مبانی اخترزیست

نردبانی از فیزیک تا متافیزیک

مبانی اختر زیست

نردبانی از فیزیک تا متافیزیک

مولفین:

- مهدی دانشیار (نجوم و فیزیک هسته‌ای)
- طاهره اکبری (ژنتیک و زیست‌شناسی)
- مینا شیری (فیزیک ذرات بنیادی)
- هانیه جعفری (روانشناسی)

انتشارات دانشیاران ایران

شناسه کتاب

﴿أَوَلَمْ يَرَوْا كَيفَ يبْدِئُ اللهُ الْخَلْقَ ثُمَّ يعِيدُهُ إِنَّ ذَلِكَ عَـلَى اللهِ يسِـيرٌ * قُـلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانْظُرُوا كَيفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ثُمَّ اللهُ ينْشِئُ النَّشْأَةَ الْآخِرَةَ إِنَّ اللهَ عَلَى كُلِّ شَيءٍ قَدِيرٌ﴾ [1]

«آیا ندیدند که اللّه چگونه ابتدا خلقی را ایجاد می‌کند و باز به اصل خود برمی‌گرداند این کار بر اللّه آسان است ای رسول بگو به مردم که در زمین سیر کنید و ببینید که اللّه چگونه خلق را ایجاد کرده سپس نشانه آخرت را ایجاد خواهد کرد که اللّه بر هر چیز تواناست.»

۱- سوره عنکبوت/ آیه‌ی (۲۰ـ۲۱).

فهرست مطالب

مقدمه **۱۳**
فصل اول: حیات **۱۷**
۱-۱. حیات چیست؟ ۱۷
۱-۲. جنبه‌های فیزیکی حیات ۱۷
۱-۳. قانون بقای انرژی ۱۸
۱-٤. بقای انرژی یا تلف انرژی ۲۱
۱-۵. مقیاس‌ها ۲۷
۱-۵-۱. مقیاس‌های طولی ۳۰
فصل دوم: موجود زنده **۳۳**
۲-۱. موجود زنده چیست؟ ۳۳
۲-۲. تولید مثل ۳۵

۲-۳. ساختار موجودات زنده..... ۳٦
۲-۳-۱. پروتئین‌ها..... ۳٦
۲-۳-۲. اسیدهای آمینه..... ۳۸
۲-۳-۳. آرایش فضائی پروتئین‌ها..... ٤۱
۲-٤. ساختارهای نرم و سخت..... ٤۱
۲-٥. سلول..... ٤۳
۲-٦. ویروسها..... ٤٤
۲-٦-۱. DNA..... ٤٦
فصل سوم: مکانیک آماری و بیوفیزیک..... ٤۹
۳-۱. مقدمه..... ٤۹
۳-۲. مقدمات مکانیک آماری..... ٥۰
۳-۲-۱. متغیر تصادفی..... ٥۰
۳-۲-۲. تابع توزیع احتمال..... ٥۰
۳-۳. اهمیت تابع توزیع گوسی..... ٦۱
۳-٤. گاز ایده‌آل..... ٦۷
۳-٤-۱. تابع توزیع ماکسول- بولتزمن..... ٦۹
فصل چهارم: ژنتیک..... ۷۳
٤-۱. مقدمه..... ۷۳
٤-۲. مندل و زمینه فعالیتهای وی..... ۷٥
٤-۳. وراثت کروموزوم‌ها..... ۷۹
٤-۳-۱. آزمایش مورگان..... ۸۱
٤-٤. وراثت دو صفت..... ۸٤
٤-٥. نتیجه..... ۸٥
٤-٦. صحبتی درباره مشاورهٔ ژنتیک..... ۸٥

فصل پنجم: حرکت براونی **۸۷**
۵-۱. مقدمه ۸۷
فصل ششم: مثال‌هایی از مکانیزم‌های آماری **۹۱**
٦-۱. مثالی دیگر: حرکت براونی ۹۳
٦-۲. مثالی دیگر: دی فوزین «انتشار» ۹٤
٦-۳. قانون $\sqrt{n}$ ۹٦
٦-٤. مکانیزم‌های ارثی ۹۷
فصل هفتم: کروموزوم **۹۹**
۷-۱. کروموزوم ۹۹
۷-۲. توسعه بدن بوسیله تقسیم سلولها ۱۰۱
۷-۲-۱. اهمیت تقسیم کاهشی ۱۰۳
۷-۳. تقاطع کروموزوم‌ها ۱۰٤
۷-٤. تناقضی آشکار در تئوری مکانیک آماری و اندازه‌ی ژنها ۱۰۵
۷-۵. تحولات جهشی زمینه‌ای برای انتخاب طبیعی ۱۰٦
۷-٦. تحولات نهائی یعنی چه؟ ۱۰۸
فصل هشتم: مکانیک کوانتومی **۱۰۹**
۸-۱. مقدمه ۱۰۹
۸-۲. مولکول‌ها ۱۱۱
۸-۲-۱. زمان مورد انتظار ۱۱۲
۸-۲-۲. اصلاح قانون فوق ۱۱۳
۸-۳. چرا کوانتوم جوابگوی مسأله ارثیت نیست؟ ۱۱۵
۸-٤. تشکیل نظم از نظم ۱۱۷
فصل نهم: آیا حیات مختص زمین است؟ **۱۲۱**
۹-۱. مقدمه ۱۲۱

۹-۲. آیا حیات مختص سیارهٔ زمین است؟ ۱۲۳
۹-۳. مروری به مسأله حیات در زمین ۱۲۸
۹-٤. سوپ بنیادین ۱۳۱
۹-٤-۱. دلیل مردود بودن آزمایشات میلر را از نظر سایر دانشمندان ۱۳۳
۹-۵. آیا شکل‌گیری حیات زمین در مریخ بوده است؟ ۱۳٤
فصل دهم: جستجوی حیات زمین گون در ماورای منظومه شمسی ۱۳۷
۱۰-۱. جستجوی حیات در کیهان ۱۳۷
۱۰-۲. محاسبه سیارات فرا خورشیدی با روش آماری ۱۳۹
۱۰-۲-۱. اولین فراخورشیدی‌ها ۱٤۰
۱۰-۳. چگونگی کشف سیارات فراخورشیدی ۱٤۱
۱۰-۳-۱.روش آسترونومی ۱٤۲
۱۰-۳-۲. روش سرعت شعاعی ۱٤۲
۱۰-۳-۳. روش زمان‌سنجی انقباض ۱٤۲
۱۰-۳-٤. روش ریز همگرایی گرانشی ۱٤۲
۱۰-۳-۵. صفحات میان ستاره‌ای ۱٤۳
۱۰-۳-٦. روش گذر ۱٤٤
۱۰-٤. تلسکوپ فضایی کپلر ۱٤٦
۱۰-۵. میزبان‌هایی برای حیات ۱٤۷
۱۰-۵-۱. کشف سیاره‌ای زمین‌گون (Kepler- 186F) ۱٤۸
۱۰-٦. محکی به یک ستاره ۱۵۰
فصل یازدهم: گذری از فیزیک به متافیزیک ۱۵۵
۱۱-۱. مقدمه ۱۵۵
۱۱-۲. وحدت وجود ۱۵٦
۱۱-۲-۱. آزمایش کروماتوگرافی ۱۵٦

۱۱-۳. اروین شرودینگر در کتاب حیات چیست؟ ۱۵۸
۱۱-٤. چه خصوصیات مادی مربوط به آگاهی می‌شود؟ ۱۵۹
۱۱-۵. مبانی فکری اروین شرودینگر ۱٦۲
۱۱-٦. مسألهٔ خرد جمعی ۱٦٦
فصل دوازدهم: هوش مصنوعی ۱۷۹
۱۲-۱. هوش مصنوعی ۱۷۹
۱۲-۲. آزمون تورینگ ۱۸۱
۱۲-۳. تفسیر قوی و ضعیف در هوش مصنوعی ۱۸٤
۱۲-٤. چالش بنیادین هوش مصنوعی ۱۸۵
۱۲-۵. تفاوت بین هوش انسان و ماشین ۱۸۸
۱۲-٦. شبکه عصبی مصنوعی ۱۸۹
۱۲-۷. علوم شناختی ۱۹۰
۱۲-۸. تغییر ذهن ۱۹۰
۱۲-۹. رابطه مغز و آگاهی ۱۹۱

مقدمه

اختر زیست حوزه‌ای از ستاره‌شناسی است که نه تنها حیات بر زمین که حیاتِ فراسوی زمین را نیز مطالعه می‌کند. اخترزیست‌شناسی ما را وا می‌دارد حیات بر سیاره‌ی زمین را صرفاً یک نمونه از چگونگی ساز و کار حیات در نظر بگیریم و نه، تنها نمونه‌ی موجود. این شاخه از علم ما را ناگزیر می‌سازد چارچوب‌های زیست‌شناسی مرسوم را بشکنیم و تمامی سیارات را همچون نظام‌های بوم‌شناختی در نظر آوریم. ما را وامی‌دارد تاریخ فسیلی را بفهمیم و به جای این که صرفاً اکنون و اینجا را بشناسیم و بفهمیم، به دوران‌های بسیار طولانی‌تری نظر بیفکنیم. از همه مهم‌تر و بنیادی‌تر، از ما می‌خواهد نگاه علمی خود را در گستره‌ی فضا و زمان بسط دهیم.

اخترزیست از رشته‌های میان گرایشی محسوب می‌شود که دو حوزه اخترشناسی و زیست را پیوند می‌دهد.

فیزیک‌دانان برای مطالعه سیستم‌های زیستی باید بـه ابـزارهـایی مثـل مکانیـک آمـاری، مکانیک کوانتومی، ترمودینامیک غیر تعادلی و... مجهز باشند.

مسائل زیستی به فیزیک پیشه‌ها خدمت فراوانی کرده است. مثلا به آنها آموخته است کـه ساخت موتور با بازدهی بالا و در ابعاد کوچک (حدود نانو متر) امکان‌پـذیر اسـت یـا اینکـه آزمایش با سلولهای منفرد عملی است. همچنین بیوفیزیک مسائلی را بـه جامعـه فیزیـک معرفی کرده است که فیزیک‌دانان هنوز برای آنهـا پاسـخ‌هـای قـانع‌کننـده‌ای نیافتـه‌انـد. مسائلی نظیر پیچش پروتئین‌ها، ساز و کار خواندن اطلاعات از روی DNA و عـدم وجـود تقارن چپ‌گرد و راست‌گرد از آن جمله‌اند.

در این کتاب اشاراتی به فیزیک موجودات زنده می‌شود. در ابتدا فیزیک را مطالعه می‌کنیم، سپس مرور کاملی بر بسیاری از مباحث کاربردی فیزیک را دارد.

در ادامه بحث به این نکته می‌پردازیم چرا بیوفیزیک؟ چون فکر می‌کنیم فیزیک می‌توانـد در حوزه‌های مختلف وارد شده و پاسخگوی مسائل آن باشد از جمله آن موارد می‌توان بـه علم بیوفیزیک اشاره کرد. قدمت علم بیوفیزیک به بیش از نیم قرن باز می‌گـردد و اولـین آکادمیها و دانشکده‌های رسمی در این علم در حدود ۵۰ سال پیش به وجود آمده‌اند یعنـی از زمانی که دانشمندان به این نتیجه رسیدند که می‌تـوان از علـم فیزیـک در گرایشـهای زیست و حیات هم استفاده کرد. قدمت این علم در ایران به حدود بیست سـال پـیش بـاز می‌گردد و اولین دپارتمان این رشته در دانشگاه تهران تاسیس شد.

نگرش به این رشته از دو دیدگاه قابل ارزیابی است، اول دیـدگاهی سـنتی، کـه بیشـتر از جانب بیولوژیستها بوده، زیست‌شناسان با مشاهده گسترش فوق‌العاده فیزیـک در مسـیری آمدند که این علم را فراگرفته و از قوانین آن در حوزه زیست‌شناسی بهره ببرند، و نگـرش دوم که نگاهی جدیدتر است، قدمتی بیست‌ساله دارد کـه رویکـرد فیزیکـدانان بـه زیسـت

است که به خاطر توسعه فیزیک و دستیابی آن حوزه‌هایی از جمله نانو و مطالعات نانو، دروازه و پنجره‌ای نوین را به جهان باز می‌کند چراکه اکثر فیزیک جذاب موجودات زنده، در دنیای نانو است و با تسلط به این حوزه، می‌توان به این نکته پی برد که ساختار فیزیکی این موجودات چگونه کار می‌کنند. پس مشاهده می‌شود از همان بیست سال پیش در دانشکده‌های فیزیک دپارتمانهای بیوفیزیک شکل می‌گیرد و بزرگانی چون نلسون[1] و فیلیپس[2] در این حوزه مطالعاتی جامع انجام می‌دهند.

در واقع بیوفیزیک به مثابه پلی است که فیزیکدانان در یک‌سو و زیست‌شناسان از سوی دیگر در راه رسیدن به هدف مشترکی در حال پیمودن آن هستند ولی نکته اینجاست علی‌رغم هدف مشترک هنوز هم زبانی کامل برقرار نیست و در مسائلی از زاویه‌های مختلف به مسائل نگاه می‌شود که زبان مشترکی در توجیه آن وجود ندارد ولی به هر حال گامهای عظیمی را در توسعه این دانش برداشته‌اند.

1- Nelson
2- Pilips

فصل ۱

حیات

۱-۱. حیات چیست؟

عنوان موضوعی است که همه‌ی انسان‌ها درباره آن اندیشیده و می‌اندیشند و بسیاری از تحقیقات در این زمینه بوده است. حیات آنچه در ظاهر به نظر میرسد میل شدید به بقا و حفظ و تولید مثل است. همه ما با این سوال آشنا هستیم که "مرغ اول بوده یا تخم مرغ" و این پرسش به صورت بنیادی و علمی به این صورت می‌باشد که "پروتئین نخست بوده یا آر.اِن.اِ"

در ابتدای این فصل به جنبه های فیزیکی حیات می‌پردازیم.

۱-۲. جنبه‌های فیزیکی حیات

۱. اول اینکه مواردی که در موجودات زنده مورد استفاده قرار گرفته و در آفرینش آنها شرکت داشته همین موادی است که شما در آزمایشگاه‌ها پیدا

کرده‌اید و می‌شناسیم و مـوادی خـارج از ایـن حـوزه، در مکانیسـم ترکیبـی ایـن موجودات وجود ندارد.

۲. این مواد که در ساختار موجودات زنده استفاده شـده‌انـد و خـود موجـودات زنده چون در قلمرو فیزیک هسـتند و جـزو طبیعـت محسـوب مـی‌شـوند لاجـرم قوانین شناخته شده فیزیک و سنن جاری فیزیکی در بین آنها ساری است پس ما به دنبال پیدا کردن این قوانین در حوزه موجودات زنده هستیم لااقل تا آنجـا کـه می‌توانیم و بدان مربوط می‌شود.

۳. قوانین بقای فیزیک بر این سیستم‌ها، حکم‌فرماست نظیر قانون بقای انرژی.

۱-۳. قانون بقای انرژی

سیستم بدن انسان برای کارکرد خود به انرژی نیاز دارد، حداقل مصرف انـرژی روزانه آن، برای اینکه تنها زنده بماند نه فعالیت کند به اندازه یک لامپ ۱۰۰ وات می‌باشد. پس انسان در هر ثانیه ۱۰۰ ژول انرژی استفاده می‌کنـد، بـه ایـن دلیـل کلاسی که مملو از دانشجویان است پس از اتمام درس محیطی ناخوشـایند اسـت چرا که میزان زیادی گرمـا، بخـار آب و گازهـا در فضـای اتـاق بـه علـت فعالیـت دانشجویان پراکنده شده است. پس با تنظیم یـک جـدول ۲۴ سـاعته مـی‌تـوانیم بگوییم در طول مدت شبانه‌روز چه میزان انرژی برای بقای ما لازم است اگر از این میزان کمتر به بدن ما انرژی برسد، رفته، رفته انسان به سوی مرگ پیش می‌رود، ابتدا بدن انسان از انرژیهای ذخیره شده به وسیله چربی این میزان انرژی را تأمین می‌کند ولی رفته‌رفته رو به تحلیل می‌رود. البته مسلم اسـت یـک دونـده کـه ۱۲ ساعت می‌دود میزان مصرف انرژی آن از کسی کـه ۱۲ سـاعت بـا کـامپیوتر کـار

می‌کند، به مراتب بیشتر است.

انسان در زمره حیوانات پستاندار قرار دارد، بخاطر خونگرم بودن پستانداران، باید میزان انرژی خود را در حد ثابتی حفظ کنند و همواره انرژی بسوزانند، چون دسترسی آنها به مواد غذایی همواره ممکن نیست لذا سیستم ذخیره‌سازی، در بدنشان وجود دارد، برای ایامی که دسترسی به مواد غذایی کمتر است از آن انرژی که به صورت چربی ذخیره شده است، استفاده کنند. مثلاً خرسها با ذخیرهٔ چربی و اضافه وزن ۴۰ تا ۵۰ کیلویی زمینه خواب زمستانی خود بدون هیچ مشکلی را فراهم می‌آورند و شترها به گونه دیگر، و انسان‌ها نیز در اطراف پهلوها و سایر اندام این انرژی را ذخیره می‌کنند. ولی در انسان به علت دسترسی دائم به غذا و خوراک روند تأمین انرژی به حالت ثابت رسیده و در هر زمانی معمولاً غذای کافی در اختیار دارد لذا ذخیره انرژی دائماً در حال افزایش است بدون اینکه این انرژی ذخیره شده مصرف شود لذا بیماری چاقی گریبانگیر بشر می‌شود. در اینجاست که اهمیت روزه‌داری به مدت یکماه البته با شرایط خاص آن برای سلامتی انسان مشخص می‌شود.

۴. سیستم‌های زنده از نظر ترمودینامیکی خارج از تعادل هستند.

طبق قانون دوم ترمودینامیک اگر چنانچه جسمی در محیط قرار دهیم بعد از مدتی این سیستم با دمای محیط به حالت تعادل ترمودینامیکی می‌رسد مثلاً یک لیوان پر از یخ و آجری گرم را در اتاقی قرار دهیم بعد از مدتی دمای آن با محیط یکسان می‌شوند و به تعادل می‌رسند. اما اگر الان چشمتان را ببندید و دست نفر کناریتان را بگیرید متوجه می‌شوید که دمای دستش بالاست حدود 37° سانتی‌گراد اما اگر دمای آن با محیط یکی باشد حتماً از دنیا رفته است، چرا که

یک موجود زنده به تعادل دمایی با محیط نمی‌رسد.

عدم تعادل به علت جریان انرژی در درون سیستم می‌باشد. پمپ کولر آبی را فرض کنید، آب دائماً از پایین به بالا پمپاژ می‌کند، آب در جریان قرار گرفته و حرکت می‌کند ممکن است دمای این آب در حالت تعادل با محیط قرار نگیرید ولی حالتی پایا برای سیستم ایجاد می‌کند یعنی هر زمانی شما از هر نقطه عکس بگیرید این عکس همانند عکسی است که بعداً یا قبلاً گرفته‌اید ولی حالت تعادل ندارد، وقتی که سیستمی ترمودینامیکی که در حالت تعادل نیست بخواهیم در حالت پایا قرار بگیرد لازمه‌اش جریان انرژی است. چون این سیستم حیات سیستمی ترمودینامیکی خارج از تعادل است پس لازمه‌اش، جریان انرژی است که از جانب خورشید تأمین می‌شود پس اگر خورشید وجود نداشت لاجرم حیاتی هم وجود نداشت.

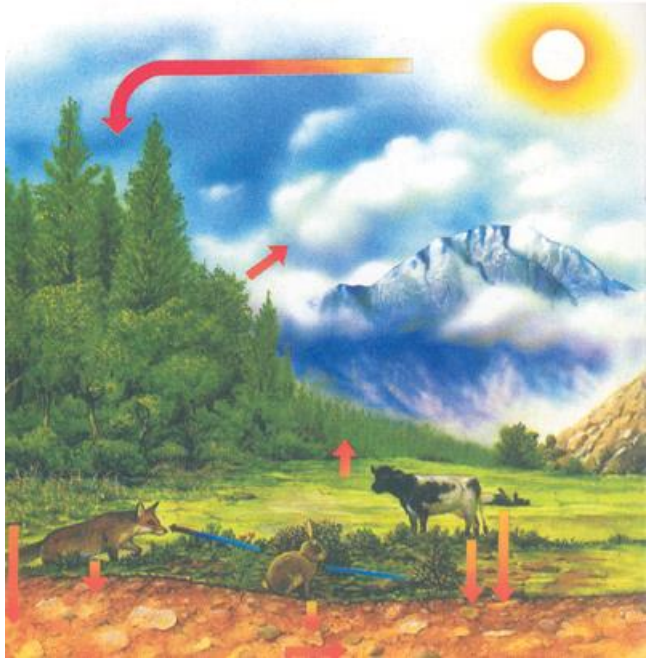
ترمودینامیک تعادلی سیستم‌هایی هستند که سالها روی آنها کار شده و حدود ۲۰۰ سال است که تئوریهای آن مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعاتی جامع و تقریباً کافی درباره ی آن داریم ولی سیستم‌های ترمودینامیک خارج از تعادل علمی نوظهور است که در راستای پویایی فیزیک بدان پرداخته می‌شود و هنوز نظریه کامل و جامعی نیست و همین سیستم‌های زنده که خودشان سیستم ترمودینامیکی غیرمتعادل هستند بهترین آزمایشگاه در جهت، پژوهش این علم محسوب می‌شوند لاجرم زیست‌شناسی را مورد توجه فیزیکدانان قرار داده‌اند.

در این سیستم ما حیات را به صورت مجموعه حیات روی زمین نگاه می‌کنیم نه صرفاً امری جزیی، امری که یک ورودی و یک خروجی دارد، یک سیستم پایا همواره در آن به چشم می‌خورد.

۵. تبدیل انرژی شیمیایی و حرارتی به مکانیکی

در حیات این تبدیلات مسأله‌ای مهم است. وقتی گلوله‌ای از سطح شیب‌دار پائین می‌آید یک تبدیل انرژی صورت می‌گیرد و حتی در قسمت پائین می‌تواند کار هم انجام دهد وقتی ما راه می‌رویم و تکان می‌خوریم، کار انجام می‌دهیم، انرژی از کجا تأمین شده است انرژی همان انرژی است که از خوردن غذا در ما به وجود آمده است پس حیات بدون حرکت بقا ندارد و این انرژی و حرکت هم از انرژی حرارتی و شیمیایی تأمین می‌شود.

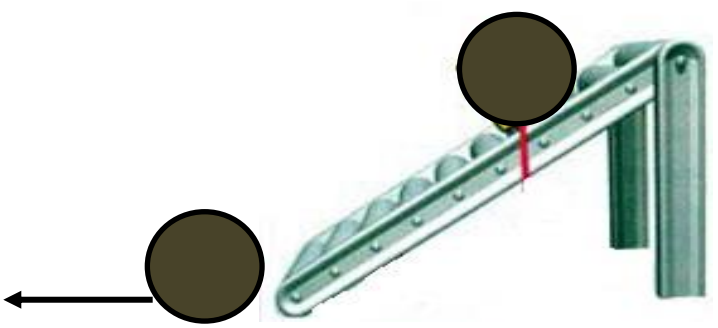
۱-٤. بقای انرژی یا تلف انرژی



شکل ۱-۱: بقای انرژی

تصویر (۱-۱) به نوعی بقای انرژی را نشان می‌دهد ولی حالتی است کـه در آن بقا وجود ندارد و این بدلیل آن است که تمام این فلش‌ها یک‌طرفه هسـتند یعنـی نمی‌توانید برخلاف جهت حرکت کنید و این همان جریان پایای سیستم است.

شما فرض کنید در یک سطح شیب‌دار توپی از بالا به پایین آمده و انـرژی آن از پتانسیل به جنبشی و گرمایی تبدیل شده آیا می‌توان با بازگرداندن گرما بـه آن توپ را به جای اول بازگردانیم مسلم است نه این فرآیند برگشت‌ناپـذیر اسـت. در فرآیندهای برگشت‌ناپذیر انرژی آزاد کاهش می‌یابد و آنتروپی افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۲

تعریف فیزیکی انـرژی آزاد بـه صـورت رابطـه ۱-۱ مـی‌باشـد کـه قـانون دوم ترمودینامیک نامیده می‌شود.

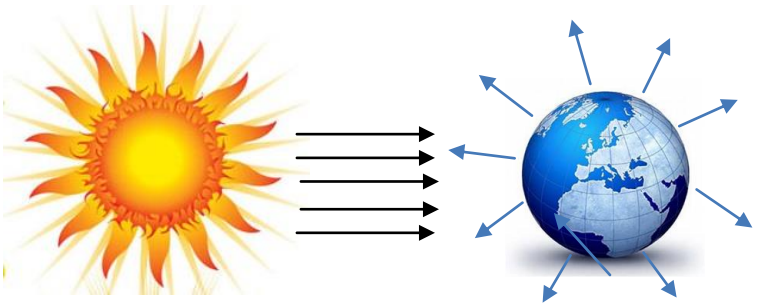
$$F = E - TS \qquad (۱-۱)$$

در این رابطه T دما و S آنتروپی است.

در فرآیندهای برگشت‌پذیر انرژی آزاد سیستم بقا دارد.یک آونگ ساده یا یـک آونگ ایده‌آل برای همیشه به نوسان ادامه می‌دهد. فیلمی از یک آونگ که به جلو

و عقب نوسان می‌کند را در نظر بگیرید. اگر ما فیلم را برعکس نشان بدهیم، نخواهیم توانست آن را از حالت عادی تشخیص بدهیم و یا اینکه وقتی ما خودکاری را به بالا پرتاب می‌کنیم و می‌گیریم اگر از این صحنه فیلم‌برداری شود و معکوس شود کسی متوجه نمی‌شود که فیلم معکوس شده اما اگر شما خودکار را روی زمین بیاندازد و فیلم‌برداری کنید سپس فیلم را معکوس کنید شما متوجه خواهید شد. تفاوت فرآیندهای برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر در اینجا خود را نشان می‌دهد.

به طور کلی در هر دو گونه فرآیند چه برگشت‌پذیر چه برگشت‌ناپذیر قانون بقای انرژی حاکم است. ولی در فرآیندهای برگشت‌ناپذیر انرژی آزاد تلف می‌شود و کم می‌شود. بنابراین طبق قانون ترمودینامیک سیستم زمانی در حالت پایدار است که انرژی آزاد آن به حداقل برسد.در شکل ۱-۳ مشاهده می‌شود که انرژی خورشید به سوی کم‌شدن انرژی آزاد پیش می‌رود. خورشید را در نظر بگیرید به زمین تابش می‌کند یک انرژی هم جهت متمرکز وقتی به زمین برخورد می‌کند، زمین به صورت جسم سیاه شروع به تشعشع می‌کند، و انرژی آزاد را کاهش می‌دهد.



شکل ۱-۳

در فرآیند تبدیل انرژی باکیفیت خورشید به انرژی بی‌کیفیت، بیوسفر قرار گرفته که از این انرژی استفاده می‌کند، همانند فرآیند یخ زدن آب که، در حال عادی آب وقتی یخ می‌زند آرایش مولکولها منظم‌تر می‌شوند یعنی آنتروپی یخ پایین آید، ولی در مجموع خود یخچال که حرکت گاز نئون و فرآیند گرماگیری را جستجو می‌کنیم آنتروپی افزایش پیدا کرده علی‌رغم آنکه آنتروپی آب کاهش پیدا می‌کند. در این روند یک انرژی منظم داخل می‌شود و یک انرژی نامنظم گرفته می‌شود. در این بین نظمی از نوع نظم یخ در وسط باقی می‌ماند. پس انرژی بقا دارد ولی سیستم‌های زیستی فرآیندهایی برگشت‌ناپذیرند. بنابراین همواره رو به تعادل پیش می‌رویم و صرف انرژی می‌کنیم، انرژی آزاد بیشتر همواره به سوی انرژی آزاد کمتر در حال حرکت است. اگر ما مسیر رسیدن به انرژی آزاد کمتر، را بدانیم، می‌توانیم خیلی از اتفاقات را پیش‌بینی کنیم. یک سیستم تمایل دارد از مکانی به مکان دیگر منتقل شود که کمینه انرژی آزاد در آن وجود دارد و این قانون دوم ترمودینامیک است.

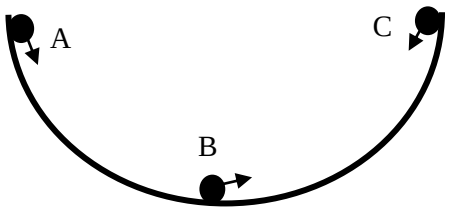
حرکت به سمت تعادل = انرژی آزاد کمتر

$$F = E - TS \qquad (۱-۱)$$

در این رابطه:

F انرژی آزاد، E انرژی، T دما، S آنتروپی

توپی در یک فضای نیم‌دایره حرکت می‌کند را در نظر می‌گیریم.



شکل ۱-٤

اگر از اصطکاک و اتلاف گرمایی صرف‌نظر کنیم پس توپ در حالتی نوسانی تا ابد انرژی پتانسیل را به جنبشی تبدیل کرده و نوسان می‌کند اما اگر اصطکاک و تبدیل به گرما باشد، توپ در نهایت در نقطه B متوقف می‌شود، چرا که آنجا نقطه‌ای است که بیشینه اتلاف انرژی پتانسیل اتفاق افتاده و مقدار انرژی آزاد کمترین مقدار خود را دارد.

در سیستم‌های حیاتی، رسیدن به تعادل برابر با مرگ است و این، در دید کلی نسبت به حیات است نه جزء نگر، یعنی در مجموع کل حیات نگاه می‌کنیم باید سیستم غیرتعادلی باشد تا حیات وجود داشته باشد. و از طرفی سیستم‌های مورد مطالعه حیات سیستم‌هایی باز هستند یک سیستم بسته با وجود اتلاف انرژی لاجرم به تعادل می‌رسد ولی سیستم باز که جریان ورود و خروج انرژی در آن وجود دارد به تعادل نمی‌رسد نظیر پاندول ساعت که به موتوری متصل است، نوسان می‌کند اگر موتور متوقف شود پاندول به تعادل می‌رسد و در غیر این صورت حالتی تعادلی وجود ندارد.

جریان انرژی= افزایش آنتروپی

در سیستم خورشید و زمین، انرژی خورشید با کیفیت بالا و آنتروپی پایین به جانب زمین سیر می‌کند و در مواجه با زمین، زمین به صورت تابش جسم سیاه اما با آنتروپی بالا در جهات مختلف تشعشع می‌کند، اگر مقدار انرژی که از خورشید به زمین می‌رسد با انرژی که زمین به عالم تابش می‌کند برابر نباشد در این صورت یا افزایش انرژی گرمایی زمین، یا کاهش انرژی را داریم.

مقدار تابش خورشید به زمین با استفاده از فرمول ۱-۲ محاسبه می‌شود.

$$J = \sigma T^4 \qquad (۲-۱)$$

در این رابطه:

J آهنگ تابش گرما، σ ثابت استفان- بولتزمن، T دما

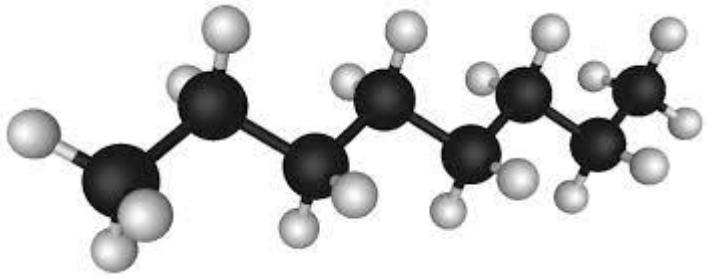
رابطه ۱-۲ مقدارکل انرژی ای را که یک جسم از خود تابش می‌کند و دما بیان می‌کند. طبق این قانون کل انرژی تابیده شده از واحد سطح جسم سیاه در واحد زمان با توان چهارم دمای آن جسم بر حسب کلوین متناسب است.

با این فرمول می‌توانید دمای سیارات دیگر را چه فراخورشیدی و چه در منظومه خورشیدی محاسبه کرد و این مستقل از وجود حیات در سیاره است. و شما نمی‌توانید تشخیص دهید که آیا حیاتی در آن سیاره وجود دارد یا نه، این موضوع فقط بقای انرژی است. در این سیستم انرژی آزاد بیشتر از خورشید به انرژی آزاد کمتر در تابش زمین مبدل می‌شود و به سوی کاهش انرژی آزاد سیستم پیش می‌رویم.

به ناحیه‌ای چند صد کیلومتری از عمق اقیانوسها تا بالا جو که حیات وجود دارد اصطلاحاً بیوسفر گویند.

در گیاهان به وسیله سیزینه، نور و آب و Co_2 و ازت مولکولهای هیدروکربن

تولید می‌شود که مولکولهای آلی به آنها می‌گویند. که رشته‌های بلند هستند، مولکولهای عالی از جنس قندها و چربی و بافتهای گیاهی می‌باشند و این فرآیند تلقی هم دارد چرا که این فرآیند، فرآیند بسته نیست. پس انرژی را می‌گیرد و کار منظمی انجام می‌دهد و در نهایت در جهت کاهش انرژی آزاد پیش می‌رود. و مقداری اکسیژن، بخار آب و گازهای دیگر نیز از آن خارج می‌شود. این فرآیند اصلی شروع حیات است چرا که حیات احتیاج به این مولکولهای آلی دارد.



شکل ۱-۵: مولکول آلی

فرآیندهای اصلی بیوسفراین دو فرآیند هستند که اتفاق می‌افتد.

۱-۵. مقیاس‌ها

در مورد حیات درباره چه مقیاس‌هایی صحبت می‌کنیم؟

چرا مولکولهای این قدر کوچک هستند؟

حیات پیچیده است و درست کردن حیات با تعداد کم مولکول غیرممکن است. برای آنکه حیات داشته باشیم به میزان زیادی مولکول احتیاج داریم، که مکانیزم بسیار پیچیده‌ای است. نمی‌توان با دو مولکول مثلاً هیدروژن و اکسیژن،

موجود زنده انتظار داشته باشیم. لازمه حیات حضور مقدار بی‌انتهایی مولکول و اتم است و دلیل اینکه چرا مولکول‌ها آنقدر کوچکند این است که ما خیلی بزرگیم، اگر ما از دو مولکول تشکیل شده بودیم مولکول برایمان کوچک محسوب نمی‌شد ولی یونی با حدود 10^{26} مولکول یک مولکول در برابرش کوچک است. کوچکترین موجود زنده که می‌شناسیم ابعاد میکرومتر دارد که خود در مقایسه با ابعاد مولکول که در حد انگسترم است، بسیار بزرگ است. در کوچکترین باکتری چند میلیارد اتم وجود دارد الان به دنبال کوچکترین موتورها و ادوات مختلف هستیم ولی تا کجا می‌توان پیش رفت به هر حال یک حدی وجود دارد، و همین طور حیات کوچکتر از آنچه طبیعت در بر دارد وجود ندارد چون مکانیزمی بسیار پیچیده است.

باکتریهای یک میکرونی از گلبول سفید فرار می‌کند ساختارهای بسیار پیچیده‌ای از حرکتهای مختلف وجود دارد و سپس یکسری مکانیزم‌های کاراً در آن وجود دارد که ابعادشان از مرتبه نانومتر می‌باشد.

پس با رسیدن به ابعاد نانو پنجره‌ای به سوی حیات باز می‌شود و جهانی جذاب را برای ما به ارمغان می‌آورد. پس مقیاس طولی فیزیک حاکم نانومتر است.

مقیاس نیرو در ابعاد بایولوژی از مرتبه پیکونیوتن است، نیروهایی که به هم وارد می‌کنند و حرکتهایی که می‌کنند که با سیستم‌های بایولوژی می‌توان اندازه‌گیری کرد از مرتبه پیکونیوتون می‌باشد و این مسأله را می‌توان طور دیگر هم حدس زد به خاطر اینکه میزان انرژی مؤثر در حیات برابر انرژی گرمایی می‌باشد همه ما در سیستم‌هایی هستیم که بالا و پایین رفتن دمای بدن منجر به بیماری می‌شود.

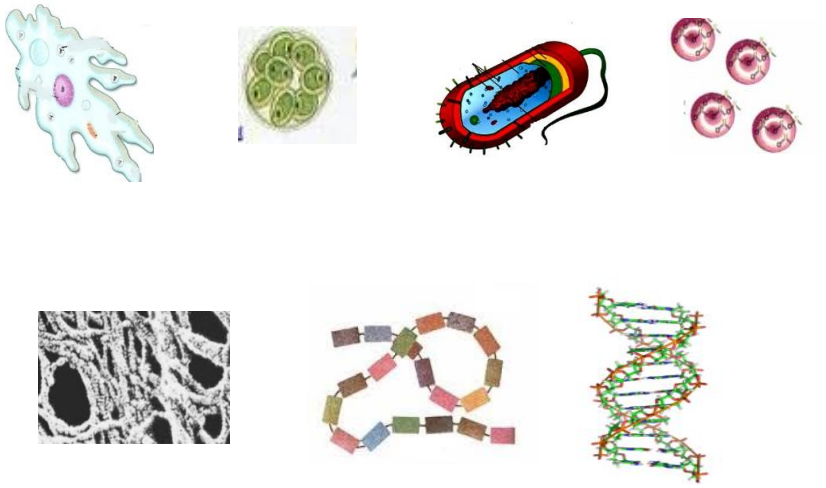
$K_B T \approx 4/1\ PN \times nm = 4.1 \times 10_J^{-21}$

انسان بسیار موجود حساسی است و دمای بدن باید در این سیستم دقیق تنظیم شده باشد این موجود در دمای اتاق کار می‌کند.

بشر نگران افزایش دمای زمین است، چرا که گرم شدن زمین عامل می‌شود که دو درجه دمای کل کره زمین افزایش یابد و همین منجر به انقراض حیات روی کره زمین شود. پس حاصلضرب ثابت بولتزمن ضربدر ۳۰۰ درجه کلوین همان می‌باشد $4.1 \times 10_J^{-21}$ که انرژی گرمایی معادل دمای اتاق است. اگر بخواهیم در ابعاد نانو ضربدر نیرو را در این فرآیند دخیل کنیم نیرو در مرتبه پیکونیوتون می‌باشد، یعنی اگر یک پروتئین و DNA که بهم چسبیده‌اند بخواهیم از هم جدا کنیم در حدود چند پیکونیوتن نیرو لازم است.

باید خاطر نشان کرد که در توجیه مسائل حیات احتیاجی به استفاده از قوانین مکانیک کوانتومی نیست چرا که این مکانیزم ازمرتبه نانو بوده و در مرز است ولی در توجیه پدیده فتوسنتز و واکنش‌های شیمیایی و فعالیت‌های مغزی کاربردهای خاص خود را دارد. ولی در توجیه فعالیت‌های حیاتی احتیاجی به دخالت کوانتومی نیست.

۱-۵-۱. مقیاس‌های طولی



شکل ۱-۶

اگر به کوچکترین ساختارهای حیات نگاه کنیم مشاهده می‌کنیم اتم‌ها از مرتبه انگستروم هستند، که از کنار هم قرار دادن آن‌ها پروتئین‌ها یا DNA ها که ابعادی به اندازه ۲ نانومتر و طول بلندتری دارند تشکیل می‌شوند، سپس ساختارهای سخت‌تری مانند اسکلت سلولی کهاز کنار هم قرار گرفتن پروتئین‌ها تشکیل می‌شود به وجود می‌آیند.

ویروس‌ها نیز از ساختارهای بسیار منظم، عظیم و پیچیده به وجود آمده‌اند و برای کارهای دقیقی طراحی شده‌اند.

زمانی که اسکلت سلولها را مورد مطالعه قرار میدهیم، با مولکول سروکار داریم که موجود زنده‌ای نیستند و می‌توان آنها را در آزمایشگاه ساخت. ویروس‌ها ساختاری عظیمی دارند که در مرز موجودات زنده نشسته‌اند، چون برای تکثیر

احتیاج به یک موجود زنده دیگر دارند خودشان نمی‌توانند خود را تکثیر کنند ولی از لحاظ اطلاعاتی تمام اطلاعات و نقشه ساختار خود برای تولید خود دارد پس از نظر اطلاعاتی زنده هستند.

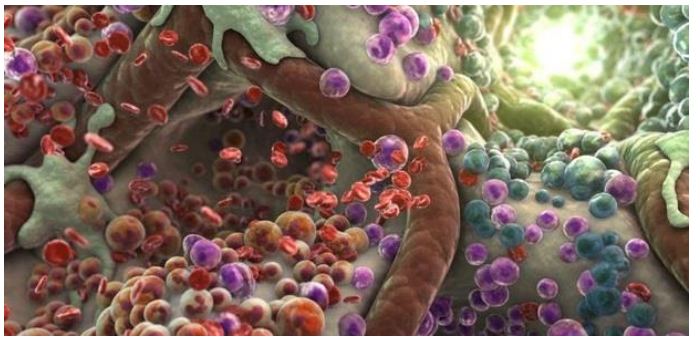
باکتریها نیز از میلیونها مولکول و DNA و اسکلت و حتی ویروس ساخته شده‌اند ابعاد آن در حد میکرون می باشد، و توانایی تکثیر خود را دارند.

بنابراین از باکتری به بعد در زمره موجودات زنده محسوب می‌شوند ولی در زمینه ویروس همواره اختلاف نظر وجود دارد چون خودشان کارخانه تولید خود را ندارند ولی تمام اطلاعات برای تکثیرشان را دارند.

بعد از باکتریها به قلمرو موجودات چند سلولی مثل گلبول سفید می‌رسیم گلبول سفید ده برابر باکتریها هستند و بعد ساختارهای بزرگتر و بزرگتر.

سوالی که در اینجا مطرح است، که چرا سلول‌ها آنقدر کوچک هستند؟

دلیل آن واضح است، ما خیلی بزرگ هستیم و سیستمهای بزرگی مثل ما با یک یا دو سلول توان کار کردن ندارد.



شکل ۱-۷: نمایی سه بعدی از مغز استخوان شامل سلول‌های بنیادی

پس پروتئینها و چربیها ابعاد چند نانومتری دارند، بزرگترین ویروسها بـه ۱۰۰ نانومتر هم می‌رسند و همین‌طور هر قدر که بالاتر می‌رویـم سـاختارها پیچیـده و ابعاد بزرگتر می‌شود تا اینکه به انسان و گیاهان غول‌پیکر چند صدمتری می‌رسیم که مکانیزم فیزیکی بسیار پیچیده‌ای بر آنها حاکم است مـثلاً یـک درخـت چـوب سرخ یکصدمتری از چه مکانیزمی برای انتقال آب به سر درخت استفاده می‌شود و امثال آن، شایان ذکر است که همان‌طور که فاصله زمین تا خورشید از توان 10^{12} می‌باشد نسبت کوچکترین ساختار تا بزرگترین ساختار هم در موجـودات زنـده از همین مرتبه می‌باشد یعنی به اندازه فاصـله زمـین تـا خورشـید، از طرفـی مـا در فیزیک بازه‌ها را محدود می‌کنیم به بازه‌های خاص مثلاً در گـردش سـیاره زمـین حول خورشید، حرکت تند آدمها روی زمین را در نظر نمی‌گیـریم و آن‌هـا را کـه حرکت کتره ای است به گونه‌ای حذف می‌کنیم و یا برخورد گلولـه‌هـای بیلیـارد، حرکت کند ماه و خورشید را نادیده می‌گیریم اما در مورد بیولوژی چنـین نیسـت اگر یکی از اتمهای DNA تغییر شکل دهد یا به گونه‌ای دیگر ظهور کند. گونه‌های مختلفی ظهور می‌کنند مثلاً رنگ چشم متفاوت مـی‌شـود. در ابعـاد نـانومتر روی سیستم تغییرات تأثیر می‌گذارد ممکن بود در اثر این تغییـرات در کـودکی دچـار بیماری شویم، یا در جهشی دچار سرطان خاصی شویم و به همـین‌گونـه ایـن دو سیستم را نمی‌توانید از هم جدا کنید این یکی از جذابیت‌های مسأله می‌باشد.

پس از جذابیتهای زیست‌شناسی برای فیزیکدانان آن است که بازه تأثیرات آن بسیار وسیع است جهشی در مقایس نـانو خـود را در مقیـاس‌هـای بـزرگ نشـان می‌دهد.

فصل ۲

موجود زنده

۲-۱. موجود زنده چیست؟

یکی از سوالاتی که همواره پیش روی هر علمی است تعریف دقیق موضوع مورد بررسی آن است. موجود زنده چیست؟

و چه طور می‌توان مرز آن را از موجودات غیرزنده مشخص و متمایز کرد؟ در زیست‌شناسی اغلب از چند ویژگی یاد می‌کنند که براساس آن‌ها، هر آن موجودی که حداقل برخی از آن‌ها را در بر داشته باشد می‌تواند "زنده" خطاب شود. این خصوصیات به این شرح می‌باشند.

۱. سازماندهی[1]: موجودات زنده درجه بسیار بالایی از سازماندهی را به نمایش می‌گذارند. این سازماندهی از ساده‌ترین موجودات زنده‌ی تک سلولی تا موجودات

1- Organization

زنده پرسلولی قابل رویت است. موجودات زنده پرسلولی به واسطه دستگاه‌ها، سازماندهی شده‌اند. دستگاه‌ها مجموعه‌ای از اندام‌ها هستند که نقشی ویژه را در بدن موجودات پرسلولی ایفا می‌کنند. دستگاه‌ها به نوبه خود از اندام‌ها ساخته شده‌اند و اندام‌ها نیز بافت‌ها و بافت‌ها از سلول ها ساخته شده‌اند. سلول نیز به نوبه خود از اندامک‌هایی ساخته شده که به آن سازمان می‌دهد.

۲. حفظ موجودیت یا پایداری[1]: منظور از پایداری، قابلیت ثابت نگه داشتن محیط درونی بدن یا سلول است، نظیر حرارت، PH، جمع شدن آب و... اگر شما تب زیادی بکنید خطرناک است چرا که امکان دارد به اندام‌هایتان آسیب زده و آنها را از کار بیندازد. فعالیت‌های عضلانی، گرما را به عنوان یک محصول زائد تولید می‌کنند، این گرما با مکانیزم عرق کردن از بدن ما خارج می‌شود، در برخی از موجودات نظیر پستانداران و پرندگان از این گرما برای ثابت نگه داشتن درجه حرارت درونی بدن استفاده می‌شود.

۳. سازش با محیط یا سازگاری[2]: موجودات زنده، خودشان را با شیوه‌های مختلف حیات وفق می‌دهند، این موضوع یکی از اساسی‌ترین اصول چهارگانه نظریه داروین- والاس است.

۴. تولید مثل و وراثت[3]: همه سلول‌ها از سلول‌های دیگر به وجود می‌آیند و از این رو آنها نیازمند شیوه‌هایی برای تولید مثل خود هستند. از این رو سلول‌ها به جنسی و غیرجنسی تقسیم می‌شوند.

1- Homeostasis
2- Adaptation
3- Reproduction and heredity

۵. رشد و نمو[1]:حتی موجودات تک سلولی هم رشد می‌کنند، زمانی که بر اثر تقسیم سلولی ایجاد می‌شوند کوچک هستند و باید رشد کرده و بالغ شوند. موجودات چندسلولی، مکانیزم رشد پیچیده‌تری دارند چرا که از سلول‌های بیشتری تشکیل شده و نیامند تمایزپذیری و ... نیز هستند.

۶. جذب و دفع انرژی[2]: یک نظریه می‌گوید، حیات، حاصل کسب انرژی از طریق نور خورشید، واکنش‌های شیمیایی مواد معدنی، سایر ارگانیسم‌ها و... و رها کردن آن است که با تولید انرژی و ATP همراه است.

۷. تشخیص و پاسخ به محرک‌ها[3]: همه موجودات زنده توانایی تشخیص و نیز پاسخ به محرک‌های درونی و بیرونی را دارند.

۸. تعامل یا فعل و انفعال[4]: موجودات زنده، درست به خوبی سایر چیزها، ارتباط خوبی با محیط پیرامونشان دارند. آنها مواد خام و انرژی را از محیط و نیز سایر موجودات زنده به دست می‌آورند. وجود اشکال گوناگونی از همزیستی (ارتباطات موجودات زنده با هم) مثال‌هایی در این رابطه است.

۲-۲. تولید مثل

تولید مثل یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم زیست‌شناسی است. تولید مثل در زیست‌شناسی به معنای تولید یک نسخه‌ی مشابه و در نتیجه ادامه پیدا کردن حیات است، یکی از نخستین ویژگی‌هایی که موجب پیدایش حیات شده بایستی توانایی یکسری واکنش‌های شیمیایی در زمین اولیه در تولید کپی از خودشان

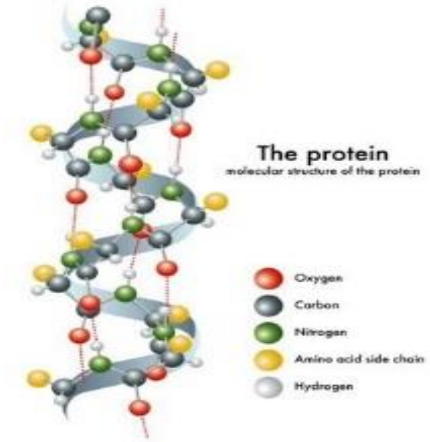
1- Growth and development
2- Energy acquisition and release
3- Detection and response to stimuli
4- Interactions

بوده باشد. تولید مثل در پایه‌ای‌ترین سطح در واقع بازتولید شیمیایی است.این مفهوم بنیادی‌تر از چیزی است که در نگاه اول به نظر می‌رسد. برای درک این موضوع باید به مبدا حیات برگشت. و چطور حیات بهبود بخشید. پس اگر ما بخواهیم جزء جزء کار را مشاهده کنیم، همه از مولکول ساخته شده‌اند. این مهندسی بی‌نظیر که در پشت این مولکولها قرار دارد، حیات را شکل می‌دهد.

۲-۳. ساختار موجودات زنده

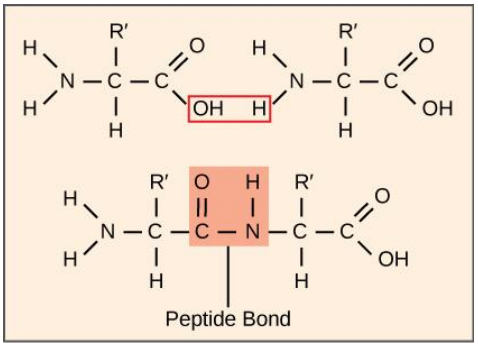
۲-۳-۱. پروتئین‌ها

پروتئین‌ها مواد مغذی اصلی هر سلول زنده هستند.



شکل ۲-۱: پروتئین

پروتئین‌ها مواد آلی بزرگ و یکی از انواع درشت مولکول‌های زیستی هستند (شکل۲-۱).که از زیر واحدهایی به نام اسید آمینه ساخته شده‌اند، پروتئین‌ها مانند زنجیری از یک کلاف سه بعدی بسپارهایی (پلیمرها) [ماده‌ای شامل مولکول‌های بزرگ است که از به هم پیوستن واحدهای کوچک تکرار شونده که تکبار یا مونومر نامیده می‌شود ساخته شده است] هستند که از ترکیب اسیدهای آمینه حاصل می‌شوند. اسیدهای آمینه مثل یک زنجیر خطی توسط پیوند پپتیدی[1] که یک پیوند شیمیایی بین دو مولکول است و گروه کربوکسیل یک مولکول با گروه آمین مولکول دیگر واکنش می‌دهد، ایجاد می‌شود، در این پیوند آب آزاد می‌شود و بیشتر میان دو اسید آمینه برقرار است. اگر تعداد اسیدهای آمینه پیوندی کم باشد به آن الیگو-پپتید[2] و اگر تعداد اسیدهای آمینه زیاد باشد به آنها پلی پپتید[3] گویند ترتیب اسیدهای آمینه در یک پروتئین توسط ژن مشخص می‌شود. اگرچه کد ژنتیک کد ۲۰ اسید آمینه را معرفی می‌کند.



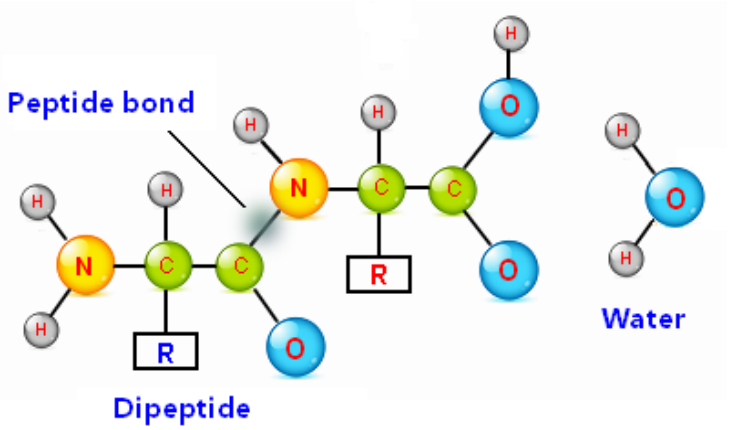
شکل ۲-۲: پیوند پپتیدی

1- peptide bond
2- oligo-peptide
3- polypeptide

۲-۳-۲. اسیدهای آمینه

اسید آمینه در شیمی به هر مولکولی که شامل گروه‌های کاربردی آمینه و کربوکسیلیک است گفته می‌شود. اسیدهای آمینه واحد تشکیل‌دهنده پروتئین است.

هر اسید آمینه از یک کربن نامتقارن به نام کربن x تشکیل یافته است که با چهار گروه مختلف کربوکسیل (COOH) اتم هیدروژن، گروه آمینه بازی $(-NH_3)$ و یک زنجیره غیرجانبی (R-) پیوند برقرار می‌کند (شکل۲-۳).

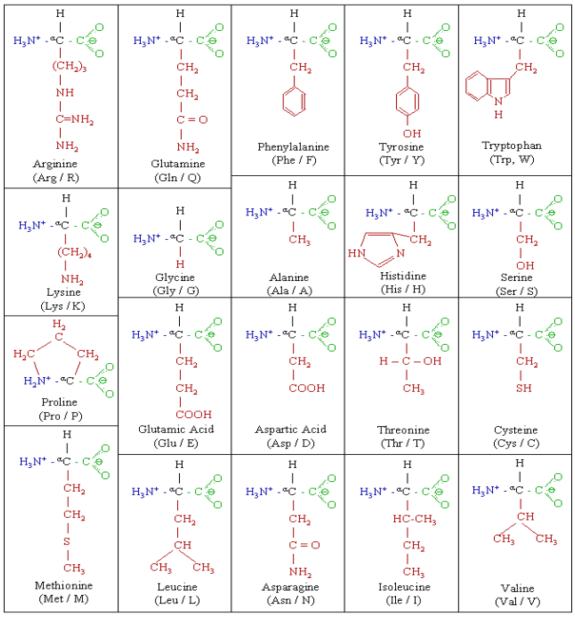


شکل ۲-۳: ساختار اسید آمینه

ریشه R ممکن است یک زنجیره کربنی و یا یک حلقه کربنی باشد، عوامل دیگری مانند الکل $(C_nH_{cn+1}OH)$، آمین، کربوکسیل و نیز گوگرد می‌توانند در ساختمان ریشه R شرکت کنند.

اگر چند رشته از اسیدهای آمینه به یکدیگر متصل شوند، فرآیند پلیمریزاسیون اتفاق می‌افتد. این پلیمرها اگر دارای خاصیت خاصی باشند به آنها

پروتئین می‌گویند که طبیعت آن را درست می‌کند، پروتئین موجود خاصی است، در آزمایشگاه احتمال ساختنش بسیار ضعیف است ولی طبیعت آن را می‌سازد. هر رشته از اسیدهای آمینه پلیمر پپتید[1] گفته می‌شود وقتی پروتئین است که ویژگی خاصی داشته باشد، مانند پلیمر پپتیدهایی که در طبیعت هستند و برای کارکرد خاصی طراحی شده‌اند. بنابراین به طور تصادفی نمی‌توان پروتئین ساخت. شانس اینکه بتوانیم یک پلیمرپتپیدی بسازیم که بیولوژیکی کار کند، تقریباً صفر است. تعداد اسیدهای آمینه در طبیعت محدودند همان‌طور که گفته شد ما ۲۰ نوع اسیدآمینه بیشتر در طبیعت نداریم تمام پروتئین‌هایی که در طبیعت وجود دارند به وسیله این ۲۰ اسیدآمینه ساخته می‌شوند (شکل۲-۴).

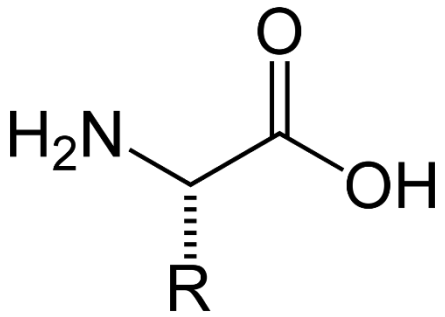


شکل ۲-٤: اسیدهای آمینه در طبیعت

1- peptide polymers

نکته:

بیش از ۳۰۰ نوع اسیدآمینه در طبیعت وجود دارد که فقط ۲۰ نوع اسیدآمینه در سنتز پروتئین‌ها شرکت می‌کند. فقط اسیدآمینه L-Alpha در سنتز پروتئین‌ها شرکت می‌کنند یعنی از نظر ایزومر نوع L هستند و عامل آمین آن‌ها به کربن اتصال دارد. (شکل۲-۵).



شکل ۲-۵: اسیدآمینه L-ALPHA

اختلاف آمینواسیدها در زنجیره جانبی است که این زنجیره جانبی می‌تواند از یک هیدروژن تا ساختارهای بسیار پیچیده و بزرگ در یک زنجیره باشد، پس تمام پروتئین‌هایی که داریم از ۲۰ اسیدآمینه تشکیل شده‌اند وقتی این اسیدهای آمینه پلیمر می‌شوند تشکیل یک پروتئین را می‌دهند، یک پروتئین کد خاصی از چیده شدن این پلیمرها کنار هم می‌باشد. حالا چگونه چیده شدن آنها اطلاعاتش در DNA وجود دارد، اگر DNA نبود این پروتئین‌ها اصلاً ساخته نمی‌شوند چون پروتئین امکان ندارد تصادفی ساخته شود، RNA آن اطلاعات را برداشته و در سیستمی قرار می‌دهد تا آن پروتئین ساخته شود.

۲-۳-۳. آرایش فضائی پروتئین‌ها

وقتی پروتئین ساخته می‌شود بین قسمتهای مختلف مثلاً اکسیژن‌هایی که در اطراف هستند و نیتروژنها پیوندهای هیدروژنی درست می‌شود، پیوندهای هیدروژنی باعث می‌شود، پروتئین‌ها ساختار بگیرندو مثل یک رشته پلیمری آزاد نباشند، ساختارهایی که به صورت یک صفحه و یا یک موجود مارپیچ خود را نشان می‌دهد و در نهایت این موجودات شکلهای پیچیده‌ای درست می‌کنند.

و به شدت این شکل در کارکرد آنها مهم است و به محیط اطرافشان هم حساسند یعنی کارکرد یک پروتئین را شکل آن و شکل آن را محیط اطراف می‌سازد، شکل آنها به غلظت نمک، غلظت اسیدی، دما و به مواد جانبی حساس است و همین حساسیت‌ها موجب عملکرد پروتئین می‌شود، مثلاً اگر در کنارش یونی باشد باز شده و فعالیت می کند و اگر نباشد بسته شده و هیچ عکس‌العملی نشان نمی‌دهد. و این همان مکانیزم تشخیص محیط اطراف است چون شکل نهایی آن در کارکرد آن مؤثر است.

۲-٤. ساختارهای نرم و سخت

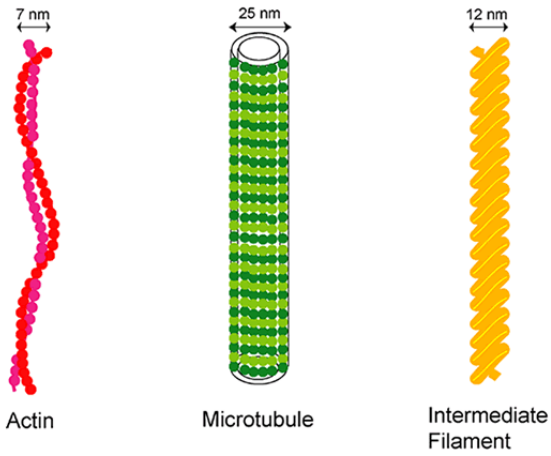
مولکولها در کنار هم ساختار تشکیل می‌دهند، بعضی از این ساختارها، مثل ساختارهای غشاء داخلی نرم هستند، خیلی راحت تغییر شکل می‌دهند حباب می‌شوند و تحولات زیادی را دارند، ولی برخی ساختارها، سختند، دیواره‌های سلول از جنس نرم است، سؤال اینجاست که چرا سلولها می‌توانند شکل‌ها مختلفی به خود بگیرند در صورتی که مثلاً اگر به حباب صابون دقت کنیم، مشاهده می‌کنیم حباب صابون برای اینکه کشش سطحی را کم همیشه مثل یک توپ می‌شود.

چرا سلولها شکلهای مختلفی به خود می‌گیرند؟

سلول برای شکل‌گیری به اسکلت احتیاج دارد، اسکلت باید دارای ساختاری سخت باشد، اسکلت با کنار هم قرار گرفتن پروتئین‌ها ساخته می‌شود. بنابراین پروتئین‌ها می‌توانند، ساختارهای مختلفی بسازند.

بنابراین اسکلت سلولی شبکه‌ای از رشته‌ها و لوله‌های پروتئینی می‌باشدکه سرتاسر سیتوپلاسم پراکنده شده‌اند. این رشته‌ها و لوله‌های درون سیتوپلاسم در سه شکل متفاوت دیده می‌شوند.

۱. **میکروتوبول**[1]: لوله‌هایی هستند قطرشان ۲۵ نانومتر و طولشان در بازه میکرومتر می‌باشد و در ساختار اسکلت سلول و حرکتهای مهم سلول نقش اساسی دارند. میکروتوبول‌ها از یک طرف در حال ساخت و بزرگ شدن و از طرف دیگر در حال تجزیه شدن می‌باشند.



شکل ۲-٦: انواع اسکلت سلولی

1- microtubule

۲. فیلامنت‌های حد واسط[1]: یکی از اعمال این رشته‌ها فراهم نمودن تکیه‌گاه مکانیکی برای سلول و تعیین موقعیت اندامک‌ها می‌باشد. بطور مثال پروتئین ویمنتین هسته و قطرات چربی را در سلول‌های پوششی رگهای خونی در موقعیت خاصی ثابت نگه می دارد و نیز ساختارهای بلند و سخت را تشکیل می‌دهند.

۳. ساختارهای اکتین[2]: این ساختارهاکه از هم تنیده شدن رشته‌ها به وجود می‌آید و سلول به وسیله این ساختارها به خود شکل می‌دهد این رشته ها توسط برخی پروتئین‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند مانند پروتئین فودرین بین رشته‌ها اتصالات عرضی ایجاد نموده و دسته‌های پهلو به پهلو را بوجود می‌آورد (زاویه بین رشته‌ها صفر درجه می‌باشد) یا پروتئین فیلامین دو رشته اکتین را بازاویه ۹۰ درجه به یکدیگر متصل کرده و شبکه‌ای از رشته‌ها را بوجود می‌آورند. پروتئین فودرین می‌تواند فیلامنت‌های اکتین را بصورت موازی به پروتئین‌های غشا متصل نموده شکل و سختی نسبی سطح سلول را فراهم نمایید. در غیاب این اسکلتها تمام سلولها مثل توپ بودند.

(به شکل ۲-۶ دقت شود)

۲-۵. سلول

در طبیعت پروتئین‌های فلورسانس وجود دارد، معروفترین آنها در بدن یک عروس دریایی یافت شده، بدین صورت که رنگ سبز پروتئین چتر دریایی زیر نور آبی و نور ماورای بنفش خود را نشان می‌دهد (شکل۲-۷).

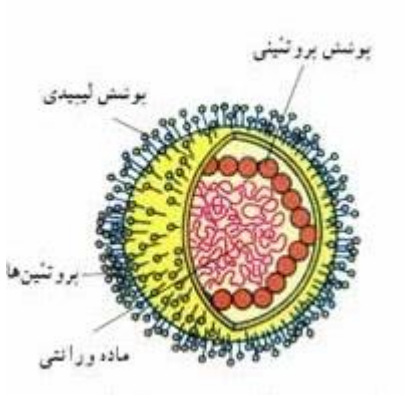
1- intermediate filament
2- actin

شکل ۲-۷: عروس دریایی

سیستم عملکرد آنها به این صورت است که، پروتئین‌هایی که میکروتوبول‌ها را به وجود آورده‌اند دستکاری ژنتیکی می‌کنند، که در آنها یک دونبالچه از جنس این پروتئین‌ها ساخته شود، پس به هر پروتئین یک چراغ هم وصل شده است. زیر میکروسکوپ تا با ذره و نور ماورای بنفش می‌تابانند و سلولها را مشاهده می‌کنند. قطر این میکروتوبول‌ها در حد نانو می‌باشد و با چشم قابل مشاهده نیست بلکه نور آنها رؤیت می‌شود. هر سلولی که کروی نیست حتماً یک ساختار سخت دارد. یکی از ساختارهای سخت میکروتوبول‌ها هستند و در سلولهای عصبی به منزله ریل راه‌آهن هم هستند و اطلاعات را رد و بدل می‌کنند.

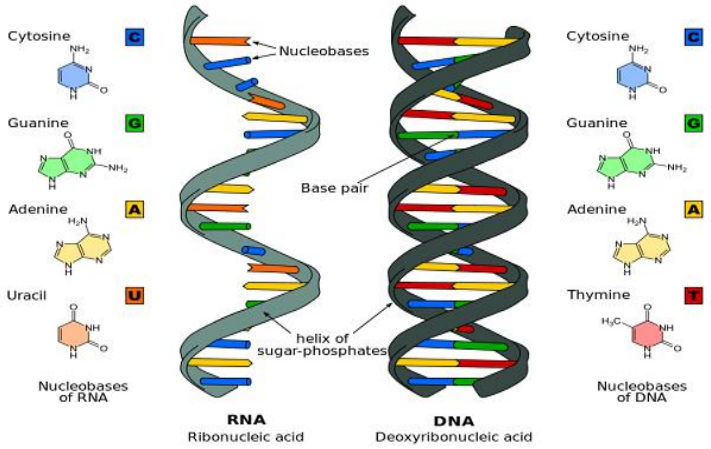
۲-٦. ویروسها

یک ذره ویروسی دارای یک هسته مرکزی اسید نوکلئیکی DNA یا RNA به عنوان ماده ژنتیکی می‌باشد. ویروس دارای پوشش پروتئینی در اطراف اسید نوکلئیک می‌باشند، با استفاده از امکانات سلولی و یا خودش، در سلول‌های میزبان تکثیر می‌شود و فعالیت اصلی یاخته‌های میزبان را مختل می‌کند. اگر سلول نباشد، ویروس مانند یک مولکول عمل می‌کند و هیچ فعالیتی جهت تکثیر را ندارد.



شکل ۲-۸: ویروس و اجزای آن

ویروسها کارهای زیادی را انجام می‌دهند و هر ویروس بلای خاصی را سر سلول می‌آورد. اکثر سلولها علاوه بر تکثیر خود صدمه به سیستم هم وارد می‌کنند. بعضی از این ویروسها فقط RNA دارند، RNA خود را در سیستم تزریق می‌کنند، سپس پروتئین‌های خود را هم می‌سازند و تکثیر می‌شوند. برخی دیگر DNA دارند، RNA را در خود سلول برای آنها می‌سازد و روند تکثیری خود را ادامه می‌دهند.



DNA .۱-٦-۲

دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید نوعی اسید نوکلئیک می‌باشد که دارای دستورالعمل‌های ژنتیکی است که برای کارکرد و توسعه بیولوژیکی موجودات زنده و ویروس مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقش اصلی مولکول DNA ذخیره‌سازی طولانی مدت اطلاعات ژنتیکی می‌باشد.

DNA اسیدنوکلئیکی است شامل پروتئین و کربوهیدرات‌هاست. اسیدهای نوکلئیک از سه ماکرومولکول اصلی تشکیل شده که برای زندگی همه‌ی گونه‌های شناخته شده ضروری می‌باشد. اکثر مولکول DNA از دو رشته‌ی پلیمری زیستی که به صورت حلقه دور هم پیچ خورده و به شکل یک مارپیچ دوگانه در آمده است. دو رشته‌ی DNA به عنوان پلی نوکلئوتید شناخته شده، که از واحدهای ساده‌تری به نام نوکلئوتید ساخته شده است. هر نوکلئوتید از یک باز آلی، گوانین(G)، یا سیتوزین(C)، یا آدنین(A)، یا تیمین(T)، و از یک قند مونوساکاریدی به نام دئوکسی ریبوز و یک گروه فسفات تشکیل شده است.

RNA[1]

اسید ریبونوکلئیک بر خلاف DNA بیشتر مولکول‌های RNA تک‌رشته‌ای هستند.

برخی ویروس‌ها، از آران‌ای بجای دی‌ان‌آ بعنوان ماده ژنتیکی‌شان استفاده می‌کنند. همه اندامگانها از آران‌ای پیام‌رسان، برای جابجایی داده‌های ژنتیکی استفاده می‌کنند که به ساخت پروتئین‌ها می‌انجامد.

اینکه RNA از روی DNA کپی‌برداری کند خود ابزاری لازم دارد که از جنس

1- Ribonucleic acid

پروتئین است شکلی شبیه دست دارند که دور DNA قرار گرفته و RNA را می‌سازند، RNA که بیرون می‌آید، کل این حرکت انرژی‌سوز است باید ATP انجام دهد که این فرآیند اتفاق بیافتد حالا اینکه خود RNA چگونه بفهمد از کجا تا کجا را کپی‌برداری کند بحث پیچیده‌ای را می‌طلبد.

وقتی RNAها بیرون آمدند، به وسیله Ribosomeها که خودشان از ۳۰ پروتئین ساخته شده‌اند، از روی RNA یک پروتئین می‌سازد، و این پروتئین را وارد دنیای ما می‌کند درواقع خلقت یک پروتئین اتفاق می‌افتد (شکل۲-۹).

خود ساختار ریبوزم ساختار پیچیده‌ای است که از ۳۰ پروتئین ساخته شده است.

ریبوزوم‌ها چه یوکاریوت‌ها[1] (به جانداری که یاخته‌های آن هسته‌ی واقعی و غشا دارد یوکاریوت گفته می‌شود) و چه پروکاریوت‌ها[2] (به جانداری که یاخته‌های آن هسته‌ی واقعی و غشای هسته ندارد پروکاریوت گفته می‌شود) از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند. هر کدام از این زیرواحدها دارای یک یا چند مولکول Rrna (RNA های ریبوزومی) و تعدادی پروتئین‌اند. ریبوزوم یک ریبوزیم است. یعنی RNA هایی دارد که خاصیت آنزیمی دارند. پروتئین‌هایی هم که در ریبوزوم هستند به این خاصیت آنزیمی کمک می‌کنند.

یوکاریوت‌ها زیر واحد بزرگ ریبوزوم دارای ۴۹ پروتئین و زیر واحد کوچک آن دارای ۳۳ پروتئین در ساختار خود می‌باشد.

و اینجا یک سؤال بنیادین زیست‌شناسی خود را نشان می‌دهد و آن سؤال مرغ

1- Eukaryote
2- prokaryote

و تخم‌مرغ است. برای ساختن پروتئین ما احتیاج به پروتئین داریم، این پروتئین‌ها هستند که پروتئین‌ها را می‌سازند، خود اطلاعات این پروتئین‌ها هم روی DNA نوشته شده است. حالا اول پروتئین بود یا اول DNA بوده است؟

که هنوز جوابی هم برای آن تاکنون وجود ندارد.

فصل ۳

مکانیک آماری و بیوفیزیک

۳-۱. مقدمه

فیزیک علمی است غیرتوصیفی و کمی، پس در فیزیک به دنبال کمی کردن مسائل هستیم، فیزیک علمیست که باید پیش‌بینی کند و به شما نتیجه بدهد، موجودات زنده و کوچکترین آنها که، موجودی یک میکرونی است از تعداد زیادی اتم و مولکول ساخته شده است. پس در همان جهان چند میکرونی مقدار زیادی ماده وجود دارد، این مکانیزم در دمای محیط یعنی، حدود ۳۰۰ درجه کلوین است، که نمی‌توان در این بازه از افت و خیزهای دمایی صرف‌نظر کرد، اگر به دنیای میکروسکوپی نگاه کنید همه ذرات با سرعتهای زیادی در حال حرکت هستند و این افت و خیزها به صورت رقصی خود را نشان می‌دهند. سؤالی که مطرح می شود، در این جهان پرآشوب پر افت و خیز چگونه می‌توانیم جهانی

هدفمند داشته باشیم؟ برای پاسخ به این سوال از مکانیک آماری کمک گرفته می‌شود، علی‌رغم افت و خیزهایی که در نگاه موضعی به جریانات داریم در بازه‌ی آماری چنین نیست بلکه دقیق‌تر می‌توان پدیده‌ها را بررسی کرد.

در فصل‌های گذشته این سؤال مطرح شد که چرا مولکول‌ها آنقدر کوچکند در پاسخ از نسبت به چه چیز صحبت کردین؟ نسبت به ما، که از اجتماع نامتناهی از مولکول‌ها شکل گرفته‌ایم، و آنها هم از انبوهی ذرات تشکیل‌شده‌اند.

۳-۲. مقدمات مکانیک آماری

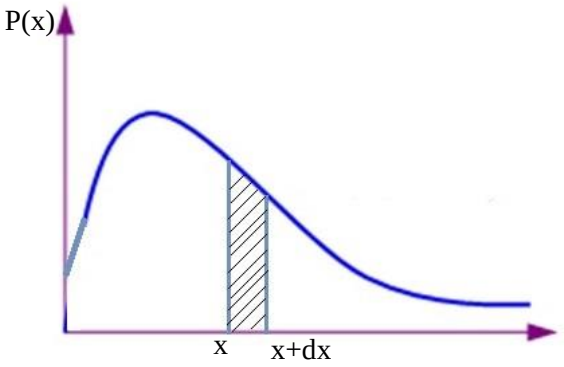
۳-۲-۱. متغیر تصادفی

نتایج حاصل از یک آزمایش تصادفی را به صورت‌های مختلفی می‌توان بیان نمود. مثلا شیر یا خط را با نماد 1 و 1- نیز نمایش داد. از آنجا که این اعداد در آزمایش به صورت تصادفی ظاهر می‌شود می‌توان آن را با یک متغیر تصادفی مثل x نمایش داد. با استفاده از متغیر تصافی تفسیر نتایج حاصل از آزمایش‌های تصادفی ساده‌تر می‌شود.

یک متغیرتصادفی، تابعی است از فضای نمونه به زیر مجموعه‌ای ناتهی از اعداد حقیقی که آن را با حروف X,Y,... نمایش می‌دهیم.

۳-۲-۲. تابع توزیع احتمال

تابع توزیع بیانگر احتمال هر یک از مقادیر متغیر تصادفی (در مورد متغیر گسسته) و یا احتمال قرار گرفتن متغیر در یک بازه مشخص مثلا x تا x+dx (در مورد متغیر تصادفی پیوسته) می‌باشد (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱: تابع توزیع احتمال

اگر در کل فضای احتمال ما

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x)\ \ dx = 1 \qquad (۱-۳)$$

۳-۱برقرار باشد تابع توزیع احتمال گوییم.

بنابراین برای محاسبه احتمال یک ناحیه مثل ناحیه $[a,b]$ از متغیر تصادفی پیوسته x آن ناحیه را به قسمت‌های کوچک به طول dx تقسیم نموده و احتمال آن قسمت‌های کوچک را با هم جمع می‌کنیم.

$$p(a \le x \le b) = \int_a^b f(x)dx \qquad (۲-۳)$$

اگر کمینه $Y = f(x)$ که تابع x باشد را اندازه‌گیری کنیم. احتمال بدست آوردن y از تابع توزیع احتمال بدست خواهد آمد.

با تکرار آزمایش‌های پی‌درپی ارزش انتظاری که برای y بدست می‌آید به گونه ۳-۳ خواهد بود.

$$\langle f(x)\rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\ p(x)dx \qquad (۳-۳)$$

متوسط متوسط x از رابطه ۳-۴ بدست می‌آید.

$$\langle x\rangle = \int xp(x)dx \qquad (۴-۳)$$

اگر احتمال $p_y(y)dy$ را بررسی کنیم احتمال اینکه y بین y,y+dy باشد، برابر است با:

$$p_y(y)dy \approx p_x(x)dx \qquad (۵-۳)$$

و به آسانی احتمال $p_y(y)$ را بدست خواهد آمد، این بحث را می‌توان برای حالتی که y تابع چند متغیره از چند x هم باشد بررسی کرد می‌توان را بسط داد و به صورت۳-۶ نوشت.

$$p_y(y)dy = \sum_i p(x_i)\left|\frac{dx_i}{dy}\right| \qquad (۶-۳)$$

$\left|\frac{dx_i}{dy}\right|$: اتحاد ژاکوبی است:

$$\frac{dx_i}{dy} = \left[\frac{\partial x}{\partial y_1}, \ldots . \frac{\partial x}{\partial y_n}\right] = \begin{pmatrix} \frac{\partial x_1}{\partial y_1} & \cdots & \frac{\partial x_n}{\partial y_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial x_m}{\partial y_1} & \cdots & \frac{\partial x_m}{\partial y_n} \end{pmatrix}$$

در حالت کلی برای یک تابع چگالی احتمال ، کمیتی به نام ممان تعریف می‌شود، متوسط x_nها را اصطلاحاً ممان nام متغیر x می‌گوییم.

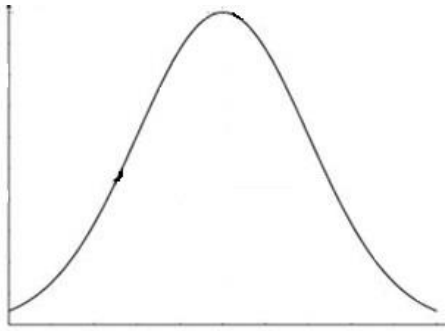
$$\langle x^n\rangle = \int x^n\, p(x)dx \qquad (۷-۳)$$

اگر:

n=1، همان تابع متوسط می‌باشد.

n=2، متوسط مجذور x را می‌دهد.

n=3 باشد توانهای بالاتر را می‌دهد، اگر به یک تابع توزیع ساده کنیم متوسط x، یعنی ممان اول، مکان جاهایی که بیشترین احتمال هست را نشان می‌دهد،



شکل ۳-۲: ممان

قبل از آن کمیتی را معرفی می‌کنیم ممان دوم $\langle x^2 \rangle$، به نام انحراف معیار که به صورت $x - \langle x \rangle$ می‌باشد که مقداری مثبت و منفی است که اگر متوسط آن را بگیریم

$$\langle x - \langle x \rangle \rangle = \langle x \rangle - \langle x \rangle = 0$$

انتگرال‌گیری مینیمم ممان یک مشخصه خوبی برای بدست آوردن انحراف معیار نیست پس از ممان دوم استفاده می‌کنیم و این عبارت را در نظر می‌گیریم:

$$\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle \qquad (۷-۳)$$

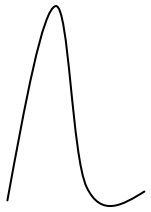
۷-۳ نشان می‌دهد که چقدر از X میانگین دور هستید، در این حالت

$$\langle x^2 - 2x\langle x \rangle + \langle x \rangle^2 \rangle = \langle x^2 \rangle - 2\langle x \rangle\langle x \rangle + \langle x \rangle^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 \qquad (۸-۳)$$

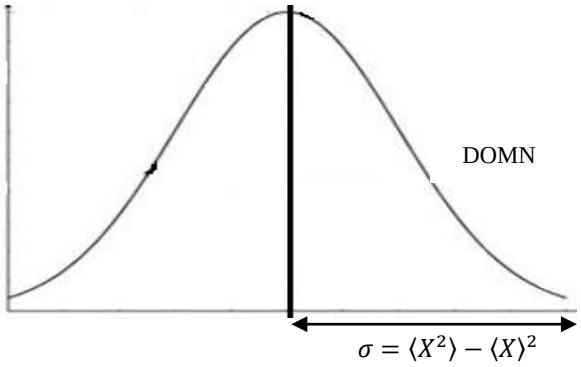
۸-۳ متوسط مجذور منهای مجذور متوسط می‌گوییم، مجذور انحراف از معیار،

نشان می‌دهد اگر یک تابعی را با یک عدد تصادفی انتخاب کنیم می‌تواند چقدر فاصله داشته باشد از معیار ما،

اگر منحنی ما به صورت شکل ۳-۳ نیز باشد انحراف از معیار کم خواهد بود و اگر مثل مثال قبل باشد این احتمال بیشتر خود را نشان می‌دهد (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۳



شکل ۳-٤

ممانهای بالاتر n اطلاعات بیشتر از Domn خواهد دارد، و اگر Domn مهم نباشد آنها هم خیلی مهم نیستند، چگونه می‌توان با وجود داشتن ممان‌ها تابع توزیع را بسازید، فرض کنیم که متوسط، انحراف از معیار، و ممان‌های دیگر را بدانیم حال چگونه بوسیله ممان‌ها تابع توزیع را بسازیم؟ از روش تابع مشخصه

تابع توزیع استفاده می‌کنیم، یکی از توابعی که وابسته به x بوده و از آن متوسط‌گیری می‌کنیم. فرض کنید تابع e^{+ikx} باشد،

$$\langle e^{+ikx} \rangle = \int e^{ikx}\, p(x) dx \qquad (۹-۳)$$

قسمت راست تابع ۳-۹، تبدیل فوریه نامیده می‌شود، در واقع تابع فوریه تابع p با فرکانس k می‌باشد.

در ادامه لازم است $\langle e^{-inx} \rangle$ را بسط می‌دهیم. جملات آن عبارتند از:

$$\langle \sum \frac{(-ix)^n x^n}{n!} \rangle \qquad (۱۰-۳)$$

از خاصیت پخشی انتگرال استفاده کرده عدد از داخل براکت خارج می‌شود.

$$\sum \frac{(-ix)^n}{n!} \langle x^n \rangle \qquad (۱۱-۳)$$

در اینجا ممانها ظاهر می‌شوند، حالا اگر ممان‌ها را داشته باشیم می‌توان تابع فوریه p(k) را بنویسیم سپس فوریه معکوس بگیریم تا p(x) به دست آید، روش دیگری برای بدست آوردن ممان‌ها، یک‌ضرب تبدیل فوریه گرفته اگر n بار از تبدیل فوریه مشتق بگیریم و k را برابر صفر قرار دهیم.

$$\left.\frac{\partial \tilde{p}}{\partial k^n}\right|_{k=0} = (-1)^n \langle x \rangle^n \qquad (۱۲-۳)$$

با مشتق‌گیری، تمام ممان‌ها را محاسبه می‌کنیم.

به تبدیل فوریه تابع توزیع x می‌گوییم تابع مشخصه، دیگر ۳-۱۳ است.

$$Ln\, \tilde{p}(n) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-ik)^n}{n!} \langle x^n \rangle_c \qquad (۱۳-۳)$$

اگر ۳-۱۳ بسط بدهیم ضرائب دیگری بدست خواهیم آمد. چون از بسط لگاریتم مقادیر دیگری برای x حاصل می‌شود، که قرار دادن اندیس c به معنی

cumulants که تناظری یک به یک با بسط ۳-۱۲ دارد. اگر این کار را انجام دهیم دیده می‌شود که ممان اول و کومولانت اول یکی می‌شود.

$$\langle x \rangle = \langle x \rangle_c$$

پس کومولانت دوم و سوم

$$\langle x^2 \rangle_c = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = \delta^2$$

$$\langle x^3 \rangle_c = \langle x^3 \rangle - 3\langle x \rangle^2 \langle x \rangle + 2\langle x \rangle^3$$

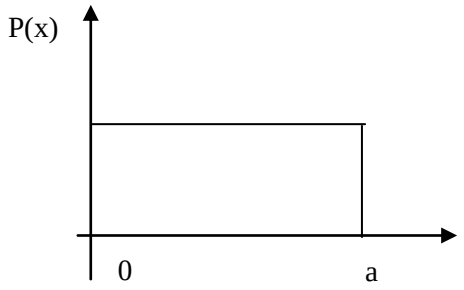
و همینطور تا n ام ادامه می‌یابد.

این قضیه محاسبات را ساده‌تر و آسان‌تر می‌کند و تابع چگالی احتمال را خلاصه‌تر کند.

اما سایر کومولانت‌ها چه رابطه‌ای با هم دارند؟ روش هندسی ساده‌ای وجود دارد و آن، شمارش حالتهایی که می‌تواند وجود داشته باشد که بتوان کوالان‌ها را تشخیص داد.

چند تابع توزیع ساده را مثال می‌زنیم.

ساده‌ترین تابع توزیع که می‌توان متصور بود یک تابع توزیع یکنواخت است، احتمال بدست آوردن کمیت x، در بازه صفر تا یک عددی، یکسان باشد (شکل۳-۵).



شکل ۳-۵

P(x) از صفر تا a یک تابع ثابت داشته باشد، ایـن مقـدار ثابـت را مـی‌تـوان از شرط نرمالیزاسیون بدست آورد.

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x)dx = 1 \qquad (۱۴-۳)$$

یک متغیر تصادفی دارای توزیع یکنواخت است اگـر تـابع چگـالی احتمـال آن برابر با:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{a} & 0 < x < a \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \qquad (۱۵-۳)$$

سوال:

$\langle x \rangle$کجاست؟ و مقدار $\delta^2, {}^{x}/_{2}$ چقدر است؟

$$\begin{cases} \int xp\langle x \rangle dx \\ \int (x - \langle x \rangle)^2 p(x)dx \end{cases}$$

اگر به جای p(x)، چگالی قرار می‌دادیم، و آن را چگالی یک میله‌ای یک بعدی در نظر می‌گرفتیم.

$$\int xp(x)dx$$

تعریف مرکز جرم می‌باشد و $\int (x - \langle x \rangle)^2 p(x)dx$، گشتاور حـول مرکـز جـرم می‌باشد، که $\delta^2 = \frac{a^2}{12}$ می‌باشد، این تابع توزیع با آنکه تابع خوبی اسـت ولـی زیـاد کارآمد نیست تابع توزیعی که ما زیاد با آن سر و کار داریم تابع توزیع گوسـین یـا نرمال می‌باشد.

$$p(x) = e\frac{-(x - x_0)^2}{2\sigma^2} \qquad (۱۶-۳)$$

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2n}} \frac{e^{-(x-x_0)^2}}{2\sigma^2} \qquad (۱۷-۳)$$

یکی از راه‌های بدست آوردن ممان‌های آن انتگرال‌گیری از آن می‌باشد و به همین روش پاسخ‌های آن را حدس بزنید که x همان متوسطه و σ همان که به دست آورده‌ایم.

روش دیگر

$$\tilde{p}(k) = e^{-ikx_0 - \frac{k^2\sigma^2}{2}} \qquad (۱۸-۳)$$

اگر بر حسب K بسط دهیم ممان‌های مختلف را به ما می‌دهد، اگر از رابطه پائین لگاریتم گرفته شود.

$$Ln\tilde{p}(k) = -ikx_0 - \frac{k^2\sigma^2}{2} \qquad (۱۹-۳)$$

$$\langle x\rangle_c = \langle x\rangle = x_0 \qquad (۲۰-۳)$$

$$\langle x\rangle_c^2 = \sigma^2 = \sigma^2\langle x^n\rangle_c = 0 \qquad n > 2 \qquad (۲۱-۳)$$

اگر تابع توزیعی داشتم که همه کومولانت‌های بالای ۲ آنها صفر بودند حتماً تابع گوسی است.

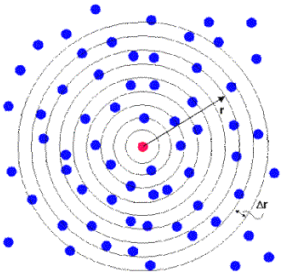
پس تابع گوسی دو پارامتر مشخصه x_0، σ^2 دارد و این به معنی این نیست که ممان‌های بالاتر صفر است، بلکه کومولانت های بالاتر صفر هستند، این از نظر ریاضی رابطه خوبی است که از آن استفاده می‌کنیم.

مثال:

فرض کنید سیبل هدف دارت را در صفحه داریم (شکل۳-۶):

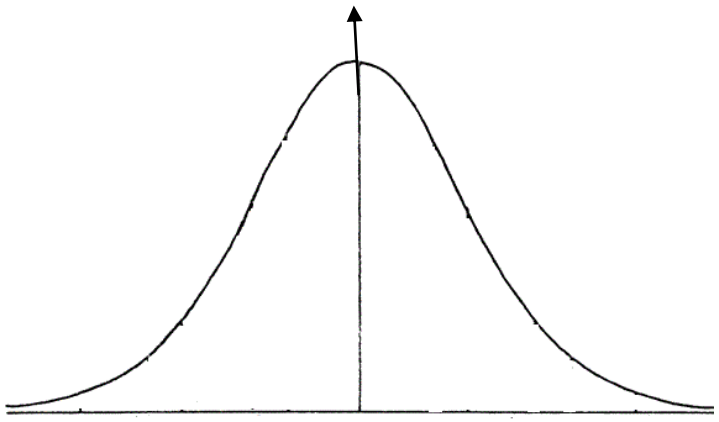
شکل ۳-٦: دارت

وقتی شروع به شلیک کنید بعد از یک مدت تصویری از آن سوراخ‌هائی که روی دیوار ایجاد شده ایجاد می‌شود (شکل۳-۷).



شکل ۳-۷

اگر تابع توزیعی را رسم بکنیم در فاصله x از مبداء برخورد کرده‌اند یک تابع گوسی بدست می‌آید (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸: تابع توزیع

هر قدر از مرکز دور شویم میزان اصابت گلوله کمتر است و درمرکز بیشتر، در راستای y هم، همین گونه است.

اگر x و y به هم وابستگی نداشته باشند که درواقع هم همین‌گونه است. اگر x و y به هم همبستگی داشتند باید منحنی از حالت گوسی خارج می‌شد، و چون وابستگی ندارند، احتمال اینکه تیر به منطقه‌ای برخورد کند برابر است با

$$p_x(x)p_y(y)dxdy \qquad (۲۲-۳)$$

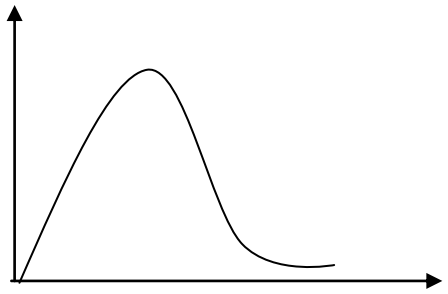
رابطه... حاصلضرب دو احتمال مستقل ار هم هستند، اگر تاس و سکه را همزمان بندازیم، احتمالات برابر است با $^1/_2 \times {}^1/_6$ برابر است با $^1/_{12}$، چون احتمالات مستقل از هم هستند، از احتمالات مختلف می‌توانم استفاده کنم، حالا می‌خواهیم حساب کنیم اگر این تیر من در فاصله x از مرکز بخورد چه مقدار است، $(2\pi x dx)$، همه اینها را گوسی می‌گیریم.

$$\left[\frac{1}{\sigma^2 2\pi}\right] e^{-x^2/2\sigma^2} e^{-x^2/2\sigma^2}\, 2\pi x dx \qquad (۲۳-۳)$$

$$\frac{1}{\sigma^2 2\pi} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2}\, 2\pi r dr = p(r)dr \qquad (۲۴-۳)$$

$$\frac{x}{\sigma^2} e^{-x^2/2\sigma^2} = p(x) \qquad (۲۵-۳)$$

اگر این تابع را رسم کنم به صورت ۳-۹ خواهد شد.



شکل ۳-۹

احتمال اینکه تیر ما به فاصله دورتر از r_0 برخورد کند، برابر است با:

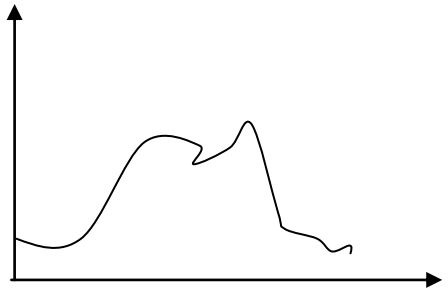
$$\int_{-R_0}^{+\infty} r/\sigma^2\, e^{-r^2/2\sigma^2}\, dr = e^{-R_0^2/2\sigma^2} \qquad (۲۶-۳)$$

هر چه R_0 بزرگتر شود جمله سمت راستی کوچکتر خواهد شد.

۳-۳. اهمیت تابع توزیع گوسی

فرض کنید وزن متوسط یک کیلو نخود را می‌خواهید بدست آورید. دو روش برای انجام محاسبه داریم. نخست وزن تک تک نخودها را محاسبه می‌کنیم سپس متوسط آن را می‌گیریم. دوم اینکه وزن یک لیوان نخود را محاسبه می‌کنیم و

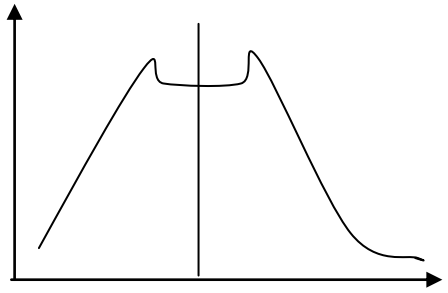
سپس تعداد نخودهای لیوان را می‌شماریم. در این محاسبه تنها خطـای محاسـبه آماری را در نظر می‌گیریم به این صورت که تمامی نخودها هم وزن هم نیستند و دارای یک تابع توزیع جرمی هستند (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰

این تابع توزیع، مشخصه واقعی نخودهاست، یعنی اگـر یـک نخـود را بـرداریم یکی جایی در این نمودار است می‌خواهیم میانگین تابع توزیع را بدسـت آوریـم و این میانگین را با چه دقتی می‌توانیم محاسبه کنیم.

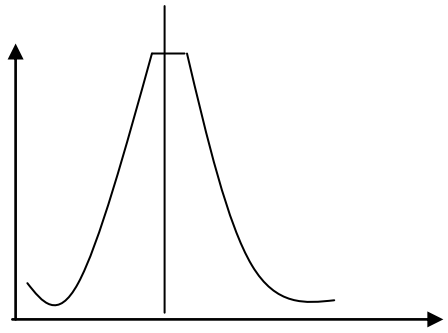
تابع توزیع تک نخود (شکل ۳-۱۱)



شکل ۳-۱۱: تابع توزیع یک نخود

این خطای آماری چگونه کم می‌شود؟

اگر تعداد نخودهایی که وزن آن را اندازه‌گیری می‌کنیم از ۱ به ۱۰۰ نخود افزایش دهیم و منحنی آن را رسم کنیم. تابع توزیع آن در قله تیزتر شده و بنابراین انحراف از معیار این تابع بسیار کوچک می‌شود (شکل۳-۱۲).



شکل ۳-۱۲: تابع توزیع ۱۰۰ نخود

و به همین دلیل با یکبار اندازه‌گیری می‌توان گفت تابع توزیع هم خوبی داریم، اما سوالی که مطرح می‌شود، چرا تابع توزیع باریک می‌شود؟ به این اتفاق، به زبان ریاضی قضیه حد مرکزی گفته می‌شود.

قضیه حد مرکزی بیان می‌کند، اگر هر تعدادی کمیت تصادفی را که مستقل از هم هستند با هم جمع کنیم، تابع خروجی، تابع قوسی با پهنای کم‌تر می‌دهد، توضیح شکل دقیقتر این قضیه مشکل است چرا که برای همه توابع توزیع صادق نیست، در تابع توزیع‌های به اصطلاح دم کلفت که اثراتش در بینهایت کندتر است، صادق است.

قضیه:

فرض کنید تابع x از تابع توزیع $p_i(x_i)$ باشد، و یک متغیر محدود به صورت:

$$s = \sum_{i=1}^{n} \times \frac{i}{N} \qquad (۲۷-۳)$$

تعریف می‌کنیم، کمیت s کمیتی تصادفی است، چرا که جمع خودش کمیتی تصادفی است، نکته قابل توجه، این است که از تابع توزیع $p_i(x_i)$ چه چیز باشد مستقل است، به شرط اینکه N به حد کافی بزرگ باشد و s به صورت یک تابع گوسی است، پهنای آن هم به اندازه $\frac{1}{\sqrt{N}}$ خواهد بود، هر قدر N بزرگتر باشد، پهنا کوچکتر خواهد شد.

اثبات:

برای راحتی کار، فعلاً $s = \sum_{i=1}^{n} \times i$ تعریف می‌کنیم، پس تابع توزیع:

$$p(s)ds = \prod_{i=1}^{n} px(x_i) \prod_{i=1}^{n} ndX_i \qquad (۲۸-۳)$$

حاصلضرب احتمالات که مستقل از هم هستند، و روی تمام همه این x ها باید انتگرال بگیریم به شرطی که جمع x ها بشود s

$$p_s(s)ds = \prod_{i=1}^{n} p_i(x_i) \prod_{i=d}^{n} dX_i \delta(s - \Sigma x_i) \qquad (۲۹-۳)$$

این تعریف قانون توزیع p(s) می‌باشد، بخواهیم تابع مشخصه p_s را بدست آوریم باید از عبارت فوق تبدیل فوریه بگیریم

$$\widetilde{p_i}(k) = \int e^{-iks}\, p(s)ds \qquad (۳۰-۳)$$

این انتگرال را به خاطر داشتن تابع دلتا به راحتی گرفته می‌شود.

$$\int e^{-ik\Sigma x_i} \prod i\, p_i(x)_i dx_i = \prod \int e^{-ik} p_i(x_i) dx_i \qquad (۳۱-۳)$$

$$\prod_{i=0}^{w} \int e^{-ikx_i} p_i(x_i) dx_i = \prod_{i=1}^{N} \tilde{p}_0(k) \qquad (۳۲-۳)$$

تابع مشخصه $p(x_i)$ هایی که داشتیم، اگر از طرفین این رابطه لگاریتم بگیرم،

$$Ln\widehat{p_s}(s) = \sum_{L=i} ln\, \hat{p}_i(x) \qquad (۳۳-۳)$$

کمولانت‌های s را بدست می‌آوریم.

$$\langle S\rangle_c^m = \sum \langle x_i^m\rangle_c \qquad (۳۴-۳)$$

نتیجه گرفته می‌شود اگر p ها همه مثل هم باشد یعنی x ها را اگر از یک تابع توزیع داشته باشیم پس همه کوالان‌ها یکسان است.

$$\langle S\rangle_c^m = N\langle x\rangle_c^m \qquad (۳۵-۳)$$

پس متوسط $\langle y\rangle$، متوسط $\langle x\rangle$ خواهد بود، حالا کومولانت دوم $\langle y\rangle$ چقدر است؟

$$\langle Y^2\rangle_c = N^{-2}\langle S^2\rangle_c = N^{-2}N\langle x^2\rangle \qquad (۳۶-۳)$$

$$\sigma y^2 = \frac{\sigma^2 x}{N} \rightarrow \sigma y = \frac{\sigma x}{\sqrt{N}} \qquad (۳۷-۳)$$

رابطه۳-۳۷، مهم است، یعنی پهنای تابع توزیع با جذر عکس N کاهش پیدا می‌کند.

کومولانت‌های بزرگتر، با توانهای بزرگتر از N کاهش پیدا می‌کنند یعنی برای N های بزرگ هر چیزی یعنی به صفر میل خواهند کرد و این، نشان می‌دهد در مرتبه کومولانت‌های بالاتر سریع‌تر به سمت صفر میل می‌کنند.

$$\langle y\rangle_c^m = N^{1-m}\langle x^m\rangle_C \qquad (۳۸-۳)$$

پس تقریب n های بزرگ می‌توان بقیه را صفر در نظر گرفت، پس حاکی از آن است که در تابع توزیع توانهای اول و دوم باقی می‌ماند، و سایر آنها به سوی صفر میل می‌کند بنابراین تابع توزیع گوسی می‌باشد، حال اگر تابع توزیع گوسی نباشد، هر قدر N بزرگتر باشد کوالانهای بالا زودتر به سمت صفر میل می‌کنند، و این در صورتی است که، تابع دم کلفت نباشد یعنی رشد $\langle x\rangle_c^m$ شدید نباشد.

دو نتیجه مهم استنباط می‌شود:

زمانی که که عوامل تصادف خیلی زیاد باشند، بنابراین تابع توزیع ما از جمع عوامل بسیار زیادی فرآیندهای تصادفی شکل گرفته می‌شود در نتیجه، تابع نرمال ما، تابع گوسی خواهد بود، و هر چه عوامل تصادفی افزایش یابد، دقت بیشتر و پهنای تابع گوسی بیشتر خواهد بود.

فرض کنید وسط یک اتاق دیوار بکشیم، حالا چند اتم در سمت راست و چند اتم در سمت چپ دیوار قرار دارند، احتمال اینکه نیمی از اتم‌ها در یک طرف و نیمی در طرف دیگر باشد، چقدر می‌باشد؟

مثال دیگر

اگر سکه‌ای ۱۰ بار را پرتاب کنیم، احتمال اینکه ۵ بار خط و ۵ بار شیر آید چقدر است؟ و یا اگر ۱۰۰۰۰۰۰ بار سکه را پرتاب کینم چقدر احتمال دارد که ۵۰۰۰۰۰ شیر و ۵۰۰۰۰۰ بار خط بیاید؟

مسلما اولی احتمالش بیشتر است اما اگر یک میلیون بارسکه را پرتاب کنیم محاسبات ما دقیقتر می‌شود و در نتیجه خطای این محاسبه کاهش می‌یابد. اگر

یک مجموعه آماری که فرآیندهای تصادفی بود، انتظار داریم که خطای ما کاهش پیدا کند نه اینکه مقدار دقیق آن، این‌طور نیست که ۵۰۰ هزار تا شیر بیاید ۵۰۰ هزار تا خط، فاصله بیشتر خواهد شد، خطای نسبی کم می‌شود به همین خاطر است که در فضای آزمایشگاه خطای نسبی را اندازه‌گیری می‌کنید، مثلا پاندول را ده بار یا صد بار اندازه‌گیری می‌کنید و این به خاطر آن است که خطای سیستماتیک را پائین بیاورند، و هم اینکه خطای آماری را کاهش یابد با داشتن $\sqrt{n}$ همواره خطای ما در محاسبات پایین می‌آید.

$$\sigma y = \frac{\sigma_k}{\sqrt{N}} \qquad (۳۹-۳)$$

تابع توزیع قد جمعیت ایران را را محاسبه می‌کنیم، انتظار داریم تابع توزیع قدشان گوسی شود، چرا که عوامل مؤثر بسیاری در قد آدمها دخالت دارد، و جمع این عوامل مؤثر می‌تواند توزیع تابع قد را نشان دهد. اگر تابع توزیع وزن یا تابع توزیع وزن نان در بازار را محاسبه کنیم انتظار داریم که گوسی شود، اما اگر میزان درآمد مردم ایران را محاسبه کنیم قطعاً گوسی نمی‌شود چرا که عوامل هم بسته وجود دارد، پس گوسی نیست.

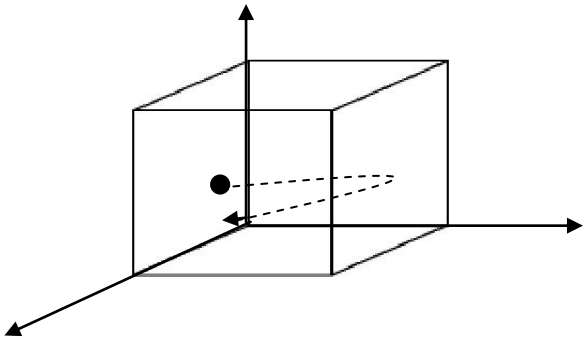
۳-٤. گاز ایده‌آل

گاز ایده‌آلی را در نظر بگیرید و فرض کنید در آن هیچ برهم کنشی وجود ندارد، مولکول‌های گاز به هم برخورد کرده و تنها انرژی جنبشی دارند. تابع حالت گاز ایده‌آل $PV = NK_BT$ است.

فرض جعبه‌ای به ابعاد L که N ذره در آن قرار گرفته است وجود دارد، از آنجا که برخوردها تصادفی است می‌توانیم یک ذره را در نظر بگیرم که با دیواره‌های

اتاق بر هم کنش انجام داده و باز می‌گردد، گرچه در حقیقت در اثر برخوردها این ذرات دیگر هستند که این برخوردها به جداره‌ها را انجام می‌دهند پس در برخورد تغییر اندازه حرکت 2MV است.

و زمان رفت و بازگشت گلوله طول 2L می‌پیماید. پس 2L را با سرعت $\frac{dx}{dt}$ باید بپیماید.



$$p = \frac{F}{A} = \frac{m\frac{dv}{dt}}{A} \qquad (۴۰-۳)$$

$$p = N\frac{\frac{2mv}{\frac{2L}{v}}}{L^2} = N\frac{mv^2}{L^3} = N\frac{mv^2}{V}$$

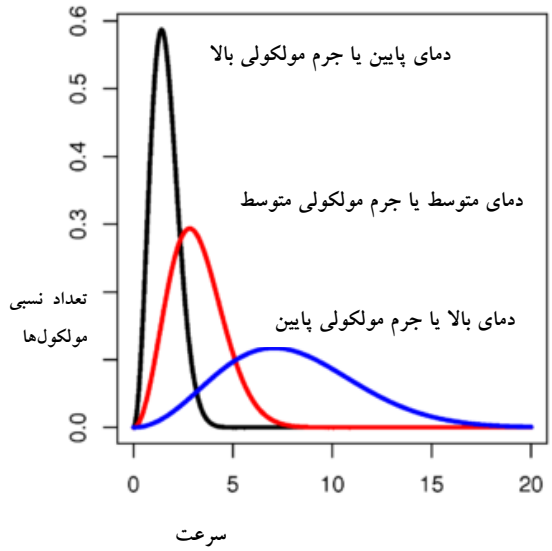
$$P = \frac{mv^2N}{V} \qquad (۴۱-۳)$$

$$E_k = \frac{3}{2}m < V_x^2 > = {}^3/_2\, K_B T \qquad (۴۲-۳)$$

بنابراین متوسط انرژی به آسانی بدست آمد.

۳-٤-۱. تابع توزیع ماکسول- بولتزمن

کسری از مولکول‌های گاز که سرعتی بین v و v+dv ، متناسب با عرض محدوده منحنی توزیع سرعت بوده و به صورت $f(v)dv = \frac{dN}{N}$ نوشته می‌شود که $f(v)$ با سرعت v تغییر می‌کند و توزیع سرعت نامیده می‌شود. معادله دقیق آن به صورت ۳-۴۳ نوشته می‌شود.



شکل ۳-۱۳: توزیع سرعت‌های مولکولی با دما و جرم مولکولی

$$f(v) = 4\pi \left[\frac{m}{2\pi kT}\right]^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{k_B T}} \qquad (۴۳-۳)$$

این رابطه را توزیع ماکسول- بولتزمن می نامند. شکل ۳-۱۳ نشان می‌دهد محتمل‌ترین سرعت که مربوط به قله پیک توزیع، با افزایش دما و کاهش جرم مولکولی افزایش می‌یابد و توزیع پهن می‌شود.

چرا یک لیوان آب در دمای اتاق پس از مدتی بدون آنکه به دمای تبخیر برسد، به بخار تبدیل می‌شود؟

همواره سرعت تعدادی از مولکول‌های آب، به گونه‌ای است که با سرعت فرار از سطح آب برابری می‌کند پس لاجرم، از سطح آب فرار می‌کنند، هر قدر دمای آب بیشتر باشد سرعت فرار هم به همان صورت بیشتر می‌شود، پس در فضای اتاق همواره تعداد زیادی از مولکول‌های آب از سطح فرار می‌کنند، هر چه دما سردتر باشد نرخ تبخیر کندتر می‌شود.

مثال:

سرعت متوسط مولکول‌های هوا در اتاق چقدر است؟ فرض کنید هوای اطراف مملوء از نیتروژن باشد. دما برابر300 کلوین و جرم مولی نیتروژن 28×10^{-3} بالغ بر گرم دارد.

پاسخ:

$$k_B T = 4 \times 10^{-11}$$

$$E_K = {}^{3}/_{2}\, K_B T = {}^{1}/_{2}\, m v^2$$

$$v^2 = \frac{3 k_B T}{m}$$

$$v^2 = 3 \times 4 \times 10^{-2} \times \frac{6 \times 10^{23}}{28 \times 10^{-3}} = 2.57 \times 10^{15}$$

$$v =$$

پس مولکولهای هوا با مرتبه $500\, {}^{m}/_{s}$ از کنار گوش ما می‌گذرند، می‌توان این سرعت را حدس زد مثلاً اینکه شما صدای مرا چگونه می‌شنوید با صورت، صوت یعنی مولکولهای هوا به هم می‌خورند و ضربات ناشی از آن به ما می‌رسد. سرعت صوت در هوا $340\, {}^{m}/_{s}$ که از مرتبه همین است یعنی از مرتبه چند صد متر بر ثانیه می‌باشد.

مثال:

سرعت مولکولهای هوا که با سرعت $500\,{}^{m}/_{s}$ در قله اورست چقدر است؟ ارتفاع کوه اورست ۱۰ کیلومتر فرض می‌شود.

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1^2}{T_2}$$

$$E_2^2 = E_x^2 + E_p^2$$

$$V_1^2 = V_2^2 + 2gh$$

$$3 \times 10^5 = 7_2^2 + 2 \times 10 \times 10^4$$

$$V_2^2 = 10^5 \rightarrow \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow V_2^2 = \frac{V_1^2 T_2}{T_1}$$

دما حدود ۱۰۰ کلوین بدست می‌آید، خوب خیلی چیزها را در نظر نگرفتیم.

فصل ۴

ژنتیک

٤-١. مقدمه

ژنتیک بخشی از دانش زیست‌شناسی است که به وراثت و تفاوتهای جانداران می‌پردازد. بوسیله قوانین و مفاهیم موجود در این علم می‌توانیم به همانندی یا ناهمانندی دو اندامگان نسبت به یکدیگر پی ببریم و بدانیم که چگونه و چرا چنین همانندی یا ناهمانندی در داخل یک جامعه گیاهیو یا جامعه جانوری، بوجود آمده‌است.

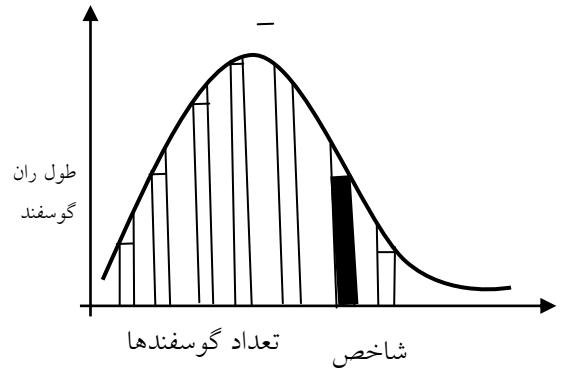
به قول ارسطو: "بشر در تولید مثل نقش پدر و مادر را مهم دانسته، یکسری نقشه اطلاعاتی از پدر و مادر به فرزند منتقل می‌گردد. پدر وظیفه‌اش انتقال اطلاعات است".

ارسطو نقش انتقال اطلاعات را با اهمیت در نظر می‌گرفت گرچه به مسأله مادر

فقط به عنوان یک مزرعه نگاه می‌کرد.

اروین شرودینگر در سال ۱۹۴۴ اولین بار در سخنرانی خود در دانشگاه‌های ایرلند این سوال را مطرح کرد، حیات چیست؟ ما باید به دنبال چه چیز در حیطه حیات بگردیم؟ قبل از شرودینگر افراد زیادی در مقوله حیات صحبت کرده بودند، ولی نمی‌دانستند برای بعضی از پرسشها می‌بایست به دنبال فیزیک رفت. شرودینگربرای انتقال اطلاعات، آنتروپی منفی را معرفی کرد، اطلاعات و آنتروپی بحثی اساسی در ژنتیک محسوب می‌شود.

اگر تابع توزیع طول قد انسانها، اندازه استخوان ساعد، یا مثلاً طول ران گوسفندها را اندازه‌گیری کنیم بالطبع یک تابع گوسی خواهد شد.

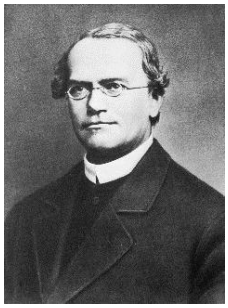


شکل ٤-١

حال اگر در میان این بازه‌ها یک بازه خاص مد نظر گرفته شود، سپس، اجازه تولید مثل را فقط به آن گروه اختصاص دهیم. اگر این فرایند را در ادامه انجام نیابد (در نسلهای بعد این کار تکرار نشود) پس از گذشته سه نسل دوباره همان

تابع توزیع اولیه را خواهیم داشت. ولی اگر این روند ادامه پیدا کند پس از چندین نسل تابع توزیع به سوی گوسفندان ستون شاخص میل پیدا می‌کند. به عنوان مثال در قوانین شیلات، قرار بر این است برای جلوگیری از صید ماهیهای کوچک و غیر بالغ اندازه سوراخهای تورها به گونه‌ای انتخاب شود که ماهیهای کوچک از آن عبور می‌کردند پس، این زمینه را ایجاد کرد که ماهیهای بالغ سایز کوچک از میان تور عبور کنند و چون این روند چندین سال اتفاق افتاد نسل ماهیهای کوچک بالغ بیشتر شد. هم اکنون سازمان شیلات از کوچک شدن سایز ماهیها خبر می‌دهد.

٤-٢. مندل و زمینه فعالیتهای وی



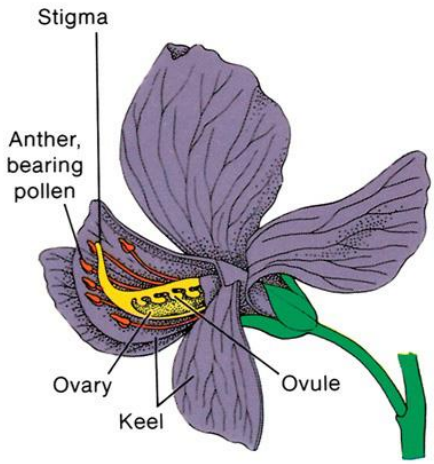
شکل ٤-٢:گرگور مندل

گرگور مندل (۱۸۸۴-۱۸۲۲) کشیشی که به عنوان موسس و بنیان‌گذار علم ژنتیک شناخته شده است. مندل در زمینه ریاضیات و هم در زمینه زیست‌شناسی تحصیل کرده بود. وی در کنار کارهای خود کشاورزی هم انجام می‌داد. اطلاعات ژنتیکی امروز، زاده‌ی فعالیت‌های مندل است.

مندل مسئله وراثت را در گیاهِ نخود فرنگی بررسی کرد.

دلایل استفاده از گیاه نخود فرنگی در آزمایشات مندل به این شرح است:

۱. پرورش آن آسان است و در مدت کوتاهی نسل جدید آن پدید می‌آید.
۲. نخود فرنگی گیاه تک پایه و به عبارتی دارای گل‌های کامل است. به دلیل این ویژگی، خودلقاحی انجام داده و برای تولید نسل‌های خالص، مناسب است.
۳. هر یک از ویژگی‌های نخود فرنگی دارای دو شکل متفاوت است. به عنوان مثال دانه‌ی صاف- چروکیده، دانه‌ی زرد- سبز، ساقه‌ی بلند-کوتاه.



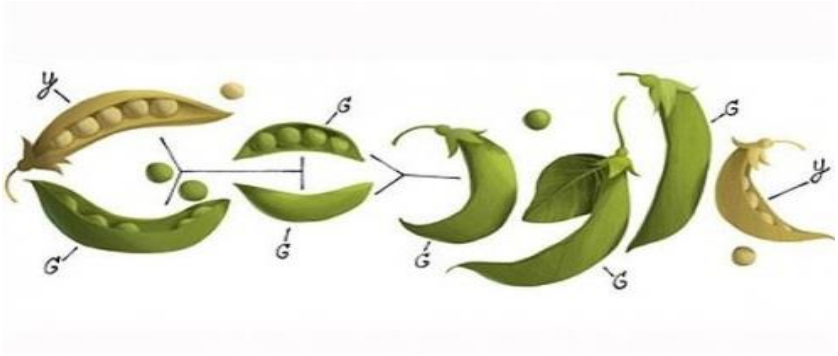
شکل ٤-۳: نخود فرنگی

مندل در آزمایش‌هایی که بر روی نخود فرنگی انجام داد، سعی کرد نخست در مورد ویژگی‌های مورد مطالعه خود، نسل خاصی را پدید آورد.

او دو نوع نخودفرنگی را یکی با دانه‌های سبز و دیگری با دانه‌های زرد انتخاب کرد.

اگر نخودفرنگی‌های دانه سبز را با هم جفت کنیم مسلم است که فرزندان نیز دانه سبز خواهند شد.

اگر نخودفرنگی‌های دانه زرد را با هم جفت کنیم مسلم است که فرزندان نیز دانه زرد خواهند شد.



شکل ٤-٤

مندل نیز با توجهی خاص به بوته‌های به عمل آمده نخود کارش را ادامه می‌داد. مندل برای انجام دگر لقاحی، دانه‌های گرده‌ی گل دیگری را که در نظر داشت بر روی کلاله‌ی مادگی گلی قرار می‌داد که قبل از رسیدن و تولید دانه‌ی گرده، پرچم‌های آن را قطع کرده محصولات بدست آمده را مطابق هفت خصلت مورد ارزیابی قرار می‌داد که عبارت بودند از ۱) رنگ گلها ۲) جایی که گلها ظاهر می‌شوند ۳) رنگ دانه‌ها ۴) وضعیت دانه‌ها چروکید یا صاف ۵) وضعیت غلاف‌ها چروکیده یا صاف ۶) رنگ غلافها ۷) بلندی یا کوتاهی بوته‌ها، و از این هفت خاصیت نمونه‌برداری انجام می‌داده است.

بعنوان مثال گل بنفش و گل سفید را در نظر می‌گرفت و بر روی آنها دگر

الحاقی انجام می‌داد و تحقیق می‌کرد که نسل آنها چگونه می‌شود، سفید می‌شود یا بنفش؟ و نیز هفت خصوصیت دیگر آن را بررسی می‌کرد.

بدین صورت که:

یک مجموعه گل سفید و یک مجموعه گل بنفش را در نظر می‌گرفت.

از تخمکهای یکی و از پرچمهای دیگری دگر الحاقی انجام می‌داد.

نتیجه:

۱. در نسل اول همه گلها بنفش می‌باشند.

۲. با تلفیق نسل اول نوه‌ها را بدست می‌آمد، و سفیدرنگ می‌شدند.

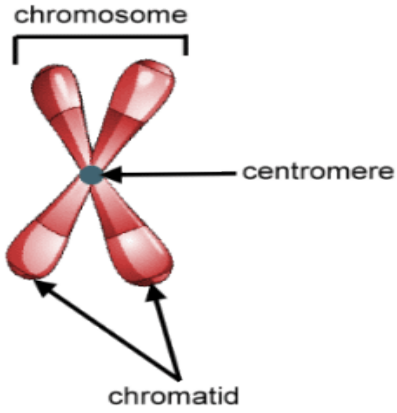
در طی آزمایش‌های متعدد این نسبت را یک به چهار اندازه‌گیری می‌کرد، یعنی در نسل بعدی از میان چهار گل نخود سه گل بنفش و یک گل سفید خود را نشان می‌داد.

مندل برای توجیه این اتفاقات تئوری تبادل اطلاعات را بیان می‌کند. یعنی یک گل باید بداند که رنگش بنفش یا سفید باشد، این اطلاعات از پرچم یا از تخمک می‌آید. شایان توجه است در دو گل ترکیبی اولیه مجموعه‌ای که گل بنفش دارد همیشه گل بنفش دارد یعنی خالص است و مجموعه‌ای که گل سفید دارد، همیشه گل سفید دارد، و خالص است.

پس یکی از خواص غالب هست و دیگری مغلوب که در مواردی که ترکیبی از هر دو وجود دارد اثرات مغلوب وجود دارد ولی دیده نمی‌شود لذا سه گل بنفش دیده می‌شود و یک گل سفید.

بعدها متوجه می‌شوند که این اطلاعات در ساختاری به نام هسته وجود دارد و

در سال ۱۸۸۲ مشخص می‌شود که در درون هسته‌ها موجوداتی به نام کروموزوم‌ها، حاوی اطلاعات هستند، کروموزوم‌ها چون در ابعاد نانو هستند در آزمایشگاه زیر میکروسکوپ،قابل رؤیت هستند، به خصوص اگر کمی دقیق بشوند، باتوجه به محدود بودن آن ها، باید هر کروموزوم حاوی نه فقط یک خصوصیت بلکه، حاوی مقدار زیادی اطلاعات باشد، مثلاً هر قسمت از کروموزوم خصوصیتی از گیاه را در برمی‌گیرد.



شکل ٤-٥

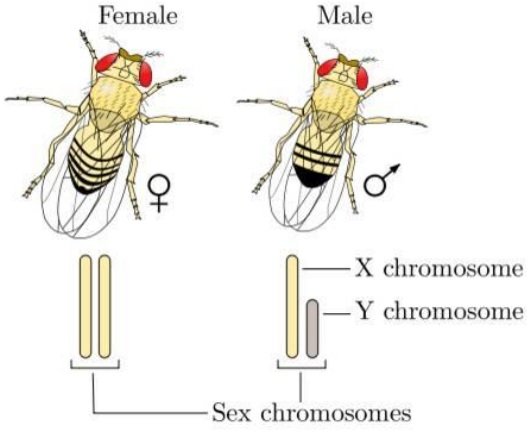
٤-٣. وراثت کروموزوم‌ها

در سالهای ۱۹۰۲، والتر ساتن[1] تئوری وراثت کروموزوم ها را پایه‌گذاری کرد. توماس هانت مورگان[2] (۱۸۶۶-۱۹۴۵) زیست‌شناس آمریکایی به مندل قرن بیستم شهرت یافت، او ثابت کرد، مواد ژنتیکی، درون کروموزوم هستند. وی در این خصوص آزمایشهایی انجام داد، که به جای استفاده از گیاهان از پشه سرکه

1- Walter Sutton
2- ThomasHuntMorgan

(مگس میوه)، در آزمایش‌های خود استفاده کرد، پشه یا مگس سرکه، حشراتی هستند که در اثر گندیدگی میوه‌جات در اطراف آنها تجمع می‌کنند، این حشرات عمرشان از مرتبه هفته است به همین علت نمونه‌های خوبی جهت تسریع در روند پژوهشهای ژنتیکی هستند، سلول‌های این حشرات را زیر میکروسکوپ به خوبی دیده می‌شود، مورگان در این نمونه‌ها متوجه کروموزوم‌های جنسیتی می‌شود، متوجه شد که تمام ماده‌ها دو کروموزوم دارند و تمام نرها کروموزومهای y دارند، و به همین علت اثبات کرد،کروموزوم اطلاعات ژنتیکی با خود حمل می‌کند.

شکل ٤-٦: توماس مورگان



شکل ٤-٧

٤-۳-۱. آزمایش مورگان

مورگان سال‌ها در اتاق مگس‌ها آزمایش می‌کرد، به طوری که اتاق مورگـان در کلمبیا، دانشگاه نیویورک نامیده می‌شد. اتاق او پر از بطری بـود. درون بطـری‌هـا صدها مگس سرحال، وزوز می‌کردند. آزمایش‌های مورگان ابتدا نتیجـه‌ی مفیـدی دربرنداشت. روزی در یکی از بطری‌ها حادثه‌ای اتفاق افتاد که جلب توجه کرد: در آن جا مگسی با چشمانی سفید به وجود آمده بود. این موضوع هیجانی پدید آورد، زیرا مگس سرکه، معمولا رنگ چشمانش قرمـز بـود. در بـدن مگـس سـرکه یـک دگرگونی روی داده بود: رنگ چشم‌ها به علت یک تغییر وراثتی سـفید شـده بـود. مگس چشم سفید، مگسی ضعیف بود. مورگان آن را شب‌ها به خانه می‌برد و کنار تختش می‌گذاشت و صبح‌ها به آزمایشگاه بـرش مـی‌گردانـد کـه همیشـه جلـوی چشمش باشد و خوب پرورش یابد. وی مگس چشم سفید و چشم قرمز را بـا هـم تلفیق کرد و نسل اول را تولید کرد، مشاهده کرد، همه نسـل بعـدی چشـم قرمـز هستند، این حاکی از آن است که چشم سفید بودن یک ژن مغلوب است، پس در نسل بعدی باید چه اتفاقی بیافتد، به نسبت ۳ به ۱ باید چشم قرمز و چشم سفید داشته باشیم، همه چشم سفیدها نر هستند، ولـی نصـف نرهـا، هـم چشـم قرمـز هستند، این نشان مـی‌دهـد کـه خاصـیت جنسـیت و رنـگ چشـم بایـد در یـک کروموزوم کنار هم قرار گرفته باشند، اگر خاصیت رنـگ چشـم روی کرومـوزوم x باشد، حالا این داستان را توجیه کنیم.

حالا چند نمونه از این حالتهای وراثتی را مرور می‌کنیم اگر چنانچه در گاو نـر سفید با گاو ماده قرمز تلفیق انجام دهند بررسی مـی‌کنـیم کـه رنـگ فرزنـدان و نوه‌های آنها چگونه خواهد شد.

$C^W C^W$ گاو ماده سفید

$C^R C^R$ گاو ماده قرمز

قرمز کمرنگ $C^W C^R$	قرمز کمرنگ $C^W C^R$
قرمز کمرنگ $C^W C^R$	قرمز کمرنگ $C^W C^R$

همه نسل اول مشاهده می‌شود که رنگشان قرمز کمرنگ می‌شود حال اگـر در این نسل دو گاو با یکدیگر جفت‌گیری کنند چه می‌شود؟

در این نسل دو گاو قرمز کمرنگ داریم و یک گاو سفید و یک گاو قرمز

$C^W C^R$ گاو ماده

$C^W C^R$ گاو نر

قرمز کمرنگ $C^W C^R$	گاو سفید $C^W C^{W'}$
گاو قرمز $C^R C^R$	قرمز کمرنگ $C^R C^W$

اگر دو موش یکی سفید و دیگری سـیاه داشـته باشـیم، اگـر هـر دو نژادشـان خالص باشد پس لاجرم فرزندانشان همگی یک رنگ در خواهند آمد ولی اگر یکی از آنها نژادش ناخالص باشد در بین فرزندان آنها می‌توان به رنگ‌های خالص سفید یا سیاه برخورد کرد.

در گروه‌های خونی همین عوامل اطلاعاتی وراثت خود را نشان می‌دهند بعضی از گروه‌های خونی نظیر A و B هم سنگ هم و غالبنـد و بعضـی نظیـر O مغلـوب هستند یعنی اگر در گروه خونی فردی AO یا BO باشد مـی‌تـوان همـان A یـا B

دانست ولی اگر AB باشد به همان‌گونه AB بروز می‌کند، فرض کنیم دو مادر و پدر دارای گروه خونی A و B باشند فرزندانشان چه گروه‌های خونی خواهند داشت؟

گروه خونی A، یا AA است یا AO و گروه خونی B، یا BB است یا OB هر کدام موارد خاص خود را دارند.

مثلاً مرد AA و زن BB

BA	BA
AB	AB

همه فرزندان گروه خونی AB دارند.

اگر مرد OA باشد و زن BB

BO	BA
BO	BA

فرزندان گروه خونی AB و B هستند.

اگر یکی OA باشد و دیگری OB

OO	OA
BO	AB

پس لاجرم گروه خونی فرزندان، O، A، B، AB خواهد بود.

سؤال:

جای دو نوزاد با گروه‌های خونی O و A در بیمارستان عوض شده است تعیین کنید هر یک از این نوزادها به کداک یک از والدین تعلق دارند؟

خانم جعفری AB، خانم باقری B، آقای جعفری B، آقای باقری B

BB یا AB جعفری OB یا AB جعفری

AB	AB
BB	BB

AO	AB
BO	BB

OB، BB، OB یا OB جعفری

BO	BB
BO	BB

OO	OB
BO	BB

فرزندان O، B فرزندان، B، O

پس فرزند گروه خونی O متعلق به خانواده باقری و فرزند با گروه خونی A متعلق به جعفری است.

٤-٤. وراثت دو صفت

روش کار در بررسی وراثت دو صفت، نظیر وراثت یک صفت است، اختلاف در انتخاب تعداد صفات و طولانی بودن راه‌حل آن است.

مندل گیاه نخود فرنگی واجد دانه زرد و صاف (خالص) را با گیاه نخود فرنگی واجد دانه سبز و چروکیده (خالص) آمیزش داد. در نسل اول (F_1) همه دانه‌ها زرد و صاف بودند.

٤-٥. نتیجه

صفت زردی نسبت به سبزی و صافی نسبت به چروکیدگی دانه غالب است مندل اجازه داد دانه‌های حاصل از طریق خود لقاحی بارور شوند، و نسل دوم (F_2) را به وجود آورند افراد نسل دوم (F_2) چهار نوع بودند.

در آمیزش دو جفت صفت، جور شدن هر صفت مستقل از صفت دیگر صورت می‌گیرد. در مثال فوق صفت زردی از صافی و صفت سبزی از چروکیدگی جدا می‌شوند و مستقل از یکدیگر و به طور تصادفی در گامها جور می‌گردند.

٤-٦. صحبتی درباره مشاورهٔ ژنتیک

همان‌طور که مورگان و مندل اشاره کردند می‌توان یکسری از قوانین را از مطالعه روی گونه‌های مختلف بدست آورد و احتمالات مختلفی را بررسی کرد ولی نکته اینجاست که خوب است کسانی که برنامه‌ریزی جهت ازدواج و بعد بچه‌دار شدن دارند قبل از هر اقدامی مشاورهٔ ژنتیک خاصی انجام دهند که از مطالعه روی ژنوم آنها اولاً بیماریهای مغلوب در ژنها که در سوابق فامیل وجود دارد، درصد ابتلای نسل بعدی به این بیماریها را تشخیص داده و در این خصوص حکم کنند مثلاً اگر ژنی با ژنی همخوانی دارد درصد ابتلاً در نسل بعد ممکن است ۲۵٪ افزایش یابد، و ممکن است در آینده نزدیک این تقریب زدنها با خطای کمتر و هزینه کمتری صورت پذیرد، بعضی از ژنها حالت باینری دارند به عنوان مثال یک نوع ژن می‌توانند یک خصوصیتی را بسازند مثلاً قرار گرفتن شصت دست راست، روی دست چپ بالعکس یا انحنا داشتن شست اینها همه یک مسأله ژنتیکی باینری است. برای بعضی از بیماریها یک طیف درگیر هستند و چیزی بیش از دو

ژن درگیر آن هستند مثل قد، رنگ مو، در هر سلول DNA همه اطلاعات ژنتیکی را در یک رشته یک متری حمل می‌کند در اندامهای مختلف یکسری از این ژنها قفل خورده و کار نمی‌کنند در صورتی که در ژنهای اندامهای دیگر قسمت دیگر غیرفعال است به همین خاطر سلول پوست با سلول قلب متفاوت است. و اگر این قفلها وجود نداشته باشد به آن سلول سلول بنیادی گویند، سلولی که هر چیزی می‌تواند بشود.

بر اثر شرایط محیطی که در چه شرایطی قرار بگیرید، یکسری قفل در جاهای خاص آن قرار می‌گیرد، فاصله جفت‌های DNA در حدود ۰/۳نانومتر است، تقریباً 1GB اطلاعات در هر سلول وجود دارد، 1GB تماماطلاعات ژنتیکی است که ما از پدر و مادر به ارث برده‌ایم، تاماً روی این ژنها قرار دارد، و بدن ما بر اثر این اطلاعات ساخته می‌شود، اما این فقط اطلاعات است، اما خود مکانیزم بدن ما که از میلیاردها سلول ساخته شده چیزی سوای این ژنومها می‌باشد، و اطلاعاتی به مراتب بالاتر از این‌ها را دارد مثلاً شرایط تغذیه، محیطی و خیلی از مسائل دیگر روی طرز کار آنها مؤثرند به گونه‌ای که دو هزار دوقلو به مرور زمان این اختلافات خود را به گونه‌های رفتاری و جسمی نشان می‌دهد.

فصل ۵

حرکت براونی

۵-۱. مقدمه

در سال ۱۸۲۷ رابرت براون (۱۸۵۸- ۱۷۷۳) گیاه‌شناس و پزشک انگلیسی حرکت مداوم معلق دو مایع را مشاهده کرد و متوجه شد که این ذره‌ها با قطری حدود یک میکرون پیوسته به این سو و آن سو حرکت می‌کنند. اینشتین همین آزمایش را در مقاله‌ای با استفاده از نظریه جنبشی ذره‌ها تعبیر و تفسیر کرد و از روی آن عدد آوودگادرو را به دست آورد.

فرض کنید در یک ظرف محبوس حشره‌ای در حال حرکت است. و مدام به دیواره‌های ظرف برخورد می‌کند، بعد از N حرکتی که این حشره انجام می‌دهد به طور دقیق نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم حرکت بعدی آن چیست؟ و در کجا قرار خواهد گرفت؟ اما می‌توانیم احتمال حضور آن را محاسبه کنیم.

احتمال کل حالت‌ها $N = 2^N$ می‌باشد. اگر رفتار این حشره را در نظر بگیریم می‌خواهیم بدانیم بعد از چند حرکت دوباره به مکان اول (مبدا) خود باز می‌گردد. این احتمال $\binom{N}{\frac{N}{2}}$ می‌باشد. در این صورت:

$$\frac{N!}{\frac{N}{2}!\frac{N}{2}!} \qquad (۱-۵)$$

احتمال بازگشت به مبداء بعد از N حرکت

$$p = \frac{\frac{N!}{p\left(N!/2\right)!(N/2)!}}{2^N} \qquad (۲-۵)$$

بسط استرلینگ

$$LnN! = NLnN - N \qquad (۳-۵)$$

از این تقریب این احتمال را بدست می‌آوریم:

$$N! = e \times p(LnN!) \qquad (۴-۵)$$

$$\frac{e \times p[NLnN - N]}{2^N . exp[2(N/2\, Ln\, N/2 - N/2)]} = \frac{e^{(NLnN-N)-NLn\,N/2+N}}{2^N} = \frac{e^{N(ln\,N-ln\frac{N}{2})}}{2^N} = \frac{2^N}{2^N}$$
$$= 1$$

پس داریم:

$$p = \frac{\sqrt{2\pi N}}{(\sqrt{2\pi\, N/2})^2} = \sqrt{\frac{2}{\pi N}} \sim \frac{1}{\sqrt{N}} \qquad (۵-۵)$$

احتمال برگشت به مرکز با $\frac{1}{\sqrt{N}}$ کاهش می‌یابد، حالتهای بازگشت به مرکز با N افزایش می‌یابد ولی احتمال آن کاهش پیدا می‌کند، اگر یک میلیون بار شیر یا خط بیندازیم احتمال اینکه ۵۰۰ هزار تا شیر و ۵۰۰ هزار تا خط بیاید خیلی احتمال کوچکی است ولی دفعاتش زیاد است.

$$< x_n^2 >=< (x_{n-1} + k_n l)^2 >=< x_{n-1}^2 + 2x_{n-1}k_n l + k_n^2 l^2 >$$
$$< x_{n-1}^2 > +2l < x_{n-1} >< k_n > +l^2 < k_n^2 >$$
$$< x_n^2 >=< x_{n-1}^2 > +l^2$$
$$< x_{n-2}^2 >^2 + 2l^2$$
$$\dots$$
$$< n-0 >^2 + 2l^2 \to nl^2$$
$$\delta^2 =< x_n^2 \geq nl^2 \to \frac{\delta}{n} = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

اکثر پدیده‌ها در طبیعت اگر به صورت مستقل روی دهند تصادفی هستند یعنی از بین دو احتمال هیچ کدام ارجعیت ندارد و جهت‌دار نیست. ولی تعداد بیشماری از آنها یعنی توزیع شمار زیادی از آنها به صورت نرمال یا گوسین می‌باشد. سکه را هر چند بار بیندازیم احتمال شیر یا خط بودن برای هر بار پنجاه-پنجاه است ولی توزیع همه این انداختن‌ها قاعده‌مند است یعنی احتمال اینکه همه‌ی آنها خط شوند بسیار اندک است و بیشترین احتمال مربوط است به وسط (میانگین) توزیع انداختن‌ها. برای این مطلب یعنی توزیع تصادفی و توزیع

نرمال در طبیعت مثال‌های فراوانی وجود دارد. برای مثال جنس نوزادی که به دنیا می‌آید کاملا تصادفی است و لی اینکه چه قد یا وزنی دارد توزیع نرمال می‌باشد. حرکت براونی مولکولها تصادفی است.

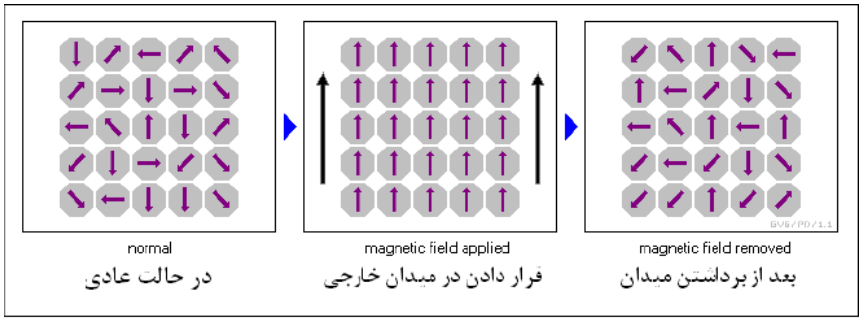
همچنین مواردی وجود دارد که هم تصادفی است و هم جهت‌دار یعنی توزیع به سمت خاصی گرایش پیدا می‌کند. پدیده‌ی پخش مثالی از این‌گونه رفتار است. مولکولها در داخل شیشه‌ی عطر حرکت براونی دارند یعنی کاملا بصورت تصادفی در حرکتند وقتی اندکی از عطر در گوشه‌ی اتاق افشانده می‌شود مولکولها به صورت منفرد به طور نسبی حرکت تصادفی خود را حفظ می‌کنند ولی این حرکت یک حرکت تصادفی عادی نیست چون مولکولها یک جهت را بیشتر ترجیع می‌دهند. مولکولها به سمتی که در آنجا تراکم مولکول‌های عطر پایین است با قدم زدن تصادفی[1] حرکت می‌کنند تا جایی که تراکم یا غلظت مولکول‌ها در همه جای اتاق یکسان می‌شود و مولکولها دوبار حرکت کامالا تصادفی براونی را باز میابند. پدیده‌ی قدم زدن تصادفی را می‌توان به مرد معتادی که تلوتلو می‌خورد تشبیه کرد. ما نمی‌دانیم که مرد مست پاهایش را به کدام طرف برمی‌دارد (تصادفی) ولی می‌دانیم که با قدم‌هایش ازمکان اولیه دور می‌شود. اصطلاحا به نیرویی که باعث می‌شود پخش از طریق قدم زدن تصادفی رخ بدهد گرادیان (اختلاف) غلظت مولکولها بین دو نقطه می‌باشد که هر چه این بیشتر باشد مولکولها با سرعت بیشتری پخش می‌شوند.

1- random walk

فصل ۶

مثال‌هایی از مکانیزم‌های آماری

اگر مقداری گاز اکسیژن را در داخل یک لوله کوارتز ریخته و در مغناطیسی قرار دهیم، گاز اکسیژن حالت مغناطیسی پیدا خواهد کرد. مغناطیسی پیدا کردن یعنی گاز اکسیژن که دارای جهت بوده و می‌توانیم آنها را بصورت سوزنهایی تصور کنیم، جهت‌گیری پیدا کرده و یا به عبارت دیگر با هم موازی می‌شوند، به این ترتیب از خود حالت مغناطیسی بروز می‌دهند، و هر قدر مقدار مغناطیس اعمالی زیاد شود گاز مغناطیسی‌تر می‌شود.

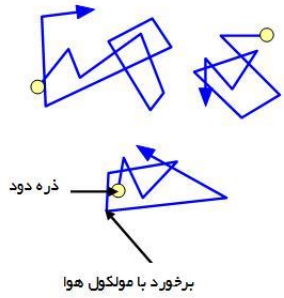


شکل ٦-١

حال می‌خواهیم ببینیم که آیا می‌توان، با سرد کردن سیستم با مغناطیس کمی به مقدار، حالت مغناطیسی زیاد دست یافت برای این مهم کافیست که در فرم حرکت‌های کتره‌ای گاز اکسیژن تغییری ایجاد کرد به عنوان مثال فرض کنید در مغناطیسه کردن اکسیژن فرم قرار گرفتن اتمها به گونه‌ای خاص در می‌آید و در جهتی خاص قرار می‌گیرند خوب اگر به گونه‌ای کل اتمها تحرکشان کمتر شود، این مکانیزم ساده‌تر و با توان کمتری اتفاق می‌افتد، پس برای کم کردن تحرک اتمهای اکسیژن کافیست که این گاز را سرد کنیم، با سرد شدن این گاز تحرک آن کمتر می‌شود به طوری که در دمای حدود صفر مطلق اگر مغناطیس کمی به سیستم اعمال کنیم، اکسیژن را با توان بالا مغناطیسه می‌کنیم. پس لاجرم یک نظمی به کل سیستم اعمال شده و این آهنگ گروهی اتمهای اکسیژن است که در نهایت مغناطیسه کردن سیستم را به همراه دارد. و در اوج بی‌نظمی نظم می‌آفرینند.

٦-١. مثالی دیگر: حرکت براونی

اگر مقداری غبار را به تدریج در داخل شیشه بریزیم که از تأثیر حرکتهای معمولی هوا و جریانات معمولی هوا به دور باشد خواهیم دید که این غبار با سرعت نسبتاً ثابتی که قابل اندازه‌گیری است به طرف پائین شیشه حرکت مستقیم و یکنواختی را انجام می‌دهد.



شکل ٦-٢

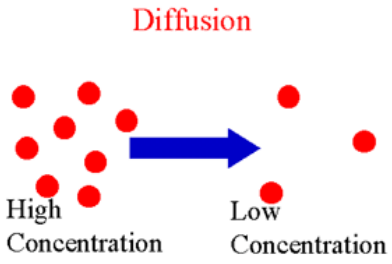
اما اگر تک‌تک ذرات سیستم را مورد مطالعه قرار دهیم چنین حرکتی در آنها مشهود نیست بلکه در حرکتی کنره‌ای دائم به جانب چپ، راست، بالا و پائین در حرکتی تصادفی هستند که این حرکت در اثر برخورد اتمها و مولکولهای هوا به این ذرات غبار بروز می‌کند و حرکتی می‌آفریند به نام حرکت براونی پس شما از بررسی یک تک غبار نمی‌توانید نتیجه‌ای بگیرید کل سیستم در حال حرکت به سوی پائین است، و این نتیجه و نظم فقط در قالب نگرش کلی به سیستم خود را نشان می‌دهد. سؤالی در اینجا مطرح می‌کنیم که چرا گرد و غبار پس از مدتی روی سطح می‌نشیند و آن را می‌توان جمع‌آوری کرد ولی گازهائی نظیر اکسیژن این حالت را ندارند؟

این بدلیل این است که ذرات غبار باتوجه به جرمشان کمتر تحت تأثیر حرارت محیط قرار گرفته و حرارت سطحی آنها را پراکنده نمی‌کند در صورتی که، مولکولها و اتمهای اکسیژن دارای با انرژی کمی شروع به حرکت می‌کنند. پس حرارتهای سطحی و محیطی مانع از نشست آنها می‌شود در صورتی که در گرد و غبار، چنین نیست. مانند پائین آمدن مه.

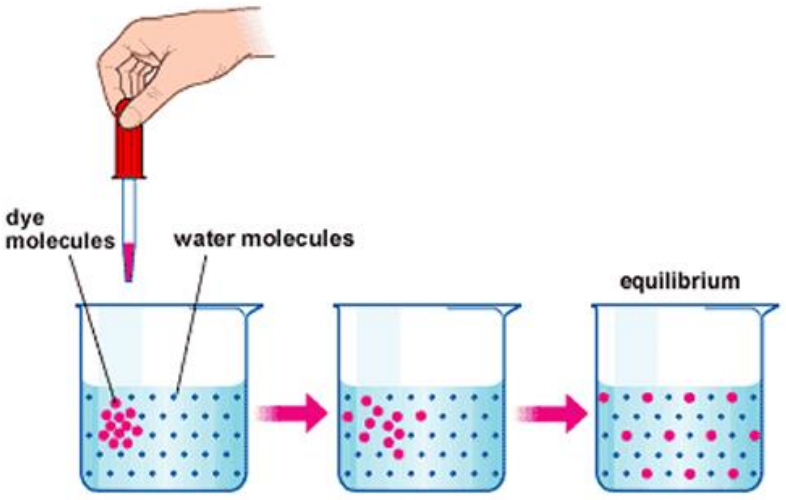
پائین آمدن مه حرکت براونینگ در مورد پائین آمدن غبار

٦-٢. مثالی دیگر: دی فوزین «انتشار»

در این آزمایش ظرف پرآبی را در نظر می‌گیریم و در یک طرف ظرف ماده‌ای رنگین مثلاً پرمنگنات پتاسیم که در آب حل شده است در داخل آب خالص می‌ریزیم.



شکل ٦-٣



شکل ٦-٤: آزمایش دی فوزین

در اثر این کار در آغاز آزمایش غلظت پرمنگنات و یا شدت رنگ از یک طرف ظرف به طرف دیگر ظرف تفاوت دارد و در حقیقت غلظت در یک طرف از طرف دیگر بیشتر است. پس از مدتی ملاحظه می‌شود که غلظت ماده رنگی در کل مایع یکنواخت می‌شود و یکسان، اگر بگوئیم ماده یا اختیار خود از محیط شلوغ به محیط خلوت‌تر سرازیر می‌شود درست نیست و چنین چیزی وجود ندارد اگر هر ذره از اتمها و مولکولهای رنگین را دنبال کنیم متوجه می‌شویم در حرکتی کنره‌ای در حال حرکت است اگر در درون مایع، آن را به نوارهای باریکی تقسیم کنیم مقدار ذرات رنگی که وارد هر نوار می‌شود با آنکه بیرون می‌آید برابر است یعنی مولکولهای پرمنگنات انتخابی نکرده‌اند که در کدام جهت حرکت کنند ولی اگر دو نوار مجاور یکدیگر را در نظر بگیریم نواری که دارای تعداد بیشتری مولکول پرمنگنات نیز از آن خارج می‌شود و بنابراین همیشه تعدادی بیشتری از

مولکولهای قسمت غلیظ‌تر و یا شلوغ‌تر بطرف قسمت رقیق‌تر وجود دارد و این همان حرکتی است که در مجموع باعث یکنواخت شدن غلظت در تمام طول ظرف خواهد بود. برای انتشار می‌توان فرمولی دقیق نوشت و این به دلیل نگاه کلی کردن به سیستم است و این تعداد زیاد اتمهاست که می‌تواند ما را به یک فرمول ساده و مشخص برساند.

٦-٣. قانون $\sqrt{n}$

مَنْ جٰاوَزَ حَدَّ انْعِکَسَ ضِدَّة

دقت آزمایشات در فیزیک و شیمی و میزان درصد خطای آزمایشات را از فرمول $\sqrt{n}$ استخراج می‌کنند. مثلاً میزان گازی را در ظرفی با فشار و حجم معینی تحت آزمایش قرار داده و براساس آن قانونی را بیان می‌کنیم میزان خطای نتیجه آزمایشات معادل $\sqrt{n}$ برابر تعداد مولکولهائی است که در این آزمایش شرکت نموده‌اند. مثلاً اگر میزان مولکولهای که در آزمایش ما دخالت داشته‌اند تعداد ۱۰۰ مولکول باشد طبق فرمول و محاسبه ریاضی و آزمایش‌های قبلی نشان می‌دهد که میزان خطا از $\sqrt{100} = 10$ بدست می‌آید.

یعنی حاصل تقسیم ۱۰ بر مقدار مولکول‌های اولی، یعنی $\frac{10}{100}$، حال اگر به جای ۱۰۰ مولکول در آزمایش دیگری از ۱۰۰۰۰۰۰ مولکول استفاده شود $\sqrt{1000000} = 1000$ خواهد بود در این صورت دقت آزمایش ما، $\frac{1000}{1000000}$ یعنی از ۰/۰۰۱ یعنی

$$\frac{1}{x}\frac{1000}{100} \rightarrow \frac{100}{1000}0/1 \text{ درصد}$$

خواهد بود و نشان از آن است که دقت آزمایش چه میزان بالا رفته است.

قانون $\sqrt{n}$ در فیزیک و شیمی کاملاً مورد استعمال داشته و مورد تائید و اطمینان دانشمندان این رشته است. برای یک ارگان زنده دارای قوانین ثابت دقت عمل از $\frac{1}{\sqrt{n}}$ مولکول به دست خواهد آمد. بنابراین فقط ارگانیسم‌ها و دستگاه‌هائی که دارای دقت کافی در قوانین و عکس‌العملهای خود هستند که دارای تعداد بسیار زیادی مولکول باشند.

٦-٤. مکانیزم‌های ارثی

«تصورات و دانسته‌های فیزکدانان در مورد مکانیزم‌های ارثی دارای خطای جزئی نیست اشتباه است.»

چرا این حرف را می‌زنیم چرا که تا به حال از فیزیک آماری برای رسیدن به مفهوم نظم و قوانین خاصه در فیزیک و شیمی صحبت کردیم و دیدیم هر قدر تعداد مولکولها بیشتر باشد دقت کافی در قوانین و عکس‌العملها حاکم می‌شود، و تعداد زیاد سلولها و مولکولها را در جهت توجیه بعضی از حرکات منظم استفاده کردیم.

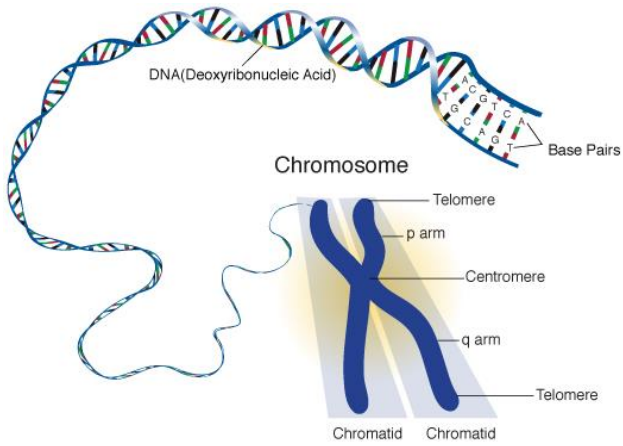
اما علم ژنتیک، چگونه با این مفاهیم که گفته شد سازگار می‌شود، چرا که مکانیزم ارثی دارای مرکز بخصوصی است که دارای تعداد کمی اتم و یا مولکول بوده و حتی تغییر مکان تعداد کمی اتم می‌تواند شکل آینده و خصوصیات یک موجود زنده را عوض کرده و در طول مدت آینده آن را تحت تأثیر قرار دهد.

فصل ۷

کروموزوم

۷-۱. کروموزوم

کروموزوم یعنی پیش‌نوشته، چرا که نه تنها اطلاعات مربوط به نوع مشخصات موجود زنده را در عمل ارث منتقل می‌کند بلکه در دستورالعمل چگونگی عملیات موجود زنده، چگونگی ساختمان بدن دستورالعمل‌هایی در مورد چگونگی عکس‌العمل‌ها را در هر مورد در خود منتقل می‌کند.



شکل ۷-۱: کروموزوم

هر موجود زنده از سلولهای متعددی تشکیل شده‌اند که این سلول‌ها دارای هسته‌ای هستند و در داخل هسته ماده‌ای به نام «کروماتین» تشکیل شده است.

در داخل کروماتین میله‌ها و یا رشته‌هایی وجود دارد که این میله‌ها و رشته‌ها، کروموزوم نامیده می‌شوند.

تمام هسته سلولها دارای کروموزوم بوده و اکثر سلولها دارای تعداد زوج کروموزوم می‌باشد مثلاً کروموزومها به تعداد 2×2، 2×4، 2×6، 2×8، ... 2×24 در مورد انسان می‌باشد.

از این نظر کروموزومها را زوج می‌نامیم که هر ۲ کروموزوم دارای مشخصات و شکل کاملاً یکسان بوده و به عنوان کپی کروموزوم دیگری می‌توان از آن استفاده کرد. این کروموزومها در موارد ارثی از همدیگر جدا شده و هر یک رشته کروموزوم یا رشته دیگری از کروموزومها پدر یا مادر ترکیب شده و تشکیل زوج کروموزومهای نسل بعد را می‌دهند.

ستون مرکزی کروموزوم حاوی اطلاعات ارثی است.

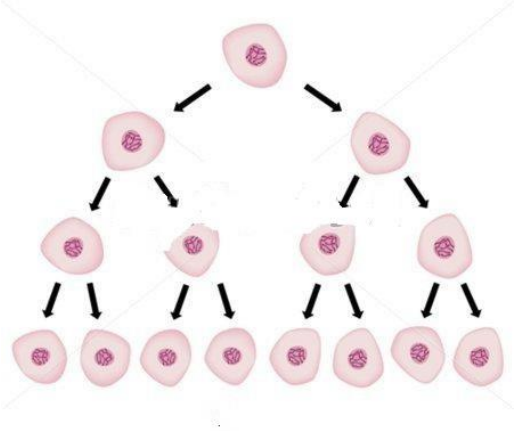
رشته‌های کروموزوم دارای نقاطی است که این نقاط یا علائم و یا کدهایی که از خود بروز می‌دهند اطلاعات ارثی و اطلاعات مربوط به هر موجود را به توسط خود منتقل کرده و عمل می‌کنند.

مثلاً در کروموزوم یک سلول مشخص است که آیا این سلول بعدا ایجاد یک مرغ سفید یا خروس، یا خزنده یا موش را می‌کند و این کروموزوم حاوی نقشه و مجری آن است، نکته در اینجاست که سلول که به منزله واحد هر موجود زنده است در کلیه موجودات زنده وجود دارد و در هر سلول هم هسته وجود دارد و این کروموزوم داخل هسته است که تعیین می‌کند مکانیزم یک موجود زنده چگونه باشد و نه تنها اطلاعات مربوط به آن سلول خاص که وظیفه‌ای خاص برعهده دارد را داراست بلکه نقشه کل اندامها و وظایف آنها را هم دارد یعنی اینکه مثل یک لشکری است که هر رسته وظیفه خاص دارد ولی فرمانده نقشه کل لشکر را به هر سرباز داده که هر سرباز علاوه بر اینکه وظیفه خود را می‌داند و می‌داند که چه باید بکند وظیفه همه سربازان و رسته‌ها و نحوه عملکرد همه را می‌داند.

۷-۲. توسعه بدن بوسیله تقسیم سلولها

رشد موجودات زنده از طریق تقسیم سلولی انجام می‌شود، اما مقدار آن‌طور که تصور می‌شود زیاد نیست چرا که با مواجه با موجودی با میلیاردها سلول این مسأله به ذهن می‌رسد که حتماً تقسیم سلولی هم به همین تناسب زیاد است. گرچه تقسیم سلولی در مراحل ابتدائی رشد بسیار سریع است از یک سلول به دو

سلول بعد ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ سلول، بعدا در مراحل مختلف رشد اعضای مختلف بدن سرعتهای تقسیم متفاوت پیدا کرده و هر یک از اعضا مختلف با سرعت متناسب خودش رشد می‌کند، با ۵۰ بار تقسیم سلولی انسان به رشد کامل خود می‌رسد و بعد از آن سرعت رشد بسیار کم شده و فقط سلول‌ها جایگزین می‌شوند سلولهائی می‌میرند و سلول‌هایی جایگزین می‌شوند در طول مدت عمر یک انسان حدود ۱۰ بار این اتفاق می‌افتد، پس بطور خلاصه در یک موجود رشد یافته سلولهای بدن او نسل از پنجاهم تا حدوداً شصتم سلول‌های اولیه آن موجود می‌باشند پس بعد از اینکه بدن به رشد طبیعی خود رسید و سلول‌ها وظایف معمول خود را آغاز کردند رشد کاهش یافته و در موردی تعدادی از سلولهای رشد کاملاً متوقف شده و می‌توان گفت آنها کنار گذاشته شده و یا رزرو شده هستند.



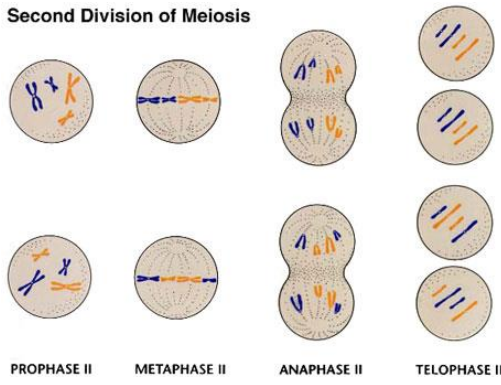
شکل ۷-۲: تقسیم سلولی

این کنار گذاشته شدن به این معناست که آنها برای منظور خاصی در زمان که لازم است شروع به تقسیم سلولی کرده و تولید مثل می‌کنند.

یکی از خصوصیات این سلول‌ها در تقسیم کاهش این است که این سلولها دارای تعداد بسیار کمتر تقسیم سلولی هستند و بنابراین به تعداد خیلی کم در بدن باقی می‌مانند، در بیولوژی این سلول‌ها را گامت می‌نامند، گامتها زمانی شروع به تقسیم سلولی و تولیدمثل می‌کنند که بدن نیاز به اسپرماتوزوئید و یا تخمک دارد.

۷-۲-۱. اهمیت تقسیم کاهشی

اهمیت تقسیم کاهشی انتقال کامل اطلاعات ژنتیکی والدین به نسل بعد است شایان توجه است کلیه اطلاعات زوجین به عنوان یک امکان بروز منتقل می‌شود ولی در عینیت پیدا کردن احتمال ظهور هر کدام از آنها بررسی می‌شود یعنی انتقال کلیه اطلاعات بصورت posildity و ظهور آن به صورت pxaleablity صورت می‌پذیرد. اولی شانسی نیست ولی دومی شانسی است به اصطلاح من آزادم ولی در محدودهٔ زندان شما.



شکل ۷-۳

۷-۳. تقاطع کروموزوم‌ها

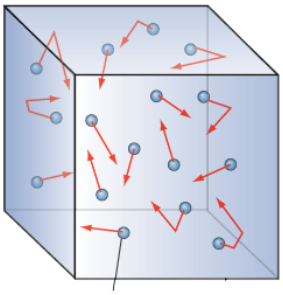
آنچه در طبیعت تنوع ایجاد می‌کند تقاطع کروموزومی است. در تقسیمهای سلولی کروموزومها بدون هیچ تغییری کپی و منتقل می‌شوند ولی در مواردی کروموزومها از روی یکدیگر عبور کرده و یا به عبارت دیگر یکدیگر را در نقطه‌ای قطع می‌کنند به ترتیبی که کروموزومهای بعدی قسمتی از یک کروموزوم و قسمتی از یک کروموزوم دیگری در امتداد هم قرار می‌گیرند و کروموزومهای جدید بعضی از کروموزومهای اول را و بعضی از مشخصات کروموزوم دوم را به همراه دارند، این همان عملی است که باعث می‌شود که کلیه خصوصیات هر فرد در فرزند خود منتقل نشود یعنی اگر پدری دارای دو خصوصیت مشخص باشد ممکن است فرزند یکی از آنها را به ارث برده باشد.

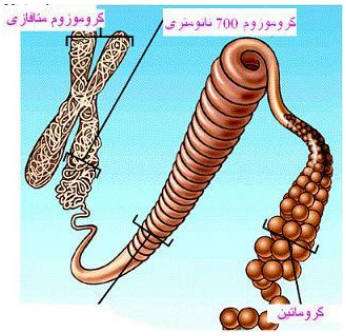
اگر چنانچه کروموزوم را به مصابه یک رشته تسبیح در نظر بگیریم که هر کدام از دانه‌های تسبیح یک ژن را نشان می‌دهد آن ژن‌هایی که با دانه‌هایی که به هم نزدیکتر هستند احتمال بروزشان در نسل بعدی با هم بیشتر از ژن هایی است که از یکدیگر فاصله دارند. مثلاً فرض کنید ژنهای حالت خاص شست دست پا رنگ مو و چشم و امثال آن، که قبلاً گفته شده است. مثلاً فرض کنید اندازه دماغ یک فردی و اندازه شست اگر ژنهایشان کنار هم باشد خصوصیات هر دو عضو با هم منتقل می‌شود در کل نسل مثلاً دماغ بزرگ و شست بزرگ ارتباط داشته باشند، ولی در نسل‌های جلوتر ممکن است این مثال نقض شود یعنی فردی با دماغ بزرگ و شست کوچک یا بالعکس ظاهر شود.

۷-٤. تناقضی آشکار در تئوری مکانیک آماری و اندازه‌ی ژنها

اگر هر کروموزوم را همان‌طور که گفته شد به مصابه تسبیحی در نظر بگیریم که از تعدادی دانه که در یک رشته قرار گرفته باشد، هر کدام از دانه‌ها به منزله یک ژن است که هر ژن یک خصوصیتی را منتقل کرده و در ابعاد ۳۰۰ آنگستروم حجم دارد، در ابعاد ۳۰۰ آنگستروم حداکثر اتمی که می‌تواند وجود داشته باشد به یک میلیون نمی‌رسد، در صورتی که در مکانیک آماری صحبت از میلیاردها مولکول می‌شد پس در ژن علاوه بر اینکه تعداد اتم‌ها کم است هر کدام از اتمها هم وظیفه خاص خود را دارند که هر اتم طرز قرار گرفتن الکترونها و هسته‌ای باید طوری باشد که کار خاصی را انجام دهد. و اگر در کارش خللی ایجاد شود در ابعاد ما ماکروسکوپی قابل مشاهده است و اختلالی را در سیستم ایجاد می‌کند برخلاف حالتهای آماری که خیل اتمها و مولکولها وظیفه‌ای یکسان داشته و قانونی واجد بر آنها حاکم است. پس این واقعیتی عجیب در طبیعت است که میلیون ها مشخصات دقیق وزیر اجرایی بدن به توسط ژنها منتقل می‌شوند که این میلیونها عمل در میلیونها تقسیم دست‌نخورده باقی مانده‌اند این دقت فوق‌العاده زیاد است که نمی‌تواند با آن فرمولهای تئوری آماری که در آغاز بحث اشاره کردیم قابل توجیه باشد.

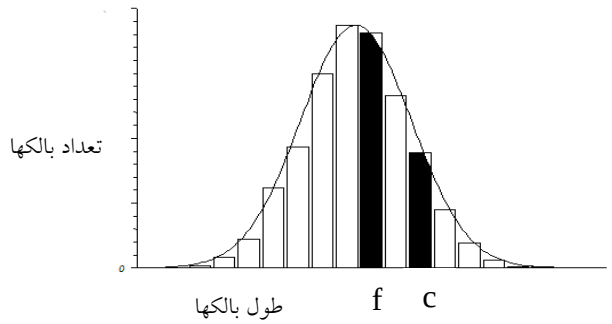
در اینجا به تناقضی برمی‌خوریم و آن تناقض آشکار است بین طبیعت و فیزیک آماری و نشان می‌دهد فیزیک آماری حداقل در حیطه ژنتیک راهی به سوی جایی ندارد، خوب کار خود را پیش می‌گیریم.





۷-۵. تحولات جهشی زمینه‌ای برای انتخاب طبیعی

به آزمایشی که در بین مزرعه‌جویی اتفاق افتاد اشاره می‌کنیم، در مزرعه‌جو وقتی قامت و شکل جوها را بررسی می‌کنیم از لحاظ آماری شکلی گوسی به خود می‌گیرد و از کوتاه تا بلند در رده‌های مختلفی قرار دارد.



کشاورزی برای اصلاح نژاد فرض می‌کنیم که از رسته F بذرگیری کند و فقط آن رسته را کشت کند ولی متوجه شد دو برداشت محصول باز همان منحنی گوسی قبل روبروست و همین آزمایش را از رسته‌های دیگر نیز انجام داد و نتیجه مشابه گرفت در اینجا معلوم می‌شود گرچه ممکن است شکل ظاهری همه جوها یکی نباشد ولی کروموزومهای همه رسته‌ها یکی است و ژنهای مشابه دارند پس نسلهای مشابه هم دارند ولی در بررسی گروهی این محصولات متوجه شدند بعضی گونه‌ها هستند که تغییرات خاصی در ظاهرشان مشهود است مثلاً رنگشان با سایر محصولات متفاوت است و یا اینکه اصلاً برگی ندارند، که این گونه‌ها از هر هزار ساقه جو یکی این گونه است یعنی نسبت کمی دارند، این تغییرات، تغییرات ژنتیکی جهشی است که تغییری در ژن ایجاد شده است و اگر بخواهیم این جهش را پی‌گیری کنیم قابل بررسی است.

جهش یافته II'

غیرجهشی II

II	II'
II	II'

اگر دو گونه جو با هم ترکیب شوند یکی جهش یافته و دیگری سالم مشاهده می‌شود در اثر اختلاط به نسبت $1/2$ گونه جهش یافته و گونه سالم به دست می‌آید یا ترکیب نسل اخیر با قدیم داریم.

$II\ II\ II\ II\ II\ II'II\ II'II\ II'II\ II\ II'$

۷-٦. تحولات نهائی یعنی چه؟

در زوج کروموزوم که دستخوش تحول گردیده است. دیگر پیش‌نوشته ارثی در هر دو یکسان نیستند و دو مطلب متفاوت را بیان می‌کنند. یکی از آنها را اصلی و دیگری را ارثی می‌نامیم.

آنچه در واقع اتفاق می‌افتد نسل بعدی دارای یکی از دو حالت خود بوده یا حالتی قدیمی و یا حالت تحول یافته، حالتی که خود را ظاهر می‌کند حالت مسلط و حالت به فعلیت در نیامده را حالت مخفی می‌نامند، حالت‌های مخفی دارای مقدار بیشتری نسبت به حالت‌های مسلط هستند و با وجودی که خود را ظاهر نمی‌کنند بسیار پراهمیت می‌باشند این حالت‌ها برای اینکه خود را ظاهر نمی‌کنند بسیار پراهمیت می‌باشند. این حالتها برای اینکه ظاهر شوند باید در هر دو کروموزوم یافت شوند. یا هر دو تحول مخفی با هم مزدوج شود. و حالت مسلط را بروز دهد، یا حالت دیگر این است که کروموزوم متحول با خودش مزدوج شوند، این حالت دوم در گیاهانی اتفاق می‌افتد که تولید مثل آنها بطریق داخلی انجام می‌شود. در این صورت نسل دوم تحول را بروز می‌دهد.

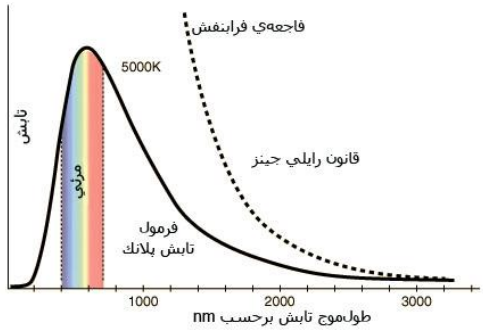
فصل ۸

مکانیک کوانتومی

۸-۱. مقدمه

مکانیک کوانتومی شاخه‌ای از علم فیزیک محسوب می‌شود که در آغاز قرن بیستم در پی ناکامی‌های فیزیک کلاسیک در توجیه یکسری از آزمایشات با آن مواجه شده بود به وجود آمد، یکی از این ناکامیها در زمینه توجیه نمودارهای تابشی جسم سیاه بود که ماکس پلانک را به شدت مشغول خود کرده بود، مکانیک گازها نشان می‌داد که توزیع انرژی در بین مولکولهای گاز به گونه‌ای صورت می‌گیرد که تراز انرژی همه مولکولهای گاز بعد از زمان مشخصی یکسان شده و به تعادل می‌رسند و باصطلاح انرژی توزیع می‌شود ولی در تابش جسم سیاه علی‌رغم تشابه نمودارهای آن مولکولهای گاز توجیه آن به گونه مکانیک گازی فاجعه‌بار بود چرا که نشان می‌داد با این قیاس انرژی باید به طیف‌های

کوچکتر توزیع شود و طول موجهای کوچک حامل انرژی فوق‌العاده هستند یعنی پیش‌بینی می‌شد که یک ظرف زودپز بعد از مدت خاصی تبدیل به یک منبع غنی اشعه x می‌شود که درواقع چنین اتفاقی نمی‌افتد این واقعه را پدیده فاجعه فرابنفش می‌گفتند.



شکل ۸-۱

عدم توجیه تابش جسم سیاه با قوانین گازها، پس این مهم ماکس پلانگ را به خود متوجه ساخته بود که ناگهان این فکر به ذهن پلانک رسید که اگر به جای توزیع پیوسته انرژی از توزیع کوانتائی آن استفاده شود، فرمولها با نمودارها هماهنگ می‌شود، پلانک در مقاله‌ای این مشاهده را به تحریر درآورد علی‌رغم عدم پذیرش گروهی از فیزیکدانان هم عصر عده‌ای از فیزیکدانان هم با انجام آزمایشاتی آن را تایید کردند که از آن جمله می‌توان به، انیشتین، میلیکان کمپتون اشاره کرد و نیلز بوهر از این نظریه در توجیه نحوه عملکرد الکترونها و اتمها استفاده کرد و نتایج قابل قبولی گرفت، بعدها با پیوستن هایزنبرگ و شرودینگر به این کاروان مکانیک کوانتمی به طور نظریه با ساختار قوی خود را نشان می‌دهد.

به هر حال فیزیک کوانتومی با موفقیت بزرگی که در توجیه و پیش‌بینی بسیاری از پدیده‌های فیزیکی از خود نشان می‌داد گوی سبقت را از سایر علوم فیزیکی ربود و همدوش نظریه مکانیک کلاسیک و نسبیت در بطن نظریه‌های فیزیکی مدرن قرار گرفت.

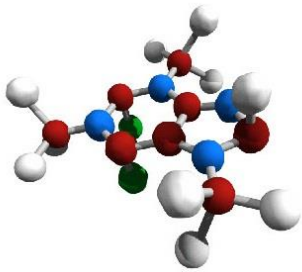
پس در مکانیک کوانتوم در توضیح اتم، جایگاه قرار گرفتن الکترونها حول هسته، کوانتیده است یعنی جایگاه خاصی دارد الکترون با سیو انرژی در ترازی قرار می‌گیرد، تراز بعدی الکترون جایگاهی است که انرژی خاصی دارد یعنی الکترون با هر انرژی نمی‌تواند از یک ترازی به تراز دیگر برود و با دریافت مقدار معینی انرژی این کار را انجام می‌دهد و با وقتی الکترون از طراز بالا به پائین می‌آید مقداری معین انرژی را از خود ساطع می‌کند.

یعنی جذب و دفع انرژی در اتم‌ها کوانتیده است و حرکت از یک تراز انرژی به تراز انرژی دیگر را جهش کوانتمی می‌گویند.

حال این واقعیت را در مورد مولکولها هم تعمیم می‌دهیم.

۸-۲. مولکول‌ها

در بین اشکال متفاوتی که اتمها می‌توانند با هم بگیرند حالتی که هسته اتمها در نزدیکترین وضعیت به هم باشند به آنها مولکول می‌گویند.



شکل ۸-۲: مولکول

آنچه باید بدان تکیه کنیم اینست که مولکول دارای ثبات معینی است. شکل نمی‌تواند تغییر کند مگر آنکه مقدار بخصوص انرژی به آن داده شود. با این مقدار انرژی وضعیت مولکول به سطح بالاتری خواهد رفت و این انرژی باید از خارج به آن اضافه شود. مقدار انرژی داده شده ثبات مولکول را تعیین می‌کند. ثبات مولکول بستگی به درجه حرارت آنها دارد.

فرض کنیم که سیستم ما در حالت پائین‌ترین سطح انرژی باشد (۲۷۳ـ درجه کلوین). برای حرکت به سطح بالاتر انرژی مقدار معینی انرژی لازم است. بهترین راه تأمین آن این است که آن را گرم کنیم، اگر آن را در محیطی با درجه بالاتر قرار دهیم به مولکول‌ها اجازه داده‌ایم که سطح خود را عوض کنند حرکتی که موجب حرارت می‌شود یا نشان‌دهنده حرارت در اتمهاست یک حرکت نامنظم است بنابراین نمی‌توان به یک میزان حرارت به همه اتمها و مولکولها یک زمان برسد پس شانس مولکولهای مختلف در دریافت این انرژی متفاوت است.

۸-۲-۱. زمان مورد انتظار

زمانی که طول می‌کشد تا درجه حرارت و یا حرارت داده شده به مولکول‌ها رسیده و عمل خود را انجام دهد این زمان مورد انتظار بستگی به نسبت دو انرژی دارد.

یکی مقدار انرژی برای تحول از یک سطح به سطح دیگر (W)

شدت حرکت حرارتی آن در درجه حرارت است. (T)

بررسی دانشمندان فوق نشان می‌دهد که زمان مورد انتظار به نسبت $\frac{W'}{KT}$ بستگی دارد و این زمان و تغییراتش در سطح خیلی وسیعی قرار گرفته است.

اگر W، ۳۰ برابر KT باشد زمان مورد انتظار یکم دهم ثانیه است.

اگر W، ۵۰ برابر KT باشد زمان مورد انتظار ۱۶ ماه خواهد بود.

اگر W، ۶۰ برابر KT باشد زمان مورد انتظار ۳۰ هزار سال خواهد بود.

اگر زمان مورد انتظار را T بنامیم این زمان به نسبت به KT طبق فرمول $t = \tau e^{w/kt}$ است که در این فرمول t ضریب فرمول است که 10^{-13} تا 10^{-14} خواهد بود.

انتقال انرژی و جذب انرژی در یک سیستم بوسیله نوسانات مولکولی و یا نوسانات اتمی باید انجام شود و در هر زمان مقداری از این انرژی منتقل می‌گردد. چون این حرکتها 10^{13} تا 10^{14} بار در هر ثانیه است بنابراین این ضریب در فرمول وارد می‌شود. یا به عبارت دیگر این مقدار ضربات لازم است تا اینکه انرژی به نقطه بخصوصی از سیستم منتقل شده و در آنجا جذب شود.

۸-۲-۲. اصلاح قانون فوق

در بیانات فوق در مورد ثبات مولکولی به طور ضمنی این مسأله فرض شد که:

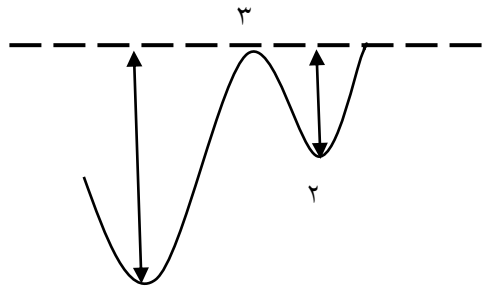
جهش کوانتمی باعث خواهد شد که یک مولکول اگر از هم نباشد لااقل به شکل جدیدی از همان اتم در می‌آید که به اصطلاح شیمی‌دانان ایزومر همان مولکول قبلی خواهد شد.

که اگر آن را با تحول بیولوژی مقایسه کنیم همان تحول جهشی نامیده می‌شود.

حالت اول حالتی است که در اثر اعمال انرژی مولکول شروع به نوسان کرده و این نوسانات بطور مرتب ادامه می‌یابد ولی حرکت آنها حرکت کوانتمی است یعنی

به صورت پله‌ای انجام می‌گیرد.

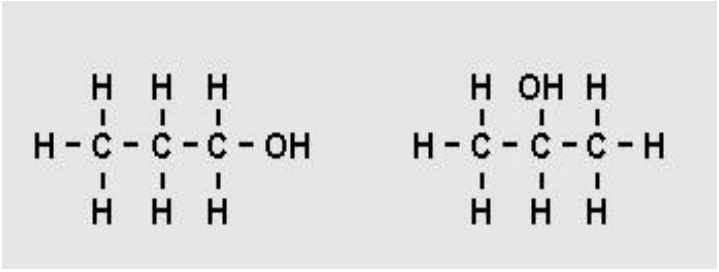
حالت دوم که موردنظر ماست این است که درواقع انرژی از یک سطح به یک سطح دیگر نیست بلکه همین سطح انرژی آستانه یا پیکانهائی است که در شکل ۱۲ نشان داده‌ایم.



شکل ۸-۳

مرز انرژی (۳) بین دو سطح ایزومری (۱) و (۲). پیکانهایشان حداقل مقدار انرژی هستند که برای انتقال لازم است.

مثل الکل پروپیل که در دو شکل زیر وجود دارد که از سه کربن و ۸ هیدروژن و یک اکسیژن درست شده است اکسیژن می‌تواند بین هر یک از هیدروژنها و کربن‌ها قرار گیرد ولی فقط دو حالتی که در شکل نشان داده شده است دو چیز متفاوتند، که از لحاظ خاصیت فیزیکی و شیمیائی مثل هم نیستند حتی مقدار انرژی آنها متفاوت است.



شکل ۸-٤

برای این تغییر شکل لازم است اکسیژن را از این مولکـول خـارج و مجـدداً در جای جدید آنرا وارد کرد و این کار زمانی اتفاق می‌افتد که مولکول از سطح بـالاتر انرژی عبور کرده و سپس به این شکل جدید خود برگردد.

۸-۳. چرا کوانتوم جوابگوی مسأله ارثیت نیست؟

کوانتوم به عنوان یک نظریه جامع فیزیکی و کامل می‌تواند جوابگوی بسـیاری از مسائل فیزیکی از جمله مسائل مربـوط بـه حـوزه مولکـول‌هـا و اتمهـا باشـد و می‌تواند بسیاری از عملیاتهای شیمی را پوشش دهد.

همان‌طور که گفته شد، تراز انرژی‌های مولکولی نیز کوانتومی می‌باشد یکسری از انتقال انرژی فقط منجـر بـه نوسـان مولکولهـا مـی‌شـود و در پـاره‌ای از مـوارد مشاهده می‌شود که اگر مولکول انرژی خاصی را ذخیـره کنـد بـه ایزومـر دیگـری تبدیل می‌شود که نظیر آن را در مولکول الکل دیدیم که مشاهدات نشان می‌دهـد که این دو مولکول از لحاظ فرم و خاصـیت و همـه مـوارد از هـم مسـتقل بـوده و پایدار نیز می‌باشند، پس با مقایسه این خاصیت با خاصیت جهش ژنتیکی ما را به این واقعیت نزدیک می‌کند که بتوان از کوانتوم در ژنتیک استفاده کـرد. چـرا کـه

جهش ژنتیکی مشابه جهش کوانتومی می‌باشد.

در ژنتیک داریم که کروموزومها ساخته شده از DNA و پروتئین‌های هیستونی هستند که این مولکولها دارای ثبات زیادی بوده و حالت خود را حفظ می‌کنند و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند در این کروموزومها ژنها مولکولهایی هستند که هر کدام چند صد هزار اتم تشکیل شده‌اند که هر اتم کار خاصی را انجام می‌دهد و منجر به مسأله خاصی می‌شود، آیا این ثبات و این نظم با کوانتم هماهنگی دارد، آیا پدیده‌های کوانتومی پدیده‌هایی منظم و قابل پیش‌بینی هستند، مسأله شانس در این حوزه تا چه حدی دخیل است، عدم قطعیت تعریف شده در کوانتوم یعنی چه؟ آیا اصل علیت در کوانتوم نقض نمی‌شود و اگر می‌شود چگونه منطقی که در کوانتوم وجود دارد یعنی زبان کوانتومی با زبان ژنتیک همسان است؟

مکانیک کوانتومی را، مکانیک احتمال نیز می‌گویند، چرا که فیزیکی که در کوانتوم وجود دارد و منطق حاکم بر آن منطق خاصی است که گذارده "یا" در آن وجود ندارد و گزاره «و» در آن فقط حاکم است، یک ذره بسته موج است، که دو گزاره متضاد می‌توانند هم زمان حضور داشته باشند که با مشاهده و اندازه‌گیری این بسته موج خلاصه می‌شود، که این یک بحث خاص در فیزیک کوانتمی است، که به ایده آلیست‌ها و ماتریالیست‌های کوانتومی تقسیم می‌شوند. مثال اگر ما هر ژن را یک بسته موج در نظر بگیریم احتمال ظهور هر حالت در آن بسته موج همزمان وجود دارد، جواب مکانیک کوانتومی همین است، حال اینکه چرا از بین این احتمالات یک حالت خاصی ظهور می‌کند، جوابی فیزیکی ندارد بلکه ایده‌آلیستهای کوانتومی مطرح می‌کنند که باید یک شعور ماورای طبیعی

وجود داشته باشد که این تابع موج را خلاصه کند و ماترالیستهای کوانتومی ظهور جهان‌های موازی را مطرح می‌کنند. و بعضی از همین کوانتومی‌های ماتریالیسم مطرح می‌کنند که ممکن است مجموعه عوامل محیطی حاکم بر ژن منجر به خلاصه شدن بسته موج کند ولی سؤال در اینجاست که چگونه است که همین خلاصه شدن عیناً در یک نسل دیگر تکرار می‌شود یا همان مکانیزم و این در یک یک یا دو نسل چندین صد سال طول می‌کشد، این جوابی از طرف مکانیک کوانتومی ندارد، و یا مکانیک کوانتومی سازگار نیست و از طرفی از نگاه عدم قطعیت هم اگر به مسأله نگاه شود باز هم این نظم و قاعده با مکانیک کوانتومی سازگاری ندارد، پس ژنتیک با مکانیک کوانتومی ناسازگار است. پس در اینجا مشاهده شد دو نگره فیزیکی یعنی مکانیک آماری و مکانیک کوانتومی جوابگوی مسأله وراثت و ژنتیک نیستند. از طرفی هم همان‌طور که مشاهده شد مسأله آنتروپی هم در موجودات زنده به گونه‌ای است که، یک موجود زنده علی‌رغم میل طبیعت به سوی زیاد شدن آنتروپی از زیاد شدن آنتروپی و رو به پیری رفتن و به تعادل رسیدن مقابله می‌کند و یک موجود زنده حالت خود را حفظ می‌کند.

۸-٤. تشکیل نظم از نظم

پس روند موجودات زنده، روندی است که نظم حاصل از نظم است نه نظم حاصل از بی‌نظمی، که فیزیک درباره آن اظهارنظر می‌کند، نظمی که از نظم برخواسته است شاید این معنی خیلی غریب به نظر نیاید چرا که این روند را ما در طبیعت در جاهای دیگری دیدیم مثلاً نظمی که در اتمها وجود دارد و همان نظم را به گونه‌ای در سیارات منظومه شمسی هم می‌بینیم، مثلاً مشاهده می‌شود

که زمین با دقت ثانیه از محل نقطه تقاطع دائرهٔ البروج و معدل النهار گذر می‌کند و با دقت بسیار بالا محاسبه می شود. که نظم خاصی و بر آن وجود دارد که این‌ها را قوانین فیزیک می‌گوییم، گوئی باید این سنن فیزیکی نظمی را بین مواد یا ماده ایجاد کرده باشند، این قوانین فیزیک در دل طبیعت نهفته و از آن نشأت گرفته و غیرقابل تغییر است. به عبارت دیگر شاید بتوان به گونه‌ای این‌طور گفت که طبیعت به مصابه ساعتی است که همه اجزای آن نظم خاصی دارند و با نظم خاصی کار می‌کنند و در مجموع کار خاصی از آن نشأت می‌گیرد، ولی حالا با چنین تعبیری می‌توان از موجود زنده نام برد موجود زنده به مصابه ساعتی مشتمل بر قوانین خاصی است که تنظیم شده و کار خود را انجام می‌دهد، اولاً موجودات زنده از ذراتی تشکیل شده‌اند به نام سلول هر کدام از سلولها کروموزومی دارند که نقشه کل موجود زنده در آن وجود دارد و در عین حال کار خود را انجام می‌دهد. و همچنین همین گروه خود عملیات ساخت و ساز و تکثیر و همه چیز عضو را انجام داده و زیر نظر دارند و مقداری از آن تخطی نمی‌شود، هر ذره مستقلاً تمام وظایف را انجام می‌دهد و به چیزی غیر خود احتیاج ندارد، در عین حال مجموع کل سلولها کار خاصی را انجام می‌دهند، اما سؤال در اینجاست که بالاخره در این‌جا قوانین چیزی حاکم است یا اختیار، آیا می‌توان گفت که هر سلول کار خاصی دارد و کار خاصی برای آن تعریف شده است و همان کار را انجام می‌دهد مثلاً سلولهای دست، سلولهای استخوان یا هر چیز دیگر، که کروموزومها مجموع قوانین داخل هر سلول را حفظ می‌کنند، پس بحث اختیاری که در موجودات زنده مشاهده می‌شود در کجا نهفته است، آیا هر سلولی مستقل عمل کرده اعمال بدنی من تحت تأثیر مکانیسمی است که بطور کامل

تحت تأثیر قوانین طبیعت است.

ولی آنچه مسلم است من اختیار دارم و به اصطلاح کنترل تمام سلولهای بدنم را تحت نظر دارم پس حقیقتی در اینجا نهفته است که معنی من را مشخص می‌کند حقیقتی قادر و توانا که تسلط کامل بر من دارد و آن را هدایت می‌کند. در ضمیمه کتاب به افکار خاص اروین شوردینگ دربارهٔ مسأله حیات مفصلاً خواهیم پرداخت.

فصل ۹

آیا حیات مختص زمین است؟

۹-۱. مقدمه

پروتئین‌ها مولکولهای پلیمری هستند که از کنار هم قرار گرفتن آمینو اسیدها به وجود آمده‌اند درواقع اسیدهای آمینه نقش مونومرها را برای آنها دارند، به عبارت ساده‌تر اگر پروتئین را یک دیوار آجری در نظر بگیریم آمینو اسیدها آجرهای سازنده‌ی این دیوار هستند. دیواری را در نظر بگیرید که از آجرهای متفاوت با رنگ و اندازه مختلف تشکیل شده است، به نظر شما چند دیوار مختلف با این آجرها می‌توان ساخت؟ واضح است که چیدمانهای مختلف شکل‌های گوناگون را می‌آفریند همین اتفاق در ساختار پروتئین‌ها هم دیده می‌شود، کل حیات از ۲۰ نوع آمینواسید شکل گرفته است، که پروتئین‌هایی با عملکردهای مختلف زیستی از انها ساخته شده‌اند. توالی آمینواسید یک پروتئین تعیین کننده

ساختار مولکول است یک تغییر کوچک در ساختار آمینو اسیدها می‌تواند، تأثیرات عمیق بیولوژی روی ساختار کلی و عملکرد پروتئین‌ها داشته باشد.

اما آیا مسأله به همین سادگی است؟

همه موجودات زنده روی زمین ۲۰ نوع آمینواسید را در ساختارهای بیولوژیکی خود دارند، در حالی که ما در محیط زیست شاهد زندگی هزاران نوع گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی هستیم. به نظر می‌رسد که با تغییر آرایش آمینواسیدها در ساختار سلول‌های اولیه حیات، سطوح مختلف زندگی با توانایی‌های مختلف و تنوع زیستی بی‌مانند را به وجود آورده است.

سؤالی مطرح می‌شود که اگر آمینواسیدها به عنوان آجرهای اولیه تشکیل حیات در شرایط مختلفی قرار بگیرند می‌توانند باعث به وجود آمدن حیات در آن محیط جدید شوند؟

پژوهشگران معتقدند که زمین بیش از سه میلیارد سال پیش میزبان دسته‌ای متشکل از بیست نوع آمینواسید در کنار یکدیگر بود که منجر به تشکیل اولین پروتئین‌های شکل‌دهنده حیات در این سیاره شدند، دسته‌ای که بعدها جعبه ابزار استاندارد حیات روی زمین را تشکیل دادند.

باور اینکه حیات روی زمین از این جعبه ابزار افسانه‌ای شکل گرفته باشد مورد قبول همه محققان نیست. فرضیات و گمانه‌های زیادی در مورد شکل‌گیری حیات روی زمین وجود دارد که متأسفانه تعداد کمی از آنها قابلیت تحقیق و ارزیابی است، اما با این فرضیات جدید جعبه ابزار ۲۰ تایی آمینواسیدها را می‌توان خوب ارزیابی کرد، دانشمندان هم دست بکار شدند تا ببینند که ۲۰ آمینواسید ساختار

اولیه حیات تصادفی انتخاب شده‌اند یا طبق اصول خاص و معیار مشخصی دسته‌بندی شده‌اند و همچنین به دنبال این هستند تا دریابند که این دارو دسته بیست‌تائی تنها گزینه‌های موجود بودند که می‌توانستند این بخش را بر عهده بگیرند؟ به گفته دیگر آیا می‌توان حیات به گونه دیگر را در جاهای دیگر یافت؟

۹-۲. آیا حیات مختص سیارهٔ زمین است؟

برای پاسخ دادن به این پرسش دانشمندان روزگاری را در زمین در نظر گرفتند که میلیاردها کاندیدای اسیدآمینه برای شکل دادن حیات وجود داشت.

قبل از پرداختن به این پرسش به دنبال آن می‌گردیم که ببینیم آمینواسیدها چیستند؟

شکل ۹-۱: شهاب سنگ مرچیسون

آمینو اسیدها مولکولهایی هستند که از پایه کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند، آنها به شکل‌های مختلفی به هم متصل می‌شوند و ساختارهای بزرگتری به نام پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند، که پایه‌های اصلی حیات را تشکیل می‌دهند، امروزه می‌دانیم که بی‌نهایت آمینواسید گوناگون وجود

دارند. حیات زمینی با انتخاب اجباری یا اختیاری تنها از ۲۰ عدد از آنها شکل گرفته است. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد محققان درصدد هستند تا شرایط اولیه زمین که حدس زده می‌شود که میلیاردها کاندیدای اسیدآمینویی برای شکل دادن حیات وجود داشتند، را در نظر بگیرند، آنها برای شروع کاز از آمینواسیدهای یافته شده از شهاب سنگ مرچیسون که سال ۱۳۴۸ خورشیدی در استرالیا کشف شده بود را مبنای کار خود قرار دادند، عمر این شهاب سنگ به اوایل شکل‌گیری منظومه شمسی باز می‌گردد.

که عناصر یافت شده در آن مثالی مناسب از ترکیبات موجود منظومه شمسی در زمانی قبل از آغاز حیات روی زمین است.

سپس دانشمندان از مدل‌سازی‌های کامپیوتری برای تخمین خواص اساسی ۲۰ آمینواسید سازنده حیات در زمین استفاده کردند تا با اندازه‌گیری مشخصاتی همچون اندازه، توانمندی، ترکیب، آب‌دوستی (میزان تمایل یک ماده نسبت به آب) معیاری از توانایی اسیدآمینه‌ها برای ترکیب و ساخت پروتئین‌های سازنده حیات پیدا کنند.

نتیجه بسیار هیجان‌انگیز بود، محققان دریافتند که وجود ۲۰ آمینواسید ساختاری در تمام اشکال حیات زمین به هیچ‌وجه تصادفی نبوده است. آنها متوجه شدند که بعید به نظر می‌رسد، شانس به تنهایی در چیدن این جعبه ابزار تولید حیات در کنار هم و انتخاب آنها نقش داشته باشد.

حال پرسش جدید مطرح می‌شد که این ۲۰ اسید آمینه چگونه انتخاب شده‌اند. تا زیبائی حیات و زندگی را به رخ زمین بنشانند.

امروزه مشاهدات و اکتشافات انجام شده در سایر اجرام آسمانی جای هیچ

شکی به جای نگذاشته است که آمینواسیدها در جاهای دیگر از منظومه شمسی غیر از زمین نیز به وفور یافت می‌شوند.

محققان بر این باورند که حیات روی زمین از نوعی انتخاب طبیعی برای برگزیدن ۲۰ نوع آمینواسید مخصوص استفاده کرده است. انتخاب طبیعی که برای تکامل شناسان واژه آشنایی است می‌گوید که پیدایش گونه‌های مختلف حیات در روی زمین ناشی از عملکرد بهتر گونه‌ای نسبت به گونه‌ای دیگر و طبیعتاً چیرگی آن‌گونه بر سایر همنوعان خود است نتیجه سیر یک موجود تک‌سلولی به یک انسان بالغ و هوشمند است که خود در حال بازخوانی شجره‌نامه خانوادگی خود است.

انتخاب طبیعی به زبانی دیگر برتری یافتن یک گونه بر گونه دیگر است که باتوجه به میزان تطبیق گونه پیروز با محیط زیست و شرایط دشوار آن تعریف می‌شود.

براساس این تعریف گونه‌ای که با شرایط محیطی خود سازگاری بیشتری دارد، می‌تواند به حیات و تولیدمثل خود ادامه دهد، ازدیاد نسل نماید.

درست مشابه همین بحث در آمینواسیدها هم قابل طرح است. براساس همین تئوری دانشمندان ترکیبات متنوعی از آمینواسیدها را مورد مطالعه قرار دادند تا ببینند چه عامل طبیعی باعث انتخاب این ۲۰ نوع آمینواسید معروف شده است. اما هیچ نوع ترکیبی به طور کامل کاندیدای مناسبی برای تولید حیات از نوعی غیر از گونه زمین شناخته نشده و تکثیر و تولید هیچ ترکیبی دیگری از آمینواسیدها به نتیجه نرسید یا در صورت نتیجه دادن ادامه پیدا نکرد و در جائی متوقف گردید.

بنابراین هنوز دانشمندان از پاسخ به این پرسش کـه چگونـه انتخـاب طبیعـی موجب برگزیده شدن این ۲۰ آمینو اسید شده است، عاجزند.

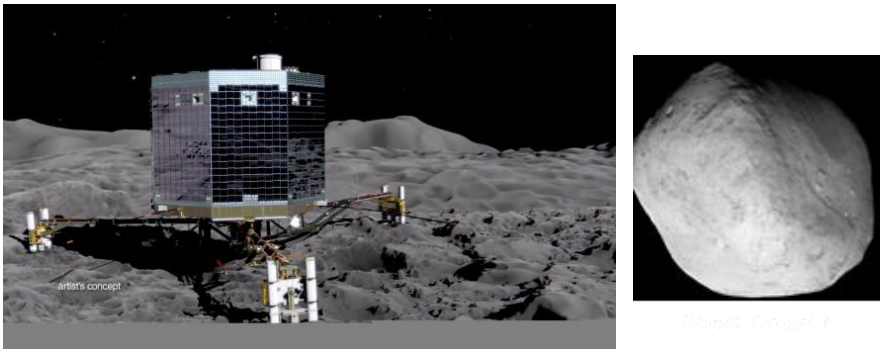
دانش امروزی ما گواه این مطلب است که آمینواسیدهایی غیر از آن ۲۰ نمونـه خوش‌شانس نیز در برخی موارد توانسته‌اند سر از ساختار ژنی موجـودات زنـده در آورند، که همه این موارد را در دسته ناهنجاری‌های ژنتیکی مثل جهش‌های ژنـی، نقض‌های مادرزادی و در کل بیماری با مشکل دسته‌بندی می‌کنیم.

نتایج تحقیقات و مشاهدات عینی حکایت از آن دارد کـه طبیعـت در انتخـاب خود برای برگزیدن ۲۰ آمینواسید زندگی‌ساز شاهکاری مثال‌زدنی کرده است، کـه نتیجـه آن میلیـون‌هـا گونـه زیسـتی بـزرگ و کوچـک امـروزی اسـت. امـا ایـن آمینواسیدهای معجزه‌گر از کجا آمده‌اند؟

اسیدهای آمینه همراه شهاب سنگ‌ها به زمین آمده‌اند. امروز مشاهدات نشـان می‌دهد که به طور قطع در سایر اجرام سماوی نیز آمینواسیدها و بـه وفـور یافـت می‌شوند.

اولین نشانه‌ها از شهاب سنگهایی به دست آمده که گرفتار کمند گرانشی زمین شده و به زمین سقوط نموده بودند گمانه‌های اولیه حـاکی از آن بـود کـه ممکـن است آمینه اسیدهای موجود در زمین به گونه‌ای در آنها رسـوخ کـرده باشـند امـا خیلی زود با برخورد با ساختارهایی متفاوت از ترکیب آمینو اسـیدها امیـدی تـازه در دل جویندگان موجودات فضائی کاشت این موضوع باعث شد که دوره جدید از پژوهشها برای یافتن منابع جدید اسیدهای آمینه تعریف گردد و پروژه‌های جدیـد تعریف شوند. بعد از آن بود که دانشمندان با مطالعه نمونه‌هـای جمـع‌آوری شـده توسط کاوشگر فضایی استار داسـت از غبـار یـک دنبالـه‌دار دریافتنـد کـه آمینـو

اسیدها در منظومه شمسی پراکنده هستند.



شکل ۹-۲: کاوشگر فضایی استارداست

اما تمام این یافته‌ها منجر شده است که پرسشهای پیش‌روی انسان در این موضوع سیر صعودی گیرد که به راستی حیات بر روی زمین از کجا نشأت گرفته است؟ آیا می‌توانیم انتظار داشته باشیم روزی در جای دیگری از منظومه شمسی حیات پیدا کنیم؟

اکثر پاسخ به این پرسش مثبت است، حیات در فرازمین چگونه است؟ دانشمندان بخصوص در حال بررسی این موضوع هستند که چگونه ترکیبات گوناگونی از آمینواسیدها باعث پیدایش گونه‌های مختلف حیات می‌شود؟

و پرسش آخر اینکه با ایجاد تغییر در ترکیبات گوناگون و توالی ترکیبی مجموعه‌های مختلف آمینواسیدی قادر به ایجاد چه تغییراتی در پروتئین‌های سازنده زندگی خواهیم بود؟

یافتن این پاسخ‌ها می‌تواند علاوه بر روشن ساختن یکی از اساسی‌ترین

پرسشهای بشری مبنی بر چگونگی پیدایش حیات عصر جدیدی از فناوری‌های زیستی را نیز فراروی بشر کنجکاو قرار دهد.

۹-۳. مروری به مسأله حیات در زمین

در ابتدا حیات را از دیدگاه فیزیک آماری، و فیزیک کوانتومی بررسی کردیم، فیزیک آماری منشاء و پایه بسیاری از قوانین فیزیک کلاسیک است، و قاعده‌ای که براساس آن از بی‌نظمی به نظم رهنمون می‌شویم. مکانیک آماری نظم را در کثرت ذرات جستجو می‌کند، و در مورد نظم تک‌تک ذرات نظری ندارد، و قابل توجیه نیست، همان‌طور که مشاهده شد سیستم‌های زنده، که سیستم‌هائی هستند که متابولیسم انجام داده و از نظر ترمودینامیکی نامتعادل ولی پایدارند، سیستم‌هائی خود تکثیر بوده که تمام اطلاعات هستی و چگونگی و ساخت آنها در مولکول پلیمری، به نام DNA ثبت و ضبط شده که این DNAها شامل مولکولهای کوچکتری به نام ژن بوده که این ژنها در حدود ۴۰۰ آنگستروم حجم داشتند و از حدود نیم میلیون اتم تشکیل شده‌اند، که هر کدام از این اتمها طی نظمی به کاری خاص مشغولند، و این نظم خارق‌العاده در دیدگاه فیزیک آماری تعریف ناشده است، از نگاه مکانیک کوانتم هم که فیزیکی بر پایه احتمالات نیست، گرچه بعضی از اعمال حیات از جمله جهش‌های ژنتیکی قابل توجیه می‌باشد ولی مسأله وراثت، بدون جواب باقی می‌ماند، در جوابهای نهائی مکانیک کوانتمی به به جای یک جواب یقینی با سینهٔ موج مواجه هستیم که مجموعه‌ای از احتمالات است که براساس یک امکانی به صور موازی با هم جواب مسأله را تشکیل می‌دهند، مسأله خلاصه شدن این سینه موج به یکی از حالات ممکن، و به توارث رسیدن این

خلاصه شدن در نسل‌های متوالی در چندین قرن امری غریب است که جوابی در مکانیک کوانتمی ندارد، پس مکانیک کوانتمی علی‌رغم قدرت علمی بالا در این حوزه به ناکامی برخورد می‌کند، از طرفی همبستگی همه سلولها با یکدیگر، متأثر بودن آنها از هم، و وجود حس مشترک در افراد مختلف علی‌رغم مستقل بودن آنها از نظر فیزیکی از یکدیگر، بر پیچیدگی معمای حیات می‌افزاید و فیزیکدان بزرگ چون شوردینگر از دایرهٔ صرف فیزیک محض به سوی علومی چون روانشناسی سوق می‌دهد.

با تمام این تفاسیر موضوع حیات هنوز موضوع پیچیده‌ای می‌باشد، که مواجه شدن با آن اشراف خاصی را به علوم مختلف اعم، فیزیک، شیمی، زیست و حتی روان‌شناسی را می‌طلبد، ولی با همه این تفاسیر آنچه مسلم است در موجودات زنده، این مولکولها و اتم‌ها هستند که در جلواتی خاص شالوده این موجودات را به وجود آورده‌اند، همه موجودات زنده از پروتئین‌هایی خاص که از بیست نوع اسید آمینه تشکیل شده‌اند به وجود آمده‌اند و همه موجودات زنده از یک آسیب تک‌سلولی تا مارمولک هندی، اسب آبی تا نهنگ غول‌پیکر اقیانوسهای شالگان و پنگوئن‌های قطب، تا انسان‌های هوشمند اروپائی و آفریقائی همه و همه از آدم تا خاتم، از بیست نوع اسید آمینه تشکیل شده‌اند و از این، شمار بیرون نیستند، اسید آمینه‌ای که از، کربن، نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن به وجود آمده‌اند، و آجرهای تشکیل سازه‌های پروتئین را به وجود آورده‌اند، اما از این چند عنصر، چند نوع اسید آمینه خلق می‌شود، و از این اسید آمینه‌ها چند نوع ترکیب به وجود می‌آید و این ترکیبات، با چندین حالت می‌توانند کنار هم قرار بگیرند.

مثال را به گونه‌ای دیگر می‌زنیم فرض کنید بدون در نظر گرفتن فاکتور

محدود بودن تکرار حروف، چهار حرف را در نظر بگیریم بـه چنـد روش مـی‌تـوان این حروف را بدون در نظر گرفتن پارامتر تکرار کنار هم قرار داد، مسلماً، بی‌نهایت می‌توان حالت می‌شود چون گزینه محدود بودن تکرار وجود ندارد، شما می‌توانیـد هر حرف را حتی تا بی‌نهایت بار تکرار کنید، حال این بی‌نهایت‌ها به چنـد طریـق می‌توانند کنار هم قرار بگیرند باز هم بی‌نهایت طریق و همین‌طور دیـده مـی‌شـود محدودیتی در ترکیبات و ساختارها نداریم، خوب این حکم طبیعت است و خـالی از ابهام، ولی وقتی مثلاً شما بیایید یک قید وارد مسأله کنید، که باید با این چهـار حرف کلماتی بسازید که در زبان مفهوم داشته باشد حالا هر زبانی، خوب، قیودات شما به شدت میزان این کلمات را کاهش می‌دهد، حالا قید باشد فقط در فارسـی معنی داشته باشد، باز هم مقیدتر می‌شود، یا جمله‌ای بسازد کـه مجمـوع کلمـات معنی‌دار باشد، حالا می‌توانیم بگوئیم کتابی که براساس این حروف نوشته شـده و با معنی است، کلاً کلماتش تصادفی انتخاب شده، تصادفی کنار هم قـرار گرفتـه و تصادفی معنی‌دار شده است. در مورد اسیدهای آمینه هم، همـین موضـوع حـاکم است از بی‌نهایت ترکیب که از اجتماع عناصر پایه آن به وجود می‌آیند، چگونه در قید حیات با پروتئین‌های خاص، عده‌ای گزینش شده‌اند، و آنقدر ماهرانه در کنـار هم قرار گرفته‌اند، که حیات را منجر شده‌انـد، کـه اگـر در یکـی مولکولهـا حتـی خدشه‌ای در نحوه چینش اتمها باشد منجر به آن می‌شود که بیمـاری در موجـود زنده عارض شود، که در ظاهر آن موجود دیده می‌شود، جالب این‌جاست کـه اگـر بخواهیم در غالب نظریه تکاملی هم به این مسأله نگاه کنیم چگونه است هرگونـه جهش ژنتیکی موجب تکامل نمی‌شود بلکه منجر به بیماری می‌شـود و ایـن خـود جای بسی تأمل دارد، به هر حال حیات به هر شکل و تقدیری در جهان به وجـود

آمده است.

و مطلوب است به چند سؤال دیگری جواب بدهیم اول اینکه ترکیبات شیمیایی حیات در کدام نواحی عالم وجود دارند؟ اثرات ترمودینامیکی که بر مجموعه زمین به عنوان محیط زیست وجود دارد آیا در سایر سیارات و سیارات فراخورشیدی هم قابل پی‌گیری است؟ آیا می‌توان ادعا کرد که ما در جهان تنها هستیم و آیا احتمال حیات در سایر جاهای کیهان وجود دارد اگر دارد به چه احتمالی؟ و یکسری از این سؤالات دیگر که در موضوعی به نام اخترزیست بدان پرداخته می‌شود.

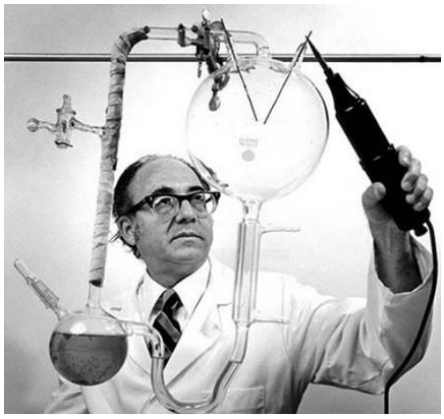
۹-٤. سوپ بنیادین

یک رهیافت کاملاً خوش‌بینانه در دهه ۱۹۲۰ میلادی مطرح شد که به مدل سوپ بنیادین معروف شد.

شکل ۹-۳

طبق این نظریه زمین در دوران اولیه خود بسیار گرم بوده است و مولکولهای آب بصورت بخار بوده‌اند، با سرد شدن بخار متراکم شد و باران شروع به باریدن گرفت و اقیانوسها شکل گرفتند.

در آن زمان جو زمین عاری از اکسیژن ولی مملو از نیتروژن، متان و آمونیـاک بود این مولکـول‌هـا در اثـر انـرژی رعـد و بـرق و پرتـو مـاورای بـنفش خورشـید برانگیخته شدند و با ترکیب شدن در هم مولکول ساده آلی را بوجود آوردند، ایـن مولکول‌ها نیز در ادامه فرآیند با یکدیگر ترکیب شده و مولکول‌های پیچیده‌تر را به وجود آوردند، و آنها همراه باران وارد اقیانوس‌ها شده‌اند. در این راستا فعالیت‌هـای آتش‌فشان‌های موجود در بستر اقیانوس‌ها نیز این روند را تشدید کـرد طـرح ایـن فرضیه در آن زمان دانشمندی به نام «هادولدیوری» را به این فکر انداخت که این تفکر را به بوته آزمایش بگذارد، وی در سـال ۱۹۵۲ از دانشـجوی خـود «اسـتنلی لوید میلر[1]» خواست تا مدلی آزمایشگاهی از محیط حاکم بر زمان تشکیل حیـات احتمالی تهیه نماید.



شکل ۹-٤

استنلی از آب خالص شروع کرد. او آب را چندین بار جوشاند تا مطمـئن شـود که عاری از هرگونه جانداری باشد، سپس نیتروژن، هیدروژن و آمونیاک را بـه آب

1- StanleyLloydMiller

اضافه کرد، و در یک بالن ریخت و یک دستگاه تولید جرقه الکتریکی را داخل آن تعبیه کرد تا مدلی از رعد و برق آن زمان در سطح کره زمین باشد. و دستگاه را قریب به یک هفته روشن نگه‌داشت، در این میان مخلوط دائماً توسط یک همزن زیر و رو می‌شد. بعد از یک هفته دیده شد که رنگ مخلوط به رنگ صورتی درآمده، از میزان گازها کم و در عوض، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و کربوهیدراتها تشکیل شده‌اند. که ظاهراً نشان می‌داد که نظریه سوپ بنیادین درست است. اما شواهد بعدی این فرضیه را زیر سؤال برد.

۹-٤-۱. دلیل مردود بودن آزمایشات میلر را از نظر سایر دانشمندان

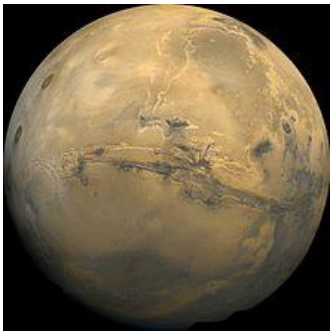
اکتشافات جدیدی که بعد از نظریه سوپ بنیادین به دست آمد باعث ارزیابی مجدد مدل سوپ بنیادین شد. در زمان آزمایش میلر زیست شناسان تصور می‌کردند که پیدایش حیات در حدود یک میلیارد سال پیش روی داده است. اما اندازه‌گیری سن زمین و کشف سنگواره‌هایی که ۳/۵ میلیارد سال سن داشتند نشان داد که حیات در واقع بسیار پیشتر از آن تشکیل شده است. ما اکنون می‌دانیم که مخلوطی از گازهای مورد استفاده در آزمایش میلر هنگام پیدایش حیات وجود نداشته است.

در آن زمان زمین فاقد لایه حفاظتی اوزون بوده است و پرتوهای ماورای بنفش بدون اوزون همه آمونیاک‌ها و متانهای موجود در اتمسفر را از بین می‌برند. از سوی دیگر در صورتی که گازهای آمونیاک و متان در آزمایش میلر وجود نداشته باشند امکان ساخت این اسیدهای آمینه وجود نخواهد داشت.

۹-۵. آیا شکل‌گیری حیات زمین در مریخ بوده است؟

براساس این تحقیق عنصری که تصور می‌شود که در منشاء حیات اساسی بوده فقط بر روی مریخ وجود داشته است.

پرفسور استون بنر[1] ژئوشیمی‌دان مؤسسه علمی و فناوری فلوریدا مدعی است بذرهای حیات احتمالاً در شهاب سنگهائی وجود داشته که توسط برخورد یا فوران آتش‌فشانها از مریخ جدا شده و به زمین رسیده‌اند.



شکل ۹-۵: سیاره مریخ

شکل ۹-٦: استون بنر

1- Steven Benner

به عنوان مدرک، این دانشمند به شکل معدنی اکسید شده عنصر مولیبدنوم اشاره می‌کند که تصور می‌شود. کاتالیزوری بوده که به تبدیل شدن و توسعه مولکول‌های آلی به نخستین ساختارهای زنده کمک کرده است.

علاوه بر این مطالعه وی حاکی از آن است شرایطی که برای منشاء حیات مساعد هستند هنوز هم بر روی مریخ وجود داشته است.

به گفته نبر، فقط هنگامی که مولیبدنوم تا حد زیادی اکسید می‌شود، قادر به اثرگذاری بر روی چگونگی شکل‌گیری حیات آغازین بوده است.

این شکل از مولیبدنوم نمی‌توانسته بر روی زمین و زمانی که حیات ابتدائی آغاز شده وجود داشته باشد، زیرا سه میلیارد سال پیش سطح زمین دارای اکسیژن اندکی بوده ولی مریخ مملو از این گاز بوده است.

این موضوع شاهد دیگری بر این واقعیت است که حیات احتمالاً بر روی شهاب سنگهای مریخ به زمین وارد شد و اینکه منشاء آن زمین نیست.

پرفسور بنر با مطرح کردن ادعایش با دو تناقض روبرو می‌شود که امکان درک چگونگی آغاز حیات بر روی زمین را دشوار کرده‌اند.

نخستین تناقض به گفته وی «تناقض فیر» نام دارد که براساس آن تمامی اشیای زنده از مواد آلی ساخته شده‌اند اما چنانچه گرما یا نور به مولکول‌های آلی افزوده و به حال خود رها شوند، حیات را خلق نمی‌کنند، بلکه تبدیل به مؤلفه‌ای مانند فیر نفت یا آسفالت خواهند شد.

به ادعای بنر، عناصر خاصی قادرند گرایش مواد آلی را برای تبدیل به قیر به‌ویژه یورو مولیبدنوم، کنترل کند، بنابراین وی معتقد است مواد معدنی حاوی هر دوی این مواد برای شروع حیات آغازین اساسی بوده‌اند.

تحلیل اخیر از یک شهاب‌سنگ مریخی نشان داده که بور بر روی مریخ وجـود داشته و نیز مدعی است شکل اکسید شده مولیبدنوم نیـز در آنجـا وجـود داشـته است.

تناقض دوم این است که حیات برای آغاز بر روی زمین ابتدائی جنگیده اسـت زیرا به نظر می‌رسد در آن زمان زمین کاملاً پوشیده از آب بوده است.

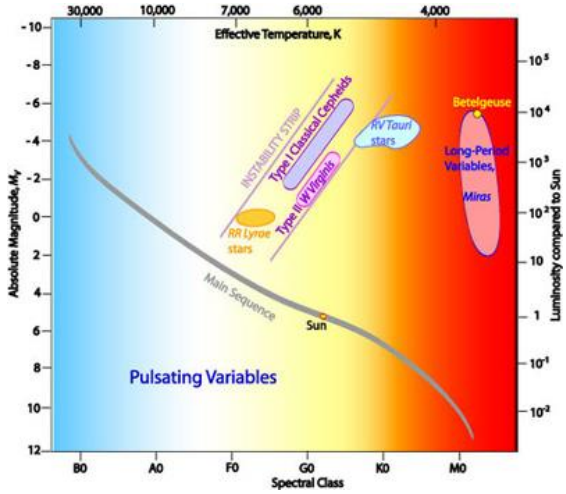
این امر نه تنها مانع از تراکم‌های کافی شکل‌گیـری بـور شـده بلکـه آب بـرای «RNA» نیز تباه‌کننده بوده است. دانشمندان معتقدند کـه RNA اولـین مولکـول ژنتیکی بوده است. گرچه بر روی مریخ آب وجود داشته. اما نـواحی کـوچکتری را در مقایسه با زمین ابتدائی پوشانیده است.

فصل ۱۰

جستجوی حیات زمین گون در ماورای منظومه شمسی

۱۰-۱. جستجوی حیات در کیهان

خورشید به همراه صد میلیارد ستاره که در کهکشان راه شیری وجود دارد حول مرکز کهکشان که احتمالا سیاهچاله‌ای در آن قرار دارد، در حال گردش است، خورشید ستاره‌ای زرد با دمای حدود ۶۰۰۰ درجه سانتیگراد و در رده تابشی G، در رشته اصلی ستارگان می‌باشد. بسیاری از ستارگان در این ویژگی با خورشید سهمیم هستند.



شکل ۱۰-۱: نمودار هرتسپرونگ- راسل

هنگامی که بشر متوجه این امر شد، ستارگان دیگر هم به نوبه خود خورشیدهایی نظیر، خورشید ما هستند این سؤال مطرح شد، آیا سیاراتی حول این ستارگان در گردشند و آیا در این سیارات حیات وجود دارد؟

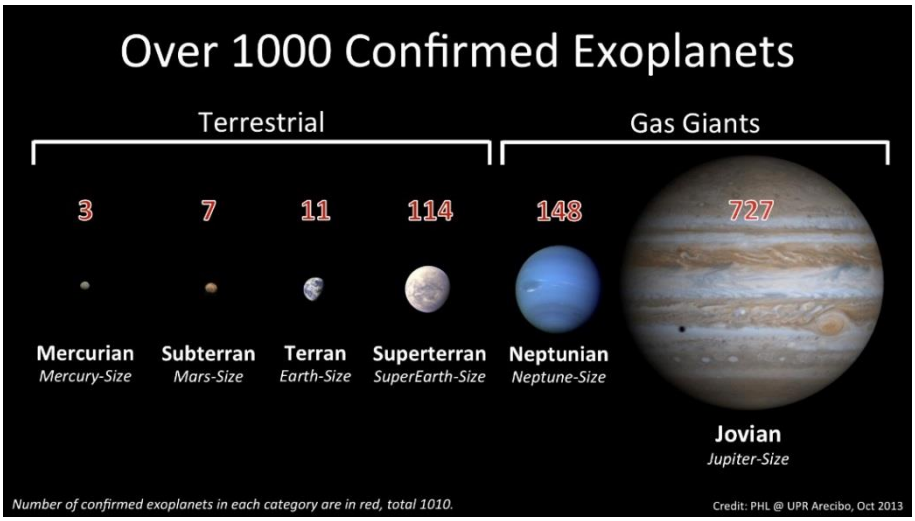
این پرسش را اولین بار جوردانو برونو[1] فیلسوف و ریاضی‌دان ایتالیایی که در قرون وسطی طرفدار خورشید مرکزی بود و جان خود را در این راه از دست داد، مطرح کرد.آیا حیاتی چون زمین می‌تواند در جاهای دیگر عالم هم وجود داشته باشد؟

گرچه این ادعای برنو ۴۰۰ سال پیش ارائه شد و مبنای علمی نداشت ولی حرفی نو در عرصه علم محسوب می‌شد.

بعد از قرنها بشر توانسته در ماوری منظومه شمسی اثری از ۱۸۰۰ سیاره

1- Giordano Bruno

فراخورشیدی به طور قطع و ۲۹۰۰ سیاره دیگر که نامزدهای این ویژگی است و شاید در سال‌های آینده جزو تقسیمات قرار گیرند، ثبت و ضبط کند که حول ستارگان دیگر در حال گردش هستند.



شکل ۱۰-۲: سیارات فراخورشیدی

البته این پژوهش، بسیار مشکل است چرا که محدودیت انسان، و ابزارهای رصدی موانع بسیاری را بر سر راه به وجود می‌آورد، ولی اراده انسان و گرایش وی به سوی عام موانع را برطرف می‌کند.

۱۰-۲. محاسبه سیارات فرا خورشیدی با روش آماری

روش آماری یکی از روش‌هائی که فیزیکدانان در تحلیل داده‌ها از آن استفاده می‌کنند، استفاده از آمار در گرایش خاصی از فیزیک چون فیزیک آماری مبنای بسیاری از گرایش‌های فیزیک را به وجود آورده است.

اگر بخواهید با روش آماری تعداد ساختمانهای شهر را تخمین بزنید، نخست یک بازه کوچکی از شهر را انتخاب خواهید کرد سپس تعداد ساختمان‌های آن را می‌شمارید و با فرض یکسان بودن توزیع خانه‌ها در شهر، و تقسیم شهر به بازه‌های هم‌سان تعداد ساختمان‌ها را در کل ضرب می‌کنید، نتیجه بدست خواهید آمد.

در یافتن سیارات فرا خورشیدی هم فضا را به قسمتهای کوچکی تقسیم کردهسپس یکی از قسمتها را از نظر سیاره‌ای بررسی کرده و نتیجه را به کل ضرب می‌کنیم، تخمینی از تعداد سیارات فراخورشیدی بدست خواهد آمد. با این روش کل سیارات فراخورشیدی در کهکشان راه شیری صد میلیارد برآورد شده است، این صد میلیارد برابر تعداد ستارگان منظومه ستاره‌ای کهکشان راه شیری است یعنی به ازای هر ستاره یک سیاره، که البته نتیجه‌ای آماری است چرا که بعضی از ستارگان همانند خورشید چندین سیاره و برخی فاقد سیاره می‌باشند، تعدادی هم به صورت سرگردان در محیط‌های میان ستاره‌ای هستند که ممکن است متعلق به منظومه‌ای بوده باشند که از آن گریخته‌اند یا از آغاز اینگونه خلق شده‌اند که در زمره کوتوله‌های قهوه‌ای[1] هستند.

۱۰-۲-۱. اولین فراخورشیدی‌ها

اولین سیاره فراخورشیدی[2] در سال ۱۳۶۷ حول یک تپ اختر کشف شد که تأیید آن تا سال ۱۳۸۲ به تعویق افتاد و سیاره بعدی نیز در سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۲ کشف شدند، که این دو سیاره نیز حول دو تپ اختر در حال گردش بودند،

1- Brown dwarfs
2- Exoplanet یا Extrasolar planet

باتوجه به ساختار تپ اختران که در اثر انفجار ستارگانی به اندازه سه برابر جرم خورشید به وجود آمده‌اند، مسلم است این سه سیاره پیدا شده می‌بایست سوخته‌هایی از سیارات سنگی اطراف این ستارگان باشند.

در سال ۱۳۷۴ اولین سیاره فراخورشیدی در اطراف ستاره‌ای خورشیدگون کشف شد که اندازه‌ای برابر با مشتری داشت، بعد از آن تعداد زیادی سیارات مشتری‌گون کشف شدند.

وجود چنین سیارات غول پیکر در نزدیک ستاره تا حدودی با نظریه تکوین سیارات مغایرت داشت که در آن بر طبق روند قرارگیری سیارات منظومه شمسی عنوان می‌داشت که سیارات نزدیکتر به ستاره‌ها باید سنگی و سیارات دورتر باید گازی باشند، به هر حال با پیشرفت تکنولوژی رصد سیارات بسیاری هم کشف شدند که تعداد آنها از سیارات مشتری‌گون زیادتر بود، این سیارات اغلب در بازه سیارات زمین نا نپتون را شامل می‌شوند.

۱۰-۳. چگونگی کشف سیارات فراخورشیدی

کشف سیارات فراخورشیدی به علل دوری فوق‌العاده ستارگان و روشنائی بسیار زیاد آنها بسیار مشکل است. از مجموع سیارات فرا خورشیدی تعداد کمی از آنها مستقیم کشف شده‌اند. بلکه اکثر قریب به اتفاق آنها از مشاهدات غیرمستقیم حاصل شده‌اند، این روشها عبارتند از: آسترونومی، روش گذر، روش سرعت شعاعی، اندازه‌گیری تغییرات زمانی و ریز عدسی‌های گرانشی صفحات میان ستاره‌ای می‌باشد.

۱۰-۳-۱.روش آسترونومی

این روش شامل اندازه‌گیری‌های دقیق موقعیت یک ستاره در آسمان است. موقعیت، طی گذشت زمان در آن تغییر می‌کند، اگر ستاره‌ای یک سیاره داشته باشد، اثر گرانشی سیاره موجب خواهد شد که خود ستاره در یک مدار کوچک دایره‌ای یا بیضی گردش کند.

۱۰-۳-۲. روش سرعت شعاعی

این روش به نام اثر دوپلر نیز نیز شناخته شده است تغیرات سرعت با آنچه که ستاره به سمت و یا به خارج از زمین حرکت می‌کند یعنیتغییرات در سرعت شعاعی ستاره در مقایسه با زمین را می‌توان از تغییر مکان در خطوط طیفی ستاره با در نظر گرفتن پدیده دوپلر استنباط کرد. این روش بسیار متداول و روشی بسیار ثمربخش است که مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۰-۳-۳. روش زمان‌سنجی انقباض

تپنده‌ها امواج رادیویی متناوبی گسیل می‌دارند که مطابق با چرخش آن‌ها است. بی‌نظمی‌های خفیفی در زمان‌سنچی پالس‌های رادیویی رصد شده از آن‌ها را می‌توان برای پیدا کردن تغییرات در حرکت تپنده که از حضور سیارات به وجود می‌آید، استفاده کرد.

۱۰-۳-٤. روش ریز همگرایی گرانشی[1]

ریزهمگرایی گرانشی زمانی رخ می‌دهد که میدان گرانشی یک ستاره مانند یک عدسی عمل کند، و نور یک ستاره‌ی پیش‌زمینه را که منبسط شده

1- gravitational microlensing

بزرگنمایی می‌کند. اگر ستاره‌ای پس‌زمینه مورد بزرگنمایی دارای سیاره‌ای باشد، میدان گرانشی آن سیاره می‌تواند یک بخش قابل رؤیت در اثر بزرگنمایی به وجود آورد.

ستاره‌شناسان به هنگام گذشتن یک جسم سنگین و پرجرم ازمقابل یک ستاره (از چشم‌انداز زمین) بررسی می‌کنند، چه روی می‌دهد. میدان گرانشی این جسم، نوری که از ستاره‌ی پیش زمینه به چشم ما می‌رسد را خم کرده و مانند یک عدسی، آن را بزرگنمایی می‌کند.

بدین ترتیب یک منحنی نوری پدید می‌آید. نور ستاره با گذشت زمان کم و زیاد می‌شود. ستاره‌شناسان با بررسی ویژگی‌های این منحنی به آگاهی‌های فراوانی درباره‌ی جسم پس زمینه، که اغلب خودش هم یک ستاره است، دست می‌یابند. اگر این ستاره دارای سیاره‌هایی باشد، آن سیاره‌ها می‌توانند منحنی‌های نوری دومی پدید آورند و پژوهشگران را از وجود خود آگاه کنند. پژوهشگران از این روش حتی برای کاوش سیاره‌هایی که بدون ستاره‌ی مادری در ژرفای فضا پرسه می‌زنند، استفاده می‌کنند.

۱۰-۳-۵. صفحات میان ستاره‌ای

صفحایی از غبار میان ستاره‌ای، ستارگان بسیاری را احاطه کرده‌اند، و این غبار قابل آشکارسازی است، چرا که نور معمولی ستارگان را جذب می‌کند و آن را به صورت تشعشعات مادون قرمز بازتاب می‌کند، شکل صفحات غبار، گاهی اوقات حضور سیاره‌های کاملی را پیش‌بینی می‌کند.

۱۰-۳-٦. روش گذر

پرکاربردترین روش برای کشف سیارات فراخورشیدی است، در این روش ستاره‌ها در بازه زمانی طولانی بررسی می‌شوند، و اگر نور ستاره‌ای برای مدت خاصی کاهش یابد و دوباره به حالت اولیه باز گردد و این چرخه به صورت منظم تکرار شود یکی از عوامل این کاهش متناوب نور ممکن است عبور سیاره‌ای از مقابل قرص ستاره مادر باشد.

در حال حاضر از دو تکنیک در ردیابی به روش گذر استفاده بهینه می‌کنند یکی به وسیله رباتهای خاصی که به تجهیزات تلسکوپها اضافه شده‌اند که به (Automated Planet Finder) معروف هستند که با تلسکوپی ۲/۴ متری و طیف‌سنج‌هایی مجهز و پیشرفته و حساس است که برای جستجو بین ستارگان نزدیک به خورشید برای ردیابی فراخوشیدی‌ها ساخته شده که امید است که داده‌های آن برای نسل‌های آتی بشر مورد بهره‌برداری علمی قرار گیرد.

و دیگری ماهواره‌ای موسوم به کپلر است. این رصدخانه مداری از روش گذر برای کشف فراخورشیدی‌ها استفاده می‌کند این فضاپیما با تمرکز به یک منطقه مشخص در آسمان و نورسنجی از تعداد بسیار زیادی ستاره در آن ناحیه در طولانی مدت آنها را زیر نظر دارد و کوچکترین تغییرات نوری ثبت می‌کند تا نامزدهایی برای سیارات فراخورشیدی پیدا کند. بعد از مشخص شدن این نامزدها اخترشناسان بررسی‌های تکمیلی انجام داده و کشف این سیارات نامزد را تأیید می‌کنند.

ماهواره‌ای دیگر به نام گایا نیز از سوی مرکز ستاره‌شناسی اروپا در مدار قرار گرفته که این ماهواره با تهیه نقشه‌ای سه بعدی از فضا و بررسی ستاره‌ها با روش

آسترونومی به ثبت و ضبط سیارات فراخورشیدی پرداخته و حتی نسبت جرمی و بعضی از پارامترهای رصدی را هم بررسی می‌نماید.

روش گذر بهتر بدانیم؟

این روش را نخستین باراستروو[1] در سال ۱۳۳۱، مبتنی بر روش موسوم به نورسنجی پیشنهاد کرد و در سال ۱۳۵۰ فرانک روزنبلات[2] آن را بهبود بخشید، نخستین سیاره‌ای که به صورت رسمی به روش گذر کشف شد. سیارهٔ HD۲۰۹۴۵۸ بود. در روش گذر موضوع اساسی بررسی دقیق شارستاره بود، یعنی تعداد فوتون‌هایی که از ستاره به چشم ناظر می‌رسد. برای بررسی شارستاره به این روش به دو ابزار نیاز است: وسیله‌ای اپتیکی (تلسکوپ) و سی‌سی‌دی.

سی‌سی‌دی یک قطعه آشکارساز فوتون است که به جای چشمی روی تلسکوپ متصل می‌شود. این آشکارساز حساس به نور از آرایه‌ای متشکل از پیکسل تشکیل شده است که وظیفه دریافت و واکنش نشان دادن به فوتون دریافتی را دارد. وقتی با سی‌سی‌دی به ستاره‌ای می‌نگریم، این قطعه وظیفه دارد شار تابشی ستاره را دریافت کند و براساس شدت این مقدار تصویری از ستاره و مقدار شار تابیده به ما بدهد. ستارگان در حالت تعادل هیدروستاتیکی مقدار شار تابشی ثابتی از خود گسیل می‌کنند، پس وقتی یک ستاره را رصد می‌کنیم باید شار تابشی ثابتی از خود منتشر کند. در صورت کاهش شار تابشی باید به دنبال دلیل کاهش رفت، بالتبع اگر قدر ستاره کمتر و سیاره حول آن بزرگتر باشد ردیابی چنین سیاره‌ای آسان‌تر خواهد بود.

1- Strove
2- Frank Rosenblatt

۱۰-٤. تلسکوپ فضایی کپلر[1]

شکل ۱۰-۳: تلسکوپ فضایی کپلر

تلسکوپ فضایی کپلر ساخت ناسا است در ۶ مارس۲۰۰۹ به فضا با هدف کشف سیارات فراخورشیدی مشابه زمین به فضا پرتاب شده‌است.کپلر مجهز به یک دوربین دیجیتال با تفکیک ۹۵ مگاپیکسل است. این دوربین به طور منظم به نورسنجی از ستاره‌های موجود در میدان دید آن می‌پردازد تا بتواند نشانه‌هایی از گذر احتمالی سیارات از مقابل ستاره‌ای مادر خود را تفکیک کند. برای این‌کار درخشندگی ۱۰۰،۰۰۰ ستاره را در عرض ۵.۳ سال بررسی می‌کند تا نشانه‌ای از کاهش درخشندگی بر اثر گذار سیاره‌ای بیابد. این ماموریت به نام منجم آلمانی یوهانس کپلر نامگذاری شده‌است.

در آخرین دستاوردهای سال ۲۰۱۳، ستاره‌شناسان مأموریت کپلر می‌گویند سیاره‌ای همانند زمین موجود است که قابل سکونت می‌باشد.

1- Kepler Mission

۱۰-۵. میزبان‌هایی برای حیات

چه سیاراتی ممکن است میزبان حیات باشند؟ این پرسشی است که دانشگران علوم سیاره‌ای و اختر زیست‌شناسان به دنبال پاسخی دقیق برای آن هستند. تصور کنونی ما از حیات بیشتر محدود به حیات با پایه‌ی کربن است که همه‌گونه حیات زمینی که شامل حیات در محیط‌های سخت دمایی و اسیدی و غیره می‌باشد، را در برمی‌گیرد. اما سوالی که مطرح است که چه سیاراتی میزبان حیات زمین‌گون هستند؟

برای پاسخ به این سؤال چند ویژگی را برای ستارگان و سیارات میزبان برمی‌شماریم.

۱. احتمال پیدایش حیات در اطراف ستاره‌های رشته اصلی با دمای بین حدود ۴۰۰۰ تا ۷۰۰۰ بیش از سایر ستارگان است. چنین ستاره‌هایی اولاً دارای عمر نسبتاً زیادی هستند که برای پیدایش و تکامل حیات لازم است ثانیاً مقدار تابش فرابنفش این ستاره‌ها در حدی است که برای موجودات زنده تهدیدی محسوب نمی‌شود.

۲. عامل مهم دیگر فاصله مناسب سیاره از ستارهٔ مادر است، به اصطلاح سیاره باید روی کمربند حیات باشد نه آنقدر دور باشد تا آب به صورت یخ درآید و نه آنقدر نزدیک باشد که آب به صورت بخار باشد بلکه آب باید به صورت مایعی حلال باشد.

۳. سیاره‌ها برای دارا بودن شرایط مناسب حیات باید به دور ستاره‌هایی پایدار بگردند یعنی ستاره‌هایی با کمترین میزان نوسان در مقدار تابش.

۴. ستاره‌های میزبان منظومه‌های سیاره‌ای باید از ستاره‌های نسل چندم

باشند، یعنی ستاره‌هایی با عناصر سنگین و فلزی زیاد، که امکان تشکیل سیاراتی زمین مانند در اطراف آنها وجود داشته باشد.

۵. در نهایت مشخصات خود سیاره نیز در پیدایش حیات بسیار مهم است. جرم و شکل مدار و زاویه انحراف محوری، ترکیبات شیمیائی سطح و جو همه از عوامل مهم در پیدایش حیات هستند.

۱۰-۵-۱. کشف سیاره‌ای زمین‌گون (Kepler- 186F)

در ۲۸ فروردین ماه ۱۳۹۳ هجری شمسی، خبری از گروه تحقیقاتی کپلر منتشر شد که یک گروه ۲۳ نفره از سری گروه‌های تحقیقاتی که بر روی داده‌های رصدی سفینه کپلر کار می‌کنند موفق به کشف سیاره‌ای فراخورشیدی در اطراف ستاره‌ای موسوم به (کپلر۱۸۶F) شدند که این سیاره در فاصله ۴۹۲ سال نوری از ما در صورت فلکی دجاجه قرار گرفته است.

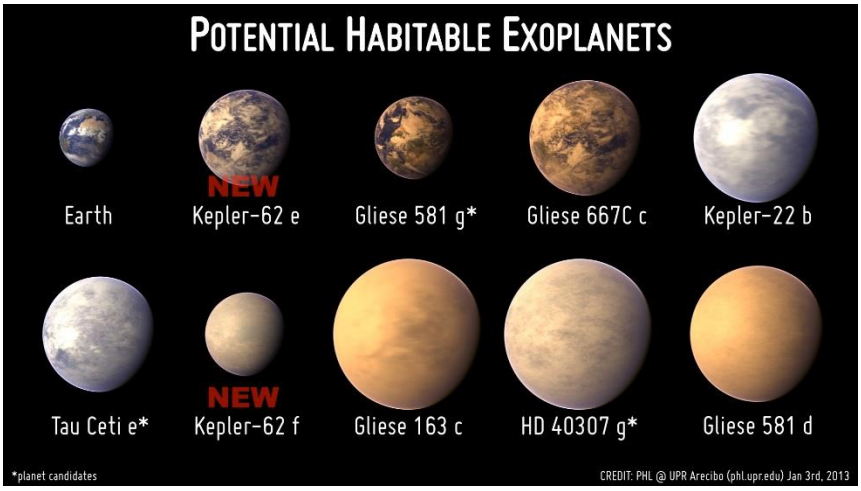
شکل ۱۰-٤: سیاره فراخورشیدی kepler186F

ستاره این سیاره یک کوتوله سرخ است و به همراه چهار سیاره‌ی دیگر حول این ستاره در حال گردش می‌باشد، قطر سیاره $1/1 \mp 0/14$ برابر بزرگتر از قطر زمین است و فاصله آن از ستاره مادر خود یعنی کپلر ۱۸۶F به گونه‌ای است که

شرایط سطحی سیاره از لحاظ دریافت دما و انرژی از ستاره مادرش به زمین شباهت بسیاری دارد. باتوجه به این ویژگیها وجود آب در این سیاره به صورت مایع بسیار محتمل است و ممکن است شرایط مشابه زمین را برای حیات در آن سیاره ایجاد کرده باشد، تا پیش از این کشف تعداد بسیار کمی از سیاره‌ها با اندازه‌ای نزدیک به زمین کشف شده بودند و تمامی آن‌ها هم در فاصله کمی از ستاره ی ما در خود قرار گرفته بودند. این فاصله ی نزدیک باعث می‌شود تا سطح آن‌ها بسیار گرم‌تر از آن باشد که بتواند آن‌ها را سکونت‌پذیر کند، اما ده سیاره دیگر مانند (Kepler-22B) یا (Kepler-62F) نیز در کمربند حیات شناسایی شدند (شکل۹-۵) ولی به علت جرم آنها که بیش از زمین بوده‌اند تصور می‌شد که دارای جوی قطوری چون مشتری باشند نه سطحی جامد چون زمین.

با آنکه داده‌های رصدی ماهواره کپلر چون از طریق گذر نه طیف‌سنجی به مطالعه فراخورشیدی‌ها می‌پردازد لذا تعیین دقیق جرم و ترکیبات سیاره میسور نیست ولی شواهدی از قطر سیاره می‌تواند این احتمال را که این سیاره زمین مانند باشد نه مشتری‌گون و دارای ترکیباتی از آهن و نیکل باشد را تقویت می‌کند.

اما دمای خود سیاره را نیز جو سیاره مشخص می‌کند که آیا اجازه مایع بودن آب را می‌دهد یا از عبور اشعه ماوری بنفش جلوگیری می‌شود یا خیر، هنوز این معماها جای اظهارنظر قاطع دربارهٔ سیارهٔ (Kepler-186F) را باقی گذاشته است.



شکل ۱۰-۵: برخی از سیارات فراخورشیدی

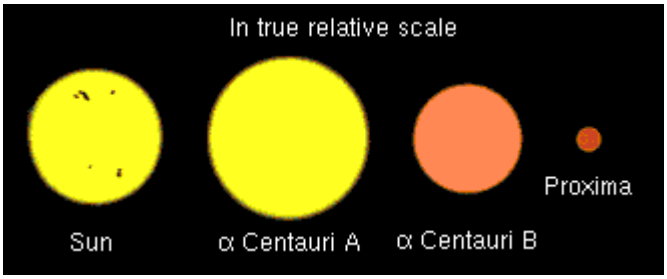
۱۰-٦. محکی به یک ستاره

ستاره آلفا قنطورس نزدیک‌ترین ستاره به خورشید، می‌باشد که در نیمکره جنوبی عالم قرار گرفته است، این ستاره تا خورشید ۴/۳۵ سال نوری فاصله دارد جالب است که رده طیفی این ستاره در رده طیفی خورشید می‌باشد، ستاره‌شناسان با دقت به این ستاره متوجه شدند که این ستاره یک منظومه ستاره‌ای سه‌تایی است که، سه ستاره A، B، C به گرد هم در حال گردش هستند. ستاره A در رده طیفی خورشید یعنی G_2 و B در رده طیفی K_1 کمی کم نورتر از خورشید و C در رده طیفی M_5 جزء کوتوله‌های سرخ محسوب می‌شود، فاصله دو ستاره A و B از یکدیگر به اندازه ۲۳ واحد نجومی است و هر ۸۰ سال یکبار یک دور مرکز جرمشان می‌زنند و C در فاصله ۱۳۰۰۰ واحد نجومی هر یک میلیون سال یک حول مرکز جرمشان دور می‌زند، C از سایر ستارگان به خورشید نزدیکتر است به این لحاظ به آن پروکسیما قنطورس گویند.

شکل ۱۰-٦: ستاره آلفا قنطورس

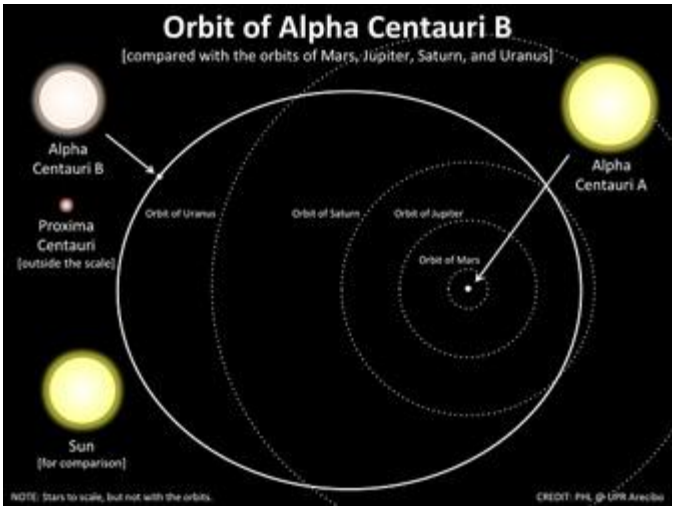
حال می‌خواهیم ببینیم با بررسی ستارگان آلفا قنطورس می‌توان آن را نامزدی برای میزبانی سیاراتی حیاتدار قلمداد کرد یا خیر؟

ستاره A قنطورس ستاره‌ای است که در رده طیفی G_2 قرار دارد پس دمایی متناسب برای حیات دارد همچنین B که در رده طیفی K_1 است، جزء ستارگان رشته اصلی محسوب می‌شوند، که سن مناسب برای میزبانی حیات را شامل می‌باشند.

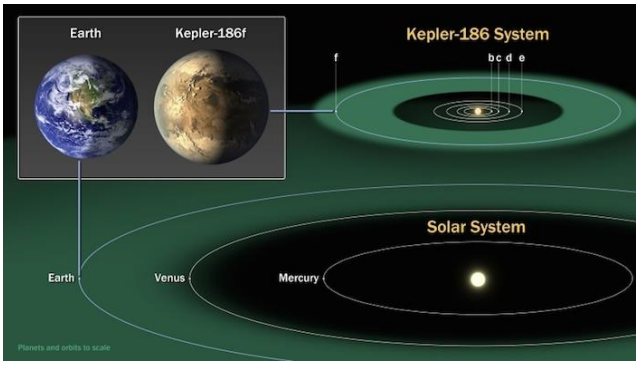


می‌دانیم برای شکل‌گیری حیات روی زمین ۴/۵ میلیارد سال زمان لازم است، پس این دو ستاره یعنی A و B دارای این مدت عمر، برای میزبانی حیات هستند طی بررسی‌های لازم عمر این دو ستاره در حدود ۶ میلیارد سال است یعنی یک

میلیارد سال از عمر خورشید بیشتر است. از طرفی این دو ستاره جزء ستارگان پایدار محسوب می‌شوند که نوسانات نورانی زیادی ندارند پس می‌توانند پذیرای حیات در سیارات اطراف خود باشند. البته باتوجه به دوتایی بودن دو ستاره A وB باید سیاره به فاصله‌ای از دو ستاره باشد که، جاذبه‌های ستاره‌ها اجازه می‌دهد تا منجر به متلاشی شدن سیاره نشود (همان‌گونه که سیاره مشتری، سیارات بین مریخ و مشتری را متلاشی نموده است) با محاسبات مداری، سیاره **می‌تواند وجود داشته باشد و حول دو ستاره گردش کند و اثرات چرخشی و حرارتی ستارگان روی آن تأثیر نگذارد، تعیین شده** است، ستاره پروکسیما ستاره کم فروغی است، عمر کمتر از یک میلیارد سال دارد، شراره‌هایی که از آن ساطع می‌شود نقش یک ستاره متغیر را به وی داده است پس احتمال وجود حیات در اطراف آن کم است البته نمی‌توان به طور یقین گفت.

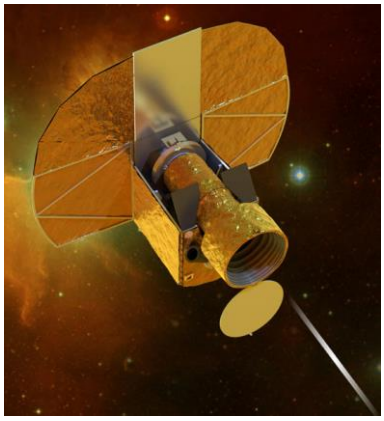


همین سرنوشت برای سایر ستارگان کوتوله سرخ هم وجود دارد. ستاره Kepler186F یک کوتوله سرخ بسیار سردتر از خورشید است. کوتوله‌های سرخ بسیار کوچک‌تر، تیره‌تر و سردتر از ستاره‌هایی همچون خورشید هستند، به همین دلیل کمربند حیات محدودتری دارند. اما از طرف دیگر طول عمر بیشتری دارند و به سیاره‌های احتمالی در کمربند حیات خود فرصت می‌دهند تا شرایط مطلوب برای حیات را فراهم سازند.



شکل ۱۰-۷

باتوجه به اهمیت حوزه فراخورشیدی در دهه اخیر بودجه زیادی برای تحقیق و اکتشاف در این بخش در نظر گرفته شده است و تعداد بسیاری از دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته‌های اخترفیزیک و علوم سیاره‌ای جذب این حوزه می‌شوند. پس از پایان مأموریت فضاپیمای کپلر و گایا در سال ۱۳۹۶ هجری شمسی تلسکوپ فضائی (TESS) و خئوپس (CHEOPS) راه کشف سیاره‌های فراخورشیدی را ادامه خواهند داد و لشکری از تلسکوپ‌های زمینی نیز آن‌ها را همراهی خواهند کرد.



فصل ۱۱

گذری از فیزیک به متافیزیک

۱۱-۱. مقدمه

در این فصل دیدگاه متافیزیکی اروین شرودینگر، بنیانگذار علم بیوفیزیک و مکانیک کوانتومی را بررسی می‌کنیم. اروین شوردینگر با پیش‌زمینه‌ای که در زمینه مکاتب شرقی، از جمله عرفان هندی دارد معتقد است که باید با دیدی کل نگر به سیستم موجود در جهان نگاه کنیم.

شرودینگر می‌نویسد:

«می‌خواهیم درباره خدا و درباره جاودان بودن روح صحبت کنیم از نظر تاریخی این فکر که انسان می‌تواند کل اتم‌های خود را، با رعایت قوانین طبیعی تحت کنترل درآورد و ادعا کند که خود جلوه‌ای از اسامی قادر و توانا خداست، تفکر تازه‌ای نیست شاید تاریخ آن حداقل به ۲۵۰۰ سال قبل برمی‌گردد از زمان

نخستین اوپانیشادهای کبیر، پذیرش موجودی حی ودرهمه جا حاضر (BRAHMAN=ATHMAN)،که جلوه‌های اسمائش موجودات را در مراتب وجودی مختلف آفریده همان وحدت وجودی است که در هندوستان به عنوان شناسائی جوهر جهان در نظر گرفته شده است.

تجربه شخصی انسانی که بعد از تفکر و تجربه زیاد بالاخره به این نکته رسیده است، که من جلوه‌ای از وجود خدا هستم... البته طرز تفکر امروزه غربی با این استدلال و یا این طرز تفکری که اشاره کردم اصلاً تطبیق ندارد، و با وجود اینکه شوپنهاور به همین شکل مطلب را بیان کرد و یا در کتابهای عاشقانه زیادی خوانده‌ایم که عاشق و معشوق خود را جدا از یکدیگر و بصورت دوگانه نمی‌دانند بلکه یک واحدند که در دو نقطه ظاهر شده‌اند».

۱۱-۲. وحدت وجود

مسأله‌ی وحدت وجود، از مسائل مهم حکمتهای متأخر اسلامی که ریشه در عرفانهای قدیم شرقی دارد، اگر بخواهیم این گفته شرودینگر را شرح دهیم لازم است درباره وحدت وجود، اطلاعاتی داشته باشیم، مسأله وجود از اهم مسائل فلسفی و حکمی محسوب می‌شود، وجود بدیهی‌ترین چیزی است که ادراک می‌شود، و احتیاجی به تعریف ندارد و در مقابل آن عدم قرار دارد، برای شرح وحدت وجود آزمایش کرومانوگرافی را شرح می‌دهیم.

۱۱-۲-۱. آزمایش کروماتوگرافی

در آزمایش کروماتوگرافی، خطی را با خودکاری روی کاغذ مخصوص رسم می‌کنیم سپس کاغذ را در آب قرار می‌دهیم بعد از مدتی مشاهده می‌شود که

جوهر در سطح کاغذ منتشر شده و به سمت بالا صعود می‌کند، هر قدر از خط کشیده شده دور شویم، جوهر رنگی کم رنگ‌تر می‌شود.

شکل ۱۱-۱

با تأملی در این آزمایش درمی‌یابیم:

اولاً مشخص هست که کل رنگی که بر روی کاغذ منتشر شده از یک مرکب است اما در مراتب رنگی مختلف، هر مرتبه رنگی وابسته به مرحله قبلی است، اگر یک مرحله از بین برود سایر مراتب وابسته به آن هم از بین می‌رود پس، یک وحدت وجود جوهری را شما در این آزمایش می‌بینند حال اگر بخواهیم وحدت وجود را در عالم توضیح دهیم شما همین کاغذ را بردارید و برعکس کنید مراتب وجودی از بالا به پائین قرار گیرد و به جای جوهر بگوئیم وجود، در رأس همه وجود مطلق قرار دارد، واجب الوجود یا به تعبیری نورالانوار و همین‌طور که از این وجود مطلق فاصله و بُعد پیدا می‌شود، وجود کم شده تا مراحل بعیدتر ادامه پیدا می‌کند، تا به مرحله‌ای می‌رسد که وجود بسیار ضعیف تجلی می‌کند در مکتب عرفانی نشأت گرفتن مراتب وجودی از واجب‌الوجود را قوس نزولی یا «انا‌لله»

می‌گویند. در فلسفه، حکمت و عرفان اثبات می‌شود که موجوداتی نظیر انسان از مراتب پائین وجود سیری صعودی به سوی وجود مطلق دارند «وانا الیه راجعون» که این حرکت حُبی در نهاد عالم وجود دارد و در حکمت متعالیه با عنوان حرکت جوهری تعبیر می‌شود که در این مراتب وجود می‌توان همه موجودات در تمام مراتب وجودی از جمادات و نباتات تا حیوانات و انسان را مشاهده کرد، که شرودینگر اشاره به این مفهوم دارد، در این نگرش وجود یکتاست که در مراتب مختلف تجلی پیدا کرده است، و هیچ چیز غیر از وجود نیست، موجودات تحلیاتی از آن هستند در مراتب مختلف وجودی، همه چیز از اوست و همه چیز به سوی او باز می‌گردد.

و هر مرتبه باتوجه به بهره‌ای که از وجود دارد ادراک دارد و به همان میزان توانا و قادر است و هر قدر بهره از وجود بیشتر شود به همان میزان ادراک بیشتر و علیم‌تر و بصیرتر می‌شود.

۱۱-۳. اروین شرودینگر در کتاب حیات چیست؟

می‌نویسد:

«چگونه است که تصور جمع و افکار جمعی در بشر پیدا شده است،... تصور منفرد و مفردی که شخص غیر از آن نمی‌تواند آگاهی داشته باشد و متکی به آن است هر شخص می‌تواند منفرد بودن خود را در محدود بودن بدن خود ببیند... البته آنچه واقعیت دارد آگاهی وتعریف خرد مطابق با آن می‌باشد، حالا جمعی بودن تفکر یک نتیجه‌گیری غیره منتظره به نظر می‌رسد البته اکنون تمام نوابغ، نویسندگان و فلاسفه غرب این را پذیرفته‌اند که ایجاد آگاهی جمعی بلافاصله ما

را به پذیرش روح راهنمائی می‌کند اگر ما تصور بکنیم کـه آگـاهی جمعـی وجـود دارد نمی‌توانیم آگاهی جمعی را وابسته بـه افـرادی بکنـیم کـه بسـتگی بـه عمـر محدود خود دارند، بنابراین ناچاریم چیزی را جدا از بدنها تصور بکنیم که جاودانی باشد،... بنابراین آنچه که ناچاریم به سـوی آن بـرویم تصـور دیگـری اسـت کـه از آگاهی جمعی حاصل شده و ما را به سوی قبول روح می‌برد...

۱۱-٤. چه خصوصیات مادی مربوط به آگاهی می‌شود؟

آگاهی با شرایط جدید و با تغییر شرایط با آنچه که احتیاج به آموزش و تمرین و تطبیق با محیط داردبه وجود می‌آید. هر حادثـه‌ای کـه بـه احسـاس درک و یـا حتی عمل ما مربوط می‌شود در صورتی کـه بـه صـورت عـادت درآیـد از حیطـه آگاهی خارج می‌شود و آنها را با تفکر انجام نمی‌دهیم این چنین آمادگی‌ها، عادات و کسب مهارت‌ها بتدریج روی هم جمع می‌شوند و تعداد آنها به حد خیلی زیادی می‌رسد و فقط آنچه که در آگاهی ما وجود دارد تازه‌ترین و اخیرترین آنهاسـت، و گذشته آن بطور کامل از آگاهی خارج می‌شـود و آن چیـزی در حـد نزدیـک بـه آگاهی می‌ماند که هنوز ما در مرحله یادگیری آن هستیم. به شکل استعاره شـاید بتوان گفت که وجود آگاهی معلمی است برای اعمال عادی موجودات زنده یعنـی اینکه در زمان آگاهی، موجودات زنده چیزی را یاد می‌گیرند و بعد از اینکـه آن را یاد گرفتند آگاهی از آن سلب شده و خود باید آن کار را بدون کمک آگاهی انجام دهد.

در مورد مهره‌داران این واقعیت و پدیده در سیستم‌هـای عصـبی ظهـور کـرده است بنابراین آنچه که با عمل کردن و یا تجربیات تـازه سـر و کـار داشـته باشـد

آگاهی‌انگیز است، سیستم‌های عصبی ما همان چیزی است که با آموزش و با تغییرات روبروست و باید تغییرات را پیاده کند.

شرودینگر در ادامه مباحث خود از اخلاق صحبت می‌کند وی بیان می‌کند که اخلاقیات تمام چیزهائی است که با جمله "تو باید شروع می‌شود" و این جمله‌ایست که در مقابل خواست ابتدائی شخص قرار دارد بنابراین باید تضاد و مقابله‌ای بین «من می‌خواهم» و «تو باید» وجود داشته باشد، بنابراین مطلب عمده در اخلاق همین است که من باید اشتهای ابتدائی خودم را از بین ببرم. از آن چیزی که واقعاً هستم جدا شوم، متفاوت شوم.

البته در زمان ما شاید بینش از هر زمان دیگری این مطلب عنوان شده است که این اخلاقیات را کنار بگذاریم و نوع دیگری تصور کنیم که بگوئیم من همانم که هستم و به خواسته‌های خودم ارزش بدهم بگذارم همان‌طور که طبیعت خواسته است رشد کنم تمام آن چیزی که برخلاف خواست طبیعی من است کنار برود. و بگوییم آنچه که خواسته من نیست و خواسته دین است کنار بگذارم و بگوییم خدای من طبیعت است. طبیعت این اعتبار را به من داده است که بتوانم آنچه را که هستم باشم. این گفته‌ها بیشتر خریدار دارد...

ولی خوشبختانه مطالعات علمی در زمینه‌های مختلف بیانات فوق را رد می‌کند نشان می‌دهد ما باید فردی متفاوت با آنچه که هستیم، شویم.

زندگی آگاهانه ما عملاً با آنچه از ابتدا به صورت ابتدائی خود می‌شناسیم در جنگ است.

شرودینگر ادامه می‌دهد: «آنچه که ما هستیم ادامه موجودیت و خواسته‌های نسل‌های قبل ماست ولی آنچه که باید باشیم تکاملی است که به سوی آن

دوانیم... خط تکاملی که بسط انسان را پیش می‌برد و هر یک از ما در خط مقدم این حرکت قرار داریم».

با کمی تامل به شکل گیری تکامل از ابتدا تاکنون پی به وجود عظمت آن می‌برید. این عظمت در اثر همین تغییرات روز بروز حاصل شده است.

وسایل این تغییر و تبدیل حرکتها و جهش‌های آگاهانه و با تصمیم و اراده نگهداری شده و برای نسلهای بعدی آماده شده است. بنابراین در هر نقطه و در هر روز ما حرکتی هست و جهتی هست و تغییری است که باید آن را یاد گرفته بر آن تسلط پیدا کنیم و جایگزین چیزی از گذشته کنیم.

در این تحولات ما خود قلم مجسمه‌ساز و خود مجسمه بوده‌ایم و با هر حرکتی تغییری در جهت رسیدن به انسان کامل انجام می‌دهیم.

شرودینگر این سؤال را مطرح می‌کند، "اینکه تصور کنیم تکامل در حیطه آگاهی است آیا مسأله‌ای بیهوده نیست؟ و به جا نیست بگوئیم که این تکامل بدون آگاهی ما و همین‌طور کورکورانه پیش می‌رود؟ نه،پاسخ من در این مورد کاملاً منفی است باتوجه به آنچه در قبل گفتیم نمی‌تواند این چنین باشد، ما آگاهی را در مواردی که با تغییرات و اصلاحاتی که در مقابله با طبیعت لازم است مواجه هستیم ما چیزهائی را در آگاهی و آگاهانه انجام می‌دهیم که در مرحله یادگیری آن و در اولین برخورد با آن هستیم بعداً در اثر تکرار زیاد و بعد از آنکه خوب آموزش یافتیم آن را به صورت ناآگاه عمل می‌کنیم و به آن صورت در شرایط ارثی قرار می‌گیرد. بطور خلاصه آگاهی پدیده‌ایست که یا تکامل ارتباط نزدیک دارد. دنیا در آن زمان در آگاهی ما قرار می‌گیرد که تکامل و اصلاح در آن است.

... زنان و مردانی که به سطح بالائی از آگاهی دست یافته‌اند و دنیا را با روشنی بیشتری دیده‌اند آنهایی هستند که با دنیا و با محیط خود و جامعه خود در تقابل قرار داشته و خود را با آن هماهنگ نیافته‌اند... به نظر من اخلاق درس ساده‌ایست و با جمله «خودخواه نباشید. شروع می‌شود... آغاز حرکت از یک موجود خودبین و خودخواه شروع می‌شود و به یک انسان کامل ختم می‌شود.»

۱۱-۵. مبانی فکری اروین شرودینگر

اروین شرودینگر در جای جای سخنرانیها و مقالات خود از اندیشه‌های بزرگمردی به نام کارل گوستاو یونگ[1] نام می‌برد و استدلالات خود را براساس مبانی فکری وی انجام داد. در ادامه برای دست‌یابی به عمق اندیشه‌های شرودینگر، به بررسی مبانی فکری یونگ را می‌پردازیم.

کارل گوستاو یونگ یک روان‌شناس سویسی بود که بعد از جدا شدن از زیگموند فروید[2] به دلایلی که ذکر خواهیم کرد مکتب روان‌شناسی تحلیلی را بیان نهاده تا آن را از روانکاوی متمایز سازد و ادعا کرد که این روش شیوه‌ای‌است که می‌تواند تمام کوشش‌های روانشناسی همچون روانکاوی فروید را در برگیرد.

یونگ به تدریج پیروان بسیاری در اطراف خود یافت، از بیماران تا درمانگران او را محبوب خود دانستند. و بسیاری هم با روش وی آشنا شدند، وسپس آن را بکار بردند.

یونگ برعکس روان‌شناسان گذشته، بدنبال روشی نو برای درمان بیماران خود

1- Carl Gustav Jung
2- Sigismund Schlomo Freud

بود. او بسیار فراتراز درمان پیش رفت و در آثار او مفاهیم اساسی درباره زندگی بشر توضیح داده شده است، که بسیار فراتر از روان درمانی است و به عنوان یک مکتب روان‌شناسی در تاریخ علم محسوب می‌شود.

از آن جایی که یونگ یک فیلسوف و عارف و روان‌شناس بزرگی شناخته می‌شود، پلی بین علوم غربی که همچنان سردرگم ناشناخته‌های خود بود وروشی ریاضی و منطقی داشت و علوم در سرزمین‌های شرق که شامل آگاهی بصورت عرفانی و بصیرت درونی بوده است به شمار می‌رود. نظام درمانی او چنان شهرت یافته است، که بالاتر از هر مکتب درونگرا و برونگرای به صورت روزمره بین روانشناسان به کار می‌رود.

او موضوع روان‌شناسی را فقط مختص شناخت روان نمی‌داند بلکه در بسیاری از موارد دیده می‌شود که مفاهیم اساسی که او به کار می‌برد ریشه در شناخت دیگر مسائل دارد و بازه نظرات او از حوزه‌های علمی و روان‌شناسی تا علوم غریبه و عرفان و اسطوره‌شناسی را در برمی‌گیرد.

یونگ در نگاه شخصیت‌شناسی ،شخصیت پیچیده‌ای داشت. در نگرش علمیش گاهی حتی به نظریات خود هم شک می‌کند و برای آن بنیانی دوباره می‌ساخت.

وی در حیات علمی خود بارها و بارها با بحران‌های فراوانی روبرو شد که همین بحرانها وی را به شناخت نفس خود سوق می‌داد و همین یافته‌ها داده‌های پر ارزشی را برای روانشناسان به ارمغان آورد که در آن سر نخ‌هایی از وحدت وجود و یگانگی با جهان به چشم می‌خورد.

یونگ در اواخر قرن ۱۹ متولد شد در این دوران جهان غرب به سرعت در حال تغییر بود روانشناسان و فلاسفه‌ای چون زیگموند فروید فلسفه‌ای را برمبنای

ضمیر ناخودآگاه و ریشه‌یابی اعمال انسان و نقش سرکوب کردن امیال انسان در آن پدید می‌آوردند.

در سوی دیگر نظریه شبه علمی تکاملی چارلز داروین تفکر مسیحیان را به چالش می‌کشید و کشیشان را در موقعیتی انفعالی قرار داده بود که مبادا گفته‌ای از آنها با انجیل مقدس تحریف یافته توسط کاهنان مغایرت داشته باشد ساختار جامعه در حال تغییر بود مردم در جستجوی واقعیت به تکاپو افتاده بودند و در این میان زمزمه‌های علمی موسوم به روان‌شناسی شنیده می‌شد که پایه‌هایی در قرن ۱۸ میلادی داشت.

یونگ انسانی با تضادهای بیشمار در درون خود و علاقه‌مند به حوزه‌های مختلف در معارف بود به طوریکه حتی خود نیز اعتراف کرده است از ویژگیهای آثارش از شاخه‌ای به شاخه‌ی دیگر پریدن است

او شیفته مباحث دین و عرفان و روح، افسانه‌ها و اسطوره‌های باستانی، پزشکی و روانشناسی بود که همه آنها را با علاقه‌مندی پی‌گیری می‌کرد و نوشته‌های او در خصوص هر کدام از آنها نشان از تسلط زیاد و اوج توانایی شگرف او در تحلیل مسائل داشت و جای شگفتی نیست که اندیشه یونگ در جوامعی مورد توجه و پذیرش قرار گیرد که تمایل بسیار به خواسته‌های معنوی و خرد گریزی پست دارند و علم و منطق را تنها، پاسخ‌گوی خواسته‌های درونی انسان نمی‌دانند.

فروید نتوانست پاسخی در خور شانیت انسان به مسائل روانی وی دهد ولی یونگ پاسخ قانع‌کننده‌ای به نیازهای روانی و قلبی بشر داد.

مکتب یونگ که در آن آگاهی انسان از خود به عنوان واقع‌بینانه‌ترین امر و گزینش آگاهانه مسیرهای متفاوت توسط انسان مطرح می‌شود از نظر غرب

ازجمله خردمندانه‌ترین اصول برای شناخت ارزشها معنوی بشری محسوب می‌شود.

یونگ به حوزه هنر و ادبیات اهمیت ویژه‌ای می‌داد و همین امر منجر بدان شد که مباحث ژرف و عمیق خود را از حالت علمی صرف و آکادمیک و خشک درآورده و با واژه‌های آهنگین و مفاهیم ساده و دلپذیر بیان کند.

چنان‌که حتی در کشور خودمان هم شاهد آن هستیم که کتابهای او شوق مخاطبین را به خروش می‌آورد تا با نگاهی کنجکاو به دونبال نظریات جدید و جذاب و در عین حال عمیق یونگ باشند و با شوق آنها را پی‌گیری کنند.

یونگ درکاووشهایش از سنت‌های روحانی و عرفانی نیز بهره کامل برد. و در عین حال فرهنگ غرب را نیز رد نمی‌کرد بلکه او به دنبال حقیقت جامع و کلی بود که این دو مکتب را در خود داشته باشد

یونگ سنبل‌ها و نشانه‌های فراوانی را در فلسفه‌ها و ادیان شرقی یافت که با رؤیاها و کشف‌های او هم‌خوانی وصف‌ناپذیری داشت و این برای او فوق‌العاده شگفت‌انگیز بود او شیفته‌ی مکتبی بود که در این مکتب نقاط مشترک فرهنگ‌ها و تمدنها و داستانها و افسانه‌هایشان مورد توجه قرار می‌گرفت از نظر او این مکتب انعکاسی از معرفت مشترک درونی همه آنها بود.

و چون اقیانوسی وسیع و عمیق همه انسانها را به هم پیوند می‌زد. و همین معنا او را به اندیشه‌ی ناخودآگاه جمعی کشاند که یکی از مواضع افکار و عمیق‌ترین بحث فکری یونگ را تشکیل می‌دهد. این اندیشه‌ها تاحدودی از بحث و تبادل‌نظر با فروید نشأت می‌گرفت که استاد و به اصلاح خودش پدر او بود و این ارتباط تا زمانی که اختلافات حل‌نشدنی در تفکراتشان آن‌ها را از هم دور کرد

ادامه داشت. فروید می‌گفت جریان رشد و تکامل انعکاسی است از کل تاریخ بشر، هر فرد تاریخ خاص زندگی خودش را دارد که ضمن رویاها و تحلیل روانیش آشکار می‌شود اما در عین انفصال، اتصالات و اشتراکاتی هم بین انسانها وجود دارد و نه تنها بین انسانهای عصر ما حتی به انسانهای اعصار گذشته، تصویری مشترک و بزرگ که در همه ما جلوه‌گر است که تمام روابط آموخته زندگی را شامل می‌شود.

۱۱-٦. مسألهٔ خرد جمعی

براساس دیدگاه یونگ خودآگاهی که از جمله شروط انسانیت محسوب می‌شود به مثابه قله‌ی کوه یخی است که از زیر دریا بیرون زده است پس برای آگاهی سطح بسیار بزرگتری پنهان وجود دارد که خاطرات، احساسات و رفتارهای فردی فراموش نشده یا سرکوب شده را در بر می‌گیرد.

یونگ آن را ناخودآگاه فردی نامید که در زیر دریایی ژرف و بزرگ و کهن از تصاویر و رفتارهای انسان در طول تاریخ قرار دارد که بارها و بارها تکرار شده‌اند. دریایی که تنها بازه حیات انسان‌ها را در برنمی‌گیرد بلکه شامل تاریخ همه حیات در هستی می‌گردد همان‌طور که یونگ می‌گوید: هر چقدر بیشتر وارد ماجرا بشوی دیدتان گسترده‌تر می‌شود.

یونگ اصطلاح الگوی کهن را به کار می‌برد، الگویی فاقد شکل که نه تنها زیر بنای رفتارهای غریزی بلکه زیر بنای تصاویر بدوی را نیز شامل می‌شود. مثلاً در مورد تعریف پدر یک الگوی کهن پدری وجود دارد، هر چه قدر که بیشتر به عمق این تعریف می‌رویم تصاویر و رفتارهایی می‌یابیم که کم‌تر شخصی هستند.

یونگ کشفی بزرگ داشت او می‌گفت خودآگاه می‌توانند وارد ناخودآگاه بشوند، به عبارت دیگر ناخودآگاه فوق‌العاده أسرارآمیز بوده و مملوّ از اندیشه‌های و رویدادهای آینده و همچنین گذشته‌اند، نه تنها در گذشته و آینده سیر می‌کند بلکه می‌تواند از حدود فردی بگذرد و به جهان ناخودآگاه جمعی برسد، ناخودآگاه جمعی متفاوت از ناخودآگاه فردی است همان‌گونه که خصایص فیزیولوژیک به ما ارث می‌رسد ناخودآگاه جمعی نیز به ما ارث می‌رساند.

الگوهای باستانی

کلمه ar cheteype یک کلمه یونانی است که arche آن به معنای اول و type آن به معنی نقش، نوع و یا الگو است الگوهای باستای چون ذخائری از تجارب تلقی می‌شوند که بارها در تاریخ بشریت تکرار شده و باز هم تکرار می‌شوند.

این الگوها در تمام انسان‌ها از اول تولد موجودند و به صورت نیرویی در سطح عمیق ناخودآگاهی قرار دارند که با روح در ارتباط‌اند این الگوها از لحاظ درونی در رؤیا و تخیلاتش و از لحاظ بیرونی در افسانه‌ها، تعالیم دینی ظاهر می‌شوند.

یک الگو به شیوه‌های گوناگون تجربه می‌شود، در یک مجله یونگ برای بهتر توضیح دادن چگونگی عمل الگوهای باستانی مثالی قابل مشاهده از گردش روزانه خورشید را درپهنه آسمان می‌آورد.

این مفهوم افسانه‌ای که خورشید را الهه‌ای در آسمان می‌داند به یاد می‌آورد. که در این افسانه الهه خورشید در دوره‌ای بی‌پایان زنده می‌شود و می‌میرد. گونه‌هایی ازین مطالب در پاره‌ای از ادیان غیر توحیدی هم به چشم می‌خورد.

به همین ترتیب جریانی طبیعی و جسمانی سبب ایجاد تخیّل ذهن می‌شود

که در افسانه‌ای تلفیق می‌شود که در سطح جهانی قابل شناخت هستند.

یونگ می‌گوید الگوهای باستانی کـه غلبـا مـذهبی هسـتند همـراه بـا فضـایی روحانی در رویاها و تخیلات ما ظاهر می‌شوند و ما را وادار به رفتارهایی می‌نمایند تا جریان اصلی را احیا نمایند.

الگوهای باستانی تصاویر و یا الگوهایی هستند که وجود جسـمانی ندارنـد و در جهان مادی نمودار نیستند اما یونگ تأکید می‌کنید که این بدان معنی نیست که آنها واقعیت ندارند.

از طرفی هم می‌گوید: اینکه آیا الگوهایی باستانی از جـایی منشـاء گرفتـه‌انـد؟ مسأله‌ای ماورالطبیعه است و پاسخی طبیعی ندارد.

افراد تصاویر باستانی ضمائر را به گونه‌های مختلف و مطـابق بـا فرهنـگ خـود بروز می‌دهند اما خود الگوهای باستانی ثابت می‌ماننـد. یعنـی یـک ایـده کلـی در پیش زمینه ضمیر ناخودآگاه هر فردی قرار دارد که آن را مطابق معتقدات، آیین و آداب وسنن خود به صورت داستانهایی یا مراسمهایی نمودار کرده و به آن هویـت می‌بخشد.

یونگ می‌گوید برای درک محتواهای سطوح عمیق روان نیازمند افسانه‌پـردازی هستیم چون‌که تمامی افسانه‌ها به نوعی انعکاسی از ناخودآگاه جمعـی هسـتند او مثالی از شیوه تصور صورت‌های فلکی در آسمان شب توسط ملل مختلف را عنوان می‌کند که چگونه به شکل قهرمـان‌هـای افسـانه‌ای بااهمیـت و مـوثر در آسـمان نامگذاری شده‌اند.

غرایز، جوشش‌ها یا اعمال ناخودآگاه می باشند که به مثابـه الگوهـای باسـتانی ارثی و جمعی عمل می‌کنند و ما را وادار می‌کنند عملی را به شیوه‌ای معین انجام

دهیم که مبنایی زیستی دارند الگوهای باستانی در شیوه‌ی فهم و درک ما از جهان مؤثرند.

برای مثال، پروانه‌ی یوکا را ذکر می‌کند که رابطه‌ای انگلی با گیاهی به نام یوکا دارد اگر بتوانیم روان این پروانه را بررسی بکنیم الگوهایی از اندیشه‌ها می‌یابیم که آن را به جستجوی و شناخت یک گیاه یوکا رهنمون می‌کند.

یونگ اعتقاد دارد که تصور تمدن ،ما را وادار ساخته از غرایزاساسی مان جدا بشویم اما این غرایز کاملاً ناپدید نشده است.

یونگ می‌گوید ناخودآگاه تحت سلطه ۲ غریزه است:

۱. جنسی و ۲. میل به قدرت

این دو کشش اساسی با هم همراه می‌شوند، میل جنسی در جهت بقا و حفظ زیست و حیات است درحالیکه که میل به قدرت با حفظ سلامتی فرد سر و کار دارد.

ناخودآگاه جمعی غرایز و صور مثالی مجموعاً ناخودآگاه جمعی را به وجود می‌آورند از آن جهت خرد جمعی نامیده می‌شود که برخلاف ناخودآگاه شخصی، از محتویات فردی و کمابیش منحصر به فرد تشکیل نشده است بلکه از محتویات ساخته شده که همگانی است. و مرتباً ظهور می‌کند و در غرایز و خواب و رویاهای ما انسانها نمود پیدا می‌کنند.

یونگ می‌گوید ناخودآگاه جمعی، روانی را متجلّی می‌کند که برخلاف پدیده‌های روانی قابل مشاهده مستقیم نیست و به علّت همین خصلت من آن را pschioid می‌خوانم.

یونگ می‌گوید: "ضمیر ناخودآگاه جمعی نتیجه رسوبات تجربیات قرون و

اعصار گذشته‌ی بشری است و در عین حال پیش شرط این تجربیات با تصویر پیش ساخته دنیا به شمار می‌رود.

در بطن این تصویر پیش ساخته برخی از خصوصیات برجستگی خاصی پیدا کرده است این خصوصیات همان‌هایی هستند که من آنها را خصوصیات بارز یا غالب ضمیر ناخودآگاه یا نمونه‌های دیرینه یا صورت‌های مثالی می‌خوانم."

از بیانات بالا معلوم است که یونگ معتقد است که صورت‌های مثالی یا الگوهای دیرینه او همان است که پیش از این به نوعی در آثار افلاطون، اکوسستین مقدس و یا سهروردی در عرفان اشراق بیان شده است.

ساختار عقلانی و اثباتی این نظریه با افکار فروید پدید آمد و با نظریه ناخودآگاه یونگ کامل شد و راه گشای کار روان‌شناسان به سوی بازگشایی افق‌های تازه در خدمت به علم روانشناسی شد.

بر مبنای این اندیشه اگر بخواهیم ناخودآگاه را تعریف بکنیم باید بگوییم اصلی‌ترین عنصر حیاتی آن بر گرفته از آثارسرکوبهای روانی است.

بر طبق نظریه روان‌شناسان ناخودآگاه ما سرشار از عناصر سرکوب شده روانی که به دلیل سرکوب شدن پس زده شده و از سطوح خودآگاه به درون سطحی نامحسوس به نام ناخودآگاه رسوب کرده است و علی رغم تصورما که آنها را نابود شده می‌پنداریم، آنها درون ناخودآگاه ما به حیات خود ادامه می‌دهند و با ظرافت و روشی نامحسوس عملکرد ما را دستخوش دگرگونی می‌کنند.

ناخودآگاه جمعی مخزنی است که الگوهای کهن در آن جای گرفته‌اند الگوهای کهن به معنای مدل و نمونه اصلی و اولیه است که طراحها و دیگر چیزها از آن سرمشق گرفته‌اند برخی کهن الگوها جهانی هستند ولی یکسانند یعنی تمامی

افراد تصاویر و تجسمات یگانه‌ای را به ارث می‌برند.

مثلاً سؤالاتی ازین نوع که چرا یک کشور عاطفی‌ترند، چرا یک کشور بی‌نظم هستند و چرا کشوری مردمش نظام‌مندند، چرا برخی بهتر صحبت می‌کنند و... این سوالات جوابشان این‌جاست.

که برخی الگوهای کهن در حالت دادن به شخصیت و رفتارها از چنان اهمیتی برخوردار است که یونگ باتوجه ویژه‌ای به آن پرداخته و در واقع کلیه واژه‌های درک و فهم مفاهیم روان‌شناسی هستند.

وجود تصاویر ذهنی مشابه با اتفاقی اندک در فرهنگ‌های سرزمین‌های دور، باعث تعجب یونگ بود.

این صُور در ناخودآگاه به صورت دست نخورده باقی مانده و منتظر شرایط جلوه‌گر شدن خود می‌باشد.

اعتقاد به ناخودآگاه جمعی یکی از فصول اختلاف یونگ و فروید است. به نظر یونگ ضمیر ناخودآگاه فردی جایگاه خاطرات فرد تا قدیمی‌ترین مضامین دوران کودکی است و لایه جمعی ناخودآگاه شامل خاطرات اجدادی پیش از تولد کودک است.

لورین آسلی معتقد است که مغز انسان حاوی فسیل خاطرات دیرین اوست. همان‌گونه که لایه‌های زمین حاوی فسیل دایناسورها می‌باشد. تکامل دانش ژنتیک مولکولی در زمان یونگ به پیشرفت‌های بسیاری دست یافت هر چند که یونگ مستقیماً نتوانست از این علوم برای تدوین شکل و محتوای ناخودآگاه جمعی خود چندان بهره‌ای برد اما مک لین و ویلییون در این مورد دست به تحقیقات عمده زدند.

روح در نظر یونگ

از نظر یونگ روح انسان به هیچ‌وجه خارج از طبیعت انسان و یا به عبارتی بدن نیست می‌توان گفت که تقریباً در تمامی اندامها ومادیات اطراف انسان به گونه‌ای موثر است به همان اندازه که امراض جسمانی و یا مادیات در ایجاد بسیاری از اختلالات روانی دخالت دارند.

روح حاوی اطلاعات و زنجیره‌ای از تصاویر، مثالها، و نقشه‌ها در عمیق‌ترین مفهوم آن می‌باشد، و به عبارت دیگر نرم‌افزار، رفتاری یک انسان برای بقا و زندگی که در فطرت وی نهاده شده است.

روح، ما حصل یک فرایند تصادفی نیست بلکه ساختاری منطقی و هدایت شده‌ای دارد. نرم‌افزاریست از پیش طراحی شده، که منشها و روشهای زندگی در آن به ودیعت گذاشته شده است و همان‌گونه که سخت افزار یک رایانه نیاز به نرم‌افزار دارد تا شروع به کار کردن کند، نرم‌افزار نیز به سخت‌افزار نیازمند است تا به نقشه‌هایی که در آن به ودیعت گذاشته شده به گونه‌ای جان ببخشد.

با اینکه مادی‌گرایان در تشریح هویت روح می‌کوشند تا آن را ناشی از فرآیند فیزیکی و شیمیایی فرض کنند اما ثابت شده است که روح فرآیندهای فیزیکی را به جهتی هدایت می‌کند و این جهت‌ها از پیش طراحی شده‌اند.

محدود کردن انسان به جهان مادی یعنی پرداختن به بخشی از مجموع زندگی انسان و محروم شدن از بخشی که اداره تمامی نیروهای انسان‌ها را در راستای بهترین شدن و بدترین شدن در دست دارند.

نظیر اینکه ما در بررسی علم رایانه به سخت‌افزار فقط بپردازیم و از جنبه نرم‌افزاری آن غافل باشیم، همان طور که مشخص است سخت‌افزار یک رایانه

مکانیزم خود را دارد و طوری طراحی شده که بتواند برنامه‌های نرم‌افزار را که توسط یک برنامه‌نویس ماهر نگاشته شده اجرا کند. در این تمثیل بدن انسان چون سخت‌افزار و روح به مثابه نرم افزار است.

از لحاظ ساختاری منفصل اما از لحاظ کارکرد باید متصل باشند.

وقتی کودکی به دنیا می‌آید روح با اطلاعات به ودیعت گذاشته شده در آن و خرد جمعی به ارث مانده از دوران، به عنوان یک نرم‌افزار، مسیرهای تعیین شده‌ای را برای هر فعالیت بدنی کودک پیش می‌گیرند و یا به اصطلاح سخت‌افزار وی را تحت کنترل می‌گیرد.

خداباوری در اندیشه یونگ

خدا در اندیشه یونگ

از نظر یونگ خداوند وجودیست که در روح آدمی خود را نشان می‌دهد و وجودی نیست که بخواهیم در دوردست‌ها بدنبال آن بگردیم و یا هم‌چون آراء و نظراتی نظیر جودی و یا افلاطون او را در پس پرده‌ها بدانیم که برای رسیدن به او باید حجابهای ظلمانی را کنار زد.

از نظر یونگ تصویر خدا مجموعه‌ای پیچیده‌ای از حسی است که در سرشت الگوی کهن یا فطرت انسان به ودیعت گذاشته شده است.

یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم در نزد بشر از گذشته تا به امروزه مفهوم خداست همان‌طور که در واقع أساسی‌ترین ویژگی هر یک از ادیان را باید در کیفیت و درک مفهوم خدا دنبال کرد.

انسان از ابتدای آفرینش تا به امروز، همواره از حس یک نیروی برتر و مسلط

بر زندگی خود آگاه بوده و در هر دوره‌ای آن را با نامی خوانده است.

اما هنوز با وجود بدیهی بودن این مفهوم از ماهیت چیستی این نیروی برتر یا خدا ناتوان مانده و این را همچون سوالی موروثی بی‌پاسخ در سراسر تاریخ با خود به همراه داشته است.

خدا و ضرورت شناخت او

در علم روان‌شناسی خدا، مفهومی است که قطعاً باید آن را شناخت درست مثل این‌که مفهومی همچون غریزه مادر و غیره که از موضوعات علم روانشناسی محسوب می‌شود و باید شناخت.

وقتی کسی از اوصاف خدا سخن می‌گوید از خدا سخن می‌گوید و توجیهات خدا شناسانه ارائه می‌دهد.

روان‌شناسی به عنوان یک علم نمی‌توان ذات خدا را شناسایی کند. به همین طریق از غریزه سخن می‌گوید اما واقعاً نمی‌توان بگوید که غریزه چیست عامل روان‌شناختی که در این‌جا بدان اشاره شده بر کسی پوشیده نیست به همین اندازه نیز کسی نمی‌داند که این عامل فی نفسه چیست به همین نحو آشکار است که تصویر خدا به مجموعه‌ای پیچیده از حقایق روان‌شناختی مربوط است و بنابراین ممکن است که می‌توانیم به کمک آن دست به عمل بزنیم اما این‌که ذات خدا چیست مسأله‌ای است که روان‌شناسی با آن نمی‌تواند پاسخ بدهند.

مانند اینکه یک رایانه حس خودشناسی داشته باشد و از مجموعه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای نوشته شده برای خودش بخواهد به دنبال سازنده خود بگردد و یا آن را حس کند بدیهی است که خالق این سخت‌افزار و نویسنده این نرم‌افزار

وجودی است که می‌توان به ویژگیهای وی پی برد و بدیهی است که شناخت ذات یک انسان خلاق برای رایانه مقدور نیست و در حوزه دریافتهای او قرار نمی‌گیرد.

بنابراین مقصود اصلی یونگ از مفهوم خدا آن است خداوند یک حس فطری است در این دیدگاه صفاتی خاص برای خدا قائل می‌شود صفاتی که برایندی از ویژگی‌های همه فطرتهاست. تجلی خداوند در انسان، تجلی به عمیق‌ترین سطح ذهن ناخودآگاه یعنی ناخودآگاه جمعی است با وجود این ما ازین ادعا که خداوند یک کهن الگو و مساله‌ای فطری است می‌توانیم مسائل مهم دیگری را استنتاج کنیم. که آن هم در میان سایر کهن الگوها و فطرتهای سایر انسانها مشترک است حس خداجویی در همه انسانها یکسان و مشترک بوده اما ظهور آن در سنت‌ها و زمان‌های گوناگون متفاوت بوده است و به صورت زئوس، یهوه، برهمن، تائو، کرپشنا و... تجلی کرده است.

یونگ اوصاف خدا را هم کهن الگو و فطری می‌داند فطری بودن صفات خدا مساله‌ای بسیار مهم است. چون احساس این مساله فطری و کهن الگو در اعماق وجود انسان حالات اهتزازات روحی و حالاتی قدسی و نورانیه بوجود می‌آورد. گاه در بالاترین درجه باید آن را در شمار تجربه‌های دینی محسوب کرد.

خدا اصطلاحی است برگرفته از ادیان ابراهیمی و بنا به آموزه‌های آنها انسان خلیفه خداست و اسما و صفات الهی در روح انسان نقش بسته است حس خداجویی پاسخ به عملکردی روان‌شناختی و مطلقاً امری ضروری است.

به بیان یونگ تنها به واسطه روح است که می‌توانیم خدا را حس کنیم.

خدا در ناخودآگاه کهن الگوی یا فطرت حضور دارد و در موارد مختلفی تجلی می‌کند.

اگر کسی بگوید صفاتی که ما از خدا در ذهن خود مجسم می‌کنید چیزی جز تصور و وهم ما نیست.

ما می‌گوییم این ایراد به کلی باتجربه و مشاهده ما منافات دارد زیرا تجربه بدون کم‌ترین شکی نشان می‌دهد که این تصاویر دارای صفت نورانیت و وحدانیت می‌باشندکه با ذهنیات وتصورات یک انسان نمی‌خواند از طرفی در همه انسانها اشتراک دارد.

این تصاویر نورانی و مقدس، به گونه‌ای است که انسان نه تنها احساس می‌کند که آنها اشاره به وجود پاک و مطلقی می‌نمایند بلکه متقاعد می‌شود که این صفات عین آن حقیقت نیز می‌باشند و به عبارت دیگر صفات الهی عین ذات مقدس او هستند.

ازین جهت بحث در اطراف این موضوع بی‌اندازه دشوار بلکه غیرممکن می‌باشد.

انسان فی‌الواقع نمی‌تواندکیفیت و حقیقت خدا را برای خود مجسم سازد مگر با استفاده از تصاویری که در ضمیرش خود به خود بروز کرده یا از راه سنت پذیرفته شده‌اند. کسانی که خدا را با شعوری عادی و ساده‌لوحانه پذیرفته‌اند نتوانسته‌اند ماهیت آن تصاویر ذهنی را از پایه و اساس فوق طبیعی و شناخت‌ناپذیر خدا جدا کنند پس برای خدا ماهیتی قائل شدند.

بنا بر تفسیر یونگ از کهن الگوی خداوند، می‌توان نتیجه گرفت که هر انسانی، در هر نقطه‌ای از جهان در هر مقطعی از زمان و با پس‌زمینه هر نژاد و فرهنگ در ناخودآگاه جمعی خویش این کهن الگو را ـ البته با تعبیرهای مختلف و گوناگون ـ در ذهنیت خویش دارا است

البته می‌دانیم افراد بسیاری هستند که نه تنها به هیچ مذهبی پایبند نیستند بلکه موجودیت او را منکر می‌شوند. اما با مدنظر قرار دادن نظریه‌های یونگ می‌توان با اطمینان گفت که این مسئله در تضاد با غریزه بشری است زیرا بی‌شک تمام انسان‌ها تصویر کهن الگویی خدا را مثل سایر کهن الگو ـ را از آغاز تولد در ناخودآگاهی خویش حمل می‌کنند به سخن دیگر اعتقاد به خداوند امری غریزی در انسان است هر چند افرادی آگاهانه یا ناآگاهانه ملحد باشند و یا بگویند که این مسأله برایشان کاملاً بی‌اهمیت است و ارزش تفکر و استدلال ندارد.

با این توضیحات یونگ علم روان‌شناسی را قدمی دیگر به مسائل مذهبی و دینی نزدیک‌تر می‌کند.

پس هر انسانی بالقوه به خداوند اعتقاد دارد حالا اگر افرادی پیدا شوند که ملحد و یا منکر و کافر باشند دلیل آن را باید در تجربه‌ها و زندگی گذشته آنها جست‌وجو کرد زیرا ایمان اولیه به خداوند متعال در وجود همه بالفطره هست.

بنابراین یونگ می‌گویند جوشش‌ها و غریزه‌هایی را که در نهاد خود می‌یابیم باید به اراده خدا تعبیر بکنیم، و تأکید می‌کند که نباید آنها را به میل و اراده دل‌بخواه خود تعبیر بکنیم.

فصل ۱۲

هوش مصنوعی

۱۲-۱. هوش مصنوعی[1]

پیش از به وجود آمدن علوم الکترونیک، هوش مصنوعی توسط فلاسفه و ریاضی‌دانانی نظیر بول[2] که اقدام به ارائه قوانین و نظریه‌هایی در باب منطق نمودند، مطرح شده بود. با اختراع رایانه‌های الکترونیکی در سال ۱۹۴۳، هوش مصنوعی دانشمندان را به چالشی بزرگ فراخواند. در بادی امر، چنین به‌نظر می‌رسید که این فناوری در نهایت قادر به شبیه‌سازی رفتارهای هوشمندانه خواهد بود در نیمه دوم قرن بیستم با پدیدآمدن رایانه‌ها این فرضیه قوت گرفت، در آن مقطع، دو دیدگاه متضاد دربارهٔ قابلیت رایانه‌ها پیدا شد.یک دسته رایانه را

1- Artificial Intelligence
2- Boole

به مثابه دستگاهی برای داده‌پردازی نشانه‌های ذهنی می‌نگریست و گروه دیگر به آن به عنوان وسیله‌ای برای مدلسازی کردن مغز نگاه می‌کرد.

با توسعه و پیشرفت علوم رایانه‌ها دانشمندان قادر خواهند بود تا رایانه‌هایی بسازند که تمامی قابلیت‌های ذهن انسان را واجد باشند. این پروژه هوش مصنوعی نامیده شد. در واقع هوش مصنوعی، دانش و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند و مخصوصاً برنامه‌های کامپیوتری هوشمند می‌باشد. هوش مصنوعی، وابسته به کامپیوترهای مورد استفاده برای فهم هوش انسانی می‌باشد، ولی لازم نیست که خودش را به روش‌هایی که به صورت زیستی قابل مشاهده‌اند محدود نماید.

تعریف هوش مصنوعی در چهار دسته زیر اطلاق می‌گردد:

۱. سیستم‌هایی که به طور منطقی فکر می‌کنند.

۲. سیستم‌هایی که مانند انسان فکر می‌کنند.

۳. سیستم‌هایی که به طور منطقی عمل می‌کنند.

۴. سیستم‌هایی که مانند انسان عمل می‌کنند.

اصطلاح هوش مصنوعی در سال ۱۹۵۶توسط جان مک‌کارتی[1] ابداع شد. او هوش مصنوعی را چنین تعریف کرد: توانایی است که به ماشین، هوشمندی نوع انسانی احیوان را می‌دهد، به نحوی که ماشین به اهدافش برسد؛ یا به صورت دقیق‌تر می‌توان آن را چنین بیان کرد: هوش مصنوعی شاخه‌ای از علم کامپیوتر است که ملزومات محاسباتی مورد نیاز را برای اعمال مانند ادراک، مشاهده، استدلال و یادگیری مورد بررسی قرار داده و سیستمهایی را پیاده‌سازی می‌کند که در این زمینه‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

1- John McCarthy

اهداف هوش مصنوعی در سطح هوش انسانی است، نهایت تلاش این است که برنامه‌های کامپیوتری که می‌توانند مسایل را حل کنند و به اهداف دسترسی پیدا کنند را در جهان، به خوبی انسان‌ها بسازند.

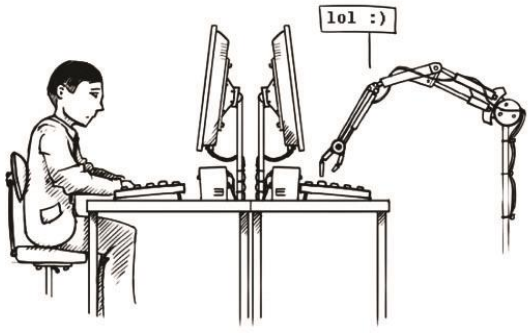
مغز انسان محاسبات پیچیده‌ای را بر روی نمادهای مختلفی انجام داده و از این طریق فرآیندهای رفتاری و حالات ذهنی را بوجود می‌آورد با توجه به این دیدگاه مغز انسان یک کامپیوتر است. بحث برانگیزترین این دیدگاه مساله آگاهی است که محاسبات می‌تواند منجر به آگاهی شود.

۱۲-۲. آزمون تورینگ

یکی از اولین مقاله‌هایی که برای نشان دادن هوش ماشین نوشته شد، به تست تورینگ معروف است که در سال ۱۹۵۰ توسط آلن تورینگر یاضی‌دان انگلیسی ارائه شد.

تورینگ به دنبال این بود که آیا می‌توان ماشینی ساخت که قابلیت فکر کردن داشته باشد. اما ابهاماتی در این سوال وجود داشت، که فکر کردن به چه معناست؟ یا ماشین یعنی چه؟ این ابهامات مانند سدی در مقابل هر گونه پاسخی

قرار گرفته بود. او برای گذر از این سد پیشنهاد کرد کـه سـوال هـوش، بـا تسـت تجربی و تعریف شده‌ای جایگزین شود.



شکل ۱۲-۱: تست تورینگ

تست تورینگ کارایی ماشین هوشمند در برابـر انسـان انـدازه مـی‌گیـرد، زیـرا انسان تنها استاندارد موجود رفتار هوشمند است.این تست که تورینگ،آن را بازی تقلید[1] نامید، ماشین و انسان را در کنار هم و در اتـاقی جـدا از محقـق قـرار داد. محقق قادر نیست با هیچ کـدام از آن دو بـه طـور مسـتقیم صـحبت کنـد حتـی نمی‌داند کدام یک از آنها ماشین و کدام انسان است. تنها با از طریق متن می‌تواند با آنهـا ارتبـاط داشـته باشـد. از محقـق خواسـته شـد از طریـق ترمینـال متنـی سوال‌هایی از آن دو بپرسد و از روی پاسخ‌ها بررسی کند کدام یک ماشـین اسـت، اگر محقق نتواند تشخیص دهد پس اثبات مـی‌شـود کـه ماشـین هـم سیسـتمی هوشمند است.

تست تورینگ با جدا کردن ماشین از فرد این اطمینان را به وجود می‌آورد کـه محقق از روی تفاوت ظاهر و یا از روی صدا تشخیص نداده است. محقق آزاد است

1- imitation game

هرگونه سوالی که مایل است بپرسد، برای مثال می‌تواند درخواست حل یک عملیات پیچیده ریاضی را بدهد.

همچنین محقق با در نظر گرفتن نبود احساس در ماشین، برای تشخیص انسان می‌تواند یک سوال احساسی در مورد شعر یا یک کار هنری بپرسد. رایانه برای پاسخ به این سوال نیز لازم با عواطف انسانی آشنا شود.

چرا چنین آزمون عجیب و غریبی، آزمون هوش می‌شود؟ در حقیقت، استفاده از دستگاه دور چاپگر و تصویر مردی که می‌خواهد فریب دهد و غیره، همه صحنه‌آرایی برای آزمون است. اصل و اساس آزمون گفتگو است. آیا کامپیوتر می‌تواند مانند یک شخص صحبت کند؟ یا نه، تفاوتهایی هم وجود دارد؟

تورینگ همچنین در این مقاله یک سری استدلال‌های مخالف با نظریه و آزمون خود را مطرح کرد و کوشید به آنها پاسخ دهد، تصور اینکه ماشین‌های هوشمندی ساخته شوند که بتوانند فکر کنند وحشتناک است. تورینگ در پاسخ می‌گوید این نکته‌ای انحرافی است، زیرا بحث اصلی او بایدها و نبایدها نیست بلکه بحث درباره ممکن‌هاست.

دیگر اینکه، ادعا می‌شود محدودیت‌هایی درباره نوع پرسش‌هایی که می‌توان از کامپیوتر پرسید وجود دارد، زیرا کامپیوتر از منطق خاصی پیروی می‌کند. اما تورینگ در پاسخ می‌گوید: خود انسان هنگام گفت‌وگو پرغلط ظاهر می‌شود و نمی‌توان گفتار هر انسانی را لزوما منطقی کرد. او پیش‌بینی کرد که منشأ اصلی هوشمندی ماشین فرضی او، حافظه بسیار زیاد و سریعی است که یک کامپیوتر می‌تواند داشته باشد. بنابراین از نگاه تورینگ، ماشین همچون کامپیوتر DeepBlue که کاسپاروف، قهرمان شطرنج را شکست داد، می‌تواند یک ماشین

هوشمند تلقی شود. در عین حال تورینگ این نظر را که - آزمون مورد بحث معتبر نیست، زیرا انسان دارای احساسات است و مثلا موسیقی دراماتیک می‌سازد- رد کرد و گفت: هنوز هیچ سند قابل قبولی وجود ندارد که ثابت کند فقط ما انسان‌ها دارای احساسات هستیم، زیرا مشخص نیست مفهوم دقیق این واژه به لحاظ علمی چیست.

اکنون موضوع هوش را می‌توان از دو جنبه بررسی نمود. جنبه نخست آن است که آگاهی از جهان اطراف چگونه به دست می‌آید و چگونه می‌توان از یافته‌ها، و حقایق نتیجه‌گیری هوشمندانه نمود. یک سیستم هوشمند نیازمند دریافت دانسته‌ها، تئوری‌هایی تخمینی و غیرمشخص از اطراف است. ولیکن از چیزهایی که به‌طور دقیق و نامشخص تعریف شده‌اند، بایستی نتایج دقیقی استنتاج گردد. جنبه دیگر این بررسی، حالت کشف و شهود هوشمندانه است. یعنی باید به طریقه کشف و شهود، راهی به سمت مقصد یافت که این راه از میان هزاران راه ممکن و غیرممکن بایستی انتخاب گردد. این موضوعات هنوز هم دل‌مشغولی‌های مک‌کارتی هستند و راه‌حل‌های دقیقی برای حل آن‌ها یافت نشده است.

۱۲-۳. تفسیر قوی و ضعیف در هوش مصنوعی

هوش مصنوعی بر دو نوع است:

الف) هوش مصنوعی ضعیف

رایانه‌ها تنها فکر کردن و اعمال ذهن انسان را شبیه‌سازی می‌کنند و خلاف آنچه که ممکن است به نظر برسد، فکر نمی‌کنند. این روزها قابلیت مذکور به سطحی از پیشرفت رسیده که در قالب نوعی دستیار صوتی به تلفن‌های هوشمند

راه یافته و کاربران حتی با مطرح کردن سوالات پیچیده از موبایل‌های خود باز هم می‌توانند به پاسخ برسند.

برای نمونه در تلفن‌های هوشمند اندرویدی اگر هوا آفتابی باشد و این سوال را بپرسید که آیا به چتر نیاز پیدا خواهید کرد یا خیر؟ دستگاه به شما می‌گوید که پیش‌بینی نمی‌کند فردا هوا بارانی باشد.

این را می‌توان شکلی بدوی از هوش مصنوعی ضعیف خواند؛ گونه‌ای از هوش ماشینی که توانایی پردازش کردن پرسش‌ها، تشخیص موضوعات، دنبال کردن محتوی یک گفتگو و ارائه پاسخ‌های معنا دار را دارد

ب) هوش مصنوعی قوی

رایانه تنها ابزاری برای مطالعه ذهن نیست؛ بلکه ذهن، رایانه‌ای است که به شکلی مناسب برنامه‌ریزی شده است. یعنی اگر یک رایانه به گونه‌ای درست برنامه‌ریزی شود به معنای حقیقی کلمه، می‌فهمد و دارای حالات شناختی و ذهنی است.

این بدان معنا است که هوش مصنوعی دارای حالات ذهنی است و از کیفیات روانی نظیر احساس و آگاهی برخوردار است و آشکارا ذهن تقریبی از رایانه گشته و از این رو ذهن نیز بر حسب مدل رایانه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱۲-٤. چالش بنیادین هوش مصنوعی

امروزه هوش مصنوعی به واقعیت نزدیکشده است، اما دلایل اساسی متعددی وجود دارند کهنشان می‌دهند چرا هنوز شکل تکامل یافته هوشی که تورینگ تصور می‌کرد، به وقوع نپیوسته است. البته نظریه تورینگ منتقدان خاص خود را

دارد. البته در حال حاضر ربات‌هایی وجود دارد که با استفاده از روش‌های تقلیدی چت می‌کنند از جمله آنها ربات الیزا[1] است. الیزا در برخی مکالمات ساده می‌تواند طرف مقابل خود را به اشتباه بیندازد. طوری که مخاطب ممکن است فکر کند در حال گپ زدن با یک انسان است. البته الیزا هنوز نتوانسته است آزمون تورینگ را با موفقیت پشت سر بگذارد. یکی از منتقدان هوش مصنوعی جان سرل است. او معتقد است بحث هوشمندی ماشین‌های غیربیولوژیک اساساً بی‌ربط است و برای اثبات ادعای خود مثالی می‌آورد که در مباحث تئوریک هوش مصنوعی بحث اتاق چینی نامیده می‌شود.

اتاق چینی

اتاق چینی یک آزمایش ذهنی است که اولین بار توسط مقاله جان سرل[2] به نام «ذهن‌ها، مغزها، و برنامه‌ها» در مجله «علوم رفتاری و ذهنی» در سال ۱۹۸۰ منتشر شد.

برهان اتاق چینی استدلالی علیه هوش مصنوعی قوی می‌باشد. در این راستا که یک ماشین سمبل‌گرا هرگز نمی‌تواند دارای ویژگی‌هایی مانند «مغز» و یا «فهمیدن» باشد، صرف نظر از اینکه چقدر از خود هوشمندی نشان دهد.

مقاله‌ی او بر مبنای این پرسش بود که: اگر یک ماشین بتواند به صورت متقاعدکننده‌ای یک مکالمه‌ی هوشمند را شبیه‌سازی کند، آیاضروری است که آن راحتما بفهمد؟

وی با این سوال که آیا یک برنامه هوشمند مترجم کامپیوتری که توانایی

1- ELIZA
2- John Searl

ترجمه از زبان چینی به زبان انگلیسی را دارد، ضرورتی برای فهم موضوع مورد ترجمه دارد و یا خیر، و با تشبیه ذهن به یک برنامه هوشمند کامپیوتری این استدلال را در برابر مواضع فلسفی کارکردگرایی و نظریه محاسباتی ذهن که در آنها، ذهن به عنوان یک محاسبه‌گر یا دستکاری کننده‌ی نماد عمل می‌کند، قرار دهد.

اتاقی قفل را در نظر بگیرید که شخصی در داخل آن است و نمی‌تواند چینی صحبت کند. او در داخل اتاق کتابی دارد که در آن نوشته شده چطور به پیامهای دریافتی‌اش به زبان چینی پاسخ دهد. این کتاب زبان چینی را به زبان مادری این فرد ترجمه نمی‌کند و صرفا به او نشان می‌دهد که چطور پاسخی را بر مبنای چیزی که دریافت می‌کند، ارائه نماید. در خارج از اتا ق فرد دیگری حضور دارد که به زبان چینی حرف می‌زند و از زیر در با او ارتباط برقرار می‌کند. فرد زندانی شده پیام‌ها را دریافت می‌کند و برای آنکه بداند در پاسخ‌هایش از کدام نمادها استفاده کند قواعد ذکر شده در کتاب را در پاسخ‌هایش دنبال می‌کند. در مرحله بعد، پاسخ‌ها به فردی که پشت در ایستاده داده می‌شود و چون جواب‌ها به زبان چینی نوشته شده‌اند، فردی که بیرون از اتاق حضور دارد باور خواهد کرد که شخص داخل اتاق چینی زبان است.

اگر جواب‌ها به اندازه کافی جالب باشند، این تصور که فرد داخل اتاق چینی زبان است هم بیشتر تقویت می‌شود. برای مثال، اگر از فرد سوال شود «هفته آینده هوا چطور خواهد بود؟» و جواب اینطور باشد «من نمی‌دانم چون از روز گذشته در این اتاق حبس شده‌ام» آنگاه شخصی که در خارج از اتاق قرار دارد بیشتر متقاعد خواهد شد که فرد محبوس داخل اتاق چینی زبان است.

استدلال دیگری که در مورد هوش مصنوعی نیرومند مطرح می‌شود این است که کامپیوترها فاقد هوشیاری هستند و این مساله ایست که قابل برنامه ریزی نیست.

۱۲-۵. تفاوت بین هوش انسان و ماشین

در مقایسه هوش مصنوعی با هوش انسانی می‌توان گفت که انسان قادر به مشاهده و تجزیه و تحلیل مسایل در جهت قضاوت و اخذ تصمیم می‌باشد در حالی که هوش مصنوعی مبتنی بر قوانین و رویه‌هایی از قبل تعبیه شده بر روی کامپیوتر می‌باشد. در نتیجه علی رغم وجود کامپیوترهای بسیار کارا و قوی در عصر حاضر ما هنوز قادر به پیاده کردن هوشی نزدیک به هوش انسان در ایجاد هوشهای مصنوعی نبوده‌ایم.

شبکه عصبی زیستی

این شبکه‌ها مجموعه‌ای بسیار عظیم از پردازشگرهایی موازی به نام نورون[1] اند که به صورت هماهنگ برای حل مسئله عمل می‌کنند و توسط سیناپسها (ارتباط‌های الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر

1- Neuron

یک سلول آسیب ببیند بقیه‌ی سلولها می‌توانند نبود آن را جبران کـرده و نیـز در بازسازی آن سهیم باشند.

این شبک‌ها قادر به یادگیری‌اند. مثلا با اعمـال سـوزش بـه سـلولهای عصـبی لامسه، سلولها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سیستم می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند.

یادگیری در این سیستم‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های جدید سیستم پاسخ درستی تولید کند.

۱۲-٦. شبکه عصبی مصنوعی[1]

یک شبکه عصبی مصنوعی ایده‌ای است برای پردازش اطلاعات که از سیسـتم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می‌پردازد. عنصـر کلیدی این ایده، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعـات اسـت. ایـن سیسـتم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده بهم پیوسته تشکیل شـده کـه بـرای حـل یک مسأله با هم هماهنگ عمل می‌کند ANNها (هوش مصنوعی)، نظیـر انسـانها، با مثال یاد می‌گیرند. یک ANN برای انجام وظیفه‌های مشخص، ماننـد شناسـایی الگوها و دسته‌بندی اطلاعات، در طول یک پروسه یادگیری، تنظـیم مـی‌شـود. در سیستم‌های زیستی یادگیری با تنظیماتی در اتصالات سیناپسی که بـین اعصـاب قرار دارد همراه است. این روش ANN ها هم می‌باشد.

با پیشرفت یک هدر زمینه هوش مصنوعی و سامانه هوشمند به دست آمده است،

1- Artificial Neural Network (ANN)

می‌توان بین شناخت طبیعی و شناخت مصنوعی پیوند برقرار کرد. وسایل ارتباطی و واسطه‌هایی که امروزه برای جبران کاستی‌های شناختی در دست تجربه است این امید را زنده کرده که بتوان در آینده بخشی از این کاستی‌ها را ترمیم کرد. از جمله استفاده از رایانه‌هایی است که معلولین می‌توانند با امواج مغزی خود آنرا اداره کنند و مثلاً مطالب خود را بدون استفاده از دست روی آن تایپ نمایند، یا رایانه‌هایی که امواج مغزی فرد معلول را به کلام تبدیل می‌کند.

۱۲-۷. علوم شناختی[1]

علوم شناختی پروژه‌ای در حال پیشرفت است که از دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی به شکل امروزیش آغاز شده و در سال ۱۹۷۳ نام علوم شناختی بر آن نهاده شده است. علوم شناختی به عنوان یکی از دانش‌های نو در علوم می‌باشد که به کمک سایر دانش‌ها از جمله فناوری هوش مصنوعی، روان‌شناسی، زبان‌شناسی و فلسفه ذهن است. علوم شناختی مطالعه علمی ذهن است.

۱۲-۸. تغییر ذهن

ذهن انسان اغلب به عنوان نقطه اوج تکامل توصیف می‌شود. ذهن پیچیده‌ترین ارگانی است که از طریق انتخاب طبیعی شکل می‌گیرد. خود داروین معتقد بود که روزی اصولش نه فقط عالم زیست شناسی بلکه عالم روان شناسی را نیز تبیین می‌کند؛ زیرا بر طبق نظریه او، روان شناسی بر مبنای جدیدی قرار خواهد گرفت.

1- Cognitive Science

ما در زندگی روزمره خویش تلاش می‌کنیم ذهن دیگران را تغییر دهیم و حتی دایماً به تغییر ذهن خودمان نیز می‌پردازیم. سؤال این است که چگونه می‌توان ذهن دیگران یا خود را با موفقیت تغییر داد؟

بی‌تردید از آنجا که حیات انسان و جامعه وابسته به کارکردهای مغزی است، شناخت ما از مغز و ذهن می‌تواند تأثیر بسزایی بر همه ابعاد حیات انسان داشته باشد.

برخی از دانشمندان علوم شناختی پیش‌بینی می‌کنندکه با کمک دانشمندان هوش مصنوعی بتوانند رایانه‌هایی بسازندکه ایده‌ها را درک کند و به پردازش معنایی آنها بپردازد؛ رایانه‌هایی که هوش‌های چندگانه را تشخیص دهند و به رفع ضعف فرد در یک هوش خاص کمک کنند؛ رایانه‌هایی که بتوانند به معنای واقعی کلمه با انسان صحبت کنند و درک متقابل داشته باشند.

۱۲-۹. رابطه مغز و آگاهی

این پرسش به مسأله‌ی ذهن- بدن معروف است. حالات آگاهانه، معلول فرآیندهای نوروبیولوژیکیِ سطح پایین‌تر در مغز است که باز خودشان ویژگی‌های سطح بالاتر مغز هستند. کلید فهم این مطلب در «علیت» و«ویژگی» نهفته است. تا جایی که از کارکرد جهان بر ما معلوم شده، علت همه‌ی این گوناگونی‌ها و تنوعات عظیم حیاتِ آگاهانه‌ی ما، در حقیقت درجاتی متغیر از همین شکل نورون‌ها، در معماری‌های متفاوت نورونی، است. همه‌ی محرک‌هایی که از جهان خارج دریافت می‌کنیم از طریق سیستم عصبی به میانگینی از درجات متغیر نورونی در سیناپس‌ها تبدیل می‌شوند که به یک اندازه علت همه‌ی رنگ‌آمیزی ها

و تنوعات حیات آگاهانه‌ی ما هستند. بوی گل، صدای سمفونی، تصور و اندیشه‌ی قضایا در هندسه‌ی اقلیدسی، همه معلول فرآیندهای زیست‌شناختیِ سطح پایین‌تر در مغز هستند و تا جایی که ما می‌دانیم عناصر کارکردی مهم در حیات، همین نورون‌ها و سیناپس‌ها هستند.

سخن آخر

هوشیاری یکی از ویژگی‌های بنیادی وجود انسان است. هشیاری داشتن یعنی آگاهی داشتن از تمامی، ادراک‌ها، خاطرات، و احساساتی که در هر لحظه از زمان روی می‌دهند. همانطور که در فصل اخیر ذکر کردیم بخش آگاهی تنها قسمتی از ذهن است که مستقیما برای خود فرد شناخته شده است. اما سوالی که مطرح می‌شود آیا ربات‌ها مانند انسان‌ها می‌توانند قدرت درک و آگاهی را داشته باشند و نظریه هوش مصنوعی قوی صحیح است یا خیر؟ همانطور که بیان نمودیم جان سرل با بیان قضیه اتاق چینی این فرض را رد می‌کند. و استدلال دیگری در مورد هوش مصنوعی قوی مطرح می‌شود این است که کامپیوترها فاقد هوشیاری هستند و این مساله ایست که قابل برنامه‌ریزی نیست. راجر پنروز در کتاب ذهن تازه امپراطور با در نظر داشتن این مساله که فکر حاوی یک عامل غیر محاسباتی است، کامپیوترها هیچ گاه نمی‌توانند مانند انسان قدرت درک و آگاهی را داشته باشند.

راجر پنروز همچنین بیان می‌کند که هوشیاری هم قابل محاسبه نیست. پس چرا انسان باید چنین خصیصه‌ای داشته باشد؟

بزرگ‌ترین فرضیه‌ای که از سوی معتقدان به هوش مصنوعی قوی وجود دارد

این است که می‌توان ذهن انسان را در یک برنامه کامپیوتری بازتولید کرد اما اگـر بشر چیزی بیش‌تر از بدن و مغـزی باشـد کـه در راس آن قـرار دارد، اگـر ذهـن، حاصل بیولوژی و چیز دیگری باشد، آنگاه هوش مصنوعی هیچگاه محتمل نخواهد بود.

در اینجاست که به فصل گذشته ایده اروین شرودینگر و یونگ در این خصوص مراجعه می‌کنیم. انسان‌ها از یک نیروی برتر در زندگی خود آگاه بوده‌انـد. همـواره از حس یک نیروی برترو مسلط بر زندگی خود آگاه بوده است.

آلن تورینگ نیز در صحبت از روح در ماشین بیان می‌کنـد کـه: روح «هـدفی الهی» است. برای سـاختن چنـین ماشـینهایی هوشـمند، مـا نبایـد بـه قـدرت او (پروردگار) در ساختن روح بی‌حرمتی کنیم.

﴿يا أَيُّهَا النَّاسُ ضُرِبَ مَثَلٌ فَاسْتَمِعُوا لَهُ إِنَّ الَّذينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللهِ لَنْ يَخْلُقُوا ذُباباً وَ لَوِ اجْتَمَعُوا لَهُ وَ إِنْ يَسْلُبْهُمُ الذُّبابُ شَيْئاً لا يَسْتَنْقِذُوهُ مِنْهُ ضَعُفَ الطَّالِبُ وَ الْمَطْلُوبُ﴾

ای مردم! مثلی زده شده است، به آن گوش فـرا دهیـد: کسـانی را کـه غیـر از خـدا می‌خوانید (به عظمت یا به خدایی می‌خوانید)، هرگز نمی‌توانند مگسی بیافرینند، هـر چند برای این کار دست به دست هم دهند؛ و هر گاه مگس چیـزی از آنهـا بربایـد، نمی‌توانند آن را باز پس گیرند.هم این طلب‌کنندگان ناتوانند، و هم آن مطلوبان»

(الحج / ۷۳)

منابع

- ✓ هوش مصنوعی رهیافتی نوین، استوارت راسل و پیتـر نورویـگ، رامـین رهنمـون، آناهیتا هماوندی
- ✓ تاثیر علوم شناختی بر روان شناسی معاصر، خرازی، کمال، مجله تـازه هـای علـوم شناختی، سال ۸، شماره ۴، ۱۳۸۵
- ✓ سـاختن ذهـن در مقابـل مـدل سـازی مغز،هـوش مصـنوعی در مقطـع انشـعاب، هیوبرتدریفوسواستوارتدریفوس، مترجم، محمدرضا طهماسبی، ذهن، شماره ۳۲
- ✓ کتاب الکترونیکی هوش مصنوعی، سهراب جلوه گر،۱۳۸۸
- ✓ عزیزالهی. کامپیوتر جایگزینی برای انسان،