نشریه انجمن علمی- دانشجویی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی دانشگاه تبریز
شماره مجوز: ۹۸,۲ ک.ن.ت

بسم الله الرحمن الرحیم

به نام آن که گل را خنده آموخت
و بر جان شقایق آتش افروخت

آگاه باشید که دانش آینده، اخبار گذشته و درمان دردهایتان و نظم میان شما در قرآن است.
امام علی (ع)



اینترون- سال سوم- شماره یازدهم- تابستان ۱۴۰۱

شناسنامه

صاحب امتیاز: انجمن علمی-دانشجویی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی دانشگاه تبریز

مدیرمسئول: امین آقاجانی

سردبیر: عسل تهباز رضازاده

دبیر تحریریه: نرگس ابراهیمی، مریم حکمتی

استاد مشاور: دکتر غلامرضا زرینی

طراحان گرافیک: سما بناآذرپناه، امید قنبری، عطا شادمان، کوثر رفیعی

گروه صفحه‌آرایی: اسما موسی‌زاده، حدیث ثابت قدم

ویراستاران علمی: دکتر مهدی حقی، جاوید تقی‌نژاد، زهرا عبداله‌پور، محمد یعقوب‌زاد، المیرا ابوطالبی، آیدا پناهی مقدم

ویراستاران ادبی: شادی آذری‌نژادیان، زینب اسماعیلی نیا، مهرسا بازدار، کوثر حسینی، یلدا حسینی ابوالفضل جعفرپور، بهراد دیانی، عذرا سلامتی، طهورا فرهنگ‌نژاد

هیئت تحریریه: علی احمدی، ترکان ارشدی، یاشار امیری، علی بی‌باک، آیلین جنگجو، مریم جهان‌ور، ریحانه حسینی، هلیا حیدری نسب، شبنم خاکپور، نیلوفر خوش‌زاد، سهیلا رهبر قناعتی، نرجس سنگین، زینب عطالو، یاسمین گودرزی، زهرا مهدی زاده، سلوی ممقانی قاضیجهانی، محمد یعقوب‌زاد

انجمن علمی-دانشجویی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی دانشگاه تبریز

باکتری‌ها دیگر مخفی نخواهند ماند!

Bacteria won't be hidden anymore

محققان دانشگاه گوته[1] فرانکفورت و دانشگاه کیل[2] یک حسگر جدید برای تشخیص باکتری‌ها ساخته‌اند. این حسگر، یک تراشه با یک پوشش سطحی نوآورانه است و تضمین می‌کند که فقط میکروارگانیسم‌های بسیار خاص مثل برخی از پاتوژن‌ها به این حسگر می‌چسبند. هرچه تعداد ریزموجودات بیشتر باشد، سیگنال الکتریکی تولید شده توسط تراشه قوی‌تر خواهد بود. به این ترتیب، حسگر نه تنها قادر به تشخیص باکتری‌های خطرناک با سطح حساسیت بالا است، بلکه می‌تواند غلظت آن‌ها را نیز تعیین کند.

هر سال، میلیون‌ها نفر از سراسر جهان بر اثر عفونت‌های باکتریایی جان خود را از دست می‌دهند؛ به‌همین دلیل است که تشخیص میکروارگانیسم‌های مضر نه تنها در تشخیص بیماری‌ها، بلکه در حوزه‌های دیگری مثل تولید مواد غذایی بسیار مهم هستند. با این حال، روش‌های موجود تا به امروز اغلب زمان‌بر بوده و به تجهیزات گران‌قیمت نیاز دارند یا فقط می‌توانند توسط متخصصان مورد استفاده قرارگیرند. علاوه بر این، آن‌ها اغلب نمی‌توانند بین باکتری‌های فعال و محصولات پوسیدگی آن‌ها تمایز قائل شوند.

حال، روش جدید و توسعه یافته‌ای مطرح شده است که تنها باکتری‌های دست نخورده را شناسایی می‌کند و از این واقعیت استفاده می‌کند که میکروارگانیسم‌ها فقط به سلول‌های خاصی از بدن حمله می‌کنند. این سلول‌ها به وسیله ساختار مولکولی قند خاصی که دارند، شناسایی می‌شوند. این سلول‌ها دارای یک لایه کت مانند اطراف غشا معروف به گلیکوکالیکس[3] هستند که بسته به نوع سلول متفاوت است و به عنوان یک شناسه برای سلول‌های بدن عمل می کند. این بدان معناست که برای گرفتن یک باکتری خاص، فقط باید ساختار گلیکوکالیکس ترجیحی و قابل تشخیص آن را بدانیم و سپس از آن به عنوان طعمه استفاده کنیم.

باکتری ای‌کولای[4] بازوهای کوتاه زیادی دارد که به پیلی[5] معروف هستند و باکتری از آن‌ها برای تشخیص گلیکوکالیکس میزبان و چسبیدن به آن استفاده می‌کند. به گفته پروفسور



1.Goethe University
2.Kiel University
3.Glycocalyx
4.E.coli (Escherichia coli)
5.pili

ترفورت[6] : «باکتری‌ها از پیلی‌های خود برای اتصال به حسگر در مکان‌های مختلف استفاده می‌کنند که به آن‌ها اجازه می‌دهد به خوبی روی آن آویزان شوند. علاوه بر این، ساختار شیمیایی گلیکوکالیکس مصنوعی به گونه‌ای است که میکروب‌های بدون بازوهای راست، از روی آن می‌لغزند؛ این حالت تضمین می‌کند که فقط باکتری ای‌کولای باقی بماند.»

اما چگونه دانشمندان توانستند تایید کنند که باکتری‌ها واقعاً به گلیکوکالیکس مصنوعی چسبیده اند؟

به گفته سباستین بالسر[7] ، محقق دکترا تحت نظر پروفسور ترفورت و اولین نویسنده مقاله، این کار با پیوند دادن مولکول‌های قند به یک پلیمر رسانا و سپس با اعمال یک ولتاژ الکتریکی از طریق سیم‌ها انجام می‌شود که اتصال و تعداد باکتری‌های متصل به حسگر را برای ما مشخص می کند.

در واقع این مطالعه خبر از اهمیت این نوآوری می‌گوید. محققان برای این آزمایش، سویه‌های بی‌ضرر و پاتوژن ای‌کولای را باهم مخلوط کرده و در معرض حسگر قراردادند و فقط سویه موردنظر به حسگر چسبید. به گفته محقق این پژوهش، سنسور قادر بود میکروارگانیسم‌های مضر را حتی در مقادیر بسیار کم شناسایی کند. علاوه بر این، هر چه غلظت باکتری‌های مورد نظر بیشتر باشد، سیگنال‌های منتشر شده قوی‌تر خواهد بود. این دقیقاً همان کاری است که محققان بااستفاده از بیوسنسورها[8] انجام داده‌اند.

این مقاله، گواه اولیه کارکرد روش است. در مرحله بعدی، هدف پژوهشگران بررسی امکان استفاده از روش فوق در مناطقی که هیچ بیمارستانی با آزمایشگاه تشخیص پیشرفته وجود ندارد، است.

منظور از بیوسنسور چیست؟

بیوسنسور یا زیست حسگرهای الکتروشیمیایی نوعی حسگر زیستی هستند که از سیگنال‌های الکتروشیمیایی برای تشخیص و اندازه‌گیری مولکول‌های زیستی استفاده می‌کنند. زیست حسگرها، پلی را میان علوم فیزیکی و علوم زیستی ایجاد نموده‌اند زیرا برای توسعه ابزارها و پلتفرم‌های جدید، درک سیستم های بیولوژیک در تشخیص و درمان بیماری‌ها می‌توان از روش‌های شیمیایی استفاده کرد.

بیوسنسورها از دو بخش اصلی تشکیل شده‌اند:

۱- بخش تشخیص‌دهنده: این بخش شامل یک عنصر زیستی

6.Professor Terfort
7.Sebastian Balser
8.Biosensor

مانند آنزیم، آنتی‌بادی، DNA یا سلول زنده است که به طور خاص به مولکول هدف مورد نظر متصل می‌شود.
۲- مبدل الکتروشیمیایی: این بخش، سیگنال حاصل از اتصال مولکول هدف به عنصر زیستی را به یک سیگنال الکتریکی قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند.

کاربردهای بیوسنسورهای الکتروشیمیایی شامل:

۱- تشخیص و اندازه‌گیری بیماری‌ها: این سنسورها برای تشخیص و اندازه‌گیری طیف وسیعی از بیماری‌ها مانند دیابت، سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی استفاده می‌شوند.
۲- کنترل کیفیت مواد غذایی: این سنسورها برای سنجش آلاینده‌ها و سموم در مواد غذایی استفاده می‌شوند.
۳- محیط زیست: این سنسورها برای سنجش آلاینده‌ها در آب و خاک استفاده می‌شوند.
۴- داروسازی: این سنسورها برای بررسی اثربخشی داروها و غربالگری داروهای جدید استفاده می‌شوند.

مزایای بیوسنسورهای الکتروشیمیایی

- حساسیت بالا: بیوسنسورهای الکتروشیمیایی می‌توانند مقادیر بسیار کمی از مولکول‌های زیستی را تشخیص دهند.
- دقت بالا: این سنسور¬ها می‌توانند نتایج دقیقی را ارائه دهند.
- سرعت بالا: بیوسنسورهای الکتروشیمیایی می‌توانند نتایج را به سرعت ارائه دهند.
- سهولت استفاده: این سنسورها به طور کلی روش استفاده راحتی دارند.

معایب بیوسنسورهای الکتروشیمیایی

۱- اختصاصی بودن: بیوسنسورهای الکتروشیمیایی برای تشخیص فقط یک مولکول خاص طراحی شده‌اند. به طور مثال یکی از کاربرد های روزانه این فناوری در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی است که در حال حاضر، پزشکان باید از زخم نمونه‌برداری کرده و آن را برای یک روز در ظرف پتری رها کنند تا ببینند آیا کشت‌های باکتریایی از آن تشکیل می‌شود یا خیر. درطول این مدت اگر عفونتی وجود داشته باشد، درمان نمی‌شود. یک گزینه هم استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها پیش از دریافت نتایج آزمایشگاه است. اگر مشخص شود که عفونتی وجود ندارد، داروها تلف شده‌است و بیمار ممکن است بدون نیاز به دارو در معرض عوارض جانبی قرار گرفته و دچار مقاومت باکتریایی به آنتی‌بیوتیک‌ها شود؛ اما از طرفی میتوان از این بیوسنسورهای الکتروشیمیایی در جهت تشخیص عفونت زخم، زیر یک دقیقه استفاده کرد.





"رویای دانشمندان: روشنایی اسرار باستان با تکنولوژی نوین"

The dream of scientists: the illumination of ancient secrets with new technology

در دنیای علم، هر پژوهشگری آرزو دارد که با کاوش در گذشته‌های دور، رمز و رازهای نهفته را کشف کند. امروزه، با پیشرفت‌های شگرف در زمینه علم و تکنولوژی، این رویاها به واقعیت نزدیک‌تر شده‌اند. دانشمندان با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته ژنتیکی، توانسته‌اند اطلاعات گران بهایی را از میکروبیوم‌های دندان‌های کهن استخراج کنند؛ اطلاعاتی که پرده از اسرار تغییرات رژیم غذایی بشر در طول تاریخ برمی‌دارد.

تیمی از محققان دانشگاه ترینیتی دوبلین[1] میکروبیوم‌هایی را از دندان‌هایی با قدمت ۴۰۰۰ سال که در غاری در ایرلند کشف شده بودند؛ بازیافته‌اند. تحلیل‌های ژنتیکی نشان داده‌اند که تغییرات چشمگیری در محیط میکروبی دهان از عصر برنز تا به امروز رخ داده‌است. عوامل متعددی از جمله رژیم غذایی، محیط زیست، بهداشت، فیزیولوژی، وضعیت سلامت، ژنتیک و سبک زندگی، بر این جوامع میکروبی تأثیر گذاشته‌اند.

دهان بشر، میزبان یکی از متنوع‌ترین جوامع میکروبی در بدن است که شامل ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک‌یاخته‌ها، آرکی‌ها و باکتری‌ها می‌باشد. این باکتری‌ها، عامل اصلی دو بیماری رایج دهانی یعنی پوسیدگی دندان و بیماری‌های پریودنتال[2] هستند. تقریباً ۱۰۰۰ گونه باکتریایی در دهان شناسایی شده‌اند که نماینده‌ای از شاخه‌های مختلف میکروبی هستند. پوسیدگی دندان نتیجه تخمیر

1. Trinity University Dublin

2. التهاب لثه ناشی از عفونت باکتریایی

کربوهیدرات‌های غذایی توسط باکتری‌های دهان و تولید اسید است که به ساختار دندان آسیب می‌رساند؛ باکتری استرپتوکوک موتانس[3] و دیگر باکتری‌ها نظیر لاکتوباسیلوس[4] و اکتینومایسس[5]، نقش کلیدی در این فرآیند دارند. اگرچه mu-S.tans در دهان‌های امروزی بسیار رایج است؛ اما در نمونه‌های باستانی به ندرت یافت می‌شود، که ممکن است به دلیل ماهیت اسیدی آن باشد که DNA را تخریب می‌کند و از فسیل شدن پلاک جلوگیری می‌کند.

از طرفی رابطه پویایی بین قندها و سلامت دهان وجود دارد. رژیم غذایی مستقیماً بر سلامت دندان‌ها تأثیر می‌گذارد. قندها و کربوهیدرات‌های قابل تخمیر، پس از هیدرولیز شدن توسط آمیلاز بزاق، محیطی را برای فعالیت باکتری‌های دهان فراهم می‌کنند. شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که پس از پذیرش کشاورزی غلات، تعداد حفره‌های دندانی افزایش یافته است؛ اما این افزایش در چند صد سال اخیر با معرفی غذاهای شیرین به مردم، بسیار چشمگیرتر بوده‌است.

در این مطالعه، دندان‌هایی از عصر برنز که توسط دانشمند مرحوم پیتروودمن[6] از کالج دانشگاه کورک[7] در غاری در لیمریک[8] کاوش شده بودند؛ مورد بررسی قرار گرفتند. در حالی که سایر دندان‌های کشف شده نشانه‌هایی از پوسیدگی داشتند؛ دندان‌های مورد نظر هیچ حفره‌ای نداشتند. با این حال DNA استخراج شده از یکی از دندان‌ها نشان‌دهنده عدم تعادل شدید در جامعه میکروبی دهان بود.

دکتر لارا کسیدی[9] ، استادیار دانشکده ژنتیک و میکروبیولوژی دانشگاه ترینیتی، از کشف فراوانی S.mutans در دندان ۴۰۰۰ ساله شگفت‌زده شده‌است، که نشان‌دهنده خطر بالای ایجاد حفره‌های دندانی در فرد مورد مطالعه قبل از مرگش بوده‌است. این یافته‌ها، به همراه کمبود دیگر گونه‌های استرپتوکوک در دندان‌های باستانی، نشان‌دهنده تغییرات در تعادل بیوفیلم[10] خوراکی و احتمال بیماری‌های دهانی و سیستمیک است.

محققان همچنین شواهدی را برای حمایت از فرضیه "میکروبیوم ناپدید شده" یافته‌اند؛ که پیشنهاد می‌کند میکروبیوم‌های مدرن تنوع کمتری نسبت به اجداد ما دارند. این کاهش تنوع می‌تواند تأثیرات منفی بر سلامت انسان داشته باشد، زیرا میکروبیوم‌های دهانی نقش مهمی در تعادل بین سلامت و بیماری دارند چه به صورت موضعی و چه سیستمیک. در مورد دندان‌های عصر برنز، تحقیقات نشان داده‌اند که سویه‌های متفاوتی از باکتری Tannerella forsythia وجود دارند، که این نیز می‌تواند بر تنوع میکروبیوم تأثیر بگذارد. T.forsythia به عنوان یکی از عوامل اصلی بیماری‌های پریودنتال شناخته شده است و تغییرات در سویه‌های آن می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات در شرایط محیطی و بهداشتی باشد که بر سلامت دهان تأثیر می‌گذارند.



3. Streptococcus mutans (S.mutans)
4. Lactobacillus
5. Actinomyces
6. Peter Woodman
7. University College Cork
8. Limerick(شهرستان لیمریک در کشور ایرلند)
9. Dr.Laura Cassidy

10. مجموعه ای از یک یا چند میکروارگانیسم است.



از شوک تا خاطرات پایدار

From shock to enduring recollection

هِیپوکامپ (به انگلیسی: Hippocampus) یا اَسبک مغز

قسمتی از دستگاه لیمبیک مغز است که مرکز یادگیری است. هیپوکامپ ساختمان عصبی خمیده‌ای است در مغز که در کف شاخ میانی بطن‌های طرفی مغز قرار دارد. هیپوکامپ از بخش‌های دستگاه لیمبیک است که شکلی همانند اسب دریایی دارد و در اعماق لوب گیجگاهی جای گرفته‌است. هیپوکامپ مسئول حافظه نزدیک است و مغز قدامی را از آزموده‌های گذشته ما آگاه می‌کند. این مجموعه خاطرات گذشته را به شکل کوتاه‌مدت یا درازمدت حفظ می‌کند.

التهاب نورون خاطره می سازد یا آسیب می زند؟

التهاب نورون‌های مغز معمولاً چیز بدی در نظر گرفته می‌شود،زیرا می‌تواند منجر به مشکلات عصبی مانند آلزایمر و بیماری پارکینسون شود اما یافته‌های ما نشان می‌دهد که التهاب درنورون‌های خاصی در ناحیه هیپوکامپ مغزبرای ساختن خاطرات طولانی‌مدت ضروری است.

هیپوکامپ چگونه به اطلاعات پاسخ می دهد؟

همانطور که نورون‌های هیپوکامپ به انواع مختلف اطلاعات پاسخ می‌دهند؛ یک زیر مجموعه در ریزمدارهایی که یک حافظه را نشان می‌دهند، جمع می‌شوند.این نورون‌ها معمولاً تحت تطابق‌های مولکولی پر انرژی قرار می‌گیرند که گاهی منجر به آسیب گذرا به DNA می‌شود. از نتایج حاصل از تحقیقات در یافتند که یک محرک چرخه‌ای از آسیب و ترمیم در نورون‌های خاص هیپوکامپ ایجاد می‌کند که منجر به مجموعه‌های حافظه پایدار می شود. خوشه‌هایی از سلول‌های مغزی که تجارب گذشته ما را نشان می‌دهد.

حافظه اپیزودیک

محققان این مکانیسم ایجاد حافظه را با دادن شوک‌های مختصر و خفیف به موش ها برای ایجاد خاطره از رویداد شوک (حافظه اپیزودیک) کافی کشف کردند. آن‌ها سپس نورون‌های ناحیه هیپوکامپ را تجزیه و تحلیل کردند و دریافتند که ژن‌های شرکت‌کننده در یک مسیر مهم سیگنال‌دهی التهابی فعال شده‌اند. فعال شدن قوی ژن‌های دخیل در مسیر گیرنده (TLR9) را مشاهده کردیم. این مسیر التهابی بیشتر به دلیل تحریک پاسخ‌های ایمنی با شناسایی قطعات کوچک DNA پاتوژن شناخته می‌شود. بنابراین در ابتدا فرض کردیم مسیر TLR9 فعال شده است زیرا موش‌ها عفونت داشتند. اما با نگاه دقیق‌تر، در کمال تعجب متوجه شدیم که TLR9 تنها در خوشه‌هایی از سلول‌های هیپوکامپ که آسیب DNA را نشان می‌دادند؛ فعال شد. فعالیت مغز به طور معمول باعث شکستگی‌های کوچک در DNA می‌شود که در عرض چند دقیقه ترمیم می‌شوند. اما در این جمعیت از نورون‌های هیپوکامپ، به نظر می‌رسد که آسیب DNA اساسی‌تر و پایدارتر است.

تحریک التهاب برای ایجاد خاطره

تجزیه و تحلیل بیشتر نشان داد که قطعات DNA، همراه با سایر مولکول‌های ناشی از آسیب DNA، از هسته آزاد شدند و پس از آن مسیر التهابی TLR9 نورون‌ها فعال شد. این مسیر به نوبه خود مجتمع‌های ترمیم DNA را تحریک می کند تا در یک مکان غیرعادی تشکیل شوند: سانتروزوم این اندامک‌ها در سیتوپلاسم اکثر سلول‌های جانوری وجود دارند و برای هماهنگی تقسیم سلولی ضروری هستند. اما در نورون‌ها که تقسیم نمی‌شوند. سانتروزوم‌های تحریک‌شده در چرخه‌های ترمیم DNA شرکت کردند که به نظر می‌رسید نورون‌های منفرد را در مجموعه‌های حافظه سازمان‌دهی می‌کرد.

تقسیم سلولی و پاسخ ایمنی در مسیر چرخه آسیب و ترمیم DNA

آذرنگ موزه‌ی علوم و فناوری دانشگاه صنعتی شریف-شماره ۱۰۰

تقسیم سلولی و پاسخ ایمنی در طول میلیون‌ها سال در زندگی حیوانات به شدت حفظ شده است و حیات را قادر می‌سازد و در عین حال از عوامل بیماری‌زای خارجی محافظت می‌کند. به نظر می‌رسد که در طول تکامل، نورون‌های هیپوکامپ این مکانیسم حافظه مبتنی بر ایمنی را با ترکیب مسیر TLR9 حساس به DNA پاسخ ایمنی با عملکرد سانتروزوم ترمیم DNA برای تشکیل خاطرات بدون پیشرفت به سمت تقسیم سلولی اتخاذ کرده‌اند.

مهار مسیر TLR9

محققان دریافتند که مسدود کردن مسیر التهابی TLR9 در نورون‌های هیپوکامپ نه تنها از ایجاد خاطرات طولانی‌مدت در موش‌ها جلوگیری می‌کند؛ بلکه باعث بی‌ثباتی ژنومی عمیق می‌شود، یعنی فرکانس بالای آسیب DNA در این نورون‌ها. بی‌ثباتی ژنومی یکی از نشانه‌های بارز پیری سریع و همچنین سرطان و اختلالات روانپزشکی و عصبی مانند آلزایمر است. داروهایی که مسیر TLR9 را مهار می‌کنند برای تسکین علائم طولانی مدت کووید پیشنهاد شده‌اند. اما باید احتیاط کرد زیرا مهار کامل مسیر TLR9 ممکن است خطرات سلامتی قابل توجهی داشته باشد.

حافظه چگونه کار می کند؟

حافظه ما متناسب با تجارب حسی یا غیر حسی و فرآیندهای مختلفی که درون مغز شکل می گیرد، اطلاعات را دسته بندی و حفظ می کند. این اقدام مغز برای آن است که ساختار و ارتباط وقایع حفظ شوند و ما بتوانیم فعالیت‌های مختلف را اولویت بندی کنیم و پس از اینکه مجددا به دنبال آن رفتیم، مجبور نباشیم از اول شروع کنیم. برای اینکه اطلاعات در حافظه مان باقی بمانند، باید شبکه های نورونی مربوط به آن ها را فعال نگه داریم. راه انجام این کار، مرور اطلاعات است. با مرور اطلاعات، شبکه نورونی مربوطه را فعال می‌کنیم. فعالیت متناوب این شبکه، باعث تقویت اتصالات آن و محکم تر شدن/استحکام بیشتر آن می‌شود. استحکام شبکه نورونی مساوی است با استحکام حافظه مربوطه.

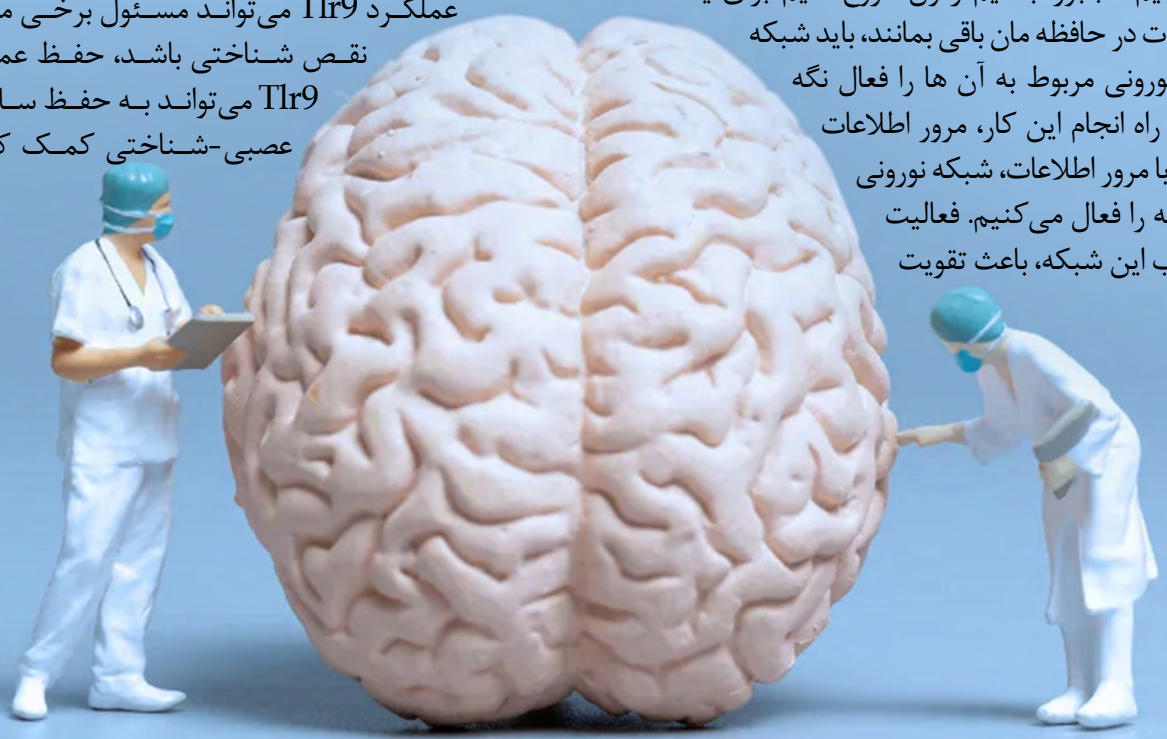
مقاومت در برابر ورودی اطلاعات اضافی

این نکته قابل توجه است؛ زیرا ما دائماً غرق اطلاعات هستیم و نورون‌هایی که خاطرات را رمزگذاری می‌کنند باید اطلاعاتی را که قبلاً به دست آورده‌اند حفظ کنند و با ورودی‌های جدید منحرف نشوند.اتصالات و ارتباطات نورونی آن شبکه به مرور زمان قوی‌تر و محکم‌تر می‌شود؛ اما این فرآیند به بهای تضعیف دیگر شبکه‌های نورونی است. مغز ما نامحدود نیست و برای کارکرد و عملکرد بهتر، مجبور است که دست به انتخاب بزند و خود را تعدیل کند. هنگامی که از یک شبکه نورونی به صورت مکرر استفاده می شود؛ مغز متوجه ضرورت و اهمیت آن شده و آن شبکه و اتصالاتش را تقویت می کند. با این حال مغز با محدودیت مواجه است و برای تقویت یک بخش، ناچار به تضعیف بخش‌های دیگر است. در غیر این صورت، به اصطلاح مغز سنگین شده و در پردازش اطلاعات دچار مشکل خواهد شد.

حفظ سلامت عصب شناختی

سیگنالینگ Tlr9 ویژه نورون احتمالاً به عنوان یک هدف پیشگیرانه و درمانی امیدوارکننده برای حفظ سلامت عصبی-شناختی ظاهر می شود.

بدون Tlr9 هیچ ترمیم DNA و تشکیل حافظه وجود ندارد. پروفسور رادولوویچ می‌گوید: وقتی اختلال عملکرد Tlr9 می‌تواند مسئول برخی موارد نقص شناختی باشد، حفظ عملکرد Tlr9 می‌تواند به حفظ سلامت عصبی-شناختی کمک کند.



کمک هوش مصنوعی به انسان

AI helps human



هوش مصنوعی چیست و چه کاربردی در علم پزشکی دارد ؟

هوش مصنوعی[1] یک اصطلاح گسترده است که طیفی از فناوری‌ها و تکنیک‌هایی را در بر می‌گیرد که رایانه‌ها را قادر می‌سازد کارهایی را انجام دهند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند. هدف هوش مصنوعی، تقلید از عملکردهای شناختی انسان است. در مراقبت‌های بهداشتی، هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که جنبه‌های مختلف از جمله تشخیص، برنامه‌ریزی درمان و نظارت بر بیمار را متحول کند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی را می‌توان برای تشخیص الگوها در داده‌های پزشکی آموزش داد و آن‌ها را به ابزارهای ارزشمندی در تشخیص بیماری تبدیل کرد. هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی، سوابق الکترونیکی سلامت و سایر داده‌های بیمار، به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی کمک کند تا تشخیص‌های دقیق‌تر و به موقع‌تری داشته باشند و منجر به بهبود نتایج بیمار شود.

1. AI(Artificial Intelligence)

سکته مغزی چیست ؟

سکته مغزی زمانی رخ می‌دهد که جریان خون به مغز مختل می‌شود و منجر به آسیب یا مرگ سلول‌های مغز می‌شود. آن‌ها می‌توانند عواقب مخربی از جمله فلج، اختلال شناختی و حتی مرگ داشته باشند. تعیین محل دقیق سکته مغزی در پیش‌بینی اثرات بالقوه درازمدت، مانند اختلالات گفتار و زبان یا از دست دادن عملکرد حرکتی، بسیار مهم است. سکته مغزی به بافت مغز آسیب وارد می‌کند و در نتیجه چیزی به نام ضایعه ایجاد می‌شود. با انجام یک معاینه عصبی جامع همراه با بررسی کامل سابقه پزشکی بیمار، متخصصان پزشکی می‌توانند این ضایعات را شناسایی کنند. این معاینه شامل ارزیابی علائم و انجام تست‌هایی برای ارزیابی عملکرد شناختی و حافظه است. در بسیاری از موارد، افرادی که دچار سکته مغزی شده‌اند، اسکن مغزی می‌شوند تا این ضایعات را دقیقاً مشخص کنند.



روش های قدیمی تشخیص سکته مغزی

ترکیبی از تاریخچه پزشکی، معاینه فیزیکی و تکنیک‌های تصویربرداری مانند اسکن توموگرافی کامپیوتری[۲] و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی[۳] در این تشخیص لازم است. در حالیکه این روش‌ها تا حدی موثر بوده‌اند و اغلب به مهارت متخصصان بسیار آموزش دیده نیاز دارند و می‌توانند زمان‌بر باشند و منجر به تاخیر در تشخیص و درمان شوند.

محدودیت‌های روش‌های سنتی تشخیص سکته مغزی

۱- اسکن‌های سی‌تی و ام‌آرآی، ممکن است همیشه به آسانی در دسترس نباشند.

۲- این تکنیک‌ها نیاز به متخصص دارند که ممکن است به آسانی در همه مراکز مراقبت‌های بهداشتی در دسترس نباشد، که منجر به تاخیر در تشخیص و درمان می‌شود.

۳- در روش‌های سنتی تشخیص سکته، اتکای آن‌ها به تفسیر انسانی است. ناظران انسانی ممکن است نشانه‌های ظریف سکته مغزی را از دست بدهند یا یافته‌های تصویربرداری را اشتباه تفسیر کنند، که منجر به تشخیص اشتباه یا تاخیر در درمان شود. اینجاست که هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه تجزیه و تحلیل عینی و مداوم تصاویر پزشکی، نقش مهمی ایفا کند و خطر خطای انسانی را کاهش دهد.

مزایای هوش مصنوعی در تشخیص سکته مغزی و پیدا کردن محل آسیب

۱- الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند تصاویر پزشکی را با سرعت و دقت باورنکردنی تجزیه و تحلیل کنند که منجر به تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر می‌شود. این به طور بالقوه می تواند تاخیر در شروع درمان را کاهش دهد و نتایج بیمار را بهبود بخشد.

۲- هوش مصنوعی می‌تواند به مکان‌یابی دقیق آسیب سکته کمک کند. با شناسایی دقیق نواحی آسیب دیده مغز، ارائه دهندگان مراقبتهای بهداشتی می‌توانند برنامه‌های درمانی هدفمندی را توسعه دهند و پیشرفت بیمار را به طور موثرتری نظارت کنند. این میتواند به بهینهسازی استراتژیهای درمانی و بهبود بالقوه بیمار کمک کند.

۳- هوش مصنوعی می‌تواند به ساده سازی جریان کار در تشخیص سکته کمک کند. با خودکار کردن برخی وظایف، مانند تجزیه و تحلیل تصویر و تولید گزارش، هوش مصنوعی می‌تواند در وقت متخصصان مراقبت‌های بهداشتی صرفه‌جویی کرده و به آن‌ها اجازه دهد بر مراقبت از بیمار و برنامه‌ریزی درمان

2. (CT (Computed Tomography



تمرکز کنند. این می‌تواند به ارائه خدمات درمانی کارآمدتر و مقرون به‌صرفه‌تر منجر شود.

تکنیک های تصویربرداری مبتنی بر هوش مصنوعی برای تشخیص سکته مغزی

الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند تصاویر پزشکی را با سرعت و دقت باورنکردنی تجزیه و تحلیل کنند و به شناسایی علائم سکته مغزی کمک کنند که ممکن است توسط چشم انسان نادیده گرفته شود. این الگوریتم‌ها می‌توانند تغییرات ظریف در بافت مغز، رگ‌های خونی و دیگر ساختارهایی را که نشان‌دهنده وجود سکته مغزی است، تشخیص دهند.

۱- یکی از نمونه‌های تکنیک تصویربرداری مبتنی بر هوش مصنوعی، سیستم‌های تشخیص به کمک رایانه (CAD)[3] است. این سیستم‌ها از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی برای تجزیه و تحلیل اسکن‌های CT و MRI استفاده می‌کنند و نواحی نگران‌کننده‌ای را که ممکن است نشان‌دهنده سکته مغزی باشند را علامت‌گذاری می‌کنند. سیستم‌های CAD می‌توانند به سرعت و با دقت ضایعات احتمالی سکته مغزی را شناسایی کنند و به رادیولوژیست‌ها در تشخیص دقیق‌تر کمک کنند.

۲- یکی دیگر از تکنیک‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، تقسیم‌بندی خودکار تصویر است. این شامل استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تقسیم‌بندی تصاویر

3. Computer-aided-design

مغز به مناطق مختلف است که امکان شناسایی دقیق آسیب‌های ناشی از سکته را فراهم می‌کند. با شناسایی دقیق وسعت و محل سکته مغزی، ارائه دهندگان مراقبت‌های بهداشتی می‌توانند برنامه‌های درمانی هدفمندی را ایجاد کنند و پیشرفت بیمار را به طور موثرتری نظارت کنند.

آزمایشات انجام شده

دکتر جونگ هیون لی[4] (عضو و محقق دانشگاه ایالتی نیویورک (SUNY) دانشگاه علوم بهداشتی Down-state در بروکلین)، در یک آکادمی مغز و اعصاب آمریکا، گفت: «ما قصد داشتیم بررسی کنیم که آیا GPT-4[5] میتواند ضایعات مغزی را در افرادی که سکته کرده‌اند؛ حتی در مواردی که دسترسی به اسکن مغز یا متخصصان مغز و اعصاب ممکن است محدود باشد، شناسایی کند یا خیر.» برای این مطالعه، ۴۶ مورد مستند سکته مغزی مورد استفاده قرار گرفت. محققان اطلاعاتی را از سوابق سلامت و معاینات عصبی شرکت‌کنندگان جمع آوری کردند. سپس متن پردازش نشده در GPT-4 وارد شد. محققان این سه سوال را برای سیستم هوش مصنوعی مطرح کردند:

۱- اینکه آیا فرد یک یا چند ضایعه دارد؟

۲- در کدام سمت خاص مغز ضایعات قرار دارند ؟

۳- منطقه دقیق داخل مغز که ضایعات در آن قرار دارند، کجاست؟

این پرسش‌ها برای هر شرکت‌کننده سه بار تکرار شد. یافته‌های تولید شده توسط GPT-۴ متعاقبا با نتایج به دست آمده از اسکن مغز هر فرد مقایسه شد.

مطالعه‌ای که توسط محققان انجام شد، نشان داد که GPT-4به طور موثر اطلاعات استخراج شده از تاریخچه سلامت و معاینات عصبی شرکت‌کنندگان را برای تشخیص ضایعات در مغز آن‌ها تجزیه و تحلیل می‌کند. سیستم هوش مصنوعی با موفقیت سمتی از مغز را که ضایعه در آن قرار دارد و همچنین ناحیه خاص مغز را به استثنای ضایعات در مخچه و نخاع تعیین کرد .در اکثر موارد، GPT-4 حساسیت ۷۴ درصدی و ویژگی ۸۷ درصدی را در شناسایی سمتی از مغز که ضایعات در آن وجود داشت، نشان داد. دقت داشته باشید که حساسیت، به دقت تشخیص صحیح نکات مثبت و واقعی اشاره دارد در حالی که ویژگی، دقت تشخیص صحیح موارد منفی را اندازه گیری می‌کند. علاوه بر این، GPT-4 به حساسیت ۸۵ درصدی و ویژگی ۹۴ درصدی هنگام تعیین دقیق ناحیه تحت تاثیر مغز دست یافت. هنگام مقایسه نتایج هر سه آزمایش برای هر شرکت‌کننده،GPT-4 در ۷۶ درصد موارد با توجه به تعداد ضایعات مغزی سازگاری نشان داد. برای ۸۳ درصد از شرکت‌کنندگان، سمتی از مغز را به دقت شناسایی کرد و برای ۸۷ درصد از شرکت‌کنندگان، نواحی خاص مغز را شناسایی کرد. با این حال، هنگام ادغام پاسخ‌های خود در هر سه سؤال و هر سه نمونه، GPT-4 تنها برای ۴۱ درصد از شرکت‌کنندگان پاسخ‌های دقیق ارائه کرد. یکی از محدودیت‌های مطالعه این است که دقت GPT-4 به کیفیت اطلاعات ارائه شده متکی است. اگرچه محققان به سوابق سلامت جامع و داده‌های معاینه عصبی برای هر شرکت‌کننده دسترسی داشتند؛ چنین اطلاعاتی ممکن است همیشه برای همه افرادی که سکته مغزی را تجربه می‌کنند در دسترس نباشد.



4. Jung-Hyun Lee
5. Generative Pre-trained Transformer 4
(ترانسفورماتور از پیش آموزش دیده ژنراتیو)

چالش ها و ملاحظات اخلاقی

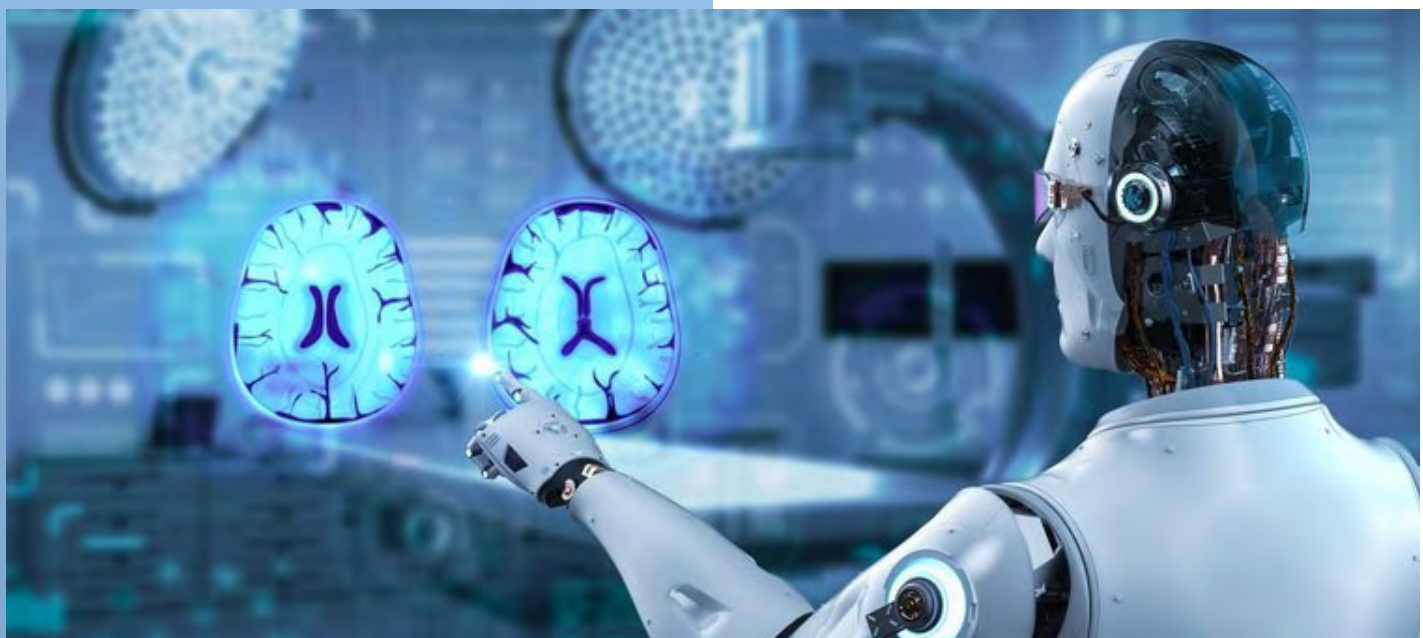
۱- به مقادیر زیادی داده با کیفیت بالا برای آموزش موثر الگوریتم‌های هوش مصنوعی نیاز است. به دست آوردن و تنظیم چنین مجموعه‌های داده می‌تواند زمان‌بر و منابع فشرده داشته باشد.

۲- تفسیرپذیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی اغلب به عنوان «جعبه‌های سیاه» توصیف می‌شوند، زیرا می‌توانند بدون ارائه توضیح واضح درباره نحوه رسیدن به این تصمیم، تصمیم‌های پیچیده بگیرند. این عدم شفافیت می‌تواند اعتماد و تکیه بر هوش مصنوعی در فرآیندهای تصمیم‌گیری حیاتی را برای ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی چالش برانگیز کند.

۳- حفظ حریم خصوصی بیمار و امنیت داده‌ها نگرانی‌های مهمی هستند، زیرا الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای عملکرد مؤثر به مقادیر زیادی از اطلاعات سلامت شخصی متکی هستند. هنگام پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی در تنظیمات مراقبت‌های بهداشتی، اطمینان از حریم خصوصی و امنیت داده‌های بیمار باید در اولویت قرار گیرد.

نتیجه گیری، چشم اندازها و پیشرفتهای آینده

نقش هوش مصنوعی در تغییر تشخیص سکته مغزی و محلی سازی آسیب را نمی توان دست کم گرفت. همانطور که فناوری هوش مصنوعی به پیشرفت خود ادامه می‌دهد، برای متخصصان مراقبت‌های بهداشتی بسیار مهم است که از این پیشرفت‌ها استقبال کنند و برای ادغام هوش مصنوعی در عمل خود تلاش کنند. با انجام این کار، می‌توانیم از قدرت هوش مصنوعی برای بهبود مراقبت از بیمار و در نهایت نجات جان افراد استفاده کنیم. یکی از زمینه‌های پیشرفت آینده، ادغام الگوریتم‌های هوش مصنوعی با دستگاه‌های پوشیدنی و سیستم‌های نظارت از راه دور است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با نظارت مستمر علائم حیاتی بیماران و جمع‌آوری داده‌های بی‌درنگ، می‌توانند علائم اولیه سکته را شناسایی کرده و به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی برای مداخله فوری هشدار دهند. این می‌تواند زمان تشخیص و شروع درمان را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و نتایج بیمار را بهبود بخشد.



نورون های هیپوکامپ خاطرات اپیزودیک فردی را در انسان کد می کنند

Hippocampal neurons code individual episodic memories in humans

ترجمه: مریم جهان ور دانشجوی مقطع دکتری زیست شناسی سلولی مولکولی

خلاصه

هیپوکامپ یک مرکز ضروری برای پردازش حافظه اپیزودیک است. با این حال، نحوه کدگذاری ارتباط چند عنصری توسط نورون های منفرد هیپوکامپ انسان ناشناخته باقی مانده است. به طور خاص، این بحث وجود دارد که آیا هر نورون هیپوکامپ یک عنصر ثابت را در یک قسمت نشان می دهد یا اینکه آیا تک نورون ها همه عناصر یک حافظه اپیزودیک مجزا را به هم متصل می کنند. در اینجا ما شواهدی برای فرضیه اخیر ارائه می دهیم. با استفاده از ضبط‌های تک نورونی از مجموع ۰۳ شرکت‌کننده، نشان می‌دهیم که نورون‌های منفرد، که آنها را نورون‌های ناحیه خاص می‌نامیم، خاطرات اپیزودیک گسسته را با استفاده از کد نرخ یا کد فعالسازی زمانیِ کدگذاری می‌کنند. این نورون ها منحصراً در هیپوکامپ مشاهده شدند. نکته مهم این است که این نورون های خاص اپیزود کدگذاری یک عنصر خاص را در قسمت خاص(یعنی مفهوم یا زمان) منعکس نمی کنند. در عوض، آنها برای ترکیب عناصر مختلف کد می کنند.

Main

حافظه اپیزودیک به توانایی ما برای بازگرداندن چیستی، مکان و زمان تجربیات گذشته اشاره دارد. تصور می شود که این توانایی به بازگرداندن فعالیت عصبی که در رمزگذاری حافظه وجود داشت بستگی دارد. بدون شک هیپوکامپ نقش مهمی در پردازش حافظه اپیزودیک و اتصال اطلاعات چندوجهی ایفا می کند. با این حال، نحوه رمزگذاری خاطرات اپیزودیک همچنان بحث برانگیز است.۰یک سوال مهم این است که آیا نورون های هیپوکامپ برای عناصر خاصی کد می کنند یا برای یک قسمت کامل. نورون‌های مفهومی در هیپوکامپ در پاسخ به عناصر ثابت خاص، مستقل از زمینه‌ای که در آن ارائه می‌شوند، فعال میشوند. یک ایده معاصر این است که عناصر متنوعی که یک قسمت را می‌سازند با فعالیت همزمان مجموعه‌ای از این نورون‌های مفهومی کدگذاری می‌شوند. بر اساس این چارچوب، زمانی که با بهترین دوست خود در کافی شاپ مورد علاقه خود می نشینید، ممکن است یک مجموعه از نورون های مفهومی برای کافی شاپ و مجموعه ای جداگانه برای دوست شما کدگذاری کنند (شکل a1a1).



از طرف دیگر، واحدهای منفرد در هیپوکامپ ممکن است به طور پراکنده مجموعه خاصی از عناصر را در یک قسمت جداگانه رمزگذاری کنند و به عنوان نشانگرهای ماژول‌های قشر مغز در طول بازیابی حافظه عمل کنند. طبق این نظریه به اصطلاح نمایه سازی ، کل قسمت با دوست شما در کافی شاپ با مجموعه ای از نورون های هیپوکامپ نشان داده می شود (شکل (a.1a1)). برخلاف نورون‌های مفهومی، این نورون‌های خاص قسمت (ESN) در پاسخ به پیوند همه اطلاعات متنوع در یک قسمت و نه در پاسخ به عناصر محتوای منفرد، فعال می‌شوند. با وجود مدل‌های محاسباتی که به وجود ESNs اشاره می‌کنند، تا به امروز هیچ مدرکی برای چنین کد پیوندی پراکنده در انسان وجود ندارد. در کار حاضر، ما از وجود این کد حافظه اپیزودیک محتوی آگنوستیک که از طریق ESN ها پیاده سازی شده است، پشتیبانی می کنیم. ما از ضبط‌های میکروسیم داخل جمجمه‌ای برای بررسی الگوهای فعال سازی نورون‌ها در هیپوکامپ انسان استفاده کردیم و این فرضیه را مطرح کردیم که تعداد قابل توجهی از نورون‌های هیپوکامپ نرخ فعالسازی خود را در یک قسمت خاص (یعنی فعالسازی در طول رمزگذاری و بازیابی) دوباره برقرار می‌کنند.

نکته مهم این است که این ESN ها برای عناصر پیوندی موجود در یک قسمت کد می کنند و برای عناصر جداگانه در یک قسمت تنظیم نمی شوند. وجود ESN ها مانع از مشارکت نورون های مفهومی در پردازش حافظه اپیزودیک نمی شود. با این حال، بررسی نقش نورون های مفهومی در خاطرات اپیزودیک فراتر از محدوده این کار است. به عنوان تجزیه و تحلیل کنترل، ما بررسی کردیم که آیا این فعالیت یکدفعه ای را می توان با پاسخ آنی به عناصر ثابت خاص توضیح داد، همانطور که در نورون های مفهومی رخ می دهد، یا با ترجیح زمانی، همانطور که در سلول های زمانی (TCs) رخ می دهد.

ما دو آزمایش جداگانه ضبط شده را تجزیه و تحلیل کردیم ، در طول مرحله رمزگذاری آزمایش ۱، شرکت کنندگان یک داستان ذهنی واضح متشکل از یک نشانه حیوان و دو تصویر مرتبط (دو چهره، دو مکان یا یک صورت و یک مکان) ایجاد کردند. در مقابل، آزمایش ۲ شامل یک نشانه و یک تصویر مرتبط (هر دو حیوان، صورت یا مکان) بود. مراحل رمزگذاری و یادآوری آزمایش با یک کار کوتاه حواس‌پرتی همراه بود که در آن شرکت‌کنندگان باید قضاوت می‌کردند که آیا یک سری از ۵۱ عدد فرد یا زوج هستند. مرحله حواس‌پرتی بین ۳۴,۲۲ ثانیه و ۲۵,۴۲۲ ثانیه (مدت زمان متوسط، ۹۱,۲۴ ثانیه) به طول انجامید. در طول مرحله یادآوری، نشانه حیوان دوباره ارائه شد و از شرکت کنندگان خواسته شد تا تصویر(های) مرتبط را بازیابی کنند. آزمایش‌ها به صورت خودکار انجام می‌شدند و هر قسمت فقط یک بار آموخته و بازیابی شد. شرکت کنندگان به طور متوسط ۸۳,۸۶٪ از قسمت های آزمایش اول و به طور متوسط ۳۶,۵۶٪ از قسمت های آزمایش دوم را به درستی به خاطر آوردند. این به طور قابل توجهی بیشتر از آن چیزی است که به طور تصادفی انتظار می رفت (به ترتیب ۷,۶۱٪ و ۵۲٪).

با استفاده از یک الگوی حافظه اپیزودیک انجمنی در بیماران مبتلا به صرع انسانی، نورون‌های هیپوکامپ را شناسایی کردیم که در طول رمزگذاری اولیه یک قسمت منحصر به فرد فعال هستند و بعداً هنگام یادآوری موفقیت‌آمیز همان قسمت، نرخ فعالسازی خود را بازیابی می‌کنند. ما این نورون ها را ESN می نامیم. فعالیت این نورون ها را نمی توان با افزایش سرعت فعالسازی به سمت تصاویر یا نقاط زمانی خاص توضیح داد. این نتایج در دو آزمایش مستقل تکرار شد و در برابر تغییرات در نحوه اندازه‌گیری مجدد و همچنین تغییرات در فضای فراپارامتر قوی بود.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که نورون‌های مفهومی سرعت فعالسازی خود را در حین بازیابی حافظه افزایش می‌دهند، زمانی که تصویری که روی آن تنظیم می‌شود بخشی از حافظه باشد. ما از دو رویکرد استفاده کردیم تا اطمینان حاصل کنیم که ESN هایی که شناسایی کردیم، نورون های مفهومی نیستند که به طور انتخابی به عناصر بصری یا مفاهیم معنایی پاسخ دهند. اول، در

آزمایش ۱، ما ESN هایی را که از نظر بصری به ارائه نشانه حیوان در رمزگذاری پاسخ می دادند، حذف کردیم. دوم، پس از تکلیف حافظه اپیزودیک در آزمایش ۲، شرکت کنندگان یک کار تنظیم بصری را با استفاده از تمام محرک های ارائه شده قبلی انجام دادند. این یک روش استاندارد برای شناسایی نورون‌های مفهومی است و به ما اجازه می‌دهد تا قسمت‌هایی را که در آن یک نورون تنظیم بصری را به نشانه یا تصویر مرتبط نشان می‌دهد، حذف کنیم. با استفاده از این رویکرد، ما نتایج خود را از آزمایش ۱ در نمونه جدیدی از بیماران تکرار کردیم و تعداد قابل توجهی از ESN ها را یافتیم و همچنین تأیید کردیم که این نورون ها به طور انتخابی به عناصر بصری یا مفاهیم معنایی پاسخ نمی دهند. در مجموع، این تحلیل‌ها این استدلال را تقویت می‌کنند که ESNها مربوط به حافظه هستند.

وجود ESN ها نورون های مفهومی را از ایفای نقش در فرآیندهای حافظه اپیزودیک محروم نمی کند. نورون های مفهومی ممکن است جنبه معنایی یک قسمت (یعنی مفهوم کلی «کافی شاپ») را رمزگذاری کنند. با این حال، طبق نظریه نمایه سازی، نورون های هیپوکامپ که این عملکرد نمایه سازی را انجام می دهند، نباید تنظیم اولیه داشته باشند و در طول شکل گیری حافظه به یک قسمت خاص (یعنی کافی شاپ در یک محیط خاص) اختصاص داده می شوند. رفتار ESN ها با چنین تابع نمایه سازی سازگار است و ممکن است اطلاعات ویژه رویدادهای مهمی را به یک قسمت اضافه کند، که نورون های مفهومی نمی توانند خودشان را رمزگذاری کنند. ما هنگام حذف چند واحد بالقوه در آزمایش اول، تعداد قابل توجهی از ESNها را یافتیم. با این حال، در آزمایش دوم، ما فقط یک روند آماری برای تعداد قابل توجهی از ESN به دست آوردیم. این احتمالاً به این دلیل بود که این محدودیت منجر به تعداد بسیار کمی نورون‌های منفرد در آزمایش دوم شد و در نتیجه قدرت آماری را کاهش داد.

نظریه نمایه سازی پیشنهاد می کند که این مکانیسم کدگذاری منحصر به هیپوکامپ است. در همین راستا، ما تعداد قابل توجهی ESN را در پاراهیپوکامپ پیدا نکردیم این نشان می دهد که بازیابی عصبی هیپوکامپ ممکن است بدون بازیابی حافظه رفتاری رخ دهد. این می تواند به دلیل اختلال در پردازش پایین دست باشد (یعنی به دلیل تداخل یا توجه انتخابی). متناوبا، ممکن است در برخی موارد در حین رمزگذاری حافظه، شرکت‌کنندگان یک خاطره اپیزودیک ایجاد کنند که محرک‌های مرتبط ارائه شده را در بر نداشته باشد. در حالی که بازیابی منجر به بازیابی عصبی می شود، شرکت کنندگان نمی توانند تصاویر مرتبط صحیح را انتخاب کنند. توضیح احتمالی دیگر برای این یافته این است که تعداد نسبتاً کمتری از اپیزودهای فراموش شده منجر به قدرت ناکافی برای شناسایی تعداد قابل توجهی از ESN هایی می شود که برای قسمت های فراموش شده بعدی کد می کنند.

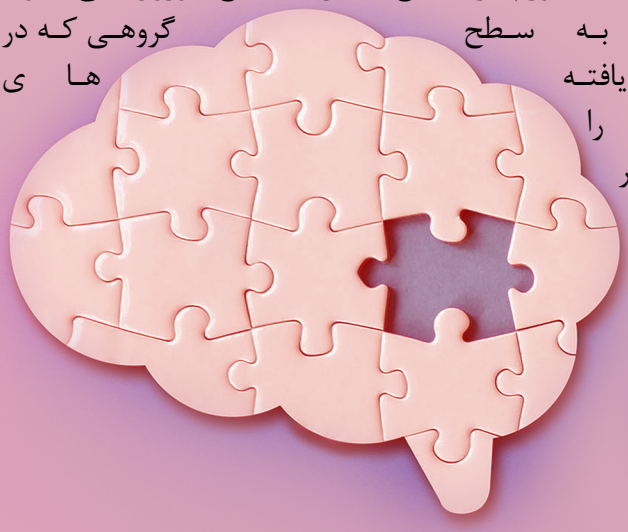
ما دریافتیم که ESN ها نسبت به سایر نورون ها شکل موج گسترده تری دارند، که نشان می دهد از نظر فیزیولوژیکی با سایر نورون های منفرد متفاوت هستند. به طور خاص، شکل موج گسترده تر ESN ها نشان می دهد که آنها احتمالاً سلول های تحریک کننده هستند. از طرف دیگر، ممکن است ESN ها و نورون ها با شکل موج باریک تر در زیر زمینه های مختلف هیپوکامپ قرار داشته باشند. متأسفانه، با روش‌های فعلی، ما دقت لازم برای تعیین نورون‌ها را برای زیرفیلدهای جداگانه نداریم. یکی از محدودیت های مطالعه فعلی این است که هر رویداد فقط یک بار رمزگذاری و بازیابی شده است. با این حال، ماهیت خاطرات اپیزودیک، یادگیری یک شات و توانایی متعاقب آن انجام سفر ذهنی در زمان است. هر بستر عصبی که از این عملکرد پشتیبانی می کند باید پس از یک دوره یادگیری و پس از آن بازیابی یک قسمت واحد رخ دهد. روش ما به این ویژگی اساسی احترام می گذارد، که مشخصه مشخص حافظه اپیزودیک است همانطور که در ابتدا توسط اندل تولوینگ بیان شد. مسلماً، طراحی مکرر امکان شناسایی ESN قابل اعتمادتر را فراهم می کرد. با این حال، هر فعال سازی مجدد حافظه منجر به شکل پذیری گذرا ردیابی حافظه می شود تا زمانی

که دوباره تثبیت شود. در طول این پنجره زمانی، ممکن است تغییرات عمیقی در نورون‌هایی که ردیابی اولیه حافظه را کد می‌کنند رخ دهد. برای جلوگیری از این سردرگمی بالقوه، هر قسمت فقط یک بار در آزمایش‌های حاضر آموخته و بازیابی می‌شود. بنابراین، پایداری ESN ها نسبت به فعال سازی مجدد مکرر و دوره های طولانی، موضوع جالب تحقیق برای مطالعات آینده باقی می ماند.

نتایج ما با مطالعات قبلی با استفاده از MRI عملکردی مطابقت دارد که نشان‌دهنده بازگرداندن فعالیت خاص مورد در هیپوکامپ است که در آن بازنمایی‌های مشابه با الگوهای فعالیت متمایز مرتبط هستند. این یافته‌ها حاکی از یک کد عصبی خاص قسمتی است که با نتایج ما مطابقت دارد. با این حال، به دلیل وضوح درشت MRI عملکردی، این نتایج قبلی نمی‌توانند ابهام کنند که آیا این کد ویژه رویداد توسط جمعیتی از نورون‌های مفهومی ویژه هدایت می‌شود یا اینکه آیا توسط جمعیتی از نورون‌های نمایه‌ساز رویداد خاص هدایت می‌شود. ما در اینجا شواهدی برای دومی ارائه می دهیم.

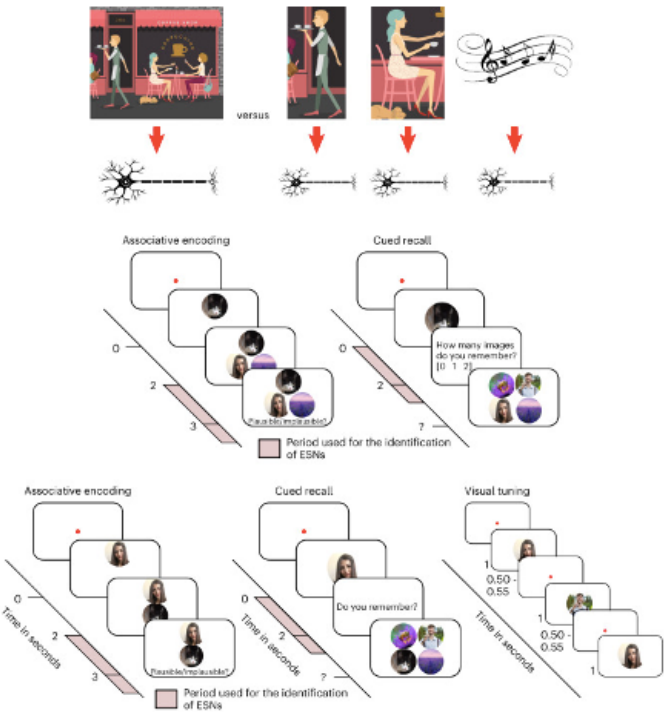
کار قبلی داخل جمجمه ای تعداد زیادی نورون مختلف را شناسایی کرده است که مرزهای اپیزود و شروع رویداد و همچنین تازگی یا آشنایی را شناسایی می کنند. کار اخیر نشان داد که این یک سیگنال عمومی است که می تواند در سراسر مغز مشاهده شود و منحصر به هیپوکامپ نیست. این نوع سلول ها عموماً نه به طور خاص به یک قسمت خاص، بلکه در بسیاری از قسمت های فعالسازی می شوند. تحقیقات قبلی بازگرداندن فعالیت عصبی را در هنگام رمزگذاری و تشخیص صحنه با در نظر گرفتن فعالیت همه نورون‌های ثبت‌شده (یعنی فعالیت جمعیت) اندازه‌گیری کرد. در مقابل، اکثریت قریب به اتفاق ESNهایی که در آزمایش‌های ما شناسایی شدند، برای یک قسمت کدگذاری کردند، و ما نشان دادیم که بازیابی عصبی در سطح تک‌نورون اتفاق می‌افتد. مطابق با یافته‌های ما، کار اخیر یک سیگنال تشخیص حافظه پراکنده و خاص را شناسایی کرد که منحصر به هیپوکامپ بود. مهمتر از همه، ما انتظار داریم که یک قسمت توسط مجموعه ای از ESN ها کدگذاری شود که به دلیل تعداد محدودی از نورون هایی که می توان با روش های موجود در حال حاضر ضبط کرد، فقط یکی از آنها را نمونه برداری کردیم.

یافته‌های ما مطابق با کار قبلی است که نشان می‌دهد خاطرات اپیزودیک در هیپوکامپ به روشی پراکنده و پراکنده کدگذاری شده‌اند. با این حال، دلایل مختلفی وجود دارد که چرا ما از هرگونه ادعایی در مورد پراکندگی در مطالعه حاضر خودداری می کنیم. یک کد عصبی می تواند به دو صورت پراکنده باشد. کد عصبی می‌تواند جمعیتی پراکنده باشد، که زمانی اتفاق می‌افتد که درصد کمی از نورون‌ها به یک محرک معین پاسخ می‌دهند. همچنین می‌تواند در طول عمر پراکنده باشد، که به درصد پایینی از محرک‌ها اشاره دارد که یک نورون معین به آن پاسخ می‌دهد. از یک طرف، ما به طور مصنوعی پراکندگی طول عمر (و با گسترش پراکندگی جمعیت) را القا کردیم زیرا (۱) نرخ فعالسازی را در طول رمزگذاری و بازیابی استاندارد کردیم و سپس (۲) این دو مقدار را ضرب کردیم. از سوی دیگر، ما پراکندگی را به شدت کاهش دادیم زیرا در هر قسمت بدون اصلاح برای مقایسه‌های متعدد، برای بازگرداندن آن آزمایش کردیم. درک این نکته بسیار مهم است که در حالی که این منجر به تورم در سطح α در سطح نورون می شود، این به سطح گروهی که در آن یافته ها ی خود را تفسیر می کنیم



گسترش نمی یابد.

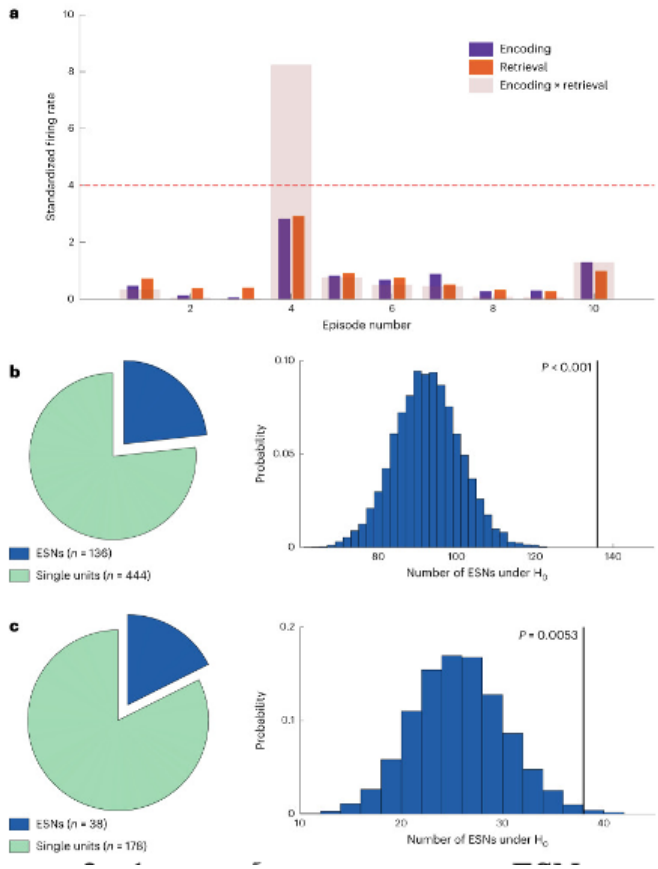
در نتیجه، ما نورون‌هایی را در هیپوکامپ پیدا کردیم که در پاسخ به یک ترکیب خاص از عناصر در یک قسمت منحصر به فرد، بازگرداندن فعالسازی را نشان می‌دهند. این ESN ها در پاسخ به مفاهیم فردی (نورون های مفهومی) یا نقاط زمانی خاص و تکرار شونده (TCs) فعال نشدند. ما پیشنهاد می کنیم که در طول شکل گیری حافظه، مجموعه ای از ESN ها به عنوان یک اشاره گر یا شاخص عمل می کند که در ابتدا عناصر یک قسمت را به هم متصل می کند، مطابق با نظریه نمایه سازی. فعال‌سازی مجدد این اشاره‌گر به ESNها اجازه می‌دهد تا حافظه اپیزودیکی که قبلاً کدگذاری شده‌اند را بازیابی کنند. نکته مهم این است که از آنجایی که ESN ها قسمت های منحصر به فرد را بازیابی می کنند، دارای یک جزء زمان و محتوا هستند. با این حال، به جای انعکاس مکانیسم کدگذاری زیربنایی، این جنبه زمانی و محتوایی لزوماً از کد پیوندی یک قسمت بیرون می آید که از نظر محتوا و زمان منحصر به فرد است.



شکل.۱

تفاوت بین تئوری نمایه سازی و کدگذاری هیپوکامپ مبتنی بر نورون مفهومی خاطرات اپیزودیک و روش های آزمایش ۱ و ۲.

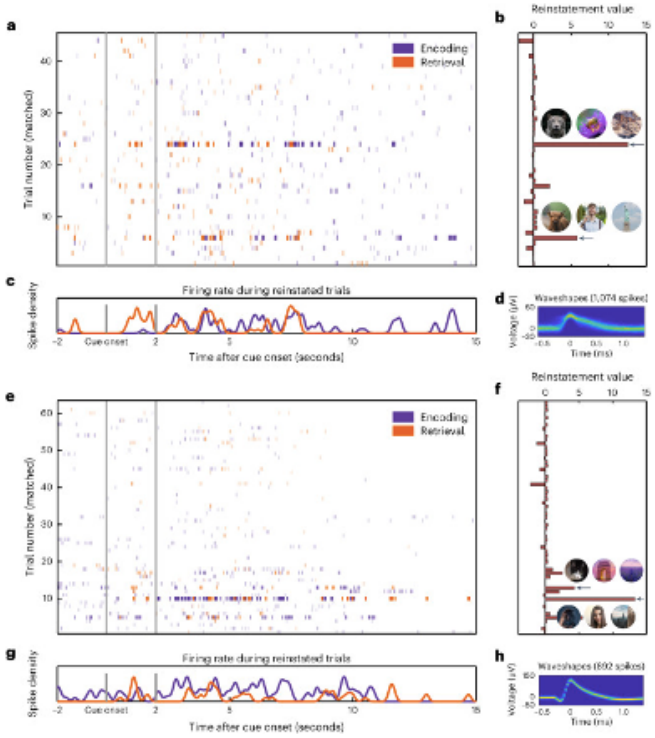
a، سمت چپ، نظریه نمایه‌سازی پیشنهاد می‌کند که نورون‌های هیپوکامپ یک کد پیوندی را نشان می‌دهند که به‌عنوان نشانگر عناصر مختلف یک قسمت (بوی قهوه، دوست شما، موسیقی پس‌زمینه، کافه و غیره) عمل می‌کنند تا اینکه مستقیماً برای کدنویسی برای خود عناصر. درست است، تصور می‌شود که نورون‌های مفهومی در هیپوکامپ برای عناصر یا مفاهیم خاص کدنویسی می‌کنند. در این چارچوب، گروهی از نورون‌ها به طور جمعی یک حافظه اپیزودیک را کد می‌کنند، که هر نورون نشان‌دهنده یک عنصر خاص در آن قسمت است (یعنی یک نورون برای قهوه کد می‌کند، یک نورون دیگر برای دوست شما کد می‌کند و به همین ترتیب). توجه به این نکته مهم است که یک شاخص یا یک مفهوم احتمالاً توسط مجموعه ای از نورون ها کدگذاری می شود، نه یک نورون واحد. b، رویه آزمایش ۱. شرکت کنندگان یک قسمت واضح را با یک نشانه حیوان و دو تصویر مرتبط (دو چهره، دو مکان یا یک صورت و یک مکان) تصور کردند، امکان پذیر بودن آن را ارزیابی کردند و بعداً هنگامی که با حیوان نشانه گرفتند، تصاویر مرتبط را به یاد آوردند. نشانه آزمایش به صورت خودکار انجام شد و هر قسمت یک بار آموخته و آزمایش شد. این رویکرد برای بررسی حافظه اپیزودیک که در ابتدا توسط تولوینگ در سال ۲۷۹۱ تعریف شد مناسب است. پس از هر بلوک رمزگذاری تقریباً ۰۲ قسمتی، شرکت کنندگان یک کار کوتاه حواس پرتی را انجام دادند. نواحی صورتی نشان دهنده پنجره‌های زمانی مورد استفاده برای تحلیل های بعدی (روش ها) است c.، رویه آزمایش ۲. سمت چپ، وظیفه حافظه تا حد زیادی مانند آزمایش ۱ (b) بود، اما رویدادها یک نشانه و یک تصویر مرتبط داشتند (هم حیوان، یک صورت یا یک مکان). درست، بعد از کار حافظه، شرکت‌کنندگان یک کار تنظیم بصری بدون حافظه را انجام دادند که در آن محرک‌های نشان داده شده قبلاً چندین بار پشت سر هم ارائه می‌شدند. این رویکرد به طور سنتی برای شناسایی نورون های مفهومی فرضی استفاده می شود.



شکل ۲

شماتیک تجزیه و تحلیل و تعداد ESNهای شناسایی شده در آزمایشات ۱ و ۲.

a، شماتیکی برای شناسایی ESN ها. نمودار نرخ شلیک با امتیاز z را در محور y برای ده قسمت شبیه سازی شده در محور x با کد رنگی برای رمزگذاری و بازیابی (به ترتیب بنفش و نارنجی) نشان می دهد. نوارهای شفاف شامل رمزگذاری و بازیابی محصول کدگذاری و نرخ شلیک بازیابی را نشان می‌دهند که به عنوان معیار بازگردانی شلیک خاص قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. خط قرمز نقطه چین آستانه را نشان می دهد (برگرفته از یک روش درهم ریختن؛ روش ها). به دلیل نحوه تعریف ESNها، آنها باید در طول رمزگذاری و بازیابی به طور قابل توجهی بالاتر از میانگین سرعت فعالسازی خود فعالیت کنند، که این امر نورون هایی را که معمولاً در طول قسمت های به یاد ماندنی نرخ فعالسازی افزایش یافته را نشان می دهند، رد می کند. b، ESN های شناسایی شده در طول آزمایش ۱. سمت چپ، تعداد ESN هایی که بازگرداندن فعالیت قابل توجهی را به حداقل یک قسمت (آبی تیره) نشان دادند و تعداد نورون هایی که بازگرداندن فعالسازی را نشان ندادند (سبز). درست است، تعداد ESN های مورد انتظار تصادفی و تعداد تجربی ESN ها (۶۳۱ از ۵۸۵ نورون؛ $P < 0.001$؛ تست جایگشت یک طرفه). c، همان b اما برای آزمایش ۲. از مجموع ۶۱۲ نورون هیپوکامپ، ما ۸۳ ESN را شناسایی کردیم ($P = 0.0053$؛ تست جایگشت یک طرفه).

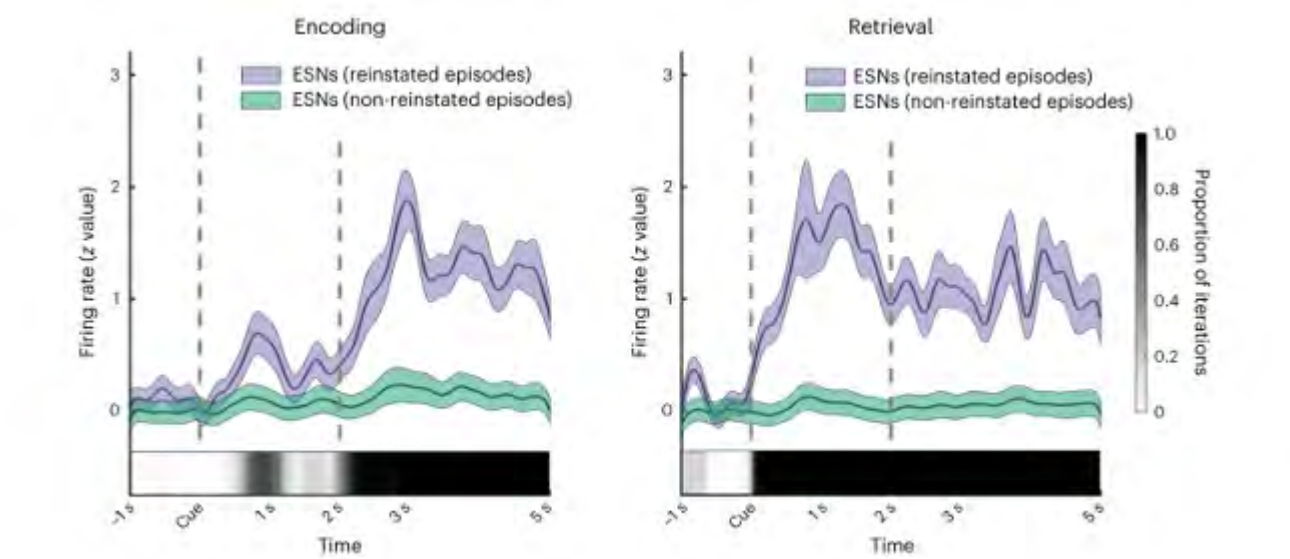


شکل ۳

الگوهای شلیک برای دو نمونه ESN.

a، طرح شطرنجی پیک. هر خط نشان دهنده یک پیک است. زمان در محور x و قسمت ها در محور y نشان داده می شوند. خطوط با رنگ بنفش برای رمزگذاری و نارنجی برای بازیابی کدگذاری شده اند. شفافیت با توجه به مقادیر بازگردانی در آن قسمت خاص تنظیم می شود. b، مقادیر بازگردانی و نشانه های حیوانی با تصاویر مرتبط مربوطه برای قسمت های بازگردانده شده (با فلش های سیاه نشان داده شده است). c، نمودار تراکم پیک برای

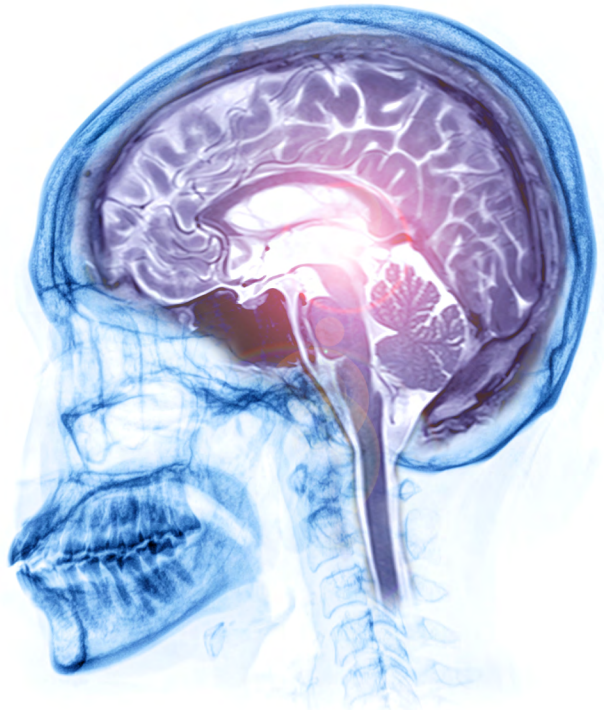
اپیزودهـای بازسـازی شـده. توجـه داشـته باشـید کـه آزمایـش به صـورت خـودکار انجام می شـود و طول قسـمت متفـاوت اسـت. d، هیسـتوگرام ۲ بعدی شـکل مـوج آن واحد خـاص۷۴. e–h، همان a–d اما بـرای مثال متفاوت ESN. تصاویر اصلی به دلیل مشکلات کپی رایت جایگزین شده اند.



شکل ۴

نـرخ شـلیک ESN ها در طول قسـمت هـای بازیابی شده و بازگردانده نشده.

نـرخ شـلیک ESN ها (n = ۱۳۶) از شـروع نشـانه تا پنـج ثانیـه بعد در طـول رمزگـذاری حافظـه (چپ) و بازیابـی (راسـت). مـا از یـک روش بـوت اسـترپینگ بـرای اطمینـان از تعـداد مسـاوی اپیزودهـای بازیابی شـده و غیربازیابـی شـده بـرای هـر ESN اسـتفاده کردیـم، و بـه دنبـال آن آزمـون جایگشـت مبتنـی بر خوشـه ۶۴ محاسبه شـد. نسـبت تکرارهایی که شامل یـک خوشـه قابـل توجـه در یـک نقطـه زمانـی خاص هسـتند، بـا رنـگ خاکسـتری در پاییـن هـر نمـودار نشـان داده مـی شـود. مناطـق سـایه دار رنگی نشـان دهنـده s.e.m. کـه در تمام ESN ها محاسـبه شـد. هنـگام محاسـبه s.e.m، تعداد مسـاوی قسـمت‌های بازگردانده‌شـده و بازگردانده‌نشـده در هـر ESN را تضمین کردیم. با استفاده از روش بوت استرپینگ.





جهان صداها و راز گفت و گوی گیاهان

جهان صداها و رازهای مگوی آن همواره برای انسان همراه با شگفت‌زدگی و شاید ترس بوده‌است. ترس از صداهایی که قادر به شنیدن آن‌ها نیست و اسراری که در این صداها نهفته است. انسان قادر به شنیدن طیف محدودی از طول موج هاست و تا مدت‌ها متصور بود، قابلیت شنیدن تمام اصوات جهان را دارد. اما بعدها با ساخت دستگاه‌های اندازه‌گیری و سنسورها، مشخص شد حیوانات صداهایی از خود تولید می‌کنند که فراصوت بوده و گوش ما قادر به شنیدن آنها نیست. اما گیاهان همچنان به عنوان موجودات ساکت و البته پراهمیت سیاره شناخته می‌شوند. پس از مطالعات روی گیاهان، مشخص شد آن‌ها قادر به برقراری ارتباط با یکدیگر از طریق تولید مواد شیمیایی و یا تغییرات فنوتیپی دیگر هستند !

در سال ۱۹۱۴ ، دیکسون[1] متوجه شد گیاهان تحت تنش خشکی قادر به تولید صدا هستند! او با یک آزمایش سعی در یافتن مکانیسم تولید این صدا بود. او لوله‌ای موییـن برداشته و در آن شیره گیاهی ریخته و دو طرف لوله را مهر و موم کرد.پس از دادن گرما به لوله، مشاهده کرد حباب هوا در بین شیره به‌وجود می‌آید که ترکیدن آن سبب تولید صدایی کلیک‌مانند می‌شود.

در سال ۱۹۶۶، پس از اختراع دستگاه ردیاب ارتعاش، میلبورن و جانسون[2] توانستند صدای کلیک‌مانند را با دستگاه ضبط کنند. اما این شروع راهی پر اعجاب برای محققان بعدی بود. پس از آن دانشمندان شروع به بررسی تاثیر امواج روی گیاهان کردند که نتایج این تحقیقات اکنون به گوش اغلب افراد رسیده‌است. موسیقی روی رشد گیاهان و مقاومت آن‌ها تاثیر مثبتی دارد. بنابراین گیاهان از طریق روش‌های مختلف، قابل به حس کردن امواج هستند و بیان ژن خود را تغییر می‌دهند. اما تا به امسال، تحقیقات گسترده روی امواج صوتی که از

1.Dixon

2. Milburn, J. A., & Johnson

گیاهان تولید می‌شود و توسط هوا پخش می‌شود انجام نگرفته‌بود.

امروزه محققان دریافته‌اند که گیاهان تنباکو و گوجه‌فرنگی که تحت فشار قرار گرفته‌اند، صداهایی شبیه به بیرون ریختن حباب‌ها منتشر می‌کنند. این صداهای اولتراسونیک که برای انسان قابل شنیدن نیست، ممکن است توسط حشرات، پستانداران دیگر و احتمالاً گیاهان دیگر قابل تشخیص باشد. صداها می‌توانند ابزاری برای برقراری نوعی ارتباط باشند که حاوی اطلاعاتی در مورد سطوح تنش گیاه هستند. این تیم با استفاده از میکروفون، صداهای گیاهان سالم و تحت استرس را ضبط کردند. آن‌ها از میکروفون‌ها برای ضبط امواج گیاهان گوجه‌فرنگی و تنباکوی سالم و تحت استرس استفاده کردند. ابتدا گیاهان را در یک محفظه آکوستیک عایق صدا قرار دادند و سپس در محیط گلخانه‌ای پر سر و صدا نیز آزمایش را انجام دادند. آنها گیاهان را به دو روش تحت فشار قرار دادند: آبیاری نکردن به مدت چند روز و قطع کردن ساقه آن‌ها. پس از ثبت گیاهان، محققان یک الگوریتم یادگیری ماشینی را برای تمایز بین گیاهان بدون تنش، گیاهان تشنه و گیاهان بریده آموزش دادند.

این تیم دریافتند که گیاهان تحت استرس نسبت به گیاهان بدون تنش صداهای بیشتری منتشر می‌کنند. صداهای گیاهان شبیه صدای پاپ یا کلیک است و تنها یک گیاه تحت تنش حدود ۳۰ تا ۵۰ کلیک در ساعت در فواصل ظاهراً تصادفی منتشر می‌کند، اما گیاهان بدون تنش صداهای بسیار کمتری را منتشر می‌کنند. هادانی[3] می‌گوید: «وقتی گوجه‌فرنگی‌ها اصلاً استرس ندارند، بسیار آرام هستند. پس اکنون که می‌دانیم گیاهان صداها را منتشر می‌کنند، سؤال بعدی این است که چه کسی ممکن است گوش دهد؟ ما در حال حاضر در حال بررسی واکنش سایر موجودات، اعم از حیوانات و گیاهان، به این صداها هستیم و همچنین در حال بررسی توانایی خود برای شناسایی و تفسیر صداها در محیط‌های کاملا طبیعی هستیم.»

این یافته‌ها فرصت‌های جدیدی را برای درک ارتباطات گیاهی باز می‌کند و کاربردهای بالقوه‌ای در کشاورزی برای نظارت بر هیدراتاسیون[4] محصول و بهینه‌سازی سیستم‌های آبیاری دارد.

3. Hadany

4. Hydratation

سفری شگفت‌انگیز به دنیای حرکت‌های سریع

An amazing journey into the world of fast movements



سفری شگفت‌انگیز به دنیای حرکت‌های سریع

در دنیای شگفت‌انگیز حیوانات، سرعت نه تنها برای بقا، بلکه برای تولید مثل و موفقیت در رقابت نیز حیاتی است. از فرار از شکارچیان غول‌پیکر گرفته تا شکار طعمه‌های چابک، جانوران به طیف وسیعی از سازگاری‌های شگفت‌انگیز برای جابجایی سریع و کارآمد تکیه می‌کنند. در میان این سازگاری‌ها، مکانیسم‌های شتاب که به حیوانات اجازه می‌دهند در کسری از ثانیه به سرعت‌های باورنکردنی برسند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردر هستند

جهش سوسک‌های فنری: شاهکار مهندسی در دنیای حشرات

یکی از بارزترین نمونه‌های مکانیزم‌های شتاب، جهش سوسک‌های فنری است. این حشرات کوچک با استفاده از یک سیستم پیچیده از عضلات، قفل‌ها و فنرها، می‌توانند با سرعتی خیره‌کننده از زمین جدا شوند. در واقع، شتاب سوسک‌های فنری در هنگام جهش، می‌تواند تا ۳۰۰ برابر شتاب گرانش زمین باشد!

راز این شتاب فوق‌العاده در مکانیزم منحصر به فردی نهفته است که به آن «قفل شدن و رها شدن» می‌گویند. در این فرآیند، سوسک با انقباض عضلات خود، انرژی را در یک قفل و فنر داخلی ذخیره می‌کند. سپس، با رها شدن ناگهانی قفل، این انرژی ذخیره‌شده به طور انفجاری آزاد می‌شود و بدن سوسک را با شتابی باورنکردنی به سمت بالا پرتاب می‌کند.

انفجار عضلانی قورباغه‌ها: پرش به سوی طعمه یا فرار از خطر

قورباغه‌ها نیز از قهرمانان دنیای شتاب در میان جانوران هستند. این موجودات دوزیست با استفاده از حرکات انفجاری عضلات پاهای خود، می‌توانند در کسری از ثانیه به سمت طعمه یا دور از خطر بپرند.

مکانیسم شتاب قورباغه‌ها مشابه سوسک‌های فنری است، با این تفاوت که به جای قفل و فنر، از عضلات قدرتمند پا و تاندون‌های ارتجاعی استفاده می‌کنند. در هنگام پرش، قورباغه عضلات پاهای خود را به سرعت منقبض می‌کند و انرژی را در تاندون‌ها ذخیره می‌کند. سپس، با رها شدن ناگهانی این انرژی، قورباغه با شتابی چشمگیر به سمت جلو پرتاب می‌شود.

حرکات هیدرولیکی اختاپوس: قدرت و ظرافت در زیر آب

در دنیای زیر آب نیز، اختاپوس‌ها با حرکات هیدرولیکی شگفت‌انگیز خود، شگفتی‌ها را خلق می‌کنند. این موجودات بی‌مهره با استفاده از عضلات قدرتمند خود، آب را به داخل کیسه‌های عضلانی خود پمپ می‌کنند. با انقباض ناگهانی این کیسه‌ها، جت‌های قدرتمندی از آب با سرعت بالا خارج می‌شوند و اختاپوس را به سمت جلو، عقب یا هر جهتی که می‌خواهد، هدایت می‌کنند.

حرکات انفجاری مورچه‌های جهنده: غول‌های کوچک با جهش‌های بزرگ

مورچه‌های جهنده، با وجود جثه کوچک خود، می‌توانند تا ۲۰ برابر طول بدن خود به هوا بپرند. این پرش‌های شگفت‌انگیز به آنها کمک می‌کند تا از موانع عبور کنند؛ به لانه خود برسند یا از شکارچیان فرار کنند.

مکانیسم شتاب مورچه‌های جهنده نیز سوسک‌های فنری و قورباغه‌ها است. با استفاده از عضلات قدرتمند پاهای خود، انرژی را در تاندون‌ها ذخیره می‌کنند و با رها شدن ناگهانی این انرژی، با شتابی باورنکردنی به سمت بالا پرتاب می‌شوند.

درک مکانیسم‌های شتاب در جانوران نه تنها از نظر علمی جذاب است؛ بلکه کاربردهای عملی نیز دارد. این دانش می‌تواند به توسعه فناوری‌های جدید، مانند ربات‌های بیومیمتیک یا دستگاه‌های پزشکی، کمک کند.

به عنوان مثال، دانشمندان با مطالعه مکانیسم شتاب سوسک‌های فنری، می‌توانند ربات‌هایی بسازند که با سرعتی باورنکردنی از موانع عبور کنند یا از خطر نجات پیدا کنند.





هوش مصنوعی و نجات گونه‌های در حال انقراض

Artificial intelligence and saving endangered species

از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، نظارت و شناسایی روند شرایط اکوسیستم‌ها استفاده می‌شود. محققان برای نظارت بر تنوع زیستی و افزایش فعالیت و حمایت سازمان‌ها و مردم، جهت کمک به گونه‌های در خطر انقراض، به هوش مصنوعی[1] روی می‌آورند. برخلاف روش‌های مرسوم که می‌توانند اکوسیستم‌ها را مختل کنند و یا به زمان، نیروی کار و منابع قابل‌توجهی احتیاج داشته باشند، هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که به سرعت و به طور موثر مقادیر زیادی از داده‌های مورد مطالعه را تجزیه و تحلیل کند.

کارل چالمرز[2] محقق یادگیری ماشین در Conservation AI ، می‌گوید: «بدون هوش مصنوعی، ما هرگز به اهداف سازمان ملل برای حفاظت از گونه‌های در خطر انقراض نخواهیم رسید.» این شرکت خصوصی در لیورپول انگلستان، از فناوری هوش مصنوعی برای پروژه‌های زیست‌محیطی مختلف استفاده می‌کند. آنها توانسته‌اند با بهره گیری از هوش مصنوعی، حافظان و دوست داران محیط زیست را با ابزارهای پیشرفته‌ای مجهز کنند تا بتوانند در حفاظت از اکوسیستم تصمیم گیری‌های آگاهانه و اقدامات فوری را انجام بدهند.

امروزه سرعت انقراض گونه‌ها نسبت به میلیون‌ها سال پیش صد تا هزاران برابر بیشتر شده‌است و تا یک میلیون گونه در آستانه انقراض قرار دارند. برای مقابله با این رشد، سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۰ هدفی را برای حفاظت از حداقل ۳۰ درصد از خشکی‌ها و اقیانوس‌ها تا پایان این دهه تعیین کرده‌است.

نیکولاس میایله[3] بنیانگذار Future Society در پاریس است. این شرکت، یک شرکت بین‌المللی با هدف مدیریت بهتر هوش مصنوعی است. میایله هوش مصنوعی را «ناکامل» می‌داند ولی بر این باور است که هوش مصنوعی تسریع بخش اکتشافات مهم خواهد بود. در این روند ما برای طراحی مدل‌ها و همچنین جمع‌آوری، برچسب‌گذاری، بررسی کیفیت و تفسیر داده‌ها، به متخصصان انسانی نیاز داریم.

آنالیز صدای محیط[4]

بسیاری از گروه‌های طبقه‌بندی، از جمله دوزیستان، پرندگان، پستانداران و حشرات، بخش قابل‌توجهی از گونه‌هایی را شامل می‌شوند که صدا تولید می‌کنند یا از صدا برای برقراری ارتباط استفاده می‌کنند، و صوت‌شناس‌ها این گروه‌ها را به ابزاری ویژه برای پاسخ‌های تنوع زیستی تبدیل می‌کنند. تنوع صوتی، که از طریق شاخص اشباع طیف صوتی بیان می‌شود، با کاهش و از دست رفتن جنگل‌ها ارتباط مستقیمی دارد. در پورتوریکو[5]، طیف‌های صوتی کیفیت خود را ازدست داده‌بودند ولی پس از یک طوفان بزرگ تا حدودی بهبود یافتند، که نشانگر رشد مجدد این جانوران است. در مثالی مشابه، طیف صوتی پرندگان با قطع درختان در آسیای جنوب شرقی تغییر یافت. این مطالعات نشان می‌دهد که از دست دادن و تخریب جنگل‌ها را می‌توان با استفاده از طیف صوتی ردیابی کرد، اما فعلا ثابت نشده‌است که آیا طیف صوتی به طور قابل اعتمادی احیای تنوع زیستی جانوران در جنگل‌های استوایی را توضیح می‌دهد یا نه؟

یورگ مولر[6] بوم شناس در دانشگاه وورزبورگ آلمان[7] و همکارانش نشان داده‌اند که ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از صداهای ضبط شده، گونه‌های جانوری را شناسایی کرده و به کمیت تنوع زیستی در جنگل‌های استوایی کمک کند. در مطالعه‌ای که در ۱۷ اکتبر ۲۰۲۳ توسط Nature Communications منتشر شد؛ این محققان از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل صدانگاری محیطی حیوانات استفاده کردند. برای این کار، منطقه‌ای به نام چوکو[8] در اکوادور را به دلیل تنوع گونه‌های غنی‌اش انتخاب کردند. آنها ابزارهای ضبط کننده صدا را در ۴۳ جایگاه در این منطقه با خصوصیات زیر قرار دادند:

- جنگل‌هایی که دست نخورده باقی مانده بودند.
- مناطقی که پاک‌سازی شده بودند اما پس از رها شدن مجددا شروع به رشد کرده بودند.

1. Artificial Intelligent
2. Carl Chalmers
3. Nicolas Miailhe
4. Soundscape analysis
5. Puerto Rico
6. Jörg Müller
7. University of Würzburg, Germany
8. Choco



- زمین‌های جنگل‌زدایی شده که به صورت فعال برای مزارع کاکائو و مرتع استفاده می‌شدند.

آنها فایل های صوتی بدست آمده را در اختیار کارشناسان قرار داده و توانستند ۱۸۳ پرنده، ۴۱ دوزیست و ۳ گونه پستاندار را شناسایی کنند. سپس فایل‌های به‌دست آمده را جهت آنالیز به مدلی از هوش مصنوعی به نام شبکه عصبی کان ولوشنال (CNN)[9] دادند. این سامانه قبلاً برای شناسایی صداهای پرندگان توسعه داده شده بود. شبکه عصبی کان ولوشنال، توانست ۷۵ گونه از پرندگانی را که کارشناسان اطلاعات آنها را در اختیار داشتند، جداسازی کند.

یورگ مولر در این باره می‌گوید: «نتایج ما نشان می‌دهد که هوش مصنوعی برای شناسایی جامع‌تر گونه‌ها در مناطق استوایی از طریق صدا آماده است. اکنون تنها چیزی که نیاز داریم داده های اولیه است که بایستی جمع آوری شود» به نظر این تیم، استفاده از هوش مصنوعی برای تأمین بودجه پروژه‌های تنوع زیستی این جنگل‌ها الزامی می‌باشد.

آنالیز تصاویر

محققان در Conservation AI مدل‌هایی را توسعه داده‌اند که می‌توانند فیلم‌ها و تصاویر دریافتی از پهپادها یا دوربین‌های شکاری که برای شناسایی حیات‌وحش از جمله گونه‌های در معرض خطر انقراض و ردیابی حرکات حیوانات است را بررسی کنند. بدین منظور یک پلتفرم آنلاین رایگان ایجاد کردند که با استفاده از این فناوری می‌توانند تصاویر، ویدیوها یا فایل‌های صوتی را به صورت خودکار تجزیه و تحلیل کنند. بدین طریق، کاربران می‌توانند در صورت مشاهده گونه‌های مورد نظرشان در این پلتفرم، اطلاعاتی از قبیل تعداد و زمان رویت و شکل ظاهری آنها و... را بدست بیاورند.

9. Convolutional Neural Network

تاکنون، Conservation AI بیش از ۱۲,۵ میلیون تصویر را پردازش کرده و بیش از ۴ میلیون شکل ظاهری را در ۸۶ گونه، از جمله پانگولین‌های در حال انقراض در اوگاندا[10]، گوریل‌ها در گابن[11] و اورانگوتان‌ها در مالزی شناسایی کرده‌است. پل فرگوس[12]، یکی از محققان اصلی Conservation AI می‌گوید: «این پلتفرم می‌تواند برخلاف انسان که در بهترین حالت چند هزار عکس را آنالیز می‌کند؛ ده‌ها هزار تصویر را در ساعت پردازش کند.»

> فرگوس می‌گوید: «سرعت پردازش داده‌ها توسط هوش مصنوعی می‌تواند به حافظان محیط زیست اجازه دهد تا به سرعت از گونه‌های آسیب‌پذیر در برابر تهدیدات ناگهانی مانند شکار غیرقانونی و آتش‌سوزی محافظت کنند.»

علاوه بر نظارت بر تنوع زیستی، هوش مصنوعی می‌تواند جهت مدل‌سازی اثرات فعالیت‌های بشر بر روی یک اکوسیستم و بازسازی تغییرات اکوسیستم استفاده شود. محققان با استفاده از هوش مصنوعی توانسته‌اند اثر کمبود آب شیرین یک اکوسیستم در صد سال گذشته که منجر به از بین رفتن تنوع زیستی آن شده‌است را مورد بررسی قرار بدهند. اگرچه به خوبی ثابت شده است که فعالیت‌های انسانی منجر به از دست دادن تنوع زیستی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها شده‌است؛ اما اطلاعات کمی در مورد اینکه کدام عوامل محیطی بیشترین تأثیر را دارند، وجود دارد. لویزا اورسینی[13] که در دانشگاه بیرمنگام بریتانیا به مطالعه بیوسیستم‌های تکاملی[14] می‌پردازد، می‌گوید: «داده‌هایی که مربوط به بازه زمانی درازیست، جهت مرتبط ساختن تغییرات تنوع زیستی با تغییرات محیطی و تعریف اهداف محافظت‌پذیر، لازم هستند.»

اورسینی و همکارانش مدلی را توسعه دادند که تنوع زیستی را با تغییرات زیست‌محیطی پیشین خود با استفاده از هوش مصنوعی مرتبط می‌سازد. در مطالعه‌ای که در اوایل سال ۲۰۲۳ در ای لایف[15] منتشر شد، این تیم به مواد ژنتیکی که در قرن گذشته توسط گیاهان، حیوانات و باکتری‌ها در رسوبات یک دریاچه باقی مانده بود، دست یافتند. آنها با بررسی لایه های رسوبی، دی ان ای محیطی را برای تعیین توالی استخراج کردند. سپس این داده‌ها را با اطلاعات آب‌وهوایی از یک ایستگاه هواشناسی و داده‌های مربوط به آلودگی شیمیایی را با استفاده از یک سیستم هوش مصنوعی که برای مدیریت انواع مختلف اطلاعات طراحی شده بود، ترکیب کردند.

هدف این پروژه شناسایی ارتباطات موجود در میان حجم وسیع داده‌های بدست آمده، بود. در نتیجه آنها دریافتند که وجود حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها، همراه با رویدادهای شدید دمایی و بارندگی، می‌تواند تا ۹۰ درصد علت اصلی کاهش تنوع زیستی در این دریاچه باشد. جیاروی ژو[16] ، یکی از نویسندگان این مقاله می‌گوید: « ما توانستیم با یادگیری از گذشته، اهمیت رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی را برای درک عوامل موثر در کاهش تنوع زیستی توضیح دهیم.» (۱۴)

10.Uganda
11. Gabonaise
12. Paul Fergus
13. Luisa Orisini
14. Evolutionary Biosystems
15. eLife
16. Jiarui Zhou



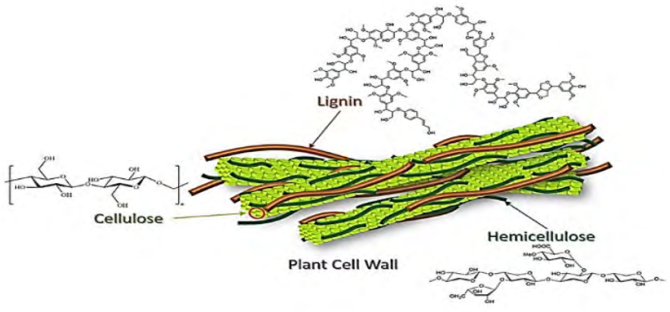
داورسانی هوشمند با نانوسلولزها

Smart drug delivery with nanocellulose

سیستم‌های سنتی داورسانی اغلب با عوارض جانبی همراه هستند؛ که عمدتاً ناشی از توزیع نامناسب و ویژگی‌های آزادسازی غیرقابل کنترل دارو می‌باشد. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، داورسانی‌های کنترل‌شده و پیشرفته برای دستیابی به آزادسازی دارو در سایت‌های هدف، به شیوه‌ای کنترل‌شده، توسعه داده شده‌اند. در مقایسه با سیستم‌های داورسانی معمولی، سیستم‌های داورسانی هوشمند می‌توانند غلظت دارو را در اندام‌ها و بافت‌های هدف برای مدت زمان طولانی‌تری حفظ کنند. از این نظر، سیستم‌های داورسانی هوشمند، خواص فوق العاده‌ای را برای کاهش نوسان غلظت دارو، کاهش سمیت دارو و بهبود اثربخشی درمانی ارائه می‌دهند.

به دلیل خواص منحصر به فرد در مقیاس نانو و عملکردهای زیستی خاص، نانومواد مختلف، مزایای جالب و فرصت‌های جدیدی را برای DDS[1]های هوشمند فراهم می‌کنند.

سلولز، به عنوان یکی از فراوان‌ترین زیست‌پلیمرهای موجود بر روی کره‌ی زمین شناخته شده و ساختار اولیه دیواره سلولی مواد لیگنوسلولزی را تشکیل می‌دهد، که از نقطه نظر ساختاری، یک هموپلی‌ساکارید خطی با وزن مولکولی بالا و متشکل از واحدهای به هم مرتبط دی‌گلوکوپیرانوز است. واحد تکرار شونده‌ی این پلیمر زنجیره‌ی بلند، دیمر گلوکز (سلوبیوز) است و هر واحد شامل شش گروه هیدروکسیل و دو پیوند گلیکوزیدی می‌باشد؛ که از طریق پیوند هیدروژنی، بین‌مولکولی و درون‌مولکولی با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند (شکل ۱) .



شکل ۱: ساختار زیست‌توده لیگنوسلولوزی

تهیه سلولز در ابعاد نانو، به دلیل عدم تجزیه سلولز در بدن و ازطرفی پیشرفت دانش نانوفناوری که منجر به ظهور پدیده‌های منحصربه‌فرد و کاربردهای نوین می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است که در سال‌های اخیر به دلیل خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی قابل توجه‌اش نظیر زیست سازگاری، زیست تخریب پذیری و سمیت کم، توجه محققین زیادی را برای کاربردهای پزشکی به‌خود جلب کرده‌است. در میان انواع سلولز برای داورسانی هدفمند، نانوسلولز به دلیل ۱. استحکام کششی بالا و ۲. مدول الاستیک نانوساختارهای سه بعدی نانوسلولز (یعنی

1. Drug delivery system

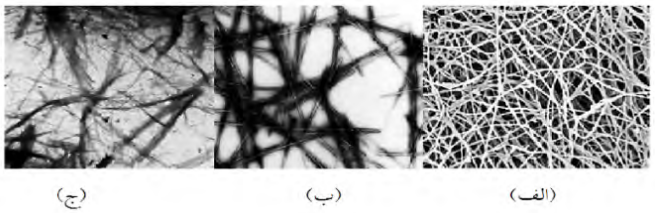
نانوبلورهـای سـلولز، نانوالیـاف سـلولز و سـلولز نانوباکتریایـی)، مناسـب‌ترین و امیدوارکننده‌تریـن مـاده‌ی زیسـتی اسـت. سـاختار ژل آن‌هـا بـه دلیـل ماهیـت بسـیار هیدراتـه هیدروژل‌هـای مبتنـی بـر نانوسـلولز حفـظ می‌شـود. آزادسـازی پایـدار داروهـا، آنزیم‌هـا و آنتی‌بادی‌هـا توسـط واکنـش حرارتی و pH هیدروژل‌های نانوسلولزی کنترل می‌شود.

خواص نانوسلولز

۱. زیسـت تخریـب پذیـری سـریع ۲. سـمیت زیسـت‌محیطی کـم ۳. عـدم سـمیت سـلولی ۴. جـذب آب بـالا ۵. شـکل پذیری ۶. تخلخـل ۷. دوام بالا ۸. غیر آلرژیک بودن

انواع و تولید نانوسلولزها

نانوسـلولزها، عمومـا بـر اسـاس انـدازه، عملکـرد و روش‌هـای تولیـد بـه سـه نـوع تقسـیم می‌شـوند: ۱. نانوسـلولز باکتریایـی [۲] ۲. نانوالیـاف سـلولز [۳] ۳. نانوکریستال‌های سلولز [۴] (شکل ۲).



شـکل ۲: تصاویـر میکروسـکوپ الکترونـی از (الـف) نانوسـلولز باکتریایی، (ب) نانوکریستال سلولز و (ج) نانوالیاف سلولز

نانوسلولز باکتریایی(BNC)

نانوسـلولز باکتریایـی (BNC)، سـلولزی بـا درصـد خلـوص و بلورینگـی بـالا می‌باشـد که توسـط گونه‌های باکتریایـی خـاص، ماننـد: اسـتوباکتر زایلینـوس[۵]، گلوکوناسـتوباکتر زایلینـوس[۶]، ریزوبیـوم[۷]، آئروباکتـر[۸]، آزتوباکتـر[۹]، سـالمونلا[۱۰] یـا سارسـینا[۱۱] در محیط‌هـای آبی حاوی منبع قندی تولید می‌شود.

تولید بیوتکنولوژیک BNC

یکـی از مهـم ترین مسـایل تولید BNC محیط کشـت آن می‌باشـد، زیـرا ۵۰% تـا ۸۰% از کل هزینـه تولید را در بـر می‌گیـرد. متخصصـان در حـال تحقیـق بـر روی شناسـایی ترکیـب و حجـم محیط کشـت جدید مقرون بـه صرفه هسـتند. گروهی از دانشـمندان، تولید BNC را با اسـتفاده از ضایعات کشـاورزی مثل انجیر، نیشـکر و خرمـا مـورد مطالعه قـرار دادند. بنابرایـن BNC را با اسـتفاده از بسـتری از جنـس ضایعـات کشـاورزی هـم می‌تـوان تولیـد کرد کـه خـواص و ریزسـاختار فیزیکی آن را حفظ می‌کند.

نانوالیاف سلولز(CNF)

CNFهـا، مولکول‌هـای طولانـی و انعطاف‌پذیـری می‌باشـند کـه ضخامت آنها در حـدود ۱۰-۱۰۰ نانومتر و از بخش‌هـای آمورف و کریسـتالی تشـکیل می‌شـوند؛ کـه بـه دلیـل ترکیـب قطعـات آمـورف و کریسـتالی و افزایش اندازه سـطح در مقایسـه با CNCهـا، به عنوان یـک مـاده تقویـت کننـده جـذاب بـرای کامپوزیت‌ها و پلیمرها استفاده می‌شوند.

تولید CNF

منابـع زیسـت توده سـلولزی ماننـد: پنبه، کنـف، نخل، کتـان، برنـج و خمیـر چوب بـرای اسـتخراج CNF از طریق مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

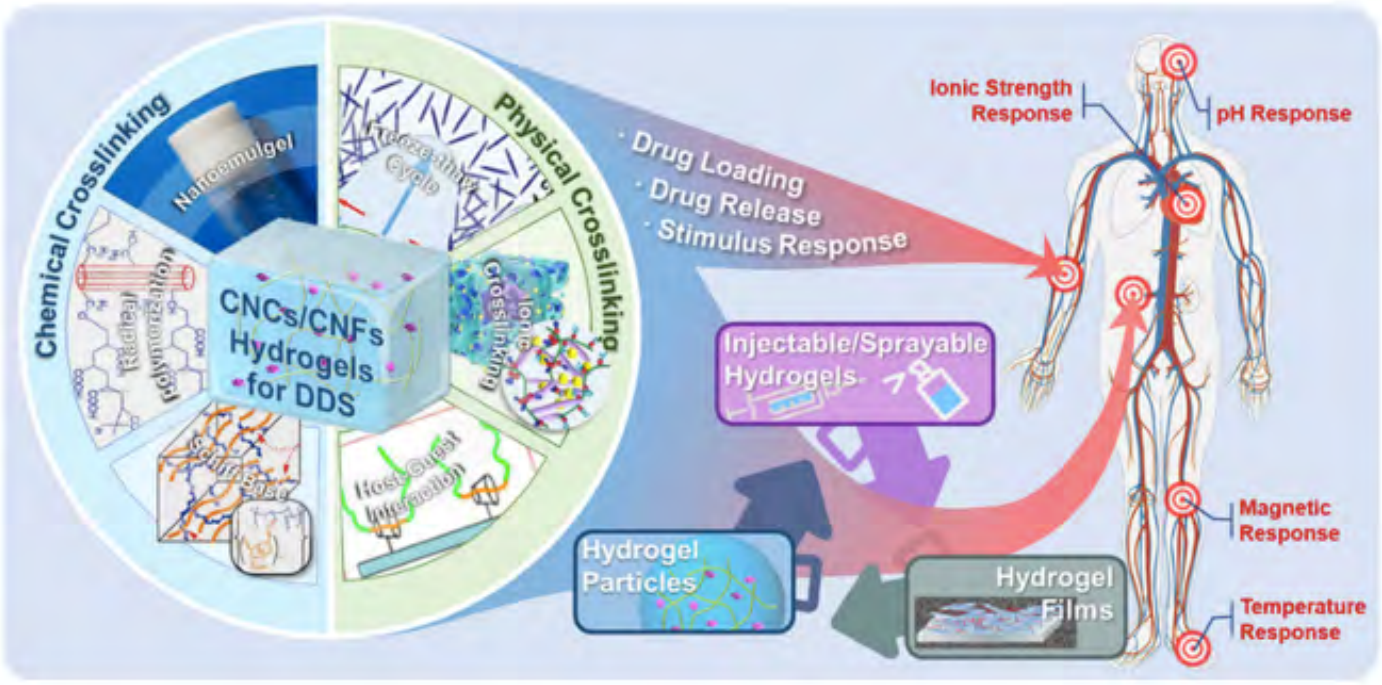
نانوکریستال‌های سلولز (CNC)

نانوکریسـتال‌های سـلولزی، کریسـتال‌های میلـه‌ای شـکل‌اند، بـا قطـری در محـدوده۵-۷۰ نانومتر و طول ۱۰۰-۲۵۰ نانومتـر، کـه در مقایسـه بـا نانوالیاف‌هـا، انعطـاف پذیـری کمتری دارند؛ چرا کـه فاقد بخش‌های آمورف می‌باشند.

تولید بیوتکنولوژیک CNC

CNCهـا، بـا روش‌های مختلفـی تولید می‌شـوند. مثلا می‌تـوان آن‌هـا را بـا هیدرولیز اسـید و فراصـوت اعمال شده به سلولز به‌دست آورد.

2. Bacterial nanocellulose
3. Cellulose nanofibrils
4. Cellulose nanocrystals
5. Acetobacter xylinus
6. Gluconacetobacter xylinus
7. Rhizobium
8. Aerobacter
9. Azotobacter
10. Salmonella
11. Sarcina



شکل ۳: انواع اشکال استفاده، پارامترهای کلیدی هیدروژل های مبتنی بر نانوسلولز برای سیستم های دارورسانی

تشکیل هیدروژل سلولزی

خواص بیشتر هیدروژل‌های دیگر با خواص هیدروژل‌های سلولزی به دلیل پلیمر سازنده محلول در آب، در مقایسه با پلیمر سازنده هیدروژل‌های سلولز نامحلول در آب، متفاوت است. بنابراین، سایر ژل‌های پلیمری، محلول‌هایی را در آب تشکیل می‌دهند، در حالی که CNF، BNC و CNC یک سوسپانسیون کلوئیدی در آب تشکیل می‌دهند.

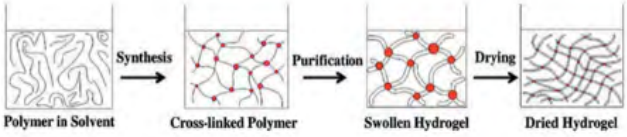
اهمیت هیدروژل‌ها را می‌توان به دو صورت توصیف کرد:

۱. اندازه بحرانی واحد سازنده هیدروژل سلولز بیشتر از سایر ژل‌ها است.

۲. تفاوت بین برهم‌کنش‌های شبکه، ژل است.

هیدروژل‌ها، توسط برهم‌کنش‌های آبگریز، اتصالات عرضی کووالانسی یا نیروهای جاذبه الکترواستاتیکی تولید می‌شوند. رفتار قوی و دائمی در اتصالات عرضی شیمیایی مشاهده می‌شود. یک پیوند کووالانسی از طریق واکنش‌های آنزیمی، تابش، پلیمریزاسیون رادیکالی و واکنش‌های شیمیایی برای ایجاد اتصالات عرضی شیمیایی تشکیل می‌شود.

فضاهای آزاد در ساختار شبکه هیدروژل با چگالی اتصالات عرضی مختلف متفاوت هستند. سرعت انتشار[12] مولکول‌های مختلف، مثل: پروتئین‌ها، داروها و گازها در مواد به شدت تحت تأثیر اندازه منافذ می‌باشد. نسبت تورم، مدول برشی و ویژگی‌های مکانیکی هیدروژل مستقیماً تحت تأثیر تعداد زنجیره به‌هم‌پیوسته قرار می‌گیرد(شکل ۴).

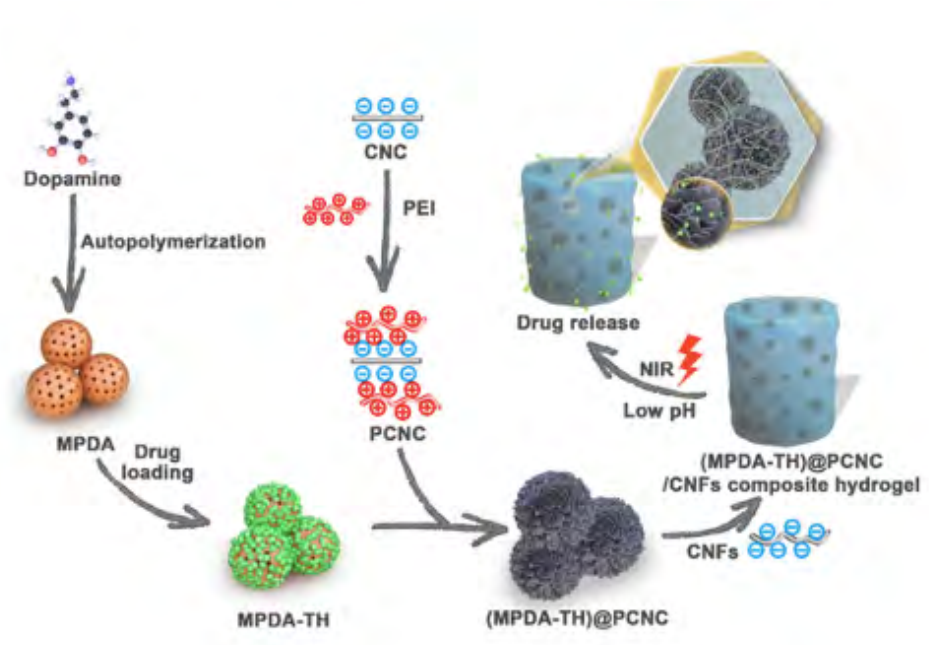


شکل ۴: مکانیسم کلی تشکیل هیدروژل‌ها با استفاده از روش‌های اتصال عرضی

هیدروژل‌های مبتنی بر CNF

برای تولید هیدروژل‌های مبتنی بر CNF، تورم در آب، در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت با جذب سلولز بر روی شبکه CNF از طریق اختلاط داغ در روش پیش‌جذب انجام می‌شود. بالاترین ظرفیت جذب در CNF با روش پیش‌جذب شامل زایل‌گلوکان به‌عنوان یک اتصال‌دهنده تعیین می‌شود. افزایش خواص مکانیکی هیدروژل‌ها می‌تواند پیوندهای یونی و کووالانسی را تقویت کند و برعکس. افزایش چگالی بار سطحی CNF، از تجمع CNFs در حالت تعلیق از طریق دافعه الکترواستاتیکی جلوگیری

12. diffusion rate



شکل ۵: تصویر شماتیک از فرآیند ساخت و رفتار رهاسازی دارو هیدروژل کامپوزیتی MPDA@ PCNC/CNFs تحت شرایط pH مختلف و تابش نور NIR

می‌کند. ژل شدن هیدروژل نانوسلولز به pH و پایداری نمک‌های ناشی از یون‌های فلزی بستگی دارد. در واقع، پایداری و ناپایداری یک شبکه ژل به غلظت نمک کنترل شده و pH بستگی دارد که به طور مستقیم دافعه الکترواستاتیکی بین CNFs را تنظیم می‌کند.

هیدروژل‌های مبتنی بر BNC

روش‌های مختلف اتصال متقابل برای فرموله کردن هیدروژل های مبتنی بر BNC مورد مطالعه قرار گرفته‌است. پلیمریزاسیون رادیکالی با UV [۱۳] یک مونومر (هیدروکسی اتیل) متاکریلات(HEMA) [۱۴] در ساختار BNC برای تشکیل هیدروژل‌های مبتنی بر BNC استفاده می‌شود. استحکام مکانیکی در هیدروژل‌های تولید شده توسط BNC و HEMA به دلیل ماهیت زیست‌سازگار آن‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین، هیدروژل‌های نانوسلولز را می‌توان از روش‌های مختلف سنتز کرد. اندازه‌ی مش الیاف، اندازه توزیع منافذ هیدروژل آماده شده و ساختار یک شبکه را تعیین می‌کند. هیدروژل‌ها به دلیل افزودن یون‌ها، پروتئین‌ها، پلیمرها و کوپلیمرها رنگی می‌شوند. همچنین، هیدروژل‌ها از حالت شفاف به دلیل محتوای جامد بالاتر، کدر به نظر می‌رسند.

تحویل دارو از طریق نانوسلولز

تحویل دارو از طریق نانوسلولز می‌تواند بهبود موثری در جذب و استفاده از داروها توسط بدن ایجاد کند. این روش می‌تواند منجر به افزایش دقت و کارآیی در تحویل داروها به سلول‌ها شود. همچنین، استفاده از نانوسلولز می‌تواند به کاهش اثرات جانبی مرتبط با داروها کمک کند و راه‌های جدیدی برای درمان بیماری‌ها ارائه دهد(شکل ۵).

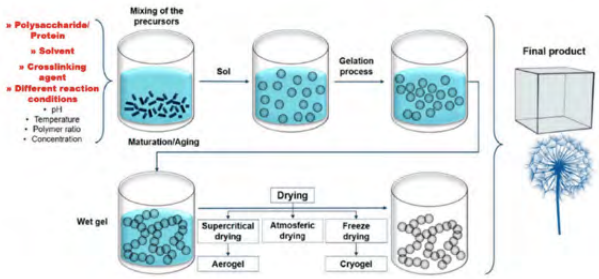
آئروژل‌های نانوسلولزی

پراکندگی ذرات نانوسلولز در آب با کمک تکنیک‌های مکانیکی یا اولتراسونیک[۱۵] برای تولید آئروژل‌های نانوسلولز استفاده می‌شود. آئروژل‌های مبتنی بر نانوسلولز، با استفاده از سلولز فراوان و پایدار به‌عنوان ماده خام، نسل سوم آئروژل‌ها را ارائه می‌دهند که آئروژل‌های سنتی را با تخلخل بالا و سطح ویژه بزرگ و همچنین خواص عالی خود سلولز ترکیب می‌کنند. توانایی تشکیل کریستال نانوسلولز بالاتر از سایر انواع سلولز است. ساختار اسکلتی نانوسلولز از دسته‌های نانوالیاف تشکیل شده است که با یکدیگر مرتبط هستند. در نتیجه ساختار آن نسبت به سایرین مساحت کمتری دارد و هیچ ویژگی الاستیک خطی و شفافیت نوری ندارد. ویژگی‌های مورفولوژیکی و اندازه منافذ آئروژل‌های نانوسلولزی[۱۶] به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های حرارتی و مکانیکی است. حالت‌های کلی آماده سازی و شرایط خشک شدن بر نوع ژل تشکیل شده تأثیر می‌گذارد (شکل ۶).

13. in situ UV radical polymerization
14. (hydroxyethyl)methacrylate

15. ultrasonic techniques
16. nanocellulose aerogels

شکل۶: حالت های کلی آماده سازی آئروژل‌های پلیمری زیستی



هیدروژل‌های حساس به pH

در میان انواع مختلف مواد هوشمند، هیدروژل‌های پاسخ‌دهنده به‌عنوان دسته‌های مهم ژل‌ها در نظر گرفته می‌شوند، زیرا به عنوان مواد زیستی عمل می‌کنند و در سیستم‌های دارورسانی پایدار و هدفمند استفاده می‌شوند. برای تشکیل هیدروژل‌های پاسخ‌دهنده، تکنیک های مختلفی استفاده شده‌است. در این هیدروژل‌ها، عوامل فیزیکی، یعنی pH، نقش مهمی در تغییر ترکیب، توانایی تورم، ظرفیت فلورسانس و رفتار انتقال دارو ژل ایفا می‌کنند. ظرفیت تورم یک هیدروژل اساسی‌ترین و مهم‌ترین ویژگی آن است. شکل، پایداری و حجم هیدروژل‌ها به تورم ژل بستگی دارد. همچنین بر سیستم‌های تحویل دارو تأثیر می‌گذارد. حساسیت به pH و رفتار نسبت به تغییرات pH مورد مطالعه قرار گرفته است. گروهی از محققین با استفاده از N-ایزوپروپی آکریل آمید [17] اصلاح‌شده، یک هیدروژل با دو پاسخ‌دهی از نظر pH و پاسخ‌دهی به دما به طور همزمان مورد مطالعه قرار دادند. این نوع هیدروژل‌ها با توجه به ظرفیت تورم خود به pH پاسخ می‌دهند. گروه دیگری از محققین هیدروژل‌های نانوالیاف مبتنی بر ابریشم را بررسی کردند و دریافتند که آن‌ها به تغییرات pH حساس هستند و در آزادسازی دوکسوروبیسین[18] نقش دارند. بنابراین، دوکسوروبیسین به طور موثر در pH=۴.۵ آزاد می‌شود. محققین دیگری گزارش کردند که هیدروژل‌های مبتنی بر کیتوسان به طور انتخابی داروها را از طریق کوپلیمریزاسیون اکریلیک اسید وN-ایزوپروپی آکریل آمید در pH=۷.۴، در مقایسه با pH=۳ آزاد می‌کنند. این هیدروژل‌ها با ظرفیت تورم بالاتر در pH=۷.۴، پاسخگویی به pH عالی دارند و می‌توانند کاندید خوبی برای سیستم‌های دارورسانی هوشمند باشند. همچنین توسعه هیدروژل‌های پاسخگو به pH وابسته به کیتوسان و استفاده از آن‌ها در یک سیستم تحویل داروی کنترل شده، کمک بسیار خوبی در نانوپزشکی هدفمند است.

17. N-isopropylacrylamide
18. doxorubicin

هیدروژل های تزریقی

استفاده از هیدروژل‌های تزریقی در بافت‌ها درد کمتری دارد و کم هزینه‌تر است. همچنین به فرو بردن داخل بدن نیاز ندارد. بنابراین، بیماران با هیدروژل‌های تزریقی احساس ناراحتی کمتری می‌کنند و استفاده بالینی از هیدروژل‌های تزریقی به طور گسترده مشاهده می‌شود. هیدروژل‌های، درجا تشکیل‌شده و رقیق شونده برشی[19] دو نوع هیدروژل تزریقی هستند. از یک دستگاه تزریق برای انتقال یک پیش ساز هیدروژل آبی به محل انتخاب شده استفاده می‌شود که با گذشت زمان به هیدروژل تبدیل می شود. برای پیاده‌سازی به یک روش انتقال سل-ژل برای این مواد در محیط فیزیکی بافت انتخاب شده نیاز است. این روش به گرما یا مواد شیمیایی سمی نیاز ندارد.

علاوه بر این، هیدروژل‌های تزریقی باید خواص مختلفی مانند تخلخل، چسبندگی، زیست‌سازگاری، زیست‌تخریب‌پذیری و سازگاری مکانیکی را برآورده کنند. برخی از هیدروژل‌ها علاوه بر تشکیل درجا هیدروژل‌ها، ویژگی‌های رقیق شونده برشی را نیز نشان می‌دهند. برخی از هیدروژل‌ها ساختار ژل خود را پس از تزریق حفظ می‌کنند و در هنگام تزریق چسبناک‌تر هستند. هیدروژل‌های نانوسلولز، نمونه‌هایی از مواد رقیق شونده برشی هستند؛ آن‌ها به دلیل خاصیت جاری شدن تحت تنش برشی به عنوان بیومواد تزریقی مناسب هستند. پیوندهای عرضی فیزیکی یا شیمیایی برای تهیه هیدروژل‌های تزریقی استفاده می‌شود.

هیدروژل‌های مغناطیسی

پاسخ درمانی هیدروژل‌ها به زمان شناسایی دارو

19. shear thinning

بستگی دارد. با این حال، توانایی مداوم حمل و نقل دارو با هیدروژل‌های معمولی ناکافی است. هیدروژل‌های مغناطیسی این توانایی را دارند که داروها را تحت تأثیر نیروی محرکه الکتریکی (EMF) برای مدت طولانی نگه دارند. حامل‌های داروی مغناطیسی توسط EMF در سیستم‌های دارورسانی مغناطیسی در آسیب‌شناسی محل آسیب‌دیده بهبود می‌یابند. علاوه بر این، انتشار دارو توسط EMF کنترل می‌شود. هیدروژل‌های مغناطیسی حاوی دارو، باعث افزایش کارایی دارو، کاهش مقدار مصرف، دفعات مصرف دارو و کاهش درجه آسیب به اندام‌ها می‌شود. فرمول هیدروژل‌های مغناطیسی با کیتوسان، β-گلیسروفسفات[20] و MNPs برای افزایش مدت زمان و اثر ضد توموری باسیلوس کالمت-گوئرین[21] در مثانه ایجاد شده است. بنابراین، هیدروژل‌های توسعه‌یافته باید از نظر مغناطیسی فعال باشند تا به عنوان یک حامل هدفمند دارو، همراه با کاربردهای عملی عمل کنند.

حمل و نقل هوشمند داروهای درمانی

در مطالعات اخیر، قابلیت استفاده از CNF خشک شده به عنوان یک ماده جدید برای قرص‌سازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.CNFهای خشک شده با اسپری، از نظر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی مورد بررسی قرار گرفتند و با رایج ترین انواع سلولز میکروکریستالی[22] (MCC)، یعنی Avicel PH-101 و Avicel PH-102 مقایسه شدند. خواص مکانیکی، مانند نسبت سطح به حجم، MCC و MFC متفاوت بود، اما خواص شیمیایی آن‌ها مشابه بود. پاراستامول[23] به عنوان یک مدل در ساخت قرص و پودر CNF یا ترکیب آن با MCC با استفاده از فشرده‌سازی مستقیم یا دانه بندی مرطوب قرص‌ها استفاده شد. فشرده‌سازی مستقیم و دانه بندی مرطوب برای CNF، که خواص شکل پذیری کمتری داشت و نسبت به تغییر شکل دائمی حساسیت کمتری داشت، مفید بود. در مطالعات انحلال و تجزیه، آزادسازی داروها از طریق قرص فشرده‌سازی مستقیم با CNF بالا بود. با این حال، هیچ تفاوت مهمی از طریق سیستم‌های دانه بندی مرطوب مشاهده نشد.

در مطالعه دیگری، آزادسازی دارو متفورمین هیدروکلراید[24] با استفاده از دانه‌های ژل سلولز/آلژینات سنتز شده از طریق اکستروژن قطرات یا رسوب ارزیابی شد. اثر بر انتشار و پایداری دارو، با مطالعه سه نوع متمایز از الیاف سلولزی، به عنوان مثال، MFC، MCC، و الیاف پنبه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خواص مکانیکی و پایداری حرارتی آلژینات به دلیل وجود سلولز در آن افزایش می‌یابد. خواص مکانیکی، آزادسازی دارو و تورم دانه‌های آلژینات را می‌توان با استفاده از سلولز که به عنوان یک اصلاح‌کننده کارآمد عمل می‌کند، تنظیم کرد. در مطالعه دیگری، یک سیستم دارورسانی مبتنی بر BNC برای افزایش زمان ماندگاری اکتنیدین[25] ضد عفونی کننده تا ۱ هفته و افزایش کارایی خواص ضد میکروبی، مکانیکی و زیست‌سازگاری ایجاد شد. BNCها با بارسطحی بالا، به صورت مایسل و ژل تولید شدند. در مطالعه دیگری، یک سیستم آزادسازی کنترل شده جدید، برای بربرین هیدروکلراید[26] و بربرین سولفات[27] با استفاده از غشاهای نانوسلولز باکتریایی (BNC) توسعه یافت. در مقایسه با حامل‌های صنعتی، زمان انتشار دارو با استفاده از حامل BNC افزایش یافت. تحویل دارو توسط غشاهای BNC ، که ضخامت آن‌ها ۱۰ میلی‌متر بود، انجام شد. سرعت انتشار متوسط در شرایط قلیایی مشاهده شد. کمترین سرعت در مایع معده شبیه‌سازی شده یا محلول H_2SO_4 مشاهده شد، در حالی که سریع‌ترین سرعت در مایع روده شبیه‌سازی شده مشاهده شد.

عامل دار کردن پلیمر برای بهبود عملکرد دارورسانی

اصلاحات مختلف[28] پس از پلیمریزاسیون، به عنوان استراتژی‌هایی برای بهبود عملکرد دارورسانی

20. β-glycerophosphate
21. Bacillus Calmette-Guérin
22. microcrystalline cellulose
23. Paracetamol
24. metformin hydrochloride
25. antiseptic octenidine
26. berberine hydrochloride
27. berberine sulfate
28. modifications

شناخته می‌شود. کوپلیمریزاسیون مونومرهایی که دارای دسته‌های شیمیایی انتخابی[29] هستند، تمایل و فعالیتی برای پلیمریزاسیون نشان نمی‌دهد. با این حال، عملکرد مورد نظر را می‌توان با ایجاد یک گروه عاملی خاص ایجاد کرد. برای مثال پگیله کردن[30] معروف و پرکاربرد است اما دارای محدودیت‌هایی مانند تضاد با داروهای چربی دوست است. اتصال ساختاری پلیمر با مولکول‌های داپسون[31] فعال، یک استراتژی هوشمند بالقوه برای بهبود کارایی درمانی داپسون و کاهش محدودیت‌های داپسون است. تشکیل پراکندگی کلوئیدی می‌تواند یک راه کارآمد برای داروهای جانبی، به عنوان مثال، داپسون پلی آکریل آمید[32] باشد ایجاد گروه‌های عاملی از طریق پلیمریزاسیون باز کردن حلقه[33] انجام می‌شود.

آزادسازی مداوم داروهای درمانی از پلیمرها را می‌توان با پیوند بین پلیمرها و مولکول‌های دارو مرتبط کرد. هر چه پیوندها ضعیف‌تر باشند، نرخ رهاسازی دارو بیشتر است و بالعکس. استراتژی‌های مختلفی که به‌طور کووالانسی گروه‌های عاملی واکنشی را متصل می‌کنند عبارتند از (۱) واکنش تیولن[34](۲) واکنش‌های اکسیم[35](۳) افزودن مایکل[36](۴) سنتز ایمین و هیدرازون[37] (۵) استرسازی (۶) واکنش دیلز- الدر[38]. این واکنش‌ها به طور موثری برای عامل‌دار کردن پلیمر برای بهبود عملکرد دارورسانی استفاده شده‌است.

در نتیجه نانوسلولز به دلیل شیمی سطح قابل تنظیم، استحکام مکانیکی بالا و خواص سطحی به عنوان یک نانومواد نسل بعدی ظهور کرده‌است. توسعه هیدروژل‌های نانوسلولزی با صرفه اقتصادی و سازگار با محیط‌زیست میزان استفاده از مواد مبتنی بر مواد پتروشیمیایی را کاهش می‌دهد. از نانوسلولز می‌توان به عنوان یک پلیمرزیستی استفاده کرد؛ که مقدار زیادی مولکول گلوکز را بدون ایجاد عوارض جانبی برای بدن تولید می‌کند. به این ترتیب، دیدگاه‌های اصلی در مورد کاربردهای زیست‌پزشکی آن زیست‌سازگاری، تجدیدپذیری، آب‌دوستی و زیست‌تخریب‌پذیری است. همچنین ژل/هیدروژل‌های مبتنی بر نانوسلولز را برای فرمولاسیون دارویی هوشمند و پایدار قابل استفاده هستند. اساساً، بیوپلیمرها و بیومواد به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیست‌سازگاری و زیست‌تخریب‌پذیری مطلوب، گزینه‌ای عالی برای اهداف زیست‌پزشکی هستند. با این حال، سیستم‌های دارورسانی مبتنی بر نانوسلولز ممکن است باعث تجمع نانوسلولز در بدن شوند. بنابراین، اثرات بهداشتی، خطرات ایمنی، و ویژگی‌های سم‌شناسی باید ارزیابی و بررسی شود. مطالعات بر روی ژل‌ها/هیدروژل های مبتنی بر نانوسلولز متنوع برای فرآیندهای آزادسازی داروی هوشمند در شرایط آزمایشگاهی یا در نمونه‌های آزمایشی حیوانی، حمل و نقل پایدار و کنترل شده را در هر مورد نشان داده‌است. با این حال، تحقیقات بالینی بر روی انسان وجود ندارد. سینتیک آزادسازی داروهای مختلف آبگریز و آب‌دوست ضعیف و بسیار محلول در آب را می‌توان از طریق توسعه فرمول‌های مبتنی بر نانوسلولز کنترل کرد. بنابراین، نانوسلولز می‌تواند سیستم را با روشی پایدار و کنترل‌شده بهبود بخشد و در نتیجه، این نانو ماده سبز پتانسیل بالایی برای تحویل دارو و سایر کاربردهای زیست‌پزشکی نشان می‌دهد.

29. chemoselective handles
30. PEGylation
31. dapsonemolecules
32. dapsone polyacrylamide
33. ring-opening metathesis polymerization
34. thiolene reaction
35. oxime reactions
36. Michael addition
37. imine and hydrazone synthesis
38. Diels–Alder reaction

گیاهان؛ رفتگران طبیعت

Plants, nature cleaners

امروزه بشر با فعالیت‌های صنعتی بی‌رویه و بدون درنظر گیری آسیب‌های زیست محیطی منجر به آلودگی محیط زیست با انواع مختلف آلاینده‌ها شده است و لزوم پاکسازی محیط از این آلودگی‌ها به منظور حفظ حیات و ادامه بهره برداری از محیط، ضروری می‌باشد. بدین منظور نیاز به روش‌هایی داریم که خود از مواد شیمیایی بهره نگرفته و به صرفه باشند؛ هم برای محیط زیست و هم به لحاظ تجاری. یکی از این روش‌ها گیاه پالایی[1] است. گیاه پالایی با استفاده از فناوری مهندسی گیاهان سبز شامل گونه‌های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می‌شود. گیاه‌پالایی تکنیک پالایشی است که شامل جذب، تغییر شکل، تجمع و یا تصعید آلاینده‌ها با کمک گیاهان برای زدودن آلودگی‌های آب، خاک و هوا می‌باشد. این فناوری می‌تواند برای رفع هر دو نوع آلاینده معدنی و آلی خاک یعنی به‌کار رود. گیاه‌پالایی در واقع استفاده از گیاهان برای پاک‌کردن محیط زیست از عناصر و اجزای خارجی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. محصول به دست آمده از این روش، انباشت گیاهی نام دارد. برای این کار، گیاهان بر اساس مکانیسم جذب طبقه‌بندی شده و آلودگی خاک با فلزات سنگین به کمک روش‌های شیمیایی، فیزیکی و

1. Phytoremediation



بیولوژیکی کاهش داده می‌شود. بزرگترین مزیت این روش نسبت به سایر روش‌ها، ارزان بودن و سادگی آن است و سازگار با محیط زیست نیز می‌باشد. برای این کار، انتخاب گیاه مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که به شرایط اقلیمی منطقه، نوع و میزان آلودگی خاک، بستگی دارد. با اینکه تکنولوژی‌هایی مانند هوادهی و پالایش از طریق میکروارگانیسم‌ها و جامدسازی بدین منظور به‌کار می‌روند ولی از لحاظ اقتصادی برای حجم‌های زیاد خاک مقرون‌به‌صرفه نیست. از طرفی تکنولوژی‌های خارج از محل، عملا برای حجم‌های بالای خاک ناکارآمد و گران‌قیمت به‌شمار می‌روند. در این زمینه به‌نظر می‌رسد تنها راه عملی، استفاده از گیاهان به منظور پالایش خاک باشد. گیاه‌پالایی عبارت است از استفاده از گیاهان سبز و سایر ارگانیسم‌های اوتوتروف[۲] به‌منظور پاک‌سازی آلاینده‌ها در خاک. نکته مهم آن است که وجود گیاهان می‌تواند باعث تامین کربن، مواد مغذی و ... در خاک شود و در نتیجه باکتری‌های هتروتروف[۳] امکان رشد و تجزیه آلاینده‌ها را پیدا کنند. مطابق آزمایش‌هایی که توسط محققین انجام شده است؛ هیدروکربن‌ها حتی می‌توانند برای برخی از گیاهان مثل هورمون عمل کنند. کاشت درختانی مانند صنوبر که ریشه عمیقی در خاک ایجاد می‌کند؛ می‌تواند تا ۱۱درصد آترازین[۴]را از خاک رس، شن و تا ۹۱ درصد از شن و سیلیس پاکسازی کند. در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان برای پاکسازی خاک از انواع آلاینده‌ها مانند انواع علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک امکان جدیدی به‌منظور مدیریت پساب‌ها و فاضلاب‌ها در اختیار محققان این رشته قرار داده است. این روش راه حلی عملی برای پالایش و تصفیه مقادیر زیاد خاک‌هایی است که الودگی کمی دارند. به‌طور کلی هدف از این تکنیک، افزایش انتقال آلاینده‌ها از خاک به بخش‌های هوایی گیاه است؛ به گونه‌ای که با هربار محصول دهی، بیشترین میزان آلاینده‌ها از محیط خاک خارج شود. این روش علاوه بر ارزان قیمت بودن، منافع مستقیم و غیرمستقیم فراوانی دارد. به‌عنوان مثال، منطقه آلوده به آلاینده‌ها توسط گیاه پوشش داده می‌شود و مانع انتقال و جابه‌جایی خاک آلوده توسط باد و باران می‌شود. کاشت، داشت و برداشت این گیاهان هم فرایندی پیوسته است که هزینه زیادی ندارد. علاوه بر این، میزان تولید مواد زاید در این روش بسیار کم است؛ زیرا در روش شست‌وشوی خاک، مقدار زیادی مایعات حاوی فلزات سنگین به‌ویژه منیزیم، آهن و آلومینیوم تولید می‌شود.

آلودگی هوای داخل خانه یکی از دیگر موضوعات مهم زیست محیطی در جهان است. ترکیبات آلی فرار که از جمله آلاینده‌های محیط‌های بسته می‌باشند؛ می‌تواند سلامت انسان را به خطر بیندازد. در این راستا و به‌منظور بررسی توان گیاه‌پالایی، آزمایشی با دو گیاه سانسوریا و پوتوس در حذف چهار آلاینده بنزن، استون، اتانول و متانول از محیط‌های بسته آزمایشی، طراحی و اجرا گردید. ابتدا دو گونه گیاهی به‌طور جداگانه در گلدان‌های مختلف کشت شدند؛ سپس درون محفظه‌های شیشه‌ای دربسته به حجم ۵۲۱ لیتر قرار گرفتند. هر گیاه به مدت ۴۲ ساعت در معرض غلظت‌های مختلف آلاینده‌ها قرارگرفتند. نتایج بررسی‌های بیوشیمیایی نشان داد درصد نشت یونی گیاهان پوتوس تیمار شده در مقایسه با شاهد کاهش یافته‌است اما در گیاه سانسوریا در اکثریت تیمارها افزایش یافته است. در مقابل محتوای کلروفیل کل برگ سانسوریا در تمام تیمارها افزایش داشت اما در پوتوس بجز تیمار بنزن تفاوت چشمگیری با شاهد دیده نشد.



۲. ارگانیسم‌هایی که برای تامین نیاز خود به موجود دیگری وابستگی ندارند.

۳. ارگانیسم‌هایی که برای تامین نیاز خود به موجود دیگری وابستگی دارند.

۴. یک ترکیب شیمیایی با شناسه پاب کم ۶۵۲۲ است. شکل ظاهری این ترکیب، جامد بی‌رنگ است و به عنوان یک علف‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میـزان فعالیـت آنزیـم کاتـالاز[5] در هـر دو گیـاه کاهش چشـمگیری داشـت. میزان فعالیـت آنزیم سوپراکسـید دیسـموتاز[6] در دو گیاه و تمام تیمارها نسـبت به شـاهد افزایـش داشـت و بیشـترین مربـوط بـه تیمـار بنزن در گیـاه سانسـوریا بـود. همچنیـن میزان محتـوای پرولین گیاهان پوتوس تفاوتی نسـبت به شـاهد نداشـت اما در سانسـوریا نسـبت بـه کلیـه تیمارهـا خصوصـا دو تیمار اسـتون و اتانـول افزایـش یافـت. بـا توجـه بـه نتایـج، هـر دو گونـه اسـتفاده شـده در ایـن تحقیـق قـادر بـه گیاه‌پالایـی محیط‌هـای بسـته می‌باشـند و ایـن توانایی در پوتـوس بـه دلیل سـازگاری بالاتر با شـرایط، بیشـتر از سانسـوریا مشـاهده شـد. همچنین هنگام قرارگرفتن در معـرض بنزن بیشـترین و بـه هنگام تیمار با اسـتون کمتریـن تنـش و آسـیب بافتـی بـه گیاهـان وارد شـد. گیاهـان مختلـف دیگـری کـه دارای توانایـی جذب این آلاینده‌هـا هسـتند اغلـب از گیاهـان خانواده‌های As-teraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Po-aceae و Amaranthaceae هسـتند. انباشـت گیاهـی دارای انـواع مختلفی از جمله اسـتخراج گیاهی، تثبیـت گیاهـی، تصفیه رشـد و تجزیه ریشـه‌ای و غیره می‌باشـد. گیاهـان مـورد اسـتفاده باید دارای سـازگاری بـا شـرایط اقلیـم و خـاک بـوده ضمـن اینکـه توانایـی جـذب یا تجزیـه مواد آلوده را داشـته باشـند. همچنین ایـن گیاهـان بایـد دارای توانایـی تولیـد بیومـاس[7] و رشـد ریشـه زیـاد باشـد. بـرای پاکسـازی مـاده آلاینده می‌تـوان به‌طـور هم‌زمـان و یـا متوالـی از فرآینده‌ـای مختلـف انباشـت گیاهـی اسـتفاده نمـود. همچنین این فراینـد می‌توانـد جهـت پاکسـازی آب‌هـای زیرزمیـن، خـاک آب‌هـای سـطحی، پسـماندهای آبـی و هـوا مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد. انباشـت گیاهـی نسـبت به تکنولـوژی رایـج، ۱۰۰۰ برابـر ارزان‌تـر می‌باشـد. ضمن اینکـه ایـن تکنولـوژی دوسـت‌دار محیـط زیسـت بوده و پوشـش گیاهـی ایجـاد شـده موجـب حفـظ و بهبـود خصوصیـات خـاک نیز شـود. به منظـور طراحـی پروژه انباشـت گیاهـی، فاکتورهایـی ماننـد کاربـرد گیاهـان بومـی، مناسـب بـودن شـرایط رشـد بـرای گیاهـان، امـکان اسـتفاده از گیاهـان غیربومـی و ... دارای اهمیت می‌باشـند. در مطالعـه دیگری پاکسـازی محیط زیسـت توسـط ایـن تکنیـک ایـن گونـه معرفی شـد کـه «گیاه پالایـی یـک رویکـرد مقـرون بـه صرفـه و سـازگار بـا محیـط زیسـت اسـت کـه از گیاهـان بـرای بی‌حرکـت کـردن یـا تثبیـت، اسـتخراج، پوسـیدگی یـا کاهـش سـمیت آلاینده‌هـا اسـتفاده می‌کننـد.»

علی‌رغـم شـواهد موفقیت‌آمیـز کاربـرد میدانـی ماننـد تضعیـف طبیعـی و خودپالایی، موانع اصلـی این رویکرد بـرای تجـاری شـدن همچنـان باقـی مانده‌اسـت. نتایج نشـان می‌دهد کـه گیاه‌پالایی بـرای مناطـق دور افتاده با ارزش زمین کم، مناسـب ترین راه اسـت و از آن‌جایی کـه ایـن مناطـق امـکان احیـای دوره طولانی‌تـری را فراهـم می‌کننـد؛ پوشـش‌های گیاهی زمیـن را می‌توان در زمانـی نسـبتا انـدک، ماننـد تضعیـف طبیعـی ایجاد کـرد. از آنجایـی کـه طـول گیاه‌پالایـی یـک محدودیت ذاتـی اسـت؛ این عیـب ذاتـی پذیـرش آن را در مناطق تجـاری توسـعه یافتـه ماننـد مناطـق شـهری در حـال رشـد، محـدود می‌کنـد. زیـرا ارزش‌هـای زمیـن در این مناطـق را نمـی تـوان در کوتـاه مـدت بازیابـی کـرد و بدیـن ترتیـب برای ایـن مناطـق مقرون‌به‌صرفه نیسـت در واقـع ایـن روش بسـته به شـرایط منطقه مـورد نظر بـوده و قابـل اجـرا در همـه جـا نیسـت. در نهایـت این تکنیـک می‌توانـد منجـر بـه اصـلاح خـاک و بهبـود شـیوه‌های کشـاورزی شود.

۵. آب اکسیژنه یکی از محصولات فرعی واکنش‌های سلول است. این ماده برای سلول بسیار سمی بوده و لازم است به نحوی از بین برده شود. کاتالاز مسئول تجزیه آب اکسیژنه به آب و اکسیژن است.

۶. سوپراکسید یک محصول فرعی و ثانویه متابولیسم اکسیژن است و اگر تحت کنترل نباشد، موجب بروز انواع متفاوتی از آسیب‌های سلولی می‌گردد. (تبدیل رادیکال اکسیژن به اکسیژن)

۷. بیوماس یا زیست‌توده یک منبع تجدیدپذیر انرژی است که از مواد زیستی به دست می‌آید. به‌طورکلی، زباله‌هایی که منشأ زیستی داشته باشند و از تکثیر سلولی پدید آمده باشند را زیست‌توده نامند.