





پوهنتون بلخ

معاونیت تحقیقات و مجله علمی

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی

جلد ۳۰ شماره ۱ | سال ۱۴۰۳



پوهنتون بلخ
معاونیت تحقیقات و مجله علمی
آمریت مجله علمی
مدیریت عمومی مجله علمی

صاحب امتیاز: پوهنتون بلخ

آمر مجله: پوهندوی دکتور محمد شاه صدیق

مدیر مسئول: پوهندوی سورگل کشمیری

سردبیر: پوهنمل نظیف الله اندیشمند

مدیر عمومی مجله: صابر الله سحر

مدیر نشریه مجله: عاشق الله رحیم

مدیر تصحیح: ذبیح الله محمدی

ایمیل آدرس: Scientific.journals@ba.edu.af

اعضای هیئت تحریر	
پوهاند امان الله مونس	پوهنځی علوم و ترنری
پوهاند محمد یوسف فکور	پوهنځی زراعت
پوهاند دکتور عبدالقیوم انصاری	پوهنځی زراعت
پوهاند شاه محمود فقیری	پوهنځی زراعت
پوهنوال دکتور احمد خالد موحد	پوهنځی تعلیم و تربیه
پوهندوی مقدس غنی	پوهنتون جوزجان پوهنځی تعلیم و تربیه
پوهنمل محمد حسین حیدری	پوهنځی علوم و ترنری

آراء و نظریات مندرج در این مجله الزاماً، نظر مجله علمی پوهنتون بلخ نبوده و آمریت مجله علمی در بازنگری، اصلاح و ویرایش مقالات برحسب معیارهای پذیرفته شده دست باز دارد.

راهنمایی نگارش مقاله علمی

این نشریه فقط مقاله‌های را منتشر خواهد کرد، که حاوی یافته‌های بکر و تازه و در زمینه‌ی علوم طبیعی و بر اساس رهنمود نگارش مقاله در نشریه‌های علمی، آمریت مجله علمی تحریر شده باشد. محققان گرامی که خواهان چاپ و نشر مقاله در نشریه‌ی علمی بلخ هستند، شایسته است که به نکات زیر دقت فرمایند:

- ۱- مقاله قبلاً در جای دیگر چاپ نشده و هم‌زمان برای نشریه‌ی دیگر نیز فرستاده نشده باشد.
- ۲- مقاله باید تأییدی دپارتمنت و کمیته فرعی تحقیق پوهنخی را داشته باشد.
- ۳- مقالات علمی تحقیقی باید دارای بخش‌های [چکیده / خلاصه، واژه‌های کلیدی، مقدمه، بیان مسأله، سؤالات، فرضیه‌ها، پیشینه، روش، مواد، یافته‌های تحقیق، مناقشه، نتیجه‌گیری با ذکر منابع درون‌متنی و بیرون‌متنی و مآخذ] باشد.
- ۴- خلاصه مقاله شامل (اهداف، روش و نتایج - حداکثر ۱۰۰ - ۲۵۰ کلمه) و واژه‌های کلیدی (۵-۷) به زبان‌های ملی و انگلیسی نوشته شود.
- ۵- نام کامل نویسنده / نویسندگان، رتبه علمی و نام مؤسسه به زبان‌های ملی و انگلیسی درج شود.
- ۶- موجودیت ایمیل آدرس نویسنده / نویسندگان در مقاله لازمی می‌باشد.
- ۷- حجم مقاله نباید بیشتر از ۱۲ صفحه (حداکثر ۵۰۰۰ کلمه) باشد.
- ۸- یادداشت‌های توضیحی شامل توضیحات بیشتری که نویسنده درج آن را ضروری می‌داند، با ذکر شماره در پاورقی همان صفحه درج شود.
- ۹- علائم نقطه (.)، کامه (،)، کامه نقطه‌دار (؛) و دونقطه (:) بدون فاصله تایپ شوند؛ حتی اگر ماقبل آن‌ها نشانه‌هایی نظیر پرانتز و گیومه باشد.
- ۱۰- ارجاع درون‌متنی و تدوین فهرست مآخذ باید به روش (APA) باشد. هر نوع روش دیگر، قابل‌پذیرش نبوده و در صورت عدم رعایت، مقاله مورد نشر قرار نخواهد گرفت.
- ۱۱- مسئولیت مطالب مقاله به عهده نویسنده است و نظر نویسنده الزاماً نظر آمریت مجله‌ی علمی پوهنتون بلخ نیست.
- ۱۲- مقاله بعد از تأییدی هیئت تحریر و آوردن اصلاحات لازم از جانب تقریظ دهنده به ایمیل آدرس رسمی مجله (Scientific.journals@ba.edu.af) در صفحه ورد تنظیم‌شده ارسال گردد.
- ۱۳- پذیرش اولیه مقاله منوط به رعایت «رهنمود تحریر آثار در نشریه‌های علمی، آمریت مجله علمی پوهنتون بلخ» و پذیرش نهایی آن منوط به جلسه هیئت تحریر و تأیید استاد تقریظ دهنده می‌باشد.

فهرست عناوین

بررسی خصوصیات خاک و دلایل تخریب سواحل دریای آمو در ولسوالی‌های کلدار و شور تپه

ولایت بلخ ۱

پوهنوال محمد اکبر انصاری، نامزد پوهنیار محمد مبین یونسی و نامزد پوهنیار محمد ظاهر

پوهنځی زراعت- پوهنتون بلخ

بررسی شیوع سنگ‌گرده در گاوهای کشتار شده در مسلخ مزارشریف ۹

پوهنمل محمد حسین حیدری، پوهنمل حسن علی مرادی، پوهاند امان الله مونس

پوهنځی علوم و ترنری- پوهنتون

اهمیت زنبور عسل از دیدگاه قرآن کریم ۱۷

پوهنمل محمد داود سرخابی

پوهنځی زراعت- پوهنتون بلخ

نقش و مؤثریت بیوتکنالوژی (BIOTECHNOLOGY) در امنیت غذایی انسان‌ها ۲۹

پوهنمل نظیف الله اندیشمند

پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

بررسی بازجهت گیری اسپینی و ناهمسان گردی مقناطیسی در فریت نئودیمیم (NdFeO₃)

..... ۴۳

پوهنیارمختار دانشور

پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

بررسی کاربرد تکنالوژی پلازما ی سرد در حافظت مواد غذایی ۵۵

نویسنده: پوهنیار مرتضی شفیق

پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

بررسی اثر بازپخت بر خواص اپتیکی لایه های نازک پروسکایتی بر پایه بیسموت تهیه شده

به روش یک مرحله‌ای تبخیری ۶۵

پوهنیار محمد اسمعیل احساس و پوهندوی سورگل کشمیری

پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

تداوی فوق حرارتی (هایپر ترمال) انساج توموری با حرارت‌دهی مستقیم لیزر و نانو ذرات

طلا ۷۳

مترجم: پوهنیار محمد عارف عاصم عضو کادر علمی

دیپارتمنت فزیک پوهنځی ساینس - پوهنتون بلخ

اهمیت القاح مصنوعی و طرز تطبیق آن بالای گاوهای شیری ۸۹

نامزد پوهنځی بسم الله مصمم

پوهنځی زراعت - پوهنتون بلخ

بررسی کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی زعفران کاران افغانستان ۱۰۱

پوهنمل سید ابوالحسن حسینی

پوهنځی زراعت - پوهنتون بلخ

چکیده‌ها به زبان انگلیسی ۱۱۱

سرمقاله

سپاس فراوان پروردگاری را که به لطف و کرمش، توفیق داد تا جمعی از محققان، نویسندگان، فرهیختگان و اعضای کادر علمی پوهنتون بلخ یکبار دیگر بر آن شدند تا با تدوین، گردآوری، تحقیق، تتبع و نشر مقالات وزین، ضمن گسترش علم، در حوزه علوم طبیعی نیز منشاء اثر باشند، تا باشد از طریق این مجله قطره‌ای از حاصل دستاوردهای علمی - تحقیقی را به عنوان توشه‌ای گران بها جهت رشد و توسعه کشور پیشکش نمایند.

بدون شک مرزهای علم و تکنالوژی به سرعت در حال اوج گرفتن است، چشم انداز این مجله آن است که به سطحی ارتقا یابد تا بتواند با رعایت استندهای پذیرفته شده ملی و بین المللی ضمن جلب توجه و همکاری صاحب نظران و محققان مرتبط، موضوعات جدید علمی را در سطح کشور مطرح نماید.

یقیناً دوام این نشریه بدون مشارکت استادان، محققان و خوانندگان امکان پذیر نخواهد بود. جا دارد، از تمامی اساتید و محققان عزیز رشته‌های گوناگون حوزه علوم طبیعی دعوت کنیم تا در یک همکاری پایدار، به غنای هرچه بیشتر این مجله کمک کنند؛ مجله علمی بلخ که مرزهای خود را محدود به پوهنتون بلخ نمی داند آمادگی ایجاد فضایی برای طرح گفت وگوهای علمی با تمامی پوهنتون های کشور را دارد و از دریافت مقالات بکر و پرمایه محققان عزیز که باعث شکوفایی این نشریه گردد استقبال می کند.

اینک دومین شماره «مجله علمی - تحقیقی بلخ» (حوزه علوم طبیعی) در سال ۱۴۰۳ هـ. ش به زیور چاپ آراسته گردیده، علی الرغم تلاش بی وقفه همکاران، خالی از نقص و کاستی نخواهد بود. امیدواریم اساتید، محققان و محصلان با طرح نظریات سالم و سازنده خویش در بارور ساختن این نشریه هم از لحاظ شکلی و هم از حیث محتوایی ما را یاری فرمایند.

بنابراین، فرصت را مغتنم شمرده از تمامی اساتید، محققان و نویسندگان مقالات وزین این شماره، مدیرمسئول، سردبیر، اعضای محترم هیئت تحریر و به‌ویژه همکاران در آمریت مجله علمی که علاوه بر بُعد کیفی مجله، در بعد اجرائی آن زحمات ارزشمندی را متقبل شده‌اند صمیمانه سپاسگزاری نموده و برای همه شان، از درگاه خداوند متعال توفیقات مزید مسئلت می‌نمایم.

با احترام

پوهنمل دکتور حمید الله عمرخېل
معاون تحقیقات و مجله علمی پوهنتون بلخ



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی خصوصیات خاک و دلایل تخریب سواحل دریای آمو در ولسوالی‌های کلدار و شور تپه ولایت بلخ

پوهنوال محمد اکبر انصاری، نامزد پوهنیار محمد مبین یونسی و نامزد پوهنیار محمد ظاهر پوهنخی زراعت- پوهنتون بلخ

چکیده

دریای آمو مرز میان افغانستان و همسایگان شمالی‌اش تاجکستان، ازبکستان و ترکمنستان را تشکیل می‌دهد. همه ساله آب دریای آمو صدها خانه و هزاران هکتار زمین زراعتی در افغانستان سواحل خود را می‌بلعد، و به گفته‌ی مردم محل دامنه این تخریبات هر روز بیشتر می‌شود. روی این ملحوظ تحقیق هذا تحت عنوان بررسی خصوصیات خاک و دلایل تخریب سواحل آن در سال ۲۰۱۹ برآه انداخته شد. این تحقیق با بررسی مصاحبه از اهالی منطقه و متخصصین آب و خاک و نمونه برداری عملی از سواحل دریای آمو در ولسوالی کلدار و شور تپه صورت گرفت. تحلیل و تجزیه خاک منطقه نشان داد که موجودیت بافت ریگی در قسمت‌های مقطع عمودی سواحل دریا، تنقیص مواد، استفاده بی رویه پوشش گیاهی، قلت کلسیم کاربونیات در خاک از جمله عوامل تخریب خاک سواحل دریای آمو می‌باشد. لذا نیاز است بخاطر شناسایی بیشتر عوامل تخریب کننده زمین‌های زراعتی و مسکونی تحقیقات بیشتر در ابعاد مختلف آن پی‌گیری شود البته با بلند بردن سطح آگاهی و دانش مردم حفاظت، احیا و احداث نباتات بومی در منطقه از جمله شیرین بیان، گز، سکساول وغیره راهکارهای مهم روی دست گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: دریای آمو، تخریب خاک، تحکیم سواحل، خاک و نبات

مقدمه

دریای آمو با طول ۲۵۴۰ کیلومتر از کوه‌های پامیر منشا گرفته و به دریای پنج و واخش یکجا می‌شوند. این دریا در قسمت شمال و شمال شرق کشور امتداد می‌یابد که اکثراً سرحد شمال کشور با تاجکستان، ازبکستان، و ترکمنستان را می‌سازد و در قسمت‌های صحرای قراقرم در نواحی ترکمنستان و ازبکستان یکجا شده و به خلیج اورال می‌ریزد. دریای آمو یکی از بزرگترین دریاها در مرکز آسیا بشمار می‌رود، که دارای ساحه آبگیر ۳۰۹۰۰۰ کیلو متر مربع و طول ۲۵۴۰ کیلو متر مربع را در بر می‌گیرد. اکثریت جریانات آب دریای آمو را تقریباً ۷۲٫۸ فیصد تاجکستان و ۱۴٫۶ فیصد را افغانستان ۸٫۵ فیصد ازبکستان تشکیل می‌دهد. مسیر دریای آمو بیش از ۸۰ فیصد از زمین‌های زراعتی کنار خود را در ولسوالی‌های کلدار و شورته تهدید می‌کند، که همه ساله در اثر آبخیزی دریای آمو ۱۰۰ تا ۳۰۰ جریب زمین زراعتی در ولسوالی‌های کلدار و شورته تخریب می‌گردد. بی‌توجهی برای تحکیم سواحل دریای آمو باعث شده است تا این ارقام همه ساله افزایش پیدا کند. در همین حال ساکنان ولسوالی‌های نام برده کلدار و شورته ولایت بلخ از آب خیزی‌های دریای آمو شکایت داشته و می‌گویند که همه ساله در اثر طغیان آب دریای آمو صدها جریب زمین زراعتی و ده‌ها منازل مسکونی‌شان از بین می‌روند. علاوه بر آن نه تنها زمین‌های زراعتی، خانه‌هایشان را آب تخریب می‌کند، بلکه همه‌روزه از جغرافیای این ولسوالی کاسته می‌شود و اگر حکومت توجه نکند تا چندین سال دیگر ولسوالی به نام کلدار و شورته وجود نخواهد داشت. شایان ذکر است که دریای آمو صدها کیلومتر مرز مشترک میان امارت اسلامی افغانستان و اوزبیکستان، ترکمنستان و تاجکستان را تشکیل می‌دهد. مسیر این دریا از ولایات چون جوزجان، بلخ، کندوز و تخار عبور می‌کند و در این مسیر سالانه خسارات بزرگی را بر زمین‌های زراعتی و محصولات زراعت وارد می‌کند. هم‌چنان تخریبات دریای آمو تنها به ولسوالی‌های شورته و کلدار بلخ خلاصه نمی‌شود، مردم در ولایات کندز، تخار و جوزجان نیز در سواحل آمو از تخریب زمین‌های زراعتی‌شان شکایت داشته و می‌گویند که اراضی کشور همه روزه در حال از دست رفتن است. مجموع جریان آب سالانه دریای آمو ۷۹٫۳ کیلو متر مکعب و ظرفیت ذخیره به ۲۴ میلیارد متر مکعب می‌رسد (Froebrich and Kayumove, 2004) و (Oliver et al., 2009). این دریا سالانه مقدار زیاد زمین‌های زراعتی و مسکونی سواحل خود را در مسیر راه بخصوص در کشور ما می‌بلعد و سبب نگرانی اهالی مناطق که در آن زندگی می‌کنند، می‌گردد.

چالش‌ها

نکات ذیل از جمله چالش‌های اساسی تخریب سواحل دریای آمو به‌شمار می‌روند:

عدم موجودیت ارقام تخنیک‌های هیدرولوژیکی و اقلیمی.

عدم مراقبت جدی از محیط.

صحراگرایی (استفاده بی‌رویه و خشک سالی‌های پی‌هم).

فرسایش سطح بستر دریا توسط کشتی‌های کشور همسایه.

میتود و روش: مطالعه و ارزیابی خاک سواحل دریای آمو در برگزیده مطالعه ابتدایی به‌گونه راه‌اندازی مصاحبه‌ها با منسوبین ذیربط و مردم محل، گرفتن نمونه‌های خاک و تجزیه خاک در لابراتوار پوهنچى زراعت پوهنتون بلخ می‌باشد.

جدول (۱) روش‌های تجزیه خاک

شماره	روش‌ها	ماخذ
الف. مشخصات فیزیکی خاک		
۱	ذرات خاک	Hydrometer Black, 1965, Pp: 374-377
۲	کثافت خاک	Clod method Black, 1965, Pp: 374-377
ب. مشخصات کیمیاوی خاک		
۱	پی اچ	Potentiometric Jackson, 1973
۲	هدایت برقی	Conductometric Jackson, 1973
۳	کاربن عضوی	Wet oxidation Jackson, 1973
۴	نایتروجن	Alkaline permanganate oxidation Subbiah and Asija, 1956, Pp:259
۵	فسفورس P_2O_5	Spectrophotometric (0.5M $NaHCO_3$, pH 8.5) Olsen et al., 1954, Pp:21-29
۶	پوتاشیم K_2O	Flame photometric Jackson, 1973
ج. تجزیه آب		
۱	Ca & Mg	Versenate method Jackson, 1973

دریای آمو

بیابانی که در بافت خاکی رودخانه آمو قرار دارد ترکیبی از ریگ و جغل می‌ده است که از کوارتز رسوبی و رودخانه تولید می‌شود. در مناطق ولسوالی‌های کلدار و شورته‌په مهاجرت ریگ و جغل می‌ده وجود دارد که بعضی اوقات همین ریگ توسط دریای آمو آورده شده، در نتیجه سبب بوجود آوردن به مساحت ۳۰ کیلو متر ریگ در ولسوالی‌های فوق گردیده است. از لحاظ ساختمان‌های جیولوجیکی تمام این ناحیه از جمله ساختمان‌های کواترنری (Quaternary) می‌باشد. خاک‌های دشت و صحرا و سنگریزه‌های خورده، طبقات ریگ، سطح اراضی را پوشانیده است. بنابر موجودیت دریای آمو، رطوبت این حوزه باعث تشکیل محیط ساوانا در امتداد ساحل دریا شده است، اما دورتر از کرانه‌های ساحلی آمو، تپه‌های ریگی ساحه وسیعی را موازی با ساحل دریا احتوا می‌کند و خصوصیت نیمه صحرایی را به آن می‌بخشد، زیرا در ایام تابستان از ریزش باران‌های موسمی و منطقوی برخوردار نبوده، دارای هوای خشک می‌باشد (Ahmad and Wasiq., 2004).

مناطق دشتی و نیمه صحرایی کلدار، شورته‌په و حیرتان فعالیت فوق‌العاده شدید Alluvial (بادی) در شمال ولایت بلخ و نقاط همجوار آن بخصوص در منطقه نیمه صحرایی شورته‌په و کلدار به ظهور رسیده است. در این جا انواع صحراها، از قبیل صحراهای ریگی و دشت‌های سنگی و غیره گسترش دارند. مسیر آب خیزی و تراس‌های پایینی در ساحل چپ دریای آمو از ریگ‌های روان که توسط دریا آورده شده تشکیل گردیده اند. ریگ‌های که توسط باد آورده شده، به شکل سلسله‌های ائولووی (تپه‌های بادی، برخانه‌ها، دیون‌ها دیده شده) یعنی باد در اینجا یک «Landshaft» صحرای ریگی را ساخته است که عرض ۳۰ کیلومتر را دارا می‌باشد.

رسوبات عصر کواترنری در امتداد دریای آمو از جنس سنگ پارچه‌های دریائی ماسه (Gravels)، ریگ (Sands) و خاک‌های رسوبی نوع لوس (Loess) بوده که ساحهٔ رشد جنگلات دو ساحل دریا را بار آورده و اغلباً سبزه‌ها و بته‌های پست قامت در بالای آن می‌روید، علاوه براین، برخی از مکان‌های رسوب نئوژن (Neogene)، پالئوژن (Paleogene) حاوی تخته سنگ، مارل (Marl)، آهک و شیل (Shale) است. منرال‌های کلی (کلوراید و کتولینایت) (Chlorite and Kaolinite) به مقدار کم می‌باشد. کلورین از جمله آیون‌ها با ترکیبات سلفیت به مقدار زیاد که قابل حل در نمک می‌باشد، وجود دارد. نمک‌ها باعث ترکیش در خاک می‌گردند حاوی کرسنال‌های هالایت، سودیم، مگنیزیم، سلفیت مانند Thenardite و Epsomite و برعلاوه گچ می‌باشد. قابل بحث است که اجزای ترکیبی ترسبات و آب‌های زیر زمینی از جمله عوامل مهم در تعیین و انکشاف زیر زمینه دریای آمو و خاک آن، می‌باشد. ترکیبات ذرات خوب خاک و عدم موجودیت آب‌های زیر زمینی (زهکشی آب) در سطح نمایانگر تشکیلات نوع ترکیش در روی خاک می‌باشد. موجودیت اندازه متوسط ذرات خاک و نشر آن با موجودیت آب‌های زیر زمینی در سطح عامل تشکیل Solonchalk و نمک می‌باشد (Walter and Shobair., 2009)

جدول (۲): خصوصیات خاک سواحل دریای آمو

ردیف	قریه	مشخصات نمونه	مشخصات فیزیکی		مشخصات کیمیاوی					
			کثافت	ذرات خاک	نایتروجن	فاسفور س	pH	ECdS/m	%CaCO3	مواد عضوی %
۱	چوباش	زمین زراعتی	۱,۱	لوم ریگی	۵۱,۲ mg/kg	۸,۶ mg/kg	۷,۲	۱,۲۹	۶,۸	۰,۴
۲	چوباش	خاک که توسط دریا آورده شده است در بند سبز	۱,۱	سلتی لوم	۴۴,۲ mg/kg	۹,۶ mg/kg	۷,۸	۰,۱۴	۷,۴	۰,۴
۳	اریخ ایاق	با عمق ۲ متر	۱,۱	لوم ریگی	۴۹,۲ mg/kg	۹,۲ mg/kg	۷,۹	۰,۱۱	۹,۴	۰,۵
۴	اریخ ایاق	با عمق ۱ متر	۱	سلتی لوم	۶۲,۱ mg/kg	۶,۴ mg/kg	۷,۶	۰,۸۵	۶,۸	۰,۵

بررسی پروفایل خاک

بر اساس تجزیه کیمیاوی و فیزیکی نمونه‌ها اوسط پی اچ خاک ۷,۳، هدایت برقی ۰,۵ ملی موز فی سانتی متر، مواد عضوی ۰,۴۵ فیصد می‌باشد و برای جزئیات بیشتر به جدول فوق مراجعه گردد. ذرات خاک ریگ و سلت می‌باشد. یکی از عوامل اساسی که سبب فرسایش خاک‌های منطقه گردیده است ذرات ضعیف خاک می‌باشد که عبارت از سلت و ریگ می‌باشد. عمق پروفایل خاک بین ۰ الی ۱,۵ متر لوم ریگی و سیلتی لوم بوده و ۱,۵ متر پایین‌تر ریگ می‌باشد.

پروفایل خاک پائین‌تر از ۱,۵ متر حفر گردیده، بنابر موجودیت ذرات ریگی سبب فرسایش در ساحه بوده، در ارتفاع بلندتر از ۱,۵ متر ذرات خاک لوم ریگی بوده که یک خاک مناسب بخاطر رشد پوشش سبز طبیعی می‌باشد.

بنابر شدت جریان آب دریا در ماه‌های ثور الی سرطان پروفایل پائین از ۱,۵ متر که اکثراً ریگ می‌باشد توسط طغیان و موج دریایی آمو سواحل آن را تخریب کرده و سبب لغزیدن پروفایل سطحی خاک می‌گردد. پخش اندازه ذرات خاک، موجودیت نمک در ترکیبات، موجودیت منرالوژی و مایکرو منرالوژی Solonchalk دریای آمو در حالی که مقدار ریگ نرم به مقدار کم موجود بود و بافت رس وجود ندارد. خاک قسمت‌های پایینی دارای سائز یکسان بوده، خاک زیر پوسته اندازه ذرات مشابهی دارد. در پوسته، ذرات ریز غالب هستند. در هر دو پوسته، کوارتز به مقدار زیاد و با کلسایت و مایکا (Calcite and mica) همراه است.



شکل ۳: نمایانگر پروفایل خاک دریای آمو در ولسوالی شورته‌په (الف) و کلدار (ب) ولایت بلخ.

مناقشه

فرسایش خاک در امتداد رودخانه بالاترین تهدید در سواحل دریای آمو می‌باشد. در این تحقیق بررسی خصوصیات خاک و دلایل تخریب سواحل آن مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. برای حفاظت خاک بر اساس تجزیه خاک سواحل دریا، نباتات بومی و سوالنامه از مردم و جوامع بومی منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از تجزیه خاک حاکی از این است که مواد عضوی خاک ۰,۴۵ و ذرات خاک سواحل آن ریگ و سلت می‌باشد ضمناً مقدار کلسیم کاربونیات در سطح پایان قرار دارد. تفسیر خاک که شامل ذرات خاک می‌شود و یکی از خاصیت بسیار مهم فیزیکی خاک است که بالای خواص و عملیه‌های مهم مانند نفوذ پذیری خاک، حرکت هوا و آب در خاک، قدرت حفظ آب خاک، حاصلخیزی خاک، نفوذ و انکشاف ریشه‌های نباتات، چگونگی اجرا عملیات زراعتی در خاک و تخریب خاک تأثیر قابل ملاحظه دارد (ایوبی، ۱۳۹۴).

مواد عضوی هم جزء بسیار مهم و فعال خاک را تشکیل می‌دهد. با وصف آن که مقدار مواد عضوی در خاک‌های افغانستان کم بوده که این مواد عضوی بالای خواص فیزیکی، کیمیاوی و بیولوژی خاک تأثیر زیاد دارد. رول مواد عضوی در ارتباط به جلوگیری از تخریب خاک بسیار مهم است. مواد عضوی از طریق اصلاح ساختمان خاک و تشویق نفوذ آب در خاک سبب کاهش جریان آب بروی زمین گردیده که در نتیجه آن تخریب خاک نیز کم می‌شود (Toroehet al., 2004).

نتیجه گیری

بعد از بررسی و گفت و شنود از متخصصین (اداره حوزه دریایی شمال و اساتید بخش خاکشناسی پوهنجی زراعت) و اهالی منطقه ولسوالی‌های شورته و کلدار، تجزیه و تحلیل از نمونه‌های خاک از سواحل دریای آمو از (قریه چوباش ولسوالی کلدار و اریخ ایاق شورته) نتایج حاصله نشان می‌دهد که دلایل عمده تخریب سواحل دریای آمو موجودیت تکسچر ریگی و سلتی در قسمت‌های پائینی (۱ الی ۲ متری) مقطع عمودی خاک، کم بودن مواد عضوی و کلسیم کاربونیات موجود در خاک سواحل دریا می‌باشد. افزون بر این فقر اقتصادی و فرهنگی جامعه سبب از بین بردن پوشش گیاهی اطراف دریا گردیده که در نتیجه همه ساله قسمت زیادی از اراضی جنگلی و قابل کشت توسط آبخیزی دریا نابود می‌گردد. بر اساس مشاهدات و مطالعات خصوصیات خاک نکات ذیل در زمینه مدیریت فرسایش آب و خاک در ساحه مذکور سفارش می‌گردد:

- حفاظت و احیای نباتات بومی منطقه (بید، شیرین بیان، گز، سنجد و غیره).
- خاک‌های حاصلخیز در بوری‌های که بند سبز احداث می‌گردد جابجا گردد.
- از مواد ساختمانی استندرد در زمینه اعمار بندهای سبز استفاده گردد. (پایه‌های کانکریت یا بانگس)
- احداث بندهای سبز باید از شروع نقطه فرسایش دریا شروع گردد.
- آموزش اهالی منطقه در زمینه حفظ و نگهداری پوشش نباتی سواحل دریا و بندهای سبز

ماخذ

ایوبی، عبدالغنی. (۱۳۹۴). حفاظت خاک و آب. کابل! عازم. صص. ۱۲-۲۰

- Ahmad, M., and Wasiq, M., (2004). Water Resource Development in Northern Afghanistan and its implication for Amu Darya Basin. World Bank Working Paper No.36.
- Froebrich, J., Kayumov, O., (2004). Water management Aspects of Amu Darya, in: Dying and Dead Seas – Climatic Versus Anthropic Causes. Nato Science Series: IV, Earth and Environmental Sciences. Vol. 36, Nihoul, J.C.J., Zavialov, P.O., Micklin, P.P., eds., Kluwer, Dordrecht, pp. 49–76.
- Walter, Klenn and Sayed Sharif Shobair. (2009). Impact of irrigation in northern Afghanistan on water use in the Amu Darya basin. FAO. PP:3-4.
- Oliver, Olsson, Malikalkramova, Melanei Baure and Jochen. (2008). The role of the Amu Darya dams and reservoirs in future water supply in the Amu Darya basin. Research gate. Pp:277-279.
- Troeh, F. R., J. A. Hobbs and R. L Donahue. (2004). Soil and Water Conservation for Productivity and Environment Protection. Pearson Education, Prentice Hall. New Jersey, USA.
- Black, C.A. (1965). Methods of Soil Analysis Part-I. The American Society of Agronomy, Inc. Madison Wisconsin, U.S.A. pp. 374-377.
- Jackson, M.L. (1973). *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall of India. Pvt., Ltd., New Delhi.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium biocarbonate. *U.S.D.A Circ* 939: 21-29.
- Subbiah, B. V. and Asija, G. L. (1956). A rapid procedure for the estimation of available nitrogen in soil. *Current Science*, 25: 259.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی شیوع سنگ‌گرده در گاوهای کشتار شده در مسلخ مزار شریف

پوهنمل محمد حسین حیدری، پوهنمل حسن علی مرادی، پوهاند امان الله مونس

پوهنځی علوم و ترنری - پوهنتون

چکیده

سنگ‌گرده شایع‌ترین و از نظر اقتصادی مهم‌ترین مرض سیستم ادراری در گاوها می‌باشد که در اواخر خزان یا زمستان و ماه‌های خشک تابستان بیشتر بوده که احتمالاً به دلیل نوسانات مصرف آب است. هدف از این مطالعه بررسی شیوع سنگ‌گرده در گاوهای کشتار شده در مسلخ مزار شریف و اثر درجه سختی آب به عنوان یک عامل خطر احتمالی در ایجاد سنگ‌گرده می‌باشد. این مطالعه به روش انتخاب تصادفی از گاوهای کشتار شده در مسلخ مزار شریف انجام شده که ۸۰ راس گاو (۱۶۰ گرده) جهت ارزیابی میزان شیوع سنگ‌گرده مورد بررسی قرار گرفت که از ماه قوس ۱۴۰۲ آغاز و الی ماه ثور ۱۴۰۳ ادامه داشت. از ۸۰ راس گاو، ۲۳ راس نر و ۵۷ راس ماده بودند. نمونه‌های آب از ۱۲ ناحیه شهر مزار شریف با استفاده از دستگاه TDS meter ارزیابی شد. عمده‌ترین یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که میزان شیوع سنگ‌گرده در گاوهای شهر مزار شریف ۲۷٫۵٪ است. سن حیوانات بین ۲ الی ۱۲ سال بود. بیشترین گاوهای مورد مطالعه بین سنین ۵-۸ سال بودند درحالی که موجودیت سنگ‌گرده بیشتر در سنین ۹-۱۲ سال (۴۵٫۴٪) دیده شد. ۲۲ گاو (۲۷٫۵٪) دارای سنگ‌گرده بودند که ۵ راس (۲۲٫۷٪) آن نر و ۱۷ راس آن (۷۷٫۳٪) آن ماده بودند. از ۲۲ حیوان مصاب به سنگ‌گرده ۱۹ راس (۸۶٫۴٪) آن از نسل وطنی بوده درحالی که ۳ راس (۱۳٫۶٪) آن نسل‌های دورگه بودند. در معاینات بعد از مرگ تغییرات پتالوژیکی مانند تغییر رنگ گرده‌ها، خونریزی، پرخونی، نکروز و کیست هیداتیت دیده شد. آب کارته بخدی با ۲۲۱۰ ppm دارای بالاترین و آب سجادیه با ۴۳۷ ppm دارای کمترین درجه سختی بوده درحالی که درجه سختی آب معدنی تجارتی موجود در بازار ۲۴ ppm بود. بنابراین، سنگ‌گرده به عنوان یکی از امراض مهم شناخته شده است که از نظر اقتصادی مهم‌ترین مرض سیستم ادراری در گاوها بوده که ۲۷٫۵٪ گاوهای شهر مزار شریف را مصاب ساخته که می‌توان دلیل فیصدی مصابیت بالای گاوهای در این ولایت را سختی بیش از حد آب دانست.

واژه های کلیدی: درجه سختی آب، سنگ‌گرده، گاو، شهر مزار شریف

مقدمه و بیان مسله

سنگ‌گرده شایع‌ترین و از نظر اقتصادی مهم‌ترین مرض سیستم ادراری در گاوها می‌باشد که در اواخر خزان یا زمستان و ماه‌های خشک تابستان بیشتر بوده که احتمالاً به دلیل نوسانات مصرف آب است. هدف از این مطالعه بررسی شیوع سنگ‌گرده در گاوهای کشتار شده در مسلخ مزارشریف و اثر درجه سختی آب به عنوان یک عامل خطر احتمالی در ایجاد سنگ‌گرده است. در این مطالعه نمونه‌ها به شکل تصادفی از ۸۰ راس گاو (۱۶۰ گرده) جمع‌آوری گردیده که از ماه قوس ۱۴۰۲ آغاز و الی ماه ثور ۱۴۰۳ ادامه داشت. هم‌چنان نمونه‌های آب ۱۲ ناحیه شهر مزارشریف با استفاده از دستگاه TDS meter از نظر درجه سختی مورد ارزیابی قرار گرفت. سن حیوانات شامل این مطالعه بین ۲ الی ۱۲ سال بوده که شامل نسل‌های وطنی و دورگه بود. علاوه بر موجودیت سنگ، گرده‌ها از نظر تغییرات پتالوژیکی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

سنگ‌گرده هر دو جنس را درگیر می‌کند، اما انسداد ادرار تنها در حیوانات نر یک مشکل عمده است. گاوهای نر به دلیل ساختمان اناتومیکی مجاری ادراری شان، بیشتر تحت تأثیر شکل انسدادی سنگ‌گرده قرار می‌گیرند. انسداد مجرای ادرار به طور گسترده در نشخوارکننده‌گان مختلف گزارش شده و یک رایج در گوسفند، بز و گاو نر است.

سنگ‌ها بیشتر در مثانه یافت می‌شوند، اما می‌توانند در ناحیه پلوئیس گرده مشکل و مجرای ادرار نیز ایجاد شوند. تشکیل سنگ ادرار معمولاً از ترکیبی از اختلالات فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای، جنتیکی و عوامل مدیریتی ناشی می‌شود. کاهش مصرف آب، تغییر pH ادرار، کمبود نسبی مهارکننده‌های کریستالیزیشن، عفونت دستگاه ادراری، کمبود ویتامین A و مصرف بالای هورمون استروجن، همگی به عنوان عوامل خطر و زمینه‌ساز محسوب شده‌اند. سنگ‌گرده عمدتاً به استفاده بیش از حد یا استفاده نا متعادل مواد معدنی نسبت داده می‌شود. تأثیرات جغرافیایی و فصلی نقش مهمی برای گله‌های چراگاهی در مناطق نیمه خشک ایفا نموده و نقش سختی آب در ایجاد سنگ‌گرده بحث برانگیز است.

وضعیت سنگ‌گرده در گاوهای شهر مزارشریف هنوز مشخص نیست. معلومات علمی مربوط به سنگ‌گرده در میان گاوهای شهر مزارشریف وجود ندارد. با توجه به اینکه عوامل مختلف در ایجاد سنگ‌گرده دخیل هستند، نیاز به انجام این مطالعه وجود دارد.

فرضیه‌ها

۱. بنظر می‌رسد بین درجه سختی آب و ایجاد سنگ‌گرده رابطه‌ای وجود دارند.
۲. میزان سنگ‌گرده در گاوهای ماده که تولید شیر دارند نسبت به گاوهای نر بیشتر است.

پیشینه

سنگ‌گرده به عنوان یکی از امراض شناخته شده است که با شیوع بالا در سراسر جهان مشخص می‌شود (Pozdzik et al., 2019). شکل‌گیری سنگ‌گرده تحت تأثیر عوامل محیطی متعدد از جمله رژیم غذایی قرار می‌گیرد. از آنجایی که عادات تغذیه‌ای نقش مرتبطی در پیدایش سنگ‌گرده ایفا می‌کند، تغییرات در رژیم غذایی می‌تواند برای مدیریت و جلوگیری از پیشرفت سنگ‌گرده مهم باشد (Ferraro et al., 2020). سنگ‌گرده در انسان‌ها و حیوانات رخ می‌دهد (Moe, 2006; McGavin and Zachary, 2007). حیوانات که دارای سنگ‌گرده هستند ممکن از نظر کلینیکی خاموش باشند، اما سبب مسدود شدن گرده‌ها یا

حالبین می‌شوند، و یا منجر به آسیب فشاری به پارانشیما گرده شده که سر انجام باعث نارسایی گرده‌ها می‌شود (Hoppe et al., 1998) سنگ‌های سیستم ادراری در گاو، گوسفند و بز رایج است (Eccles, 2010; Sickinger and Windhorst, 2022). اکثر سنگ‌های ادراری در گاو شامل مگنیزیم کلسیم کاربونات فاسفیت، مگنیزیم فاسفیت کلسیم، مگنیزیم امونیم فاسفیت، کلسیم کاربونات، کلسیم فاسفیت، struvite و silica است (Eccles, 2010, Onmaz et al., 2012). تشکیل سنگ ادرار معمولاً از ترکیبی از اختلالات فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای، جنتیکی و عوامل مدیریتی ناشی می‌شود. کاهش مصرف آب، تغییر pH ادرار، کمبود نسبی مهارکننده‌های کریستالیزیشن، عفونت دستگاه ادراری، کمبود ویتامین A و مصرف بالای هورمون استروجن، همگی به عنوان عوامل خطر و زمینه ساز محسوب شده‌اند. سنگ‌گرده عمدتاً به استفاده بیش از حد یا استفاده نامتعادل مواد معدنی نسبت داده می‌شود (Nagy, 2009; Onmaz et al., 2012). تأثیرات جغرافیایی و فصلی نقش مهمی برای گله‌های چراگاهی در مناطق نیمه خشک ایفا نموده و نقش سختی آب در ایجاد سنگ‌گرده بحث برانگیز است (Eccles, 2010). موجودیت کلسیم و مگنیزیم منجر به سختی آب می‌شود (Schwartz., 2002). هدف از این مطالعه بررسی شیوع سنگ‌گرده در گاوهای کشتار شده در مسلخ مزار شریف و اثر درجه سختی آب به عنوان یک عامل خطر احتمالی در ایجاد سنگ‌گرده بود. فرض ما بر این است که شیوع سنگ‌گرده در گاوهای مزار شریف در یک سطح بالا قرار دارد و ممکن یکی از عوامل تأثیر گذار درجه سختی آب این منطقه باشد.

مواد و روش کار

حیوانات: در این مطالعه که از ماه قوس ۱۴۰۲ الی ثور ۱۴۰۳ ادامه داشت ۱۶۰ گرده متعلق به ۸۰ گاو کشتار شده در مسلخ مزار شریف، بررسی شد که از این میان ۳۲ رأس گاو نر و ۵۷ رأس آن ماده بودند. در ابتدا مشخصات گاوها از قبیل جنسیت، سن، محل نگهداری، وضعیت جسمی و معاینات قبل از کشتار انجام شد. سپس بعد از کشتار حیوان معاینات بعد از مرگ انجام شده و گرده‌های حیوانات برای موجودیت سنگ‌ها و تغییرات پتالوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

جمع آوری نمونه‌های آب: نمونه‌های آب از ۱۲ ناحیه شهر مزار شریف (ناحیه اول الی ناحیه دوازدهم) که در آن حیوانات پرورش داده می‌باشد، جمع آوری گردید. نمونه‌های آب در جریان ۴۸ ساعت بعد از جمع‌آوری به لابراتوار منتقل شده و از نظر سختی ارزیابی شدند.

تعیین سختی آب: با استفاده از روش (Egemen, 2005) و دستگاه TDS^۱ meter درجه سختی نمونه‌های آب ارزیابی شد. سختی کل به عنوان مجموع سختی کلسیم و مگنیزیم، بر اساس ppm به صورت CaCO₃ تعریف شد.

نتیجه

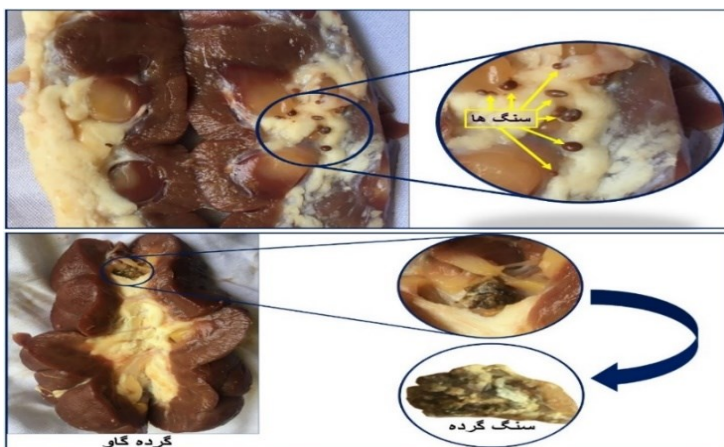
گاوها از ۱۲ ناحیه مختلف در مسلخ شهر مزار شریف برای کشتار آورده شدند. گاوها در معاینات فیزیکی قبل از مرگ هیچ‌گونه علائم کلینیکی و تغییرات رفتاری را نشان ندادند. سن حیوانات بین ۲ الی ۱۲ سال بود. بیشترین گاوهای مورد مطالعه بین سن ۵ - ۸ سال بودند درحالی که موجودیت سنگ‌گرده بیشتر در سن ۹-

^۱ Total Dissolved Solids (کل جامدات محلول)

۱۲ سال (۴۵,۴٪) دیده شد که در (جدول ۱ و شکل ۱) نشان داده شده است. ۲۲ گاو (۲۷,۵٪) دارای سنگ گرده بودند که ۵ رأس (۲۲,۷٪) آن نر و ۱۷ رأس آن (۷۷,۳٪) ماده بودند. از ۲۲ حیوان مصاب به سنگ گرده ۱۹ رأس (۸۶,۴٪) آن از نسل وطنی بوده در حالی که ۳ رأس (۱۳,۶٪) آن نسل‌های دورگه بودند.

جدول ۱: سن حیوانات تحت مطالعه و حیوانات مصاب به سنگ گرده

سن	حیوانات تحت مطالعه تعداد (فیصدی)	حیوانات مصاب به سنگ گرده تعداد (فیصدی)
۱-۴ سال	۱۹ (۲۳,۸)	۶ (۲۷,۳)
۵-۸ سال	۳۴ (۴۲,۵)	۶ (۲۷,۳)
۹-۱۲ سال	۲۷ (۳۳,۷)	۱۰ (۴۵,۴)

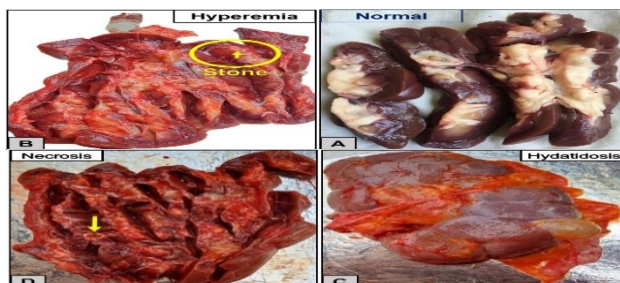


شکل ۱: موجودیت سنگ در گرده‌ها

در معاینات بعد از مرگ در حیوانات بعضی تغییرات پتالوژیکی مانند تغییرات رنگ در قسمت medulla و cortex، خونریزی در قسمت pelvic، پر خونی در قسمت medulla، نکروز انساج گرده و کیست هیداتیت در گرده‌های تحت مطالعه نیز به مشاهده رسید که در (جدول ۲ و شکل ۲) نشان داده شده است.

جدول ۲: تغییرات پتالوژیکی در گرده‌های تحت مطالعه

تغییرات پتالوژیکی در گرده‌های تحت مطالعه	تعداد حیوانات مصاب	فیصدی
تغییرات رنگ در قسمت cortex و medulla	۸	۱۰٪
خونریزی در قسمت pelvic	۶	۷,۵٪
پر خونی در قسمت medulla	۵	۶,۲٪
نکروز انساج گرده	۴	۵٪
کیست هیداتیت	۳	۳,۸٪

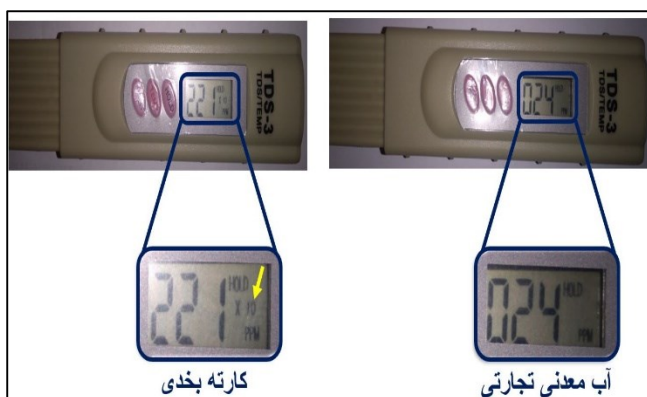


شکل ۲: A: نمای گرده سالم گاو، B: پرخونی در قسمت medulla گرده، C: کیست هیداتیت، D: نکروز انساج گرده

درجه سختی نمونه‌های آب که از ۱۲ ناحیه شهر مزار شریف (ناحیه اول الی ناحیه دوازدهم) جمع آوری گردیده بود در (جدول ۳ و شکل ۳) نشان داده شده است. درجه سختی تمام نمونه‌های آب خیلی فراتر از استاندارد (۱۰۰ ppm) بوده است که نمونه آب کارته بخدی با ۲۲۱۰ ppm دارای بالاترین درجه سختی نمونه آب سجاده با ۴۳۷ ppm دارای کمترین درجه سختی در بین ۱۲ ناحیه شهر مزار شریف بوده در حالی که درجه سختی آب معدنی تجارتی موجود در بازار ۲۴ ppm بود

جدول ۳: درجه سختی نمونه‌های آب دوازده ناحیه شهر مزار شریف

ناحیه	موقعیت منطقه	درجه سختی آب به ppm
۱	قبادیان	۵۹۵
۲	مندوی	۴۹۵
۳	کارته بخدی	۲۲۱۰
۴	بابه یادگار	۷۱۴
۵	یولمر	۱۸۵۰
۶	چهار راهی کابل فلز	۶۲۲
۷	نور خدا	۱۷۷۰
۸	دشت شور	۱۵۲۰
۹	نوشاد	۱۸۰۰
۱۰	سجاده	۴۳۷
۱۱	شهرک ولی عصر	۱۴۷۰
۱۲	حسین آباد	۵۴۰
*	آب معدنی تجارتی موجود در بازار	۲۴



شکل ۳: تعیین نمودن درجه سختی آب کارته بخدی ۲۲۱۰ ppm = ۲۲۱×۱۰ و آب معدنی تجارتي موجود در بازار ۲۴ppm با استفاده از دستگاه TDS meter.

مناقشه و نتیجه گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که فرضیه ما که همانا شیوع سنگ گرده در گاوهای مزار شریف در یک سطح بالا قرار دارد و ممکن یکی از عوامل تأثیر گذار درجه سختی آب این منطقه باشد صدق نموده و درجه سختی نمونه‌های آب خیلی بالا بوده و سنگ گرده نیز در میان گاوها شیوع نسبتاً بیشتر دارد.

سنگ‌گرده شایع‌ترین و از نظر اقتصادی مهم‌ترین مرض سیستم ادراری در گاوها می‌باشد. این مرض در اواخر خزان یا زمستان و ماه‌های خشک تابستان بیشتر بوده که احتمالاً به دلیل نوسانات مصرف آب است (Radostits et al., 2000; Nagy, 2009). علت سنگ گرده و میکانیزم تشکیل آن‌ها در سیستم ادراری پیچیده بوده و عوامل مختلف در آن دخیل است. در این مطالعه میزان شیوع سنگ‌گرده در گاوهای شهر مزار شریف (۲۷٫۵٪) بوده در حالی که در مطالعات قبلی ۱٪، ۸٫۸٪، ۴٫۲۰٪، ۳۲٫۸٪ (Amarpal et al., ۲۰۲۰; Sahinduran et al., 2007; Onmaz et al., 2012; Oryan et al., 2015) گزارش شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سختی آب خیلی بالاتر از حد نورمال است. سختی آب ممکن است نقش مهمی در ایجاد سنگ‌گرده داشته باشد. از سوی دیگر، این را می‌توان با انواع مختلف خوراکه، میزان مصرف آب در مطالعه قبلی گزارش شده بود توضیح داد.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که در معاینات بعد از مرگ تغییرات پتالوژیکی مانند تغییر رنگ گرده‌ها، خونریزی، پر خونی، نکروز و کیست هیداتیت دیده شد که در مطالعات قبلی نیز بعضی از تغییرات پتالوژیکی مانند پر خونی، و خونریزی‌های نقطه ای (petechial)، اکیموز (ecchymotic hemorrhages)، لیژن‌های میلانوز کپسولی، نکروز حاد تیوبولی، نکروز پیری و کلسیفه شدن را گزارش کردند (Kojouri et al., 2014; Oryan et al., 2015). عملکرد گرده‌ها به تعداد و عملکرد نفرون‌ها بستگی دارد. نارسایی می‌تواند ناشی از بی‌نظمی در سرعت جریان خون گرده‌ای، سرعت فیلتریشن گلوبولی و بازجذب لوله نفرون‌ها باشد. از بین این سه بی‌نظمی، دو مورد آخر عملکرد ذاتی گرده‌ها هستند، در حالی که اولی تا حد زیادی به کنترل vasomotor بستگی دارد که به طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط اضطراری گردش خون مانند شوک، کم آبی بدن و خونریزی قرار می‌گیرد (Radostits et al., 2007). اونماز و همکاران ترکیب معدنی

سنگ‌گرده گاوها را در ترکیه بررسی کردند. آن‌ها سنگ‌گرده را در ۶۰٪ از گاوهای نر و ۴۰٪ از گاوهای ماده پیدا کردند. در حالی که یک تحقیق دیگر در ایران سنگ‌گرده را از ۲۵٪ گاوهای نر و ۷۵٪ گاوهای ماده پیدا کردند (Onmaz et al., 2012; Oryan et al., 2015).

بنابراین، سنگ‌گرده شایع‌ترین و از نظر اقتصادی مهم‌ترین مرض سیستم ادراری در گاوها بوده که ۲۷,۵٪ گاوهای شهر مزار شریف را مصاب ساخته که می‌توان دلیل فیصدی مصابیت بالای گاوهای در این ولایت را سختی بیش از حد آب دانست. پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده برای ارزیابی ارتباط متقابل عوامل محیطی و تغذیه‌ای با ایجاد سنگ‌گرده و ترکیب معدنی کمی سنگ‌های گرده نیاز است.

منابع

- Amarpal, A., Kinjavdekar, P., Paithal, H. P., Pawde, A. M., SINGH, T., & Pratap, K. (2004). Incidence of urolithiasis: A retrospective study of five years. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 74 (2).
- Eccles, J. Obstructive Urolithiasis (Bladder Stones) in Cattle. Northern Territory Government, No: K57. Accessed December: 2010 <http://nt.gov.au/d>, 1-3.
- Egemen O. Water quality (5. Edition), Ege Univ. Water Products Fac. No:14, Bornova-Izmir, 2005:48.
- Ferraro, P. M., Bargagli, M., Trinchieri, A., & Gambaro, G. (2020). Risk of kidney stones: influence of dietary factors, dietary patterns, and vegetarian–vegan diets. *Nutrients*, 12 (3), 779.
- Hoppe, B., Hesse, A., Brömme, S., Rietschel, E., & Michalk, D. (1998). Urinary excretion substances in patients with cystic fibrosis: risk of urolithiasis?. *Pediatric Nephrology*, 12, 275-279.
- Kojouri, G. A., Nourani, H., Sadeghian, S., Imani, H., & Raisi, A. (2014). Pathological findings of slaughtered camels' (*Camelus dromedaris*) kidneys in Najaf-Abad, Iran. In *Veterinary Research Forum: an International Quarterly Journal* (Vol. 5, No. 3, p. 231). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- McGavin, M, D., Zachary, J.F. (2007). Pathologic Basis of Veterinary Disease. 4th Edtn Can Vet J 48: 724.
- Moe, O. W. (2006). Kidney stones: pathophysiology and medical management. *The lancet*, 367 (9507), 333-344.
- Nagy, D. W. (2009). Urolithiasis in small ruminants (Proceedings). *Animal feed Resources*.
- Onmaz, A. C., Albasan, H., Lulich, J. P., Osborne, C. A., Gunes, V., & Sancak, A. A. (2012). Mineral composition of uroliths in cattle in the region of Kayseri. *J Fac Vet Med Univ Erciyes*, 9, 175-181.

- Oryan, A., Azizi, S., Kheirandish, R., & Hajimirzae, M. R. (2015). Nephrolithiasis among slaughtered cow in Iran: pathology findings and mineral compositions. *J Vet Sci Med Diagn*, 4, 1.
- Pozdzik, A., Maalouf, N., Letavernier, E., Brocheriou, I., Body, J. J., Vervae, B., & Sakhaee, K. (2019). Meeting report of the “Symposium on kidney stones and mineral metabolism: calcium kidney stones in 2017”. *Journal of nephrology*, 32, 681-698.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C., & Hinchcliff, K. W. (2000). A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. *Vet. Med*, 9, 603-700.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C., & Hinchcliff, K. W. (2007). A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 10th ed. Madrid, Spain: WB Saunders 2007: 555-561.
- Sahinduran, S., Buyukoglu, T., Gulay, M. S., & Tasci, F. (2007). Increased water hardness and magnesium levels may increase occurrence of urolithiasis in cows from the Burdur region (Turkey). *Veterinary research communications*, 31 (6), 665-671.
- Schwartz, B. F., Schenkman, N. S., Bruce, J. E., Leslie, S. W., & Stoller, M. L. (2002). Calcium nephrolithiasis: effect of water hardness on urinary electrolytes. *Urology*, 60 (1), 23-27.
- Sickinger, M., & Windhorst, A. (2022). A systematic review on urolithiasis in small ruminants according to nutrition-dependent prevalence and outcome after surgery. *Veterinary World*, 15 (3), 809.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

اهمیت زنبور عسل از دیدگاه قرآن کریم

پوهنمل محمد داود سرخابی

پوهنخی زراعت- پوهنتون بلخ

چکیده

زندگی زنبور عسل به مراتب قبل از بشر بر روی کره زمین بوده و به اساس شواهد تاریخی می‌توان گفت که این حشره مفید از ابتدای خلقت انسان در تغذی و باروری گیاهان نقش به سزایی داشته است. در حال حاضر و در عصر توسعه صنعت زنبورداری در سراسر جهان، به نظر می‌رسد هنوز هم وجوه ناشناخته‌ای از طرز زندگی زنبوران عسل وجود دارد که شناخت آن از زاویه‌های مختلف می‌تواند تاثیر بس مهم در موفقیت متخصصین این صنعت داشته باشد. یکی از این وجوه مهم توجه به اشاراتی است که در ادیان الهی و از جمله در دین مبین اسلام راجع به زنبور عسل و فواید آن وجود دارد. در بیان آیات قرآن کریم و احادیث نبوی می‌تواند در ایجاد نگرش جامع‌تر به زنبور عسل و تقویت زیر ساخت‌های فکری فعالان صنعت زنبورداری موثر باشد. از اینرو مطالعه حاضر با بررسی منابع اسلامی و تفاسیر قرآن کریم در شناخت موضوعات مرتبط با خلقت، نحوه زندگی و رفتار زنبور عسل داشته و همچنین با بیان مختصر در باب درمانی عسل و فرآورده‌های عسل می‌پردازد. همچنین در روایات اسلامی نیز علاوه از ذکر خواص غذایی و درمانی عسل بر توجه به نکات اخلاقی و الگو برداری انسان از زندگی زنبور عسل تاکید شده است.

واژه‌های کلیدی: قرآن کریم، زنبور عسل، گرده، سلامتی و کالونی

مقدمه و بیان مسئله

قرآن کریم در بیشتر از ۱۴۰۰ سال قبل به شفا بخش بودن غسل اشاره کرده و در آیات سوره نحل اهمیت غسل و تولید آن را توسط زنبور غسل متذکر شده است و از آن به عنوان دارویی درمانی برای مردم یاد می‌کند. هم‌چنین در سوره مبارکه محمد (ص) که به مومنان و نیکوکاران وعده بهشت داده است، در واقع غسل را نوعی خوراک بهشتی نامیده است. هم‌چنان غسل یک ماده کاملاً مغذی بوده که در تغذیه سنین مختلف انسان‌ها جهت رشد و سلامتی آن‌ها توسعه شده است، که حاوی انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی، انزایم‌ها و دارای آنتی اکسیدانت‌ها می‌باشد که سبب از بین بردن رادیکال‌های آزاد در بدن می‌گردد. غسل از قدیم الایام به دلیل اثرات چشمگیر تغذیه ای و دارویی مورد توجه حکیمان بوده است. خداوند تعالی، قرآن و غسل را دو چیز شفا بخش معرفی کرده‌اند. وقتی سوره‌ای به نام زنبورعسل در قرآن وجود دارد، یعنی اوج اهمیت خداوند بزرگ به حشره ای خارق العاده که زندگی خود را برای حیات کره زمین و انسان وقف کرده است. آیات مختلف قرآن در سوره نحل بیانگر اهمیت زیاد زنبورعسل برای بشر است. به صورت پیوسته تاکید می‌شود که باید بر روی این حشره تفکر کرد و از آن درس گرفت و همین موضوع تلاش دانشمندان مسلمان را برای کشف حقایق زنبورعسل در پی داشته است. درباره اهمیت زنبورعسل و غسل در قرآن کریم نکات بسیاری وجود دارد که در این مقاله به آن‌ها خواهیم پرداخت. زنبورعسل در قرآن کریم با کلمه‌ی نحل دوبر و در آیات ۶۸، ۶۹ سوره نحل در جزء ۱۴ قرآن کریم ذکر شده است.

در حال حاضر، زنبور داری در اغلب نقاط جهان و افغانستان به عنوان یک حرفه وشغل جذاب شناخته شده و افراد زیادی در این صنعت در حال فعالیت هستند. با توجه و اهمیت دادن به مباحث علمی و فنی، توجه به جنبه‌های دینی و فرهنگی زنبوداری باعث می‌شود تا این حرفه مهم علاوه بر تامین نیازهای مادی جامعه بشری از بعد معنوی نیز در نگاه زنبور داران مسلمان و مومن حایز اهمیت می‌باشد.

بنابراین در این مقاله که با رویکرد کیفی و مروری نوشته شده است، بر زندگی زنبورعسل و تاثیرات معجزه آسای تغذیه با غسل و تاثیرات درمانی آن در شفای امراض از دیدگاه قرآن کریم پرداخته شده است.

اهمیت زنبورعسل نه تنها تولید کننده ماده مغذی پر ارزش غسل بوده، بلکه در باروری نباتات و ازدیاد محصولات زراعتی نقش مهم و ارزنده را بازی می‌کند. در قرآن کریم سوره نحل آیه ۶۸ و ۶۹ تذکر یافته که این ماده قندی شفایاب در بیشتر از ۷۷ مرض دوا بوده و هم‌چنان در بعضی امراض میکروبی و غیر میکروبی همراه با نباتات طبی من حیث ماده وقائوی و تداوی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین اهمیت زندگی زنبورعسل از دیدگاه قرآن کریم و نقش آن در اصلاح و سلامت زندگی بشر، باروری نباتات باغی و غیر باغی، ازدیاد حاصلات و حفظ محیط زیست مورد مطالعه و پژوهش قرار گرفته و نتایج آن جهت آگاهی جامعه و متخصصین اهل فن ارائه خواهد شد، تا از این رشته پر منفعت اقتصادی برای بشر چه از لحاظ دنیوی و اخروی استفاده اعظمی صورت گیرد و چالش‌های موجوده فرا روی این بخش از علم رشته علوم حیوانی واضح و آشکار گردد تا تحقیقات بیشتر علمی در زمینه صورت گیرد.

اهداف تحقیق

۱. نقش و اهمیت زنبورداری از دیدگاه قرآن کریم.
۲. نقش غسل من حیث منبع بزرگ انرژی در رشد و نمو انسان‌ها.

۳. اهمیت بزرگ زنبور عسل در گرده افشانی نباتات و ازدیاد محصولات زراعتی.

۴. آگاهی و ذهنیت‌سازی دهاقین و مالداران از مزایایی این پیشه پر منفعت اقتصادی و زیستی.

اهمیت تحقیق: وقتی سوره‌ای به نام زنبور عسل در قرآن وجود دارد، یعنی اوج اهمیت خداوند بزرگ به حشره ای خارق العاده که زندگی خود را برای حیات و انسان وقف کرده است، باید بر روی این حشره بسیار مفید تفکر کرد و از آن درس عبرت گرفت. اهمیت قرآن کریم به زنبور عسل یک اهمیت مقطعی نیست بلکه کتاب خدا، کتاب آسمانی مسلمانان و کتابی برای کل زمان‌های بعد از وحی شدن آن است. در نتیجه آنچه که در قرآن بیان می‌شود مطابق با زندگی امروز ما نیز خواهد بود. اینکه قرآن تاکید می‌کند تا متفکران در مورد زنبور عسل و فرآورده‌های آن تفکر کنند، موضوعی نیست که در طول تاریخ انجام شده و امروز دیگر نیازی به آن نباشد. بلکه همواره و در طول تاریخ این نیاز وجود خواهد داشت.

اهمیت اصلی امروزی زنبور عسل تولیدات عسل، گرده گل، موم، بره‌موم، شاه انگبین، زهر، گرده افشانی درختان میوه، سبزی‌ها و تعدادی زیادی از نباتات مزروعی، چراگاهی و جنگلی است. خلاصه اینکه اهمیت عمده امروزی زنبورداری علاوه بر تولید عسل و گرده افشانی، نقش مهم در اشتغال زایی جامعه روستایی و بخشی از مردم جامعه دارد.

پرسش‌های تحقیق

۱. آیا آیات قرآنکریم در باره معجزات شگفت انگیز زنبور عسل بیان داشته با قوانین علم عصری زنبورداری مطابقت دارد؟
۲. آیا زنبور عسل در هر شرایط محیطی می‌تواند توافق کند؟
۳. آیا انقراض زنبور عسل بالای حاصل دهی نباتات و محیط زیست تاثیر دارد؟
۴. عسل را میتوان در تداوی در امراض مختلف استفاده کرد؟

پیشینه تحقیق

مهدوی (۱۴۰۰) مقاله را در ارتباط جایگاه زنبور عسل از دیدگاه قرآن کریم و سنت نبوی نوشته کرده که چنین بیان می‌نماید؛ قرآن کریم نیز در ۱۴۰۰ سال قبل به شفا بخش بودن عسل اشاره کرده و در آیات سوره نحل اهمیت عسل و تولید آن توسط زنبور عسل را متذکر شده است و از آن به عنوان درمانی برای مردم یاد می‌کند.

امینی (۱۳۹۷) در مقاله‌ی راجع به عسل و زنبور عسل از منظر قرآنکریم و سنت نبوی چنین بیان می‌نماید؛ قرآن کریم در دو آیه کلمه عسل را ذکر نموده است؛ نخست در سوره محمد (ص) آیه ۱۵ که خداوند در ستودن بهشت به نیکوکاران وعده داده است که در آنجا نهرهایی از عسل پاک و ناب روان است و سپس در سوره نحل در آیه‌های ۶۸ و ۶۹ خواص شفا بخش آنرا یادآوری نموده است.

یوسف پور و همکاران (۱۳۹۸) درمقاله در ارتباط دیدگاه اسلام و طب سنتی مدرن در مورد عسل بیان می‌کنند؛ عسل یکی از نعمت‌های بزرگ الهی است که خداوند متعال عسل را شفا برای مردم می‌داند و این امر را نشانه روشنی برای اندیشمندان می‌شمارد.

افشاری (۱۳۹۸) در مقاله در ارتباط جایگاه عسل چنین بیان میکند: زنبور عسل در قرآن کریم با کلمه نحل دوبار و در آیات ۶۸، ۶۹ سوره نحل در جزء ۱۴ قرآن کریم ذکر شده و در این آیات به خلقت زنبور عسل و جایگاه عسل در قرآن ذکر شده است.

موسوی (۱۳۹۶) در مقاله در ارتباط معماری زنبور عسل از دیدگاه قرآن کریم چنین بیان میکند؛ آموزه‌های قرآن کریم در عین حال که متضمن کلیات برنامه زندگی بشری است، در بردارنده معارف و حقایق ارزشمندی در زمینه‌های مختلف هستی‌شناسی نیز هستند.

روش تحقیق

این تحقیق علمی با استفاده از منابع مکتوب و اینترنتی با استفاده از تکست بوک، ژورنال‌ها، اینترنت، روایات اسلامی و مراجعه به تفاسیر قرآن کریم مرتبط با خلقت، نحوه زندگی و رفتار زنبور عسل و فرآورده‌های زنبور عسل با استفاده از مطالعات متعدد در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است، انجام گردید و سعی و تلاش به عمل آمد تا مطالب دقیق تهیه و ارائه گردد.

تاریخچه زنبور داری در دنیا

بشر تغییری در زندگی زنبور عسل نداده است بلکه زنبور عسل همان است که هزاران سال قبل بوده ولی بشر در مورد بیولوژی و طرز نگهداری زنبور عسل در کندوی ساخت خود، اطلاعات و تجربیات زیادی کسب کرده است. طبق نظر دانشمندان قدامت این حشره ۶۰ تا ۱۵۰ میلیون سال قبل تخمین زده می‌شود و از نقوشی که روی سنگ‌ها حکاکی شده واقع غاری از دوران حجر یا سنگ در کوه‌های شرقی اسپانیا به دست آمده که چنین استنباط می‌شود که بشر ۸ الی ۱۶ هزار سال پیش از میلاد زنبور عسل را می‌شناخته و از عسل و موم آن استفاده می‌کرده است که در شکل شماره (۱) نشان داده شده است. (میر کریمی، ۱۴۰۰: ۳۹)

اولین اثری که از زنبور عسل به دست آمد، فوسیلی متعلق به ۴۰ میلیون سال قبل در داخل صمغ درخت محبوس شده شکل (۲). این فوسیل زنبور عسل در موزه زنبور عسل در شهر وایمار در آلمان غربی نگهداری می‌شود (هاشمی، ۱۳۹۹: ۳۴)



شکل (۱): زنبور عسل فوسیل شده را نشان می‌دهد (www. Rendomin.com)

یونانیان باستان زنبور عسل را نماد جاودانگی می‌دانستند. کارشناسان تاریخ نیز از محصولات زنبور عسل به عنوان یکی از جنبه‌های اصلی باستان‌شناسی نام برده‌اند، چراکه موم می‌تواند اثر انگشت کیمیایی ایجاد کند که از این اثر انگشت جهت شناسایی بقایای ترکیبات عضوی استفاده می‌شود (لودس، ۱۴۰۰، ۵۴).

شکل زنبور عسل و کندوهای گلی روی سنگ نوشته زمان فراغه مصر که متعلق به ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد است. سولون در سال ۶۲۰ قبل از میلاد قانونی در باره زنبورداری در یونان نوشت. حدود سال ۳۵۰ قبل از میلاد ارسطو دانشمند معروف یونانی و معلم اسکندر کبیر کتابی در باره زنبور و زنبورداری و همچنین از بیماری‌های زنبور نوشت. قرون وسطی سال‌های پر رونق زنبورداری و تولید عسل در تمام اروپا بود و بیشتر از همه پیشه‌ها به کار زنبورداری می‌پرداختند. در ۱۹۲۳ پروفیسور کارل اهل اطریش موفق به کشف طرز حرف زدن زنبور عسل گشته و به همین دلیل هم در سال ۱۹۷۳ برنده ای جایزه نوبل شد (هاشمی، ۱۳۸۰، ۱۳).

زنبور عسل از دیدگاه قرآن کریم

درباره ارزش عسل در قرآن کریم دو آیه نازل شده است.

آیه ۶۸ سوره نحل

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿سورة نحل، آیه ۶۸﴾ ترجمه: و خدایت به زنبور عسل وحی کرد که از کوه‌ها و درختان و سقف‌های رفیع، منزل گیرد.

این آیه دو پیام برای ما دارد:

۱. تلاش و حرکت حیوانات و انتخاب مسکن آن‌ها بر اساس غریزه‌ای است که خداوند در نهاد آن‌ها قرار داده است.

۲. بهترین نوع عسل، عسل زنبورهای کوهستان است که از گل و گیاه کوهی استفاده می‌کنند. اتّخذی من الجبال ... و من الشجر (قرآنی، ۱۳۹۹، تفسیر نور).

آیه ۶۹ سوره نحل

ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِن بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿سورة نحل، آیه ۶۹﴾

ترجمه: و سپس از انواع میوه‌های شیرین (و از حلاوت و شهد گل‌های خوشبو) تغذیه کن و راه پروردگارت را به اطاعت ببوی، آن گاه از درون آن، شربت شیرینی به رنگ‌های مختلف بیرون آید که در آن شفای مردمان است. در این کار نیز آیتی (از قدرت خداوند) برای متفکران پیداست.

چند پیام می‌توان از آیه ۶۹ سوره نحل دریافت کرد:

۱. عسل، عصاره انواع میوه‌هاست. «کُلّی من کل الثمرات».

۲. تنها انتخاب مسکن و غذای حیوانات با هدایت الهی است، بلکه همه کارهای آن‌ها راهی است که خداوند پیش رویشان گذاشته است.

۳. اعجاز خلقت: یک کارخانه عسل‌سازی در شکم حیوانی کوچک! «یخرج من بطونها».

۴. عسل طبیعی به رنگ‌های مختلفی است. «مختلفاً ألوانه» (رنگ‌های سفید، زرد، قرمز، که شاید این اختلاف رنگ‌ها بر اساس اختلاف رنگ گل‌ها باشد).

۵. در گیاهان و گل‌ها، خواص درمانی است که از طریق عسل، شفای دردهای ما می‌شود. «فیه شفاء للناس» (ناگفته پیداست که عسل، شفای همه دردها نیست، لذا بصورت نکره «شفاء» آمده است) (قرآنی، ۱۳۹۹، تفسیر نور).

هم‌چنین در آیه ۱۵ سوره مبارکه محمد می‌فرماید

مَثَلُ الْجَنَّةِ الَّتِي وَعَدَ الْمُتَّقُونَ فِيهَا أَنْهَارٌ مِنْ مَاءٍ غَيْرِ آسِنٍ وَأَنْهَارٌ مِنْ لَبَنٍ لَمْ يَتَغَيَّرَ طَعْمُهُ وَأَنْهَارٌ مِنْ خَمْرٍ لَذَّةٍ لِلشَّارِبِينَ وَأَنْهَارٌ مِنْ عَسَلٍ مُصَفًّى وَلَهُمْ فِيهَا مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ وَ مَغْفِرَةٌ مِنْ رَبِّهِمْ كَمَنْ هُوَ خَالِدٌ فِي النَّارِ وَسُقُوا مَاءً حَمِيمًا فَقَطَّعَ أَمْعَاءَهُمْ ﴿سورة محمد، آیه ۱۵﴾

ترجمه: وصف بهشتی که به پرهیزگاران وعده داده شده این است که در آن نهرهایی است از آب‌هایی تغییر ناپذیر و نهرهایی از شیری که طعم اش دگرگون نمی‌شود و نهرهایی از شراب که نوشیده گان از آن لذت می‌برند و نهرهایی از عسل مصفی و در آنجا هرگونه میوه که بخواهند موجود است و نیز آموزش پروردگارشان آیا بهشتیان همانند کسانی هستند که در آتش جاودانه اند و آنان را از آبی جوشان می‌آشامند چنان که روده‌های شان تکه‌تکه می‌شود.

چند پیام می‌توان از آیه ۱۵ سوره محمد دریافت کرد

۱. در برابر جلوه‌ها و زینت‌های دنیوی که وسیله ارتکاب برخی گناهان می‌گردد، با بیان جلوه‌ها و زیبایی‌ها و کامیابی‌های بهشت، مردم را به حق دعوت کنید. مَثَلُ الْجَنَّةِ الَّتِي وَعَدَ الْمُتَّقُونَ...
۲. کسانی که به خاطر تقوا، از کامیابی‌های زودگذر و نامشروع پروا می‌کنند، به کامیابی پایدار خواهند رسید. وَعَدَ الْمُتَّقُونَ
۳. امید دادن به سرانجامی نیکو، عامل گرایش به حق و تقواست. وَعَدَ الْمُتَّقُونَ
۴. تعدد و تنوع طلبی، خواست طبیعی بشر است. آن‌ها... آن‌ها...
۵. در بهشت، در کنار نعمت‌های مادی و جسمانی، نعمت‌های معنوی و روحی نیز هست. آن‌ها... مَغْفِرَةٌ...
۶. نعمت‌های بهشتی از هر گونه آفت و نقص و تغییر دورند. غَيْرِ آسِنٍ... لَمْ يَتَغَيَّرَ طَعْمُهُ... مُصَفًّى
۷. آب و هوای بهشت، نعمت‌ها را متغیر و مسموم و بد بو نمی‌کند. لَمْ يَتَغَيَّرُ...
۸. نعمت‌هایی را که بهشتیان دریافت می‌کنند، در سایه مغفرت پروردگار است. مَغْفِرَةٌ مِنْ رَبِّهِمْ
۹. در بهشت انواع میوه‌ها، به مقدار وفور وجود دارد. كُلِّ الثَّمَرَاتِ
۱۰. در دوزخ، آب جوشان را با زور و ذلت به کفار می‌نوشانند. سُقُوا
۱۱. تشویق و تهدید در کنار هم سازنده است. آن‌ها... مَاءً حَمِيمًا
۱۲. معاد، جسمانی است. (شیر و عسل، نشانه کامیابی جسمانی است، چنانکه قطعه قطعه شدن اندرون کفار بر آن دلالت دارد.) فَقَطَّعَ أَمْعَاءَهُمْ
۱۳. حساب جسم و بدن انسان در قیامت، با جسم و بدن او در دنیا فرق می‌کند (قرآنی، ۱۳۹۹، تفسیر نور).

فرآورده‌های زنبور عسل در قرآن

خداوند در آیات دیگری از سوره نحل به ویژه در آیات ۶۸ و ۶۹ این سوره، به وظایف دیگر زنبور عسل پرداخته است. نوشیدن از شهد گل‌ها «ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ» و تبدیل آن‌ها به عسل آن هم در ساختاری که خداوند

آن را به «بُطُونٍ» تعبیر کرده، اهمیت زیادی دارد. در آیه «يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ» در واقع نحوه تولید عسل به صورت مرموزی بیان می‌شود. وقتی در مورد شکم‌ها صحبت می‌شود، تازه متوجه نوع تولید عسل در سیستمی بسیار پیچیده در بدن زنبور می‌شویم که توسط خداوند بزرگ تعبیه شده است. تمامی اینها نشانه‌هایی است تا اهالی تفکر به آن توجه نموده و بتوانند رمز و رموز آن را کشف کنند. در نهایت در جایی دیگر در مورد عسل از تعبیر «فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ» استفاده می‌شود تا تأکیدی باشد بر خواص عسل برای انسان‌ها! در واقع انسان مورد توجه قرار می‌گیرد تا از این ماده حیات بخش که شفایابی برای بیماری‌ها در آن است، نهایت استفاده را بکند. با توجه به تأکید قرآن برای تفکر بر روی زنبور عسل، می‌توان گفت که قرآن کریم توجه زیادی به دیگر فراورده‌های زنبور عسل نیز داشته تا انسان از آن‌ها نیز نهایت بهره را ببرد. عبارت «إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ» یک عبارت عمومی برای کل زندگی و تمامی فراورده‌هایی است که امروزه بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته و فهم انسان توانسته به اثرات درمانی گوشه گوشه آن پی ببرد (سوره نحل، آیه ۶۹ و ۶۸).

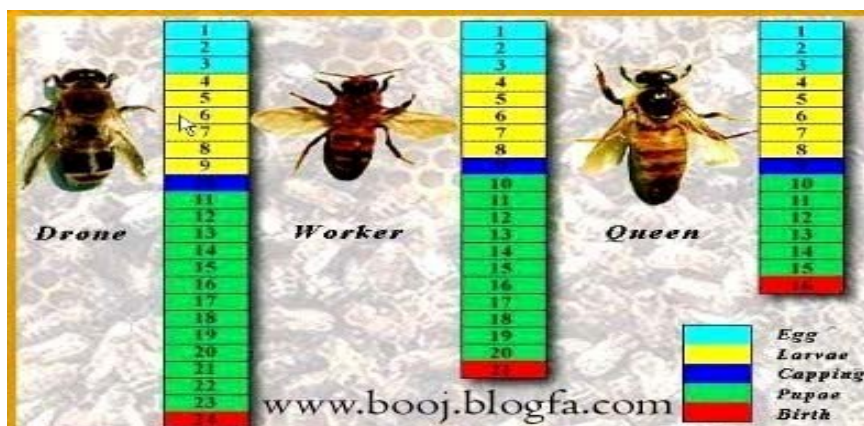
پیامبران الهی آنچنان به عسل علاقه نشان می‌دادند که آن را به عنوان یکی از ارزاق طیبیهی الهی مورد استفاده قرار می‌دادند و هنوز هم بعضی‌ها عسل را شربت انبیاء می‌نامند. توجه نبی گرامی اسلام به عسل در اخبار و روایات گوناگونی ذکر شده است. عسل غذایی معطر که زنبور عسل آن را می‌سازد و حضرت محمد (ص) آن را برای تداوی تمام بیماری‌ها معرفی کرده است. خداوند متعال باران را مبارک، عسل را شفا بخش و روزی حلال را گوارا معرفی فرموده که هرگاه مخلوطی از این سه فراهم شود برکت و شفا خواهد بود. به همین مناسبت هم در قرآن بر مصرف چنین عسلی تأکید بیشتری شده است (قرائتی، ۱۳۹۹: تفسیر نور). پیامبر اعظم (ص) می‌فرماید: (الطَّيْبُ يَسَّرُ وَالْعَسَلُ يَسَّرُ وَالنَّظَرُ إِلَى الْخَضِرَةِ يَسَّرُ وَالرُّكُوبُ يَسَّرُ) بوی خوش عسل نگاه کردن به سبزه و سوارکاری موجب نشاط و طراوت می‌گردد. و نبی گرامی اسلام می‌فرماید: هر کس با توجه به آنچه در قرآن درباره یی شفا دهندگی عسل ذکر شده در هر ماه یک نوبت عسل تناول نماید از هفتاد و هفت بیماری معاف است (بحارالانوار، جلد ۶۶ صفحه ۲۹۰ حدیث ۲).

حضرت رسول الله (ص) بهترین نوشیدنی عسل است که به قلب نشاط میبخشد و سینه را گرم می‌سازد و به قوه حافظه کمک میکند. کسی که در هر ماه یک بار عسل بخورد به قصد شفای که خداوند متعال در قرآن در باره عسل فرموده است از خطر ۷۷ مرض مصئون می‌ماند. حضرت محمد (ص) فرموده اند که عسل هزار و یک خاصیت دارد و هزار و یک درد را شفا می‌دهد و همچنین عسل مایعی است که به قوه حافظه کمک می‌کند هرکسی که می‌خواهد حافظه اش زیاد شود باید عسل بخورد. (هوشیار، ۱۴۰۰: ۱۸-۲۰)

از حضرت علی (ع) نقل شده است که پیغمبر فرمود: ۵ چیز فراموشی را برطرف می‌کند و به حافظه می‌افزاید و بلغم را از بین می‌برد: مسواک زدن، روزه گرفتن، قرائت قرآن و خوردن عسل و عسل قبل از آنکه یک غذای کامل باشد یک اکسیر پرارزش است (کنز العمال جلد ۱۰، صفحه ۴۴ حدیث ۲۸۲۷۹).

زندگی زنبور عسل

اجتماع زنبور عسل متشکل از ملکه، کارگر و زنبور نر می‌باشد. برای تبدیل یک تخم به ملکه مدت که لازم است جمعاً ۱۶ روز، برای کارگر ۲۱ و برای زنبور نر ۲۴ روز است که شکل شماره (۳) وضع رشد اجتماع زنبورهای عسل را نشان میدهد (نصیری، ۱۳۹۹: ۶۵).



شکل شماره (۲): رشد انواع زنبورهای عسل (www. Booj.blogfa. com)

ارزش زنبور عسل برای سلامتی انسان

زنبور عسل به عنوان منبع تأمین محصولات زراعتی، عامل اصلی در تولید عسل و نقش مهمی در اقتصاد جوامع انسانی دارد. نقش زنبورعسل در زندگی انسان مشهود و وجود آن برای حفظ اکوسیستم محیط زیست حیاتی است، (استون، ۱۳۹۹، ۲۳۰).

امروزه با وجود درک فواید و نقش کلیدی زنبورعسل در زندگی انسان و طبیعت، شهرنشینی و استفاده از سموم دفع آفات موجب کاهش جمعیت آن‌ها شده که این امر اثرات مخربی برای اکوسیستم در پی دارد. (نژاد صفر، ۱۴۰۰، ۱۹۳).

بدون زنبورعسل جهان کاملاً متفاوت خواهد بود، ما نمی‌دانیم که چرا خداوند از بین تمام مخلوقات، زنبور عسل را از لحاظ قابلیت تداوم نسل یک استثناء قرار داده است. اما می‌دانیم که برای تداوم چرخه زندگی یعنی تداوم زندگی گیاهان و جانوران بروی کره زمین باید اسباب آن فراهم می‌باشد و هرگاه خللی در آن بوجود می‌آید یا بیاید، بساط زندگی روی این کره خاکی برچیده می‌باشد یا خواهد شد (هاشمی، ۱۳۸۴: ۱۱).

بسیاری از بیماری‌های جدید مثل سرطان، ام اس، ایدز و... به کمک برخی از فراورده‌های زنبور عسل یا ترکیب تعدادی از آن‌ها با هم یا دیگر مواد، قابلیت درمان پیدا می‌کنند، به شرطی که تحقیق و بررسی کنیم و این ماده حیات بخش را در زندگی خود جاری کنیم (Ayala, G., Escobedo-Hinojosa, 2018).

تولید محصولات سالم زنبور عسل

۱. یکی از اصلی ترین ارزش‌های زنبورعسل برای انسان‌ها تولید عسل آن است که حاوی فواید بسیار برای سلامت می‌باشد.

۲. برای هزاران سال است که از عسل بواسطه خواص درمانی آن برای اهداف دارویی استفاده می‌شود.

۳. مطالعات نشان داده اند که عسل سرشار از آنتی اکسیدان بوده و دارای خواص ضد میکروبی، ضد التهابی و ضد سرطان می‌باشد.

۴. از عسل در طب سنتی برای درمان‌های مختلف استفاده می شده است (میر کریمی، ۱۴۰۰: ۳۵).

این موارد عبارتند از: عفونت گلو، بیماری‌های چشم، بیماری سل، تشنگی، خستگی، سرگیجه، هپاتیت، یبوست، هموروئید، آلودگی با کرم، اگزما، زخم و غیره. (هاشمی، ۱۳۹۹: ۱۳).

سایر فرآورده‌های زنبورهای عسل که دارای فواید سلامتی برای انسان‌ها است عبارتند از: عسل، عسلک، ژله رویال یا ژله شاهانه، زهر زنبورعسل، موم، بره موم (پروپولیس) گرده گل و.....

مطالعه‌ی در سال ۲۰۲۰ نشان داد که ملیتین (melittin) یکی از ترکیبات موجود در زهر زنبورعسل است که قادر به از بین بردن سلول‌های سرطانی است. (علی آقایی، ۱۳۹۷: ۲۳۴).

گرده افشانی

از اصلی‌ترین فواید زنبورعسل هم برای انسان و هم برای طبیعت گرده افشانی آن است. در بین تمامی گرده افشان‌ها، زنبورهای عسل بیشترین گرده افشانی را در بین گیاهان وحشی و زراعتی انجام می‌دهند که جدول شماره (۱) نقش زنبور عسل در ازدیاد محصولات زراعتی در شرایط یکسان نشان داده شده است (Keep Bess and sell Honey, 2017).

جدول (۱): نتایج تحقیقات دانشمندان در باغ و مزارع مورد آزمایش یکسان (www.iranbee.com).

شماره	شرح	بدون زنبور عسل	با زنبور عسل	ملاحظات
۱	باغ سیب	محصول ۵ تن	محصول ۵۰ تن	میوه‌های مرغوب‌تر و بهتر
۲	باغ آلو گیلاس	محصول ۱۷۰ تن	محصول ۵۲۰ تن	میوه‌های درشت‌تر
۳	باغ زردآلو	محصول ۱۰ تن	محصول ۱۰۵ تن	میوه‌های مرغوب‌تر و بهتر
۴	مزرعه آفتاب پرست	۷۰ فیصد پوک	۳۰ فیصد پوک	
۵	مزرعه آفتاب پرست	۳۰ فیصد مغز دار	۹۷ فیصد مغز دار	
۶	در خاندان حبوبات با وجود زنبور عسل ۳۵ فیصد مقدار محصول بالا می‌رود.			
۷	در خاندان غله جات با وجود زنبور عسل ۲۰ فیصد مقدار محصول بالا می‌رود.			
۸	در مزارع پنبه با وجود حشرات دیگر گرده افشان و زنبور عسل ۲۵ فیصد بر مقدار تخم افزوده می‌شود.			

از آنجایی که حفظ بقا و ازدیاد نسل اکثر گیاهان گلدار به وسیله عمل گرده افشان صورت می‌گیرد در شکل (۴) طرز گرده افشانی نشان داده شده است. در صورت عدم باروری گل‌ها دانه و میوه بوجود نیامده و نسل آن گیاه از بین خواهد رفت. با از بین رفتن نسل گیاهی خاک و پوشش گیاهی تخریب شده و در نتیجه سبب فرسایش خاک می‌گردد (Combey R.J and J.F lasly 2017).

نتیجه گیری

اهمیت قرآن به زنبور عسل یک اهمیت مقطعی نیست. کتاب خدای، کتاب آسمانی مسلمانان و کتابی برای کل زمان‌های بعد از وحی شدن آن است. در نتیجه آنچه که در قرآن بیان می‌شود مطابق با زندگی امروز ما نیز خواهد بود. اینکه قرآن تاکید می‌کند زنبورعسل و محصولات آن خواص شفا بخش داشته و دارای انرژی زیاد می‌باشد که حافظه را قوی، سینه را نرم و در تداوی صدها مرض دوا است. چنانچه که علم امروزی با انجام تحقیقات علمی تمام بیان استنادات آیات قرآن کریم در باره زنبور عسل و محصولات آن را تائید نموده است تا متفکران مسلمان بیشتر بر روی زنبور عسل و فرآورده‌های آن تفکر کنند، موضوعی نیست که در طول تاریخ انجام شده و امروز دیگر نیازی به آن نباشد. بلکه همواره و در طول تاریخ این نیاز وجود خواهد داشت. بنابراین

از این مقاله علمی چنین نتیجه‌گیری می‌نمائیم که اهمیت زنبورعسل برای انسان، کره زمین و محیط زیست برگرفته از گرده افشانی و تولید فرآورده‌های با خواص سلامت و درمانی آن‌هاست.

نظر به تفاسیر آیات قرآن کریم صنعت زنبورداری امروزی به عنوان یک عامل کلیدی در تعادل اکوسیستم‌ها نقش اساسی ایفا می‌کند. البته با انجام گرده افشانی، تنوع گیاهی افزایش می‌یابد که منجر به تولید محصولات زراعتی فراوان می‌شود. این عملکرد باعث تأمین منابع غذایی متنوع برای انسان‌ها می‌شود و تغذیه سالم آن‌ها را تضمین می‌کند. از طرف دیگر، حضور زنبور عسل به عنوان عامل اقتصادی و اشتغال‌زایی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد و در نتیجه، اهمیت زنبور عسل از جنبه‌های مختلف از تأمین غذا تا تنظیم اقتصاد و حفظ تعادل طبیعی، در زندگی انسان‌ها بی‌نظیر می‌باشد. به همین علت نمی‌توان تحقیق و تفکر را بر روی زنبور عسل متوقف کرد. بسیاری از مریضی‌های جدید مثل سرطان، ایدز و غیره به کمک برخی از فرآورده‌های زنبورعسل یا ترکیب تعدادی مواد دیگر، قابلیت درمان پیدا می‌کنند. این یعنی هنوز زنبور عسل و فرآورده‌های آن توانایی مصرف بیشتر در زندگی ما انسان‌ها را دارند. به شرطی که تحقیق و بررسی بیشتر انجام داده تا راز پوشیده شگفت انگیز بیشتر این حشره مفید کشف گردیده و انسان و طبیعت استفاده بهتر و بیشتر از آن نماید.

پیشنهادهات

۱. استفاده اعظمی از اهمیت زنبور عسل با استناد آیات قرآن‌کریم و احادیث نبوی؛
۲. تحقیقات بیشتر در مورد اسرار معجزه آسای زندگی زنبور عسل و مزایای محصولات با ارزش؛
۳. استفاده عسل و دیگر فرآورده‌های آن در رژیم غذایی؛
۴. کاربرد عسل جهت وقایع، تدای، مصونیت و سلامتی انسان؛
۵. آگاهی دهی و ذهنیت سازی دهاقین و مالداران از فواید شگفت انگیز باروری نباتات توسط کالونی‌های زنبور عسل جهت بالا بردن حاصلات زراعتی؛
۶. سرمایه‌گذاری ارگان‌های دولتی و موسسات بین المللی در جهت رشد، انکشاف و گسترش شغل زنبوداری در کشور؛
۷. ایجاد فابریکات پروسس عسل و غیره محصولات زنبور داری جهت رونق یافتن این شغل پر در آمد؛

مآخذ

- قرآن کریم سوره نحل، آیه ۶۸-۶۹ و سوره محمد. آیه ۱۵.
- استون، دیوید. (۱۳۹۹). تغذیه خوب زنبور خوب. ج ۲. ایران: پادینا.
- بلاکیتون، هاوولد. (۱۳۹۷). زنبورداری برای همه. ج ۲. تهران: آبیژ.
- پیر ایرانی، عبدالله. (۱۳۹۴). زنبور ن عسل در زنبورداری. ج ۳. تهران: آبیژ.
- درفش، علی رضا. (۱۴۰۰). وراثت پذیری در کلنی های زنبور عسل. ج ۳. ایران: آبیژ.
- سعادت‌مند، سید جواد. (۱۳۹۸). روش‌های تشخیص عسل تقلبی. ج ۳. ایران: مشهد.
- شایقی، جلال. (۱۳۹۸). اصول نوین زنبورداری. ج ۱. تهران: پریور.
- علی آقای، مرتضی. (۱۳۹۷). زنبورعسل و زنبورداری. ج ۲. تهران: آبیژ.
- قزائتی، محسن. (۱۳۹۹). تفسیر نور. ج ۱۵. آیه ۶۸. تهران: مرکز فرهنگی درس‌های قرآنی.
- کریم زاده، حسین. (۱۳۹۸). پرورش زنبور عسل. ج ۳. ایران: موسسه فرهنگی.

- گرمچی، پروانه. (۱۳۹۸). پرورش و نگهداری زنبور عسل. ج ۲. تهران: پرپود.
- لودس، نیازی. (۱۴۰۰). حشره شناسی. ج ۲. ایران: بنفشه.
- میر کریمی، اسدالله. (۱۴۰۰). پرورش زنبور عسل با بیان علمی و عملی. ج ۳. تهران: علم کشاورزی ایران.
- نژاد صفر، صمد. (۱۴۰۰). پرورش عسل. ج ۲، نگین سبلان.
- نصیری، مجید. (۱۳۹۹). اصلاح نژاد زنبور عسل. ج ۲. ایران: پادینا.
- هاشمی، مسعود. (۱۳۹۵). راهنمایی کامل پرورش زنبور عسل. ج ۴. ایران: فرهنگ جامع.
- هاشمی، مسعود. (۱۳۹۹). عسل درمانی. ج ۲. تهران: یاوریان.
- هوشیار، محمد جواد. (۱۴۰۰). عسل مکمل غذایی و دارویی. ج ۳. ایران: مشهد.
- Ayala, G., Escobedo-Hinojosa, W. I., de La Cruz-Herrera, C. F., & Romero, I. 2018. Exploring alternative.
- Combelle R.J and J.F lasly 2017 the science of animal that serve mankind. McGraw – Hill book company USA.
- FAO. FAO/UNDP. 2016. Annual Reports of Bee keeping Kabul Afghanistan.
- FAO. 2018. Yearbook statistic broodaction. Remo Italy.
- Keep Bess and sell Honey. Kelley, walter T. walter T. Kelley Co. Clarkson, Ohio 2017.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

نقش و مؤثریت بیوتکنالوژی (Biotechnology) در امنیت غذایی انسان‌ها

پوهنمل نظیف لله اندیشمند

پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

چکیده

افزایش سریع جمعیت جهانی میزان تقاضا به محصولات غذایی را بلند برده، نیاز است تلاش‌های علمی و استراتژی‌های مؤثر برای کاهش فقر و عدم دسترسی به غذای کافی روی دست گرفته شود. هرچند استراتژی‌های متعددی برای امنیت غذایی جهانی از سوی دولت‌ها، سازمان غذایی جهان (FAO) و سایر نهادهای جهانی برنامه‌ریزی و استفاده شده، اما بدون شک نقش بیوتکنالوژی (Biotechnology) در این امر حیاتی برجسته‌تر است. هدف اساسی این مطالعه آن است که با بررسی و مرور بر تحقیقات و اقدامات مبتنی بر بیوتکنالوژی، مؤثریت آن در حفظ امنیت غذایی منسجم و برجسته گردد، تا ز چنین دانش و رویکردها، در جهت بهبود مصونیت غذایی در کشور از سوی محققان ساحه علوم حیاتی استفاده به‌عمل آید. این مطالعه به روش مروری انجام یافته و جهت جمع‌آوری اطلاعات لازم از پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی معتبر چون: Bioline و GetCITED، BioOne، ScienceDirect، Scopus، ISI، Google scholar International استفاده شده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تلاش دانشمندان جنتیک و استفاده از بیوتکنالوژی توانسته میزان دسترسی به محصولات غذایی با کیفیت را افزایش داده و به بهبود مصونیت غذایی در جهان کمک نماید. بیوتکنالوژی توانسته تعدادی زیادی از وراثتی‌های نباتی (حبوبات، سبزیجات...) و حیوانی (گاو، بز، گوسفند، ماهی...) را از نظر جنتیکی انکشاف داده و محصولات غذایی را از نظر کمیت و کیفیت به‌سازی کند. این اصلاحات شامل مقاومت در برابر بیماری‌ها، استرس‌های اقلیمی، تقویت مرکبات و مواد مغذی مثل امینواسیدها، مواد معدنی، ویتامین‌ها و غیره می‌باشد. محصولات اصلاح شده جنتیکی (GMP) در بسیاری از کشورها سریعاً در حال رشد بوده و با مزایایی کمی و کیفی که دارد، می‌تواند نقش مؤثری را در امنیت غذایی انسان‌ها داشته باشد.

کلید واژه‌ها: بیوتکنالوژی، حیوانات ترانسجینیک، محصولات ترانسجینیک، مصونیت غذایی، نباتات

ترانسجینیک

مقدمه و بیان مسئله

امنیت غذایی یکی از پایه‌های اصلی امنیت ملی جوامع بشری است و امنیت سایر حوزه‌ها و ابعاد جهانی بستگی زیادی به آن دارد. مصونیت غذایی عبارت از دسترسی افراد در همه اوقات از نظر فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، صحت و مغذی است که بتواند نیازمندی‌های غذایی او برای داشتن یک زندگی سالم و فعال را مرفوع سازد. با افزایش سریع جمعیت انسانی در قرن حاضر، فقر و کمبود مواد غذایی یکی از چالش‌های عمده جهان معاصر محسوب می‌گردد. با وجود مشکلات و افزایش جمعیت جهانی، تلاش‌های علمی و استراتژی‌های مؤثر پیشرفت‌های را در عرصه کاهش فقر و امنیت غذایی نیز به همراه داشته است که بدون شک نقش فناوری‌های بیولوژیکی (Biotechnologies) در این امر حیاتی برجسته می‌باشد.

اصطلاح بیوتکنالوژی (Biotechnology)، استفاده از روش‌ها و ابزار مختلف را در بر می‌گیرد که جهت تولید محصولات بیولوژیکی (در زراعت و مالداري جهت تولید مواد غذایی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع بیوتکنالوژی عبارت از مداخله هدفمندانه در سیستم‌ها و پروسه‌های بیولوژیکی موجودات زنده است که برای منافع بشر انجام می‌یابد. در حال حاضر استفاده از بیوتکنالوژی (Genetic engineering or Biotechnology) امکان مداخله و دستکاری DNA* و جن‌ها (Genes) را تقریباً برای تمام خصوصیات جنتیکی فراهم ساخته است که می‌تواند تولید غذا در جهان را تقویت نماید. این ابزار و روش‌ها به اهداف مختلف چون: انکشاف جنتیکی وراثتی‌های مختلف نباتی و حیوانی برای افزایش تولید محصولات غذایی، تشخیص امراض نباتی یا حیوانی، تولید داروها، ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها، کم‌آبی، گرمایش و توسعه و انکشاف واکسین‌ها به کار گرفته می‌شود.

عدم مصونیت غذایی در بسیاری از جوامع انسانی به خصوص کشورهای فقیر (مثل کشور عزیز ما افغانستان) یکی از چالش‌های عمده جهان امروزی به حساب می‌آید. در عین حال، تلاش برای دسترسی به غذای کافی و استفاده از روش‌های مدرن جهت فراهم سازی مواد غذای ارزان و با کیفیت یکی از موضوعات مهم عصر حاضر است. اخیراً تجاری سازی محصولات اصلاح شده به کمک بیوتکنالوژی و افزایش تولید تعداد زیادی از وراثتی‌های نباتی و حیوانی در بسیاری از کشورهای جهان در جهت تامین مصونیت غذایی جهانی نقش مهمی را ایفا نموده است. بنابراین، تحقیق کنونی جهت فراهم سازی اطلاعات لازم در جهت استفاده از پیشرفت‌ها در ساحه علوم حیاتی، به ویژه بیوتکنالوژی و تقدیم آن به نهادهای علمی و تولیدی روی دست گرفته شده؛ تا باشد در جهت تولید بیشتر محصولات غذایی و تامین مصونیت غذایی گام‌های عملی برداشته شود.

اهداف تحقیق

با درک نقش بارز بیوتکنالوژی در تأمین امنیت غذایی انسان، این مطالعه جهت رسیدن به اهداف اساسی ذیل انجام یافته است:

- بررسی و تبیین اقدامات مبتنی بر بیوتکنالوژی در جهان جهت تأمین امنیت غذایی جوامع بشری،
- انعکاس دانش و رویکردهای مؤثر آن به نهادهای علمی و تولیدی کشور جهت استفاده در امر بهبود مصونیت غذایی،

* - Deoxyribonucleic acid.

- برجسته‌سازی اهمیت و مؤثریت این رویکرد جدید علمی در فراهم سازی محصولات غذایی نباتی و حیوانی.

اهمیت تحقیق

جهان معاصر با کمیت روز افزون بشری، به شدت نیازمند جستجوی راه‌ها و روش‌های موثر برای پاسخگو بودن به ضرورت‌های اولیه چون دوا، آب و مهم‌تر از همه غذا است. استفاده از رویکردهای بیوتکنالوژیکی در کشورهای فقیر مانند کشور عزیز ما افغانستان می‌تواند در افزایش تولید محصولات و تامین امنیت غذایی نقش موثری را ایفا نماید. بنابراین، چنین مطالعات برای دسترسی به دانش و اطلاعات لازم در ساحه بیوتکنالوژی و شریک سازی آن به نهادهای علمی و تحقیقی، جهت برداشتن گامهای عملی در این عرصه از اهمیت زیادی برخوردار است.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع مطالعه مروری و استوار بر روش کتابخانهای یا استنادی است. در این مطالعه مروری، جهت دریافت مقالات علمی جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی و معتبر ISI, Google scholar, Scopus, ScienceDirect, BioOne, GetCITED و Bioline International با استفاده از کلیدواژه‌های بیوتکنالوژی، حیوانات ترانسجینیک، محصولات ترانسجینیک، مصونیت غذایی، نباتات ترانسجینیک انجام یافت. از مجموع مقالات دریافت شده، به تعداد ۴۱ مقاله در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. جهت دستیابی و ارائه هدف تعیین شده، نخست به بیوتکنالوژی و ابزار آن، سپس نقش و مؤثریت بیوتکنالوژی در امنیت غذایی با تمرکز بر قابلیت و پوتنسیل بیوتکنالوژی برای تولید محصولات ترانسجینیک پرداخته شد.

پیشینه تحقیق

مرور بر پیشینه و آثار مرتبط به موضوع نشان داده که با افزایش جمعیت انسانی در قرن حاضر، فقر و کمبود مواد غذایی یکی از چالش‌های عمده جهان معاصر بوده و سازمان غذایی و کشاورزی جهان (FAO*) در آخرین گزارش سال ۲۰۱۰ خویش تعداد افراد مبتلا به سوء تغذی (malnutrition) را ۹۲۵ میلیون نفر (تقریباً ۱۶ فیصد جمعیت کشورها در حال توسعه) گزارش نموده است، در حالی که در سال ۲۰۲۲ تعداد افراد مواجه به عدم داشتن امنیت غذایی ۲۲۲ ملیون در ۵۳ کشور جهان گزارش شده است.

گادفری و همکارانش (۲۰۱۰) خاطر نشان ساخته اند که امروزه حدود ۱,۳ میلیارد نفر با فقر مواجه هستند که دسترسی آن‌ها به غذا را محدود می‌سازد. به این ترتیب، در ۴۰ سال آینده، تقاضای مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه دو برابر خواهد شد که برای برآورده ساختن این تقاضای فزاینده مواد غذایی، نیاز است، تا تولیدات زراعتی جهان تا سال ۲۰۳۰ میلادی ۵۰ درصد افزایش یابد. به همین ترتیب رایبولد و کیومیده (۲۰۱۰) تأکید دارند که این تقاضای روزافزون جهانی مواد غذایی نمی‌تواند از طریق استراتژی‌های معمولی با روش‌های ابتدایی اصلاح نباتات و حیوانات به دلیل زمانگیر بودن آن‌ها فراهم شود، و با توجه به رشد مداوم جمعیت، شهرنشینی سریع، افزایش فشار بر بافت اجتماعی و محیط زیست، مبارزه برای از بین بردن گرسنگی، سوء تغذیه و فقر باید در بسیاری از جنبه‌های تولیدی اقدامات لازم روی دست گرفته شود. کو و لی (۲۰۱۳) اظهار داشتند که جهت

* - Food and Agriculture Organization.

تأمین مصونیت غذایی استفاده از بیوتکنالوژی مناسب‌ترین روش است که می‌تواند با تحقیقات و تلاش بیشتر دانشمندان جنتیک منجر به بهبود تولید و خصوصیات جنتیکی محصولات غذایی شده و برای مقابله با عدم امنیت غذایی جهان پاسخ‌گو باشد.

بیوتکنالوژی، ابزار و اهداف آن

اصطلاح بیوتکنالوژی (Biotechnology) در سال ۱۹۱۹ میلادی توسط Károly Ereky ابداع گردید. بیوتکنالوژی عبارت از مداخله هدفمندانه در سیستم‌ها و پروسه‌های بیولوژیکی موجودات زنده است که برای منافع بشر انجام می‌یابد. در حال حاضر استفاده از بیوتکنالوژیکی امکان مداخله و دستکاری جن‌ها (DNA) تقریباً برای همه خصوصیات موجودات زنده را فراهم ساخته است. بیوتکنالوژی در ساحات مختلف: طب، زراعت، محیط‌زیست و انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بیوتکنالوژی یا انجینیری جنتیک (Genetic engineering) شامل استفاده از روش‌ها و ابزارهای مختلف چون: مایکروارگانیزم‌ها، DNA، RNA، انزایم‌ها، پروتئین‌ها و هم‌چنان تکنالوژی جدید جهت تولیدات محصولات بیولوژیکی مختلف می‌باشد. این ابزار و روش‌ها به اهداف مختلف چون: انکشاف جنتیکی وراثتی‌های مختلف نباتی و جمعیت‌های حیوانی برای افزایش تولید محصولات غذایی، تشخیص امراض نباتی یا حیوانی، ایجاد مقاومت‌های بیولوژیک و توسعه و انکشاف واکسین‌ها به کار گرفته می‌شود. تکنالوژی‌های حیاتی می‌توانند نقش مهمی را در حفظ منابع جنتیکی (خصوصیات مفید) انواع نباتی، انواع حیوانی، جنگلات، منابع آبی و مایکروارگانیزم‌ها برای تولید غذا و بهبود محصولات زراعتی بازی کند ((FAO, 2011).

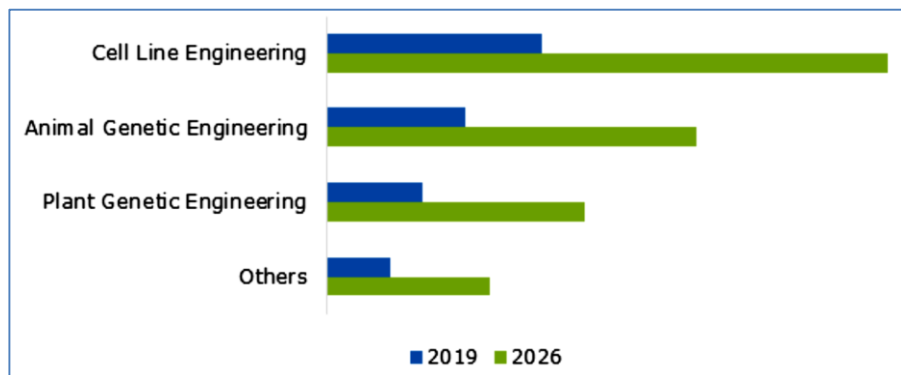
موجودات زنده که با استفاده از بیوتکنالوژی و DNA نو ترکیب (Recombinant DNA) تولید می‌شوند به نام موجودات اصلاح شده جنتیکی (Genetically modified organisms or GMOs) نامیده می‌شوند. این موجودات طوری دستکاری جنتیکی می‌شوند که خصوصیات مفید را تبارز داده و محصولات ارزشمند را تولید نمایند (Ruane and Sonnino, 2011).

بیوتکنالوژی و انجینیری جنتیک قابلیت فوق‌العاده‌ای برای افزایش پایداری و بهبود تولید محصولات نباتی و حیوانی داشته و می‌تواند تولید جهانی غذا و در دسترس بودن آن را به روشی پایدار افزایش می‌دهد (Gaurav and Yogendra, 2015).

تولید موجودات و محصولات ترانسجینیک شامل مراحل مختلف: ۱) استفاده از انزایم‌های محدودکننده و جداسازی جن‌های مورد نظر، ۲) تهیه مجموعه جنی نو ترکیب برای وارد کردن به داخل جنوم میزبان، ۳) وارد سازی جن نو ترکیب در پلازمید مورد نظر و انتقال به سلول میزبان ۴) تکثیر سلول و بدست آوردن گیاه دارای جن مورد نظر، ۵) بررسی گیاه دارای جن نو ترکیب از نظر وجود جن و ایجاد صفت مورد نظر و جداسازی مسیرهای دارای خصوصیت مفید، ۶) بررسی موجود ترانسجینیک از نظر قابلیت رشد و سایر خصوصیات آن و تولید انبوه محصول دارای صفت مورد نظر، ۷) تحلیل و تجزیه مولیکولی و بررسی ترکیبات نوین در موجود جدید از نظر تغییرات احتمالی بوجود آمده در ژنوم موجود، و در نهایت ۸) ارزیابی خطرات و ایمنی محصول بدست آمده، می‌شود (Songstad et al., 2017; Lin and Pan, 2016).

ارزش محصولات بیوتکنالوژی در سال ۲۰۲۰ میلادی به ۷۵۲,۸۸ میلیارد دلار در سطح جهانی تخمین زده شد که فرصت‌های زیاد و جدیدی برای تسریع پروسه‌های تولید و توسعه داروها و محصولات غذایی را به همراه

داشته است. بیوتکنالوژی معاصر با رویکرد انجینیری جنتیک به کمک ابزار چون CRISPR-Cas9* که یک رویکرد سریع، ارزان و مناسب نسبت به تکنیک‌های قبلی ویرایش DNA است، زمینه دستکاری جنتیکی در حیوانات، نباتات و حشرات را در محیط لابراتواری را مساعد ساخته و تخمین زده می‌شود که انجینیری جنتیک با استفاده از CRISPR/Cas9 تا سال ۲۰۲۶ بیش از ۱۵ درصد رشد را خواهد داشت (شکل ۱) Bonciu (and De Souza, 2022).



شکل ۱: رشد تخمینی ویرایش جنی و مهندسی جنتیک در جهان (Elliott, 2020).

به این ترتیب، بیوتکنالوژی مدرن به‌طور قابل توجهی در افزایش طول عمر انسان و بهبود کیفیت زندگی، از جمله ارائه محصولات و روش‌های درمانی برای مبارزه با بیماری‌ها، تولید محصولات غذایی بیشتر و استفاده از سوخت‌های زیستی (Biofuels) برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نقش ایفا می‌کند.

نقش و مؤثریت بیوتکنالوژی در امنیت غذایی انسان‌ها

امروزه جمعیت جهان با چالش‌های جدی در مورد قابل دسترس بودن غذا، سلامت جسمی و روحی، محیط زیست و انرژی مواجه است. نفوس جهان به سرعت در حال افزایش بوده، انتظار می‌رود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ از ۶/۷ به ۹ میلیارد نفر افزایش یابد. سالانه حدود ۸۶ میلیون نفر به جمعیت جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، اضافه می‌شود (Fedoroff, 2015).

علاوه بر افزایش سریع جمعیت انسانی در جهان معاصر، اثرات منفی تغییرات اقلیمی (Climate changes) بر امنیت غذایی چالش عمده دیگری است که جامعه بشری به آن مواجه است، و با گذشت هر روز این مشکل جدی‌تر شده، در صورت عدم رویکرد موثر و تعهدات جهانی برای کنترل تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ این مشکل چند برابر خواهد شد. در بسیاری از مناطق جهان خشک سالی‌های ناشی از تغییرات اقلیمی، بروز آفات نباتی و امراض حیوانی، تولید محصولات زراعتی عمده غذایی مانند: گندم، جواری، برنج و سویا را تا ۲۳ درصد محدود ساخته است. تحقیقات انجام شده توسط "مرکز تحقیقات انکشافی، پوهنتون بن آلمان" نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۳۰ تولید محصولات غذایی در جهان به طور قابل توجهی کاهش خواهد یافت و تا سال

* - Clustered regularly interspaced short palindromic repeats associated protein 9 (Cas9)

۲۰۵۰ می‌تواند چند برابر شود. نه تنها حرارت، بلکه سایر ابعاد تغییرات اقلیمی از جمله بارندگی‌های شدید، سیلاب‌های مدهش و خشکسالی می‌تواند پوتنشیل تولید محصولات غذایی را کاهش دهد (The Daily Climate, 2017; ISAAA, 2017).

برای برآورده ساختن این تقاضای فزاینده مواد غذایی، نیاز است، تا تولیدات زراعتی جهان تا سال ۲۰۳۰ میلادی ۵۰ درصد افزایش یابد. این تقاضای رو به افزایش جهانی مواد غذایی نمی‌تواند از طریق استراتژی‌های معمولی با روش‌های ابتدایی اصلاح نباتات و حیوانات به دلیل زمانگیر بودن آن‌ها فراهم شود (Raybould and Quemada, 2010). بنابراین، با توجه به رشد مداوم جمعیت، شهرنشینی سریع، افزایش فشار بر بافت اجتماعی و محیط‌زیست، مبارزه برای از بین بردن گرسنگی، سوء تغذیه و فقر باید در بسیاری از جنبه‌های تولیدی اقدامات لازم روی دست گرفته شود. در این میان، یکی از فناوری‌های عمده و موثر بیوتکنالوژی (زراعتی و مالداری) است که می‌تواند با تحقیقات و تلاش بیشتر دانشمندان جنتیک منجر به بهبود تولید و خصوصیات جنتیکی محصولات غذایی شده و برای مقابله با عدم امنیت غذایی جهان پاسخ گو باشد (Cao, and Li, 2013).

پوتنشیل بیوتکنالوژی در بهبود محصولات غذایی

دانشمندان علوم حیاتی و زراعتی تاکید بر این دارند که نباید بیوتکنالوژی به عنوان جایگزینی برای ابزارهای سنتی بهبود تولید محصولات غذایی درک شود، اما ادغام تکنیک‌های بیوتکنالوژی و انجینیری جنتیک در برنامه‌های اصلاحی مرسوم می‌تواند به طور قابل توجهی توسعه زراعتی، مالداري و تولید محصولات غذایی را افزایش دهد.

به این ترتیب، بیوتکنالوژی و انجینیری جنتیک پوتنشیل فوق‌العاده‌ای برای افزایش تولید و بهبود کیفی محصولات نباتی و حیوانی ارائه می‌کند و در نتیجه تولید جهانی غذا و در دسترس بودن آن را به روش پایدار افزایش می‌دهد. امروزه تکنیک‌های ترکیب جدید DNA (Recombinant DNA) یا انجینیری جنتیک امکان انتقال جن‌های مفید را در بین انواع حیوانی، نباتی، مایکروارگانیزم‌ها و حتی در سراسر قلمروهای حیاتی فراهم ساخته است. با این فناوری، می‌توان جن‌های مفید را از باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها یا دیگر موجودات زنده جدا نموده و به حیوانات و گیاهان یا موجود دیگر منتقل و بیان نمود که جن‌های ذیل بیشتر از همه مورد توجه قرار دارند:

- جن‌های ایجاد کننده مقاومت در برابر بیماری‌های گیاهی و حیوانی (بیماری‌های قارچی، باکتریایی و ویروس‌ها).
- جن‌های ایجاد کننده مقاومت در نباتات در برابر آفات و پرازیتهای حیوانی (حشرات، کنه‌ها، نيماتودها).
- جن‌های ایجاد کننده مقاومت در برابر عوامل تنش‌زا (کم آبی، تغییرات اقلیمی، فرسایش و کیفیت پایین خاک).
- جن‌های دارای ظرفیت تثبیت نایتروجن به دانه‌ها و بهبود کیفیت محصولات غذایی با فراهم‌سازی انتقال ویتامین‌ها و مواد معدنی (Gaurv and Yogendra, 2015).

بنابراین، هدف اساسی بیوتکنالوژی به‌سازی واریتهای نباتی و حیوانی و تولید بیشتر محصولات غذایی با هزینه‌های کمتر و بدون به خطر انداختن کیفیت غذایی آن‌ها است. بیوتکنالوژی از طریق شاخص‌های فوق

الذکر قابلیت فراهم سازی محصولات غذایی با کیفیت و کافی را داشته، می‌تواند نقش موثری را در امنیت غذایی انسان‌ها ایفا کند.

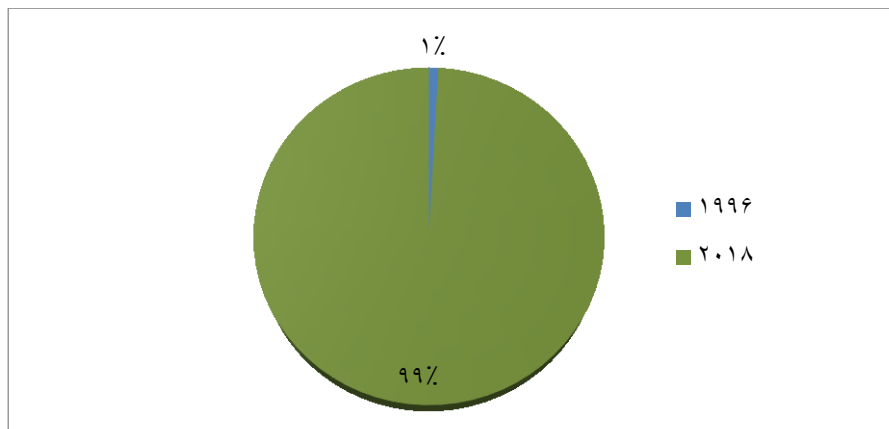
میزان موفقیت بیوتکنالوژی و محصولات اصلاح شده جنتیکی در بهبود امنیت غذایی

مسائل جهانی چون: تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت جهان، بیماری‌ها، آفات طبیعی و عدم دسترسی بخشی از جمعیت جهان به غذای کافی از دلایل اصلی عدم مصوئیت غذایی است. برای مقابله با این چالش‌های جدی، محققان جنتیک توانستند تعداد زیادی از محصول ترانسجینیک را موفقانه انکشاف دهند که شامل: جواری، گندم، برنج، جو، سورگوم (sorghum)، سویا و حبوبات برای تقویت مواد معدنی، آهن، مس، و ویتامین‌ها می‌باشد (Jamilm, et al., 2020). هم‌چنان تعداد زیادی از حیوانات مانند بز، گوسفند، ماهی، گاو و سایر حیوانات از لحاظ تولید محصولات غذایی (مانند تولید شیر، گوشت) و داروئی (پروتئین‌های مختلف، فکتورهای منعقد کننده خون، واکسین‌ها) انکشاف یافته‌اند (Dazfolly-Taheri, 2024). محبوبیت محصولات اصلاح شده جنتیکی (GMP) غیر قابل انکار است؛ و سطح محصولات غذایی در برخی از کشورهای توسعه یافته مانند: ایالات متحده امریکا، چین، ارجنتاین، برازیل و غیره به چندین برابر افزایش یافته است.

به طور مثال جواری مقاوم در برابر کم آبی «DroughtGard» (MON87460) نخستین نبات ترانسجینیک تجارتي است که برای تحمل کم آبی انکشاف داده شد (McKersie, 2015). به همین ترتیب ساینس‌دان‌ها نباتات ترانسجینیک را برای بلند بردن کیفیت غذایی نیز انکشاف داده اند که یکی از مثال‌های اولیه نباتات ترانسجینیک برنج طلایی (Golden rice) است.

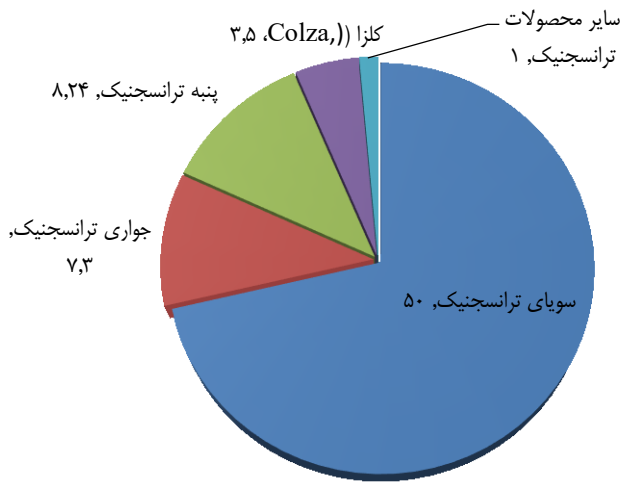
در سال ۱۹۹۶، برای اولین بار در تاریخ، استفاده از محصولات اصلاح شده جنتیکی (GMP) به تصویب رسید. هم‌چنین طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ میلادی ۲۵ برابر افزایش سطح تولید جهانی این محصولات گزارش شده و مساحت کلی ساحه کشت این نوع گیاهان زراعتی ۱۲۵ میلیون هکتار زمین محاسبه گردیده است. بر اساس برآوردها، بین سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۷، حدوداً ۳٫۵ میلیون دهقان اقدام به کشت گیاهان ترانسجینیک نمودند و در سال ۲۰۱۷، تقریباً ۱۷ میلیون کشاورز، ۱۸۹٫۸ میلیون هکتار در ۲۴ کشور کشت کردند که ۳ درصد افزایش نسبت به سال ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد (Ronald, 2011).

به همین ترتیب مساحت تحت کشت نباتات ترانسجینیک از ۱٫۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۹۱٫۷ میلیون هکتار زمین در سال ۲۰۱۸ میلادی افزایش یافت. در سال ۲۰۱۸، ۱۷ میلیون دهقان در ۲۶ کشور جهان مساحت ۱۹۱٫۷ میلیون هکتار زمین را نباتات ترانسجینیک کشت کرده اند. از سال ۹۶ تا سال ۲۰۱۸ میلادی کشت نباتات ترانسجینیک ۱۱۳ برابر افزایش یافته و مجموعاً ۲٫۵ میلیارد هکتار زمین زیر کشت این محصولات قرار گرفته است (ISAAA, 2017).



شکل ۲: سطح کشت نباتات ترانسژنیک در سال‌های (۱۹۹۶ و ۲۰۱۸) میلادی (به میلیون هکتار). در سال ۲۰۱۴، گزارش شد که بسیاری از کشورها (۲۲ کشور) مجوز محصولات GM را برای تغذیه، تولید محصولات غذایی و کشت این نباتات صادر کردند. از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷، ۴۰ کشور جهان از جمله ۲۹ کشور اروپایی در مجموع ۴۱۳۳ مجوز محصولات ترانسژنیک صادر کردند که در این میان ۴۹۸ مجوز آن ۲۹ محصولات نباتی را پوشش می‌دهد. این ۴۰ کشور ۱۹۹۵ جواز محصولات غذایی، ۱۳۳۸ جواز تغذیه و ۸۰۰ جواز کشت محصولات ترانسژنیک را صادر نمودند. کوریای جنوبی و مالیزیا به دلیل صدور جواز بیشتر به محصولات ترانسژنیک در رتبه دوم کشورهای صادر کننده جواز محصولات ترانسژنیک قرار گرفتند، در حالی که ایالات متحده شش جواز و ارجنتاین در سال ۲۰۱۷ سه جواز صادر نموده اند (ISAAA, ۲۰۱۷).

محصولات تولید شده ترانسژنیک در سال ۲۰۱۸ میلادی شامل: پنبه، جواری، سویا، کلزا، لبلبو، پاپایا، نیشکر، سیب، کچالو، بادنجان سیاه، بادنجان رومی، کدو، ارزن، و غیره بوده که ۴۲٪ از مجموع مساحت تحت کشت جهان را به خود اختصاص داده اند و سطح کشت چهار محصول عمده غذایی ترانسژنیک (۱ سویا ۵۰٪ در ۹۵,۹ میلیون هکتار، ۲ جواری ۷۰٪ در ۵۸,۹ میلیون هکتار، ۳ پنبه ۸/۲۴٪ در ۲۴,۸ میلیون هکتار و ۴ کلزای (Colza) ۳/۵٪ در ۱۰,۱ میلیون زمین و سایر محصولات ۱٪ در ۱,۹ میلیون هکتار تولید جهانی محصولات ترانسژنیک را به خود اختصاص داده اند (شکل ۳).



شکل ۳: میزان کشت محصولات ترانسژنیک در سال ۲۰۱۸ میلادی.

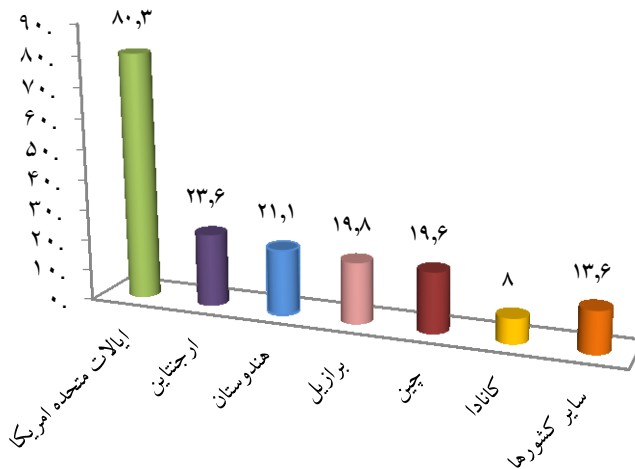
همچنان بسیاری از نباتات ترانسژنیک زراعتی مانند: جواری، گندم، برنج، جو، سورگوم (sorghum)، سویا و حبوبات برای تقویت مواد معدنی، آهن، مس، ویتامین‌ها و سایر مرکبات ضروری اصلاح شده اند (Jamilm, et al., 2020).

جدول ۱: محتوای تقویتی ایجاد شده در بعضی از نباتات ترانسژنیک (Jamilm, et al., 2020,) (Clemente, Cahoon, 2009).

حبوبات ترانسژنیک	برنج	گندم	جواری	سویا
مواد و مرکبات ایجاد شده تقویتی	Beta-carotene	- آهن	- ویتامین C	- آمینواسیدهای ضروری
	Vitamin B9 (Folate)	- Carotenoids	- Carotenoid	- افزایش Oleic acid
	- آهن (Iron)	- Anthocyanin	- s	- افزایش Stearic acid
	- Phytoti	- آمینواسیدها	- ویتامین E	- کاهش Linoleic acid
	- acid	- نشایسته	- مولتی	
	- Zinc		- ویتامین‌ها	
	امینواسیدها و محتوای پروتئینی		- آمینواسیدهای Lysine, Tryptophan	
	- انتی			
	اوکسیدانت‌ها		Methionine	

به طور خلاصه، در نقشه جهانی، در مجموع ۶۷ کشور در سال ۲۰۱۷ محصولات ترانسژنیک را پذیرفتند. از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ میلادی کشورهای تولید کننده محصولات ترانسژنیک مجموعاً ۱۸۶,۱ میلیارد دالر منافع

اقتصادی کسب کردند (شکل ۴). در سال ۲۰۱۷ میلادی مجموع سود اقتصادی برای کشورهای صنعتی ۸,۲ میلیارد دلار و برای کشورهای در حال توسعه ۱۰ میلیارد دلار محاسبه شده است (Jamil, et al., 2019). حجم تجارت محصولات تجارتي در سال‌های اخیر سریعاً در حال رشد بوده که ارزش جهانی آن در سال ۲۰۲۳ بالغ به ۲۲,۳۲ میلیارد محاسبه شده و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۷ به ۲۸,۰۳ میلیارد دلار خواهد رسید (GLOBE, NEWSWIRE, 2023).



شکل ۴: درآمد کشورهای مختلف جهان از محصولات ترانسژنیک بین سال‌های (۱۹۹۶-۲۰۱۶) به بلیون دلار (Jamil, et al., 2019).

بحث و نتیجه گیری

در حال حاضر، افزایش جمعیت انسانی، تغییرات اقلیمی و کمبود مواد غذایی از چالش‌های عمده جامعه بشری اند که انسان‌ها به آن مواجه اند. تغییرات اقلیمی، تخریب خاک و بروز آفات و امراض نباتی و حیوانی روند عادی زراعت، مالداري و تولید محصولات غذایی را متاثر ساخته، منجر به عدم امنیت غذایی در بسیاری از کشورهای جهان به ویژه کشورهای در حال توسعه گردیده است.

یافته‌های این بررسی بیانگر آن است که بیوتکنالوژی به عنوان یک رویکرد جدید علمی، قابلیت فوق العاده را برای تغییر و بهبود وراثتی‌های نباتی و حیوانی جهت تولید محصولات غذایی داشته و می‌تواند در فراهم سازی امنیت غذایی جامعه بشری را یاری رساند. هدف اساسی بیوتکنالوژی تولید بیشتر محصولات نباتی و حیوانی با هزینه‌های کمتر بدون به خطر انداختن کیفیت غذایی آن‌ها است. برای رسیدن به این هدف، بیوتکنالوژی امکان انتقال یک جن (Gene) مفید را از یک ارگانیسم به ارگانیسم دیگر جهت بیان صفت مورد نظر (چه افزایش سطح کیفی و یا کمی) تقریباً در تمام صفات بین تمام قلمرو موجودات زنده را جهت تولید محصولات اصلاح شده جنتیکی (GMO) فراهم ساخته است. هدف اساسی تولید محصولات ترانسژنیک، افزایش در میزان حاصل دهی، کاهش هزینه‌ها در تولید غذا و دوا، کاهش استفاده از حشره کش‌ها، بهبود و افزایش ترکیبات و

کیفیت غذایی، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، کمک در فراهم سازی نیازمندی‌های غذایی روز افزون جهانی است.

تعداد زیادی از حیوانات ترانسجینیک مانند: برنج، جواری، گندم، ساییب، ارزن و هم‌چنان تعداد از سبزیجات مثل بادنجان، کچالو، کدو و غیره موفقانه ایجاد شده اند که با گذشت هر روز سطح کشت این نباتات با مزایایی غذایی بهتر در حال افزایش است و باعث شده میزان تولیدات محصولات غذایی در جهان افزایش یابد. علاوه بر مزایایی مقاوم بودن، سرعت حاصل دهی و افزایش میزان تولید محصولات غذایی ارگانیزم‌های ترانسجینیک، محصولات اصلاح شده حاوی چند برابر ویتامین‌ها (ویتامین‌های A, C, E)، پروتئین‌ها (امینواسیدهای ضروری)، منرال‌ها (Fe, Ca...) و انتی‌اکسیدانت‌ها می‌باشند. به همین ترتیب تعداد زیادی از حیوانات مانند: گاو، بز، گوسفند و غیره جهت تولید محصولات حیوانی و سایر جنبه‌های مفید اصلاح جنتیکی شده اند که باعث تولید بیشتر و رضایت صنعت مالداری شده است.

با درک نتایج این مطالعه، می‌توان اذعان نمود که، هرگاه روش و رویکردهای مبتنی بر بیوتکنالوژی به صورت محتاطانه و تخصصی جهت تولید محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند با ایجاد ویژه‌گی‌ها و شاخص‌های: (۱) مقاومت در برابر بیماری‌های گیاهی و حیوانی (بیماری‌های قارچی، باکتریایی و ویروسی‌ها)، (۲) مقاومت نباتات در برابر آفات حیوانی (حشرات، کنه‌ها، نيماتودها)، (۳) مقاومت در برابر عوامل تنش‌زا (تغییرات اقلیمی، فرسایش و کیفیت پایین خاک) و (۴) تقویت محتوای غذایی (ویتامین‌ها، منرال‌ها، امینواسیدها) در نباتات در نباتات منجر به انقلاب تولید محصولات غذایی شده و غذای لازم برای جمعیت انسانی روز افزون جهان را فراهم نماید که یقیناً در حفظ امنیت غذایی جهانی به‌ویژه کشورهای در حال توسعه و فقیر مانند کشور ما افغانستان نقش موثر را ایفا خواهد کرد.

References

- Akhtar, Z.R. and G.Y. Ye. (2012). *Bio-safety concerns of Bt rice in China. Global J. Environ. Sci. Technol.* 2:1–8.
- Aluru, M., Y. Xu, R. Guo, Z. Wang, S. Li, W. White, K. Wang and S. Rodermel. (2008). *Generation of transgenic maize with enhanced provitamin A content. J. Exp. Bot.* 59:3551–3562. doi:10.1093/jxb/ern212.
- Aluru, M.R., S.R. Rodermel, M.B. Reddy. (2011). *Genetic modification of low phytic acid 1-1 maize to enhance iron content and bioavailability. J. Agric. Food Chem.* 59:12954–12962. doi:10.1021/jf203485a.
- Bonciu, Elena and De Souza, Cleiton Pereira. (2022). *PROGRESS IN GENOMICS AND BIOTECHNOLOGY, THE KEY TO ENSURING FOOD SECURITY. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol. 22, 1, 2285-3952*, 149.
- Borg, S., H. Brinch-Pedersen, B. Tauris, L.H. Madsen, B. Darbani, S. Noeparvar and P.B. Holm. (2012). *Wheat ferritins: improving the iron content of the wheat grain. J. Cereal Sci.* 56:204–213. doi:10.1016/j.jcs.2012.03.005.

- Brief. Ithaca, NY: Int. Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 290.
- Cao, Y., and D. Li. (2013). *Impact of increased demand for animal protein products in Asian countries: Implications on global food security. Animal front.* 3:48-55.
- Chen, M., A.M. Shelton and G.Y. Ye. (2011). *Insectresistant genetically modified rice in China: from research to commercialization. Annu. Rev. Entomol.* 56:81-101.
- Chen, M., J.Z. Zhao, G.Y. Ye, Q. Fu and A.M. Shelton. (2006). *Impact of insect-resistant transgenic rice on target insect pests and non-target arthropods in China. Insect Sci.* 13:409-420.
- Chen, R., G. Xue, P. Chen, B. Yao, W. Yang, Q. Ma, Y. Fan, Z. Zhao, M.C. Tarczynski and J. Shi. (2008). *Transgenic maize plants expressing a fungal phytase gene. Transgenic Res.* 17:633-643. doi: 10.1007/s11248-007-9138-3.
- Clemente, Tom E; and Cahoon, Edgar B. (2009). "Soyabean Oil: Genetic Approaches for Modification of Functionality and Total Content". *Plant physiology.* 151 (3): 1030-40.
- Dazfoly-Taheri, Bahara. (2024). *The role of Transgenic Animals in improvement of animal production. journalofbiosafety.ir* on 2024-07-09. DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.7.0.
- Decourcelle, M., L. Perez-Fons, S. Baulande, S. Steiger, L. Couvelard, S. Hem, C. Zhu, T. Capell, P. Christou, P. Fraser and G. Sandmann. (2015). *Combined transcript, proteome, and metabolite analysis of transgenic maize seeds engineered for enhanced carotenoid synthesis reveals pleiotropic effects in core metabolism. J. Exp. Bot.* 66:3141- 3150. doi:10.1093/jxb/erv120.
- Doshi, K.M., F. Eudes, A. Laroche and D. Gaudet. (2006). Transient embryo specific expression of anthocyanin in wheat. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 42:432-438. doi:10.1079/IVP2006778.
- Elliott, S., (2020). *Oat Genome Available on ARS Website, <https://www.ars.usda.gov/news>, Accessed on January 17, 2022.*
- FAO. (2011). *Biotechnologies for Agricultural Development: Proceedings of the FAO international technical conference on "Agricultural Biotechnologies in Developing Countries: options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change" (ABDC-10).* <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm> (last accessed 01.07.11).

- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. Rome, FAO.
- Fedoroff, N.V. (2015). *Food in a future of 10 billion*. Agric. Food Security. 4:11.
- Garg, M., N. Sharma, S. Sharma, P. Kapoor, A. Kumar, V. Chunduri and P. Arora. (2018). *Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world*. Front. Nutr. 5:12.
- Gaurav Raghuvanshil and Yogendra Singh², (2015). *Agriculture Biotechnology For Sustainable Food Security: A Review*. Indian Res. J. Genet. & Biotech 7 (3) : 311 – 319 (2015).
- Godfray, H.C.J., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S.M. Thomas and C. Toulmin. (2010). *Food security: the challenge of feeding 9 billion people*. Sci. 327:812–818. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>.
- GLOBE NEWSWIRE. (2023). "Genetically Modified Crops Global Market Report 2023". Reportlinker.com announces the release of the report. New York, Feb. 23, 2023 - https://www.reportlinker.com/p06282199/?utm_source=GNW.
- ISAAA, C. (2017). *Biotech crop annual updates*.
- J. Abah, M. N. Ishaq and A. C. Wada. (2010). *The role of biotechnology in ensuring food security and sustainable agriculture*. African Journal of Biotechnology Vol. 9 (52), pp. 8896-8900,. <http://www.academicjournals.org/AJB>.
- James, C. (2009). Brief 41: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2009. ISAAA
- James, C. (2007). *Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007*. In: ISAAA Briefs No. 37. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, Ithaca, N.Y.
- Jamil, Shakra; Arshad, Saman; Kanwal, Shamsa; Razzaq, Humera. (2019). *IMPACT OF TRANSGENIC CROPS ON GLOBAL FOOD SECURITY: A REVIEW*. J Agric. Res., 2019, Vol. 57 (4):245-258.
- Lee, S., Y.S. Kim, U.S. Jeon, Y.K. Kim, J.K. Schjoerring and G. An. (2012). *Activation of rice nicotinamine synthase 2 (OsNAS2) enhances iron availability for biofortification*. Mol. Cell. 33:269–275. doi:10.1007/s10059-012-2231-3.
- Lin CH. & Pan TM. (2016). *Perspectives on genetically modified crops and food detection*. J. Food Drug Anal, 24 (1): 1–8.

Raybould, A., and H. Quemada. (2010). *Bt crops and food security in developing countries: realized benefits, sustainable use and lowering barriers to adoption*. *Food Security*. 2:247-259.

Ronald, P. (2011). *Plant genetics, sustainable agriculture and global food security*. *Genet*. 188:11-20.

Ruane, John and Sonnino, Andrea. (2011). *Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security*. *JournaofBiotechnology*. 156 (2011)356-363.

<https://www.researchgate.net/publication/51461666>.

Sestili, F., M. Janni, A. Doherty, E. Botticella, R. D'Ovidio, S. Masci, H.D. Jones and D. Lafiandra. (2010). *Increasing the amylose content of durum wheat through silencing of the SBEIIa genes*. *BMC Plant Biol*. 10:144. doi:10.1186/1471-2229-10-144.

Shahzad, Rahil and iqbal, Zaffar. (2020). *Impact of transgenic crops on global food security: A review*. *J Agric. Res.*, 2019, Vol. 57 (4):245-258.

Songstad DD, Petolino JF, Voytas DF. & NA, Reichert. (2017). *Genome editing of plants*. *Crit. Rev. In Plant Sci*, 36 (1): 1- 23.

Sultana, R., S. Jamil, M. Aslam, R. Shahzad, R. Fatima, M.A. Maqbool, M.Z. Iqbal. (2019). *Overview of quality protein maize and molecular breeding approaches for its development*. *Int. J. Biosci*. 14:533-542.

Tamás, C., B.N. Kisgyörgy, M. Rakszegi, M.D. Wilkinson, M.S. Yang, L. Láng, L. Tamás and Z. Bedő. (2009). *Transgenic approach to improve wheat (Triticum aestivum L.) nutritional quality*. *Plant Cell Rep*. 28:1085-1094. doi:10.1007/s00299-009- 0716-0.

Tang, M., X. He, Y. Luo, L. Ma, X. Tang and K. Huang. (2013). *Nutritional assessment of transgenic lysine-rich maize compared with conventional quality protein maize*. *J. Sci. Food Agric*. 93:1049-1054. doi:10.1002/jsfa.5845.

The Daily Climate, May 24, 2017.

Wang, C., J. Zeng, Y. Li, W. Hu, L. Chen, Y. Miao, P. Deng, C. Yuan, C. Ma, X. Chen and M. Zang. (2014). *Enrichment of provitamin A content in wheat (Triticum aestivum L.) by introduction of the bacterial carotenoid biosynthetic genes CrtB and CrtI*. *J. Exp. Bot*. 65:2545-2556. doi:10.1093/jxb/erul38.

Xiaoyan, S., Z. Yan and W. Shubin. (2012). *Improvement Fe content of wheat (Triticum aestivum) grain by soybean ferritin expression cassette without vector backbone sequence*. *J. Agric. Biotechnol*. 20:766-73.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی بازجهت گیری اسپینی و ناهمسانگردی مقناطیسی در فریت نئودیمیم (NdFeO_3)

پوهنیارمختار دانشور

پوهنهی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

چکیده

در این مقاله به بررسی خواص مقناطیسی به ویژه بازجهت گیری اسپینی و ناهمسانگردی فریت نئودیمیم پرداخته شده و به روش مروری و کتابخانه در می یابیم که فریت نئودیمیم دارای دو زیرشبکه Nd و Fe بوده و نظم مقناطیسی این زیرشبکه ها به تابع درجه حرارت تغییر می کند. در درجه حرارت های بالا زیرشبکه آهن (Fe) نقش تعیین کننده در مقناطیسیت مواد دارد و در درجه حرارت های پایین تر بازجهت گیری اسپینی اتفاق می افتد و در درجه حرارت های کمتر از آن نقش مومنت های مقناطیسی نئودیمیم (Nd) برجسته تر می گردد. از بررسی مقناطیسیت در جهت های مختلف بلوری نیز در می یابیم که مقناطیسیت در تمام جهات بلوری یکسان نبوده و تابع جهت نیز می باشد که این خاصیت مقناطیسی را ناهمسانگردی مقناطیسی می نامند.

کلید واژه ها: فریت نئودیمیم، ناهمسانگردی، بازجهت گیری اسپینی

مقدمه

اورتوفریتهای خاکی نادر با فرمول عمومی $RFeO_3$ به دلیل خواص جالب و کاربردی آن به صورت وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. این ترکیبات از جمله اکسایدهای فلزات انتقالی بوده و دارای ساختار پروسکایتی اعوجاج یافته می باشد. اورتوفریتهای خاکی نادر به علت برهمکنشهای مغناطیسی دو نوع آیونهای مغناطیسی Fe^{+3} و R^{+3} دارای خواص جالب مغناطیسی است. در این ترکیبات رقابت یا تقابل بین برهمکنشهای $Fe - Fe$ و $R - R$ منجر به پدیدههای جالب مغناطیسی می گردد. در درجه حرارتهای بالاتر خواص مغناطیسی سیستمهای $RFeO_3$ وابسته به برهمکنشهای $Fe - Fe$ است که باعث نظم مغناطیسی نوع آنتی فرومغناطیسی با درجه حرارت نیل از 620 تا 740K می گردد (Przeniosło, Sławiński, Sosnowska و همکاران، ۲۰۰۵، White، ۱۹۶۹، Bronstein، ۱۹۷۸). با کاهش درجه حرارت در حدود (100 - 200 K) رقابت بین برهمکنشهای $Fe - Fe$ و $R - R$ (Yamaguchi، ۱۹۷۴) منجر به پدیدهی به نام انتقال بازجهت گیری اسپین ها می گردد (Bornstein، ۱۹۷۸). مجموعهی این خواص مغناطیسی باعث گردیده است که این ترکیبات در بخشهای مختلف مانند: دستگاههای ذخیره اطلاعات، حسگرهای مغناطیسی و دیگر موارد مورد استفاده قرار گیرد (Kumar و Vijaiyakumar, Shalini، ۲۰۲۰). براساس روش نوت-گذاری برتات، تقارن مغناطیسی $NdFeO_3$ را به نظم مغناطیسی $G_x A_y F_z$ نشان می دهد، در حالی که مومنت-های مغناطیسی آیون Nd نظم آنتی فرومغناطیسی نوع C و آنتی فرومغناطیسی G_x در $T_N = 1.5 K$ نشان می دهد، آیونهای مغناطیسی Fe^{+3} در درجه حرارتهای کمتر از درجه حرارت نیل ($T_N = 690 K$) نظم آنتی فرومغناطیسی کج شدهی نوع G را دارد، در حالی که همین آیونها در درجه حرارتهای پایین نظم مغناطیسی مرکب از G_x و G_z دارد. به همین دلیل بازجهت گیری اسپینی در $NdFeO_3$ در درجه حرارتهای 100K و 200K اتفاق می افتد (Kumar و Vijaiyakumar, Shalini، ۲۰۲۰). در تعیین خواص مغناطیسی یک اورتوفریتهای خاکی نادر $RFeO_3$ عوامل زیادی دخیل است؛ از جمله: طریقه سنتز ماده، درجه حرارت پخت ماده، اندازه دانه، جانشانی عناصر دیگر در جایگاه R و Fe، ساحه مغناطیسی خارجی و درجه حرارت (Shalini و همکاران، ۲۰۲۰، Duyen و همکاران، ۲۰۲۱، Gao و همکاران، ۲۰۲۴، Nguyen و همکاران، ۲۰۲۱، Nakhaei و Khoshnoud، ۲۰۱۹). $NdFeO_3$ ساختار پروسکایتی دارد که هشت وجهی FeO_6 را ایجاد می کند و Nd توسط این هشت وجهی احاطه می گردد، هر کدام از عوامل که ذکر گردید در ایجاد انحراف شکلی و همین طور در تغییر طول پیوند $Fe - O$ و زاویه پیوندی $Fe - O - Fe$ نقش دارد (Liang و Ji, Gao، ۲۰۲۴).

اورتوفریتهای خاکی نادر با گروه فضایی Pbnm دو زیر شبکهی غیرمتعادل دارند که الکترونهای 4f زیر شبکه خاکی نادر و الکترونهای 3d زیر شبکهی Fe به گونهی متضاد باهم جفت می گردند. زیر شبکهی Fe در درجه حرارتهای بالاتر یک آنتی فرومغناطیس ضعیف را نشان می دهد، در حالی که زیر شبکهی R در درجه حرارتهای بسیار پایین به گونهی آنتی فرومغناطیسی تنظیم می گردند. برهمکنش تبدالی بین الکترونهای 3d آیون آهن بسیار قوی تر از برهمکنش الکترونهای 4f هستند، به همین دلیل این دو زیر شبکه وابستگی حرارتی متفاوتی را از همدیگر نشان می دهد (Yuan, Ren, Hong و همکاران، ۲۰۱۳).

مقناطیسیت محصله جفت شدگی قوی بین الکترون‌های 3d و 4f را نشان می‌دهد: $M = M_0 + \chi_R H_0$ ، طوری که M_0 مقناطیسیت زیرشبکه Fe، χ_R نفوذ پذیری پارامقناطیسی زیرشبکه R و H_0 ساحه مقناطیسی تبدالی تولید شده توسط مومنت مقناطیسی Fe در زیرشبکه‌ی خاکی نادر R است. زمانی که M_0 و χ_R علایم متفاوت و وابستگی حرارتی متفاوت داشته باشد، معادله‌ی فوق پدیده‌های زیر را در RFeO₃ توضیح می‌دهد. الف) درجه حرارت جبرانی^۲ T_{comp} در $M = 0$ زمانی که $|M_0| = |\chi_R H_0|$ است. ب) بازگشت مقناطیسیت هنگامی که یکی از دو زیر شبکه نسبت به دیگری غالب شود در درجه حرارت بالاتر از درجه حرارت بحرانی T_{comp} (Yuan, Ren, Hong) و همکاران، ۲۰۱۳).

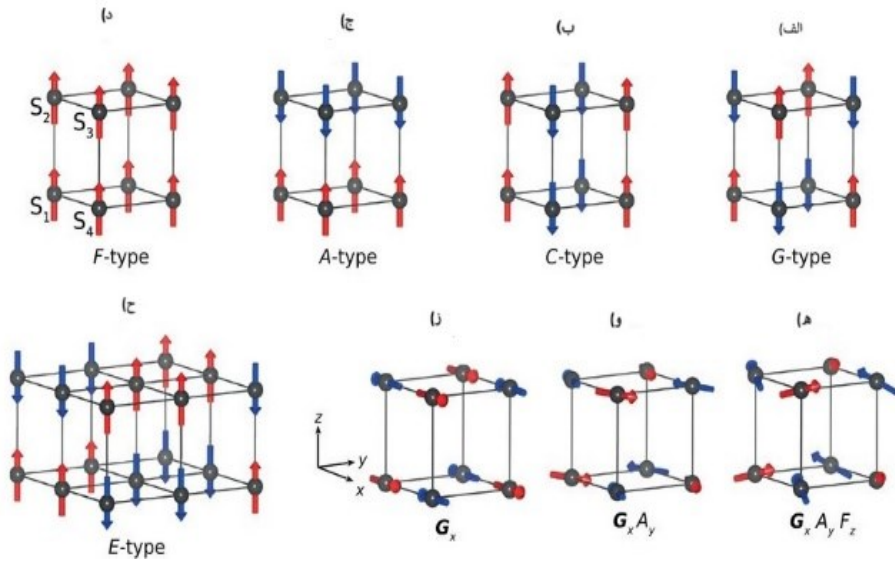
معکوس شدن مقناطیسیت در اورتوفریت‌های خاکی نادر اتفاق می‌افتد، یعنی مومنت‌های مقناطیسی در جهت متضاد با ساحه مقناطیسی اعمالی قرار می‌گیرد، دلیل این امر این است که حالت پایه مقناطیسی این ترکیبات به دلیل رقابت بین الکترون‌های 3d و 4f ناپایدار است. در این مقاله تغییر مقناطیسیت و به تابع جهت، درجه حرارت و ساحه مقناطیسی خواهیم پرداخت، اعداد و ارقام مورد استفاده در این مقاله بیشتر به عنوان مثال مطرح می‌گردد و بیشتر توجه روی جنبه پدیدارشناختی این موضوعات است و چگونگی تغییر جهت مقناطیسی و ناهمسانگردی به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

اورتوفریت‌ها در ساخت حسگرهای مقناطیسی و دستگاه‌های ذخیره اطلاعات از کاربردهای فراوان برخوردار است، با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی شناخت بنیادی در مورد مواد اولیه‌ی این دستگاه‌ها که عبارت از اورتوفریت‌ها و از جمله فریت نئودیمیم نیز می‌باشد، از اهمیت خاص برخوردار است، فهم و درک از ماهیت رفتارهای مقناطیسی فریت نئودیمیم به عنوان یکی از موارد مهم اورتوفریت‌ها از اهداف اصلی این نوشته می‌باشد، در ضمن آن درک پدیدارشناختی از ماهیت بازجهت‌گیری مقناطیسی و ناهمسانگردی مقناطیسی نیز از اهداف بعدی این تحقیق به شمار می‌رود که تلاش شده است به طور مفصل مورد بحث قرار گیرد.

اصلی‌ترین سوال این تحقیق این است که؛ اسپین‌های مقناطیسی در ترکیب فریت نئودیمیم چگونه جهت خود را تغییر می‌دهد؟ و آیا مقناطیسیت در تمام محورهای بلوری در این ترکیب یکسان است یا متفاوت یعنی به لحاظ مقناطیسی همسانگرد است یا ناهمسانگرد؟ این مقاله برای یافتن جواب و حل همین مسایل تحریر گردیده و کوشیده شده است تا با مطالعه‌ی موارد مشابه در مقالات مختلف برای این رفتار مقناطیسی توجیه منطقی دریافت گردد.

² Compensation Temperature

این نوشته عصاره‌ی از مقالات مرتبط با موضوع بوده که به گونه‌ی مروری مورد مطالعه قرار گرفته است، منابع مختلفی که در اخیر این نوشتار لیست گردیده هر کدام به طور مقایسه‌ی به تکرار مورد بازخوانی قرار گرفته و از مجموعه‌ی اطلاعات نوشتاری و گراف‌های آن‌ها مقاله‌ی حاضر تهیه گردیده است، لذا شیوه‌ی نگارش این مقاله را می‌توان ترکیبی از مطالعه‌ی کتابخانه‌ی (دیجیتال) و مروری دانست.

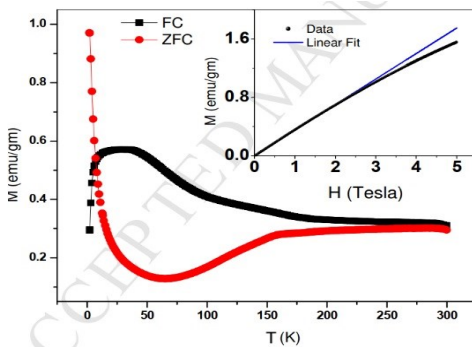


شکل ۱: آرایش مومنت‌های مقناطیسی آهن به انواع A، C

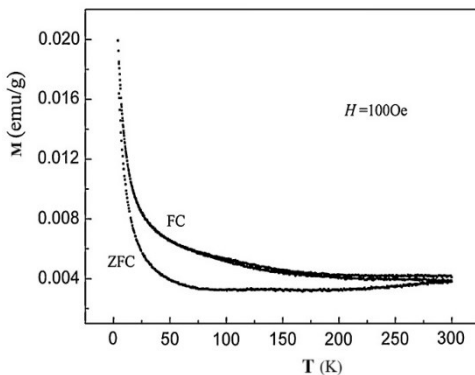
پیشینه تحقیق در مقاله‌ی J. Ramesh منتشر شده در سال ۲۰۱۷، در مورد وابستگی حرارتی مقناطیسیّت فریت نئودیمیم در انتروال (2-300 K) تحت شرایط بدون حضور ساحه مقناطیسی (ZFC)^۳ و با حضور ساحه مقناطیسی (FC)^۴ به اندازه ی 500 Oe مطالعه صورت گرفته است. در این مقاله انتقال مقناطیسی در درجه حرارت نیل را 706K برای مومنت‌های مقناطیسی Fe گزارش داده است و همین‌طور بازجهت‌گیری اسپینی (SRT) را براساس اطلاعات وابستگی مقناطیسیّت به درجه حرارت (M - T) در انتروال (66-158) K نیز صورت گرفته که مقاله‌ی دیگری نیز تطابق دارد (Yang, Guo, Zhou و همکاران، ۲۰۱۴). در حالت FC با کاهش درجه حرارت، مقناطیسیّت افزایش یافته و در درجه حرارت 45 K به قیمت اعظمی خود می‌رسد و تا درجه حرارت 11 K این مقدار را حفظ می‌کند.

³ Zero-Field Cooled

⁴ Field Cooled



شکل ۲: بررسی مقناطیست به تابع درجه حرارت در FC و ZFC



شکل ۳: بررسی مقناطیست به تابع درجه حرارت در ZFC و FC

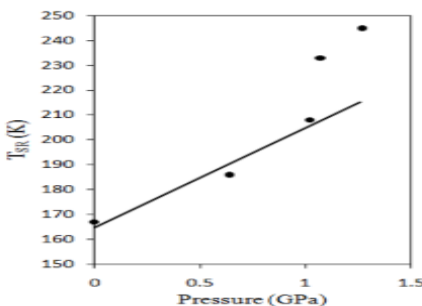
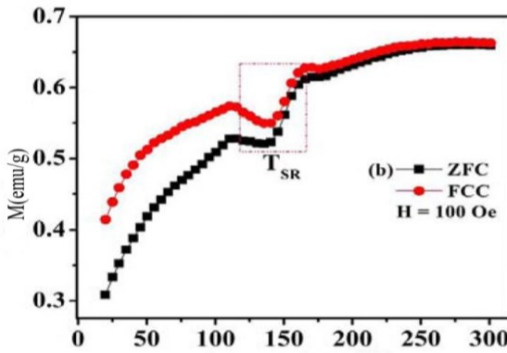


Figure 3. Spin-reorientation temperature dependence of applied pressure for NdFeO₃ in 100 Oe magnetic field.

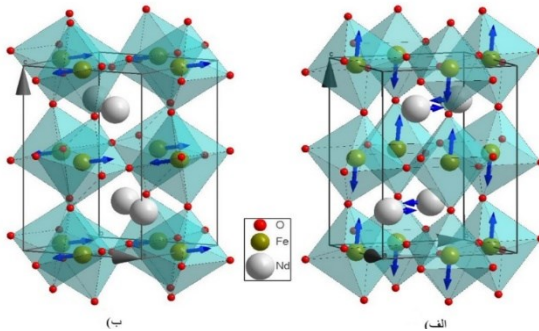
بعد از این درجه حرارت منحنی FC کاهش یافته و در درجه حرارت 7.2 K با منحنی ZFC تقاطع نموده و سپس بازهم کاهش می‌یابد. این تقاطع و هم مقداری را می‌توانیم به عنوان نقطه‌ی جبرانی در نظر بگیریم که در درجه حرارت‌های پایین به دلیل معکوس شدن مقناطیسی (Magnetic Reversal) صورت می‌گیرد. معکوس شدن مقناطیسی به این دلیل صورت می‌گیرد که اسپین مومنت‌های اتوم خاکی نادر Nd متضاد با مومنت اتوم Fe می‌گردد یعنی مقادیر مومنت‌های مقناطیسی یکسان و جهت‌های مخالف داشته و در نتیجه مقناطیسیست محصله صفر می‌گردد. یک گراف بزرگنمایی شده در داخل شکل فوق وابستگی حرارتی مقناطیسیست (M - H) در درجه حرارت 5 K را نشان می‌دهد، در این گراف تا حدود 2.5 T گراف خطی بوده و بعد از آن اندکی انحراف می‌نماید که این انحراف می‌تواند ناشی از ساحه القایی بسیار ظریف داخلی باشد که از اثر جفت شدگی اسپین - مدار باشد. فریت نئودیمیم دو زیرشبکه دارد، زیرشبکه‌ی Fe آنتی‌فرومقناطیس است و زیرشبکه‌ی Nd ثابت حرارتی منفی دارد یعنی با افزایش درجه حرارت مقناطیسیست آن کم می‌شود، در درجه حرارت زیر 35 K مومنت‌های مقناطیسی Nd بزرگتر از Fe است و وضعیت فرومقناطیس مانند که توسط

منحنی ZFC نشان داده شده است، ممکن اتفاق افتد (Jiang, Shen, Wu, ۲۰۱۱). شکل ۴: وابستگی T_{SR} به تابع فشار

مومنت‌های Nd با افزایش درجه حرارت کاهش یافته و همین افتادگی مقناطیسی تا 35 K می‌شود. بعد از آنتی فرومقناطیس زیرشبکه آهن برجسته می‌گردد (Yin, Zhang, H.G., Zhang, Y.J. و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۵: بررسی مقناطیسیت به تابع درجه حرارت در ZFC و FC



شکل ۶: نمایش جهت گیری اسپین های Nd و Fe (الف) 290 K (ب) 1.5

G. H. Hu در ۲۰۱۲ در مقاله تاثیر فشار بر انتقال فاز بلورهای NdFeO_3 را مورد بررسی قرار داده و بیان می‌دارد که درجه حرارت بازجهت گیری اسپینی (T_{SR}) با افزایش فشار، افزایش می‌یابد (Hu, Shuang, Umehara, ۲۰۱۲).

T Shalini و J Kumar در مقاله‌ی

پیرامون بررسی خواص مقناطیسی $\text{Nd}_{1-x}\text{Gd}_x\text{FeO}_3$

به مقایسه‌ی

وابستگی حرارتی مقناطیسیت

پرداخته و نشان می‌دهد که درجه

حرارت بازجهت گیری اسپینی برای

NdFeO_3 خالص در حدود

100K و 180 K است، در حالی-

که برای $\text{Nd}_{0.95}\text{Gd}_{0.05}\text{FeO}_3$

در حدود 150K و 250K است.

این تغییر در T_{SR} ممکن به دلیل

وجود برهمکنش $\text{Gd}^{+3} - \text{Fe}^{+3}$

باشد (Kumar و Shalini, ۲۰۲۱).

R. Przenioslo و همکاران نظم مومنت مقناطیسی آیون‌های Nd^{+3} را در NdFeO_3 مورد بررسی قرار

داده و بیان می‌دارد که جهت آن برای مومنت‌های مقناطیسی از یک محور به سمت محور دیگر تغییر می‌کند و

بازجهت گیری اسپینی در درجه حرارت $T_{\text{SR}1}=100\text{K}$ و $T_{\text{SR}2}=170\text{K}$ صورت می‌گیرد (Przenioslo, Fischer و Sosnowska, ۱۹۹۵).

T Shalini و همکاران در بررسی خواص مقناطیسی فریت نئودیمیم؛ وابستگی حرارتی مقناطیسیت را بیان

می‌کند که درجه حرارت بازجهت گیری اسپینی طبق شکل بین 120K و 150 K واقع می‌شود. اندازه‌گیری

سرد سازی این ترکیب در حضور سازه مقناطیسی نشان می‌دهد که در درجه حرارت پایین مقناطیسیت افزایش

می‌یابد و این افزایش بیانگر وجود نظم آنتی فرومقناطیسی می‌باشد. در حالی که در درجه حرارت‌های بالاتر از

150 K منحنی‌های FC و ZFC یکسان است و این رفتار نظم پارامقناطیسی را نشان می‌دهد. همه‌ی این

نظم‌های مقناطیسی به دلیل برهمکنش‌های بین آیون‌های $\text{Fe} - \text{O} - \text{Fe}$ و $\text{Nd} - \text{O} - \text{Fe}$ در درجه

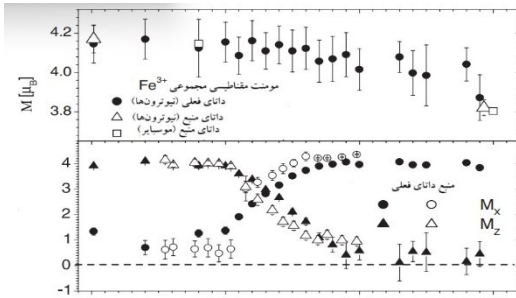
حرارت‌های پایین‌تر است (J. Kumar و Vijayakumar2, Shalini, ۲۰۲۰).

La Chen و همکاران در مقاله‌ی منتشره تحت عنوان نقش الکترون‌های 4f در بازجهت‌گیری اسپینی

NdFeO_3 بیان می‌دارد که ساختارهای مقناطیسی در درجه حرارت اتاق (290 K) و درجه حرارت پایین

(1.5 K) مورد مطالعه قرار گرفته است. نظم مغناطیسی زیر شبکه‌ی Fe³⁺ در فریت نئودیمیم با تغییر درجه حرارت چنین تغییر می‌کند (Cao, Li, Chen, و همکاران، ۲۰۱۲).

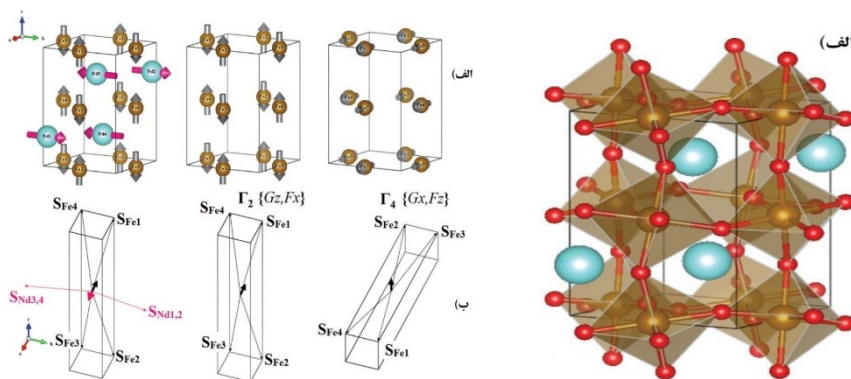
$$\Gamma_2 (G_z, F_x) \rightarrow \Gamma_{24} (G_{xz}, F_{xz}) \rightarrow \Gamma_4 (G_x, F_z)$$



شکل ۷: بررسی مغناطیسیت به تابع درجه حرارت در جهت محور a و c (پنل پایینی) و محصله‌ی آن (پنل بالایی)

G و F وکتورهای آنتی‌فرومغناطیسی و فرومغناطیسی هستند، در درجه‌های حرارت پایین $T < 100$ K، مومنت‌های مغناطیسی آیون‌های Fe³⁺ در جهت محور Z در پیکربندی $G_z F_x$ قرار دارد. در درجه حرارت حدود 100 K مومنت‌های مغناطیسی محور Z را ترک و بطور پیوسته به سمت محور X حرکت نموده و در صفحه‌ی ZX با ساختار مغناطیسی $G_{xz} F_{xz}$ قرار می‌گیرد. در درجه حرارت حدود 170 K اسپین‌های آیون‌ها در جهت محور x آرایش $G_x F_z$ را به خود اختیار می‌کند (Cao, Li, Chen, و همکاران، ۲۰۱۲).

W Sławinski و همکاران تحت عنوان بازجهت‌گیری اسپینی در NdFeO₃ به مطالعه‌ی وابستگی حرارتی مغناطیسیت پرداخته که در آن مغناطیسیت مجموعی در درجه حرارت‌های مختلف را در شکل مقابل (پنل بالایی) نشان داده است و همین‌طور مولفه‌های M_x و M_z نیز به تابع درجه حرارت بررسی و در شکل ۷ (پنل پایینی) نمایش داده شده است. چنانچه در شکل ۷ دیده می‌شود، مقدار M_x در 100 K شروع به افزایش نموده و M_z در همان درجه حرارت شروع به کاهش می‌کند و این تغییرات به تدریج تا درجه حرارت 190 K ادامه دارد. در محدوده‌ی 190 K تا 290 K نظم واحد G_x و نظم مختلط $G_x G_z$ در نظر گرفته شده است (Sosnowska, Przenioslo, Sławinski, و همکاران، ۲۰۰۵).



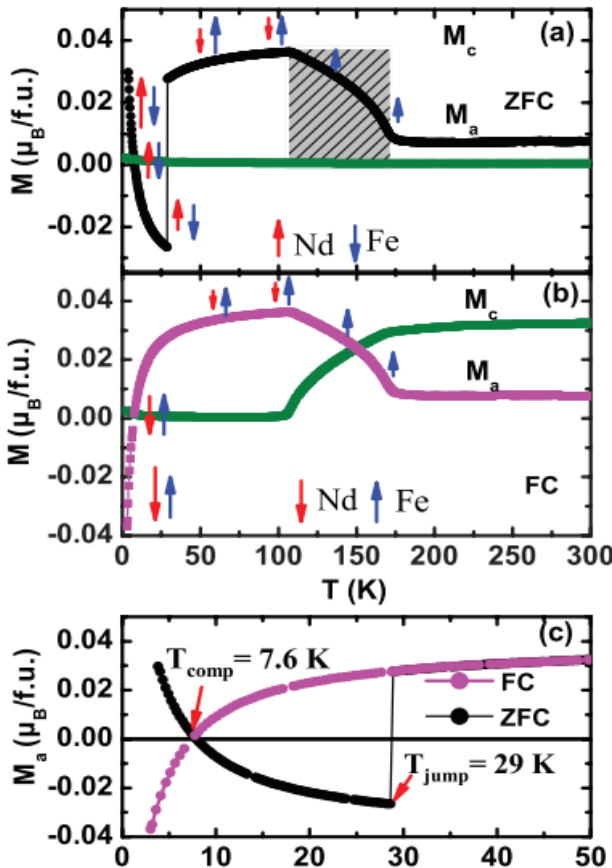
شکل ۸: ساختار بلوری، پیکربندی مغناطیسی NdFeO₃: (الف) ساختار بلوری سلول واحد NdFeO₃ (ب و ج) ساختار اسپینی

Γ_4 و Γ_2

S. J. Yuan و همکارانش با استفاده از نرم افزار Vesta ساختار مقناطیسی مومنت‌های فریت نئودیمیم را شبیه سازی نموده و حالت اسپینی Γ_4 را بدون در نظر داشت مقناطیس زیرشبکه‌ی Nd را ترسیم نموده است. با توجه به شکل ۸- ج، اسپین آیون‌های آهن چنین محاسبه شده است: $S_{Fe1} = (3.714, 0.028, 0.025)$ ، $S_{Fe2} = (-3.714, -0.028, 0.023)$ ، $S_{Fe3} = (-3.714, 0.027, 0.023)$ ، $S_{Fe4} = (3.714, -0.028, 0.025)$ $\Gamma_4 (G_x, F_z)$ = مقناطیس خالص برابر $0.023 \mu_B$ برای حالت اسپینی $\Gamma_4 (G_x, F_z)$ است.

با کاهش درجه حرارت از 170 K به 107 K یک بازجهت‌گیری اسپینی به تدریج اتفاق می‌افتد و مومنت‌های مقناطیسی آهن حالت اسپینی $\Gamma_2 (G_z, F_x)$ نرم افزار چنین محاسبه شده است: $S_{Fe1} = (0.026, -0.024, 3.710)$ ، $S_{Fe2} = (0.025, 0.024, 3.710)$ ، $S_{Fe3} = (0.026, -0.024, 3.710)$ ، $S_{Fe4} = (0.026, -0.024, -3.710)$ مقناطیس خالص در جهت محور X بوده و برابر با $0.026 \mu_B$ به

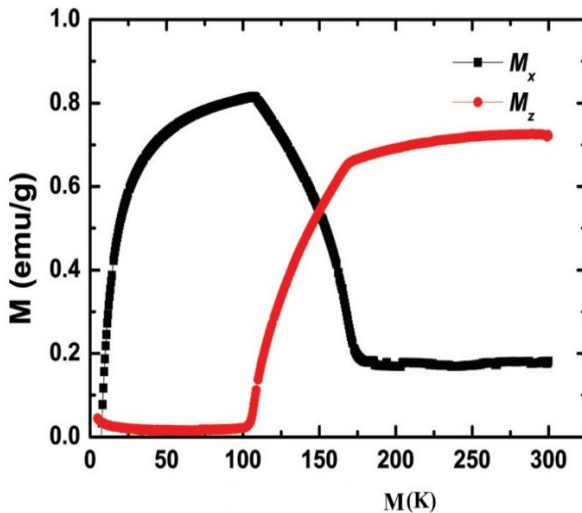
دست می‌آید (Ren, Yuan, Hong و همکاران، ۲۰۱۳).



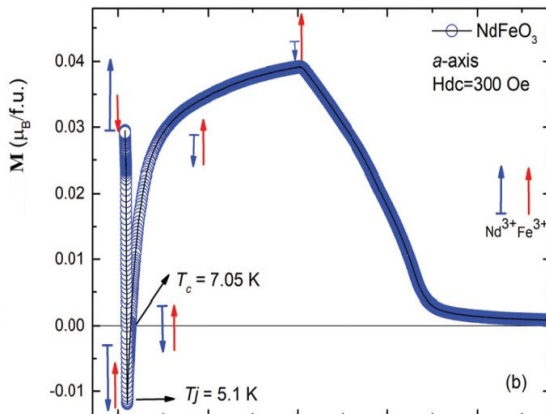
شکل ۹: بررسی مقناطیسیت به تابع درجه حرارت (الف ZFC ب FC) (ج بزرگنمایی منحنی ZFC و FC در درجه حرارت‌های پایین)

S. J. Yuan و همکارانش در مقاله‌ی تحت عنوان اسپین سوئیچینگ و بازگشت مقناطیسی در تک بلور $NdFeO_3$ در سال ۲۰۱۳ منتشر نموده که در آن ناهمسانگردی مقناطیسی را مورد مطالعه قرار داده است. نشان داده شده که با کاهش درجه حرارت بازجهت‌گیری اسپینی در $T_{SR} = 170 K$ شروع و تا $107 K$ ادامه دارد. در درجه حرارت‌های پایین ($T < 29 K$) مقناطیسیت در جهت محور X یعنی $M_a(T)$ بسیار حساس بوده، در حالیکه مقناطیسیت در جهت محور Z یعنی $M_c(T)$ بدون تغییر باقی می‌ماند (Ren, Yuan, Hong و همکاران، ۲۰۱۳).

در مورد پروسه ZFC؛ با افزایش درجه حرارت $M_a(T)$ کاهش یافته و در درجه حرارت جبرانی (T_{com}) (= 7.6 K) صفر می‌شود، علت آن این است که در درجه حرارت کمتر از درجه حرارت جبرانی ($T < T_{com}$) مومنت‌های Nd غالب بوده و با افزایش درجه حرارت مومنت‌های Nd نسبت به Fe حساس‌تر بوده و سریع‌تر کاهش می‌یابد و در درجه حرارت جبرانی ($T = T_{com}$) مومنت‌های Fe و Nd دارای جهت‌های متضاد و



شکل ۱۰: بررسی مقناطیسیت به تابع درجه حرارت در حضور ساحه



شکل ۱۱: بررسی مقناطیسیت به تابع درجه حرارت در حضور

مقدارهای مساوی می‌شود که در نتیجه $M_a(T)$ صفر می‌شود. با افزایش بیشتر درجه حرارت (T_{com}) مقدار $M_a(T)$ ($0 < T < 29$ K) منفی می‌شود، زیر در محدوده مومنت مقناطیسی Fe نسبت به Nd غالب شده و باعث منفی شدن $M_a(T)$ می‌گردد. به طور بسیار عجیبی $M_a(T)$ در درجه حرارت $T_{jump} = 29$ K یک انتقال مرتبه اول را تجربه نموده و از -0.027 به $+0.028$ μ_B پرش^۵ نموده و علت آن معکوس شدن لحظه‌یی مومنت-

های مقناطیسی آیون‌های Nd و Fe می‌باشد که آیون‌های Fe در جهت ساحه مقناطیسی تنظیم می‌گردد (Yuan, Hong, Ren و همکاران، ۲۰۱۳).

درجه حرارت پرش (T_{jump}) با افزایش ساحه مقناطیسی کاهش می‌یابد. مثلاً $M_a(T)$ از -0.027 μ_B در ساحه‌ی $H = 100$ Oe به -0.003 μ_B در ساحه‌ی $H = 1000$ Oe تغییر می‌کند. در مقادیر بالاتر ساحه یعنی 5000 Oe و بیشتر از آن T_{jump} محو می‌گردد.

Yuan و همکاران در مقاله‌ی

منتشر شده در سال ۲۰۱۱، مقناطیسیت به تابع درجه حرارت را در حضور ساحه مقناطیسی و در دو محور X و Z مورد مطالعه قرار داد است. یک بازجهت‌گیری اسپینی بسیار واضح از 100K تا 170K مشاهده می‌گردد.

⁵ Jump

در درجه حرارت 100K مقدار M_z شروع به افزایش و M_x در 100K شروع به کاهش می‌نماید و این تغییرات به طور تدریجی تا 170 K ادامه می‌یابد. چنانچه در شکل هم مشخص است، در درجه حرارت 170K تا 300 K مقدار M_x مساوی به صفر نبوده بلکه صورت نظم مختلط $\{G_{xz}, M_{xz}\}$ و $\{G_x, M_z\}$ ظاهر می‌گردد (Shao, Wang, Yuan, و همکاران، ۲۰۱۱).

M.H. Mohammed و همکاران در مقاله‌ی خود در سال ۲۰۲۱ در مورد بازگشت مقناطیسی $NdFeO_3$ چنین توضیحات ارائه می‌دهد. در درجه حرارت بالاتر از درجه حرارت بازجهت‌گیری اسپینی، مومنت مقناطیسی Fe غالب بوده و با سرد شدن در انتروال (167-104K)، جهت مومنت‌های مقناطیسی آن از محور بلوری Z به سمت محور بلوری X چرخش می‌نماید. در حالیکه مقناطیسیت در جهت محور X در درجه حرارت‌های بالاتر یعنی درجه حرارت اتاق، برابر با صفر است اما در درجه حرارت پایین تر مقدار غیر صفری دارد و در درجه حرارت 104 K به مقدار اعظمی خود می‌رسد. در درجه حرارت‌های پایین تر از درجه حرارت بازجهت‌گیری (T_{SR}) مقدار M_a کاهش می‌یابد. در درجه حرارت جبرانی ($T_c = 7.05$ K) و حضور ساحه مقناطیسی 300 Oe مومنت‌های مقناطیسی Fe و Nd دارای مقادیر مساوی و جهت‌های متضاد است. در درجه حرارت پایین تر از درجه حرارت جبرانی مومنت‌های مقناطیسی Nd نسبت به مومنت‌های مقناطیسی Fe غالب بوده و مومنت مقناطیسی خالص در جهت متضاد ساحه مقناطیسی اعمالی خارجی بوده و مقناطیسیت کل منفی است و در یک درجه حرارت معین این مومنت‌های مقناطیسی یکباره تغییر جهت داده و هم جهت با ساحه مقناطیسی خارجی می‌شود و این درجه حرارت را درجه حرارت پرش ($T_j = 5.1$ K) می‌گویند (Cheng, Mohammed, و همکاران، ۲۰۲۱).

نتیجه‌گیری از مباحث فوق چنین نتیجه می‌شود که فریت نئودیمیم دو زیرشبکه Fe و Nd دارد که هر کدام خواص مقناطیسی متفاوتی دارند. در درجه حرارت بالاتر از حدود 170 K مومنت مقناطیسی Fe غالب است. در انتروال حرارتی 100 K-170 K بازجهت‌گیری اسپینی رخ می‌دهد، در این محدود مومنت‌های مقناطیسی از محور Z به محور X تغییر جهت می‌دهند. در درجه حرارت پایین تر نقش مومنت Nd غالب و برجسته می‌گردد. در درجه حرارت جبرانی حدود 7 K مومنت‌های Fe و Nd جهت‌های مخالف و مساوی به همدیگر را می‌گیرد و مقناطیسیت محصله صفر می‌گردد اما در درجه حرارت پایین تر از درجه حرارت جبرانی مومنت Nd غالب می‌شود. در شرایط ZFC در درجه حرارت حدود 29 K یک جهش ناگهانی در جهت‌گیری اسپین‌ها اتفاق می‌افتد، که به نام پرش و آن درجه حرارت را درجه حرارت پرش می‌گویند. به طور کلی می‌توان گفت که ساختار و آرایش مومنت‌های مقناطیسی تابع درجه حرارت بوده و با تغییر درجه حرارت نظم مقناطیسی متحول می‌گردد. میزان مقناطیسیت در تمام جهت‌ها یکسان نبوده بلکه در بعضی جهت‌ها نظم مقناطیسی بیشتر از سایر جهات می‌باشد که این پدیده را ناهمسانگردی مقناطیسی می‌نامند.

مآخذ

- Sławiński, W., Przeniosło, R., Sosnowska, I., & Suard, E. (2005). *Spin reorientation and structural changes in NdFeO₃*. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 17 (29), 4605.
- Bornstein, L. (1978). *Numerical data and functional relationships in science and technology. Magnetic and Another Properties of Oxides and Related Compounds. Pt. A Garnets and Perovscites*.
- White, R. (1969). *Review of recent work on the magnetic and spectroscopic properties of the rare-earth orthoferrites*. *Journal of Applied Physics*, 40 (3), 1061-1069.
- Yamaguchi, T. (1974). *Theory of spin reorientation in rare-earth orthochromites and orthoferrites*. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 35 (4), 479-500.
- Shalini, T., Vijayakumar, P., & Kumar, J. (2020). *Studies on structural and magnetic properties of NdFeO₃ single crystals grown by optical floating zone technique*. *Bulletin of Materials Science*, 43, 1-7.
- Duyen, P. T. H., & Nguyen, A. T. (2021). *Optical and magnetic properties of orthoferrite NdFeO₃ nanomaterials synthesized by simple coprecipitation method*. *Конденсированные среды и межфазные границы*, 23 (4 (eng)), 600-606.
- Gao, X., Ji, Y., Wang, M., & Liang, Q. (2024). *Effect of Ba substitution on structure, magnetic properties and microwave properties of NdFeO₃*. *Materials Today Communications*, 108264.
- Nguyen, T. A., Pham, T. L., Mittova, I. Y., Mittova, V. O., Nguyen, T. L. T., Nguyen, H. V., & Bui, V. X. (2021). *Co-doped NdFeO₃ nanoparticles: synthesis, optical, and magnetic properties study*. *Nanomaterials*, 11 (4), 937.
- Nakhaei, M., & Khoshnoud, D. S. (2019). *Influence of particle size and lattice distortion on magnetic and dielectric properties of NdFeO₃ orthoferrite*. *Physica B: Condensed Matter*, 553, 53-58.
- Yuan, S. J., Ren, W., Hong, F., Wang, Y. B., Zhang, J. C., Bellaiche, L.,... & Cao, G. (2013). *Spin switching and magnetization reversal in single-crystal NdFeO₃*. *Physical Review B*, 87 (18), 184405.
- Zhou, Z., Guo, L., Yang, H., Liu, Q., & Ye, F. (2014). *Hydrothermal synthesis and magnetic properties of multiferroic rare-earth orthoferrites*. *Journal of alloys and compounds*, 583, 21-31.
- Wu, A., Shen, H., Xu, J., Jiang, L., Luo, L., Yuan, S.,... & Zhang, H. (2011). *Preparation and magnetic properties of RFeO₃ nanocrystalline powders*. *Journal of sol-gel science and technology*, 59, 158-163.

Zhang, Y. J., Zhang, H. G., Yin, J. H., Zhang, H. W., Chen, J. L., Wang, W. Q., & Wu, G. H. (2010). *Structural and magnetic properties in Bi_{1-x}R_xFeO₃ (x= 0-1, R= La, Nd, Sm, Eu and Tb) polycrystalline ceramics*. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 322 (15), 2251-2255.

Hu, G. H., Umehara, I., Shuang, X., Yuan, S., & Cao, S. X. (2012, December). *Pressure effect in multiferroic phase transition of perovskite ferrite crystals NdFeO₃ and ErFeO₃*. In *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 400, No. 3, p. 032023)*. IOP Publishing.

T SHALINI¹ and J KUMAR. (2021). *Investigations on the structural and magnetic properties of Nd_{1-x}Gd_xFeO₃*. *Bull. Mater. Sci.* (2021) 44:90

Przeniosło, R., Sosnowska, I., & Fischer, P. (1995). Magnetic moment ordering of Nd³⁺ ions in NdFeO₃. *Journal of magnetism and magnetic materials*, 140, 2153-2154.

T SHALINI¹, P VIJAYAKUMAR² and J KUMAR. (2020). Studies on structural and magnetic properties of NdFeO₃ single crystals grown by optical floating zone technique. *Bull Mater Sci.* (2020) 43:285. <https://doi.org/10.1007/s12034-020-02259-4>

Chen, L., Li, T., Cao, S., Yuan, S., Hong, F., & Zhang, J. (2012). The role of 4f-electron on spin reorientation transition of NdFeO₃: A first principle study. *Journal of applied physics*, 111 (10).

Shujuan Yuan, Yabin Wang, Mingjie Shao, Fenfen Chang, Baojuan Kang, Yosikazu Isikawa, and Shixun Cao. (2011). Magnetic properties of NdFeO₃ single crystal in the spin reorientation region: *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 109, 07E141

Mohanad H. Mohammed, Zhenxiang Cheng, Shixun Cao and Joseph Horvat. Magnetization reversal on different time-scales for ErFeO₃ and NdFeO₃ single crystals. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2021, 23, 5415-5421.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی کاربرد تکنالوژی پلازمای سرد در حفاظت مواد غذایی

نویسنده: پوهنیار مرتضی شفیق

پوهنخی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

چکیده

هدف از انجام این تحقیق شناخت کاربرد تکنالوژی پلازمای سرد در حفاظت مواد غذایی می‌باشد. امروزه کاربرد تکنالوژی پلازمای سرد یک تکنالوژی بسیار مهم در بخش صنایع غذایی وابسته به تحقیقات انجام شده در زمینه غیرفعال‌سازی میکرواورگانیزم‌های غیراستندرد از سطح مواد غذایی حساس نظیر میوه، سبزیجات تازه، گوشت و تخم مرغ بشمار میرود. محافظت پلازما را می‌توان به‌هیئت جایگزین اساسی با مواد کیمیایی (نظیر مواد نگهدارنده) و یا روش‌های فیزیکی (نظیر اشعه‌دهی) برای انتی‌سپتیک کردن سطحی مورد نظر قرار داد. این مقاله به روش مروری و با استناد از مقالات علمی معتبر جهان ترتیب و تنظیم گردید. نگاهی بر کاربرد، فواید پلازمای سرد در صنایع تجاری و غذایی و نیز مضرات آن مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله فوایدی که به عنوان یافته‌ها می‌توان متذکر شد استفاده‌ی آن با کارایی بالا در حرارت‌های پایین (به‌طور کلی کمتر از ۷۰ درجه سانتی گرید)، تولید آبی، عدم نیاز به محلول و باقی نماندن هیچ نوع از ضایعات، ایجاد لایه‌های بسیار نازک در فیلم‌های مورد استفاده در صنعت بسته‌بندی، افزایش توانایی چاپ و رنگ پذیری، بهبود رطوبت پذیری، افزایش انرژی سطح و پاکسازی تمام سطوح میوه بوده؛ اما درکنار این همه مزایا معایبی همچون احتمال باقی ماندن پلازما در مواد غذایی، حساسیت‌زایی (آلرژی‌زایی)، امکان تضعیف بازار یک‌تعداد محصولات توسط مصرف کننده به علت نوظهور بودن تکنالوژی پلازما را نباید نادیده گرفت.

کلید واژه‌ها: پلازمای سرد، ضدعفونی، کارایی بالا، مزایا، معایب.

مقدمه

موادی که در حال حاضر در محافظت مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اکثراً غیر قابل تجزیه و نیز به طور جدی دارای معضلاتی برای محیط‌زیست می‌باشد. لذا جامعه علمی تلاش بر آن شدند تا راهی برای برون رفت از این معضله جدی پیدا کنند. بعضی کشورها مانند ایالات متحده آمریکا تا حدودی در یافتن راه حل برای آن موفق بوده‌اند و آن استفاده از مواد نانویی می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲، ۱۴). در کل چالش‌های علمی و انجینیری در صنعت تولید غذا و پردازش بیولوژیکی نظیر تولید با کیفیت بالا، غذای سالم با منابع پایدار و کارآمد می‌تواند از طریق استفاده تکنالوژی پلازمای سرد تا حدودی حل شود، لذا دانشمندان از این تکنالوژی برای موارد متعددی همچون حفظ رنگ و کیفیت میکروبی آب زرشک (رهنمای آخر و همکاران، ۱۳۹۷، ص ۳۷۵)، جهت نگهداشت و رویش بذر سویا (Ling, et al, 2014, p5863) و گندم (Jiang, et al, 2014, p56)، محافظت بادبجان رومی آلوگیلاسی^۱ (Misra, et al, 2019, p21)، جهت باکتری کشی بر روی باکتری‌های گرام منفی و مثبت (صحبت زاده، ۱۳۹۲، ص ۳۷۵)، محافظت اغذیه و محصولات زراعتی (Varilla, et al, 2020, p1437) و ده‌ها مورد استفاده آن را می‌توان نامبرد. یکی از حالت‌های پنجگانه ذکر شده برای ماده، حالت پلازما می‌باشد (تنیوال، ۱۳۹۴، ص ۷). اصطلاح پلازما به گاز آیونیز شده شبه خنثی اطلاق می‌شود که دارای الکترون‌ها، فوتون‌ها، آیون‌ها و اتوم‌های آزاد در حالت‌های بنیادی یا تحریک با چارج خنثی خالص است (Moosavi, et al, 2019, p27). پلازمای سرد در نتیجه اعمال اختلاف پتانسیل بالا به جریان گاز به‌طور نمونه هیلیم تشکیل می‌شود. طوریکه حرارت پلازمای سرد در حدود درجه حرارت اتاق (0°C - 25°C) است و نسبت به سایر انواع پلازما، افزایش حرارتی ندارد به آن پلازمای سرد می‌گویند. جریان گاز آیونیز شده در این نوع پلازما دارای آیون‌های با تعداد مساوی چارج مثبت و منفی بسیار می‌باشد که تا بحال استفاده‌های متعددی داشته است (تارات، ۱۴۰۰، ص ۱). و به عبارت دیگر مخلوطی از گازهای نیمه و یا کاملاً آیونیز شده هستند که شامل اجزای تعامل کننده نظیر الکترون‌ها، آیون‌های مثبت و منفی، رادیکال‌های آزاد، اتوم‌های گاز و فوتون‌های اشعه فرابنفش است؛ این اجزا از تصادم الکترون به گازها و تحریک شدن آن‌ها تولید می‌شوند (Bárdos, & Baránková, 2010, p6705). پلازما را می‌توان در قالب پدیده‌های طبیعی مانند ستاره‌ها و رعد و برق و یا در صنایع دستی همچون چراغ‌های فلورسنت و نیون، تلویزیون پلازما مشاهده کرد (Surowsky, B., 2013, p146).

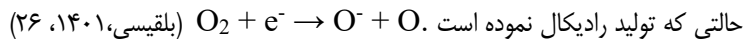
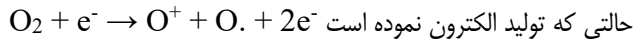
اهمیت تحقیق حاضر، از آنجا ناشی می‌شود که پلازمای سرد، به‌عنوان یک تکنالوژی پیشرفته، قابلیت‌های گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف مانند طب، زراعت، محیط‌زیست و صنعت دارد. ویژگی‌های منحصر به فرد پلازمای سرد، از جمله درجه حرارت پایین و تولید گونه‌های فعال کیمیایی، امکان استفاده از آن را در عملیه‌های حساس و پیچیده فراهم کرده است. به عنوان بیان مسأله میتوان گفت که این تکنالوژی علی‌رغم پتانسیل بالا، هنوز استفاده بهینه از آن در بسیاری از زمینه‌ها به دلیل محدودیت‌های فنی، هزینه‌ها و کمبود مطالعات جامع، به‌طور کامل محقق نشده است. این موضوع نیازمند تحقیقات گسترده برای درک بهتر اثرات و کاربردهای این تکنالوژی در حوزه‌های مختلف است. در آخر روش تحقیق این پژوهش به صورت مروری ترتیب گردیده؛ لذا

^۱ Cherry tomatoes

برای محقق شدن این مقاله، از مقالات و منابع موجود در زمینه استفاده از پلازمای سرد بررسی و تحلیل شده‌اند. هدف این است که با مرور تحقیقات پیشین، شکاف‌های موجود شناسایی و کاربردهای نوآورانه این تکنالوژی معرفی شوند. این رویکرد می‌تواند به ارائه بینشی جامع در زمینه توسعه و گسترش استفاده از پلازمای سرد کمک کند.

پلازما چطور تولید می‌شود؟

به منظور تولید پلازما، به مخلوط‌های مختلفی از گازهای خنثی نظیر آرگون، هیلیم، نایتروجن، اکسیجن و هایدروجن انرژی داده و آن‌ها را تحریک میکنند بطور نمونه حالت خنثی اکسیجن به‌قرار ذیل می‌باشد:



که دراین شرایط باتوجه به وضعیت عملیاتی و نوع پلازما، اجزای گاز تماماً و یا تاحدودی آیونایز می‌شود. انرژی لازم برای تحریک کردن گازها به‌طور معمول از طریق جریان برقی، درجه حرارت، فشار، امواج رادیویی، میکروویو^۲، و تعاملات کیمیایی ایجاد می‌شود، اما بهترین روش برای آیونایزشن، طریقه‌های برقی و مغناطیسی می‌باشد. وقتی الکترون‌ها و پروتون‌ها با انرژی کافی به اتوم‌ها و مالیکول‌های گاز برخورد می‌کنند، با استفاده آیونایزشن و با از دست دادن الکترون از هر اتوم گازی، پلازما تولید می‌شود (Surowsky, B., 2013,p56).

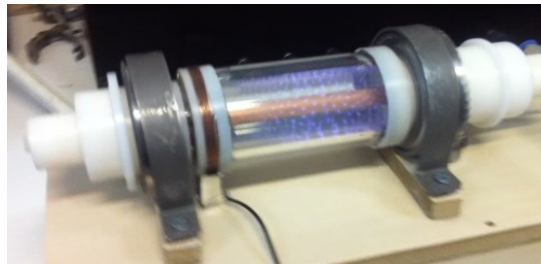
با توجه به کاربردهای مورد نیاز، طیف گسترده‌ای از پلازماها در شرایط مختلف تولید می‌شوند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها فشار گاز است. در درجه حرارت معین گاز، فشار، کثافت کل ذرات گاز و درنتیجه احتمال برخورد متقابل بین ذرات، یعنی فرکانس برخورد را تعیین می‌کند. هرچه فشار گاز بیشتر باشد، فرکانس برخورد بیشتر است و درنتیجه احتمال اینکه با گذشت زمان ذرات به تعادل انرژی در حالت پایدار برسند، بیشتر می‌شود. پتانسیل اولین آیونایزشن عناصر، از چندین eV تا حداکثر ۲۴٫۶ eV (برای He) رسیده، که در آن انرژی حرارتی، معادل 1eV kT مربوط به حرارت T تقریباً ۱۱۶۰۰ K حدود ۱۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است (L.Bárdos,H.Baránková, 2010,p6706).

² Microwave

منابع تولید پلازمای سرد

دستگاه‌های زیادی هستند که پلازمای سرد تولید می‌نمایند که ما صرفاً به ذکر چندتای آن بسنده نموده قرار ذیل مورد مطالعه قرار می‌دهیم:

راکتور پلازمای سرد: این دستگاه به شکل سلندر استوانه‌ای که طول آن ۱۶۰ mm، قطر آن ۱۱ mm و ضخامت ۱،۱ mm و از جنس کواتز می‌باشد. در میانه آن از سیم تنگستن به قطر ۱،۴ mm با درجه خلوط ٪ ۹۸،۵ و طول ۱۸۰ mm که به حیث کتود توسط نگهدارنده از جنس المونیم که در دو انتهای سلندر، مهار شده است. و انود آن فویل مسی بوده که سلندر را احاطه نموده است (یار احمدی و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۲۷).



راکتور پلازمای سرد (یار احمدی و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۲۷)

جدول ۱ پارامترهای راکتورهای پلازمای سرد (Hnatiuc, et al., 2012, p490)

نوع تخلیه اندیکاتور	کورونا *	پاس تخلیه‌های سدای الکتریک	گلید آرک
q[J/L]	۱۰	۲۰-۳۰	۴۰۰-۵۰۰
Pd[W]	۵۰-۱۰	۰،۵-۵	۲۰۰۰-۲۵۰۰

نوری که پیش از جرقه بین دو قوس برقی تولید می‌شود جت پلازما (مشعل فرکانس رادیویی): غیرحرارتی اتموسفری به صورت معمول در محدوده فرکانس رادیویی شعله‌های کوچک پلازما تولید میکند. غالباً جت پلازما، بیشتر از دو الکترود (به طور مثال، الکترود سوزنی و الکترود حلقه‌ای) تشکیل می‌شود (Surowsky, et al 2013, p59). که در آن الکترود بیورنی به زمین متصل شده در حالی که الکترود مرکزی با توان RF در فرکانس ۱۳،۵۶ MHz تحریک می‌شود. و الکترون‌های آزاد توسط میدان RF تعجیل گرفته و با مالیکول‌های گاز پس زمینه برخورد می‌کنند. این برخوردهای غیرایلاستیکی ذرات تعامل‌پذیر مختلفی (اتم‌ها و مالیکول‌های تحریک-شده، رادیکال‌های آزاد و غیره) تولید می‌کنند که با سرعت بالا از پایین خارج می‌شوند (Laroussi, Akan 2007, p785). این نوع پلازما در جریانی از گازها می‌تواند به ماده‌ای که قرار است وقایع شود به طور مستقیم داده می‌شود (Misra, et al, 2011, p162). مزیت‌های این نوع پلازما شامل ابعاد کوچک آن، کاربرد آسان و توانایی نفوذ آن به شکاف‌های باریک است.

پلازمای فشار اتموسفیری: این نوع پلازما باعث کاهش قیمت، افزایش سرعت و وقایع و قابلیت کاربرد در صنعت گردید. توانایی تولید تخلیه‌های غیرحرارتی پلازما در فشار اتموسفیری، عملیه آلودگی‌زدایی را آسان‌تر و ارزان‌تر می‌نماید (Sampedro, et al, 2005, p32). این نوع پلازما از نمونه‌های تعامل‌پذیر فراوانی مانند فوتون‌ها، آیون‌ها و الکترون‌ها تشکیل شده است. این ذرات به شدت با اجزای غذا انترکشن می‌کنند و



شکل ۲- جت پلازما غیرحرارتی

منجر به منبعی غنی از تعامل کیمیایی مانند دایمریزیشن، اکسیدیشن، دی‌امیدیشن، نایتریشن، سلفوکسیدیشن، دی‌هایدروجنیشن ویا هایدروکسیلیشن امینواسیدها می‌شوند (Pérez-Andrés, et al, 2019, p115).



شکل ۳- الف: دستگاه پلاسمای سرد فشار اتموسفیری ب: نمای از جت پلازمای فشار اتموسفیری

استفاده‌ی پلازمای سرد در حفاظت غذا

چنان‌چه به‌نظر می‌رسد هرروز به تعداد نفوس جهان افزوده می‌شود، در کنار آن تقاضا و عرضه همگام به آن درحال افزایش بوده، در پهلوی آن محققان نیز کوشش برای ایجاد رفاه و داشتن محیطی خالی از آلودگی دست به تحقیقات بی‌شماری زده اند. درمیان این سعی و تلاش‌ها توانسته‌اند دستیابی به پلازمای سرد (که مقرون به صرفه، مفید، دوستدار محیط‌زیست) تا حدودی اضرار و خسارات رسیده به محیط‌زیست را جبران نمایند. یکی از معضلات مهم در صنعت غذایی در رابطه به حفظ کیفیت مواد غذایی که به علت وجود حرارت انجام می‌شود، وجود حرارت بوده که باعث از دست رفتن کیفیت تغذیه‌ای و تأثیر نامطلوب در خواص ارگانولپتیک شده که این امر منجر به مبرم بودن تکنالوژی‌های غیر حرارتی می‌گردد (Sampedro, et al, 2005, p32).

تکنالوژی غیرحرارتی، عبارت از عملیه‌ی می‌باشد که در درجه حرارت اتاق یا حرارت‌های کمتر از حرارت مورد نیاز برای از میان بردن میکرواورگانیزم‌های مؤثر واقع می‌شوند، بنابراین تأثیرات منفی حرارت بر پارامترهای تغذیه‌ای و کیفیت ماده غذایی را به حداقل می‌رساند. که به‌طور نمونه می‌توان میته‌دهای کاربرد اشعه گاما، بیتا،

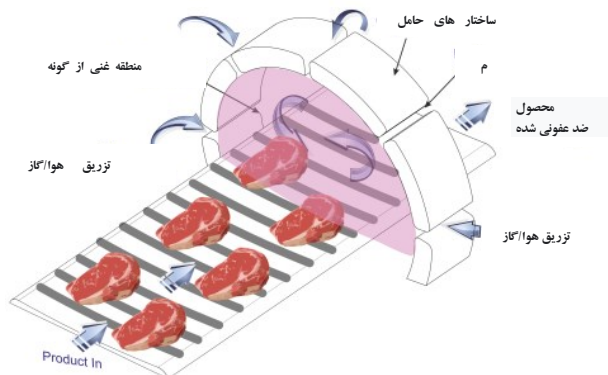
التراسوند، ازون و غیره را نامبرد؛ اما این میتودها و تکنیک‌ها گرچند تاحدودی مؤثر اند بلکه بدلیل ضرورت به تجهیزات پیچیده و گران قیمت قابلیت اجرا را ندارند (Misra, 2011, p160).

مواد بسته‌بندی مواد غذایی هم به عنوان نگهدارنده و هم به عنوان محافظت کننده از فساد و آلودگی خارجی یا صدمه در طی توزیع و گدام‌داری در نظر گرفته می‌شوند. اگر مواد بسته بندی در شرایط مناسب نگهداری نشوند، می‌توانند با میکروارگانیسم‌ها آلوده شوند. این مواد آلوده کننده از طریق بسته‌بندی به مواد غذایی منتقل می‌شوند و رشد آن‌ها در ماده غذایی به دلیل فساد می‌تواند منتج به ضایعات اقتصادی گردد. به علاوه امکان دارد که سبب مسائلی در مورد سلامت جامعه گردند. به صورت عموم، استریلیزیشن در خطوط، پرکردن شیشه توسط مایعات کیمیایی اکسایدکننده مانند هایدروجن پراکساید، پراستیک‌اسید، آب ازونی شده و غیره انجام می‌شوند. کاربردهای اخیر پلازما، بیشتر محدود به صنایع بسته بندی بوده که شامل استریلایزیشن سطوح غیرقات شونده و قابل چاپ و کاهش نفوذ پذیری پولیمیرها برای کاربن‌دای اکساید و آکسیجن می‌شود (Basaran, et al, 2008, p628). استریلایزیشن با پلازمای گازی با حرارت پایین سبب استریلایزیشن سریع و ایمن در مواد بسته بندی مانند شیشه‌های پلاستیکی، درب‌ها و فیلم‌ها می‌شود بدون این که تأثیر معکوس بر خواص مواد و یا هیچ گونه باقیمانده‌ای به جا بگذارد (Misra, 2011, p155).

عمل آوری سطح پولیمیرها در ابعاد میکروسکوپی جهت افزایش خواص پخش قطره آب، انتقال آب، هدایت برق الیاف (مسائلی و برهانی، ۱۳۸۶، ص ۱۶۰)، حذف مرکباتی ادویه‌جات از آب تا ۸۸٪ (عبداللهی‌درگاه، و دیگران، ۱۴۰۱، ص ۱۶۳)، تصفیه و ضد عفونی کردن آب (Satoh, et al, 2007, 1142) و غیرفعال کردن میکروب های آلوده بر روی میوه ها، سبزیجات و بدون تغییر در ویژگی های حسی از جمله کارکردهای مهم پلازمای سرد محسوب می‌شوند (Mishra, 2016, p18).

حفظ سلامت زعفران که یکی از محصولات زراعتی مهم و گران قیمت جهان بشمار می‌رود، موجب نگرانی تولیدکننده و همچنین مصرف کننده می‌باشد؛ یکی از روش‌های مناسب جهت غیرفعال سازی فلورمیکروبی یا میکروارگانیسم‌ها (Fernández, Thompson, 2012, p682) بکارگیری پلازمای سرد می‌باشد. خانم اکبریان و همکاران زعفران را در تحت تابش پلازما در مدت زمان‌های صفر، ۳، ۹ و ۱۲ دقیقه توسط پلازمای سرد با استفاده از گازهای نایتروجن و هوا بر خصوصیت‌های کیمیایی و میکروبی، نظیر باکتری اشرشیاکلی (Critzler, et al, 2007, p2294)، انتروکوکوس فکالیس، سالونیا (Fernández, et al, 2013, p26)، کپک و مخمر مورد بررسی قرار دادند که مدت زمان بهینه ۱۲ دقیقه، تحت پلازمای سرد از گاز هوا را با بهترین نتیجه گزارش داده‌اند (اکبریان و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۴۲۵).

با آن که پیشرفت و توسعه در تمامی عرصه‌ها در جهان صورت گرفته است اما در میان محصولات غذایی، گوشت و محصولات گوشتی (Ikawa,2010,p37) کمترین اعتماد را بخوردار بوده است (Misra,& Jo,2017,p2). چون دانشمندان و محققان برای حفظ سلامت آن، همه‌ی روش‌های را که شامل منجمد سازی، سردسازی، دی‌هیدریشن، روش‌های حرارتی، محصور تکنالوژیکی نظیر تغییرات pH، کاهنده‌ی فعالیت



شکل ۴- پلازما سازی سطح تکه‌های گوشت [Misra, Cheorun,2017,p18]

آب، استفاده ضد میکروب‌ها، بکارگیری مساله‌جات و بسته‌بندی‌های فعال می‌شوند را بکار گرفته اند اما هیچ کدام جوابگو نبوده‌اند؛ بدلیل اینکه تمام این روش‌ها به نحوی سبب نقض ساختاری و از بین رفتن بافت آن‌ها شده بودند (Barbosa-Canovas, et al,2014,p422). آقای میسرا و جو بعد از بررسی و مطالعات بر روی گوشت‌ها توسط پلازما با گازهای القایی مانند O_2 یا N_2 , Ar, He و نیز منابع پلاسمایی فشار اتمسفر با گاز محیط، متوجه شدند که بهترین پلازما برای حفظ سلامت گوشت و محصولات آن، پلازمای فشار اتموسفر با گاز محیط می‌باشد (Misra,& Jo,2017,p18).

خانم عبدی و همکاران نیز برای مساله‌جات روش غیر حرارتی را پیشنهاد نموده‌اند؛ چنانچه در مساله‌جات مخصوصا مرغ سرخ میکرواوریگانیسم‌های ایسچریشیا، بسیلوس سیروس، اسپرگیلیوس فلاوس و غیره موجود می‌باشد. خانم عبدی بعد از قراردادن در معرض پلازمای تخلیه مانع برقی الکتروود شناور به مدت ۲۰ دقیقه اعلان نمودند که یکی از بهترین روش جهت حفظ کیفیت و مزه محصول و هم‌چنان نابود کردن میکرواوریگانیسم‌های فوق‌الذکر بجای روش‌های مرسوم، استفاده از پلازمای تخلیه مانع دای الکتریکی الکتروود شناور می‌باشد (Aydin,2007,p1016, abdi, et al, 2019,p247).

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، به علت افزایش تقاضای مصرف‌کننده‌گان و ترویج سبک زندگی سالم، تقاضا برای مصرف مواد غذایی تازه، با حداقل محصول بطور پیوسته افزایش یافته است. از طرفی خطر آلودگی میکرواوریگانیسم‌های مولد امراض و فاسد کننده به علت اینکه اکثر محصولات به‌صورت خام و بدون هیچ آماده‌سازی، مورد مصرف قرار می‌گیرند، همواره وجود داشته و خطر شیوع امراض مرتبط با مصرف محصولات خام و تازه، در این اواخر مستدل، مستند و غیرقابل چشم‌پوشی است. در پاسخ به افزایش تقاضا برای بالا بردن کیفیت و سلامت مواد

غذایی، یکی از مهم‌ترین اختراعات در صنایع تجاری و مخصوصاً غذایی، توسعه روش‌های در حرارت نازل جهت، محافظت مواد غذایی، به دلیل کاهش تأثیر محصول برارزش و کیفیت حسی (ذائقه‌ی و بویایی) آن با حفظ ایمنی غذایی می‌باشد. اکثر تکنالوژی امروزی درحال ظهور، در پروسس مواد غذایی جهت غیرفعال‌سازی مایکرواورگانیزم‌ها توسط تداوی فیزیکی دیگر، نظیر حرارتی، فشار هایدرو استاتیک بالا، میدان‌های برقی پالسی، استفاده از اشعه UV، ازون و جدیداً پلازمای غیرحرارتی می‌باشد. روش پلازمای غیرحرارتی بطور شگرفی توانسته است مایکرواورگانیزم‌های مولد امراض نظیر اسپورها، ویروس‌ها، برخی مخمرها و سمارق‌ها را کنترل نماید. از طرفی پلازمای سرد تکنیکی نوین، دوست‌دار محیط زیست و اقتصادی است که افق‌های امیدبخشی را برای بهبود کیفیت محصولات و خدمات در این حوزه ارائه داده است. این تکنیک امروزه در بسیاری از شاخه‌های دانش تکنالوژی کاربرد فراوانی یافته است. در بین انواع پلازما، پلازمای سرد به دلیل کار در حرارت پایین (حدود حرارت اتاق) در کاربردهای بیولوژیکی و صنایع مختلف غذایی کاربردهای فراوانی یافته است. چنانچه بیان شد اصطلاح پلازما به گاز آیونایز شده شبه خنثی اطلاق می‌شود که دارای الکترون‌ها، فوتون‌ها، آیون‌ها و اتوم‌های آزاد در حالت‌های بنیادی یا تحریک با چارج خنثی خالص است.

مآخذ

- اکبریان، مریم، شهیدی، فخری، وریدی، محمدجواد، و همکاران. (۱۳۹۸). بررسی اثر پلازمای سرد برویژگی‌های میکروبی و کیمیایی زعفران. زراعت و فناوری زعفران، ۷ (۴).
- بلقیسی، سبا. ۱۴۰۱. کاربردهای فناوری پلاسمای سرد در صنایع غذایی. دانش آزمایشگاهی ایران. ۱ (۳۷).
- تارات، علی. (۱۴۰۰). پلازمای سرد. تهران. درمان بیماری‌های خودایمنی.
- تنیوال، محمدعارف. ۱۳۹۴. کیمیای عمومی. کابل: سعید.
- رهنمای آخری، طناز، جوانمرد داخلی، مجید، عباس زاده، روزبه. ۱۳۹۷. تأثیر پلاسمای سرد بر تغییرات رنگ، محتوی آنتوسیانین و کیفیت میکروبی آب زرشک. ۸۲: ۱۵.
- صحبت‌زاده، فرشاد، حسین‌زاده کلاگر، اباصلت، میرزانژاد، سعید و همکاران. ۱۳۹۲. طراحی و ساخت جت پلاسمای سه‌گانه سرد فشار اتمسفری و به کارگیری آن در استرلیزه کردن. مجله پژوهش فیزیک / ایران. ۱۳ (۴).
- عبدالهی درگاه، مهناز، نوحه‌خوان، مجتبی، رفیعی سرمزده، زهرا، و دیگران. ۱۴۰۱. پلاسمای سرد اتمسفری روشی نوین برای حذف ترکیبات دارویی از آب. علوم و فنون هسته‌ای. ۱۰۰ (۲).
- محمدی، نرگس، حسین‌زاده اقدم، وحید. ۱۳۹۲. ایمنی بسته‌بندی‌های نانویی مواد غذایی. دانش آزمایشگاهی ایران. تهران: (۳).
- مسائلی، الهه، برهانی، صدیقه. ۱۳۸۶. بررسی اثر پلاسمای سرد و کم فشار بر خواص رطوبتی پارچه پلی‌ایستر. علوم و تکنولوژی پلیمر. ۲۰ (۲).
- یاراحمدی، رسول، مرتضوی، سید باقر، امیدخواه، محمدرضا، و دیگران. ۱۳۸۸. بررسی عوامل موثر در تصفیه اکسیدهای نیتروژن در یک راکتور پلاسمای سرد. علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۱ (۴).

- Abdi,S., Hosseini,A., Moslehishad,M., Dorrnian,D. Decontamination Of Red Pepper Using Cold Atmospheric Pressure Plasma As Alternative Technique. *Applied Food Biotechnology*, 2019,6 (4): 247-254
- Aydin A, Erkan ME, Baskaya R, Ciftcioglu G. Determination of aflatoxin B1 levels in powdered red pepper. *Food Control*. 2007, 18 (9): 1015-1018.
- Bárdos,L., Baránková,H. Cold atmospheric plasma: *Sources, processes, and applications*Thin Solid Films. 2010, 518: 6705–6713
- Basaran, Pervin, Basaran-Akgul, Nese, Oksuz, Lutfi. Elimination of *Aspergillus parasiticus* from nut surface with low pressure cold plasma (LPCP) treatment. *Food Microbiology*. 2008,25:pp626–632
- Faith J. Critzer, Kimberly Kelly-Wintenberg, Suzanne L. South, And David A. Golden..Atmospheric Plasma Inactivation of Foodborne Pathogens on Fresh Produce Surfaces.Journal of Food Protection. 2007,70 (10): pp 2290–2296
- Fernández,A., Noriega,E., Thompson,A. Inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium on fresh produce by cold atmospheric gas plasma technology. *Food Microbiology*. 2013. 33: pp24-29
- Fernández,Thompson,2012,
- Gustavo V. Barbosa-Cánovas a, Ilce Medina-Meza a, Kezban Candoğan b, Daniela Bermúdez Aguirre a. Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATs) to process meat products. *Meat Science*. 2014, (98) 420–434.
- Ikawa, Satoshi, Kitano, Katsuhisa, Hamaguchi, Satoshi.2010. Effects of pH on Bacterial Inactivation in Aqueous Solutions due to Low-Temperature Atmospheric Pressure Plasma ApplicationPlasma Process. *Polym*. 7:p 33–42
- JIANG Jiafeng, HE Xin, LI Ling, et al. Efect of Cold Plasma Treatment on Seed Germination and Growth of Wheat. *Plasma Science and Technology*.2014 (1):16.p54-58.
- Li, Ling, Jiang, Jiafeng, Li, Jiangang, Shen, Minchong, He, Xin, Shao, Hanliang, Dong, Yuanhua. germination and seedling growth of soybean. *Scientific Reports*.2014.4:5859.
- Mishra, Ritesh, Bhatia, Sunny, Pal, Ramesh, et al.2016.Cold Plasma: Emerging As the New Standard in Food Safety International Journal of Engineering And Science. 6 (2): PP -15-20

- Misra, N.N., Jo, Cheorun. 2017. Applications of Cold Plasma Technology for Microbiological Safety in Meat Industry. *Trends in Food Science & Technology*. S0924-2244 (16)30516-7. 1-29.
- Misra, N.N., Yepez, Ximena, Xu, Lei, Keener, Kevin. In-package cold plasma technologies. *Journal of Food Engineering*. 2019.19.p019.
- Laroussi, M., & Akan, T. (2007). Arc-free atmospheric pressure cold plasma jets: a review. *Plasma Processes and Polymers*, 4 (9), 777-788.
- Misra, N., Tiwari, B., Raghavarao, K. & Cullen, P. 2011. Nonthermal Plasma Inactivation Of Food-Borne Pathogens. *Food Engineering Reviews*, 3: 159-170
- Moosavi, H. M., Reza Khani, M., Shokri, B., Hosseini, S.M., Shojaei-Aliabadi, S., Mirmoghtadaie, L., 2019. Modifications of protein-based films using cold plasma. *International Journal of Biological Macromolecules*. 141 (19):27-51.
- Pérez-Andrés, J. M., Alvarez, C., Cullen, P. J., & Tiwari, B. K. 2019. Effect of cold plasma on the techno-functional properties of animal protein food ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 58, 102205.
- Roohbakhsh Bidaei, Mahmood, Yarahmadi, Rasoul, Azadfallah, Mohammad. Effect of surface modification of activated carbon by cold plasma on the adsorption capacity of Rhodamine B. *Iran Occupational Health*. 2020 (20 Jun);17:15.
- Satoh, Kohki, MACGregor, Scott J., Anderson, John G.. 2007. Pulsed-Plasma Disinfection of Water Containing Escherichia coli. *Japanese Journal of Applied Physics*. 46 (3A): pp.1137-1141
- Hnatiuc, E., Astane, D., Ursache, M., Hnatiuc, B., & Brisset, J. L. (2012, October). A review over the cold plasma reactors and their applications. In *2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering* (pp. 497-502). IEEE.
- Surowsky, B., Fischer, A., Schlueter, O., Knorr, D., 2013. Cold plasma effects on enzyme activity in a model food system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. S1466-8564 (13)49-72
- Varilla, Carolina, Marcone, Massimo, Annor, George A. Potential of Cold Plasma Technology in Ensuring the Safety of Foods and Agricultural Produce. *Foods*. 2020, 9, 1435.
- Zhang, Bo, Tan, Chunming, Zou, Fanglei, Sun, Yu, Shang, Nan, Wu, Wei. Impacts of Cold Plasma Technology on Sensory, Nutritional and Safety Quality of Food. *Foods*. 2022, 11, 2818.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی اثر بازپخت بر خواص اپتیکی لایه‌های نازک پروسکایتی بر پایه بیسموت تهیه شده به روش یک مرحله تبخیری

پوهنیار محمد اسمعیل احساس و پوهندوی سورگل کشمیری
پوهنځی تعلیم و تربیه - پوهنتون بلخ

چکیده

در این مطالعه اثر بازپخت در حرارت ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بر ویژگی‌های اپتیکی لایه‌های پروسکایت دوجزئی بر پایه بیسموت $\text{Cs}_2\text{AgBiI}_6$ مورد بررسی قرار گرفت. فرآیند لایه‌نشانی نمونه‌ها توسط روش تبخیر فیزیکی بر روی زیرلایه شیشه انجام گرفت. لایه‌نشانی نمونه‌ها در ضخامت ۳۰۰ نانومتر انجام شد. خواص اپتیکی لایه‌ها با استفاده از اندازه‌گیری‌های طیف جذب در محدوده طول موج ۳۵۰-۷۵۰ nm بررسی شد. نوار ممنوعه (Band gap) و ضریب شکست نمونه‌ها با استفاده از روش تائوک و سوانپل به دست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش حرارتی بازپخت، نوار ممنوعه کاهش می‌یابد و برای نمونه بازپخت شده در حرارت ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به حدود ۲/۶۷ الکترون ولت و ضریب شکست آن در محدوده لبه جذب به حدود ۳/۱۶ می‌رسد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش حرارت بازپخت برای حرارت بیشتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، ضریب شکست وابسته به طول موج کاهش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: بیسموت، پروسکایت، بازپخت، خواص اپتیکی، لایه‌نشانی تبخیری

مقدمه

سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک منابع انرژی تجدیدپذیر امیدوارکننده‌ای هستند و به عنوان یک جایگزین مناسب برای سیستم‌های تولید انرژی مبتنی بر سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته می‌شوند. جدیدترین نسل از سلول‌های خورشیدی که از سال ۲۰۱۴ مورد توجه جوامع علمی قرار گرفته‌است، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی می‌باشند که تا امروز به‌عنوان سریع‌ترین تکنولوژی در حال پیشرفت در زمینه‌ی سلول‌های خورشیدی نانو ساختار شناخته می‌شود. این پیشرفت بیشتر به ویژگی‌های فتوولتائیک برتر جاذب‌های پروسکایتی بر پایه سرب می‌باشد. یکی از ویژگی‌های بسیار جذاب این مواد پروسکایتی، شکاف انرژی قابل تنظیم آن می‌باشد که می‌توان با تعویض هالوژن و استفاده از هالوژن‌های مناسب و همچنین ترکیبی از هالوژن‌های مختلف پروسکایت‌هایی با رنگ و شکاف انرژی مختلف ایجاد کرد (Seri et al., 2021).

اگرچه بازده تبدیل توان گزارش شده سلول‌های خورشیدی پروسکایت هالید سرب با سلول‌های خورشیدی سیلیکونی تجاری رقابتی است، سمی بودن سرب در این پروسکایت‌ها یک چالش اساسی در برابر صنعتی سازی و تولید در مقیاس وسیع آن است. به تازگی تلاش‌های گسترده‌ای برای سنتز پروسکایت‌های بدون سرب انجام شده است. اخیراً بیسموت (Bi^{3+}) به‌عنوان جایگزینی برای Pb^{2+} برای پروسکایت‌های بدون سرب توجه را جلب کرده است، زیرا این عنصر غیرسمی می‌تواند با یون‌های متیل آمونیوم ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}^+$) و ید (I^-) ساختار پروسکایت را تشکیل دهد (Chen, 2017). با این حال، سلول‌های خورشیدی مبتنی بر $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ از بازده پایینی برخوردار هستند. این عملکرد ضعیف ناشی از تکنیک‌های رسوب‌دهی محلول است که منجر به ریخت شناسی و پوشش ضعیف لایه‌های پروسکایت بر روی لایه می‌شود (Liu et al., 2013; ZhaoZhu, 2014). ریخت شناسی لایه‌های پروسکایت متأثر از روش لایه‌نشانی پروسکایت روی بستر، شرایط محیطی هنگام رشد لایه، حرارت پخت و مدت زمان حرارت‌دهی، نسبت مواد اولیه، محلول‌ها و افزودنی‌های مورد استفاده می‌باشد و روش‌های متعددی برای سنتز و لایه‌نشانی لایه‌ی جاذب پروسکایت گزارش شده است که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند و وابستگی شدیدی به مواد مورد استفاده در ساختار پروسکایت دارد. تکنیک‌های لایه‌نشانی زیادی در ساخت لایه نازک از این ماده مورد استفاده قرار می‌گیرد. اعتقاد بر این است که پارامترهای اپتیکی مواد لایه نازک به طور کلی با همان مواد در حالت حجمی متفاوتند و این اختلاف پارامترهای اپتیکی به شرایطی که لایه‌نشانی در آن انجام می‌شود، شدیداً وابسته است (Wang et al., 2020).

در این تحقیق عمدتاً به بررسی میزان وابستگی خواص اپتیکی لایه نازک پروسکایت $\text{Cs}_2\text{AgBiI}_6$ به عنوان یک لایه جاذب نور در سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به حرارتی بازپخت پرداخته می‌شود. مشخصات اپتیکی از قبیل شکاف انرژی (Band gap) و ضریب شکست نمونه‌ها در اثر بازپخت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا ترکیب $\text{AgI}:\text{BiI}_3:\text{CsI}$ با نسبت مولی ۱:۱:۲ را به ۱۰ میلی‌لیتر دی‌متیل‌فرمامید اضافه کرده و در ظرف را محکم بسته و به مدت ۳۰ دقیقه در حرارتی 80°C تحت همزن مغناطیسی (هیتر) حل شدند. سپس ظرف را در داخل آون (Oven) در حرارت 120°C به مدت ۶ ساعت قرار داده شده و پس از سرد شدن در حرارت اتاق، محتوای ظرف را بیرون آورده و با ایتانول شستشو داده شد. در هر مرحله شستشو با سانتریفیوژ

مایع روی آن دور ریخته شد تا مایع شستشو کاملاً شفاف شد. محصول ساتنریفیوژ شده داخل آون در حرارت 60°C به مدت ۳ ساعت کاملاً خشک شد.

پس از تهیه پودر $\text{Cs}_2\text{AgBiI}_6$ با استفاده از روش تبخیر در خلأ با استفاده از دستگاه تبخیر حرارتی، ابتدا ۱ گرم پودر تهیه شده را در قایقک تنگستن قرار داده و در فشار $5 \times 10^{-4} \text{ mbar}$ فرایند لایه‌نشانی بر روی لایه شیشه‌ای که در فاصله ۳۰ سانتی‌متر از بوته تبخیر قرار داشت با متوسط نرخ تبخیر 1 nm/s شروع شد. ضخامت لایه‌های تشکیل شده تقریباً 300 nm با استفاده از بلور کوارتز نصب شده در محل نگهدارنده زیر لایه اندازه‌گیری شد.

در مرحله بعد لایه‌ها را در حرارت محیط و در مجاورت هوا تحت حرارت 100°C ، 150°C و 200°C به مدت ۳۰ دقیقه بازپخت شدند. برای مطالعه و بررسی پوشش سطح و مورفولوژی (ریخت شناسی) پروسکایت ایجاد شده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده شد. جهت تعیین ثابت‌های اپتیکی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه طیف‌سنج طیف جذبی نمونه‌ها در ناحیه $350\text{--}750 \text{ nm}$ و در حرارت اتاق اندازه‌گیری شد.

تعیین خواص اپتیکی

تئوری جذب اپتیکی رابطه بین ضریب جذب و انرژی فوتون تابیده شده را به صورت زیر بیان می‌کند (Manifacier et al., 1976):

$$ahv = k (hv - E_g)^m \quad (۱)$$

که در آن $\alpha = -\frac{1}{t} \ln(A)$ ، hv انرژی فوتون تابشی، A جذب، t ضخامت لایه و k یک عدد ثابت است. مقدار m نیز عدد ثابتی است که برای نیمه هادی با شکاف انرژی مستقیم تقریباً برابر $\frac{1}{2}$ و برای نیمه هادی با شکاف انرژی غیرمستقیم برابر ۲ است (Yang et al., 2019).

در رابطه (۱) هرگاه $(ahv)^2$ برابر صفر شود، آن‌گاه $E_g = hv$ خواهد شد. لذا با برون یابی نمودار $(ahv)^2$ بر حسب hv می‌توان مقدار شکاف انرژی را بدست آورد. همچنین از روی گراف می‌توان به مستقیم یا غیرمستقیم بودن شکاف انرژی پی برد.

ضریب شکست n ، برای نمونه‌های تهیه شده در ناحیه تداخلی با استفاده از رابطه سوانپل به دست می‌آید (Swanepoel, 1983):

$$n = N^2 + (N^2 - S^2)^{\frac{1}{2}} \quad (۲)$$

$$N = 2ST + \frac{S^2 + 1}{2} \quad (۳)$$

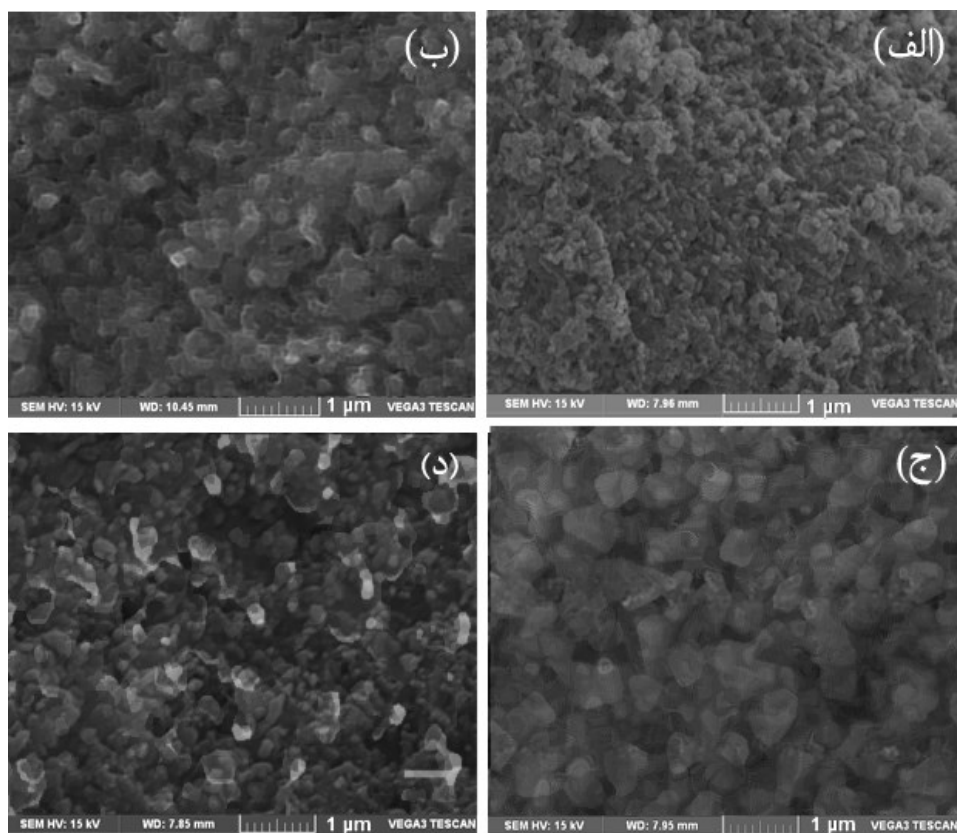
که S ضریب شکست زیر لایه و T به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}' - T_{\min}} \quad (۴)$$

که $T_{\max}$ و $T_{\min}$ به ترتیب مقادیر اعظمی و اصغری پوش گراف عبور می‌باشد.

بحث

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از سطح لایه‌های پروسکایت بازپخت‌شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش حرارت بازپخت سطح لایه‌های پروسکایت فشرده‌تر و یکنواخت‌تر می‌شود و اندازه دانه‌ها به تدریج افزایش می‌یابد؛ در شرایط بازپخت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱-ج)، اگرچه تجزیه جزئی وجود دارد، ولی اندازه دانه‌های پروسکایت افزایش یافته و سطح متراکم‌تر است. این نتایج نشان می‌دهد که حرارت بازپخت در لایه پروسکایت بر پایه بیسموت می‌تواند تشکیل حفره‌ها را مهار کند و کیفیت لایه‌های پروسکایت را بهبود بخشد.

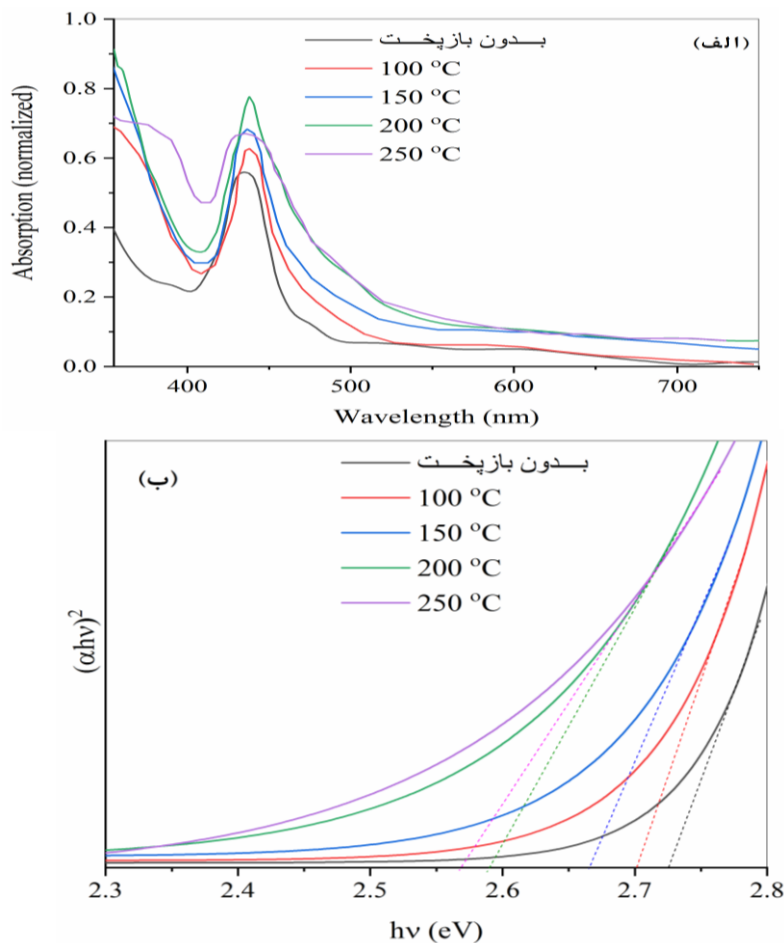


شکل ۱: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی لایه‌های پروسکایت بازپخت‌شده در حرارت‌های (الف) ۱۰۰ °C، (ب) ۱۵۰ °C، (ج) ۲۰۰ °C، (د) ۲۵۰ °C.

شکل ۲ (الف) طیف جذبی لایه‌های پروسکایت بر حسب طول‌موج برای حرارت مختلف بازپخت را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش حرارت بازپخت، جذب در نمونه‌ها افزایش می‌یابد و در طول‌موج‌های کوتاه لایه‌های بازپخت‌شده در حرارت بالاتر جذب بیشتری از خود نشان می‌دهند. زیرا با افزایش حرارت بازپخت اندازه دانه‌ها افزایش و فضای خالی بین دانه‌های کاهش می‌یابد و این باعث افزایش جذب می‌شود.

نوار ممنوعه اپتیکی نمونه‌ها از وابستگی ضریب جذب (α) به انرژی فوتون‌ها به دست می‌آید. همانطور که از شکل ۲ (ب) مشاهده می‌شود منحنی $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ خطی است و این دلالت بر شکاف نواری مستقیم نمونه‌ها دارد و از بیرونیابی خط مستقیم منحنی‌ها تا محور Xها، شکاف انرژی مستقیم نمونه‌ها به دست می‌آید.

شکل ۲: (الف) طیف جذب، (ب) نمودار $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ لایه‌های پروسکایت باز پخت شده در حرارت‌های مختلف.

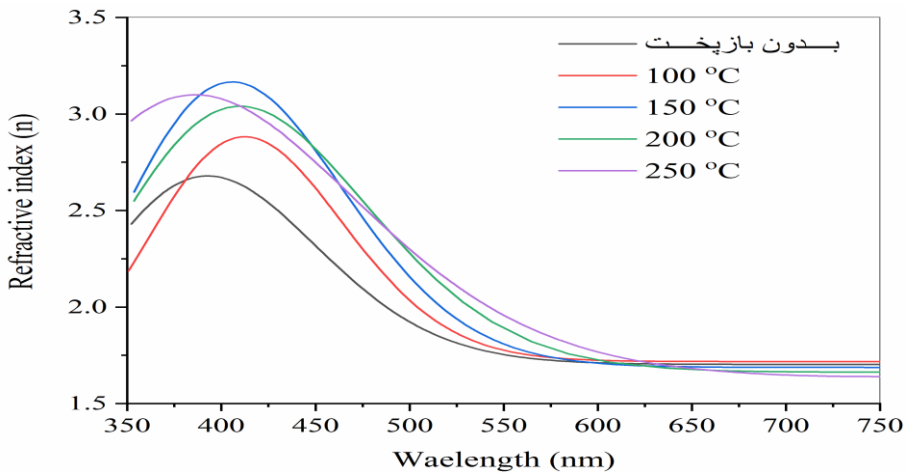


مقادیر شکاف انرژی نمونه‌ها بر حسب حرارت بازپخت در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که شکل ۲ (ب) نشان می‌دهد با مقایسه شکاف انرژی نمونه‌ها، می‌توان ادعا کرد با افزایش حرارت بازپخت مقدار شکاف انرژی افزایش یافته است که می‌تواند به اثر بورستین-موس نسبت داده شود (Nakamura et al., 2020).

جدول ۱: شکاف انرژی لایه‌های پروسکایت باز پخت شده در حرارت‌های مختلف.

۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	بدون بازپخت	حرارتی بازپخت (°C)
۲/۵۶	۲/۵۹	۲/۶۷	۲/۷۰	۲/۷۳	شکاف انرژی (eV)

در این تحقیق دیده می‌شود شکاف انرژی با افزایش حرارتی بازپخت کاهش می‌یابد. شکاف انرژی یک نیمه‌هادی از حرارت زیرلایه، میزان ناخالصی، نقص در شبکه، ناخالصی‌های باردار، بی‌نظمی در مرز دانه‌ها و سایز دانه‌ها اثر می‌گیرد (Veliev et al., 2018). در شکل ۳، تغییرات ضریب شکست (n با حرارتی بازپخت بر حسب طول موج که با استفاده از معادله (۲) محاسبه شدند نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش طول موج (λ)، ضریب شکست (n) کاهش می‌یابد و از طول موج ۶۰۰ nm به بالا ضریب شکست تغییر چندانی نخواهد داشت.



شکل ۳: نمودار تغییرات ضریب شکست لایه‌های پروسکایت باز پخت شده در حرارت مختلف بر حسب طول موج.

همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد، ضریب شکست در هر حرارت ابتدا با افزایش طول موج، افزایش می‌یابد و در اطراف انرژی لبه جذب به حداکثر مقدار خودش می‌رسد. از این‌رو در این ناحیه نمونه‌ها دارای حداکثر جذب اپتیکی می‌باشند. با افزایش بیشتر طول موج، ضریب شکست شروع به کاهش می‌کند، که نشان می‌دهد جذب ماده کاهش می‌یابد و شروع به جذب تابش‌های کم انرژی می‌کند. ضریب شکست به چگالی فضای خالی و کسر پیکدگی آن‌ها که وابسته به چگالی چیرحراتن ماده است بستگی دارد (Senthil et al., 2000). بیشترین مقدار ضریب شکست ۳/۱۶ است که مربوط به نمونه بازپخت شده در حرارتی ۱۵۰ °C است که در بازه طول موج ۴۵۰-۴۰۰ nm می‌باشد. مقدار بالای " n " نشان می‌دهد که ماده از نظر نوری متراکم است و سرعت نور در ماده کاهش می‌یابد (Born et al., 1999). بنابراین، در به کاربردن این نوع مواد در ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی، به دلیل تابش نور بر روی ماده، الکترون‌های بیشتری سطح می‌شود و این امر باعث افزایش کثافت جریان سلول خورشیدی و در نهایت افزایش کارایی آن می‌شود.

نتیجه‌گیری

لایه‌های نازک پروسکایت $\text{Cs}_2\text{AgBiI}_6$ به ضخامت ۳۰۰ نانومتر با روش تبخیر در خلأ تهیه شدند و در حرارت‌های ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و 250°C بازپخت شدند. طیف جذبی نمونه‌ها، جذب بالایی را در محدوده طول موج مرئی و ماوراء بنفش نشان داد. با افزایش حرارتی بازپخت شکاف انرژی نمونه‌ها از ۲/۷۳ تا ۲/۵۶ eV کاهش پیدا کرد که نشان دهنده افزایش اندازه دانه‌ها در اثر بازپخت می‌باشد. ضریب شکست (n) نیز برای لایه پروسکایت به‌دست آمد که با افزایش حرارتی بازپخت ضریب شکست بر حسب طول موج کاهش می‌یابد که در بیشترین مقدار خود در محدوده لبه جذب به ۳/۱۶ در حرارتی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد که آن را برای ساخت ابزارهای اپتوالکترونیک مناسب می‌سازد.

مأخذ

- Born, M., Wolf, E., Bhatia, A., 1999. Principles of Optics, seventh (expanded) ed. Cambridge U. Press, Cambridge, UK.
- Chen, X., 2017. Single-step, Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition of Methylammonium Bismuth Iodide Thin Films .
- Liu, M., Johnston, M. B., Snaith, H. J., 2013. Efficient planar heterojunction perovskite solar cells by vapour deposition. *Nature*, 501 (7467), 395-398 .
- Manifacier, J., Gasiot, J., Fillard, J., 1976. A simple method for the determination of the optical constants n , k and the thickness of a weakly absorbing thin film. *Journal of Physics E: Scientific Instruments*, 9 (11), 1002 .
- Nakamura, T., Handa, T., Murdey, R., Kanemitsu, Y., Wakamiya, A., 2020. Materials chemistry approach for efficient lead-free tin halide perovskite solar cells. *ACS Applied Electronic Materials*, 2 (12), 3794-3804 .
- Senthil, K., Mangalaraj, D., Narayandass, S. K., Adachi, S., 2000. Optical constants of vacuum-evaporated cadmium sulphide thin films measured by spectroscopic ellipsometry. *Materials Science and Engineering: B*, 78 (1), 53-58 .
- Seri, M., Mercuri, F., Ruani, G., Feng, Y., Li, M., Xu, Z.-X., et al., 2021. Toward real setting applications of organic and perovskite solar cells: A comparative review. *Energy Technology*, 9 (5), 2000901 .
- Swanepoel, R., 1983. Determination of the thickness and optical constants of amorphous silicon. *Journal of Physics E: Scientific Instruments*, 16 (12), 1214 .
- Veliev, F., Cresti, A., Kalita, D., Bourrier, A., Belloir, T., Briançon-Marjollet, A., et al., 2018. Sensing ion channel in neuron networks with graphene field effect transistors. *2D Materials*, 5 (4), 045020 .
- Wang, S., Yang, F., Zhu, J., Cao, Q., Zhong, Y., Wang, A., et al., 2020. Growth of metal halide perovskite materials. *Sci. China Mater.*, 63, 1438-1463 .
- Yang, S., Ma, G., Xu, L., Deng, C., Wang, X., 2019. Improved ferroelectric properties and band-gap tuning in BiFeO₃ films via substitution of Mn. *Rsc Advances*, 9 (50), 29238-29245 .
- Zhao, Y., Zhu, K., 2014. Solution chemistry engineering toward high-efficiency perovskite solar cells. *The journal of physical chemistry letters*, 5 (23), 4175-4186.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

تداوی فوق حرارتی (هایپر ترمال) انساج توموری با حرارت دهی مستقیم لیزر و نانو ذرات طلا

مترجم: پوهنیار محمد عارف عاصم عضو کادر علمی

دیپارتمنت فزیک پوهنهی ساینس - پوهنتون بلخ

چکیده

تداوی فوق حرارتی انساج توموری با استفاده از لیزر به عنوان یک روش امیدوارکننده برای تداوی سرطانها مطرح می باشد. تومور را می توان به طور مستقیم با استفاده از اشعه دهی و یا به طور غیرمستقیم با استفاده از نانو ذرات طلا بر اساس پدیده رزونانس پلاسمون ((Plasmon حرارت داد. احتمال این دو تداوی در اینجا با حل معادلات بایوحرارتی^۱ وابسته به فضا زمان تحت شرایط مختلف شرح داده می شود. دانش تطبیق حرارت در منطقه توموری می تواند در کاهش درد و ناراحتی های که ناشی از قرارگیری سنسورها برای نظارت بر کسب حرارت تومور توسط لیزر استفاده می شود کمک کند. خصوصیات مهمی را که می توانند برای توسعه تداوی کارآمد تومور مفید باشند برای اولین بار در اینجا معرفی می گردد. مشاهده شده است که اساساً اثرات متابولیزم نظر به تعریف جدید، درجه حرارت خون با نرخ متابولیزم در تناسب مستقیم قرار دارد. پرفیوژن^۲ خون در یک نسج مشخص منجر به یک طول مشخص جدید یک یا دو سانتی متری شده و یک پارامتر جریان خوبی غالباً با بزرگی $30W \cdot m^{-1} \cdot k^{-1}$ ایجاد می کند. تأثیرات این پارامترها داخل یک معادله بایوحرارتی تحت طیف وسیعی از شرایط، بررسی می شود. به طور کلی نوسانات مکانی درجه حرارت در سرتاسر انساج بیولوژیکی ضعیف بوده باین حال سینتیک های جبهه ای^۳ بسیار سریع دارد. نمونه های خاصی مشاهده شده اند که افزایش درجه حرارت را با در نظر داشت ماهیت و اندازه تومور نشان می دهند.

واژه های کلیدی: تداوی مافوق حرارتی، نانو ذرات طلا، رزونانس پلازما، حرارت دهی لیزری

¹ Bio-Heat

² Perfusion

³ Front kinetics

مقدمه

این مقاله به بررسی مدل سازی درجه حرارت در رابطه با تداوی مافوق حرارتی با استفاده از اشعه‌دهی لیزری برای حرارت دادن و حذف انساج توموری در اندام‌های بیولوژیک می‌پردازد. حجرات در انساج توموری به درجه حرارت بسیار حساس هستند و تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در مقایسه با حجرات سالم نشان می‌دهند که منجر به مهار و بازدارندگی گردش طبیعی عناصر غذایی و آکسیجن در حجرات توموری می‌شود. به علاوه این رفتار را می‌توان برای ایجاد راهبردهای درمانی با توانایی تمایز بین انساج سالم و توموری و تنظیم اثرات متقابل بین لیزرها و انساج زنده برای ایجاد پاسخ‌ها و عکس‌العمل‌های کافی مورد استفاده قرار داد. انرژی رسوب یافته بر روی انساج بیولوژیکی توسط لیزرهای با انرژی بالا و طول موج کوتاه بیشتر از انرژی پیوندی آن‌ها می‌باشد به این معنی که حرارت این لیزرها را می‌توان برای حذف و از بین بردن تومورهای با اندازه میکرون به کار برد. رنگ‌های حساس به نور احتمال انعکاس به استفاده از لیزرهای با قدرت کمتر و طول موج کمتر را که سازگار با طیف‌های جذبی رنگ‌ها است امکان‌پذیر می‌سازد (۱-۴).

درمان هاپیر ترمیا (مافوق حرارتی) به عنوان یک روش جایگزین تداوی‌های سنتی بر اساس جراحی، شیمی‌درمانی و رادیوتراپی با مزیت‌های کاهش اثرات جانبی و اختلالات درمانی معرفی شده است. موفقیت آن بستگی به تجزیه و تحلیل مفصل و دقیق انتقال حرارت از جمله کنترل زمانی و مکانی افزایش درجه حرارت در سرتاسر تومور دارد. در چنین تجزیه تحلیلی، می‌توان پارامترهای ترموفیزیکی مخصوص نسجی را همراه با شرایط مناسب و شرایط مرزی آن مورد استفاده قرار داد. پرتوکل حرارت‌دهی تومور باید طوری طراحی شود که مطابق با توصیه‌های تیم پزشکی بر اساس ماهیت تومور و قوانین تنظیم‌کننده معیاری باشد (۵-۸).

لیزر درمانی را بسته به این که آیا تومور در معرض مستقیم اشعه و یا حرارت‌دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا قرار بگیرد، می‌توان به دو روش انجام داد. در رابطه با روش دوم، توانایی کاهش اثرات جانبی را می‌توان با هدف یابی انساج تومور با دقت بسیار بالا افزایش داد. از این رو، یک انتخاب مناسب از توزیع نانو ذرات طلا همراه با یک روش حسگری موثر می‌تواند باهم ترکیب شده و موجب افزایش حساسیت ذرات طلا به سیگنال‌های فرمان دهنده خارجی عکس‌العمل پذیر شود که در نهایت به اجرای پروتکل درمانی کمک می‌کند. به همین دلیل نانو ذرات طلا به دلیل پاسخ ویژه خود به لیزرها با طول موج‌های مشخص و شدت‌های معین توسط پدیده رزونانس پلازمای سطحی اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند [9-12]

این مقاله طور ذیل دنبال می‌شود:

معادله زیستی حرارتی مشهور پنس نخست با تعاریف لازم معرفی می‌شود. سپس یک مورد حرارت دهی مستقیم تومور در تماس با محیط قبل از در نظر گرفتن مورد حرارت دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا برای یک تومور عمقی بدن مورد بررسی قرار می‌گیرد. توزیعات اولیه درجه حرارت نخست قبل از توسعه زمانی درجه حرارت از حیث قدرت لیزر و مدت زمان اجرا بررسی می‌شود و سپس مثال‌ها و کاربردهای ویژه برای کمک به توسعه راهبردهای تداوی کارآمد با پارامترهای ترموفیزیکی و بیولوژیکی مناسب و انواع انساج بیولوژیکی ارائه می‌شوند.

معادله زیستی حرارتی

استفاده از حس‌گرهای دمایی در سرتاسر منطقه تومور برای پایش (Monitoring) پروسه حرارت‌دهی برای بیمار بسیار دردناک بوده و تلاش‌هایی برای کاهش چنین ناراحتی‌هایی با طراحی مدل‌هایی با حل معادله بیوحرارتی ذیل [13] تحت شرایط منطقی کاربردی انجام شده است.

$$c \frac{\partial T(r, t)}{\partial t} = \{ \nabla [k \nabla T(t, t)] + \rho_b C_b \omega_b [T_b - T(r, t)] + Q_m + Q(r, t) \} \quad (1)$$

که در آن اندیکس b اشاره به خون و سمبول دومی بدون اندیکس اشاره به تومور دارد. $T(r, t)$ نشان‌دهنده ساحه درجه حرارت در نقطه r و زمان t و ∇ عملگر گرادیان است. اندیکس‌های c , ρ و k به ترتیب به کثافت، ظرفیت حرارتی و هدایت حرارتی اشاره دارد، ω سرعت ریزش خون و T_b درجه حرارت خون است. تولید حرارت متابولیکی حجرات زنده Q_m است درحالی‌که حرارت تولیدشده توسط اشعه لیزری $Q(r, t)$ است. طرف چپ معادله ۱ سرعت انرژی حرارتی جذب شده در هر واحد حجمی نسج بیولوژیک را نشان می‌دهد، و بخش نخست در سمت راست سرعت هدایت حرارت بر اساس قانون فوریه بوده و بخش دوم سرعت جریان حرارت داخل رگ‌های خونی است. جریان حرارتی و تبادله حرارت توسط گردش خون اطمینان از تنظیم حرارتی را در سرتاسر بدن به دنبال دارد. خون با درجه حرارت T_b وارد سرخرگ شده و مقدار خاصی از انرژی معادل با $\rho_b C_b \omega_b [T_b - T]$ را تبادله می‌کند و موجب تنظیم درجه حرارت نسج می‌شود.

حل چنین معادله‌ی مستلزم آگاهی از شرایط اولیه و مرزی علاوه بر استفاده از مقادیر مناسب برای پارامترهای بیولوژیکی و حرارتی فیزیکی انساج، سرعت جریان خون، تولید حرارت متابولیک و انرژی تولیدشده توسط لیزر را دارد. این مسئله نخست تحت روش قرارگیری مستقیم تومور با اشعه قبل از روش حرارت‌دهی با نانو ذرات طلا صورت می‌گیرد.

حرارت‌دهی لیزری مستقیم

پروسه حرارت‌دهی در زمان $t = 0$ با تابش اشعه لیزر روی تومور آغاز می‌شود. حل این مسئله مستلزم داشتن دانش اولیه از توزیع درجه حرارت $T(r, t = 0) = T_0(r)$ است که به خواص ترموفیزیکی و بیولوژیکی تومور علاوه بر شرایط محیطی حساس است.

توزیع درجه حرارت اولیه $T_0(x)$

برای سهولت و بدون از دست دادن کلیات، شکل هندسی مستطیلی شکل ۱ (الف) و هدف مربعی را در که درون آن قرار گرفته است را در نظر می‌گیریم. در محور صفحه xyz درجه حرارت ثابت باقی‌مانده و تنها بستگی به x دارد. پنل^۴ (ب) در این شکل نشان‌دهنده اشعه‌دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا است که در بخش بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

در اینجا، دمای اولیه $T_0(x)$ را می‌توان با حل معادله ذیل به دست آورد:

^۴ panel

$$l_b^2 \frac{d^2 T_0(x)}{dx^2} + T_0(x) = T'_b$$

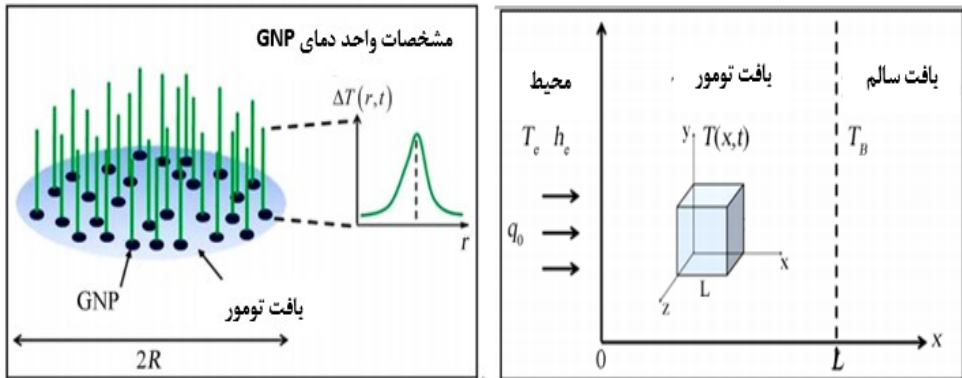
این معادله خصوصیات جدیداً معرفی شده را نظیر طول مشخص l_b و درجه حرارت موثر خون T'_b بسته به تولید حرارت متابولیک Q_m نشان می‌دهد:

$$l_b = \sqrt{\frac{k}{\rho_b \omega_b C_b}}; T'_b = T_b + \delta T_b : \delta T_b = \frac{Q_m}{\rho_b \omega_b C_b}$$

طول مشخص l_b نشان‌دهنده فاصله‌ی است که در آن درجه حرارت خون از مقدار مؤثر T'_b برابر با درجه حرارت بدن T_B می‌شود. معادله (۲) را می‌توان به‌آسانی با استفاده از شرایط مرزی مناسب حل کرد. در تماس با محیط، جریان (Convection) هوا می‌تواند جریان حرارت را جبران کند و می‌توان نوشت:

$$-k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} = h_e [T_e - T_0(x=0)]$$

که h_e پارامتر همرفت هوا و T_e درجه حرارت محیط است (شکل ۱ الف را ببینید).



شکل ۱ (الف): حجم تومور در سیستم مختصات مستطیلی و شکل یک‌بعدی آن (ب): حرارت دهی با توزیع نانو ذرات طلا. طرح شما تیک از یک هدف کروی با شعاع r با انتشار نانو ذرات طلا و تکثیر توزیع دمایی روی نانو ذرات طلای منفرد (طرح شماتیک از $\Delta T(r,t)$ در برابر r).

در دیگر سوی تومور در $x = L$ ، دو احتمال بسته به این که آیا تداخل با انساج سالم ایزوترمال است یا ادیاباتیک ممکن است وجود داشته باشد. در مورد اول، $T_0(x=L)$ برابر با درجه حرارت T_B است و درحالی که در مورد دومی، مشتق $T_0(x)$ از بین می‌رود. در هر دو مورد اصول و پیچیدگی‌های ریاضی تا حدودی خسته‌کننده بوده و تنها نتایج نهایی در اینجا ارائه می‌شود. برای مورد تداخل ایزوترمال، می‌توان نشان داد که

گراف درجه حرارت با معادله ذیل حاصل می‌شود: (۵)

$$\frac{\Delta T_0(x)}{T'_b} = \frac{\left(\frac{T_B}{T'_b} - 1\right) \left(ch \frac{x}{l_b} + \frac{\xi}{\zeta} sh \frac{x}{l_b} \right) + \left(\frac{T_e}{T'_e} - 1\right) \frac{\xi}{\zeta} sh \left(\zeta - \frac{x}{l_b} \right)}{cg\zeta + \frac{\xi}{\zeta} sh \zeta}$$

که $\Delta T_0(x) = T_0(x) - T'_b$ و نسبت‌های $\xi = L/l_b$ به ترتیب بیانگر اندازه تومور L تا ریزش خونی و طول جریان هوا می‌باشد. سمبول طولی جدیداً معرفی شده $l_e = k/h_e$ بیانگر فاصله‌ای است که در آن درجه حرارت محیط از T_e به دمای سطح $T_0(x=0)$ نزدیک می‌شود. اگر در معادله ۵، $x = L$ گردد، داریم: $T_0(x=L) = T_B$ درحالی‌که در $x=0$ ، درجه حرارت اثرات چند پارامتر را به صورت یک پارامتر نشان می‌دهد که یکی آن را می‌توان طور ذیل نوشت:

$$\Delta T_0(x=0) = \frac{(T_B - T'_B) + (T_e - T'_B) \frac{\xi}{\zeta} sh \zeta}{sh \zeta + \frac{\xi}{\zeta} sh \zeta}$$

در دامنه ریزش ضعیف، زمانی که ξ به صفر نزدیک می‌شود، $T_0(x=0)$ نشان می‌دهد که T_B مستقل از ξ می‌باشد. برای سرعت‌های جریان بالا ξ بزرگ بوده و نتیجه مورد انتظار به شکل ذیل خواهد بود:

$$T_0(x=0) = T_e$$

در صورتی که سطح میانی یا تداخل در $x = L$ آدیاباتیک باشد، حل معادله (۲) به شکل ذیل خواهد بود:

$$\frac{\Delta T_0(x)}{T'_b} = \frac{\left(\frac{T_e}{T'_b} - 1\right) \frac{\xi}{\zeta} sh \left(\zeta - \frac{x}{l_b} \right)}{sh \zeta + \frac{\xi}{\zeta} sh \zeta}$$

در صورتی که $x = L$ ، آنگاه نتیجه به صورت ذیل است:

$$\Delta T_0(x=L) = \frac{(T_c - T'_b) \frac{\xi}{\zeta}}{sh \zeta + \frac{\xi}{\zeta} sh \zeta}$$

که نشان می‌دهد نسبت $\Delta T_0(x=0)/\Delta T_0(x=L)$ به صورت $ch \zeta$ است به این معنی که در سرعت‌های ریزش پایین $0 \rightarrow \xi$ می‌رود و درجه حرارت در سرتاسر تومور ثابت باقی می‌ماند. ریزش و جریان خون در سرتاسر انساج ایجاد یک مکانیسم جریان که با پارامتر $h_b = (k\rho_b \omega_b c_b)^{1/2}$ نشان داده می‌شود.

مقادیر رایج برای کاربردی‌ترین مورد (۱۶ و ۱۷)، به صورت $Q_m = 4 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ، $\rho_b \omega_b = 0.5 \text{ kgm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ و $c_b = 4 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ، $k = 0.5 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ می‌باشد و این مقادیر $\delta T_b = 2 \text{ K}$ را می‌دهد که نشان‌دهنده این است که تولید حرارت متابولیک ناچیز نیست. به علاوه $l_b \rightarrow 1.7 \text{ cm}$ و $h_b \rightarrow 33 \text{ W}^{-1} \text{ mK}^{-1}$ به این معنی است که برای یک جریان هوایی با h_e نزدیک به $33 \text{ W}^{-1} \text{ mK}^{-1}$ ، l_e برابر با l_b خواهد بود درحالی‌که برای جریان هوایی پایین‌تر ($h_e = 10 \text{ W}^{-1} \text{ mK}^{-1}$)، این مقدار بسیار بیشتر می‌شود. توجه کنید که نسبت‌های l_b / l_e و h_e / h_b برابرند.

گراف درجه حرارت اولیه $\Delta T_0(x) / T'_b$ نشان‌دهنده وابستگی مکانی ضعیف در منطقه تومور اما با حساسیت بالا به l_b / l_e است. افزایش مقدار دومی موجب کم شدن کارایی اشعه دهی شده و کم شدن آن موجب یکسان شدن درجه حرارت سطحی با درجه حرارت محیط T_e می‌شود. برای رسیدن به یک راه حل موثر از حرارت‌دهی مستقیم توسط اشعه‌های لیزری، اطلاعات از چگونگی توزیع درجه حرارت اولیه تا یک حدی لازمی می‌باشد که با حل معادلات زیستی حرارتی وابسته به زمان مکان به دست می‌آید و در ادامه به آن پرداخته شده است.

۳-۲ گراف‌های زمانی و مکانی درجه حرارت

گراف‌های زمانی و مکانی درجه حرارت با در نظر داشت حرارت‌دهی مستقیم با لیزر از حل معادله تفاضلی ذیل به دست می‌آید.

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \frac{L^2}{\tau} \times \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} + \frac{T'_b - T(x,t)}{\tau_b} + \frac{p}{kL}$$

که دو زمان مشخص و مجزا را نشان می‌دهد:

$\tau_b = l_b^2 / \beta$ و $\beta = k / \rho c$ ، $\tau_b = L^2 / \beta$ انتشار حرارتی می‌باشند. اولین انتروال زمانی τ_b نشان‌دهنده ریزش خونی در نسج بیولوژیک بوده درحالی‌که دومین τ نشان‌دهنده آرامش درجه حرارت در تومور است. توان لیزر P بستگی به شدت برخورد q_0 به صورت $P = q_0 / L^2$ دارد (شکل ۱ الف را ببینید).
 شبه و همکاران [۱۸] یک راه‌حل تحلیلی را برای حل این مسئله با فرض ثابت بودن درجه حرارت اولیه $(T_0(x) = T_b)$ و چشم‌پوشی از اثرات ریزش خون و متابولیسم آن گزارش کردند:

$$\frac{\Delta T(x,t)}{\Delta T_{pl}} = \left\{ \frac{\exp\left(-\frac{x^2 / L^2}{4t / \tau}\right)}{\sqrt{\pi}} - \frac{x / L}{\sqrt{4t / \tau}} \operatorname{erfc} \frac{x / L}{\sqrt{4t / \tau}} \right\}$$

که $\Delta T(x, t)$ و T_{pl} تابع خطای مکمل (۱۹) به صورت ذیل تعریف می‌شوند:

$$\Delta T(x, t) = T(x, t) - T_b; \quad \Delta T_{pl} \equiv 2p / kL; \quad \operatorname{erfc} X = 1 - \operatorname{erf} X$$

یکی از شاخص‌های مهم در اینجا پارامتر تک نقطه‌ای است که مکان و زمان را باهم ترکیب می‌کند. این رفتار از مشخصه‌های مهم یک پروسه انتشار با فاصله انتشار متوسط متناسب با زمان بوده که انتشار آن به صورت ذیل است:

$$\langle |\Delta x|^2 \rangle = 4\beta t$$

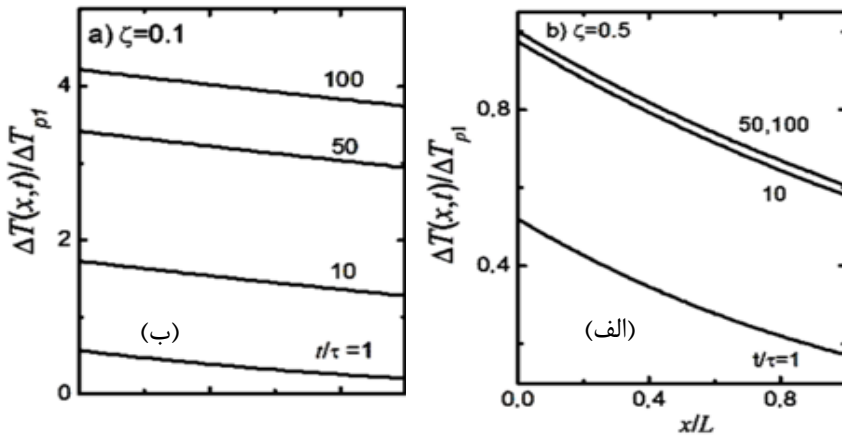
اثرات ریزش و متابولیسم خون

واردکردن اثرات ریزش خون موجب ایجاد یک نوآوری جدید شده و راه‌حل معادله تابعی از متغیرهای زمانی و مکانی جداگانه می‌شود. اگر پیمایش مکانی با طول l_b و پیمایش زمانی با طول τ_b تعریف شود نظر به این، نتایج به شکل ذیل خواهند شد:

$$\frac{\Delta T(x, t)}{\Delta T_{pl}} = \frac{1}{4\zeta} \left\{ e^{-\frac{x}{l_b}} \operatorname{erfc} \left(\frac{x/l_b}{2\sqrt{t/\tau_b}} - \sqrt{t/\tau_b} \right) - e^{-\frac{x}{l_b}} \operatorname{erfc} \left(\frac{x/l_b}{2\sqrt{t/\tau_b}} + \sqrt{t/\tau_b} \right) \right\}$$

با توسعه $\operatorname{erfc}(x + \varepsilon)$ از حیث ε و اگر $\varepsilon \rightarrow 0$ باشد، معادله ۱۳ را می‌توان به صورت معادله ۱۰ نوشت. لازم به ذکر است که متابولیسم نظر به تعریف جدید یعنی درجه حرارت خون و استفاده از مقادیر مؤثر T_b به جای T'_b به دست می‌آید.

جبهه‌های نشان داده شده مربوط به درجه حرارت در شکل (۲) نشان می‌دهند که تنظیمات درجه حرارت ضعیف بوده اما افزایش درجه حرارت با زمان به صورت سریع رخ داده است. پنل‌های الف و ب نشان‌دهنده حساسیت بالا به ریزش و تزریق خون است. در سرعت‌های پایین جریان خون، درجه حرارت با سرعت نسبتاً سریعی افزایش می‌یابد و با افزایش سرعت جریان، میرایی و تعدیل پروسه‌های حرارت‌دهی رخ داده و درجه حرارت در کوتاه مدت به حد پایداری می‌رسد. در شکل (۳)، می‌توان به‌خوبی افزایش درجه حرارت را درک کرد زیرا در کوتاه مدت با افزایش ζ تحت میرایی شدید به دلیل مکانیسم تنظیم خون رخ می‌دهد. پرفیوژن خون موجب ایجاد تأخیر در مراحل اولیه می‌شود که می‌توان آن را در پنل ب مشاهده کرد زیرا منحنی‌ها نشان‌دهنده یک شیب اولیه افقی قبل از افزایش شیب هستند ($t/\tau < 0.1$).



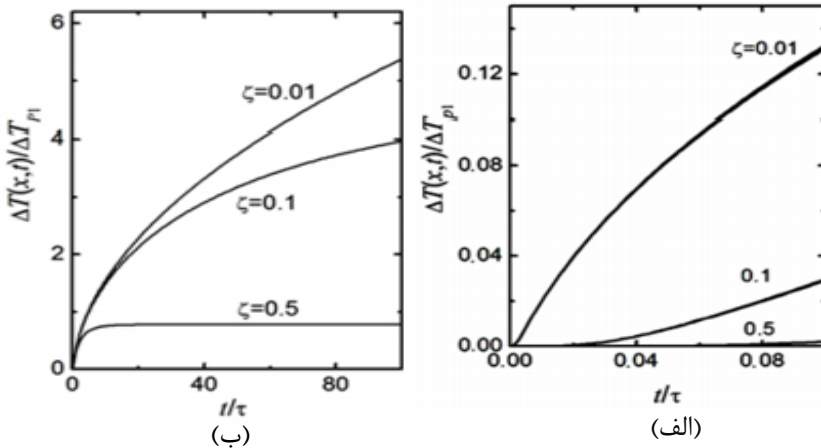
شکل ۲: $\Delta T(x,t)/\Delta T_{pl}$ در برابر x/L در زمان‌های مختلف t/τ معادله ۱۰ را برای الف: $\varepsilon = 0.1$ (جریان خون ضعیف) و ب: $\varepsilon = 0.5$ (جریان خون قوی) را نشان می‌دهد.

اشعه دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا

ازینکه تومورها به‌طور مستقیم برای اشعه دهی لیزری از محیط بیرون قابل دسترسی نمی‌باشند، منابع برای حرارت‌دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا برای افزایش کارایی درمان بسیار حائز اهمیت است. پنل ب در شکل ۱ توزیع درجه حرارت گسسته را در یک تومور کروی واقع در نانو ذرات طلا نشان می‌دهد. در همین شکل می‌توان مشاهده کرد که نمودار درجه حرارت کروی در مجاورت نانو ذرات طلا با شکل هندسی کروی [۲۰-۲۸] وجود دارند. از دیدگاه کاربردی، این مسئله را می‌توان با حل معادله زیستی حرارتی در مختصات کروی با فرض این که منابع نقطه‌ای بیانگر نانو ذرات طلا می‌باشند ساده‌تر کرد.

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right) + \frac{3P}{4\pi Rk}$$

آخرین جز در قسمت راست معادله از دمای خارجی در تومور دیده می‌شود. حل این معادله مستلزم داشتن دانش از توزیع اولیه $T(r, t=0) = T_0(r)$ است. که می‌توان آن را همان‌طور که قبلاً گفته شد تعیین کرد.



شکل ۳ الف: $\Delta T(x,t)/\Delta T_{PI}$ در برابر t/τ برای $X/L=0.5$ و مقادیر مختلف ζ . ب: تقویت نشان‌دهنده یک تأخیر جریان در پروسه حرارت‌دهی است. منحنی در پنل الف به X/I نسبتاً حساس است و آن‌ها کمی بالاتر بوده و برای ۰.۵ کمی پایین‌تر بوده و همگی دارای روند مشابه می‌باشند.

توزیع دمایی اولیه برای یک تومور کروی

درجه حرارت اولیه برای یک تومور کروی را می‌توان با محاسبه طرف چپ معادله و برابر قرار دادن مقدار P در معادله (۱۴) با صفر به دست آورد. تقارن کروی اشاره به این دارد که اشعه دهی در مرکز برای $r=0$ در ماکزیمم مقدار خود است. برای مرزهای ایزوترمال، درجه حرارت برابر با درجه حرارت بدن بوده و نتیجه به شکل زیر خواهد بود:

$$\frac{\Delta T_0(r)}{T'_b} = \frac{R}{r} \left(\frac{T_B}{T'_b} - 1 \right) \frac{sh \zeta \frac{r}{R}}{sh \zeta} \Delta T_0(r) = T_0(r) - T'_b$$

در دامنه جریان و ریزش ضعیف، ζ کوچک بوده و دمای اولیه برابر با T_B است. بیشتر محققان در مطالعات گذشته فرض کردند که درجه حرارت اولیه برابر با دمای خون T_b است درحالی‌که در اینجا ما بر این نکته تأکید داریم که این دما درخور توجه بیشتر بوده و بستگی به پارامترهای بیولوژیکی و فیزیکی حرارتی مهم در خون و نسج دارد.

جبهه‌های دمایی زمانی

در صورتی‌که درجه حرارت اولیه معلوم باشد، می‌توان اقدام به حل مسائل سینتیکی کرد که اصول ریاضیاتی آن ترکیبی از روش‌های کلاسیکی تبدیل لاپلاس و تغییرات ثابت است. حل معادله ۱۴ رابطه زیر را به دست می‌دهد:

$$\frac{\Delta T(r,t)}{\Delta T_{P_2}} = \frac{R}{r} \cdot \frac{t}{\tau} \left\{ \frac{r}{R} + \sum_{\pi(\text{odd})} \left[\left(1 + \frac{\left(n + \frac{r}{R} \right)^2}{2t/\tau} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{n + \frac{r}{R}}{2\sqrt{t/\tau}} \right) - \left(1 + \frac{\left(n - \frac{r}{R} \right)^2}{2t/\tau} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{n - \frac{r}{R}}{2\sqrt{t/\tau}} \right) \right] \right\} \\ + \frac{1}{\sqrt{\pi t/\tau}} \sum_{\pi(\text{odd})} \left[\left(n - \frac{r}{R} \right) \exp \left(-\frac{\left(n - \frac{r}{R} \right)^2}{4t/\tau} \right) - \left(n + \frac{r}{R} \right) \exp \left(-\frac{\left(n + \frac{r}{R} \right)^2}{4t/\tau} \right) \right]$$

که درجه حرارت نرمال سازی $\Delta T_{P_2} = 2P/4\pi Rk$ به دلیل ملاحظات هندسی از موارد موجود در معادله (۱۰) و (۱۳) اندکی متفاوت است. مشخصه زمان انتشار حرارتی $\tau = R^2/\beta$ نیز به همین دلیل متفاوت است. برخلاف شرایط قبلی (معادله ۱۳ را ببینید) متغیرهای زمانی و مکانی از هم تفکیک شده‌اند و علی‌رغم این که جریان خون در محاسبات مدنظر گرفته نمی‌شود، کلیت واحد وجود ندارد. با در نظر گرفتن متابولیسم و جریان خون معادله حرارتی ذیل را می‌توان حل کرد:

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \frac{R^2}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right) + \frac{T'_b - T(r,t)}{\tau} + \frac{3P}{4\pi Rk}$$

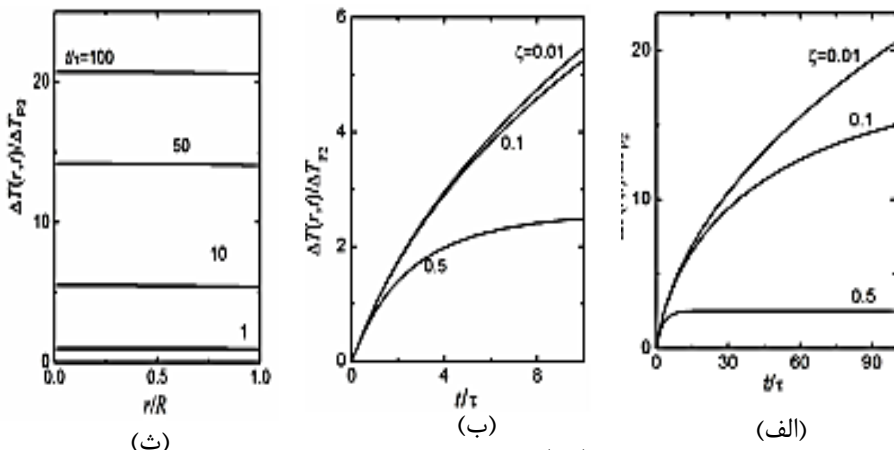
که حل آن مستلزم شرایط اولیه و مرزی یکسان است:

$$\frac{\Delta T(r,t)}{\Delta T_{P_2}} = -\frac{1}{2(r/l_b)\zeta} \sum_{\text{odd}} \left\{ e^{-\left(n\zeta - \frac{r}{l_b} \right)} \operatorname{erfc} \left(\frac{n - r/R}{2\sqrt{t/\tau}} - \sqrt{t/\tau_b} \right) \right. \\ + e^{\left(n\zeta - \frac{r}{l_b} \right)} \operatorname{erfc} \left(\frac{n - r/R}{2\sqrt{t/\tau}} - \sqrt{t/\tau_b} \right) \\ - e^{-\left(n\zeta + \frac{r}{l_b} \right)} \operatorname{erfc} \left(\frac{n + r/R}{2\sqrt{t/\tau}} - \sqrt{t/\tau_b} \right) \\ - e^{\left(n\zeta + \frac{r}{l_b} \right)} \operatorname{erfc} \left(\frac{n + r/R}{2\sqrt{t/\tau}} + \sqrt{t/\tau_b} \right) \\ \left. - 2e^{-\frac{t}{\tau_b}} \left(\operatorname{erfc} \frac{n - r/R}{2\sqrt{t/\tau}} - \operatorname{erfc} \frac{n + r/R}{2t/\tau} \right) \right\} + \frac{1}{\zeta^2} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_b}} \right)$$

نتیجه بدست آمده کاملاً متفاوت از معادله ۱۶ است که تنها زمانی می‌توان آن را به دست آورد که $0 \rightarrow \zeta$ باشد. این نتایج کاملاً متفاوت از مقادیر حاصله در مورد توزیع گسسته در شکل ۱ (ب) است اما به‌طور عددی، نمودارهای درجه حرارت از حیث تغییرات زمانی و مکانی کاملاً مشابه می‌باشند. شکل ۴ (الف)، مؤید وابستگی مکانی ضعیف حرارتی است. تغییرات مکانی بیش از چند درصد نیست درحالی‌که سینتیک نشان‌دهنده افزایش سریع درجه حرارت با زمان است (شکل ۴ ب). جریان خون موجب کاهش بزرگی و سرعت حرارت دهی می‌باشد. بهبود خفیف وابستگی مکانی در سرعت‌های جریان بالای خون مشاهده می‌شود. شیب اولیه همانند مورد قبلی افقی نیست به این معنی که هیچ‌گونه تأخیر در گرمادهی در مراحل اولیه وجود ندارد (شکل ۴ ث). دیگر روندهای کیفی مشابه با روندهای موجود در شکل (۳) می‌باشد.

کاربردها

جدول ۱ مقادیر طبیعی را برای پارامترهای موجود در معادله زیستی درجه حرارت برای طیف وسیعی از انساج بیولوژیک نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت بین انساج تومور و انساج سالم مطابق با محاسبات مدل مشاهده نشد. کثافت تقریباً $\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$ است اما برای اپیدرمیس تا ۲۰ درصد و برای چربی و استخوان‌ها ۵۰ درصد است. هدایت حرارتی k ضرورتاً $0.5 \text{ Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ به‌جز اپیدرمیس و برای چربی ۲۰ درصد کمتر و برای استخوان ۲۰ درصد بیشتر است. ظرفیت حرارتی C نزدیک به $3.7 \text{ Jg}^{-1} \text{K}^{-1}$ به‌جز چربی و استخوان‌ها است که نشان‌دهنده ظرفیت حرارتی پایین است. پارامتر جریان خیزش خون ω_b نشان‌دهنده انتشار مقادیر از $0.07 \cdot 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ برای چربی تا $6.25 \cdot 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ برای کلیه‌ها می‌باشد. اپیدرمیس دارای سرعت جریان خون چند برابر انواع دیگر است. در منابع، این پارامتر اغلب با حاصل $\rho_b \omega_b$ برحسب کیلوگرم بر مترمکعب بیان می‌شود.



شکل ۴ (الف): رفتار $\Delta T(r,t)/\Delta T_{p2}$ در برابر r/R برای انتشار نانو ذرات طلا در زمان‌های مختلف، برای $\zeta = 0.01$ (در معادله ۱۸) را نشان می‌دهد. $\zeta = 0.5$ و $\zeta = 0.01$ رفتار کیفی یکسانی را با مقادیر کمتر در پنل (ب) نشان می‌دهد. (ب): $\Delta T(r,t)/\Delta T_{p2}$ در برابر t/τ برای $\zeta = 0.01, 0.1$ و $\zeta = 0.5$ نشان

می‌دهد و (ث): نسخه جدید در زمان کوتاه دیده می‌شود که برخلاف شکل ۳ (ب)، شیب اولیه به صورت افقی نیست.

جدول (۲) داده‌های مربوط به خواص انتقال حرارتی را برای انساج بیولوژیکی یکسان نشان می‌دهد. انتشار حرارتی بتا برای بیشتر انساج حدود ۰,۱۵ میلی‌متر بر ثانیه است اما تا یک فاکتور دو برابر برای اپیدرمیس و سه برابر برای چربی‌ها کمتر و برای استخوان دو برابر بیشتر است. طول جریان خون معمولاً ۱ تا ۲ سانتی‌متر است درحالی‌که زمان جریان خون τ معمولاً ۳۰ دقیقه است. این ارقام برای استخوان‌ها تا حدودی کمتر بوده و برای پوست و چربی کمی بیشتر می‌باشد. زمان مشخص حرارتی در انساج τ کمی بالاتر از ۱۰ دقیقه برای یک تومور با اندازه سانتی‌متر به‌جز اپیدرم است و برای چربی کمی پایین است. نسبت $\tau/\tau_b = \zeta^2$ با افزایش سرعت جریان خون و اندازه تومور افزایش می‌یابد. متابولیسم موجب افزایش درجه حرارت خون تا دو برابر می‌شود. اگرچه این اعداد و مقادیر منجر به افزایش درجه حرارت انساج تومور شده و این مقدار سازگار با راهبرد درمان هایپرترمیا می‌باشد.

جدول ۱: مقادیر طبیعی برای پارامترهای حرارتی فیزیکی انساج بیولوژیکی

بافت	ρ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	K ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)	C ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$)	ω_b (s^{-1})	Refs.
خون	1.04	0.505	3.73	-	[3,16,25,17]
بافت مغز	1.05	0.500	3.70	2.45×10^{-3}	[24,25]
عضله	1.03	0.520	3.83	0.84×10^{-3}	[3,16,17,21]
اپیدرم	1.20	0.367	3.48	4.7×10^{-7}	[21,22,27]
چربی	1.48	0.310	2.35	0.68×10^{-3}	[17,21,23,26]
کلیه	1.02	0.558	3.60	62.5×10^{-3}	[3,17]
کبد	1.04	0.575	3.56	15.7×10^{-3}	[3,17,28]
استخوان‌ها	1.48	0.625	1.55	1.25×10^{-3}	[3,17,21,25]

جدول ۲: خواص منتخب توزیعات درجه حرارت مکانی و زمانی برای انساج بیولوژیکی یکسان

بافت	$\beta (\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$	$\tau_b (\text{s})$	$\tau (\text{s})$	$l_b (\text{cm})$	$h_b (\text{W}^{-1} \text{mK}^{-1})$
خون	0.13	1.93×10^3	7.72×10^2	1.59	1.01×10^3
بافت مغز	0.13	1.94×10^3	7.69×10^2	1.58	1.00×10^3
عضله	0.16	1.85×10^3	6.31×10^2	1.71	1.04×10^3
اپیدرم	0.09	2.21×10^3	1.44×10^3	1.35	0.73×10^3
چربی	0.045	2.37×10^3	2.5×10^3	0.97	0.62×10^3
کلیه	0.15	1.85×10^3	6.69×10^2	1.67	1.12×10^3
کبد	0.15	1.85×10^3	6.64×10^2	1.69	1.15×10^3
استخوان ها	0.39	1.17×10^3	7.10×10^2	1.87	1.25×10^3

نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های مهم برای توسعه راهبردهای هایپرترمیایی موثر آگاهی و دانش نمودارهای درجه حرارت مناسب برای ماهیت و اندازه تومور است. این مطالعه در جهت حل این چالش بر اساس مدل‌های تحلیلی ساده مکمل با پارامترهای فیزیکی و بیولوژیکی مورد نظر انجام شده است. اثرات جریان خون، متابولیسم و شدت تابش لیزری با معادلات ساده از حل برخی معادله‌های درجه حرارت زیستی با تفاوت بین حرارت دهی مستقیم و حرارت دهی غیرمستقیم توسط نانو ذرات طلا بررسی شده است. نتایج به‌دست‌آمده تحت طیفی وسیعی از شرایط یک پایداری سیستماتیک را با توجه به حساسیت ضعیف دما به موقعیت تومور نشان می‌دهد اما در طی زمان وابستگی قوی مشاهده شده است. متابولیسم حرارتی در افزایش درجه حرارت خون تا دو درجه نقش دارد اما جریان خون به‌طور قابل‌توجهی موجب میرایی پروسه‌های حرارتی شده است. در مراحل اولیه درمان لیزری، یک آستانه به‌طور سیستماتیک بالاتر از سرعت جریان خون دیده می‌شود. طول مشخص جدید معرفی شده و با مقیاس‌های زمانی ارزیابی شد که مشخص‌کننده مکانیسم انتشار حرارت در نسج توموری است.

فهرست منابع

- [1] J. M. Breasted, "Chirurgical Papyrus of Edwin Smith," University of Chicago Press, Chicago, 1933.
- [2] L. Goldman and R. J. Rockwell Jr., "Lasers Systems and Their Applications in Medicine and Biology," *Advances in Biomedical Engineering and Medical Physics*, Vol. 1, 1968, pp. 317-382.
- [3] G. Brix, S. Martin, H. Gesine and G. Jurger, "Estimation of Heat

Transfer and Temperature Rise in Partial Body

Regions during MR Procedures: An Analytical Approach with Respect to Safety Considerations,” *Magnetic Resonance Imaging, Vol. 20, No. 1, 2002, pp. 65-76.* [http://dx.doi.org/10.1016/S0730-725X\(02\)00483-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0730-725X(02)00483-6)

[4] J. M. Dobson, “Radiation Therapy, Hyperthermia, ImmunoTherapy, in *Manual of Small Animal Oncology,*” In: R. A. S.

White, Ed., *British Small Animal Veterinary Association, Cheltenham, 1991, pp. 161-183.*

[5] A. P. Popov, A. V. Priezhev and R. Myllyla, “Optimal Sizes of Gold Nanoparticles for Laser Treatment of Tumors,” *5th International Conference on Photonics and Imaging in Biology and Medicine, Proceedings of SPIE, Russia, 1 May 2007, Vol. 6534, 65343K-1-5.*

[6] T. Avedisian, R. E. Cavicchi, P. L. McEuen and X. Zhou,

“Nanoparticles for Cancer Treatment: The Role of Heat Transfer,” *Cornell University, Ithaca, 2007.*

[7] N. Harris, M. J. Ford and M. B. Cortie, “Optimization of Plasmonic Heating by Gold Nanospheres and Nanoshells,” *The Journal of Physical Chemistry B, Vol. 110, No. 22, 2006, pp. 10701-10707.*

<http://dx.doi.org/10.1021/jp0606208>

[8] J. Liu and M. Gu, “Gold Nanoparticle-Enhanced Cancer Photo-Thermal Therapy,” *IEEE Journal, Vol. 16, No. 4, 2009, pp. 989-996.*

[9] X. Liu, M. C. Lloyd, I. V. Fedorenko, P. Bapat, T. kov and Q. Huo, “Enhanced Imaging and Accelerated

Photothermalysis of A549 Human Lung Cancer Cells by Gold Nanospheres,” *Nanomedicine, Vol. 3, No. 5, 2008, pp. 617-626.*

<http://dx.doi.org/10.2217/17435889.3.5.617>

[10] I. H. El-Sayed, X. Huang and M. A. El-Sayed, “Selective Laser Photo-Thermal Therapy of Epithelial Carcinoma

Using Anti-EGFR Antibody Conjugated Gold Nanoparticles,” *Cancer Letters, Vol. 239, No. 1, 2006, pp. 129-135.*

<http://dx.doi.org/10.1016/j.canlet.2005.07.035>

[11] D. Pissuwan, S. M. Valenzuela and M. B. Cortie, “Therapeutic Possibilities of Plasmonically Heated Gold Nanoparticles,” *Trends in Biotechnology, Vol. 24, No. 2, 2006, pp. 62-67.*

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2005.12.004>

[12] X. Huang, P. K. Jain, I. H. El-Sayed and M. A. El-Sayed, “Plasmonic Photothermal Therapy (PPTT) Using Nanoparticles,” *Lasers in Medical Science, Vol. 23, No. 3, 2008, pp. 217-228.*

<http://dx.doi.org/10.1007/s10103-007-0470-x>

[13] H. Pennes, “Analysis of Tissue and Arterial Blood Flow

Temperatures in the Resting Human Forearm,” *Journal of Applied Physiology*, Vol. 1, No. 2, 1948, pp. 93-122.

[14] Z. S. Deng and J. Liu, “Analytical Study on Bioheat Transfer Problems with Spatial or Transient Heating on Skin Surface or inside Biological Bodies,” *Transactions of the ASME*, Vol. 124, No. 6, 2002, pp. 638-649.

[15] P. R. Sharma, S. Ali and V. K. Katiyar, “Transient Heat Transfer Analysis on Skin Surface and inside Biological Tissue,” *Journal of Applied Mathematics and Mechanics*, Vol. 5, No. 5, 2009, pp. 36-47.

[16] J. C. Chato, “Fundamentals of Bioheat Transfer,” In: Gautherie, Ed., *Thermal Dosimetry and Treatment Planning*, Springer Verlag, Berlin, 1990, 1-56.

[17] B. Erdmann, J. Lang and M. Seebass, “Adaptative Solution of Nonlinear Parabolic Equations with Application to Hyperthermia Treatments,” Technical Report, KonradZuse-Zentrum fur Informationstechnik, Berlin, 1997.

[18] T. C. Shih, P. Yuan, W. L. Lin and H. S. Kou, “Analytical Analysis of the Pennes Bioheat Transfer Equation with Sinusoidal Heat Flux Condition on Skin Surface,” *Medical Engineering & Physics*, Vol. 29, No. 9, 2007, pp.946-953.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2006.10.008>

[19] M. Abramowitz and I. A. Stegun, “Handbook of Mathematical Functions,” Dover Publishing Inc., New York, 1970.

[20] B. Fasla, R. Benmouna and M. Benmouna, “Modeling of Tumor’S Tissue Heating by Nano Particles,” *Journal of Applied Physics*, Vol. 108, No. 12, 2010, Article ID: 124703.

<http://dx.doi.org/10.1063/1.3525089>

[21] V. L. Dragun, S. M. Damilove, Y. Tret and S. A. Gubarev, “Simulation of Reacting of Biological Tissues in the Process of Ultrahigh Frequency Therapy,” *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, Vol. 78, No. 1, 2005, pp. 109-114.

[22] S. C. Tiang, H. J. Ma, H. J. Li and X. Zhang, “Effect of Thermal Properties and Geometrical Dimensions on Skin Burn Injuries,” *Burns*, Vol. 28, No. 8, 2002, pp. 713-717.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0305-4179\(02\)00104-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-4179(02)00104-3)

[23] J. Zhang, G. A. Sandison, J. Y. Murthy and L. Xu, “Numerical Simulation for Heat Transfer in Prostate Cancer Surgery,” *Journal of Biomechanical Engineering-Transactions of the ASME*, Vol. 127, 2005, pp. 279-294.

- [24] C. Diao, L. Zhu and H. Whang, "Cooling and Rewarming for Brain Ischemia or Injury: Theoretical Analysis," *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 31, No. 3, 2003, pp. 346-353.
- [25] L. Zhu and C. Diao, "Theoretical Simulation of Temperature Distribution in the Brain during Hypothermic Treatment for Brain Injury," *Medical and Biological Engineering and Computing*, Vol. 39, No. 6, 2001, pp. 681-687.
- [26] A. W. Guy, "Analysis of Electromagnetic Fields in Biological Tissues by Thermographic Studies on Equivalent Phantom Models," *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 16, No. 2, 1971, pp. 205-214.
- [27] J. Liu, X. Chen and L. Xu, "New Thermal Wave Aspects on Burn Evaluation of Skin Subjected to Instantaneous Heating," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 46, No. 4, 1999, p. 420.
- [28] F. Duck, "Physical Properties of Tissues," Academic Press, London, 1990.



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

اهمیت القاح مصنوعی و طرز تطبیق آن بالای گاوهای شیری

نامزد پوهنیا بسم الله مصمم
پوهنخی زراعت - پوهنتون بلخ

چکیده

با افزایش جمعیت انسانی در زمین و نیاز مبرم به تأمین منابع غذایی برای افراد بشر، ضرورت روز افزون نسبت اصلاح نژاد حیوانات از نظر محصولات حیوانی احساس می‌گردد. در این زمینه القاح مصنوعی به عنوان مناسب‌ترین ابزار اصلاح نژاد حیوانات اهلی مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است هدف اساسی این مطالعه آن است که با بررسی و مرور بر تحقیقات و اقدامات مبتنی بر اهمیت القاح مصنوعی و تطبیق آن بالای ماده گاوهای شیری منسجم و برجسته گردد، تا از چنین دانش و رویکردها، در جهت بهبود طرز تطبیق القاح مصنوعی در کشور از سوی محققین ساحه علوم حیوانی استفاده بعمل آید. این مطالعه به روش مروری انجام یافته و جهت جمع‌آوری اطلاعات لازم از کتاب‌های معتبر ملی و بین المللی و از پایگاه‌های اطلاعات الکترونیکی معتبر چون: ISI, Google scholar و Animal science استفاده بعمل آمده است. نتایج و یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تلاش محققین و دانشمندان با توجه به افزایش سریع جمعیت انسانی، فراهم‌سازی مواد غذایی به خصوص تأمین پروتئین مورد نیاز جامعه در ارتباط القاح مصنوعی و تطبیق آن بالای ماده گاوهای شیری توانسته اند کتاب‌های معتبر ومقالات علمی را برای استفاده بهتر و بیشتر به دسترس علاقه‌مندان قرار دادند. القاح مصنوعی نه تنها نسبت بوجود آمدن تعداد زیاد چوپه‌ها در فارم با استفاده از یک حیوان مذکر اصلاح شده می‌باشد، القاح گاو باید به طور کامل و موفقیت آمیز اجرا گردد، بی دقتی و بی توجهی در اجرای هریک از مراحل القاح از جمله عدم رعایت حفظ الصحة، دستکاری و جابه‌جایی غلط اسپرم، به کاربردن ناصحیح وسایل القاح مصنوعی، تکنیک غلط القاح و... همه باهم منجر به پایین آمدن باروری می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: القاح مصنوعی، اصلاح نژاد حیوانی، سپرم^۱ (Sperm)، گاو (Cow) و منی (Seme)

^۱- سپرم (Sperm): به حشرات جنسی مذکر اطلاق گردیده که در غده‌های جنسی تولید شده فرایند تولید مثل نقش مهم ایفا

می‌کند.

مقدمه و بیان مسئله

القاح مصنوعی (Artificial fertilization) عبارت از گذاشتن حجره جنسی (Sperm) حیوان مذکر توسط آله مخصوص به سیستم تناسلی (رحم) حیوان مونث می‌باشد، که بهترین طریقه یا تکنیک غرض اصلاح نسل و ازدیاد محصولات حیوانی و انمود گردیده است. القاح مصنوعی یک تکنیک اصلاح نژادی است که تقریباً در اکثر نقاط جهان روی حیوانات اهلی از قبیل گاو، گوسفند، بز، اسب، طیور و خرگوش انجام می‌شود. برای دستیابی به بازده بالای تولید حیوانات، باید به مسئله تولید مثل آن‌ها توجه خاص مبذول شود.

از صفحات تاریخ بر می‌آید که القاح مصنوعی یک فصل جدید نبوده، بلکه از زمان‌های قدیم در این مورد یک سلسله عملیات بوقوع پیوسته است. چنانچه افسان‌هایست که در سال ۱۳۲۲م یک نفر عرب مادیان خود را غرض تولید نسل بهتر توسط منی (Semen) نریان دشمن القاح نمود. اولین بار تحقیقات علمی در باره القاح مصنوعی بالای سگ در سال ۱۷۸۰ میلادی توسط فزیالوژیست ایتالوی Lazaro Spallanzani صورت گرفت (ضیاء، ۱۳۹۵).

در سال ۱۸۹۹ Ivan off محقق اتحاد شوروی سابق، طور موفقانه القاح مصنوعی بالای پرندگان، اسب، گاو و گوسفند تطبیق نمود. بالاخره عالم موصوف در اثر انجام تجارب متعدد موفقیت بیشتری را در تطبیق القاح مصنوعی کمائی نمود. چنانچه بار اول تعداد زیاد گاو در اتحادشوروی سابق طور مصنوعی القاح گردید. قرار راپور دست‌داشته در سال ۱۹۳۱ میلادی به تعداد ۱۹۸۰۰ فرد گاو ذریعه القاح مصنوعی در اتحاد شوروی سابق نسلگیری شدند (صاحب زاده، ۱۳۹۴).

Moldovan اظهار داشت که سال ۱۹۳۱ میلادی آخرین سال در مورد انجام دادن تجربه القاح مصنوعی بوده و از آن به بعد بحیث ذو تخنیک (Zoo technic)^۲ در مالداري قبول گردید (فرامرزی، ۱۳۹۸).

القاح مصنوعی یکی از ابزارهای مدیریتی برای کنترل فعالیتهای تولید مثلی و افزایش بازده صنعت پرورش گاو شیری می‌باشد. القاح مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در پیشرفت جنتیکی ایفاء کرده و سبب افزایش بازده تولید مثلی شود. به علت استفاده گسترده امروزه از اسپرم‌های منجمد ذخیره و انتقال آن به یک صنعت ویژه‌ای تبدیل شده است، با این حال هنوز هم نگهداری اسپرم وضعیت مناسبی ندارد. به منظور تحقق بخشیدن به بسیاری از مزایای بالقوه القاح مصنوعی، ذخیره‌سازی منی برای بلند مدت یک امر ضروری محسوب می‌شود. این امر بوسیله فرآیند انجماد محقق می‌شود، فرآیندی که باعث توقف فعالیتهای میتابولیکی اسپرماتوزوا (Spermatozoa)^۳ و در نتیجه امکان ذخیره‌سازی بطور نامحدود بدون کاهش معنی‌دار باروری می‌شود. این تکنیک توانسته در برنامه‌های اصلاح نژادی بویژه روش انتخاب مفید واقع شود به طوریکه امروزه تحقیقات درباره انجماد منی و اثرات آن در باروری حیوانات ماده روز به روز در حال گسترش است و به موفقیت‌های ارزشمندی در این راستا دست پیدا کرده اند.

^۲ - ذو تخنیک (Zoo technic): به علم پرورش و اصلاح نژاد حیوان را گویند.

^۳ - سپرماتوزوا (Spermatozoa): یک حجره تمایز است که در لوله منی ایجاد و به دو سپرماتوسیت اولیه تبدیل می‌شود.

از مهمترین مزایای روش القاح مصنوعی گاو این است که مانع انتقال بیماری گاو نر، به گاو ماده می‌شود. باردار کردن مصنوعی گاو به شکل غیر طبیعی و معمول صورت می‌گیرد. به زبانی ساده تر، اسپرم گاو توسط ابزار و روش‌های مشخص وارد رحم گاو ماده می‌شود و عمل القاح صورت می‌گیرد.

القاح مصنوعی که یکی از مراحل پرورش گاو می‌باشد، روشی است که اسپرم از گاو نر گرفته می‌شود، تا در زمان لازم به طور مصنوعی توسط مامور القاح به سیستم تناسلی گاو ماده منتقل شود حیوان ماده بارور گردد. با استفاده از القاح مصنوعی می‌توان از انتقال تعدادی زیادی بیماری‌ها جلوگیری کرد به خاطر کنترل زیاد روی سلامت گاوهای نری که از آن‌ها اسپرم می‌گیرند و فرایند جمع‌آوری و نگهداری، انتقال این بیماری‌ها به حداقل می‌رسد. با القاح مصنوعی می‌توان با انتخاب بهترین گاوهای نر با خصوصیات جنیتیکی عالی، ترکیب جنیتیکی گله را مطلوب‌تر ساخت. با این روش مالداران دسترسی به جن‌های با کیفیت مطلوب با استفاده از منی گاوهای نر مرغوب با کمترین هزینه خواهند داشت. اسپرم منجمد شده را می‌توان به هر نقطه جهان منتقل کرد.

۱. عدم آگاهی مالداران از روش‌های مناسب تطبیق القاح مصنوعی.

۲. عدم دانش کافی و مسلکی در ارتباط به طرز تطبیق القاح مصنوعی.

۳. عدم رعایت حفظ الصحه در هنگام تطبیق القاح مصنوعی.

اهمیت تحقیق

یکی از روش‌های اصلاح‌نژاد در حیوانات، استفاده از حیوانات نر خوب و پربهره برای تولید نسل بهتر است برای دستیابی به چنین هدفی القاح مصنوعی بهترین و آسانترین روش می‌تواند باشد؛ زیرا با استفاده از القاح مصنوعی سریع‌تر می‌توان صفات مطلوب حیوانات نر را به تعداد زیادی زاده‌ها انتقال داد. بدین ترتیب که با استفاده از القاح مصنوعی می‌توان از اسپرم یک حیوان نر تعداد زیادی حیوان ماده را بارور ساخت و در نتیجه در مدت زمان نسبتاً کوتاهی اثر یک حیوان نر خوب را چندین برابر بیشتر در گله و یا در منطقه منعکس نمود.

یک حیوان نر خوب و با صفات مطلوب در یک فصل جفتگیری به‌صورت طبیعی فقط می‌توان تعداد محدودی از حیوانات ماده را بارور سازد در حالی که با همین حیوان به‌وسیله گرفتن اسپرم و رقیق کردن و القاح به حیوانات ماده در یک فصل جفتگیری تعداد بسیار زیادتری حیوان ماده را می‌توان بارور نمود.

بنابراین با استفاده از این روش می‌توان به‌طور متوسط از یک گاو نر حداقل به‌جای ۱۰۰ گاو نر در امر باروری استفاده کرد و بدین ترتیب از بین چندین گاو نر بهترین گاو نر را انتخاب و عامل اصلی نژاد قرار داد. اگر در انتخاب گاو نر و یا گاوهای نر دقت کافی به‌عمل آید می‌توان القاح مصنوعی را بزرگترین عامل اصلی نژاد حیوان دانست. القاح مصنوعی امروزه در گوسفند، بز، اسب، سگ، حیوانات لابراتواری، طیور و حتی در زنبور عسل انجام می‌گیرد.

اهداف تحقیق

۱. بررسی طرز تطبیق القاح مصنوعی بالای گاوهای شیری.

۲. مطالعه بررسی اهمیت القاح مصنوعی نسبت به القاح طبیعی.

۳. معرفی سامان و ابزار لازم در تطبیق القاح مصنوعی بالای گاوهای شیری.

پرسش‌های تحقیق

۱. آیا القاح مصنوعی گاو هان نسبت به القاح طبیعی مؤثرتر است؟
۲. آیا القاح مصنوعی علاوه از فواید آن نواقصی نیز دارد؟
۳. آیا تطبیق القاح مصنوعی به دانش و مهارت لازم نیاز دارد؟
۴. آیا القاح مصنوعی از اهمیت و ویژه ای برخوردار است؟

پیشینه موضوع

در رابطه به القاح مصنوعی مقالات تحقیقی و کتب‌های زیادی به نشر رسیده است که برای نمونه به ذکر چند آثار پرداخته می‌شود:

هاشمی و همکاران در سال (۱۳۹۵) در تهران تحقیقی در مورد طرز تطبیق القاح مصنوعی بالای ماده گاوهای شیری انجام و دریافتند که بکارگیری از القاح مصنوعی یکی از ابزارهای مهم تکثیر حیوانات و ازدیاد محصولات حیوانی با مقابله به نفوس روبه تزئید می‌باشد.

کاظمی‌زاده و همکاران در سال (۱۳۹۹) مقاله در ارتباط مروری اجمالی بر القاح مصنوعی در صنعت گاوداری القاح مصنوعی یک هنر و تکنیک در امر پرورش و تولید در گله‌های مولد محسوب شده و از روش‌های متعارف در تولید مثل حیوانات صنعتی به شمار می‌رود. مراحل القاح مصنوعی شامل اسپرم‌گیری، ارزیابی نمونه، نگهداری و القاح است و استفاده از روش مناسب و دقت در انجام هر یک از مراحل، نقش بسزایی در موفقیت القاح مصنوعی دارد.

فردوسی و همکاران در سال (۱۳۹۸) مقاله را تحت عنوان اثر فاصله زمانی تطبیق القاح مصنوعی، بر روش جنسیت جنین گاو در ایران نوشته شده است که قرار ذیل می‌باشد: سیستم‌های پرورش گاو شیری، تغییر نسبت جنسیت جنین، می‌تواند منجر به افزایش قابل توجه تولید گردد. هم‌چنین، دستکاری در نسبت جنسیت، بطور محسوسی، قادر است با افزایش گوساله‌های نر یا ماده متولد شده، اثر انتخاب برنامه‌های اصلاح جنتیکی را بهبود بخشد.

باقری و همکاران در سال (۱۴۰۲). مقاله را در ارتباط عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری القاح مصنوعی در گاوداری‌های شیری استان اردبیل (مقایسه الگوها) القاح مصنوعی یک فناوری ارزشمند اصلاح نژاد حیوان است که در گاوداری‌های شیری دنیا کاربرد گسترده ای پیدا کرده است.

محمدی و همکاران در سال (۱۳۹۶) بررسی اثرات القاح مصنوعی بر افزایش تولیدات حیوانی در کشورهایمانند ایران که در حال توسعه می‌باشند توجه به بخش زراعت به لحاظ اشتغال زایی و تأمین غذای جامعه دارای اهمیت زیادی می‌باشد. بی شک یکی از بخش‌های بسیار مهم زراعت صنعت مالداری می‌باشد. پس از افزایش جمعیت انسان تأمین غذا از طریق شکار و جمع‌آوری محصولات گیاهی بحد کفایت نبود و بشر به فکر پرورش حیوان افتاد. به مرور زمان انسان با انتخاب نژادهای با تولید بیشتر به فکر بدست آوردن غذای بیشتر و ایجاد رفاه گسترده‌تر افتاد. بارور کردن حیوان با استفاده از نژادهای برتر و با استفاده از تکنیک القاح مصنوعی سبب انتقال مشخصه‌های برتر نژادی و نهادینه شدن آن در نسل‌های بعد و بدست آوردن گوشت، پشم، شیر و سایر تولیدات حیوانی می‌گردد.

روش تحقیق

این تحقیق به صورت مروری انجام یافته و برای جمع‌آوری اطلاعات لازم از کتاب‌های معتبر ملی و بین‌المللی و از پایگاه‌های اطلاعات الکترونیکی معتبر چون: ISI, Google scholar و Animal science استفاده بعمل آمده است.

القاح مصنوعی

باردار کردن گاو ماده بدون عمل جفت‌گیری بین حیوان نر و ماده را القاح مصنوعی گویند. برای این منظور با وسایلی خاص سپرم گاو نر را در رحم گاو ماده قرار داده و همین امر باعث باروری گاو ماده می‌شود. یا به عبارت دیگر به منظور اصلاح نژاد بوده و شامل عمل سپرم ریزی به صورت مصنوعی در رحم گاو است که البته برای اینکار نیاز به شخص متخصص است (فرامرزی، ۱۳۹۴).

اهمیت و فواید القاح مصنوعی

القاح مصنوعی وسیله عمده در نسل‌گیری حیوانات شناخته شده و فواید ذیل را دارا می‌باشد:

۱. مدت زمان القاح در القاح مصنوعی خیلی کوتاه‌تر و دقیق‌تر از القاح طبیعی است.
۲. در روش القاح مصنوعی می‌توان با استفاده از اسپرم یک حیوان نر تعداد زیادی حیوان ماده را بارور کرد به طول مثال می‌توان با رقیق کردن و نگهداری صحیح اسپرم گاو نر در سال تعداد (۴۰۰۰۰) الی (۶۰۰۰۰) ماده گاو را حامله کرد.
۳. القاح مصنوعی زمینه بیشتر استفاده مؤثر از بقیه را مهیا می‌سازد. چنانچه در حدود سه صد هزار امپول در طول ۱۲ سال از یک بقیه گاو نسلی هر فرد تهیه شده می‌تواند. مطالعات نشان داده است که با استفاده از بقیه‌های اصلاح شده ۲-۳ مرتبه اصلاحات جینیتیکی بیشتر توسط القاح مصنوعی نسبت به طبیعی صورت می‌گیرد (محمدی، ۱۳۹۶).
۴. در فارم‌های بزرگ گاوداری از اثر تطبیق القاح مصنوعی ضرورت به تربیه و نگهداری تعداد زیاد بقیه‌نسلی نبوده بناً از نظر صرفه جوئی در مصرف خوراکه، جای و بودوباش حیوان و پرداخت پول پرسونل دارای اهمیت زیاد می‌باشد.
۵. از انتقال امراض تناسلی جلوگیری بعمل می‌آید. زیرا در صورت تطبیق القاح مصنوعی سپرم اصلاح شده سپرم از حیوانی حاصل می‌گردد که قبلاً از نظر امراض کنترل شده و قابل اطمینان می‌باشد.
۶. ذخیره طولانی مدت سپرم اصلاح شده اصلاح نسل را امکان پذیر ساخته و علاوهً انتقال آن از محلات دور جهان به دسترس علاقمندان به آسانی قرار گرفته می‌تواند.
۷. بقیه‌های که قدرت نسل‌گیری را ندارند و یا سپرم نا مرغوب دارند به آسانی تشخیص و تجرید می‌گردند.
۸. بعضاً اتفاق می‌افتد که برخی ماده گاوها با وجود بقیه طلب بودن آن‌ها بقیه را اجازه جفت‌گیری نمی‌دهند. همچو ماده گاوها را می‌توان توسط القاح مصنوعی باردار ساخت.
۹. در پروگرام القاح مصنوعی باید جسامت حیوان را مدنظر گرفت و آنرا طوری القاح نمود که فیصدی مشکلات زایمان تنزیل یابد.

۱۰. آماده ساختن ریکارد نسلگیری غرض تنظیم بهتر امور فارم مالداري صورت گرفته می‌تواند (احمدیان، ۱۳۹۶).

در ارتباط تطبیق القاح مصنوعی یک سلسله محدودیت‌های نیز موجود است که ذیلاً به آن‌ها اشاره بعمل می‌آید:

۱. بعضی خاصیت‌های نامطلوب جنیتیکی به سرعت انتشار می‌یابد.
۲. ضرورت به متخصصین ورزیده بوده که در قسمت جمع‌آوری، پروسس، ذخیره و تطبیق سیمین بالای حیوانات مهارت داشته باشند.
۳. ضرورت به سامان و لوازم مخصوص می‌باشد.
۴. تطبیق القاح مصنوعی بالای حیوانات بدون در نظر داشت ایام تعطیل قابل اجرا می‌باشد.
۵. در اثر تطبیق القاح مصنوعی نسبت به القاح طبیعی بیشتر ضرورت به پرسونل فنی احساس می‌گردد (ضیا، ۱۳۹۵).

تطبیق القاح مصنوعی بالای ماده گاوهای شیری

گاو معمولاً برای مدت ۱۲ الی ۳۶ ساعت در حالت بقیه طلبی باقی می‌ماند، که در آن صورت لازم است در بین ۶ الی ۱۰ ساعت بعد از تشخیص درست بقیه طلبی القاح شود. سامان و لوازم القاح مشتمل از پاییت و دستکش پلاستیکی می‌باشد. هم‌چنان گذاشتن سپرم در سرویکس جلوگیری از زخمی شدن، مصاب شدن به مرض و انتشار امراض گوناگون می‌نماید (کاظمی زاده، ۱۳۹۹).

امروز در اکثر ممالک تطبیق سیمین تمديد شده (مايع و منجمد) بالای ماده گاو بطریقه ریکتووجینل (Recto- Vaginal) صورت می‌گیرد. در این طریق توسط یک دست از طریق مقعد گردنه رحم (Cervix) محکم گرفته شده و توسط دست دیگر پاییت که در آن سیمین گذاشته شده از طریق دهن فرج داخل دهانه رحم می‌گردد (بودا، ۱۳۹۸).

مراحل ذیل در وقت القاح گاو بطریق ریکتووجینل مدنظر گرفته می‌شود:

۱. دست کش پلاستیکی که تا شانه دست را بپوشاند در دستی که داخل مقعد می‌گردد استعمال می‌شود.
۲. روی دست کش توسط آب صابون لشم ساخته می‌شود.
۳. دم ماده گاو در وقت داخل کردن دست به مقعد محکم گرفته می‌شود.
۴. مواد فضله از مقعد دور شده و کوشش بعمل آید تا هوا داخل مقعد نگردد.
۵. ذریعه فشار دیوار مقعد سرویکس محکم گرفته شود.
۶. دم ماده گاو بیک طرف حرکت داده شده تا در داخل نمودن پاییت کدام ممانعت رخ ندهد.
۷. قبل از داخل پاییت بهتر است قسمت خارجی دهن فرج توسط کاغذ جاذب یا کاغذ تشناب پاک شود.
۸. پاییت از طریق دهن فرج بدون تخریش جدار فرج داخل فرج گردد.
۹. دخول پاییت در سرویکس ذریعه حرکت دادن سرویکس صورت گرفته تا از مزاحمت به حیوان جلوگیری بعمل آید.

۱۰. ذریعه فشار بالای پوقانه رابری که در انجام پایت مملو از سیمین قرار دارد، سیمین به دهن سرویکس یا دهن رحم رها گردد.
۱۱. تا وقت خارج نمودن پایت از دهن فرج وارد ساختن فشار بالای پوقانه شرط ضروری پنداشته می‌شود.
۱۲. بعد از انجام تمام عملیات، تاریخ القاح حیوان درج کتاب مخصوص گردد.
۱۳. درین سال‌های اخیر در تطبیق القاح مصنوعی از سامان مخصوص بنام گن استفاده بعمل می‌آید که به سهولت سیمین تمدید شده داخل فرج حیوان می‌گردد (فقیری، ۱۳۹۵).

مراقبت از امور القاح مصنوعی گاو

- سرمایه گذاری در فارم‌های گاوداری در همه حال چه در فارم خورد باشد یا کلان برای تولید مؤثر نیاز به یک پروگرام منظم و بهتر امور دارد. چنانچه اگر تمام امور فارم منظم و درست انجام گیرد ولی القاح به وقت معین صورت نگیرد، یک تعداد کثیر حیوانات ماده در طول سال خشک می‌مانند. بدین ترتیب از یکطرف بمقدار کم شیر تولید شده، جیره متوازن، پرسونل و دیگر عوامل تولید فارم بعمل نمی‌آید (براتی، ۱۳۹۷).
- عوامل عمده ذیل در حاصلخیزی حیوان نسبت تطبیق القاح مصنوعی حایز اهمیت زیاد می‌باشد:
۱. احتیاط و دقت تام در مورد جمع‌آوری، پروسس و ذخیره سپرم.
 ۲. مهارت و لیاقت شخص که سیمین تمدید شده را بالای گاو بقیه طلب بشکل مصنوعی تطبیق می‌نماید.
 ۳. سامان و لوازم که در وقت سیمین‌گیری، پروسس و القاح بکار برده می‌شود بهتر است پاک و تعقیم گردند.
 ۴. سیمین منجمد تا وقتی که مورد استفاده قرار داده نشده بداخل ترموزها بدون تغییر درجه حرارت نگهداری گردد.
 ۵. مراقبت درست از دوران بقیه طلبی ماده گاو و نسلگیری آن‌ها بوقت مناسب (محسنی، ۱۳۹۶).

برخی از عواملی که باعث ایجاد خسارات در القاح مصنوعی می‌شود عبارتند از:

۱. استفاده از حیوانات نری که ارزش پرورشی نداشته و فعالیت یا اثر معکوس بر روی اصلاح‌نژاد حیوان دارند در نتیجه لازم است فقط از حیوانات نری که اصل آن‌ها کاملاً شناخته و بر مبنای تست‌های انجام شده بر روی آن‌ها، ارزیابی شده اند استفاده کرد.
۲. وجود بعضی حیوان‌های نر با امراض قابل انتقال در مراکز القاح باعث انتقال سریع بیماری در یک سطح وسیع خواهد شد.
۳. القاح حیوانات ماده با اسپرم‌های ضعیف.
۴. عدم شناخت تکنیک استفاده از اسپرم و القاح آن در سیستم تناسلی.
۵. القاح حیوان ماده قبل از زمان مناسب، که در نتیجه تخمک قابل باروری نیست تمام این عوارض و معایب با استفاده از تکنیک‌های خاص ارزیابی حیوان نر و تعیین سلامتی جسمی حیوان و نیز ارزیابی کیفیت تولید مثل آن‌ها و بالاخره استفاده از افراد متخصص برای انجام عمل القاح از بین می‌رود (موسوی، ۱۴۰۱).

مناسب‌ترین زمان القاح مصنوعی

همان‌طور که می‌دانید و قبلاً نیز توضیح داده شد، القاح مصنوعی روش نوینی در پرورش حیوانات است که با انجام این روش مالداران می‌توانند به سادگی نژاد حیوانات خود را اصلاح کنند، بدون شک القاح مصنوعی موفق‌ترین و پرسودترین تکنیکی است که در تولید مثل حیوان مؤثر واقع شده است. ولی نکته‌ای که لازم است برای انجام مطلوب القاح مصنوعی به آن توجه شود دانستن زمان بقه‌طلبی و توجه به علایم آن در گاو ماده است (هاشمی، ۱۳۹۲).

بقه‌طلبی

در سیستم تناسلی اکثر حیوانات پستاندار به تناوب فعل و انفعالاتی صورت می‌گیرد که مهم‌ترین و برجسته‌ترین آن بقه‌طلبی می‌باشد، بقه‌طلبی به مرحله‌ای اطلاق می‌گردد که حیوان ماده نسبت به جنس نر میل جنسی پیدا کرده و برای جفت‌گیری آمادگی کامل دارد در تمام طول دوران بقه‌طلبی قسمت‌های مختلف اندام تناسلی دچار تغییراتی می‌گردد که نتیجه مستقیم عواملی به نام هورمون است این هورمون‌ها ضمن تاثیر بر روی حجرات تخمدان سبب بروز حالت بقه‌طلبی می‌گردند. با اینکه گوساله‌های ماده در بدو تولد دارای سیستم تناسلی نسبتاً کاملی هستند اما سیستم تناسلی آن‌ها تا چندین ماه فعالیت اساسی ندارد و به موازات رشد و تکامل بتدریج در سن نه ماهگی فعالیت جنسی خود را شروع می‌نمایند بروز تظاهرات بلوغ جنسی برحسب نژاد وضع تغذیه و عوامل دیگر در فواصل متناوب در تمام دوران زندگی ماده گاو ادامه خواهد داشت (رمضان زاده، ۱۳۹۷).

در ایامی که زمان بقه‌طلبی ماده گاو نزدیک می‌گردد مخاط فرج سرخ رنگ، متورم و مرطوب شده و سپس ترشحات سفید رنگ و شفاف از آن خارج می‌شود و در این ترشحات ممکن است رگ‌های خون وجود داشته باشد که به علت پارگی بعضی از مویرگ‌ها به هنگام بروز بارداری ترشحات مذکور بتدریج شفافیت خود را از دست داده کدر، چسبنده و زرد رنگ می‌شود. گاهی اوقات بویژه در زمستان از پشت گاوهای باردار بخار بلند می‌شود این بخار به علت افزایش حرارت بدن گاو، به دنبال زیاد شدن فعالیت و یا به دلیل تغییرات فیزیولوژیکی دوران بارداری است. گاهی نیز تغییراتی در رفتارهای عادی گاو پیش می‌آید (صاحب زاده، ۱۳۹۴).

علایم بقه‌طلبی

گاو ماده برای جلب توجه گاو نر علایمی از خود نشان می‌دهد که مشاهده این علایم زمان بقه‌طلبی ماده گاو و مراحل مختلف آن را نشان می‌دهد.

الف) مرحله شروع بقه‌طلبی.

شروع بقه‌طلبی ۶ الی ۱۰ ساعت قبل از بارداری حقیقی است و دارای علایمی به شرح ذیل می‌باشد:

۱. گاوها یکدیگر را می‌بویند.
۲. سوار یکدیگر می‌شوند.
۳. فرج مرطوب، سرخ و کمی متورم می‌شود.
۴. اجازه پرش به دیگر گاوها را برروی خود نمی‌دهند به محض مشاهده علایم مرحله شروع بقه‌طلبی به هیچ وجه نباید مبادرت به القاح مصنوعی ماده گاو نمود.

۵. ب) مرحله بقیه طلبی حقیقی این مرحله از لحاظ انجام عملیات القاح مصنوعی از اهمیت زیادی برخوردار است مدت زمان بارداری حدود ۱۸ ساعت طول می کشد بقیه طلبی حقیقی هم مانند مرحله شروع بقیه طلبی علایمی به قرار زیر دارد که باید این علایم دقیقاً مورد توجه قرار گیرد:

۱. به گاوهایی دیگر سواری می دهند.
 ۲. سروصدا راه می اندازند.
 ۳. ناراحت و متوحش هستند.
 ۴. تمایل دارند سوار دیگر گاوها شوند.
 ۵. از داخل مهبل مایع صاف ترشح می شود
 ۶. گاوهایی دیگر بر روی آن می پرند اگر درموقع پریدن ماده گاو زیرین فرار نکرد بقیه طلب است بهترین زمان القاح ۶ الی ۱۲ ساعت بعد از شروع بقیه طلبی حقیقی است (فقیری، ۱۳۹۵).
- اینکه ماده گاو حامله شود باید تخم ماده با اسپرم تلاقی نماید معمولاً جدا شدن تخم از تخمدان در ماده گاو به طور متوسط در حدود ۱۲ ساعت بعد از شروع بقیه طلبی حقیقی انجام می گیرد و چون تخم ماده پس از جدا شدن از تخمدان طول عمر کوتاهی در حدود ۴ الی ۵ ساعت دارد، لذا باید القاح را موقعی انجام داد که نطفه قبل از مردن تخم ماده با آن برخورد نماید با در نظر گرفتن عمر نطفه نر اگر به محض دیدن علایم بقیه طلبی به القاح مصنوعی اقدام کرد چون در موقع القاح نطفه نر از بین رفته است نخواهد توانست تخم ماده را بارور کند و یا اگر ماده گاو را در اواخر مرحله بقیه طلبی حقیقی القاح نمایند چون تخم ماده از بین رفته است نطفه نر نخواهد توانست با تخم ماده تلاقی نماید بنابراین به تجربه ثابت شده است چنانچه ماده گاوهایی بقیه طلب را ۶ الی ۱۲ ساعت بعد از شروع علایم بقیه طلبی حقیقی القاح نمایند امید بارور شدن نطفه بیشتر خواهد بود (حیدری، ۱۳۹۵).

جدول شماره (۱): رهنمایی برای تعیین مناسب ساعت القاح مصنوعی (موسوی، ۱۴۰۱).

زمانی که اولین علایم برای آمادگی مشاهده می شود	بهترین موقع برای القاح	آخرین فرصت برای القاح
قبل از ظهر بین ۹ صبح الی ۱۲	عصر همان روز یا فردا صبح	قبل از ساعت ۳ بعدازظهر فردا
صبح زود	بعد از ظهر همان روز	قبل از ساعت ۱۰ صبح فردا
بعد از ظهر یا عصر	قبل از ظهر فردا	قبل از ساعت ۶ عصر فردا

رعایت نکات ذیل سبب انجام موفقیت آمیز القاح مصنوعی خواهد شد:

۱. کلیه آمار واطلاعات مربوط به تاریخهای وضع حمل بارداری و القاح را به طور مرتب یادداشت و نگهداری کنید این آمار می تواند کمک زیادی به مامورین فنی در تشخیص مواقع بارداری و یا شناسایی امراض و... نماید.
۲. همیشه اولین القاح را در ماده گاو ۶۰ روز پس از زایش انجام دهید زیرا در این حالت جدار رحم کاملاً التیام یافته و حاضر به حاملگی بعدی می باشد اگر در فاصله کوتاه تری القاح صورت گیرد شانس حاملگی کمتر شده و موجب ضعف جسمانی ماده گاو خواهد شد.

۳. ماده گاوها را دو مرتبه صبح و عصر به طور آزاد نگه داشته و مواظب علایم آن‌ها باشید، مخصوصاً ماده گاوهایی که ۱۸ الی ۲۲ روز از زمان بقه طلبی آن‌ها گذشته باشد به تجربه ثابت شده است ۶۰ الی ۷۰ درصد گاوها علایم بقه طلبی را بین ساعت ۲ الی ۶ صبح نشان می‌دهند.

۴. در صورت مشاهده مکرر علایم بقه طلبی در ماده گاو باید فوراً وترنر را در جریان قرار داد در غیر این صورت پس از مدتی برای همیشه ماده گاو عقیم خواهد شد.

۵. برای جلوگیری از نازایی در گاوهایی که بیش از اندازه چاق هستند باید از جیره‌غذای شان مواد نشایسته ای را حذف کرد تا بتدریج لاغر شوند (محسنی، ۱۳۹۶، ۹۸).

۶. در مواردی که جهاز تناسلی ماده گاو خونریزی یا عفونت و چرک داشته باشد و وضع ظاهری آن وجود بیماری‌های سیستم تناسلی را نشان دهد باید از القاح خودداری و به وترنر مراجعه کرد.

۷. ماده گاوهایی که به طور غیر طبیعی و با اشکال زیاد زایمان می‌کنند و یا جفت آن‌ها پس از زایمان به مدت طولانی تری در داخل رحم باقی می‌ماند دیرتر از ماده گاوهای معمولی باید القاح شوند (درحدود ۸۰ روز پس از زایمان).

۸. به تجربه ثابت شده است که معمولاً غناجی‌ها دیرتر از ماده گاوها حامله می‌شوند بنابراین بهتر است آن‌ها را با اسپرم گاوهای نری که دارای خاصیت باروری بهتری هستند القاح نمود.

۹. در ماده گاوهای حامله شیرده، بهتر است دو ماه قبل از زایمان شیرشان را خشک کرد تا باعث تقویت جسمی آن‌ها گردد.

تغذیه و نگهداری ماده گاوها باید کاملاً صحیح و دارای شرایط ذیل باشد:

الف- غذای کافی و موازنه شده و با اندازه احتیاج، در اختیار آن‌ها قرار گیرد.

ب- مواد معدنی مورد احتیاج حیوان حتماً تأمین شود.

ج- محل نگهداری ماده گاو باید تمیز و آفتاب‌گیر و فاقد هرگونه آلودگی باشد (باقری، ۱۳۹۶)

نتیجه گیری

مطالعه و بررسی نشان داد که القاح مصنوعی عبارت از گرفتن منی (Semen) از حیوان نر، آزمایش آن، رقیق کردن آن و قرار دادن منی رقیق شده در گردنه رحم حیوان ماده می‌باشد، بدون اینکه بین حیوان نر و ماده عمل جفتگیری (Mating) انجام بگیرد.

با توجه به افزایش تعداد جمعیت انسانی و احساس نیاز مبرم به تأمین منابع غذایی برای افراد بشر، نیاز روز افزون نسبت اصلاح‌نژاد حیوانات از نظر تولیدات حیوانی احساس می‌گردد. در این زمینه القاح مصنوعی به عنوان بزرگترین ابزار اصلاح‌نژاد حیوانات اهلی مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است. القاح مصنوعی روشی است که در آن اسپرم گاو توسط ابزار و وسایل مخصوص در رحم گاو ماده به منظور افزایش میزان باروری تخلیه می‌شود. القاح گاو باید به طور کامل و موفقیت آمیز اجرا گردد، بی دقتی و بی توجهی در اجرای هریک از مراحل القاح از جمله عدم رعایت حفظ الصحة، دستکاری و جابه جایی غلط منی، به کاربردن ناصحیح وسایل القاح مصنوعی، تکنیک غلط القاح و... همه باهم منجر به پایین آمدن باروری می‌گردد.

با استفاده از القاح مصنوعی حیوانات که قادر به جفت‌گیری طبیعی نیستند و یا مبتلا به بیماری‌های واگیر سیستم تناسلی می‌باشند می‌توان باردار کرد. به طور متوسط ماده گاوها در زمان ۱۹ الی ۲۱ روز یکبار بقه طلب

می‌گردند. ۶۰ الی ۷۰ درصد گاوها علایم بقه‌طلبی را بین ساعت ۲ الی ۶ صبح نشان می‌دهند القاح مصنوعی بیشتر در مورد گاوهای شیری انجام می‌شود، به محض مشاهده علایم شروع بقه‌طلبی به هیچ وجه نباید مبادرت به القاح مصنوعی گاو ماده نمود.

در فارم‌های بزرگ‌گاو‌داری از اثر تطبیق القاح مصنوعی ضرورت به تربیه و نگهداری تعداد زیاد بقه نسلی نبوده بناً از نظر صرفه جویی در مصرف خوراکه، جای و بودو باش حیوان و پرداخت پول پرسونل دارای اهمیت زیاد می‌باشد. از انتقال امراض تناسلی جلوگیری بعمل می‌آید. زیرا در صورت تطبیق القاح مصنوعی سپرم اصلاح شده از حیوانی حاصل می‌گردد که قبلاً از نظر امراض کنترل شده و قابل اطمینان می‌باشد. ذخیره طولانی مدت سپرم اصلاح شده اصلاح نسل را امکان پذیر ساخته و علاوهً انتقال آن از محلات دور جهان به دسترس علاقمندان به آسانی قرار گرفته می‌تواند.

با القاح مصنوعی می‌توان با انتخاب بهترین گاوهای نر با خصوصیات جنیتیکی عالی، ترکیب جنیتیکی گله را مطلوب تر ساخت. با این روش مالداران دسترسی به جن‌های با کیفیت مطلوب با استفاده از منی گاوهای نر مرغوب با کمترین هزینه خواهند داشت. اسپرم منجمد شده را می‌توان به هر نقطه جهان منتقل

پیشنهاده‌ها

جهت استفاده مفید و مؤثر از القاح مصنوعی و چگونگی تطبیق آن بالای ماده گاوهای شیری موارد ذیل پیشنهادی گردد:

۱. القاح مصنوعی باید به صورت اصولی توسط افراد مسلکی و متخصص انجام شود.
۲. برای انجام دقیق القاح مصنوعی دانستن علایم و زمان بقه طلبی ضروری است.
۳. بهترین زمان القاح ۶ الی ۱۲ ساعت بعد از شروع علایم بقه طلبی است بهتر در این زمان القاح مصنوعی صورت گیرد.
۴. یکی از فواید القاح مصنوعی جلوگیری از انتقال بیماری‌های واگیردار سیستم تناسلی در حیوانات ماده است. بناً انجام القاح مصنوعی در یک محیط کاملاً سالم و پاک صورت گیرد.
۵. جمع‌آوری سیمین، پروسس، ذخیره و تطبیق سیمین بالای ماده گاوهای شیری توسط افراد مسلکی و متخصص انجام شود، تا نتیجه مثبت به میان بیاید.
۶. در انجام عمل القاح مصنوعی بالای ماده گاوهای شیری از وسایل و لوازم تعقیم باید استفاده گردد.
۷. در ارتباط اهمیت القاح مصنوعی از طریق نهادهای مربوطه ورکشاپ و سیمینارهای آموزشی کوتاه مدت دایر گردد.
۸. جهت آگاهی هرچه بهتر و بیشتر از طریق بروشورها و رسانه‌های محلی در مورد فواید بی شمار القاح مصنوعی رسانیده شود.

مآخذ

- احمدیان، عبدالحسین. (۱۳۹۶). *باروری و تلقیح مصنوعی*. تهران: امیر کبیر.
- براتی، فرید. (۱۳۹۷). *تلقیح مصنوعی حیوانات اهلی*. تهران: نور.
- بودا، کلمان. (۱۳۹۸). *اصول و نژاد گاو*. مترجم علی رضا جعفری صیادی. تهران: دانشگاه گیلان.
- باقری، رضا. (۱۳۹۸). *اصول جنتیکی دام*. قم: الزهرا.
- باقری، اصغر. (۱۴۰۲). *عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری تلقیح مصنوعی در گاو‌داری‌های شیری استان اردبیل (مقایسه /گاوها)*. تهران: تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران
- حیدری، محمد موسی. (۱۳۹۵). *اصول مدیریت گاوها*. کابل: فردا.
- رمضان زاده، سید اصغر. (۱۳۹۷). *اصول دام پروری*. تهران: جنگل - جاودانه.
- صاحب زاده، محمد جواد. (۱۳۹۴). *حیوانات اهلی*. کابل: سعید.
- ضیاء، ضیاءالدین. (۱۳۹۵). *مبانی مالداری*. کابل: نعمانی.
- فرامرزی، مسعود. (۱۳۹۸). *فناوری‌های تولید مثل در گاو*. تهران: دانشگاه تهران.
- فقیری، شعور گل. (۱۳۹۵). *نسلگیری عمومی*. کابل: سعید.
- کاظمی زاده، امین. (۱۳۹۹). *مروری اجمالی بر تلقیح مصنوعی در صنعت گاو‌داری*. تهران: سومین کنفرانس ملی نوآوری در کشاورزی، علوم دامی و دامپزشکی
- لنکرانی، فاضل. (۱۳۹۷). *بررسی تلقیح مصنوعی*. تهران: مرکز فقهی اطهار.
- موسوی، علی عسکر. (۱۴۰۱). *نسلگیری عمومی*. کابل: نعمانی.
- محمدی، علی رضا. (۱۳۹۶). *بررسی اثرات تلقیح مصنوعی دام در افزایش تولیدات دامی در شهرستان رودسر*.
- تهران: سومین کنفرانس سراسری پیشرفتهای نوین در مهندسی صنایع، مدیریت، اقتصاد و حسابداری.
- محسنی، حمیدالله. (۱۳۹۶). *سلسله مقالات دام پروری*. تهران: امیر کبیر.
- هاشمی، مسعود. (۱۳۹۲). *فزیولوژی تلقیح مصنوعی گاو*. تهران: انتشاران نور.
- Anderson, C. and tween. (2018). (*Animal production, second Minneapolis Minnesota, USA.*
- Comp bell. J.R and F.J.(2020). (*Reproduction in farm animal's third edition. Lea and Fibiger, Philadelphia.*
- Equal shah. S. (2019). (*Animal husbandry. National book foundation Islamabad Pakistan.*



پوهنتون بلخ

مجله علمی - تحقیقی بلخ

حوزه علوم طبیعی | جلد ۳۰ شماره ۲ | سال ۱۴۰۳

بررسی کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی زعفران کاران افغانستان

پوهنمل سید ابوالحسن حسینی

پوهنځی زراعت - پوهنتون بلخ

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی وضعیت اقتصادی تولید زعفران در افغانستان می‌باشد. بدین منظور کارایی فنی، کارایی اقتصادی و کارایی تخصیصی زعفران کاران برآورد گردید. به منظور برآورد مدل‌های کارایی، اطلاعات مورد نیاز با تکمیل پرسشنامه در سه ولسوالی پشتون زرغون، غوریان و زنده‌جان که مراکز اصلی تولید زعفران در ولایت هرات می‌باشد جمع‌آوری شد. در این مطالعه از روش تابع تولید مرزی برای محاسبه انواع کارایی استفاده شد. برای انتخاب از میان توابع تولید کاب داگلاس و تابع تولید ترانسلوگ از آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم یافته ((GLRST استفاده صورت گرفت که مشخص شد تابع تولید کاب داگلاس برای محاسبه انواع کارایی زعفران کاران مناسب‌تر است. با تخمین تابع تولید مرزی تصادفی کاب داگلاس کارایی فنی، کارایی اقتصادی و کارایی تخصیصی زعفران کاران ولایت هرات بررسی شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که زعفران کاران از تعدادی از عوامل تولید مانند نیروی کار، زمین و آب به نحو مناسب استفاده نمی‌کنند. همچنین مشخص شد امکان افزایش انواع کارایی برای تعدادی از زعفران کاران وجود دارد. نتایج مطالعه نشان داد که زعفران کاران دارای کارایی فنی بالا اما کارایی اقتصادی و تخصیصی پایین می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: کارایی فنی، زعفران، تابع تولید مرز تصادفی، افغانستان

مقدمه

یکی از نباتاتی که در چند سال اخیر مورد توجه دهاقین افغانستان و به خصوص ولایت هرات قرار گرفته زعفران است. کاشت زعفران در افغانستان قدمت ۲۰۰۰ ساله دارد، اما زمانی که پناهندگان، که عمدتاً در مزارع زعفران ایران کار کرده بودند، در سال ۱۹۹۱ از ایران به افغانستان برگشتند با خود مقداری پیاز زعفران را آورده و در ولسوالی پشتون زرغون و غوریان ولایت هرات کشت کردند. در سال ۱۹۹۷ موسسه داکار در ولسوالی پشتون زرغون بررسی‌هایی را جهت امکان توسعه کشت زعفران در دیگر مناطق ولایت هرات انجام داده و در سال ۱۹۹۸ به شکل آزمایشی کشت زعفران را با زارعین ولسوالی پشتون زرغون آغاز کرد. در سال ۲۰۰۷ با توجه به نتایج خوب و بازده بالا بیش از ۱۳۰۰ دهقان در این منطقه زعفران کشت نمودند.

از سال ۲۰۰۲ وزارت زراعت و برخی نهادهای غیردولتی شروع به توزیع پیاز زعفران به دهاقین و تولیدکنندگان زعفران در ولایت‌های هرات، بلخ، بغلان، کابل، بامیان و لوگر کردند و گفته می‌شود که کشت آزمایشی آن در ۲۶ ولایت افغانستان در حال انجام است. در سال ۲۰۱۳ زعفران در بیش از ۷ ولایت به‌طور منظم به مساحت ۲۵۰ هکتار توسط ۱۳۰۰ دهقان کشت گردید که معادل ۶۷۵۰۰ روز کار ایجاد و در حدود ۳ تن زعفران به ارزش ۳۹۰۰۰۰۰۰۰ دالر آمریکایی تولید گردید. منطقه کل مناسب برآورد شده برای تولید زعفران در افغانستان در حدود ۱۰۰۰۰ - ۷۰۰۰ هکتار بوده که تولیدی معادل ۷۰ - ۵۰ تن خواهد داشت.

زعفران برای افغانستان یک محصول صادراتی و مهم تلقی شده و درآمد بالای آن باعث ترغیب زارعین به کشت این نبات گردیده است، اما کشت این نبات به‌صورت مداوم در افغانستان سابقه چندانی نداشته و تعداد زیادی از زارعین هنوز هم با روش‌های درست و علمی تولید این محصول آشنا نیستند. بررسی احصائیه‌ها نشان می‌دهد که عملکرد در هکتار زعفران در افغانستان نسبت به کشورهای که در تولید آن پیش‌تاز هستند پایین‌تر است. بدین لحاظ با بررسی انواع کارایی زعفران کاران در افغانستان می‌توان به تحلیلی کمی از وضعیت تولید و میزان منطقی بودن زارعین در به‌کارگیری عوامل تولید دست‌یافت و با کم نمودن فاصله میان کاراترین زارع و سایر زارعین کارایی را بهبود بخشیده و شاهد افزایش عملکرد در سطح باشیم.

اهداف مطالعه

۱- بررسی میزان منطقی بودن زعفران کاران در به‌کارگیری عوامل تولید؛

۲- تعیین کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی زعفران کاران؛

۳- بررسی عوامل موثر بر کارایی فنی زعفران کاران؛

فرضیات مطالعه

۱- زعفران کاران در به‌کارگیری عوامل تولید منطقی عمل می‌کنند؛

۲- زعفران کاران دارای کارایی فنی بالا ولی کارایی اقتصادی پایین هستند؛

۳- ارتباط مستقیم بین شرکت در صنف‌های ترویجی و کارایی فنی تولیدکنندگان وجود دارد؛

۴- ارتباط مستقیم بین سطح سواد و کارایی فنی تولیدکنندگان وجود دارد؛

۵- ارتباط معکوس بین سن دهاقین و کارایی فنی تولیدکنندگان وجود دارد؛

۶- ارتباط مستقیم میان تجربه زعفران کاری و کارایی فنی زعفران کاران وجود دارد؛

پیشینه تحقیق

کارایی عامل بسیار مهمی در رشد موثریت منابع تولید، به‌ویژه در اقتصاد زراعتی کشورهای درحال توسعه است. کشورهای درحال توسعه از یک‌سو، برای توسعه و پذیرش تکنالوژی‌های جدیدتر با فرصت‌های محدود روبه‌رو هستند و از سوی دیگر، از تکنالوژی‌های موجود هم به‌طور کارا استفاده نمی‌کنند. بررسی و تحلیل کارایی دهاقین از یک‌سو، میزان موفقیت آنان را در مدیریت بهینه منابع تولید مشخص می‌کند و از سوی دیگر، امکان افزایش تولید محصول با استفاده از مجموعه مشخصی از عوامل تولید مورد بررسی قرار می‌گیرد (حسن‌پور، ۱۳۷۶، ص ۲۵).

مناسب‌ترین روش برای تحقق نرخ رشد لازم در بخش زراعت، افزایش کارایی تولیدکنندگان از طریق به‌کارگیری صحیح و بهینه عوامل تولید در این بخش است (مهرابی بشر آبادی و پاکروان، ۱۳۸۸، ص ۹۶-۱۰۳). از آنجاکه برای افزایش تولید محصولات دو راهکار افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد مطرح است و اتکا به روش اول چندان معقولانه نیست، از این‌رو، روش دوم، یعنی افزایش عملکرد در واحد سطح، روش مناسب خواهد بود. در این بین، افزایش عملکرد از طریق افزایش کارایی فنی یکی از معقول‌ترین شیوه‌هاست (رحمانی، ۱۳۸۰، ص ۱۶۳)، چراکه با محاسبه کارایی فنی تولیدکنندگان، منوط به یکسان بودن شرایط تکنالوژی، بهترین تولیدکننده از سایر تولیدکنندگان قابل تمایز خواهد بود (حسن‌پور، ۱۳۷۶، ص ۲۹) و بدین ترتیب افزایش کارایی فنی تولیدکنندگان از طریق کاهش فاصله بین کاراترین تولیدکننده و دیگر تولیدکنندگان ممکن خواهد بود (ترکمانی، ۱۳۷۶، ص ۴۳؛ دهقانیان و همکاران، ۱۳۸۵، ص ۱۶۷؛ میرزایی، ۱۳۷۹، ص ۲۰۹). با توجه به اهمیت زعفران در اقتصاد زراعتی ایران مطالعات متعددی در رابطه به بررسی انواع کارایی زعفران کاران در این کشور انجام شده است که به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

گلکاران مقدم (۱۳۹۱) به مقایسه و تحلیل کارایی زعفران کاران ولسوالی‌های منتخب در ولایت خراسان رضوی با استفاده از تابع تولید مرز تصادفی پرداخت. نتایج حاصل حاکی از آن بود که زارعین ولسوالی گناباد در مصرف کود کیمیاوی کارا عمل نمی‌کنند. همچنین متغیرهای سطح زیر کشت، نیروی کار، میزان مصرف پیاز زعفران و تعداد دفعات آبیاری تأثیر مثبت و معنی‌دار بر تولید زعفران داشته و متغیرهای سن و سطح تحصیلات تأثیر منفی و معنی‌دار بر عدم کارایی زعفران کاران دارند و دلیل آن را می‌توان افزایش تجربه زارعین عنوان نمود. همچنین افزایش تعداد قطعات زمین بر عدم کارایی تأثیر مثبت داشته و دلیل آن را عدم رسیدگی کافی و مناسب و همچنین استفاده غیر معقول از منابع تولید به سبب پراکنده بودن کشت محصول عنوان نمود. اوسط کارایی فنی در شهرستان‌های تربت‌حیدریه، گناباد و قاینات به ترتیب ۸۶، ۸۳ و ۸۴ محاسبه شد. در مجموع هرچند کارایی فنی محاسبه شده تولیدکنندگان در سطح نسبتاً مطلوبی قرار داشت اما به نظر می‌رسد می‌توان بدون تغییر عمده در تکنالوژی یا عوامل تولید و با اعمال روش‌های آموزشی و مدیریتی کارایی زعفران کاران را در این ولسوالی‌ها بهبود بخشید.

شبان و همکاران (۱۳۹۲) عملکرد واحدهای انفرادی تولید زعفران عضو نمونه در ایران را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی انواع کارایی در این مطالعه نشان داد بیشترین و کمترین کارایی فنی واحدهای مورد مطالعه به ترتیب ۱۰۰ و ۱۹/۰۴ و اوسط آن برابر با ۳۹/۶۳٪ و تفاوت بین بهترین و

بدترین تولیدکننده ۸۰/۹۶٪ است و این نشان‌دهنده اختلاف بسیار زیادی در کارایی فنی تولیدکنندگان است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشان داد متغیرهای سطح سواد و آبیاری تابستانه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارایی فنی زارعین دارد.

در مجموع بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه بررسی انواع کارایی زعفران کاران در ایران نشان می‌دهد تفاوت زیادی در کارایی فنی تولید کنندگان وجود دارد بدین لحاظ بررسی انواع کارایی زعفران کاران افغانستان که تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه انجام‌نشده است ضروری به نظر می‌رسد.

روش تحقیق

به دلیل اینکه در مطالعات انجام شده در زمینه کارایی زعفران کاران بیشتر از دو تابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ استفاده گردیده است، در تحقیق حاضر نیز این دو شکل تابعی به منظور تعیین تابع تولید مناسب مقایسه گردیدند. برای انتخاب تابع برتر از میان دو تابع مذکور نیاز به معیارهای اقتصادسنجی است. در این مطالعه برای مقایسه بین تابع تولید ترانسلوگ به‌عنوان یک تابع انعطاف‌پذیر، با تابع کاب-داگلاس به‌عنوان یک تابع انعطاف‌ناپذیر، از تست نسبت درستمایی تعمیم‌یافته^۱ (GLRTS) استفاده شد که به‌صورت معادله (1) است (کوئلی و همکاران^۲، ۱۹۹۸، ص ۵۱).

$$LR = -2[\ln(L(H_0)/L(H_1))] = -2[\ln(L(H_0)) - \ln(L(H_1))] \quad (1)$$

شکل کلی تابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ به‌کاررفته به شکل زیر است:

تابع تولید کاب-داگلاس:

$$Y = \alpha \prod_{i=1}^6 X_i^{\beta_i} + V_i - U_i$$

تابع تولید ترانسلوگ:

$$\ln Y = \alpha + \sum_{i=1}^6 \beta_i \ln X_i + \frac{1}{2} \gamma_{ij} (\ln X_i)^2 + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=2}^6 \gamma_{ij} (\ln X_i)(\ln X_j) + V_i - U_i$$

که در توابع فوق β_i پارامترها، Y میزان تولید زعفران در مزرعه i (برحسب کیلوگرام)، X_{1i} سطح زیر کشت زعفران در مزرعه i (برحسب هکتار)، X_{2i} تعداد نیروی کار استفاده‌شده در مزرعه i (برحسب ساعت-نفر)، X_{3i} میزان مصرف پیاز زعفران در مزرعه i (برحسب کیلوگرام)، X_{4i} میزان مصرف کود کیمیاوی در مزرعه i (برحسب کیلوگرام)، X_{5i} میزان مصرف کود حیوانی در مزرعه i (برحسب کیلوگرام) و X_{6i} تعداد دفعات آبیاری در مزرعه i است. $\ln$ نیز نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی، Π و Σ نشان‌دهنده حاصل ضرب و حاصل جمع است. تمامی هزینه‌ها برحسب واحد پولی افغانی در نظر گرفته شده است. V_i جزء

¹ - Generalized Likelihood Ratio Test Statistic

² - Coelli et al.

اخلال و U_i مبین اثرات ناکارایی واحدهای تولیدی است که در مطالعه حاضر به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 z_{1i} + \alpha_2 z_{2i} + \alpha_3 z_{3i} + \alpha_4 z_{4i} + \alpha_5 z_{5i} + \alpha_6 z_{6i}$$

در رابطه بالا z_{1i} تجربه‌ی زعفران کاری، z_{2i} سن زارع، z_{3i} میزان تحسیلات دهقان، z_{4i} تعداد قطعات زعفران z_{5i} داشتن شغل جانبی و z_{6i} تعداد دفعات شرکت در صنف های ترویجی است. محاسبه کارایی اقتصادی مستلزم استخراج تابع هزینه مرزی از تابع تولید مرزی است.

تابع هزینه به صورت زیر فرض شد:

$$C = \sum_{i=1}^m P_i X_i$$

به طوری که C هزینه واحد تولیدی، X_i میزان مصرف نهاده i و P_i قیمت واحد نهاده i به صورت اجاره هر هکتار زمین، دستمزد استفاده از نیروی کار به صورت روز نفر، قیمت یک کیلوگرام پیاز زعفران، قیمت هر کیلوگرام کود حیوانی، قیمت هر کیلوگرام کود کیمیاوی، هزینه هر دور آبیاری محصول و Y میزان تولید زعفران است. با حداقل نمودن تابع هزینه نسبت به سطح مشخصی از تولید مرزی، تابع هزینه مرزی به صورت زیر به دست می آید (بتیس و کوئلی^۳، ۱۹۹۵، ص ۳۲۹):

$$C = \mu (\beta_0 \prod_{i=1}^m \beta_i^{\beta_i})^{(-1/\mu)} (\prod_{i=1}^m P_i^{\beta_i}) (Y)^{(1/\mu)}$$

در رابطه (۶) C نشان دهنده تابع هزینه مرزی و $\mu = \sum_{i=1}^m \beta_i$ است. مشتق تابع هزینه مرزی نسبت به

قیمت نهاده i بیانگر مقدار مصرف نهاده i که کارایی اقتصادی کامل را ایجاد می نماید (X_{ie}) است. به عبارت دیگر:

$$X_{ie} = \frac{\partial C}{\partial P_i}$$

در نهایت کارایی اقتصادی از رابطه زیر به دست آمد:

$$EE = \frac{(\sum_{i=1}^m P_i X_{ie})}{(\sum_{i=1}^m P_i X_i)}$$

پس از محاسبه کارایی فنی و اقتصادی، کارایی تخصیصی به صورت زیر محاسبه شد:

$$AE = \frac{EE}{TE}$$

نتایج و بحث

تابع تولید مرزی تصادفی زعفران کاران ولایت هرات با استفاده از روش حداکثر راستنمایی همزمان با مدل ناکارایی برآورد گردید که نتایج آن به طور جداگانه در جدول (۱) و (۲) ارائه گردیده است.

متغیر	ضریب	t مقدار
عرض از مبدأ	۳/۴۹	۱۰/۸۵
سطح زیرکشت	۰/۳۴۱	۱/۹۴
نیروی کار	-۰/۱۰۲	-۳/۷۴
پياز زعفران	۰/۸۹۴	۴/۶۶
کود کیمیاوی	۰/۱۱۱	۰/۶۹۵
کود حیوانی	-۰/۴۰۴	-۷/۵۳
تعداد دفعات آبیاری	-۰/۳۲۳	-۴/۵۵

جدول ۱. نتایج تخمین تابع تولید مرزی تصادفی زعفران کاران ولایت هرات (مأخذ: یافته‌های تحقیق)
همان‌طور که از جدول فوق ملاحظه می‌شود، سطح زیر کشت در سطح ۱۰٪ از لحاظ احصائیوی معنی‌دار و دارای اثر مثبت بر میزان تولید می‌باشد (یعنی ضریب آن در تابع تولید مثبت است). ضریب این متغیر در تابع تخمین زده‌شده بیان‌گر این است که در شرایط ثابت افزایش ۱٪ سطح زیر کشت مقدار تولید را ۰/۳۴۱٪ افزایش می‌دهد.

ضریب متغیر پیاز زعفران نیز در سطح ۱٪ از لحاظ احصائیوی معنی‌دار و دارای اثر مثبت بر میزان تولید است. ضریب این متغیر در تابع تولید تخمین زده شده بیان‌گر این است که افزایش ۱ فی‌صده استفاده از پیاز زعفران در شرایط ثابت، میزان تولید را ۰/۸۹۴٪ افزایش می‌دهد.

نتایج نشان داد که اثر این دو متغیر معنی‌دار بر تولید مطابق انتظار مثبت و کمتر از یک است. این نتیجه نشان‌دهنده تولید نهایی مثبت و نزولی است. به عبارت دیگر میزان استفاده‌ی عوامل تولید ذکر شده در ناحیه دوم تولید قرارگرفته است که این موضوع بیان‌کننده فعالیت زعفران کاران در ناحیه اقتصادی تولید است.

ضریب متغیرهای نیروی کار، کود حیوانی و تعداد دفعات آبیاری نیز در سطح ۱٪ از لحاظ احصائیوی معنی‌دار گردیدند. اما ضرایب این سه متغیر در تابع تولید تخمین زده شده بر خلاف انتظار منفی است. این موضوع نشان‌دهنده تولید نهایی منفی و نزولی است. به بیان دیگر سطح استفاده از این سه عامل در ناحیه سوم تولید قرار گرفته است که این موضوع نشان‌دهنده استفاده از عوامل ذکر شده بیش از مقدار مورد نیاز توسط زعفران کاران و فعالیت در ناحیه غیر اقتصادی تولید است. در زمینه‌ی استفاده از عوامل نیروی کار و کود حیوانی توسط زعفران کاران و اینکه چرا در ناحیه غیر اقتصادی تولید عمل کرده‌اند می‌توان بیان نمود که به دلیل فراوان و ارزان بودن این نهاده‌ها و استفاده از نیروی کار خانوادگی، زعفران کاران در ناحیه سوم تولید عمل نموده‌اند. همچنین دلیل منفی شدن ضریب تعداد دفعات آبیاری را می‌توان اینطور بیان نمود که زعفران کاران زمین‌هایی را برای کشت زعفران اختصاص داده‌اند که دسترسی مناسب و فراوانی به منابع آبی داشته‌اند و به دلیل رایگان بودن آب زراعت در افغانستان و نیاز آبی زعفران در فصل‌های خزان و زمستان که منابع آبی به وفور در اختیار زارعین قرار دارد، زعفران کاران بیش از مقدار مورد نیاز زعفران از عامل تولید آب استفاده نموده‌اند. از طرفی این نکته

را باید در نظر داشت که زعفران از جمله نباتاتی است که نیاز آبی کمی داشته و آبیاری بیش از حد نیاز آن می تواند منجر به کاهش تولید گردد.

همچنین اثر متغیر کود کیمیاوی بر سطح تولید از لحاظ احصائیوی معنی دار نیست. نبود معناداری تأثیر این متغیر به لحاظ احصائیوی به دلیل نبود تفاوت معنی دار در استفاده از این عامل توسط زعفران کاران است. به عبارت دیگر میان تولید کنندگان زعفران ولایت هرات از لحاظ اوسط میزان مصرف این عامل تفاوت معنی داری وجود ندارد.

نتایج مطالعه گلکاران مقدم (۱۳۹۱) و ترکمانی (۱۳۷۹) نیز حکایت از تأثیر مثبت و معنادار متغیرهای سطح زیر کشت و پیاز زعفران بر تولید زعفران در ولایت خراسان دارد که از این حیث با نتایج این مطالعات همسان است.

نتایج تخمین تأثیر عوامل موثر بر ناکارایی فنی زعفران کاران ولایت هرات در جدول (۲) ارائه گردیده است.

متغیر	ضریب	مقدار
تجربه زعفران کاری	-۰/۱۵۳	-۳/۲۵
سن دهقان	۰/۱۸۱	۳/۸۰۸
سطح تحصیلات	۰/۰۲۳	۰/۵۶۸
تعداد قطعات زعفران کاری	۰/۰۵۶	۰/۸۱۴
شغل جانبی	۰/۳۶۹	۰/۶۰۶
شرکت در صنف های ترویجی	-۰/۰۶۳	-۱/۴
Log likelihood	-۱۶/۵۹	
χ^2	۰/۹۹۹	

جدول ۲. نتایج تخمین عوامل موثر بر ناکارایی فنی زعفران کاران (مأخذ: یافته های تحقیق)

بررسی متغیرهای لحاظ شده در مدل ناکارایی تولید زعفران کاران ولایت هرات نشان داد که اثر متغیر تجربه زعفران کاری زارعین بر ناکارایی منفی و در سطح ۱٪ معنی دار است. ضریب تأثیر تجربه زعفران کاری بر عدم کارایی برابر با -۰/۱۵۳ است که این ضریب نشان می دهد میان تجربه زعفران کاری و کارایی تولید زعفران یک رابطه مستقیم وجود دارد. یعنی با افزایش تجربه زعفران کاری، کارایی فنی افزایش می یابد. ضریب تأثیر سن زارع بر عدم کارایی مثبت و برابر ۰/۱۸۱ گردید که نشان دهنده ی رابطه معکوس معنی داری در سطح ۱٪ میان سن دهقان و کارایی فنی زعفران کاران است. به بیان دیگر افزایش سن دهقان می تواند کارایی فنی را کاهش دهد. این نتیجه با یافته های مطالعه گلکاران مقدم (۱۳۹۱) در ولسوالی قائنات سازگاری دارد و با نتایج به دست آمده از ولسوالی های تربت حیدریه و گناباد انطباق ندارد. این نتیجه می تواند دلایل زیادی داشته باشد از جمله اینکه اکثر افراد مسن با استفاده از روش های سنتی تولید و باورهای غلطی که از گذشته در ذهن دارند اقدام به تولید می کنند. یا اینکه به دلیل کهولت سن زمان لازم را برای تولید زعفران صرف نمی کنند. اثر متغیر سطح تحصیلات زعفران کاران بر ناکارایی معنی دار نیست. دلیل این موضوع آن است که اولاً سطح سواد اکثر زارعین بسیار پایین است و ثانیاً سواد افراد ارتباطی به مسائل تخنیکی و تولید زعفران ندارد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که اثر متغیرهای تعداد قطعات زعفران کاری، شغل جانبی و صنف های

ترویجی بر ناکارایی معنی دار نیست. به عبارتی این متغیرها تأثیر چندانی بر ناکارایی زعفران کاران ندارند. نکته‌ی قابل توجه اثرگذار نبودن صنف‌های ترویجی بر کارایی زعفران کاران است که این نشان از کیفیت پایین این صنف‌ها در بالا بردن مثمریت و کارایی می‌باشد و به عبارتی با این ساختار نمی‌توان انتظار داشت که این صنف‌ها بتواند سطح کارایی را افزایش دهد.

پس از تخمین تابع تولید مرزی تصادفی، کارایی فنی زعفران کاران ولایت هرات محاسبه شد که خلاصه‌ای از نتایج حاصله در جدول (۳) نشان داده شده است.

دامنه کارایی	دفعات	فی صد
$0.3 < TE$	۶	۸,۳۳
$0.5 \leq TE < 0.7$	۲۲	۳۰,۵۵
$0.7 \leq TE < 0.9$	۱۵	۲۰,۸۳
$0.9 \leq TE < 1$	۱۷	۲۳,۶۱
$TE \geq 1$	۱۲	۱۶,۶۶
اوسط	۰,۶۲۵	
حداکثر	۰,۹۹	
حداقل	۰,۲۳	
انحراف معیار	۰,۲۴۳	

جدول ۳. توزیع فراوانی و فی صد کارایی فنی زعفران کاران ولایت هرات (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

اوسط کارایی فنی ۰,۶۲۵ به دست آمده است. به بیان دیگر، زعفران کاران مورد مطالعه در صورت پر کردن شکاف تخنیکی خود با بهترین تولیدکننده ولایت هرات می‌توانند کارایی خود را به طور اوسط تا ۰,۳۷۴ افزایش دهند. اما آنچه بیشتر به چشم می‌خورد اختلاف کارایی فنی بین کارآمدترین و ناکارآمدترین زعفران کار است. این اختلاف ۰,۷۶ نشان از قابلیت افزایش کارایی زعفران کاران این منطقه دارد چراکه زعفران کاری توانسته کارایی بالایی به دست آورد و حال آن که عده‌ای دیگر در وضعیت بسیار نگران کننده قرار دارند. نتایج حاصل از محاسبه کارایی اقتصادی و تخصیصی زعفران کاران مورد مطالعه بر اساس تابع هزینه مرزی در جدول (۴) ارائه شده است.

نوع کارایی -		کارایی اقتصادی		کارایی تخصیصی	
دامنه تغییرات	دفعات	فی صد	دفعات	فی صد	دفعات
$0.2 < E$	۳۴	۴۷,۲۲	۱	۱,۳۸	
$0.3 \leq E < 0.4$	۲۸	۳۸,۸۸	۲۰	۲۷,۷۷	
$0.4 \leq E < 0.5$	۵	۶,۹۴	۲۰	۲۷,۷۷	
$0.5 \leq E < 0.6$	۵	۶,۹۴	۲۵	۳۴,۷۲	
$E \geq 0.6$	-	-	۶	۸,۳۳	
اوسط	۰,۲۲		۰,۳۶۹		
حداقل	۰,۱۰۴		۰,۱۷۸		
حداکثر	۰,۴۶۱		۰,۵۸۴		

جدول ۴. توزیع دفعات و فی صدی کارایی اقتصادی و تخصیصی زعفران کاران ولایت هرات (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

براساس نتایج به دست آمده اوسط کارایی تخصیصی زعفران کاران برابر با ۰/۳۶۹ محاسبه شد که در سطح مطلوبی قرار ندارد. سطح کارایی تخصیصی بیش از ۳۴/۷۲٪ زعفران کاران در فاصله ۰/۴ تا ۰/۵ قرار دارد. اختلاف میان بیشترین و کمترین کارایی به دست آمده بیش از ۰/۴۰۶ است که نشان دهنده شکاف گسترده کارایی تخصیصی میان زعفران کاران است و می توان گفت که امکان افزایش کارایی تخصیصی زعفران کاران ولایت هرات به اندازه قابل توجهی وجود دارد.

نتیجه گیری

بررسی های انجام شده نشان داد زعفران کاران در به کارگیری عواملی هم چون زمین و پياز زعفران به صورت منطقی عمل نموده اند و در استفاده از عوامل نیروی کار، کود حیوانی و آب آبیاری به صورت غیر منطقی عمل نموده و عوامل تولید ذکر شده بیشتر از مقدار بهینه مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد زعفران کاران ولایت هرات دارای کارایی فنی بالا بوده و کارایی اقتصادی و تخصیصی آن ها در سطح قابل قبولی قرار ندارد اوسط کارایی فنی تولیدکنندگان در حدود ۰/۶۲۵ به دست آمده است که نشان دهنده وجود امکان افزایش تولید از طریق افزایش کارایی تولیدکنندگان است. نکته قابل توجه این است که اثر متغیر شرکت در صنف های ترویجی بر ناکارایی دهاقین معنی دار نیست و این مسئله نشان دهنده کیفیت پایین صنف های ترویجی برگزار شده برای دهاقین است.

پیشنهادهات

با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادات ذیل ارائه می گردد:

۱- پیشنهاد می شود که زارعینی که دارای کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی بالا هستند در منطقه مورد مطالعه شناسایی شده و به سایر زارعین معرفی گردد. همچنین صنف های آموزشی و ترویجی توسط دولت و افراد متخصص در امور تولید و پروسس زعفران برای زعفران کاران مخصوصاً کسانی که تازه به کشت زعفران روی آورده اند دایر گردد.

۲- با توجه به اینکه زعفران کاران در تخصیص عوامل تولید به صورت منطقی عمل نمی کنند، لازم است با ارائه آموزش های ترویجی صحیح و بیان اهمیت هر یک از عوامل تولید و نحوه استفاده عوامل تولید که می تواند شامل زمان، چگونگی و سطح مصرف آن ها باشد و همچنین چگونگی انجام عملیات مختلف زراعتی به ویژه زمان برداشت گل، زمان مناسب آبیاری و کود دهی، موجبات بهبود عملکرد زعفران کاران فراهم گردد.

۳- با توجه به اینکه زعفران در بسیاری از مناطق محصولی جدید است و خود مروجان با زراعت و پروسس علمی آن آشنایی کافی ندارند، لازم است تا با آموزش مناسب مروجان بر کیفیت صنف های آموزشی و ترویجی افزود.

مأخذ

- ترکمانی، ج. و ع. شیروانیان. (۱۳۷۶). مقایسه توابع مرزی آماری قطعی و تصادفی در تخمین کارایی فنی بهره برداران کشاورزی: مطالعه موردی چغندر کاران در استان فارس. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۹: ۴۱-۴۶.
- حسن پور، ب. (۱۳۷۶). بررسی اقتصادی تولید و بازاریابی انجیر در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- دهقانیان، س.، شاهنشوشی، ن. و آذرین فر، ی. (۱۳۸۵). بررسی تحلیل کارایی و بازاریابی زرشک کاران استان خراسان (مطالعه موردی: شهرستان قاینات). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ (۴): ۱۶۵-۱۷۳.
- رحمانی، ر. (۱۳۸۰). کارایی فنی گندم کاران و عوامل مؤثر بر آن: مطالعه موردی استان کهگیلویه و بویراحمد. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۳: ۱۶۱-۱۸۳.
- شبان، م.، محمودی، ا. و شوکت فدایی، م. (۱۳۹۲). بررسی کارایی فنی، بازاریابی و ساختار بازار زعفران ایران. نشریه زراعت و فناوری زعفران، ۱ (۲): ۸۵-۱۰۱.
- گلکاران مقدم، س. (۱۳۹۱). مقایسه و تحلیل کارایی زعفران کاران شهرستان های منتخب در استان خراسان رضوی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۱ (۸۴): ۷۹-۱۰۱.
- مهرابی بشرآبادی، ح. و پاکروان، م. ر. (۱۳۸۸). محاسبه انواع کارایی و بازده به مقایسه تولیدکنندگان آفتابگردان شهرستان خوی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع غذایی)، ۲۳ (۲): ۹۶-۱۰۳.
- میرزایی، م. (۱۳۷۹). بررسی مسائل بازاریابی و بازار رسانی خرماي خشک رقم پیارم و تعیین مناسب ترین روش عرضه آن. مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ۲۰۹-۲۴۱.
- Battese, G.E and Coelli, T.J. (1995). *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data*. Empirical Economics, 20: 325-332.
- Coelli, T., D. Prasada Rao and G. E. Battese. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer academic publisher, Boston.

{ Abstracts in English

Investigating soil characteristics and the reasons for the destruction of the Amu Sea coast (in Kaldar and Shurtape districts of Balkh Province)

Associate Professor M ohammad Akbar Ansari, Junior Teaching Assistant Mohammad Mobin Younis and Junior Teaching Assistant Mohammad Zahir Farahmand
Faculty of Agriculture, Balkh University

Abstract

The Amu River forms the border between Afghanistan and its northern neighbors Tajikistan, Uzbekistan and Turkmenistan. Every year, the water of the Amu River Swallows hundreds of houses and thousands of hectares of agricultural land in Afghanistan and according to local people, the extent of these destruction is increasing every day. Based on this, this research was launched under the title of evaluation of soil characteristics and the reasons for the soil erosion of its beaches in 2019. This research was conducted by interviewing local residents and soil and water experts and taking practical samples from Amu seashores in Kaldar and Shortepah districts. The analysis of the soil of the region showed that the existence of sandy texture in the soil profile of the Amu River, shortage of materials, excessive use of vegetation, lack of calcium carbonate in the soil are among the soil degradation factors of the Amu coast. Therefore, in order to identify more factors that destroy agricultural and residential land, more research should be carried out in its various parts, of course, by raising the level of awareness and knowledge of the people to protect, restore and establish native plants in the region, such as licorice, sedge and local bushes.

Keywords: Amu Darya, Soil, plant and consolidation of coast.

Study of the Prevalence of Gallstones in Cattle Slaughtered in Mazar-e-Sharif Slaughterhouse

Senior Teaching Assistant Mohammad Hossein Haidari, Senior Teaching Assistant Hassan Ali Moradi and Professor Amanullah Munis
Lecturers of Faculty of Veterinary Sciences, Balkh University

Abstract

Gallstones are the most common and economically important urinary system disease in cattle, which is more prevalent in late autumn or winter and the dry summer months, which is probably due to fluctuations in water consumption. The aim of this study was to investigate the prevalence of gallstones in cattle slaughtered in Mazar-e-Sharif slaughterhouse and the effect of water hardness as a possible risk factor in the development of gallstones. This study was conducted by randomly selecting cattle slaughtered in Mazar-e-Sharif slaughterhouse, and 80 cattle (160 cows) were examined to assess the prevalence of gallstones, which began in Qaws 1402 and continued until Thawr 1403. Of the 80 cattle, 23 were males and 57 were females. Water samples from 12 districts of Mazar-e Sharif were evaluated using a TDS meter. As a result, this study shows that the prevalence of gallstones in cattle in Mazar-e Sharif is 27.5%. The age of the animals ranged from 2 to 12 years. Most of the studied cattle were between 5-8 years old, while the presence of gallstones was more common in the 9-12 years old age group (45.4%). 22 cattle (27.5%) had gallstones, of which 5 (22.7%) were males and 17 (77.3%) were females. Of the 22 animals with gallstones, 19 (86.4%) were of native breed, while 3 (13.6%) were crossbred. Postmortem examinations showed pathological changes such as gallstone discoloration, hemorrhage, hyperemia, necrosis, and hydatid cysts. Karte Bukhdi water had the highest hardness with 2210 ppm and Sajjadih water had the lowest hardness with 437 ppm, while the hardness of commercial mineral water available in the market was 24 ppm. Therefore, kidney stones are one of the most common and economically important diseases of the urinary system in cattle, affecting 27.5% of cattle in Mazar-e-Sharif. The reason for the high percentage of cattle affected in this province can be attributed to excessive water hardness.

Keywords: Water hardness, kidney stones, cattle, Mazar-e-Sharif city

The importance of the bee from the perspective of the Holy Quran

Senior Teaching Assistantl Mohammad Daud Sorkhabi
Faculty of Sciences, Balkh University

Abstract

The bee has lived on the planet far before humans, and based on historical evidence, it can be said that this useful insect has played a significant role in feeding and fertilizing plants since the beginning of human creation. Currently and in the era of the development of the beekeeping industry all over the world, it seems that there are still unknown aspects of the way of life of bees that can be understood from different angles. have a significant impact on the success of professionals in this industry. One of these important aspects is paying attention to the references that exist in divine religions, including Islam, about bees and their benefits. By expressing the verses of the Holy Quran and prophetic hadiths, it can be effective in creating a more comprehensive attitude towards bees and strengthening the intellectual infrastructure of beekeeping industry activists. Therefore, the present study examines the Islamic sources and the interpretations of the Holy Quran in understanding the issues related to the creation, way of life and behavior of the bee, and also discusses the treatment of honey and honey products. Based on the results of the present studies, in the verses of the Holy Quran directly to important topics such as how to build a house, honey bee community, honey bee species, how to feed bees, the type of birth and reproduction specific to bees, the healing and healing properties of honey. And also the wonderful description of the process of honey production is mentioned and in Islamic traditions, in addition to mentioning the healing properties of honey, it is emphasized to pay attention to the moral points and the example of human beings from the life of the bee.

Keywords: Holy Quran, hadiths, bee, honey, health and colony.

The Role and Effectiveness of Biotechnology in Human Food Security

Senior Teaching Assistant Nazifullah Andishmand
Department of Biology, Faculty of Education Balkh University

Abstract

The rapid increase of the world's population has increased the demand for food products, and it is necessary to take scientific efforts and effective strategies to reduce poverty and lack of access to sufficient food. Although many strategies for global food security have been planned and used by governments, the World Food Organization (FAO) and other global institutions, the role of biotechnology is undoubtedly more prominent in this vital matter. The main purpose of this study is to review the research based on biotechnology, and highlight its effectiveness in maintaining food security, so that with such knowledge and approaches used in order to improve food security in the country by researchers in the field of life sciences. This study was carried out in a narrative review method and reliable electronic databases such as: Google Scholar, ISI, Scopus, Science Direct, BioOne, GetCITED and Bioline used for collection of necessary information. The results and findings of this study show that the efforts of genetic scientists and the use of biotechnology have been able to increase access to the quality food products and help improve food security in the world. Biotechnology has been able to genetically develop a large number of plant (beans, vegetables...) and animal (cow, goat, sheep, fish...) varieties and improve food products in terms of quantity and quality. These modifications include resistance to diseases, climatic stresses, richness of nutrients such as amino acids, minerals, vitamins, etc. Transgenic crops grow rapidly in many countries, and with their quantitative and qualitative benefits, they can play an effective role in human food security in the world.

Keywords: Human, Biotechnology, Animals, Transgenic crops, food security, plants.

Investigation of spin reorientation and magnetic anisotropy in neodymium ferrite (NdFeO₃)

Junior Teaching Assistant Mukhtar Daneshwar
Faculty of Education Balkh University

Abstract

In this article, the magnetic properties especially spin reorientation and anisotropy neodymium ferrite have been investigated by review method. It is realized that neodymium ferrite has two sublattices of Nd and Fe and the magnetic ordering of these sublattices changes with temperature. At higher temperatures, the iron sublattice (Fe) plays a determining role in the magnetism of the material and at lower temperatures spin reorientation occurs and at even lower temperatures the role of the magnetic moments of neodymium (Nd) becomes magnetic more prominent. By investigating magnetism in different crystallographic directions, it is also realized that magnetism is not equal in all crystallographic directions and is also a function of direction, which is called magnetic anisotropy

Keywords: Neodymium ferrite, Anisotropy, Spin Reorientation

Cold Plasma Technology and Its Applications in Preservation of Food Materials

Junior Teaching Assistant Morteza Shafiq
Faculty of Education Balkh University

Abstract

These days, the application of cold plasma technology is considered a very important industry in the food industry, depending on the research conducted in the field of inactivating non-standard microorganisms from the surface of sensitive food such as fruits, fresh vegetables, meat and eggs, and plasma protection can be considered as a basic alternative to chemical substances (like preservatives) or physical methods (such as radiation) to disinfect the surface. In this article, a review of the benefits of cold plasma in the commercial and food industries, as well as its disadvantages, has been examined. Among the benefits that can be counted are high-efficiency, use at low temperatures (generally less than 70 degrees Celsius), instant production, no need for solvents and no waste, creation of very thin layers. In the films used in the packaging industry, increasing the ability to print and dye, improving wettability, increasing the energy of surfaces and cleaning surfaces; But in addition to all these advantages, there are disadvantages such as the possibility of plasma remaining in food, allergenic, the possibility of analyzing the market of a number of products by the consumer due to the emerging technology of plasma and the biodegradability of the films used etc... should not be ignored.

Keywords: cold plasma, disinfection, high efficiency, advantages, disadvantages.

Study of the Annealing Effect on the Optical Properties of Bismuth-Based Perovskite Thin Films Prepared by One-Step Evaporation Method

Junior Teaching Assistant Mohammad Ismail Ihsas
Assistant Professor Sorgul kashmiri
Faculty of Education Balkh University

Abstract

This study mainly deals with clarifying the effect of annealing at temperatures of 100, 150, 200 and 250 °C on the optical properties of Bismuth-based double perovskite CsAgBiI_6 films. The deposition process of the specimens was done by physical vapor deposition method on glass substrate. The samples were prepared at 300 nm thickness. The layering process of the samples was done by the physical evaporation method on the glass substrate. The samples were layered with a thickness of 300 nm. The optical properties of the layers were investigated using the absorption spectrum of UV-Vis in the wavelength range of 350-750 nm. The energy gap and refractive index of the samples were obtained via Tauc and Swanepoel's technique. The results showed that as the annealing temperature increases, the band gap decreases and for the sample annealed at 150°C, the band gap reaches about 2.67 eV and its refractive index in the range of the absorption edge reaches about 3.16. The results show that by increasing the annealing temperature higher than 150 °C, the refractive index decreases.

Keywords: Bismuth, Perovskite, Annealing, Optical properties, Thin film evaporation deposition

The Importance of Artificial Fertilization and Its Application On Female Dairy Cows

Assistant professor Besmullah Musammim
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture
Balkh University

Abstract

With the increase of human population on earth and the urgent need to provide food resources for human beings, the increasing necessity of animal breeding ratio in terms of animal products is felt. In this context, artificial fertilization as the most suitable tool for domestic animal breeding has been noticed by scientists. The main goal of this study is to review and review the research and measures based on the importance of artificial fertilization and its application on dairy cows. From such knowledge and approaches, In order to improve the application of artificial fertilization in the country, it should be used by researchers in the field of animal sciences. This study was conducted in a review method to collect the necessary information from national and international reliable books and from reliable electronic databases such as: Google scholar, ISI and Animal science. The results and finding of this study show that the efforts of researchers and scientists with regard to the rapid increase of the human population, the provision of food, especially the supply of protein needed by the society in connection with artificial fertilization and its application to dairy cows, have been able to produce authentic books and scientific articles for use. They made it more effective and accessible to those interested. Artificial fertilization is a method in which cow sperm is discharged by special tools and devices into the uterus of a female cow in order to increase the pregnancy rate. Cow fertilization must be carried out completely and successfully, carelessness and inattention in each of the stages of insemination, including non-observance of hygiene, improper handling and transfer of sperm, incorrect use of artificial fertilization devices, wrong fertilization technique and...All together it leads to lower fertility.

Keywords: Artificial fertilization, Animal breeding, Sperm, Cow and Semen

Analyzing Technical, Allocative and Economic Efficiency of Saffron Producers in Afghanistan

Junior Teaching Assistant Seyyed Abulhasan Hosseini
Faculty of Agriculture Balkh University

Abstract

The purpose of this research is to investigate the economic situation of saffron production in Afghanistan. For this purpose, technical efficiency, economic efficiency and allocative efficiency of saffron farmers were estimated. In order to estimate the efficiency models, the necessary data was collected by completing the questionnaire in three districts of Pashtun Zarghoon, Ghorian and Zindajan, which are the main centers of saffron production in Herat province. In this study, the frontier production function method was used to estimate various types of efficiency. Generalized likelihood ratio test (GLRST) was used to choose between Cobb-Douglas production functions and Translog production function and it was found that Cobb-Douglas production function is more suitable for calculating the efficiency of saffron producers. Technical efficiency, economic efficiency and allocative efficiency of saffron growers in Herat Province were investigated by estimating Cobb-Douglas stochastic frontier production function. The results of this study showed that saffron growers do not use a number of production factors such as labor, land and water properly. It was also found that there is a possibility of increasing the efficiency of a number of saffron growers. The results of the study showed that saffron producers have high technical efficiency but low economic and allocative efficiency.

Keywords: technical efficiency, saffron, stochastic frontier production function, Afghanistan



Balkh University
Vice Chancellor of Research and Scientific Journal
Directorate of Scientific Journal
General Management of Scientific Journal

Balkh Academic & Research Journal
Natural Scientific Journal
Volume 30 Issue 2 - 2024

Concessionaire: Balkh University

Director in Charge: Assistant Professor Surgul Kashmiri
Chief in Editor: Associate Professor Sayed Esmail Emran
G. Manager of Scientific Journal: Abdul Saboor Tawana
Editor: Ashiqullah Rahim
Print: Balkh University Publication Directorate

Editorial Board	
Professor Amanullah Monis	Faculty of Veterinary
Professor Mohammad Yosof Fakor	Faculty of Agriculture
Professor Dr. Abdul Qayum Ansari	Faculty of Agriculture
Professor Shahmahmoud Faqiri	Faculty of Agriculture
Associate Professor Dr. Khalid Mowhed	Faculty of Education
Assistant Professor Muqaddas Ghani	Jowzjan University Faculty of Education
Senior Teaching Assistant Mohammad Hussain Haidary	Faculty of Veterinary