



معاونت  
فرهنگی اجتماعی

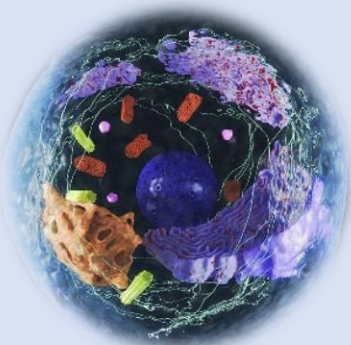


دانشگاه اصفهان  
University of Isfahan

گاهنامه نشریه علمی تخصصی زیست‌شناسی

شماره ششم / سال سوم / زمستان ۱۴۰۲ / بها

رایگان



میکروارگانیسم های تولیدکننده بیوگاز

از قیطره (معرفی کتاب)

# دین دین الاحمر

گاهنامه نشریه علمی تخصصی زیست شناسی

سال سوم، شماره ششم، زمستان ۱۴۰۲



معرفیات  
فرهنگی اجتماعی

دانشگاه اصفهان  
University of Isfahan

گاهنامه نشریه علمی تخصصی زیست شناسی  
شماره ششم / سال سوم / زمستان ۱۴۰۲ / بهار  
رایگان

میکروارگانیسم های تولیدکننده بیوگاز  
از قیطره

صاحب امتیاز  
مدیر مسئول  
سردبیر  
هیئت تحریره  
طراح جلد  
صفحه آرا  
ویراستیار  
فرزانه دیانت دار

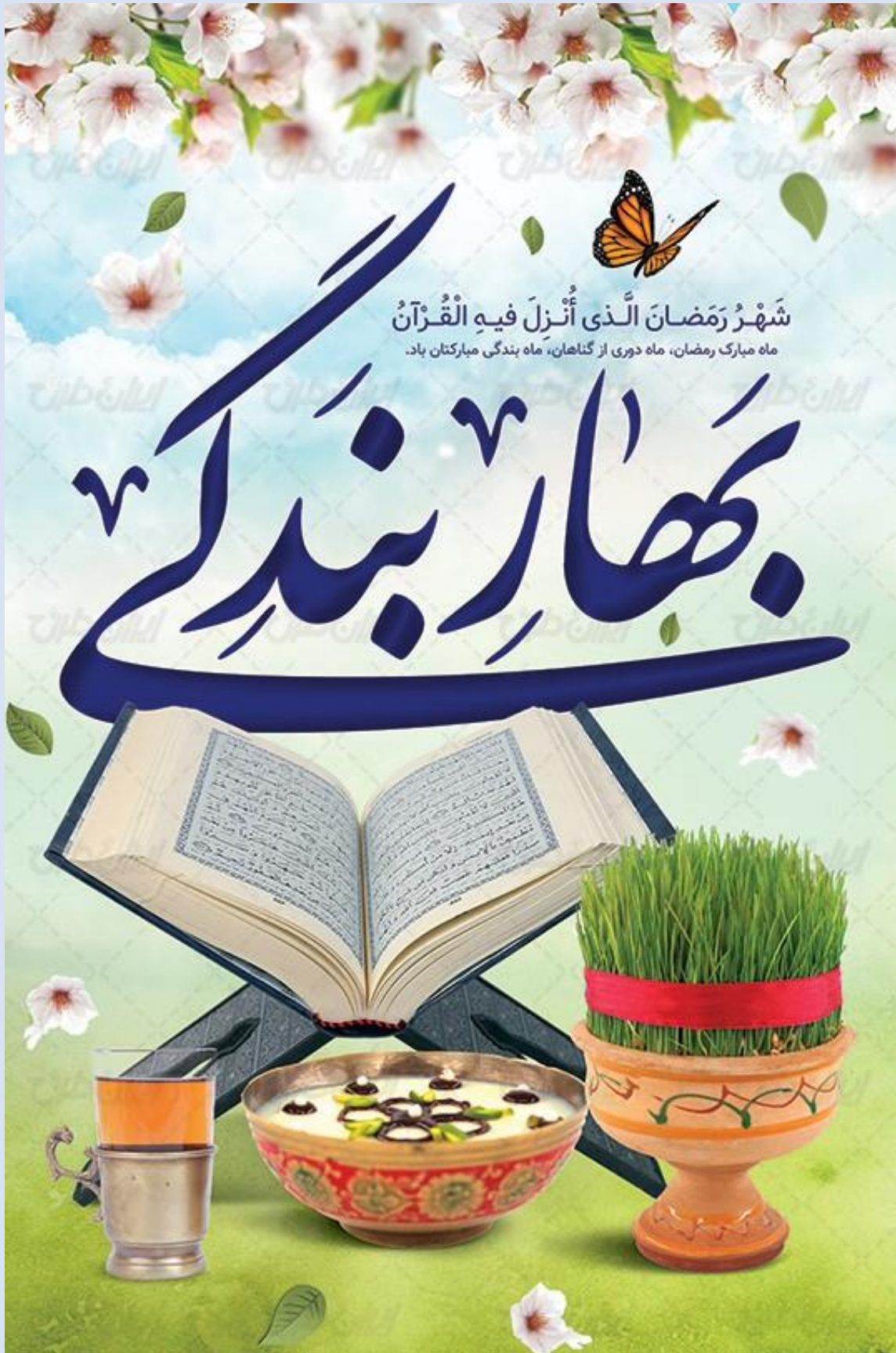
راه ارتباطی:

۰۹۱۳۴۵۶۴۸۵۴

farzaneh.dianatdar@gmail.com



عید باستانی نوروز و ماه مبارک رمضان، ماه مهمانی خدا بر همگی مسلمانان و ایرانیان مبارک باد.



فهرست:

صفحه

نقش میکروارگانیسم‌ها در هضم بی هوازی و تولید بیوگاز ..... ۱

از قیطره تا اورنج کانتی (معرفی کتاب) ..... ۴

# نقش میکروارگانسیم‌ها در هضم بی‌هوازی و تولید بیوگاز

مقداد طهماسبی<sup>۱</sup>، اعظم علی اصغری وشاره<sup>۲</sup>

- ۱- رئیس اداره آزمایشگاه های سازمان مدیریت شهرداری اصفهان
- ۲- محقق پسادکتری، گروه میکروبیولوژی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

## مقدمه

میکروارگانسیم‌ها اشکال زندگی بسیار کوچکی هستند که با چشم غیر مسلح انسان دیده نمی‌شوند. این موجودات میکروسکوپی از نظر شکل و عملکرد متنوع هستند، در هر محیطی روی زمین زندگی می‌کنند و تاثیر بسزایی بر محیط اطراف خود دارند. باکتری‌ها، آرکی‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و تک‌یاخته‌ها گروه‌های اصلی میکروارگانسیم‌ها هستند. ویروس‌ها ماهیت غیر سلولی دارند. آرکی‌ها یک گروه بسیار متنوع و فراوان از پروکاریوت‌ها هستند. برخی آرکی باکتری‌ها در محیط‌هایی مانند چشمه‌های آب گرم، دریاچه‌های نمک و زیستگاه‌های آتشفشانی زیردریایی رشد می‌کنند و اصطلاحاً "اکستروموفیل"<sup>۱</sup> هستند. آرکی‌ها از نظر ویژگی‌های ژنتیکی، بیوشیمیایی و ساختاری با یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها متفاوت هستند.

## متانوژن‌ها

متانوژن‌ها<sup>۲</sup>\* میکروارگانسیم‌هایی هستند که متان ( $CH_4$ ) را به عنوان بخش جدایی ناپذیر از متابولیسم انرژی خود تولید می‌کنند. متانوژن نوعی تنفس بی‌هوازی است که مسئول تولید جهانی حدود یک میلیارد تن متان در سال است.

## اهمیت متانوژن

متانوژن جزء اصلی چرخه کربن است که به عنوان مرحله نهایی در تجزیه زیستی مواد آلی در بسیاری از زیستگاه‌های بدون اکسیژن عمل می‌کند.

متانوژن برای صنعت تصفیه زباله ضروری است و متان تولید شده به صورت زیستی نیز منبع مهمی برای جایگزینی سوخت است. این گروه از آرکی‌ها مسئول اصلی تولید متان در سیستم‌های هضم بی‌هوازی در نظر گرفته می‌شوند. از آنجایی که بستر متانوژن از

<sup>1</sup> - Extremophiles

<sup>2</sup> -Methanogens

\* تولید متان را متانوژن می‌نامند.

فرآیندهای هیدرولیز و تخمیر ناشی می‌شود، هر گونه مهار فرآیندهای هضم بی‌هوازی تخریب زباله می‌تواند بر متابولیسم سنتروفی بی‌هوازی تأثیر بگذارد، تعادل بین متانوژن‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرد و تولید متان را مختل کند. متانوژن‌ها به بازدارنده‌هایی مانند فلزات سنگین، هیدروکربن‌های هالوژنه، اسیدهای آلی فرار، سولفید، آمونیاک و کاتیون‌های فلزات سبک حساس است. فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم، مس و روی می‌توانند فعالیت آنزیم‌ها را کاهش دهند.

## میکروارگانیسم‌های تولیدکننده بیوگاز

بسیاری از میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها و آرکی‌ها با مکانیسم‌های مختلف بیوگازهای مختلفی از جمله اکسیژن ( $O_2$ )، هیدروژن ( $H_2$ )، اکسید نیتریک مونوکسید کربن و سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ) تولید می‌کنند.

میکروارگانیسم‌هایی که ترکیبات آلی را تجزیه می‌کنند، تولید بیوگاز را با تولید سوبستراهای اصلی متانوژن‌ها آغاز می‌کنند. علاوه بر باکتری‌های تخمیری شناخته شده، میکروارگانیسم‌های یوکاریوتی نیز نقش مهمی در فرآیندهای تخمیر اولیه و ثانویه دارند. به عنوان مثال، تک‌یاخته‌های بی‌هوازی اجباری بخشی از میکروبیوتای شکمبه هستند. وجود متانوژن‌های همزیست در تک‌یاخته‌های مژه‌دار شکمبه در اوایل دهه ۱۹۸۰ ثابت شد. همچنین نقش قارچ‌های شکمبه در تخریب الیاف گیاهی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. این قارچ‌ها به بافت‌های چوب‌دار مواد گیاهی متصل می‌شوند و به گونه‌ای به بافت گیاه نفوذ می‌کنند که باکتری‌های سلولولیتیک می‌توانند به داخل آن دسترسی پیدا کنند. سپس نفوذ قارچ منجر به تجزیه سریعتر و کاملتر علفه وارد شده به شکمبه می‌شود. همین امر می‌تواند در مورد یک نیروگاه بیوگاز نیز صادق باشد.

تاکنون، بیشترین گونه‌های مورد بررسی میکروبیوم بیوگاز، باکتری‌های هیدرولیتیک و تخمیرکننده و آرکی‌های متانوژنیک هستند. میکروبیوم بیوگاز نه تنها شامل باکتری‌ها و آرکی‌ها می‌شود، بلکه شامل ویروس‌ها/فاژها و همچنین یوکاریوت‌ها از جمله قارچ‌ها و پروتیست‌ها (عمدتاً تک‌یاخته‌ها) می‌شود که کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

سیستم‌های تولید بی‌هوازی متان به عنوان بیوراکتورهای متان شناخته می‌شوند. تولید متان و رشد میکروارگانیسم‌های متانوژن در بیوراکتورها به عوامل زیادی از جمله دما، pH، کیفیت بستر، ترکیب گروه‌های خاصی از میکروارگانیسم‌ها و تجمع محصولات متابولیک سمی آن‌ها بستگی دارد. یکی از این محصولات نهایی متابولیسم باکتری‌های کاهنده سولفات، سولفید هیدروژن است که در فرآیند احیای غیر مشابه سولفات تولید می‌شود. سولفید هیدروژن برای موجودات زنده سمی است و می‌تواند آنزیم‌های گروه‌های مختلف میکروارگانیسم‌ها را مهار کند. باکتری کاهنده سولفات می‌تواند با متانوژن‌ها برای اجزای سوبسترا رقابت کند، در این

مورد هیدروژن مولکولی و سولفید هیدروژن را با غلظت بالا در بیوراکتورها تولید کند که می تواند از رشد میکروارگانیسم های متانوژن و فرآیند متانوژن آنها جلوگیری کند.

### هضم بی هوازی توسط میکروارگانیسم ها

هضم بی هوازی را می توان به چهار مرحله (هیدرولیز، اسیدزایی، استوژن/دهیدروژناسیون و متاناسیون) تقسیم کرد. این فرآیند با هیدرولیز مواد آلی (تجزیه پلیمرهای آلی پیچیده به مونومرهای محلول ساده) توسط آنزیم های خارج سلولی که توسط میکروب های هیدرولیتیک تولید می شوند، شروع می شود. در این فرآیند کربوهیدرات های پیچیده، پروتئین ها و لیپیدها به ترتیب به قندهای ساده، اسیدهای آمینه، گلیسرول و اسیدهای چرب هیدرولیز می شوند. سپس این مولکول های کوچک از طریق تخمیر توسط باکتری های اسید زا به مخلوطی از اسیدهای چرب فرار (VFAs) و الکل ها تبدیل می شوند. پس از آن، باکتری های استوژن، VFA ها را بیشتر به استات، دی اکسید کربن و هیدروژن تبدیل می کنند. این ترکیبات بستری برای مرحله نهایی تولید متان به نام متاناسیون (یا متانوژن) هستند. هضم بی هوازی یک فرآیند بیوشیمیایی بسیار پیچیده است که به تعداد زیادی گونه باکتری در یک کنسرسیوم نیاز دارد تا مواد آلی را هیدرولیز و به بیوگاز تخمیر کنند. بیشتر این گونه ها بی هوازی سخت مانند *کلستریدیا*، *باکتریوسیدها* و *بیفیدوباکتری* ها هستند، اما بی هوازی اختیاری مانند *استرپتوکوک* و *انتروباکتریاسه* نیز می تواند وجود داشته باشد.

### عوامل موثر در رشد و فعالیت میکروارگانیسم های تولید کننده بیوگاز

یکی از پارامترهای مهم برای فرآیند تخمیر، مواد مغذی لازم برای رشد و عملکرد مناسب میکروارگانیسم ها است. یکی از اجزای ضروری نیتروژن است که برای سنتز اسیدهای آمینه ضروری است، که می تواند به آمونیاک تبدیل شود و به عنوان یک بافر برای خنثی کردن فرآیند اسیدی شدن مواد تخمیری عمل می کند. سایر پارامترهای موثر بر فرآیند هضم بی هوازی عبارتند از: رطوبت، اندازه ذرات، نرخ بارگذاری آلی (OLR)، زمان ماند جامد، کاهش سولفات، نیترات زدایی و غلظت آمونیوم. تمامی پارامترهای ذکر شده می توانند نقش مهمی در تغییر سرعت واکنش هر فاز از فرآیند تخمیر داشته باشند. محصولات حاصل از تخمیر، بیوگاز و مواد هضم شده هستند. بیوگاز در طی فرآیند تولید و جذب می شود و جزء غالب آن متان است که ماده اولیه مورد نیاز برای تولید برق و گرما است. فرآیند تخمیر متان انجام شده در تاسیسات بیوگاز به جلوگیری از انتشار غیرقابل کنترل متان در جو (به عنوان مثال در هنگام دفع زباله در محل های دفن زباله) کمک می کند و پتانسیل منابع انرژی تجدید پذیر را افزایش می دهد. علاوه بر این، کپسوله کردن فرآیند تخمیر متان به جلوگیری از انتشار سایر ترکیبات مانند آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )، سولفید هیدروژن ( $\text{H}_2\text{S}$ ) یا ترکیبات آلی فرار (VOCs) کمک می کند که با بوی نامطبوع مشخص می شود.

## از قیطریه تا اورنج کانتی

مونا فاطمی

کارشناس ارشد تاریخ، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

آن هم بوی مرگ می داد. منظورم اولین کتابی است که از آقای حمیدرضا صدر خواندم. همان کتابی که عنوانش با محمدرضا پهلوی حرف می زد: «تو در قاهره خواهی مرد». و حالا این دومین کتابی است که از او خواندم. همانی که با خودش حرف می زند «از قیطریه تا اورنج کانتی». در مدت خواندنم می گفتم که آیا صدر به ذهن رسیده، به خیالش آمده یا فکرش را کرده که می شد اسم کتاب را گذاشت «تو در آمریکا (یا اورنج کانتی یا...) خواهی مرد». نمی دانم.

مردی در اوایل شصت سالگی اش پُر از امید و اشتیاق به زندگی، با چندین شغل، با زن و فرزندی که بی نهایت دوستشان دارد، در تهرانی که ستایشش می کند با همه ی کاستی هایش و با علایقی که نمی تواند بدون آنها روز را شب کند، از کتاب و سینما و فوتبال گرفته تا دوستان و نزدیکان و سفر و طبیعت و خوراکی ها، ناگهان از بیماری ای ترسناک، یعنی سرطان، خبردار می شود. از همان روز که پزشکش در ایران به او این خبر نحس را می دهد تا یک سال و نیم بعد که برای درمان در آمریکا به سر می برد، خاطراتش را به قلم می آورد. بعد از آن، یک سال و نیم دیگر هم در آمریکا است و زندگی خودش را دارد، اما ناامیدی، ناامیدی از سرنوشتی که نمی داند با آن چه کار کند و قوی تر شدن بیماری، او را امان نمی دهد تا باز هم از روزها و شب های تلخش بنویسد. به هر حال، برای آن یک و نیم سال هم در حدود ۳۰ صفحه، غزاله صدر، یعنی دختر جوانش، مطالبی نوشته و به کتاب افزوده، با صحنه هایی تلخ تر از آنچه پدرش در ۳۰۰ صفحه ی قبل نوشته است.

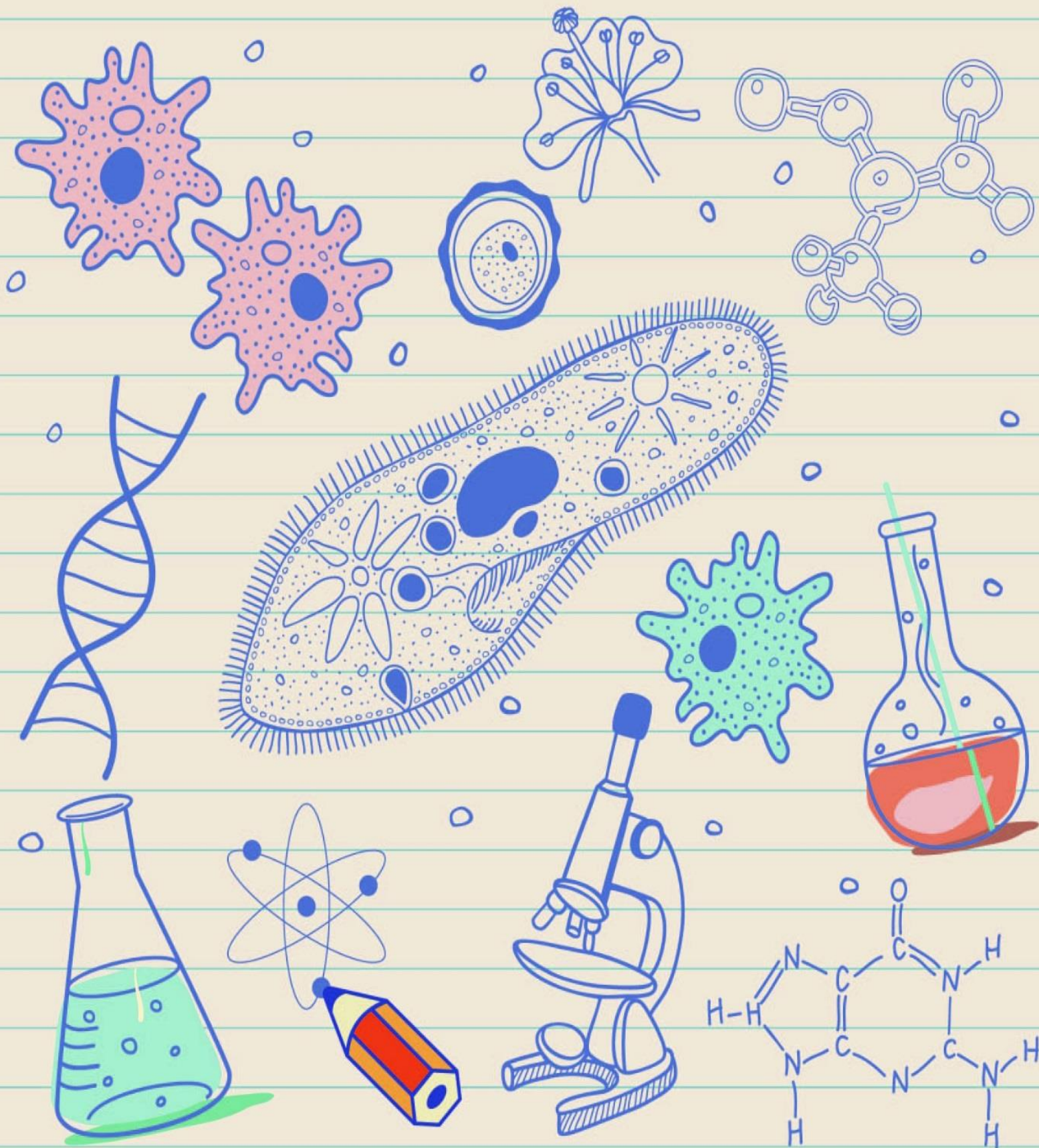
حمیدرضا صدر، مردی که بی تردید یکی از خوش نام ترین و با شخصیت ترین و با سوادترین مردهای فوتبال ایران است، در این سه سال بیماری اش کمتر روزی آب خوش از گلویش پایین می رود. همه اش دوا و دکتر و بیمارستان و شیمی درمانی و اتاق عمل، با تنی که هر روز آب تر و آش و لاش تر می شود و قلبی که بیشتر به تنگ می آید و اعصابی که دیگر از آن چیزی نمانده. از یک جای کتاب عمل های نویسنده شروع می شود و من حساب می کردم این چندمین بار است که جراحی می شود. ولی کم کم از شمارش دست کشیدم. به جای گفتن یک عدد می توانم بگویم بارها و بارها یا خیلی زیاد. تومورها محاصره اش می کنند. هر بار از یک جای بدنش سر در می آورند و بازی اش می دهند و از رو نمی روند تا روزی که جانش را بگیرند.



حمیدرضا صدر در اوج بیماری‌اش به ستوه می‌آید، خشمگین و کینه‌جو و بدعق و ناسپاس می‌شود. مدام می‌خواهد انتقام بگیرد. از کی؟ از چی؟ ا‌ صلاً یک روز دلش می‌خواهد که خود را در یکی از رودهای غربت غرق کند و تمام. ولی نمی‌کند. منتظر می‌ماند. چشم می‌دوزد تا ببیند سوت پایان بازی چه وقت به صدا در می‌آید.

به نظر من وجود کتاب «از قیطره تا اورنج کانتی» که برای اولین بار زیر نظر نشر چشمه و در سال ۱۴۰۰ چاپ می‌شود، خود بازتابی از امید به زیستن است و اینکه شاید در دردناک‌ترین روزهای زندگی هم آدم بتواند کاری کوچک یا بزرگ بکند و کم نیورد. ولی به‌هرروی «از قیطره تا اورنج کانتی» حال‌وهوای غمناکی دارد و در بعضی جاها زیادی تیره و تلخ می‌شود. پس اگر سلیقه‌ی کتابخوانی‌تان را می‌دانید و حدس می‌زنید چنین اثری به‌جای اینکه تأثیر مثبتی بر شما بگذارد، بدتر روحیه‌تان را شکننده و پریشان می‌کند، به‌نظر من نخوانیدش.

از کتاب: «آرام گرفتن باد پاییزی. دردست گرفتن یک ترکه‌ی شکسته و پرسه میان درختان. گاهی به نظر می‌رسد سایه‌ای بر سایه می‌افتد. قاتی‌نشدن در بحث‌ها. درگیرنشدن در مجادلات. ظاهر خونسردی داری و کلامت بیش از حد آرام شده. خوب می‌دانی چه دنیای آشفته‌ای پیدا کرده‌ای. به‌طور هراسناکی به هم ریخته‌ای چون مهی تاریک و غیرقابل نفوذ. بی‌قراری‌های اولیه جای‌شان را به تسلیمی زود هنگام داده‌اند که بدتر از آن چیزی است که تصور می‌کردی. احساس رسیدن به پایان راه ترک نمی‌کند و انگار چیزی سیاه و ناشناخته روی شانه‌هایت ایستاده است. انگار زمین زیر پایت هر آن ممکن است به باتلاقی بدل شود. همه‌ی عمر در حد فهمت پاهایت را روی زمین کوفته بودی و تنها چیزهایی که تو را می‌ترساندند همان‌هایی بودند که همه آن‌ها را می‌دیدند، اما حالا انگار تو چیزی می‌بینی که دیگران نمی‌بینند. کنارت هستند و دستی به سر و گوشت می‌کشند، اما انگار در دنیای دیگری به سر می‌برند. تو جان می‌کنی پا به دنیای‌شان بگذاری و کنارشان قرار بگیری، اما دورن مهی سیال و سنگین گم شده‌ای. با قلبی در حال انفجار. چشمانت همه‌چیز آن‌ها را به‌هستی می‌بیند، به‌هستی دسترس‌ناپذیر برای تو.»



راه ارتباطی:

۰۹۱۳۴۵۶۴۸۵۴

farzaneh.dianatdar@gmail.com