**دوماهنامه طبّ جنوب**
**پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس**
**دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر**
**سال بیست و چهارم، شماره ۴، صفحه ۴۳۶ - ۴۳۵ (مهر و آبان ۱۴۰۰)**

Iran South Med J 2021; 24(4): 435-436

**نامه به سردبیر:**

# در خصوص مقاله " استفاده از میدان مغناطیسی برای جداسازی کیست‌های ژیاردیا از آب"

**نویسنده**
**دکتر محمد عبداللهی**
**گروه فیزیک پزشکی و تکنولوژی پرتویی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر**

با سلام و احترام

در مجلد شماره ۲ از سال بیست و سوم (خرداد و تیر ۱۳۹۹) مجله طب جنوب، مقاله‌ای تحت عنوان **" استفاده از میدان مغناطیسی برای جداسازی کیست‌های ژیاردیا از آب"** در صفحات ۹۹ تا ۱۰۷ منتشر گردیده است که به نظر می‌رسد از جنبه تئوریک و عملی دچار کاستی‌هایی است که انتشار مقاله، یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق را مخدوش می‌نماید که در این نوشته مورد بحث قرار گرفته است.

جهت ارزیابی این مطلب که آیا اصولا از نظر مبانی علمی و تئوریک، کیست‌های ژیاردیای غوطه‌ور در محلول مورد آزمایش تحت تأثیر میدان مغناطیسی اعمالی قرار خواهند گرفت و بنابراین توانایی جداسازی مغناطیسی آن‌ها وجود خواهد داشت یا نه لازم است که میزان نیروی مغناطیسی وارد بر این کیست‌ها با نیروهای رقیب وارد بر آن‌ها در محلول، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرند. نیروی مقاومت شاره، نیروی جاذبه و نیروی بالابری سه نیروی رقیب وارد بر این کیست‌ها در محلول خواهند بود.

مطابق با رابطه (۱) نیروی مغناطیسی وارد بر یک ذره مغناطیسی (مانند کیست‌های ژیاردیا در این تحقیق) ضریبی است از قدرت میدان مغناطیسی و گرادیان میدان مغناطیسی اعمالی بر آن ذره (۱ و ۲):

$$(۱)\ F_m = \frac{\kappa_v V}{\mu_0}(B.\nabla)B$$

که در این رابطه $\kappa_v$ و V به‌ترتیب نشان‌دهنده پذیرفتاری حجمی مغناطیسی و حجم ذره، $\mu_0$ تراوایی مغناطیسی خلاء و B بزرگی میدان مغناطیسی می باشند.

در یک جریان لایه‌ای آرام (مشابه با شرایط آزمایش توضیح داده شده توسط نویسندگان)، نیروی مقاومت شاره‌ای وارد بر کیست‌ها را نیز می‌توان از رابطه ۲ بدست آورد:

$$(۲)\ F_d = 6\pi\eta r v$$

که در این رابطه $\eta$ ویسکوزیته محلول، r شعاع ذره و v سرعت نسبی حرکت ذره است. نیروی جاذبه نیز برابر است با $(۳)\ F_g = mg = \rho V g$

که $\rho$ نشان دهنده دانسیته ذره، g ثابت شتاب گرانشی و V حجم ذره است و در نهایت نیروی بالابری یا همان نیروی ارشمیدس وارد بر ذره نیز برابر خواهد بود با:

$$(۴)\ F_u = \rho V g$$

که $\rho$ نشان دهنده دانسیته محلولی که ذره در آن غوطه‌ور است، g ثابت شتاب گرانشی و V حجم مایع جابجا شده توسط ذره است که در اینجا به دلیل اینکه کیست‌های ژیاردیا به‌طور کامل در محلول غوطه‌ور هستند با حجم خود ذره برابر است.

از آنجا که دانسیته کیست‌های ژیاردیا با دانسیته محلول تقریباً برابر هستند نیروی بالابری نیز با نیروی وزن برابر خواهد بود و اتفاقاً به همین دلیل هم است که چرا کیست‌های ژیاردیا در حالت عادی در محلول ته‌نشین نمی‌شوند. بنابراین به‌طور



[ Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.52547/ismj.24.4.435 ]

خلاصه می‌توان چنین گفت که نیروی وزن و نیروی بالابری در محلول یکدیگر را خنثی می‌کنند.

با توجه به توضیحات ذکر شده، می‌توان نتیجه گرفت که تنها نیروی رقیب قابل ملاحظه در مقابل نیروی مغناطیسی وارد بر کیست‌ها، نیروی مقاومت شاره‌ای خواهد بود. با یک دید محافظه‌کارانه و با توجه به شرایط شرح داده شده آزمایش توسط نویسندگان و با دانستن اینکه اندازه کیست‌های ژیاردیا بین ۲۰-۱۰ میکرومتر (متوسط ۱۴ میکرومتر) است خواهیم داشت:

$$r \cong 7\ \mu m\ ،\eta \cong 10^{-3}\ Nsm^{-2}\ ،\rho \cong 1050\ Kgm^{-3}\ ،v \cong 10^{-5}\ ms^{-1}$$

از معادلات ۲، ۳ و۴ و با توجه به مقادیر بالا خواهیم داشت:

$$Fg \cong F_u = 1.47 \times 10^{-11}N \text{ و } F_d = 1.3 \times 10^{-12}N$$

جهت جداسازی مغناطیسی کیست‌ها می‌بایست نیروی مغناطیسی وارد بر این کیست‌ها از نیروی مقاومت شاره‌ای بالاتر باشد. از آنجا که اطلاعاتی در مورد پذیرفتاری حجمی مغناطیسی کیست‌های ژیاردیا در دست نیست با یک دید دست بالا و خوشبینانه و در بهترین حالت با در نظر گرفتن پذیرفتاری حجمی مغناطیسی برابر با گلبول‌های قرمز خون یعنی $\kappa = 3.9 \times 10^{-6}$ (۲) و با توجه به قدرت میدان مغناطیسی مورد استفاده توسط محققین یعنی 200 mT از رابطه ۱ خواهیم داشت:

$$F_m = 1.82 \times 10^{-17}\nabla B$$

نیروی جاذبه مغناطیسی جهت گیراندازی کیست‌های ژیاردیا می‌بایستی از نیروی مقاومت شاره بالاتر باشد یعنی: $1.82 \times 10^{-17}\nabla B > 1.3 \times 10^{-12}$ که در نهایت به این نتیجه منجر خواهد شد که: $\nabla B > 10^5 Tm^{-1}$.

به‌طور مسلم این مقدار گرادیان مغناطیسی بسیار بالایی است و با توجه به آهنرباها و شدت میدان مغناطیسی مورد استفاده (تقریباً ۱۰۰۰۰۰ برابر کمتر!) و همچنین شیوه آزمایش نویسندگان مقاله، دستیابی به گرادیان مغناطیسی در این حد غیرممکن و بسیار دور از دسترس بوده و بنابراین به هیچ وجه امکان جداسازی کیست‌های ژیاردیا با استفاده از این نوع آهنربا و شیوه توضیح داده شده در مقاله امکان‌پذیر نبوده و از نظر علمی امری محال و غیرممکن است.

با توجه به محاسبات و توضیحات ارائه شده و همچنین مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه جداسازی مغناطیسی ژیاردیا، مشاهده می‌گردد که کیست‌های ژیاردیا به‌صورت ذاتی تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار نگرفته و به همین خاطر در تمامی تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در زمینه جداسازی مغناطیسی کیست‌های ژیاردیا، از تکنیک نشاندارسازی مغناطیسی با استفاده از ذرات و یا نانو ذرات مغناطیسی استفاده می‌شود به‌طوری که هم اکنون کیت نشاندارسازی مغناطیسی ژیاردیا به‌صورت تجاری توسط چندین شرکت عرضه می‌گردد و در دسترس می‌باشد (۵-۳).

**References:**

1.Svoboda J. Magnetic Methods For The Treatment Of Minerals. Amsterdam, New York: Elsevier, 1987, Xix, 692.
2.Svoboda J. Separation Of Red Blood Cells By Magnetic Means. J Magn Magn Mater 2000; 220(2-3): 103-5.
3.Ramadan Q, Christophe L, Teo W, et al. Flow-Through Immunomagnetic Separation System For Waterborne Pathogen Isolation And Detection: Application To Giardia And Cryptosporidium Cell Isolation. Anal Chim Acta 2010; 673(1): 101-8.
4.Hsu BM, Huang C. IMS Method Performance Analyses For Giardia In Water Under Differing Conditions. Environ Monit Assess 2007; 131(1-3): 129-34.
5.Bifulco JM, Schaefer 3rd FW. Antibody-Magnetite Method For Selective Concentration Of Giardia Lamblia Cysts From Water Samples. Appl Environ Microbiol 1993; 59(3): 772-6.



[ Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOI: 10.52547/ismj.24.4.435 ]