرما و فشار بسیار زیاد برای تبدیل نیتروژن، هیدروژن و آهن به آمونیاک است. استفاده از ابررایانه‌های امروزی برای آزمایش دیجیتالی ترکیب‌های مناسب کاتالیزوری برای ساخت آمونیاک،

[1] DiVincenzo criteria
[2] NMR (Nuclear Magnetic Resonance)
[3] Haber-Bosch

قرن‌ها طول می‌کشد تا حل شود. یک رایانه کوانتومی قادر به تجزیه و تحلیل سریع فرآیندهای کاتالیزوری شیمیایی است که به یافتن ترکیب بهینه کاتالیزور برای ایجاد آمونیاک منجر می‌شود. علاوه بر این، می‌دانیم که یک باکتری ریز در ریشه گیاهان با صرف مقدار بسیار کم انرژی و با استفاده از یک مولکول خاص به نام نیتروژناز[1]، همین فرآیند را انجام می‌دهد. شبیه‌سازی این مولکول فراتر از توانایی‌های بزرگ‌ترین رایانه‌های امروزی است، اما یک رایانه کوانتومی قادر به انجام این کار خواهد بود. توجه داشته باشید که تولید کودهای با کارآیی انرژی بالا تنها یکی از حوزه‌هایی است که ما می‌توانیم مسائل بزرگ را با توانایی شبیه‌سازی دقیق رفتارهای مولکولی حل کنیم. مسائل مشابهی در مورد تغییر اقلیم، مراقبت‌های بهداشتی، علوم مواد، انرژی و موارد دیگر نیز وجود دارد (۱) [۱۴].

۳) امور مالی

تحلیلگران مالی به‌طور معمول به الگوریتم‌هایی که از احتمالات و فرضیات در مورد نحوه عملکرد بازارها و سبدهای سهام تشکیل شده‌اند، اعتماد می‌کنند. محاسبات کوانتومی می‌تواند به از بین بردن نقاط کور داده و جلوگیری از ایجاد مفروضات مالی بی‌اساس کمک کند. به‌طورخاص، حوزه‌های محاسبات کوانتومی که بیشترین وعده را برای خدمات مالی می‌دهند، در حال حل مسائل بهینه‌سازی پیچیده مانند بهینه‌سازی خطرپذیری پورتفوی‌ها و کشف تقلب است. ظرفیت رایانه‌های کوانتومی و شبیه‌سازی کوانتومی برای حل این مسائل و پردازش تعداد زیادی از امکان‌ها به سرعت و به طور مؤثر، به ما امکان ساخت، شبیه‌سازی و بهبود مدل‌های مالی را با استفاده از الگوریتم‌های کوانتومی خواهد داد (۱) [۱۴].

۴) امنیت سایبری

رایانه‌های کوانتومی همچنین می‌توانند برای امنیت داده‌ها از هک کوانتومی استفاده شوند – به روشی که به رمزگذاری کوانتومی معروف است. رمزگذاری کوانتومی ایده ارسال ذرات درهم‌تنیده نور (فوتون‌های درهم‌تنیده) در مسافت‌های طولانی است در آنچه که به عنوان توزیع کلید کوانتومی[2] (QKD) شناخته می‌شود. این مهم به‌منظور تأمین امنیت ارتباطات حساس صورت می‌گیرد. مهمترین نکته این است که اگر ارتباطات رمزگذاری شده کوانتومی توسط هر کسی رهگیری شود، طرح رمزگذاری فوراً علائم اختلال را آشکار کرده و نشان می‌دهد که ارتباط امن نیست. این موضوع بر این اصل متکی است که عمل اندازه‌گیری یک سیستم کوانتومی باعث اختلال در سیستم می‌شود (۱)[۱۴].

۵) شبیه‌سازی کوانتومی (شبیه‌سازهای کوانتومی)

شبیه‌سازی کوانتومی مسائل خاص در فیزیک کوانتومی را که فراتر از ظرفیت سیستم های کلاسیک است مورد کاوش قرار می دهد. شبیه‌سازی پدیده‌های کوانتومی پیچیده می‌تواند یکی از مهمترین کاربردهای محاسبات کوانتومی باشد. حوزه‌ای که بسیار امیدوار کننده است شامل مدل‌سازی تأثیر تحریک شیمیایی بر تعداد زیادی ذرات زیراتمی است – که به عنوان شیمی کوانتومی شناخته می‌شود.

به‌ویژه، از شبیه‌سازهای کوانتومی می‌توان برای شبیه‌سازی تاشدگی پروتئین‌ها[3] استفاده کرد که یکی از سخت‌ترین مسائل بیوشیمی است. پروتئین‌های تانشده می‌توانند باعث بیماری‌هایی مانند آلزایمر و پارکینسون شوند و محققانی که معالجات جدید را مورد آزمایش قرار می‌دهند، می‌توانند از طریق مدل‌سازی رایانه‌ای دریابند که کدام داروها باعث واکنش‌های هر پروتئین می‌شوند (۱)[۱۴].

انواع رایانه‌های کوانتومی (بر اساس پیاده‌سازی)

از لحاظ پیاده‌سازی رایانه‌ها (به‌کارگیری کیوبیت‌ها، اعمال گیت‌ها و ...) چهار روش اصلی محاسبات کوانتومی وجود دارد که عبارتند از: محاسبات کوانتومی برپایه گیت، محاسبات کوانتومی بی‌دررو، محاسبات برپایه اندازه‌گیری و محاسبات توپولوژیک. از میان این چهار مدل، دو مدل اول توسعه یافته و حتی به تولید تجاری نیز رسیده‌اند و روش‌های سوم و چهارم در مراحل آزمایشگاهی هستند [۱۵، ۱۶، ۱۷]. در اینجا به توضیحاتی در خصوص دو روش اول می‌پردازیم:

[1] Nitrogenase
[2] Quantum Key Distribution (QKD)
[3] Protein folding

۱) شیوه مداری (بر پایه گیت)[1]:

مدل مداری یک مدل الگوریتمی برای محاسبات کوانتومی است که خیلی شبیه به الگوریتم‌های کلاسیک می‌باشد. درواقع، عملکرد رایانه برپایه گیت، بسیار شبیه به رایانه‌های کلاسیک است. الگوریتم‌ها توسط اعمال گیت‌های تک‌کیوبیتی و دوکیوبیتی به دنبال هم بر روی مجموعه‌ای از کیوبیت‌هایی که در حالت پایدار آماده‌سازی شده‌اند، انجام می‌شوند و در پایان نتایج با اندازه‌گیری روی حالت نهایی خوانده می‌شوند [۱۸].

پردازنده‌های کوانتومی مختلفی بر پایه گیت توسط شرکت‌های مختلف ساخته شده‌اند. این شرکت‌ها عبارتند از: گوگل، آی‌بی‌ام، اینتل و ریگتی.[2] همه پردازنده‌ها با کیوبیت‌های ابررسانا طراحی شده‌اند که بیشترین تعداد کیوبیت به کار رفته در آنها مربوط به پردازنده بریستلکون[3] شرکت گوگل با ۷۲ کیوبیت است. این شرکت در سال ۲۰۱۹ میلادی با معرفی پردازنده ۵۳ کیوبیتی، ادعا کرد به برتری کوانتومی دست یافته است. منظور از برتری کوانتومی نمایش هرگونه محاسبات کوانتومی که برای رایانه‌های کلاسیک بسیار دشوار است، خواه محاسبات مفید باشند یا نه. خلاصه این ادعا این است که گوگل پردازشگری موسوم به سیکامور[4] را طراحی کرده است که توانسته محاسبه‌ای را در مدت ۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه انجام دهد که توسط ابررایانه‌های کلاسیک ۱۰۰۰۰ سال طول می‌کشد [۱۹]. البته این محاسبه یک محاسبه کاربردی نبوده و صرفاً جهت نشان دادن برتری کوانتومی طراحی شده است.

۲) محاسبات کوانتومی بی‌دررو[5]:

این مدل یک الگوی جدید برای محاسبات کوانتومی را نشان می‌دهد که اخیراً براساس تحول بی‌دررو‌ی کوانتومی ارائه شده است. به بیان ساده، باید گفت که در این روش از یک مسأله که جواب آن را می‌دانیم شروع می‌شود. سپس مسأله را به سمت مسأله‌ای که دنبال جواب آن هستیم به آهستگی میل می‌دهیم. جواب مسأله اولیه نیز به جواب مسأله نهایی میل خواهد کرد.

این شیوه اساس رایانه‌های کوانتومی آنیلینگ[6] است. در علم مسائلی وجود دارند که مجموعه‌ای از متغیرها هستند و باید به بهترین ترکیب متغیرها رسید. اغلب به این مسائل، مسائل بهینه‌سازی نامیده گفته می‌شود. برای درک بهتر، مثالی بسیار ساده از مسائل بهینه‌سازی را در نظر بگیرید: فرض کنید که یک قطعه کاغذ مربعی شکل دارید و می‌خواهید با آن یک مکعب بسازید. برش‌ها باید در چه نقاطی صورت گیرد تا حجم این مکعب بیشترین مقدار باشد؟

مسائل بهینه‌سازی در صنایعی از جمله طراحی نرم‌افزار، لجستیک، امور مالی، جستجوی وب و موارد دیگر وجود دارد. در حالی که سخت‌ترین مسائل بهینه‌سازی در این صنایع، رایانه‌های کلاسیک را به هم می‌ریزد، رایانه‌های کوانتومی برای حل آنها مناسب هستند. به عبارت دیگر، محققان در تلاشند تا بهترین (کارآمدترین) پیکربندی ممکن را در بین بسیاری از ترکیبات ممکن متغیرها پیدا کنند. با این حال، آنیلینگ کوانتومی در میان روش‌های محاسبات، قدرتمندترین نیستند. در حقیقت، کارشناسان توافق دارند که ابررایانه‌های امروز می‌توانند برخی از مسائل بهینه‌سازی را به موازات دستگاه‌های آنیلینگ کوانتومی امروز حل کنند.

شرکت کانادایی دی‌ویو[7] پیشگام در تولید پردازشگرهای آنیلینگ (آنیلرها) بوده است. این شرکت در سال ۲۰۱۱ میلادی اولین پردازشگر خود دارای ۱۲۸ کیوبیت را تحت عنوان دی‌ویو وان[8] ارائه کرد و دو سال بعد پردازشگر ۵۱۲ کیوبیتی خود تحت عنوان دی‌ویو تو[9] را معرفی نمود. این پیشرفت تا سال‌های بعد ادامه یافت و پرداشگرهای دی‌ویو توایکس[10] با ۱۱۵۲ کیوبیت و دی‌ویو ۲۰۰۰کیو[11] با ۲۰۵۴ کیوبیت به‌ترتیب در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ میلادی عرضه شدند. پیش‌بینی می‌شود این شرکت تا سال ۲۰۲۰ میلادی پردازشگری با ۵۰۰۰ کیوبیت را عرضه کند (۶،۷).

رایانه‌های ساخته شده توسط دی‌ویو مورد استفاده نیز واقع شده‌اند. به عنوان مثال، اخیراً فولکس واگن (VW) یک آزمایش

[1] Circuit (gate-based) model
[2] Rigetti
[3] Bristlecone
[4] Sycamore
[5] Adiabatic quantum computation
[6] Annealing
[7] D-wave
[8] D-Wave One
[9] D-Wave Two
[10] D-Wave 2x
[11] D-Wave 2000Q

کوانتومی را برای بهینه‌سازی جریان ترافیک در شهر پرازدحام پکن در چین انجام داده است. این آزمایش با همکاری گوگل و دی‌ویو اجرا شد. الگوریتم VW، می‌تواند با انتخاب مسیر ایده‌آل برای هر وسیله نقلیه، ترافیک را با موفقیت کاهش دهد [۲۰].

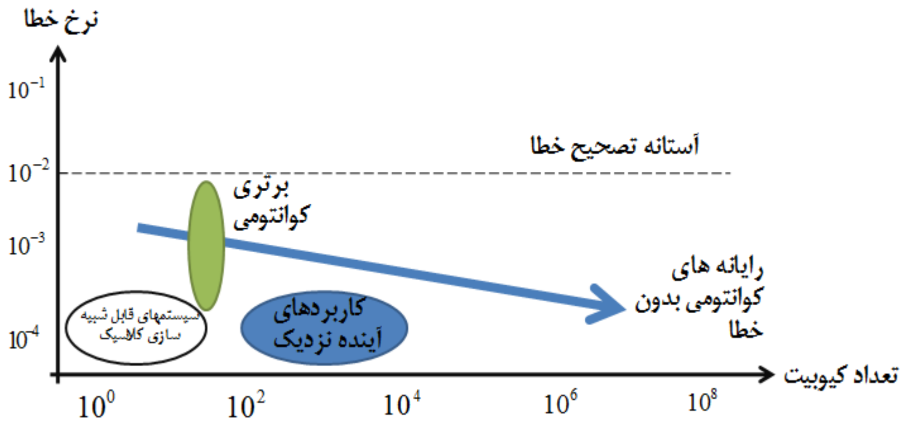
همانگونه که پیش از این گفته شد، با همه‌گیری ویروس کرونا، شرکت دی‌ویو نیز سرویس محاسبات کوانتومی ابری[1] خود موسوم به لیپ۲ [2] را که از رایانه دی‌ویو ۲۰۰۰ کیو بهره می‌برد، به رایگان در اختیار محققان قرار داده است. این سرویس قادر است که مسائل پیچیده‌ای را با ۱۰۰۰۰ متغیر حل کند (۴).

محاسبات کوانتومی جهانشمول[3]

رایانه‌های کوانتومی جهانشمول (در صورت تحقق عملی) قدرتمندترین و به‌طورکلی کاربردی‌ترین، اما درعین‌حال به لحاظ طراحی و ساخت پیچیده‌ترین و مشکل‌ترین نوع رایانه‌های کوانتومی است. ایده اصلی رایانه کوانتومی جهانشمول این است که شما می‌توانید دستگاه را در هر محاسبه پیچیده‌ای هدایت کنید و یک راه حل سریع دریافت کنید. این شامل حل معادلات آنیلینگ (حل مسائل شامل تعداد زیادی متغیر و یافتن مقدار بهینه این متغیرها) و شبیه‌سازی پدیده‌های کوانتومی و موارد دیگر می‌باشد. محققان سالهاست که الگوریتم‌هایی را طراحی می‌کنند که فقط در یک رایانه کوانتومی جهانشمول امکان‌پذیر است. ممکن است یک رایانه کوانتومی واقعاً جهانشمول از افزون بر صد هزار کیوبیت استفاده کند که برخی تخمین‌ها آن را در حد یک مگاکیوبیت قرار داده است. امروزه بیشترین کیوبیت‌هایی که توانسته‌ایم به آن دسترسی پیدا کنیم کمتر از ۱۰ هزار کیوبیت است [۱۸].

چشم‌انداز

امروزه، قدرتمندترین رایانه‌های کوانتومی ساخته شده توسط شرکت‌های بزرگ، رایانه‌های ترکیبی کلاسیکی–کوانتومی هستند. به این صورت که آنها ترکیبی از سیستم‌های کلاسیک قدرتمند می‌باشند که توسط قابلیت‌های کوانتومی چشمگیر ارتقا یافته‌اند. با این حال، این صنعت به‌سرعت در حال پیشرفت است. کارشناسان بر این باورند که تا سال ۲۰۳۰ میلادی، ما می‌توانیم رایانه‌های کوانتومی سبقت گرفته از همتایان کلاسیک آنها را ببینیم. اما چنین به‌نظر می‌رسد حتی با دستیابی به برتری کوانتومی، تا رسیدن به رایانه کوانتومی جهانشمول با خطای پایین فاصله زیادی داریم (شکل ۱). قبل از دستیابی عملی محاسبات کوانتومی به پتانسیل خود، باید از موانع فنی مهمی عبور کرد. این امر به توسعه سخت افزار باثبات‌تر، سیستم‌عامل‌های تجاری برای توسعه نرم‌افزار و توسعه قابلیت‌های محاسبات ابری برای توزیع و دسترسی به منابع محاسباتی کوانتومی نیاز دارد.



شکل ۱: چشم انداز آینده رایانه‌های کوانتومی. هدف رسیدن به رایانه‌های جهانشمول با نرخ خطای پایین است. پیشرفت‌های بسیاری انجام شده است. اما حتی با رسیدن به برتری کوانتومی راه بسیاری تا رسیدن به رایانه‌های جهانشمول کاربردی مانده است (۸).

[1] Quantum computing cloud service
[2] Leap2
[3] Universal quantum computer

نتیجه‌گیری

قابلیت‌های رایانه‌های کوانتومی آنقدر بالاست که عرصه فناوری را وارد رقابت برای دستیابی به رایانه‌های قدرتمند کرده است و سرمایه‌گذاری‌های عظیمی را متوجه خود ساخته است. با اهمیت یافتن توسعه فناوری‌های کوانتومی در جهان، جمهوری اسلامی ایران نیز تلاش در قدم برداشتن در این عرصه نموده است. در این راستا مرکز فناوری‌های کوانتومی ایران در سازمان انرژی اتمی ایجاد شد و پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات در این زمینه به فعالیت پرداخت که در اینجا به آنها اشاره می‌شود (۹). البته هر دوی مراکز نامبرده بیشتر در عرصه ارتباطات فعالیت داشته و دارند. سال‌هاست که دانشجویان بسیاری در زمینه اطلاعات و محاسبات کوانتومی در دانشگاه‌های معتبر کشور مشغول به تحصیل و تحقیق هستند و لذا پتانسیل عظیمی از نیروی کار و تحقیق در این زمینه وجود دارد. با این حال در بخش پیاده‌سازی فیزیکی هنوز اقدام قابل‌توجهی صورت نگرفته است. بنابراین لازم است با رصد فناوری‌های کوانتومی در حوزه‌های مختلف (ارتباطات، محاسبات، شبیه‌سازی و...)، زمینه را برای سرمایه‌گذاری (دولت، صنعت، بخش خصوصی) برای تأمین زنجیره تجهیزات این حوزه در پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها جهت انجام تحقیقات در این زمینه و پیاده‌سازی رایانه‌های کوانتومی فراهم کرد.

* مقاله فوق برای مجله نشاء علم ارسال گردیده و مطالب آن (تمامی یا بخشی از آن) در جایی اعم از نشریات علمی-پژوهشی، علمی-ترویجی یا کنفرانس داخلی یا خارجی منتشر نشده است.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1) https://www.cbinsights.com/research/report/quantum-computing/
(2) https://quantaforbreakfast.com/2016/08/19/quantum-computing-and-its-models/
(3) https://www.airbus.com/qc-challenge.html
(4) https://www.dwavesys.com/press-releases/d-wave-provides-free-quantum-cloud-access-global-response-covid-19
(5) https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/can-quantum-computing-help-us-respond-to-the-coronavirus
(6) https://www.dwavesys.com/press-releases/d-wave-systems-breaks-1000-qubit-quantum-computing-barrier
(7) https://www.dwavesys.com/press-releases/d-wave\%c2\%a0announces\%c2\%a0d-wave-2000q-quantum-computer-and-first-system-order
(8) https://digitano.ir/?p=12059
(9) https://www.icqts.ir/

منابع و مؤاخذ

[1]. Morris Mano, M. and Ciletti, M. D. (2013). Digital Design, Fifth edition, Pearson Education, New Jersey, USA.
[2]. Nielsen, M. A. and Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
[3]. Nakahara, M. and Ohmi, T. (2008). Quantum Computing - From Linear Algebra to Physical Realizations, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, USA.
[4]. McMahon, D. (2007). Quantum Computing Explained, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, USA.
[5]. Benioff, P. (1980). The computer as a physical system: A microscopic quantum mechanical Hamiltonian model of computers as represented by Turing machines. Journal of Statistical Physics, Vol.22, PP. 563-591.
[6]. Deutsch, D. (1985). Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer. Proceedings of the Royal Society of London Series, Vol.400, No. 1818, PP. 97-117.
[7]. Deutsch, D. and Jozsa, R. (1992). Rapid Solution of Problems by Quantum Computation. Proceedings of the Royal Society of London Series, Vol. 439, Issue 1907, PP. 553-558.
[8]. Feynman, R.P. (1982). Simulating physics with computers. International Journal of Theoretical Physics, Vol. 21, PP. 467–488.
[9]. Shor, P. W. (1994). Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring. Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, Santa Fe, NM, USA, PP. 124-134.
[10]. Chuang, I. L. and Yamamoto, Y. (1995). A Simple quantum computer. Physical Review A, Vol. 52, Issue 5, PP. 3489-3495.
[11]. Gulde, S., Riebe, M., Lancaster, G.P.T., Becher, C., Eschner, J., Haffner, H., Schmidt-Kaler,

[15]. Albash, T. and Lidar, D.A. (2018). Adiabatic quantum computation. Reviews of Modern Physics, Vol. 90, Issue 1, PP. 015002.
[16]. Briegel, H., Browne, D., Dür, W. et al. (2009). Measurement-based quantum computation. Nature Physics, Vol. 5, PP. 19–26.
[17]. Nayak, C., Simon, S.H., Stern, A., Freedman, M. and Das Sarma, S. (2008). Reviews of Modern Physics, Vol. 80, Issue 3, PP. 1083-1159.
[18]. National Academies of Sciences, E.M. and Sciences, D.E.P. and Board, I.C.S. and Board, C.S.T. and Computing, C.T.A.F.I.Q. (2018). Quantum Computing: Progress and Prospects. Edited by: Horowitz, M. and Grumbling, E., National Academies Press, USA.
[19]. Arute, F., Arya, K., Babbush, R. et al. (2019). Quantum supremacy using a programmable superconducting processor, Nature, Vol. 574, PP. 505–510.
[20]. Neukart, Florian, et al. (2017). Traffic flow optimization using a quantum annealer, Frontiers in ICT, Frontiers in ICT, Vol. 4, No 29.
F., Chuang, I.L. and Blatt, R. (2003). Implementation of the Deutsch–Jozsa algorithm on an ion-trap quantum computer. Nature, Vol. 421, PP. 48-50.
[12]. Dicarlo, L., Chow, J.M., Gambetta, J.M., Bishop, L.S., Johnson, B.R., Schuster, D.I., Majer, J., Blais, A., Frunzio, L., Girvin, S.M. and Schoelkopf, R.J. (2009). Demonstration of two-qubit algorithms with a superconducting quantum processor. Nature, Vol. 460, PP. 240-244.
[13]. Solenov, D., Brieler, J. and Scherrer, J. F. (2018). The Potential of Quantum Computing and Machine Learning to Advance Clinical Research and Change the Practice of Medicine. Missouri Medicine, Vol.115, No. 5, PP. 463–467.
[14]. Allende López, Marcos; Da Silva, Marcelo Madeira, (2019), Quantum Technologies: Digital Transformation, Social Impact, and Cross-sector Disruption, ITE TechLab, Available at: http://dx.doi.org/10.18235/0001613

The History and Types of Quantum Computers

Saeed Nayeh*,[1], Seyyed Nasibollah Dousti-Motlagh[1]

The field of quantum computing is one of the areas of new technologies known as quantum technologies. Quantum technologies are based on the laws and principles of quantum physics that govern subatomic world. These laws and principles presented since 1900 and changed our viewpoint toward matter construction.

These principles and rules, since the second half of the twentieth century, have become the main parameters for formation of quantum technologies in many different fields such as electronics, medicine, and telecommunications and so on. Quantum computing is one of quantum technologies. Quantum computers are of very high computational power, being able to perform computations that take thousands of years with classical computers. Quantum computers do not have the limitations of classic computers. Although these computers, with absolute superiority over classic computers, have not been made yet, the built-in computers are highly efficient and have reached to commercial scale.

The announcement of one of the quantum computers companies (D-Wave Systems) for collaboration to find a cure for COVID-19 is an example of the feasibility and high efficiency of these computers. This high computing power can be used in many other areas, including agriculture, finance, and cyber security and so on.

In this article, after introducing quantum computers and their types in a simple and not so technical statement, we point out their potential applications in various fields. Furthermore, we present some suggestions for its implementation in our country.

Keywords: Quantum computation, Quantum computers, History, COVID-19, Medicine, Agriculture.

* Author for Correspondence, PhD in Physics, Tel: +98 21 22970349, E-mail: Snayeh@gmail.com

[1] Department of Defense Science and Technologies, Institute of Logistics and Defense Technology, Supreme National Defense University, Tehran, Iran

The Dilemma of Science and Technology: Biomimetic Approach

Seyed Kazem Alavipanah*,[1], Jafar Jafarzadeh[2]

Many scientists and experts have tried to provide better conditions for human comfort with the help of science and technology. From the following two paths, such as existence and non-existence, wisdom and love, matter and meaning, color and colorlessness, medicine and placebo, and in short, we are too far and too close. Since many of the ancients, including sages, poets, and philosophers, are examples that have watered down their inner pleasures and love, here we have also used their poems and sayings to prove our claim. Some of the functions of nature and living things that have evolved in the realm of nature have been examined as a model in this discussion. To do so, the functioning of many organisms, not just living organisms but also non-living organisms such as viruses, including the coronavirus, can be the basis for new patterns and definitions of future scientific and technological algorithms. Paying attention to the subject of the biomimetic shows us brilliant ways that we did not imagine before.

Keywords: Dilemma, Decision Making, Poetry, Environment, Technology, Algorithm, Biomimetic.

* Author for Correspondence, Professor, Tel: +98 9123207202, E-mail: salavipa@ut.ac.ir
[1] The Department of Remote Sensing, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.
[2] Faculty of Geography and Environmental Planning - University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Main Factors Influencing the Reduction of Anxiety in Hospitals

Behnoush Taherkhani[1], Abbas Tarkashvand[*,1]

Architectural design can show the environment more comfortable and aesthetically pleasing, which leads to reduction of patients' stress as well as increasing their satisfaction with the environment. The purpose of designing a treatment space is to offer enhanced medical services taking the mental and psychological conditions of users into account. Therapeutic spaces need to be of an acceptable quality that reduces patients' mental and emotional stress and helps to improve their spirit. In this article based on literature survey, some of the effective factors reducing the stress of the users and treatment spaces are introduced through the environmental design, including lighting, color, furniture, and the external environment. The data collection methodology is through library studies as well as study of domestic and foreign samples. Finally, the factors influencing stress reduction in therapeutic spaces are comprehensively discussed in detail. These factors can yield to creation of a more welcoming environment for the patient and create the required conditions for them to undergo a course of treatment. Taking advantage of these factors, it can be expected that medical centers, in addition to treatment, can be a suitable, beautiful and less stressed environment for patients, companions, staff and physicians.

Keywords: Environmental Anxiety, Therapeutic space, Space Features, Hospital, Beauty, Relaxation.

* Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel:+98 21 77240508; E-mail: Tarkashvand@iust.ac.ir
[1] Iran University of Science and Technolog, School of Architecture and Environmental Design,Tehran,Iran.

Concerns About the Spread of Covid-19 in Pets and Domestic Animals

Mansoureh Malekian[1]

By destroying natural habitats, different species are forced to live in close proximity, and as a result, pathogens are transmitted from one species to another. Hunting animals for food and trading in global markets causes viruses, such as corona virus19, to mutate from animals to humans. Research shows that the coronavirus can be transmitted from humans to animals, especially to pets such as cats and dogs. The coronavirus is able to cross species boundaries and by transmitting from one species to another, causing a global pandemic. In addition, pets can carry the coronavirus on their skin or hair without being infected with the virus. Therefore, caution is required and it is recommended to follow health protocols provided by the authorities to prevent the disease. Pets are dependent on human and should not be released in nature, because of the coronavirus pandemic. Leaving pets in the wild is immoral and poses a threat to these animals and the environment. All animals have equal rights to live, and all animals must be respected.

Keywords: Pet, Cat, Dog, Coronavirus, Pandemic, Animal Ethics.

* Author for Correspondence, Associate Professor, Tel: +98 31 33911024; Fax: +98 31 33912840; E-mail: mmalekian@iut.ac.ir

[1] Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

New Coronavirus 2019 (nCoV-2019): Origin and Pathogenicity Mechanism

Shokouh Rezaei[1], Abdurahman Ghasemlou[1] and Yahya Sefidbakht[*, 1]

Currently, nCoV-2019 has affected more than 100 countries around the world, including Iran. This widespread epidemic has caused concern in the scientific and medical community because little information is available about the new virus and there is no specific treatment for it. Therefore, in this article we tried to give deeper information about virus of possible origin of the new coronavirus and its relationship with other previous coronaviruses. So, the mechanism of virus entry into the human cell and the factors involved in this process, such as virus proteins, are described. Other information presented here includes clinical signs of the disease and laboratory methods for detecting the virus, the stability of the virus at different levels, the zoonotic transmission, preventive measures such as strengthening the immune system and and treatment strategies such as plasma therapy. Also, this study provides evidence of amino acid changes in genomic specimens, the creation of new species, and the possibility that the virus may develop or be laboratory. Finally, some of the issues that remain unclear are discussed here.

Keywords: Coronavirus 2019, Origin, Genomic Specimens, Mechanism, Plasma Therapy

---

[*] Author for Correspondence, Assistant Professor, Tel: +98 21 229905021, E-mail: y_sefidbakht@sbu.ac.ir

[1] Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Effect of Curcumin on Diminishing Pathogenicity of Viruses

Mahdie Rahban[*1], Mansooreh Mazaheri[2], Ali Akbar Moosavi-Movahedi[1]

Curcumin, a natural compound derived from turmeric, has antioxidant, anti-tumor and anti-inflammatory activities. Accumulated evidence indicated curcumin plays an inhibitory role against infection of numerous viruses. Curcumin exerts its antiviral activity on various viruses through different mechanisms. These mechanisms involve either a direct interference of viral replication machinery or suppression of cellular signaling pathways essential for viral replication. Many studies have shown a direct interaction of curcumin with intracellular proteins to prevent viral replication. In addition, curcumin, due to its chemical properties can inhibit the viral infection of the host cell by interfering the viral membrane of enveloped viruses due to its hydrophobic properties and interaction with surface glycoproteins. In fact, curcumin reduces viral replication by inhibiting viral binding at the cell surface. This potential property of curcumin can be make it a candidate for an anti-viral drug design by increasing its bioavailability. In this article, it is suggested that the effect of curcumin on the coronavirus-19 be studied experimentally because this virus belongs to enveloped viruses and curcumin may be able to prevent the virus from entering the host cell by altering membrane fluidity due to its hydrophobic properties.

Keywords: Curcumin, Enveloped Viruses, Cell Signaling Pathways, Viral Replication, Bioavailability, Suggestion For COVID-19 Virus

* Author for Correspondence, PhD in Biophysics and Postdoctoral researcher, Tel: +98 21 61113381,
Fax: +98 21 66404680, E-mail: mrohban@ut.ac.ir

[1] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran.
[2] Standard Research Institute, Research Center of Food Technology and Agricultural Products, Karaj, Iran.

Important Strategies to Stop COVID-19: From Traditional Medicine to the Modern Vaccines

Mehran Habibi-Rezaei[1], Reza Yousefi[*, 2]

Due to the ease of transportation in the modern world and the lack of familiarity with the human immune system, the new coronavirus quickly crossed the borders of the country after it first appeared in China late 2019. Through the rapid spreading to more than 171 countries in the world, it now becomes the biggest challenge after World War II. Tens of thousands of people, including many medical staff, have been infected and thousands have died, but effective and definitive treatment has not yet been reported. On the other hand, concerted global efforts to halt epidemi of the killer virus have been started few months ago and continue by now. To this end, many governments, organizations, institutions and charities around the world have begun to provide serious support to universities and pharmaceutical companies. Because of this monetary support, dozens of vaccines and antibodies have been developed that are in clinical trial stages and are likely to be released soon. In addition to the design of new vaccines and antibodies, other drugs, particularly those used for viral infections, and traditional herbal remedies have also been given the opportunity to re-emerge. Also, many projects have used the potential capacity of stem cells to control this infectious disease. The construction of new and innovative drugs is also on the agenda of scientists. Considering the genetic information of spike protein, several DNA, RNA and protein vaccines have been developed, so far. The spike protein is also a good target for many of the antibodies that are being made, which will neutralize the virus by binding to this protein that protruded from the viral surface. Some pharmacological antibodies, such as Kevzara, Leronlimab, and Actemra, which have previously been used to treat other conditions, have recently been suggested to reduce pulmonary inflammation and facilitate the pulmonary ventilation in the patients. Also, the antiviral medicines Lopinavir, Ritonavir, Remdesivir, Galidesivir, Oseltamivir, Darunavir, Triazavirin, and the antibiotic Brilacidin, and several other important drugs, have attracted the attention of physicians and researchers to combat the disease. The plant-based compounds such as the anti-malarial drug chloroquine, glycyrrhizinate diammonium from licorice root juice, and the Flavonoid baicalin have also shown positive results in controlling this viral disease.

This article describes the pioneering plans in the field of trial drugs in various stages of clinical trials for the treatment of covid-19. Throughout the thousands of years of history, mankind has repeatedly experienced the epidemi/pandemi of infectious and fatal diseases, and the recent pandemi will not be the last of them. Therefore, investing in strengthening the scientific and practical infrastructure of our universities and pharmaceutical companies, will bring about lower costs for our country through the similar health crises that will unavoidably happen in the future.

Keywords: Covid-19; Vaccine; Antibody; Antiviral medicine; Stem cell; Traditional herbal medicine.

---

[*] Author for Correspondence, Professor, Tel: +98 71 36137617, Fax: +98 71 32280916,
E-mail:ryousefi@shirazu.ac.ir

[1] Professor, Protein Biotechnology Research Lab (PBRL), School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

[2] Protein Chemistry Laboratory (PCL), Department of Biology, College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

Evaluating of Iran Scientific Documents in 2019

A. A. Saboury*, 1

Based on the number of recorded indexes in the Web of Science (WOS) in Clarivate Analytics, the number of Iranian scientific documents is 47260 (2.06% of the world value and rank of 16; one improvement stage compared to the previous year) in science, 3164 (0.77% of the world value and rank of 32; similar to the previous year) in social sciences, 244 (0.21% of the world value and rank of 40; four improvement stage compared to the previous year) in art and humanities and 48292 (1.87% of the world value and rank of 16; one improvement stage compared to the previous year) in total, in 2019. Increase the number of scientific documents relative to past year was 14.3%, which in comparison to two before years shows much more acceleration. In 2019, Iran was able to surpass Switzerland in the production of scientific documents and increase its rank from 17th to 16th. In Emerging Sources Citation Index (ESCI), Iran had 11389 records of indexes in 2019 and by 3.3% contribution obtained the rank of ninth, similar to the previous year. Similar to the last year, USA, China and England were the ranks of one to three in the world due to their contributions of 26.5%, 20.5% and 7.0%, respectively, for scientific documents productions in 2019. University of Tehran, Tehran University of Medical Science, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tarbiat Modares University and Amir Kabir University of Technology were the five top governmental universities in 2019 respectively, as the previous year. 15.0% of scientific documents are related to the all branches of Islamic Azad University in 2019. The number of highly-cited and hot articles in the country along with the number of citations to published Iranian articles has been growing well, which shows the growth of the quality of scientific documents in the past few years.

Keywords: Scientific Documents, Scientific Collaboration, Contribution of Universities, Web of Science, Clarivate Analytics

* Author for Correspondence, Professor, Tel: +98 21 66956984, Fax: +98 21 66404680, E-mail: saboury@ut.ac.ir
[1] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Editorial

Lessons to be learned from COVID-19 coronavirus

The coronavirus is an unknown object which is yet to be explored and known. The mission of the coronavirus is not solely to be the cause of disease, human death, and destruction, but also it has other distinctly different functions that need to be explored and examined. Study of this pandemic is not to be confined within the sole realm of life sciences and medical studies; it is to be investigated within the context of multidisciplinary approach including the domain of studies that deal with epistemology, humanities, art, social science, fields of human cognitive insight as well as basic science and medical science. The point of origination of this phenomenon as a pandemic event may be sought in a condition caused by an occurrence of unbalance state within our biological, social life condition where what is happening now is a reaction as a natural response to this unbalanced state. Such a response can be viewed as a corrective action where it is part of a natural response to secure the necessary balance that governs the universe, we live in. If we were able to devise a multifaceted algorithm in three main categories of literacies: general literacy knew as common knowledge, scientific literacy, and finally, a more profound sense or insight often referred to as human wisdom literacy. Therefore, for our understanding of this coronavirus, it is also necessary to use wisdom literacy combined with a clear conscience and inner heart whereby the help of divine guidance, one would be able to understand different functioning of the current coronavirus. No doubt, in every scientific study and research effort, we need to apply wisdom and knowledge for the understanding of phenomena under study such as the coronavirus pandemic and to examine both positives and negative dimensions of a phenomenon under study.

The presence of this virus has been a cause for the human being to organize and adopt a new lifestyle, part of which is to use cyberspace. We will be witnessing further development of this virtual world of internet and communication technologies in which human works and activities would be recorded where it will be possible to revive and explore them at other times. At any rate, the coronavirus is a cause to learn and use it as a lesson for current and future generations so that mankind modifies his lifestyle and move towards a more balanced life condition. One of the best alternatives' life conditions is to secure a balance of human inner nature combined with high respect to nature and give high value to our natural life.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in-Chief

Contents

Science Cultivation “Journal” is published by Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran (FAST-IRAN) and in partnership with Iran Society of Biophysical Chemistry (ISOBC).
This journal aims at advancing and accelerating the science and technology policy in Iran.
License Holder : Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran. (FAST-IRAN)

ISSN: X 8003-539

Publisher: Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran
Web Coordinator: Zahra Moosavi-Movahedi
Address: No.7, Qarib Street, before Forsat Shirazi St, Tehran, Iran.
Tel/Fax: (+9821) 66577884
Foundation Website: www.fast-iran.ir
Website of Journal: www.sciencecultivation.ir
Email: info@sciencecultivation.ir

In the Name Of

God

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology
Vol. 10, No.2, June 2020
ISSN: X8003-539

RICeST
ISC
Islamic World Science Citation Center
fast-Iran
Foundation for the Advancement of Science and Technology In Iran