



د کابل پوهنتون
د طبیعي علومو علمي - څېړنيزه مجله

۱۴۰۱ هـ. ل (۵) ۳ گڼه

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



د کابل پوهنتون د څېړنو او علمي مجلو آمریت
د طبیعي علومو علمي - څېړنیزه مجله
۱۴۰۱ هـ. ل (۵) ۳ گڼه

د کابل پوهنتون د طبیعي علومو علمي - څېړنيزه مجله

۱۴۰۱ هـ. ل (۵) ۳ گڼه

د امتياز خاوند	کابل پوهنتون
مسوول مدير	پوهندوی ډاکټر محمدولی سالاری
مهتمم	پوهندوی ډاکټر محمدولی سالاری
ایډیټر	پوهندوی ډاکټر محمدولی سالاری
چاپچارې	محمدحسین راسخ
صحافت	خان محمد عطایی، مهدی، محمداصغر، علی جان رحیمی او نورالحق امینی

په دې مجله کې راغلې نظریې او افکار د کابل پوهنتون د طبیعي علومو علمي - څېړنيزې مجلې استازي نه کوي. کابل پوهنتون د څېړنو او علمي مجلو آمریت د منل شویو معیارونو له مخې د مقالو د بیا کتنې، ایډیټ او تصحیح واک لري. د دې مجلې د مطالبو نقل د سرچینو په ښودنې سره آزاد دی.

کتنپلاوی

پوهاند محمد سلیم رحیمی

پوهاند دکتور سید شیر شاه سادات

پوهنوال آقا محمد ژکفر

پوهنوال امیر کروړ شهیدزی

پوهندوی دکتور احمد مسعود منصور

پوهندوی احمد فواد احساس

پوهندوی عبدالرحمان عثمانی

پوهنمل صفی الله جوهر

د کابل پوهنتون په علمي مجلو کې د علمي - څېړنيزو مقالو ليکلارښود

له درنو استادانو او ښاغليو څېړونکيو د مقالې د ليکنې او تدوين پر مهال د لاندې ټکيو د پامنيوي هيله کېږي. د يادولو وړ ده چې راستول شوې مقالې چې له لاندې لارښود سره سمې نه وي، د خپرېدا وړ نه دي.

- [۱]. علمي مقاله بايد د ليکوال تازه اثر وي او بل ځای خپره شوې نه وي.
- [۲]. علمي مقاله بايد له هر ډول ادبي غلا او انتحال څخه پاکه وي.
- [۳]. د علمي مقالې د ليکنې سبک بايد چې معياري او له هر ډول املايي او انشايي تېروتنو پاک وي.
- [۴]. په مقاله کې پکار ده چې له معتبرو علمي سرچينو گټه وشي.
- [۵]. علمي - څېړنيزې مقالې بايد لنډيز، بنسټي مفاهيم، سريزه، د مسألې بيان، د څېړنې پوښتنې، د څېړنې فرضيه، د څېړنې مخينه، څېړندود، ډيټا، د ډيټا تحليل، څېړنموندنې، مناقشه، پايله او سرچينې ولري.
- [۶]. د علمي مقالې پښتو، دري او انگليسي لنډيز د ۱۰۰ او ۱۵۰ کلمو تر منځ وي. که تر دې زيات شي ممکن له معيار سره د ټکر له امله مقاله د کابل پوهنتون په علمي - څېړنيزه مجله کې له چاپه پاتې شي.
- [۷]. د علمي مقالې بنسټي اصطلاحات د ۵ او ۷ تر منځ وي.
- [۸]. د علمي مقالې حجم بايد چې له لسو زرو (۱۰۰۰۰) کلمو زيات نه وي.
- [۹]. د پښتو او دري مقالو د خط بڼه Bahij Zar او د انگليسي مقالو د خط بڼه Times New Roman وي.
- [۱۰]. د مقالې د عنوان اندازه: ۱۴ بولډ، د مقالې د اصلي عنوانونو اندازه ۱۲ بولډ، څنډني عنوانونه ۱۲ نارمل او د مقالې د متن اندازه هم ۱۲ نارمل وي.
- [۱۱]. د جدولونو و شکلونو د ليک اندازه د مقالې د اصلي خط له اندازې دوه برابره کوچني وي.
- [۱۲]. د سرچينو د ليک اندازه بايد چې د اصلي متن له اندازې دوه برابره کوچنی وي.
- [۱۳]. د لمنليکونو د خط کچه بايد چې د مقالې د ليک له اصلي اندازې دوه برابره کوچنی وي.
- [۱۴]. د ټولنيزو علومو اړوند علمي مقالو کې د سرچينو فهرست او د دنننيو سرچينو ښودنه د امريکا د روانپوهنې انجمن (APA) له طريقي او په طبيعي علومو کې له (Vancouver) او په شرعي علومو کې د شيکاگو (لمنليکونو) له طريقي گټه (استفاده) کېږي. په نه پامنيوي يې مقاله له خپرېدا پاتې کېږي.
- [۱۵]. جدولونه بايد د (APA) په معياري يانې درې خطي بڼه رسم شي (د زياتو معلوماتو لپاره دې د مجلې د مقالو جدولونو ته مراجعه وشي).
- [۱۶]. د چاپ له پلوه ټيټ کيفيټه گرافونه د منلو نه دي، ممکن له امله يې مقاله له خپراوي پاتې شي. له ويب پاڼو اخيستل شوي ټيټ کيفيټه گرافونه هم نه منل کېږي په دې اړه سپارښته کېږي چې گرافونه د اصلي سرچينې په ښودا سره بيا جوړ کړای شي.
- [۱۷]. گرافونه او جدولونه بايد د ايډيټ او تصحيح وړتيا ولري.
- [۱۸]. د صفحې اندازه په ورد کې ۶،۵ اينچه سور او ۹،۵ اينچه اوږدوالی ولري، پورتنې، ښکتنې، ښي او کيڼې حاشيې يې ۰،۷۹ اينچه وي.
- [۱۹]. د مقالې د منځپانگې مسووليت د ليکوال پر غاړه دی، د کابل پوهنتون د څېړنو او علمي مجلو آمريت ته نه ورگرځي.
- [۲۰]. د کابل پوهنتون د څېړنو او علمي مجلو آمريت د مقالو په ايډيټ او سمون کې آزاد دی.

- شمیره د دې گڼې ليکوال
- [۱]. پوهاند دکتور سيد شيرشاه سادات
- [۲]. پوهنوال دکتور اسدالله صمدی
- [۳]. پوهنوال دکتور اسدالله حامد
- [۴]. پوهنيار احمدضيا بهرامی او پوهنوال اميرکروړ شهيدزی
- [۵]. پوهندوی دکتور نورالله احمدزی
- [۶]. پوهندوی شاهپور رحمتی
- [۷]. پوهنمل ایمل حبيبي
- [۸]. پوهنوال رجب علی خاوری
- [۹]. پوهنوال عبدالمحمد عزيز
- [۱۰]. پوهنمل دکتور کيومرث پولاديان او پوهاند محمدیوسف جويان
- [۱۱]. پوهنوال شکیب شمال او پوهندوی حفیظالله رسولی
- [۱۲]. پوهنيار نصیراحمد سروری
- [۱۳]. پوهنيار غلام حيدر الفت
- [۱۴]. پوهنيار الله محمد هڅاند
- [۱۵]. پوهنيار حميدالله ذهين
- [۱۶]. پوهنيار محمدشعيب محسنی او پوهنيار نثاراحمد رحمانی

فهرست مطالب

- ۱۱..... مروری بر اساسات درمانی طب و ترنری پوهاند دكتور سيدشيرشاه سادات
- ۲۷..... جنبه‌های کلینیکی و اپیدمیولوژیکی چیچک‌شادی: بیماری زونوز تازه‌ظهور با انتشار جهانی پوهنوال دكتور اسدالله صمدی
- ۴۹..... مطالعه‌ی اناتومی مقایسوی منقار در پرندگان خانگی پوهنوال دكتور اسدالله حامد
- ۶۱..... مطالعه تطبیقی الگوریتم‌های کلستر بندی در زمینه‌ی دیتاکاوی تحصیلی پوهنیار احمدضیا بهرامی^۱، پوهنوال امیرکروپ شهیدزی^۲
- ۷۱..... مروری بر اهمیت سکتور مال‌داری در اقتصاد کشور پوهندوی دكتور نورالله احمدزی
- ۸۹..... پشرفت‌ها در شیوه‌های درمانی و مدیریتی التهاب پستان گاو پوهندوی شاه‌پور رحمتی
- ۱۰۷..... مطالعه‌ی رویه‌های اجتماعی در گوسفند پوهنمل ایمل حبیبی
- ۱۱۹..... تحقیق تجربی در باره قضیه محورهای غیر عمود در تعیین مومنت عطالت اجسام سخت با استفاده از رقاصه‌ی فزیک‌ی پوهنوال رجب علی خاوری
- ۱۳۱..... مطالعه‌ی خواص مقناطیسی مرکبات کامپلکس پوهنوال عبدالمحمد عزیز
- ۱۴۹..... بررسی ساختمان، مشخصات و خصوصیات لیگاندهای تیوسیمی کاربازون پوهنمل دكتور کیورمٹ پولادیان^۱، پوهاند محمدیوسف جویان^۲
- ۱۶۱..... تعیین و مطالعه مسامات خاک با استفاده از قانون ریچارد پوهنوال شکیب شمال^۱، پوهندوی حفیظ‌الله رسولی^۲
- ۱۷۱..... معرفی روش‌های جدید پروسس برقی گوشت و محصولات گوشتی پوهنیار نصیراحمد سروری
- ۱۸۳..... مطالعه فکتورهای تأثیرگذار در به‌میان آمدن بیماری‌های میتابولیک در گاوها پوهنیار غلام‌حیدر الفت
- ۱۹۵..... بررسی عمل‌کرد اوپراتور لاپلاسن روی تصاویر دیجیتال در حوزه مکان پوهنیار الله‌محمد هخاند
- ۲۰۹..... طراحی سنسوری ترکیبی فایبر نوری نازک‌شده و FBGTaper برای اندازه‌گیری هم‌زمان درجه حرارت و فشار پوهنیار حمیدالله ذهین
- ۲۲۳..... بررسی تخنیک‌ی و ارزیابی مقایسوی به‌منظور بهترین انتخاب تکنولوژی جهت تولید برق از زیاله در شهر کابل پوهنیار محمدشعیب محسنی^۱، پوهنیار نثاراحمد رحمانی^۲



مروری بر اساسات درمانی طب وترنری

پوهاند دکتور سید شیر شاه سادات

دیپارتمنت کلینیک پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
sadat-12@hotmail.com : ایمیل آدرس

چکیده

اساساً دوا به منظور وقایه، تشخیص، کاهش یا تداوی حالات بیماری به مصرف می‌رسد. در قدم نخست رمز موفقیت یک داکتر در یک واقعه بیماری را شناسایی عوامل در یک نوع خاص تشخیص دقیق تشکیل می‌دهد. داکتر باید تمام اساسات درمانی را که از نظر فارماکولوژی مهم است، در روند درمانی تعقیب نماید. هرچند برخی عوامل دیگر بر اشکال کاربرد کلینیکی دوا در یک واقعه بیماری اثرگذار بوده و ممکن این عوامل با مشخصات واقعی دواهای قابل استفاده وابسته باشند. در حالات دیگر مصرف دواها اگر نامرتبط هم باشد، تحت نام اساسات غیردوایی یاد می‌گردند. در ساحه طب وترنری عملاً استفاده معقول دوا مستلزم آنست تا با روش‌های معیاری کاملاً توافق داشته باشند، تا از یک سو درمان مؤثر و از سوی دیگر برای صحت عامه خطرسر را بار نیاورده و مصئون باشند. از این رو جنبه‌های تنظیمی و قانونی در حیوانات مؤلد غذایی باید دقیق‌تر رعایت گردند. در نتیجه اساسات درمانی در فارماکولوژی وترنری مهم تلقی می‌گردد.

اصطلاحات کلیدی: مرور اساسات؛ درمان؛ دوا؛ وقایه؛ طب وترنری

Review of Therapeutic Principles in Veterinary Medicine

Professor Dr. Syed Sher Shah Sadaat

Department of Clinic, Faculty of Veterinary Science, Kabul University, Kabul,
Afghanistan

Email address: sadat-12@hotmail.com

Abstract

Principally drug is used for the purposes of prevention, remission or therapy of diseases, and diagnosis. At the first step the success of a doctor is to identify or diagnose a disease cause in a specific species. A doctor should know all principles of that is important from pharmacological aspects. However, some other factors of drug clinical use in a disease case is might be effective and may these factors be related to the actual characteristics of drugs. In other conditions if use of drugs is also not related this is called Non-Pharmacological Base of Therapeutics (NPBT). In the field of veterinary medicine practical rational use of drugs are needed to be adapted base on standards and regulation, from one side this provide an effective therapy to patient and from other side not to be risk full for the public health and be safe. It is therefore, regulatory aspects in food animal therapy should be properly considered.

Keywords: Review Of Principles; Therapeutics; Drug; Veterinary Medicine

مقدمه

از ادوار خیلی گذشته‌ی تاریخ، انسان‌ها با استفاده از منابع نباتی، حیوانی، معدنی و سایر شیوه‌ها به درمان بیماری‌های بلدییت داشتند و وقایع بیماری را تحت مداوا قرار می‌دادند.

تألیفات بیشتر در مورد دواها به چین باستان بر می‌گردد که در یک مجموعه فارملر تحت نام پین تسوا (Pen Tsao) گنجانیده شده که در عصر امپراتوری شین نونگ در ۲۷۰۰ قبل از میلاد بر می‌گردد. دواهای وترنری و انسانی در آسیا در عهد باستانی خوب‌تر انکشاف داشته‌است. ریکاردهای هندوهای قدیمی خوردن میوه شولموگره را در تداوی بیماری جزام ثبت نموده‌اند. برنامه‌های همورایی تقریباً در ۲۲۰۰ قبل از میلاد جریمه‌ها در مورد ارائه خدمات صحی اشتباهی را توضیح نموده‌است. کهنه‌ترین ریکارد از کدگذاری‌های دوايي مصري‌های قدیم عبارت از کهون پیاپروس بوده، که در حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد نوشته شده‌است. این اثر با دواهای وترنری و بیماری‌های رحمی در خانم‌ها سروکار داشته و حاوی تعدادی از نسخه‌ها می‌باشند. برگ‌های ایروس پیاپروس در ۱۵۵۰ قبل از میلاد عبارت از تألیف یک تعداد از حالات بیماری‌ها و ۸۲۹ نسخه دوايي برای درمان‌ها در طب مصري‌ها بوده‌است. به‌همین‌گونه طب در عصر سومری‌ها نیز انکشاف خوب داشته‌است. این انکشافات بعد به تمدن یونانی‌ها انتقال یافت. از میان دکتوران مشهور آن دوره را سقراط از ۳۷۵ - ۴۵۰ می‌توان نام برد که استاد بزرگ در طب بوده‌است (۳). این دسته از طبیبان بنام مکتب سقراط مسما بودند. آن‌ها تشخیص‌دهنده و جراح‌های زیرک آن‌زمان بودند. سیر تکامل و اساسات طبی بعداً در قاره‌های دیگر چون اروپا گسترش وسیع‌تر پیدا کرد. کارهای گالین در ۱۳۱-۲۰۱ با فیزیولوژی و مترامیدیکا رسمی شد و وسیعاً تا ۱۴۰۰ سال کار برداشت (۴). اساسات درمانی آهسته آهسته با سعی و توجه سیر پیشرفت خوبی را پیمود. این پیشرفت‌ها در عرصه درمانی تعقیب بیشتر شد (۶).

متیریا میدیکا و فارماکوپیاها بخش‌های بزرگی مقتدر شدن فارماکولوژی برای قرن‌ها باقیمانده است (۱). از ۱۸۲۰، فارماکوپای امریکا (United State Pharmacopeia = USP)، که یک اداره غیر انتفاعی است، با سعی و تلاش ستاندردهایی را به‌منظور قوت، کیفیت، خالصیت، بسته‌بندی و برجسپ زدن برای تمام شرکت‌های مواد فارمسپوتیکی در ایالات متحده‌ی امریکا تأسیس نمود (۸). چنان‌چه ولیم اوسلر در (William Osler) در ۱۸۴۹-۱۹۱۹ از جمله پیشتازهای آکادمیک طبی قرن نوزده قلمداد شده‌است. انکشاف فارماکولوژی وترنری در قرن اخیر بیان‌گر پیشرفت‌های سریع در بخش‌های تنظیمی و قوانین به‌منظور شناسایی درست و کاربرد مؤثر مستحضرات دوايي در ساحه طبابت حیوانی و رسیدن آن به مارکیت‌های تجارتي بوده‌است. تا سال ۱۹۹۰ تحت فشارهای زیادی

داکتر لوید دیویز (Lloyd Davis)، یکی از مؤسسان اکادمی فارمکولوژی درمانی امریکا (American Academy of Veterinary Pharmacology and Therapeutics =AAVPT) و کالج فارمکولوژی کلینیکی امریکایی (American College of Veterinary Clinical Pharmacology=ACVCP) کمیته‌ی اختصاصی انکشاف فارمکوپیا را به منظور انکشاف استانداردها و در مورد معلومات دواهای وترنری توظیف کرد (۲). از آن به بعد تمام دواهای تولید شده و مستحضرات پس از طی مراحل قانونی از این کمیته تأییدی خود را می‌گرفتند. در قرن بیستم نظر به تراکم بیش از حد فابریکه‌های دواسازی و سوء استفاده‌ها و تقلب در تولید و توزیع که تحت نام محصولات دوايي خالص یاد می‌شد، به مشکلات جدی صحت عامه به نسبت نبود اسناد قانونی در مارکیت به فروش می‌رسیدند، مواجه‌گردید. از این رو کانگرس امریکا در ۱۹۲۷ تصمیم اتخاذ نمود تا اداره غذا، دوا و حشره‌کش‌ها را که بعداً بنام (Food and Drug Administration =FDA) یاد شد، تأسیس نمود (۹، ۱۱). به‌همین‌گونه قوانین دیگر نیز به منظور دواهای حیوانی تدوین یافت. این قوانین بیشتر بالای کیفیت و مصونیت دواها و توزیع آن تمرکز نمود. در ۱۹۵۹ شاخه‌ی طبی و وترنری آن به‌گونه‌ی یک بخشی از متمم‌های غذایی در آن اضافه شد. قانون به اداره غذا و دواي حیوانی، متمم‌های غذایی و بقایای دوايي در حیوانات مؤلد غذایی اجازه داد تا آن‌ها را تأیید یا رد کند.

با تأسف در کشور ما تا هنوز در ساحه و وترنری در بخش اساسات دوايي پیشرفت‌های که پاسخ‌گوی نیازها باشد، اجرا نشده‌است. امید می‌رود تا در عرصه‌ی طبابت و کاربرد دواها در ساحات طب و وترنری و انسانی بیشتر انکشاف صورت‌گیرد تا قانون‌مندتر شوند. هدف از تحریر این مقاله را توضیح و شناسایی اساسات درمانی طبابت و وترنری تشکیل می‌دهد.

اصول درمانی

وترنران و دکتران انسانی باید به‌خاطر داشته‌باشند که هیچ دوا مصئون نبوده، مگر این‌که فاقد نیروی فارمکولوژیک باشند. از این رو دکتران در کاربرد دواها حتماً اصول، معیارها و استانداردهای مورد نیاز را همواره در هنگام تداوی در نظر گیرند تا درمان منطقی و معقول خطرات ناشی از دواها را کم ساخته و برای حیوانات و انسان‌ها مصئون‌تر باشند (۵). اهمیت دانستن اساسات درمانی در طب و وترنری تحمل قابل ملاحظه خطر از ناحیه تداوی بیماری‌های تهدیدکننده‌ی حیات بوده، درحالی‌که حتی خطر کوچک‌تر ممکن در مدیریت محدودکننده‌ی خودی بیماری غیر قابل قبول باشد. از این رو است که دکتران و وترنری باید عمل‌کردهای دوا را بالای بدن حیوان بدانند، چگونگی جذب، اطراح، اثرات زهري، کاربردهای کلینیکی و عدم سفارشات، دوزاژ در انواع مختلف حیوانات که مورد تداوی قرار

می‌گیرند، همه مهم تلقی می‌شوند. محصلان باید پیوستگی این معلومات خاص را در چوکات روشن فکری اساسات درمانی در فراگیری کورس‌های فارمکولوژی شان سعی و تلاش نمایند تا آن‌را به وجه بهتر بیاموزند.

رهنمود مناسب برای محصلان و داکتران و ترنری تنظیم کورس دوره تحصیلی در نصاب بخوبی انکشاف داده شده‌است (۷). معلومات ضروری حد اصغری چک‌لست دواى مجاز دسترسی به دانش دواى را تشویق می‌نماید. مثلاً؛ متیقن باید شد که محصلان دانش کافی بر مبنی اتخاذ تصمیم معقول در مورد کاربرد دواى بخصوص در یک واقعه بیماری درمان شده را می‌گیرند (۸).

دوا به مواد کیمیایی که بالای سیستم‌های بیولوژیک به منظور مفاد فارمکولوژیکی یا درمانی داده می‌شود، اطلاق می‌گردد (۴، ۱۵). به منظور تفهیم بهتر فهرست این اساسات در ذیل جهت معلومات بیشتر ارائه می‌گردد (۴، ۵):

۱. در نخست باید دانست که هدف درمانی چیست؟ هدف باید مشخص، قابل پیمایش، قابل اجرا، واقع‌بینانه و مقید به زمان باشد تا به اساس آن در زمینه‌ی درمان اقدام مناسب صورت گرفته بتواند. پرسش بعدی اینست که چی روند پاتوجنیک را شما آروزو دارید تا با بکاربردن دوا در این دسته به خصوص، این دوا تغییری را بار آورد؟ آیا ضروری است تا این دوا یا دواى دیگر را در این واقعه بیماری استفاده نماید؟

۲. به وسیله چی راه تطبیق می‌توان این دوا را در یک واقعه بیماری بکار برد (۱۲) و سؤال این جاست که آیا شما میخواهید آن دوا را استفاده نماید؟ به چی اساس این تصمیم را گرفته اید؟ به چی اساس مثال‌های مربوط به مفاد یا نواقص داخل وریدی را در مقابل تطبیق راه دهن در این واقعه ترجیح داده اید؟

۳. چی شکل دوزاژ را شما بکار می‌برید؟

۴. چی دوزی را بر اساس واحد در کیلوگرام (units/kg) یا میلی‌گرام در کیلوگرام (mg/kg) در کل سفارش و چی مقدار در این حیوان بخصوص شما استفاده می‌کنید؟ شما چطور به این دوز رسیدید؟ آیا مواد تحت احتیاط‌ها که باید دوز را در این حیوان اصلاح نماید، مطرح می‌شوند؟

۵. چی وقفه دوزاژ در نظر است؟ آیا این دوا بکرات کافی است تا از افتیدن آن در غلظت پائین‌تر از اثر جلوگیری نماید؟ آیا این دوا بکرات تراکم رسوبی و زهرینه‌گی خواهد داشت؟

۶. چی دوره احتمالی درمانی در نظر است؟

۷. برای حیوانات مؤلد غذا؟ آیا دوا برای کاربرد در این نوع حیوان تأیید شده‌است؟

۸. چی دوز دوا در فی بار تداوی ارزش دارد؟ این مصارف باید در برگیرنده قیمت تطبیق دوا، سورنج، وقت تکنیشن و توزیعات خاص آب و برق می باشند. آیا قیمت مصارف تداوی از ارزش حیوان یا توقع پرداخت دل خواه مالک حیوان تجاوز می کند؟ آیا قیمت مناسب مربوط به جدی بودن بیماری می باشد؟

۹. کدام اختطاریه های خاص باید مشاهده شوند تا مؤثریت یا مصؤنیت اش را افزایش دهد؟ طور مثال: چی واقع می شود اگر دوا از طریق گرده ها اطراح گردد و وظیفه گرده در آن واقعه تحت بحث باشد؟ آیا این دوا با سایر دواها در رژیم تقابل خواهد کرد؟

۱۰. کدام عدم سفارشات به کاربرد این دوا موجود اند؛ مثلاً تحت چی حالات باید این دوا استفاده نشوند؟

۱۱. چی عکس العمل های ناخواسته و زیان بار ممکن متصور می باشند؟

۱۲. چطور شما حیوان را برای برملا ساختن توانایی عکس العمل های جدی قبل از این که آن ها طور دایمی یا در خطر تهدید حیات اند بازرسی می نماید؟

۱۳. چی تدابیر عملی را شما خواهید گرفت اگر یکی از عکس العمل های دوا که در بالا ذکر شد تبارز نمایند؟ آیا شما از پیش دوا یا سامان آلات لازم را بدسترس دارید؟

۱۴. چی پلان را شما برای ارزیابی نتایج درمان دارید؟ با چی پارامترها شما قضاوت می کنید که آیا حیوان به تداوی پاسخ داده است؟ چی زمانی شما توقع اولین پاسخ معقول را دارید؟ چطور قضاوت خواهید نمود که شما حیوان را معالجه نموده اید؟ تعقیب کدام پروسیجرها باید برقرار گردد؟

فارمکولوژی و ترنری یک مضمون ساده و آسان نبوده تا بنابر نگرانی موجودیت تنوع انواع مختلف حیوانات و وافر بودن دواهای موجود که بتواند طور قانونی بدست آید، استفاده شوند. از داکتران و ترنری پرسیده شوند تا مواظبت صحی را برای تمام قلمرو حیوانی به استثنای انسانها در نظرگیرند. در فراگیری دانش فارمکولوژی، محصلان باید طور ثابت زیرکی خودشان را حفظ نمایند تا حقیقت را که بسیاری انواع حیوانات ممکن برای برخی دواها پاسخ متفاوت بدهند، درک نمایند. تفاوت های انواع و در حقیقت حیوانات را که ما تداوی می کنیم در زنجیره تدارک غذایی انسانها داخل شده، از این رو فارمکولوژی و ترنری را از فارمکولوژی طبی متفاوت تر می سازد (۱۴).

مطالعه مقایسوی فارمکولوژی یک بخش ضروری بوده تا و ترنر را قادر به تجویز یا نسخه نویسی معقول دوا درمانی بدون متضرر ساختن بیمار عملی نماید. این امر یک مشکل مرکزی طبی از زمان های قدیم تا حال ادامه داشته است. طوری که ارسطو در (۳۲۲-۳۸۴ قبل از میلاد) در کتاب

نیخوما شین (Nichomachean) شماره نهم گفته بود که حتی در طب، گرچه آسان خواهد بود تا در مورد غسل و این و جراحی بدانیم که چطور، کی و چی زمانی آن‌ها را باید اجرا نماید. بناءً، اثر معالجه کم‌تر از متعهد بودن نسبت به یک معالج و ترنری می‌باشد (۵).

هدف درمانی

هدف در هر فعالیت یکی از موارد اساسی برای رسیدن به نتایج مطلوب می‌باشد. چی بسا دیده شده است که یک فعالیت بدون در نظر داشت هدف نتایج مطلوب را در قبال نداشته است. شاخص‌های اساسی هدف را همانا مشخص بودن آن در یک واقعه تشکیل می‌دهد که به‌طور خلص در مورد آن با بکارگیری دانش علمی و تجربی در مسلک تعقیب می‌شود. مثلاً در یک واقعه‌ی بیماری عفونتی یک داکتر در ابتدا باید دقیق بداند که عامل بیماری عفونی چیست (تشخیص دقیق)؟ تا هدف درمانی خود را بر اساس تشخیص پلان‌گذاری (Therapeutic planning) نماید. در قدم بعدی داکتر و ترنر به کدام اساس مقیاس و اندازه‌گیری را انجام می‌دهد تا به یک نتیجه ابتدایی نایل گردد. در پهلوی اندازه‌گیری‌های ابتدایی از کدام و سایل ممد تشخیصی (آزمایش‌های لابراتواری) استفاده نماید تا طور دقیق در پلان‌گذاری هدف مند مؤفق‌شود. در مرحله بعدی داکتر چگونه می‌تواند موفقیت را با دقت بدست آورد (کاربرد معقول دوا)، این موفقیت باید واقع‌بینانه و مؤثر باشد تا دست‌آورد مطلوب را مستند سازد (نسخه و یا راجستریشن کلینیک) و سرانجام همه این موارد برای بدست آوردن هدف مقید به یک مدت زمان باشد (کورس تداوی).

راه‌های تطبیق دوا

اکثراً راه‌های تطبیق دوا مربوط به شکل دواپی و مستحضر موجوده در مارکیت می‌باشد، ولی با آن‌هم در درمان اهمیت دارد. داکتران نباید فراموش‌کند که بدون تعمق در این مورد نظریه موجودیت انواع مختلف در طب و ترنری چنین تصمیمی را اتخاذ نماید. علاوه بر آن حیوانات کوچک، بزرگ و حیات وحش نیز باید در نظر گرفته شوند. از این‌رو تمام این موارد باید به‌طور دقیق تصمیم‌گیری منطقی شوند. اتخاذ تصمیم برای این‌که ما چرا این راه تطبیق را انتخاب نموده ایم با تصمیم درمان منطقی (Logic Therapeutic Decision = LTD) و شکل دواپی (Drug Form) موجود و حتی در برخی موارد مقدار یا حجم دوا باید در نظر باشد. مثلاً؛ اگر ما در یک واقعه اسیدوز در یک حیوان نشخوارکننده برای از بین بردن بکتری‌های مؤلد اسید انتی بیوتیک را از راه دهن سفارش می‌کنیم، منطقی دارد. به‌همین‌گونه در حالات عاجل و تهدید حیات حیوان راه منطقی درست همانا راه داخل وریدی ترجیح داده می‌شود. به‌خاطر باید داشت که اتخاذ تصمیم در مورد راه تطبیق مربوط و منوط به‌شکل

دوا و سایر خصوصیات فزیکي، کیمیايي، انحلالیت در آب یا شحم و غیره بوده می تواند تا نتایج مطلوب از درمان بدست آید (۱۲).

دوزاژ دوا

دوزاژ به مقدار دواي اطلاق می گردد که در یک نوع خاص، در یک واقعه بیماری مشخص تشخیص شده، در وقفه های پیش بینی شده ی درمانی در کورس تداوی مطابق ورق داخل محفظه مستحضر دوايي در یک حیوان تطبیق می گردد (۱۴). جنبه های مختلف دوزاژ نیز باید در نظر گرفته شوند و در بسیاری موارد به آن عطف توجه را داکتران باید معطوف دارند. نکات مهم دیگری که باید بخاطر داشت، اینست که واحد اندازه گیری دوز را دقیق باید طبق رهنمود یا ورق داخل محفظه رعایت کرد نه از روی کتاب. اکثراً این واحدها در کشور به سیستم متریک بوده و به گرام در کیلوگرام وزن زنده (g/kg Bw)، میلی گرام در کیلوگرام وزن زنده (mg/kg Bw) و واحد بین المللی در کیلوگرام وزن زنده (units/kg Bw) که در ورق داخل محفظه واضح بوده، استند. طوری که از معلومات فارمکولوژیک می دانید برای هر حیوان پارامترهای محاسبه شده فارمکوکینتیک مشخص می باشد (نیمه عمر دوايي، حجم توزیعی، پاک سازی و غیره). در صورت عدم رعایت رهنمود و دانش فارمکوکینتیک، دوزاژ در ساحه ی درمانی قرار نگرفته و نه تنها مؤثریت دوايي مصئونیت ندارد؛ بلکه خطر مقاومت و در حیوانات مؤلد غذایی خطر بقایای دوايي را برای صحت عامه در قبال خواهد داشت. در پهلوی این موارد خسارات هنگفت اقتصادی به پیگر مال داری و مال دار نیز بار می آورند.

کاربرد خلاف لیبل دوا

کاربرد خلاف لیبل دوايي در کشور ما خیلی معمول بوده و دلایل بی شمار در این مورد موجود بوده که طور مختصر از برخی آن ها یاد آوری می گردد: با تأسف پالیسی ها و استراتژی های بخش تنظیمی در وترنری خیلی کم و یا حتی موجود نیستند. از این رو داکتران و ترنری هر آن چه بدسترس دارند، به مقصد تداوی استفاده می کنند. این مورد در کشور بخوبی پیگیری و بازرسی نمی گردد. از جانبی افغانستان تا حال فارملر ملی در بخش وترنری ندارد. از این رو موارد کاربرد دوا خلاف لیبل به کرات در کلینیک های حیوانی مشاهده شده است. بیشتر وترنران دواها را از دواخانه های انسانی به مقصد تداوی حیوانی استفاده می کنند. این امر بخصوص در حیوانات مؤلد غذا نهایت خطرناک بوده و دو خطر بزرگ که مقاومت دوايي و بقایای دوايي اند را برای صحت عامه در قبال خواهد داشت. در ضمن پیامدهای ناخواسته ی زیان بار کاربرد خلاف لیبل در برگیرنده ی استفاده غیر مؤثر از منابع محدود، پیامدهای

ناخواسته کلینیکی، تقابل‌های دوائی و تحمل را در بر خواهند داشت تا در آینده به آن توجه جدی مبدول گردد (۲۷).

اقتصاد وترنری

اقتصاد در طب وترنری یکی از موارد مورد بحث بوده؛ زیرا مال‌داران و دهاقین که هر دو قشر مؤلد استند، بیشتر متکی به محصولات و پیداوار خود شان می‌باشند. از این رو معالجه و درمان‌های مؤثر و اقتصادی در وترنری از اهمیت شایانی برخوردار و حتی تأمین ارتباط داکتر با مال‌دار یا صاحب حیوان را می‌تواند به خوبی تقویت نماید. چشم امید مال‌داران به حیوانات مولد آن‌ها است تا برای تأمین معیشت و نیازمندی‌های فامیل‌ها از آن‌ها بهره‌برداری مؤثر صورت گیرد. از این رو داکتران وترنری همواره با در نظر داشت نوع حیوان، ارزش آن‌ها درمان‌های شان را اقتصادی‌تر نمایند تا قناعت مشتری‌ها را بخوبی حاصل نمایند (۱۶).

اتخاذ تدابیر پیش‌گیرانه و احتیاط‌های درمانی

داکتر باید رهنمود دوی قابل تطبیق را خوانده و در موارد احتیاط‌ها و تدابیر لازم آن آماده باشد. در صورت وقوع چنین حالات دوا و یا سامان آلات لازم موجود باشد تا کمک‌های لازم برای حیوان بیمار انجام شود. در ضمن استفاده غیر مناسب دواها و عدم توجه به یکی از موارد که در فوق ذکر شد، می‌تواند تأثیرات نامطلوب، افزایش عکس‌العمل‌های ناخواسته و زیان‌بار، کیفیت پائین خدمات صحی و سایر مراقبت‌ها را در قبال خواهد داشت. در این صورت عدم اعتماد مالک حیوان تأثیرات منفی را به تداوی بار می‌آورد (۱۷).

بازرسی درمانی

با رعایت اساسات دوائی طور مطمئن گفته می‌توانیم که پاسخ درمانی مطلوب و به هدف تعیین شده نزدیک است، ولی با آن‌هم بازرسی پاسخ دوائی در یک واقعه‌ی بیماری باید در نظر گرفته شود تا پاسخ دوا را عملاً مشاهده و از روند مثبت اطمینان حاصل شود. این امر مفاد دو جانبه را در قبال داشته که صحت‌یابی و نتایج مطلوب درمانی را برای داکتر آشکار می‌سازد، کسب تجربه و اطمینان از کار انجام شده داکتر را به هدف می‌رساند. در ضمن مراقبت اعضای حساس به تأثیرات زیان‌بار و زهری دوا مانند گرده‌ها، جگر، قلب و غیره هم‌واره در نظر باشد (۱۳).

اساسات تداوی غیردوائی

اساسات تداوی غیردوائی تحت نام ((The Non-Pharmacological Basis of Therapeutics = NPBT)) یاد می‌شوند. در بسیاری موارد ملاحظه شده است که حیوان به دوا برای درمان اصلاً نیاز ندارد بلکه،

از تداوی غیردوایی که در برگیرنده‌ی افزایش یا کاهش وزن حیوان از طریقه‌های مختلف و معمول کارگرفته‌شود یا در مورد جلوگیری از نسل‌گیری‌های ناخواسته از شیوه‌های مناسب جراحی می‌توان نام برد. در بسیاری واقعات دردها، واقعات ارتوپیدی را با فیزیوتراپی، مشق و تمرینات ورزشی می‌توان تداوی کرد. در طبابت و ترنری خیلی موارد است که نیاز به تداوی دوایی ندارند. زخم‌های مزمن را با داغ کردن در سابقه‌ها مداوا می‌کردند، دلیل برای این عمل آن بوده تا زخم را از حالت مزمن به حالت حاد در آورده تا تداوی آن آسان شود و یا هم مالیدن لوش و دوش گرفتن، و غیره حالات را می‌توان نام گرفت. بهر حال سایر عوامل بر اشکال کاربرد دوا و بیماری اثرگذار بوده؛ بنابراین، روش‌های درمان غیردوایی در کشورها متفاوت بوده نه تنها انعکاس‌دهنده‌ی منابع علمی و تکنالوژی آن‌ها است بل به وضعیت اجتماعی، اقتصادی، عنعنوی و فرهنگی نیز وابستگی دارند. از این رو در ساحه عمل تداوی غیردوایی مستلزم آنست که تطبیق آن باید با معیارهای تعیین‌شده مستند باشد. این امر باعث بار آمدن یک نمونه بایومیدکل برای تداوی غیردوایی شده می‌تواند. طوری که تأثیرات مثبت تداوی غیردوایی باعث اقناع مالک حیوان شود. این حالت می‌تواند ارتباطات مؤثر را بین داکتران و مال‌داران یا مالک حیوان تامین نماید. در پهلوی آن مسایل فرهنگی و ترحم به یک حیوان بیمار حتی جنبه‌های عالی‌تر را در جوامع ملاحظه می‌کنیم (۱۸).

عدم نیاز به دوا

در بسا موارد در کلینیک‌های حیوانی مشاهده شده که کاربرد دوا را به جنبه‌های منفعت‌زایی در مقایسه به درمان حقیقی بهره‌داری اقتصادی می‌نمایند. در حقیقت ممکن حیوان هیچ نیاز به دوا نداشته باشد. کاربرد دوا در صورتی که هیچ‌گونه نیاز به دوا نباشد، در برگیرنده‌ی چندین نوع کاربرد مستحضرات دوایی می‌باشند. طورمثال؛ در بسیاری کشورها این عمل جز یک فرهنگ شده تا حتی در برابر حالات عکس‌العمل ساده تنفسی، گلودردی عادی، اسهالات تغیرغذایی متوصل به استفاده از انتی‌بیوتیک می‌شوند. صرف نظر از این که آن‌ها از خطرات ناشی از مقاومت و یا حتی در حیوانات مؤلد غذا بقایای دوایی (Drug Residue) فکر نمایند، متأسفانه دواها را بکار می‌گیرند. در حقیقت این خود یک تخطی آشکار و خلاف اخلاق طبی می‌باشد (۲۷).

تنظیمات دوایی در ساحه‌ی فارمکولوژی و ترنری

در طب و ترنری چون بیماران را حیوانات کوچک، بزرگ اهلی و در برخی موارد حیوانات وحشی تشکیل می‌دهند، در ضمن تفاوت‌های تنوع در این حیوانات از جوانب مختلف فارمکوکینتیکی باعث می‌شود تا داکتران و ترنری مجبور شوند در روند تصمیم‌گیری شان برای تجویز دواها محدودیت‌های

جدی را وضع یا اعمال نمایند (۱۰). این امر بیشتر مربوط به پالیسی‌سازان و تدوین استراتژی‌ها نیز می‌گردد. نقش صلاحیت‌داران دولتی و ادارات مربوطه در این راستا واضح است. با تأسف در کشور ما در بخش و ترنری تا هنوز فارمسی و ترنری وجود ندارد. به‌همین‌گونه قوانین مربوطه نیز تدوین نشده‌است و مشکلات زیاد وجود دارد. اکثراً در مارکیت‌های دوا، دواها در محلات غیرمعیاری و غیرمصنوع نگه‌داری می‌شوند. علاوه بر آن بخش تعلیمی و آگاهی‌رسانی خیلی ضعیف یا حتی وجود ندارند. همه این موارد چالش‌زا بوده و خطر متضرر ساختن صحت حیوانی و صحت عامه را در قبال خواهند داشت.

کاربرد دواهای غیر مصنوع و نسخه‌نویسی در طب و ترنری

به احتمال قوی گفته می‌توانیم که بروز اثرات ناخواسته و زیان‌بار دوابی نسبت به اثرات مطلوب و مؤثر آن در روند تداوی زمانی افزایش می‌یابند که کاربرد غیرمصنوع، نسخه‌ی غیر مسؤلانه و عدم رعایت اساسات‌درمانی را در قبال داشته باشند و داکتران و ترنری به حیوان بیمار دواى غلط را تجویز نمایند. در برخی موارد مشاهده شده که استروئیدهای انابولیک به‌منظور رشد و اشتها در حیوانات استفاده می‌شوند، یا در واقعات عدم موجودیت بقیه‌طلبی در حیوانات مؤنث هورمون‌های جنسی مکرراً استفاده شده‌است. به‌همین‌گونه به کرات تجویز نا درست انتی‌بیوتیک‌ها به مشاهده رسیده‌است. در بخش نسخه‌ها و اجراآت آن نیز کم‌تر توجه می‌گردد و نسخه‌های معیاری در نظر گرفته نمی‌شود (۲۰).

اساسات‌درمانی با انتی‌بیوتیک‌ها

انتی‌بیوتیک‌ها مواد دوابی اند که توسط میکروارگانیزم‌ها طور طبیعی، نیمه‌مصنوعی و یا هم مصنوعی تولید شده که در غلظت‌های تعیین شده مختص به آن‌ها باعث نهی یا کشتن میکروارگانیزم‌ها می‌شوند. تمام انتی‌بیوتیک‌ها ضد میکروب استند، ولی تمام ضد میکروب‌ها انتی‌بیوتیک نیستند. بنابراین، در اساسات‌درمانی انتی‌بیوتیک‌ها داکتران باید توجه را مبذول دارند تا از عواقب ناگوار آن، هم حیوان و صحت عامه را مصنوع سازند (۵).

ضد میکروب به دواهای اطلاق می‌گردند که به‌شکل طبیعی یا مصنوعی بدست آمده و باعث کشتن یا نهی رشد و نموی میکروارگانیزم‌ها می‌گردند و میزبان را متضرر نمی‌سازند. از این‌رو در هنگام کاربرد انتی‌بیوتیک‌ها و ضد میکروب‌ها نهایت احتیاط را باید رعایت کرد. اساسات را که در هنگام کاربرد پیشنهاد شده‌است باید به‌دقت در نظر گرفته‌شوند.

در کاربرد انتی‌بیوتیک بهتر است فعالیت عمومی آن‌ها را در برابر بکتیریا از نگاه طیف اثر (باریک تنها بالای گرام مثبت یا گرام منفی، متوسط بالای گرام مثبت و برخی گرام منفی‌ها، ساحه‌ی وسیع

بالای گرام مثبت، منفی و برخی میکروارگانیزم‌های دیگر) در نظر گرفت. در ضمن طبقه‌بندی دیگر را اثر و قدرت کشنده‌گی و یا توقف‌دهنده‌ی رشد و نمو تشکیل می‌دهد. نظریه این خصوصیات انتی‌بیوتیک‌های بکتریسیدل (Bactericidal) آن‌هایی‌اند که باعث مرگ یا کشتن بکتری می‌گردند: مانند پنسیلین‌های طیف باریک، وسیع، سفالوسپورین‌ها و انتی‌بیوتیک‌های دسته‌ی امینوگلیکوزیدها (Aminoglycosides) مانند سترپتو مایسین، جز تا مایسین و غیره. در حالی که در دسته‌ی بکتریوستاتیک‌ها (Bacteriostatics) که باعث نهی بکتری در حالت تکثر در رشد و نمو آن‌ها می‌گردند، مانند تتراسیکلین‌ها، کلورامفنیکول و غیره. عمل کرد انتی‌بیوتیک‌ها تعلق به ارگانیزم دارد. انتی‌بیوتیک‌های بکتریسیدل دیوار حجروی، غشای حجروی و یا مواد جنیتیکی بکتریایی (DNA) را تخریب می‌کنند. درحالی‌که انتی‌بیوتیک‌های بکتریوستاتیک بکتری در حال تکثر را با نهی سنتیز پروتیین از رشد و نمو آن‌ها باز می‌مانند. علاوه بر آن این انتی‌بیوتیک‌ها با سیستم معافیتی فعال به کار برده شوند تا سیستم معافیتی آن‌ها را از بدن برطرف نماید (۲۱).

از نگاه وضعیت کلینیکی در حالات تهدیدکننده‌ی انتی‌بیوتیک‌های بکتریسیدل بر بکتریوستاتیک ترجیح داده، می‌شوند. در حالات که سیستم معافیتی عضویت حیوان ضعیف باشد. مثلاً، در التهاب طبقه داخلی قلب (Endocarditis)، در این صورت سیستم معافیتی دست‌رسی ضعیف به والوهای قلب داشته و انتی‌بیوتیک‌های بکتریوستاتیک در پاک‌سازی عفونت بدون کمک سیستم معافیتی مشکل دارند. در واقعات التهاب مغز (Meningitis)، سیستم معافیتی دست‌رسی ضعیف به میننژ داشته و انتی‌بیوتیک‌های بکتریوستاتیک ممکن در بر طرف کردن مکمل عفونت‌ها به کمک سیستم معافیتی مشکل داشته باشند. در حالات پایین بودن نیوتروفیل‌ها (Neutropenia)، سیستم معافیتی قبلاً تحت فشار بوده، بهتر است تا انتی‌بیوتیک بکتریسیدل استفاده شود. به‌همین‌گونه برخی مزایایی در کاربرد انتی‌بیوتیک‌های بکتریوستاتیک نیز ترجیح داده می‌شوند: در واقعات سیپسس / اندوتوکسیما؛ کشتن سریع و آنی بکتری گرام منفی می‌تواند به معرض قرار دادن میزبان را به اندوتوکسین افزایش دهد و درمان علایم سیپسس را بدتر می‌سازد. در حیوانات جوان و اطفال کشتن فوری بکتری گرام منفی باعث افزایش التهاب در میننژ علایم کلینیکی را بدتر می‌سازد. انتی‌بیوتیک‌های بکتریسیدل در برابر تولید سم پاتوجن‌ها، تولید آن‌را نهی نموده و علایم کلینیکی را به حداقل رسانده و سیستم معافیتی پاک‌سازی عفونت را کمک خواهد نمود. این حالات به‌خصوص در عفونت‌های ستافیلوکوکی و سترپتوکو حقیقت دارند (۲۲).

تقابل‌های دوائی- سینرجیزم نیز در اساسات مهم بوده کاربرد ترکیبی دو انتی بیوتیک باعث تقویت اثر یک‌دیگر برای بر طرف کردن بکتری می‌گردند (۲۳). در این صورت عمل کرد ترکیبی دو انتی بیوتیک بسیار بزرگ‌تر از اثر جمعی هر یک می‌باشند. در این زمینه مثال‌های زیاد مستندسازی شده اند؛ ترامتوپیریم با سلفون‌امایدها طور موفقانه باعث نهی مراحل میتابولیزم بکتری می‌گردد. میسلینوم و امپی سلین باعث نهی زنجیره بخش‌های از سنتیز دیوار حجروی بکتری می‌گردد. پنی سیلین با امینوگلایکوزید ورود بداخل حجره را که آن‌ها می‌توانند تولید پروتیین را تخریب کنند، باعث می‌گردد. امپی سلین با کلانونیک اسید باعث تخریب انزایم شده که شکستن امپی سلین به انتی بیوتیک مجال کار بسیار مؤثر را می‌دهد (۲۴).

در صورت انتاگونیزیم انتی بیوتیک‌ها بر ضد یک‌دیگر عمل نموده عمل کرد ترکیبی دو انتی بیوتیک بسیار کم‌تر نسبت به اثر جمعی هر انتی بیوتیک می‌باشد. انتاگونیزم در داخل عضویت حیوان به سطح بکتری واقع می‌شود. مثال‌های بسیار عمده‌ی آن‌را استفاده انتی بیوتیک بکتری‌سیدل با بکتریوستاتیک می‌توان ارائه کرد. معمولاً یکی کافی است و کاربرد هر دو ضایع پول است.

افزایش تولید انزایم که پنی سیلین را تخریب می‌کند. سفالوسپورین‌های جدید تولید انزایم را افزایش داده که پنی سیلین را می‌شکنند.

حساسیت ضد میکروبی دلالت ضمنی بر آن داشته که ارگانیزم‌ها دارای خصوصیتی اند که ایشان‌را آسیب‌پذیر به اثرات انتی بیوتیک می‌سازد (۲۶). حساسیت اندازه‌گیری انتی بیوتیک داده شده است که توانایی نهی رشد و نما یا کشتن بکتری را دارد. آزمایش‌های حساسیت در لابراتوار انجام می‌شوند. درحالی که مقاومت توانایی میکروارگانیزم است که در برابر اثرات انتی بیوتیک قرار می‌گیرد (۲۵).

نتیجه‌گیری

فارمکولوژی علم مطالعه دوا، تأثیرات متقابل و سرنوشت آن‌ها با عضویت بوده، دوا به‌منظور وقایه، معالجه، تشخیص و تداوی بیماری‌ها استفاده می‌شوند. در تعریف مختصر در حقیقت دوا دارای خاصیت ذاتی و تمایل با پیوستن با یک اخذه بوده که عمل خود را برای تعدیل وظیفه‌ی یک حجره اعمال می‌کند. انسان‌ها از زمان‌های خیلی قدیم با استفاده از منشأی نباتی، حیوانی و معدنی بلدیت داشتند و آن‌ها را در واقعات بیماری‌ها برای تداوی استفاده می‌کردند. دانش فارمکولوژی و کاربرد دواها مربوط و منوط به یک سلسله اساسات در تجویز و تطبیق دواها بوده که با اعمال آن‌ها مصئونیت و اطمینان در روند تداوی تأمین می‌گردند. تعقیب رهنمودهای تنظیمی از دیر زمانی در ساحه‌ی طبابت انسانی بیشتر انکشاف یافته و در بخش طب وترنری کم‌تر می‌باشد. از این‌رو نیاز برای تعلیم و تربیه داکتران وترنری مستلزم موجودیت نصاب‌های معیاری با در نظر داشت بخش تیوری، عملی، مشق و

تمرین‌ها به سطح معیاری آن باید در نظر گرفته شوند. ارائه خدمات صحی و ترنری توسط داکتران مجرب که با دانش و مهارت‌های روز خود را عیار نموده باشند، یکی از موارد نهایت مهم می‌باشد. تطبیق و کاربرد علمی دانش، مهارت‌های مسلکی و رعایت اساسات‌درمانی در فارمکولوژی اعتبار و روابط داکتر با مال‌داری و کاربرد مسلکی آن‌ها را بهبود بخشیده و در راستای خدمت‌گذاری مؤثر آن‌ها را یاری می‌رساند. عدم رعایت قوانین و استانداردها در ارائه خدمات درمانی عواقب ناگوار و خطرناک را در بسیاری موارد در قبال داشته که باعث خسارات هنگفت اقتصادی به پیکر مال‌داری شده است. کار و تلاش بیشتر در راستای تحقیقات علمی، تجربی و تنظیمی، تدوین رهنمودهای معیاری و استانداردها ارائه خدمات صحی و ترنری را در کشور بهتر تضمین می‌کند.

منابع

- (1) Aviado, D. M. Pharmacologic Principles of Medical practice, 8th ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1972.
- (2) Abel, J.J. Chemistry for the gates chemical laboratory, California institute of Technology and department of pharmacology, Johns Hopkins University. J Pharmacol. Exp. Ther. ٢٧:266. 1926.
- (3) Adams, H. R, Veterinary pharmacology and therapeutics. 8th Ed. Iowa state University. 2001
- (4) Baggot, J. D. An introduction to principles of veterinary clinical pharmacology: General principles. Newzeland Veterinary Journal 2011; volum 21, 207-211.
- (5) Nierenberg, D. W., and Melmon K. L. In K. L. Melmon, H. F. Morelli, B. F. Niernberg, and D. W. Niernberg, eds., Clinical Pharmacology: Basic Principlers in Therapeutic, 3rd ed. 1992. New York: McGraw-Hill.
- (6) Burger, A. Drug and people: Medicines. Their History and Origins, and Way They Act. Charlottesville: Univ. Press of Virginia. 1986.
- (7) Coppoc, G. L., and Stuckey, W. J. an approach to student responsibility in drug usage Med Edu. 1977. 4:171.
- (8) Anderson, L. and Higby, G. The Spirit of Voluntarism. A Legacy of Commitment and contribution, The United States Pharmacopeia 1820-1995. Rockville, MD: The United States Pharmacopeia Convention. 1995.
- (9) Center of Veterinary Medicine, Food and Drug Administration. A Brief History of Center of Veterinary Medicine. <http://www.fda.gov/cvm/abotbeg.htm>.
- (10) Davis, L. E. Veterinary Pharmacology-An Introduction to the Discipline. In Booth, N.J. and McDonald, L.E. (eds.) Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 5th Ed. Ames: Iowa State University Press. 1982.
- (11) Van Mert, A.S.J.P.M. The roles of EAVPT, ECVPT and EAVPT Congresses in the advancement of veterinary pharmacological and toxicological science. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics 2006; 29(suppl.): 9-11.
- (12) Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. Veterinary Pharmacology and Therapeutics 9th ed. Iowa state University, 2009.
- (13) Chios, W.L., Jeong, H.Y., Chung, S.M., and Wu, T.C. Evaluation of using dogs as an animal model to study fraction of oral dose absorbed of 43 drugs in humans. Pharmaceutical Research. 2000; 17; 135-140.
- (14) Hardee, G.E., and Baggot, J.D. Development and Formulation of veterinary Dosage Forms. 2nd Ed. New York: Marcel Dekker. 1998.
- (15) Ali, M. and Gupta, J. Drug store and business management for second year diploma in pharmacy and B. pharmacy Saish Kumar Jain for CBS publication and distribution. 2008.
- (16) Stephen, F. Sundlof. Legal control of veterinary drugs. In Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. Veterinary Pharmacology and Therapeutics 9th ed. Iowa State University; 2009, pp. 1363-1360.

- (17) Marily Martinez, Melanie Berson, Bernadette, Dunnham, Joan Gotthardt, and Laura Hungerford. Drug Approval process. In Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 9th ed. Iowa State University. 2009; pp. 1365-1367.
- (18) Mathews K, Kronen PW, Lascelles D, Nolan A, Robertson S, Vm Steagall P, et al. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain: WSAVA Global Pain Council members and co-authors of this document. *J Small Anim Pract* . 2014; 55(6): E10-E68. doi: 10.1111/jsap.12200.
- (19) Cynthia, A. Cole and Keith Zientek. Regulation of drug and medication use in performance animal. In Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 9th ed. Iowa state University; 2009, pp. 1419-1421.
- (20) AVMA Guidelines for supervising use and distribution of veterinary prescription drug. 2007 (<http://www.avma.org>)
- (21) Mark Papich and Riviere, J. E. Beta-Lactam Antibiotics: penicillin's, cephalosporin, and related drugs. In Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 9th Ed. Iowa state University; 2009, pp. 865-889.
- (22) Wanamaker, B.P., Massey, K. I.. *Applied pharmacology for veterinary technician*, 4th Eds. St. Louis, Missouri; 2004. pp. 226-229.
- (23) VanCamp , SD, Papich, Mc., Whitacre, MD. Administration of ticracillin in combination with clavulanic acid intravenously and intrauterinly to clinically normal estrus mares. *J Vet Pharmacol. Ther.* 2000; 23: 373-378.
- (24) Cory, L, Stefan, S., and Ian. D. USP'S role in veterinary pharmacology and evidence-based information. In Riviere, Jim, E. and Papich G. Mark. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 9th ed. 2009. pp. 865-889.
- (25) Vree, TB., Dammers, E., Van Duuren, E. Variable absorption of clavulanic acid after an oral dose of 25mg/kg of Clavubacin® and Synulox® in healthy dogs. *J Vet Pharmacol Ther.* 2003; 26: 165-171.
- (26). CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacterial Isolated from Animals; Approved Standards-Third Edition. CLSI document M31-A3. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute. 2007.
- (27) Freese, W.R.. Responsibility of food animal practioner regarding extra-label use of drug. *JVAMA*. 1993; 202(10):1733-1734.

جنبه‌های کلینیکی و اپیدمیولوژیکی چیچک شادی: بیماری زونوز تازه ظهور با انتشار جهانی

پوهنوال دکتور اسدالله صمدی

دیپارتمنت پاراکلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: assad.samadi@gmail.com

چکیده

باوجود این‌که واقعات محدود چیچک شادی در انسان‌ها قبلاً هم به ملاحظه رسیده است، اما این بیماری به مثابه یک بیماری ویروسی تازه ظهور اخیراً به تمام کشورهای جهان انتشار یافته است. حیوانات وحشی به‌ویژه انواع مختلف شادی و جونده‌های کوچک ذخیره‌گاه‌های عمده ویروس عامل را تشکیل می‌دهند. انسان‌ها بیشتر در اثر تماس با هم‌چو منابع حیوانی و یاهم مواجه شدن با افراد مبتلا به عفونت گرفتار می‌شوند. باوجود این‌که چیچک انسانی در سال ۱۹۷۷ از جهان ریشه‌کن شده است، اما ظهور بیماری چیچک شادی در جمعیت‌های انسانی و گسترش سریع آن به تمام قاره‌ها در سال ۲۰۲۲، نگرانی‌های زیادی را در مورد تکرار حوادث تلخ چیچک انسانی که با میزان بلند تلفات در جمعیت‌های انسانی همراه بود، به‌وجود آورده است. بنابراین، سازمان صحتی جهان رخداد اخیر این بیماری را به‌حیث یک حالت اضطراری صحت عمومی با نگرانی بین‌المللی اعلان نموده است که مبارزه در برابر آن نیازمند اقدامات فوری و هماهنگ در سطح بین‌المللی می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: جنبه‌های کلینیکی و اپیدمیولوژیکی؛ چیچک شادی؛ واقعات انسانی؛ شایعات جدید؛ حالت اضطراری صحت عمومی؛ ذخیره‌گاه‌های حیوانی

Clinical and Epidemiological Aspects of Monkeypox: An Emerging Zoonosis with Worldwide Distribution

Associate Prof. Assadullah Samadi, DVM, MVSc

Department of Paraclinic, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: assad.samadi@gmail.com

Abstract

Monkeypox is an emerging viral disease that has recently spread to all countries of the world. Wild animals, especially different species of monkeys and small rodents, are the main reservoirs of the causative virus. Humans are mainly infected by contact with such animal sources or by exposure to infected humans. Although smallpox was eradicated from the world in 1977, but the emergence of monkeypox infections in human populations and its rapid spread to all continents in 2022, made many concerns about the repetition of human smallpox events which were accompanied with lots of casualties in human populations. Based on this condition, the World Health Organization has declared the recent incident of monkeypox as a public health emergency of international concern, which requires immediate and coordinated measures at the international level.

Keywords: Clinical And Epidemiological Aspects; Monkeypox; Human Cases; New Outbreaks; Public Health Emergency; Animal Reservoirs

مقدمه

انتقال عوامل بیماری‌زا از حیوانات به جمعیت‌های انسانی همیشه متصور است؛ اما شایعات گسترده‌ی بیماری‌های زئونوز در این اواخر خطرات بزرگ صحتی و اقتصادی-اجتماعی را در سطح جهان بار آورده است (۱). ظهور بیماری‌های جدید زئونوز و تبارز دوباره‌ی بیماری‌های قدیمی در مناطق مختلف جهان، مسوولین سیاسی و صحتی جهان را به آن واداشته تا برای مبارزه در برابر هم‌چو تهدیدات گسترده آماده‌گی لازم و دوام‌دار داشته باشند (۲).

با وجودی‌که بیماری چیچک انسانی در گذشته میلیون‌ها انسان را به کام مرگ کشانید، اما خوش‌بختانه یکی از بزرگ‌ترین موفقیت‌های طبابت در دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی رقم خورد و بیماری متذکره در اثر مجادله‌ زمان‌گیر از جهان ریشه‌کن شد (۳). شایعات اخیر عفونت و ویروس چیچک شادی ("MPXV" monkeypox virus) را در انسان‌ها نیز یک ویروس دیگر جنس اورتوپوکس ویروس (*Orthopoxvirus*) که ویروس چیچک انسانی هم به آن تعلق دارد، به‌وجود آورده است؛ اما این ویروس از لحاظ جنتیکی متفاوت از ویروس چیچک انسانی است. با رخداد این شایعه جدید، گذشته تلخ و درد‌آور اپیدیمی‌ها و پاندیمی‌های چیچک انسانی دوباره در خاطره‌ها زنده شده است (۴). واقعات اولی چیچک شادی در انسان‌ها در ۱۹۷۰ در جمهوری دیموکراتیک کانگو رخ داده و سپس به بخش‌های مرکزی و غربی آفریقا انتشار یافت و در بخش‌های متذکره برای سال‌ها در میان حیوانات وحشی دوران نموده و به‌صورت دوره‌ی انسان‌ها، حیوانات اولیه غیرانسانی و دیگر انواع حیوانات به‌ویژه جوندگی‌های کوچک را مصاب نموده است (۴، ۶). با وجودی‌که چیچک انسانی از جهان ریشه‌کن شده است، اما دو ذخیره‌گاه رسمی و بزرگ ویروس زنده واریولا "variola" (عامل چیچک انسانی) هنوز هم در ایالات متحده آمریکا و روسیه وجود دارد. اما گفته می‌شود که یک تعداد کشورها و حتی گروپ‌های متخصص نیز ممکن ویروس یادشده را نگهداری نمایند. لذا هر زمانی‌که بیماری کلینیکی مشابه چیچک انسانی رخ می‌دهد، نگرانی‌ها در مورد انتشار عمدی ویروس واریولا به میان می‌آید، زیرا حملات بیوتروریستی همیشه متصور است و تاریخ گواه رویدادهای مختلف هم‌چو حالات بوده است. این نگرانی‌ها زمانی بیشتر بالا گرفت که در بهار ۲۰۰۳ در ایالات متحده آمریکا یک شایعه مشابه چیچک انسانی به‌وقوع پیوست، اما به‌زودی مشخص شد که عامل این بیماری ویروس چیچک شادی بوده است. سپس واقعات متعدد انسانی MPXV در انگلستان، اسرائیل و سنگاپور به ملاحظه رسید و در سال ۲۰۲۲ از تمام قاره‌ها و مناطقی که قبلاً هیچ‌گاهی ویروس یادشده تثبیت نگردیده بود، گزارش یافت (۵، ۷، ۸).

ویروس چیچک شادی به خانواده پوکس ویریده (*Poxviridae*) که یک خانواده بزرگ ویروس های DNA دونواره است، تعلق دارد. این خانواده دارای دو خانواده فرعی است: کوردوپوکس ویرینی (*Chordopoxvirinae*) و انتوموپوکس ویرینی (*Entomopoxvirinae*). اعضای کوردوپوکس فقاریه ها و اعضای انتوموپوکس غیرفقاریه ها را مبتلا می سازند. بنابراین، ویروس های چیچک میزبان های بسیار وسیع دارند. در خانواده فرعی کوردوپوکس ۱۸ جنس وجود دارد که MPXV در جنس اورتوپوکس ویروس قرار دارد و افزون بر MPXV، ویروس واریولا (عامل چیچک انسانی)، ویروس چیچک گاو (*cowpox virus*) و ویروس واکسینیا (*vaccinia virus*) نیز در آن قرار دارند که همه برای انسان ها بیماری زا اند (۳، ۷، ۹، ۱۰). از جمله این ها، *variola virus* و MPXV نسبت به دیگران منحصر به فرد اند؛ زیرا این دو ویروس، بیماری های سیستمیک شدید و کشنده کلینیکی را در انسان ها به وجود می آورند (۱۱). MPXV و *variola virus* از نگاه جنتیکی نیز باهم بسیار مشابه اند. طوری که جینوم آن ها ۹۶،۵٪ مشابهت نشان می دهد. بنابراین، به وسیله ای اکثر آزمایشات معمول سیرولوژیکی به شمول خنثی سازی ویروس و نهی آگلوتینیشن تفکیک شده نمی توانند، اما جین های که وسعت میزبانی و ویرولس MPXV را مشخص می سازند، متفاوت از ویروس واریولا است. به این ترتیب و بادر نظر داشت خصوصیات جنتیکی، وسعت میزبانی و بیماری زایی MPXV، سترن های ویروس متذکره به دو دسته جنتیکی یا تایپ فرعی تقسیم شده اند: دسته حوزه کانگو (Congo Basin "CB" clade) و دسته آفریقای غربی (West Africa "WA" clade) (۵).

اساساً MPXV عامل یک بیماری زونوز تازه ظهور انسانی است که با چیچک انسانی شباهت دارد. پس از ریشه کن شدن چیچک انسانی، چیچک شادی به مثابه ی مهم ترین عامل عفونی ناشی از ویروس های چیچک در انسان مورد توجه قرار گرفته است؛ زیرا افزون بر مشابهت کلینیکی، میزان کشنده گی موارد ("CFR" case fatality rate) آن نیز ۱۰٪ است که در یک محدوده CFR چیچک انسانی ناشی از *variola major* (۳۰٪) و *variola minor* (۱٪) قرار دارد (۳، ۹، ۱۰).

با وجود این که ویروس چیچک شادی از انواع مختلف حیوانات وحشی؛ مانند شادی ها، شامپانزه، گوریل، جونده های کوچک، پستانداران کوچک و حتی سگ ها تجرید شده اند (۴، ۸)، اما هنوز هم میزبان طبیعی ویا ذخیره گاه اصلی آن ناشناخته باقی مانده است. انتقال عفونت به انسان عمدتاً از طریق تماس با افرازا، ارجق ها و مواد غایطه حیوانات مبتلا ویا هم در اثر تماس با انسان های مبتلا صورت می گیرد. انتقال جنسی و ولادی ویروس متذکره نیز در انسان ها گزارش شده است (۴، ۹).

با وجود این که بیشتر از ۵۰ سال است که واقعات انسانی چیچک شادی در آفریقا به ویژه در جمهوری دموکراتیک کانگو به شکل سپورادیک واقع می شود، اما کم تر مورد توجه علما و مسوولین صحتی در سطح منطوقوی و بین المللی قرار گرفت؛ زیرا تصور کلی بر این بود که بیماری ویژه آفریقا است و ندرتاً از انسان به انسان انتقال می نماید. این کم توجهی یکی از دلایل عمده بی است که امروز این ویروس شکل پاندمی را به خود گرفته و بیشتر از ۱۰۰ کشور جهان به شمول آمریکا، اروپا و آسیا به آن آلوده شده اند که عفونت های جدید از انسان به انسان نیز قابل انتقال بوده و از نظر متخصصین صحتی یک حالت غیر معمول و خطرناک پنداشته می شود (۲، ۹، ۱۲).

باتوجه به وسعت میزبانی و روش های مختلف انتقال عفونت به انسان ها، چیچک انسانی ناشی از MPXV یک چالش جدی را به صحت عامه به بار آورده است. لذا در این مقاله تلاش شده است تا جنبه های مختلف کلینیکی و اپیدمیولوژیکی و خطرات ناشی از ویروس چیچک شادی برای جمعیت های انسانی و حیوانی به بحث گرفته شود.

توزیع جغرافیایی و تاریخچه واقعات انسانی چیچک شادی

ویروس چیچک شادی برای اولین بار در سال ۱۹۵۸ میلادی در دنمارک در یک مرکز نگهداری شادی ها که برای تحقیقات پیرامون تهیه واکسین پولیو در نظر گرفته شده بودند، تجرید و شناسایی شد. شایعه دومی در ۱۹۵۹م در فلادلفیای آمریکا در یک مرکز نگهداری شادی ها و شایعه دیگر در ۱۹۶۲ بازهم در شادی ها در آمریکا رخ داد. نام بیماری نیز به همین اساس چیچک شادی گذاشته شد. شایعه دیگر که وسعت میزبانی چیچک شادی را برای اولین بار نشان داد، در سال ۱۹۶۴ در یک باغ وحش در هالند بود. تصور می شود که یک حیوان وحشی حشره خور بنام انتیاتر (Anteater) زمینه را برای انتقال ویروس و ایجاد شایعه در جمعیت های شادی در این باغ وحش در هالند مساعد ساخته بود. حیوان نام برده قبلاً در جای دیگر در اثر تماس با شادی ها به عفونت گرفتار شده و زمانی که به باغ وحش انتقال یافت، ۱۲ روز بعد از رسیدن بیمار شد و در آن علائم چیچک مانند انکشاف نمود و در نهایت حیوان متذکره از بین برده شد. حیوان نام برده در باغ وحش در نزدیکی شادی ها نگهداری می شد، از همین لحاظ پس از آن نزد شادی های باغ وحش (۱۰ شادی) نیز بیماری شدید با ظهور آسیب های جلدی و جاری شدن افرازاات چرک دار بینی انکشاف نمود. از جمله ۱۰ شادی بیمار، ۶ آن تلف و ۴ آن پس از یک مدت طولانی صحت یاب گردیدند. در این شایعه چندین نوع حیوان دیگر مانند گوریلا، شامپانزه و شادی های سنجاب گونه و دیگر انواع مشابه با میزان مصابیت و مرگ و میر متفاوت گرفتار شدند (۹، ۱۲، ۱۳).

اولین واقعه انسانی چیچک شادی در اول سپتمبر ۱۹۷۰ م در جمهوری دموکراتیک کانگو (که در آن زمان بنام زهیر یاد می شد)، در یک طفل ۹ ماهه، ۹ ماه پس از عاری شدن این کشور از چیچک انسانی به ثبت رسید که ابتدا به حیث چیچک انسانی تلقی شده بود، اما بعداً در لابراتوار سازمان صحتی جهان در مسکو تثبیت شد که ویروس چیچک شادی است. به اساس اظهارات خانواده طفل بیمار، تنها این طفل در این خانواده در برابر چیچک انسانی واکسین نه شده بود. سپس بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰، ۵۹ واقعه دیگر انسانی چیچک شادی گزارش شد (۵، ۷-۱۰، ۱۳).

پس از ریشه کن سازی موفقانه چیچک انسانی و توقف برنامه واکسینا سیون در برابر آن، کمیسیون جهانی عاری سازی چیچک انسانی در آخرین گزارش خود در ۱۹۸۰ پیشنهاد نمود تا برنامه های مشخص سرویلانس در مورد چیچک شادی به راه انداخته شوند و اپیدمیولوژی و ایکولوژی این ویروس مورد مطالعه قرار گیرد. بین سال های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۶ در مجموع ۳۵۰ مورد انسانی چیچک شادی ثبت گردیده است؛ اما برنامه سرویلانس فعال سازمان صحتی جهان ۳۳۸ واقعه تأیید شده و ۳۳ مرگ ناشی از چیچک شادی را در این مدت در انسان ها گزارش داد. از زمان ثبت اولین واقعه در سال ۱۹۷۰ تا اخیر سال ۱۹۸۶، انتقال ویروس چیچک شادی از انسان به انسان ندرتاً رخ داد و تغییر قابل توجه در این مورد رونما نگردید. در این دوره ۷۲٪ واقعه های ناشی از تماس با حیوانات و صرف ۲۸٪ واقعات در اثر تماس با انسان های مبتلا رخ داده است و ۸۶٪ واقعات در افراد زیر سن ۱۰ سال ثبت شده است. در این دوره بچه های خرد سن که واکسین چیچک انسانی دریافت نکرده بودند، در اثر تماس با جونده های کوچک بیشتر در معرض خطر بودند. به دنبال آن در سال ۱۹۸۷ شایعات انسانی چیچک شادی از کشور گابون (Gabon) و در بین سال های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۲ از جمهوری دموکراتیک کانگو و در سال ۱۹۹۰ از کشور کامرون گزارش یافته، اما بین سال های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۵ هیچ واقعه انسانی چیچک شادی به ملاحظه نرسید (۹).

یک شایعه طولانی چیچک شادی در انسان ها در بین سال های ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۷ در جمهوری دموکراتیک کانگو واقع شد که در آن ۵۱۱ مورد مشکوک عفونت گزارش شد که تعدادی از آنها به عفونت مشترک MPXV و ویروس ویرسیلا زوستر ("*varicella zoster virus*" "VZV") مصاب شده بودند. پس از آن بار دیگر بیشتر از ۲۷۳۴ مورد مشکوک چیچک شادی در انسان ها در بین سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۴ در کشور یاد شده گزارش شد، اما حدس زده می شود که واقعات اصلی بیشتر از واقعات ثبت شده بوده است. بنابراین، از زمان کشف اولین واقعه انسانی تا اخیر سال ۲۰۰۳،

اکثریت واقعات انسان-ی چیچک شادی در جمهوری دموکراتیک کانگو-و و بعضی واقعات نادر آن در یک تعداد کشورهای دیگر آفریقایی رخ داده است.

در سال ۲۰۰۳، اولین شایعه انسانی چیچک شادی در خارج از قاره آفریقا در ایالات متحده آمریکا در اثر انتقال جونده های کوچک مبتلا از کشور گانا (آفریقای غربی) رخ داد. در این شایعه سنجاب های نوع prairie dog که در برابر MPXV فوق العاده حساس اند، در اثر تماس با جونده های وارد شده از آفریقا به عفونت گرفتار شده و سپس این سنجاب ها- و ویروس را به انسان ها انتقال دادند. در مجموع ۴۷ نفر در ۵ ایالت آمریکا به ویروس مبتلا شدند؛ اما در آن ها علایم خفیف تبارز نمود و هیچ کدام آن ها تلف نشدند. از افراد مبتلا تایپ فرعی WA و ویروس MPXV تجرید شد که دلیل عمده بیماری خفیف و عدم تلف شدن افراد مبتلا بوده می تواند. در این واقعه تمام افراد در اثر تماس با سنجاب متذکره به بیماری گرفتار شده بودند و هیچ واقعه انتقال از انسان به انسان گزارش نشد، اما اکثر افراد مبتلا را اشخاص کاهل واکسین شده در برابر چیچک انسانی تشکیل می داد و وضع معافیتی آن ها نیز نقشی در تبارز علایم کلینیکی بیماری نداشت (۴، ۸، ۹).

در سال ۲۰۰۵ برای اولین بار ۴۹ مورد مشکوک (۱۰ مورد تأیید شده) چیچک شادی ناشی از تایپ فرعی CB در سودان رخ داد که اولین واقعه خارج از محدوده بومی بیماری در آفریقا بود. از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷، ۷۶۰ مورد انسانی تأیید شده چیچک شادی بازهم در جمهوری دموکراتیک کانگو تثبیت شد که تقریباً تمام موارد (۹۲،۱٪) نزد اشخاصی بود که بعد از توقف واکسیناسیون سراسری چیچک انسانی (۱۹۸۰) تولد شده بودند (۹، ۱۴).

در بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴، سالانه بیش از ۲۰۰۰ مورد انسانی چیچک شادی در جمهوری دموکراتیک کانگو گزارش شده است. در سال ۲۰۱۴ یک شایعه چیچک شادی در سیرالیون، ۴۰ سال پس از واقعات قلبی بیماری رخ داد. در سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ بیش از ۶۰۰ واقعه انسانی چیچک شادی در جمهوری دموکراتیک کانگو و جمهوری آفریقای مرکزی تثبیت شد. در بین سال های ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۸، بیش از ۳۲۸۰ واقعه انسانی چیچک شادی در کشورهای نایجریا، جمهوری کانگو، جمهوری آفریقای مرکزی، جمهوری دموکراتیک کانگو، سیرالیون، لیبیا و کامرون گزارش شد که در این مدت تعداد زیاد واقعات در جمهوری دموکراتیک کانگو (۲۸۴۵ مورد) و نایجریا (۲۴۴ مورد) بوقوع پیوسته است (۹، ۱۴). موارد انسانی چیچک شادی در سال های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ نیز در نایجریا ادامه پیدا کرد و هنوز هم ادامه دارد (۷).

تقریباً اکثریت واقعات انسانی چیچک شادی در مناطق اندمیک و سایر مناطق آفریقا در اثر کشتن یا شکار شادی‌ها و خوردن گوشت آن‌ها رخ داده است. برعلاوه، عدم برنامه مشخص سرویلاس، سیستم صحتی ضعیف و موجودیت منابع عفونت در جهان وحش از عمده‌ترین فکتورهای پخش گسترده واقعات انسانی چیچک شادی در قاره آفریقا پنداشته می‌شود. افزون بر آن تقریباً تمام واقعات انسانی بیماری در افرادی رخ داده است که بعد از ۱۹۸۰ تولد شده بودند و این زمانی است که برنامه واکسیناسیون در برابر چیچک انسانی متوقف شده بود (۹، ۱۴).

دومین شایعه انسانی چیچک انسانی خارج از قاره آفریقا در ۸ سپتمبر ۲۰۱۸ در انگلستان رخ داد که اولین واقعه در مربوطات اتحادیه اروپا بود. فرد مصاب یک نایجریایی بود که به انگلستان سفر نموده و احتمالاً در نایجریا مصاب شده بود؛ زیرا در این زمان شایعه بزرگ چیچک انسانی ناشی از MPXV در نایجریا ادامه داشت. سپس واقعه دوم در عین کشور در یک مرد انگلیسی در ۱۱ سپتمبر همین سال تثبیت شد که این شخص نیز به نایجریا سفر نموده بود. هیچ رابطه اپیدمیولوژیکی بین مورد اول و دوم تثبیت نشد. واقعه سوم در ۲۶ سپتمبر در یک نرس که از شخص مبتلای دومی در شفاخانه پرستاری نموده بود، رخ داد. با اقدامات مناسب این شایعه به همین موارد محدود ماند و کنترل شد. در اکتوبر ۲۰۱۸ یک واقعه دیگر در اسرائیل و در سال ۲۰۱۹ در سنگاپور تثبیت شد که بازهم هردو مورد سابقه سفر به نایجریا داشتند. این سه شایعه خارج از آفریقا توجه مقامات صحتی جهان را به خود جلب نمود و مسوولین کشورها را به این واداشت تا در مورد انتقال عفونت از مناطق اندمیک آفریقا به کشورهای دیگر جهان توجه نموده و معیارهای تشخیصی و کنترولی را در مرزهای شان تقویت کنند (۲، ۱۴).

شایعه جدید چیچک شادی در جمعیت‌های انسانی

با وجود این که شایعات متعدد چیچک شادی در مناطق اندمیک آفریقا به ملاحظه می‌رسید، اما یک مورد استثنایی در ۶ می ۲۰۲۲ در یک مرد انگلیسی که اخیراً به نایجریا سفر نموده بود، بازهم در انگلستان تثبیت شد که زمینه را برای انتشار جهانی MPXV فراهم ساخت (۱۰). گسترش وسیع بیماری در جمعیت‌های انسانی در کشورهای مختلف جهان، سازمان صحتی جهان را واداشت تا در ۲۳ جولای ۲۰۲۲، شایعه مذکور را به حیث یک حالت اضطراری صحت عمومی با نگرانی بین‌المللی (public health emergency of international concern) اعلان نماید. وضعیت یاد شده بیان‌گر آن است که بیماری بالاتر از حد توقع به شکل غیر معمول و به طور ناگهانی در سطح جهان رخ داده و در حالت گسترش است که به اقدامات فوری و هماهنگ به سطح بین‌المللی نیاز دارد (۱۵). در این شایعه تقریباً اکثریت واقعات جدید چیچک شادی در میان مردان هم‌جنس‌گرا و در اثر تماس

فیزیکی بین این افراد رخ داده است که نمایان‌گر میزان بلند و بیش از حد انتظار انتقال از انسان به انسان می‌باشد (۱۰، ۱۶). در این شایعه افزون بر ظهور علائم معمول جلدی و سیستیمیک چیچک‌شادی در انسان‌ها، درد مقعدی و پندیدن آلهٔ تذکیر نیز به‌حیث دو عارضهٔ جدید در بیماران تثبیت شد که قبلاً هیچگاه مشاهده نشده بودند (۱۶).

به اساس آخرین ارقام (۲۱ سپتمبر ۲۰۲۲)، در مجموع ۶۴۲۹۰ مورد ابتلا و ۲۰ واقعهٔ مرگ ناشی از چیچک‌شادی در انسان‌ها در ۱۰۶ کشور به‌شمول ۹۹ منطقه قبلاً عاری و ۷ منطقه قبلاً اندیمیک در کشورهای مختلف جهان در آفریقا، آمریکا، استرالیا، اروپا و آسیا گزارش یافته است که کم‌تر از یک درصد (۵۱۹ مورد) آن از کشورهای اندیمیک قبلی است (۱۷).

روش‌های عمده‌ی انتقال و انتشار ویروس چیچک‌شادی

در مجموع دو روش عمده‌ی انتقال و انتشار MPXV به انسان وجود دارد: (۱) انتقال از حیوانات مبتلا، (۲) انتقال از انسان‌های مبتلا.

تمام سترن‌های ویروس چیچک‌شادی در آسیب‌های جلدی و اکثر قابل توجه افزادات حیوانات مبتلا از جمله ادرار، مواد غایطه و افزادات چشمی، بینی و دهنی موجود بوده می‌تواند. راه‌های احتمالی انتقال ویروس را تنفس، تماس مستقیم با جلد آسیب دیده و خوردن انساج آلوده تشکیل می‌دهد. اهمیت انتقال از طریق هوا بین انواع مختلف میزبان‌های حساس با در نظر داشت شرایط متفاوت بوده می‌تواند. شواهد تجربی نشان می‌دهند که سنجاب‌های نوع prairie dog ویروس چیچک‌شادی را برای ۲۱ روز پس از زرق انتشار داده می‌توانند. یک تعداد شواهد محدود دیگر نشان می‌دهند که بعضی جونده‌های کوچک مانند موش ممکن برای چندین هفته و یا ماه‌ها ویروس یاد شده را انتقال دهند (۴، ۷).

انسان‌ها به‌ویژه در قاره آفریقا از طریق تماس، چک زدن، خوردن و یا جابجایی و حمل حیوانات وحشی به عفونت گرفتار می‌شوند، مگر انسان‌ها از طریق هوا در موقع تماس نزدیک، و یا هم‌تماس مستقیم با آسیب‌ها، خون و یا مایعات بدن هم‌چو حیوانات نیز به عفونت گرفتار شده می‌توانند. در یک تعداد حالات در قاره آفریقا، انتقال از انسان به انسان نیز روش عمده به‌شمار می‌رود (۴، ۷).

با وجود این‌که داشتن تماس با حیوانات و فعالیت‌های مرتبط با آن‌ها از جمله فکته‌ورهای عمدهٔ خطر انتقال ویروس چیچک‌شادی به انسان‌ها به‌ویژه در قاره آفریقا بوده است (۶). اما تماس مستقیم با بیماران و تنفس قطرات آلودهٔ ناشی از آن‌ها روش عمده انتقال موارد انسانی چیچک‌شادی در شایعهٔ

۲۰۰۳ آمریکا بوده است. افزون برآن، واقعات ۲۰۰۳ آمریکا عمدتاً از اثر تماس نزدیک با سنجاب‌ها و به‌وسیله چک‌زدن این حیوانات رخ داده است (۵). به این‌گونه شایعات بیماری پس از ۲۰۰۳ در خارج از قاره آفریقا، به‌طور عمده با مسافرت افراد پیوند داشته است (۶). موارد انتقال MPXV از طریق پلاستنا نیز ثبت شده است (۴).

باوجودی که در شایعات قبلی انتقال از طریق جنسی در یک تعداد حالات محدود مخصوصاً زمانی که در اعضای جنسی آسیب‌های بیماری وجود می‌داشت، مشاهده شده است (۴). اما نتایج یک تحقیق که توسط Thornhill و هم‌کاران (۱۸) بین ۲۷ اپریل تا ۲۴ جون ۲۰۲۲ در ۴۳ ساحه در ۱۶ کشور انجام شده و در آن ۵۲۸ فرد مثبت از لحاظ ویروس چیچک شادی مطالعه شده، نشان می‌دهد که ۹۸٪ افراد مبتلا را مردان هم‌جنس‌گرا که ۴۱٪ آن‌ها به ایدز نیز مبتلا بوده اند، تشکیل می‌داد. بنابراین، در شایعه ۲۰۲۲ چیچک شادی، در ۹۵٪ از حالات ویروس از افراد مبتلا به افراد سالم از طریق فعالیت‌های جنسی انتقال نموده است (۱۸). در شایعات قبلی و فعلی انتقال شفاخانه‌یی MPXV نیز به‌کثرت رخ داده است (۴، ۱۹).

ویروس چیچک‌شادی تا ۱۸ روز پس از شروع تغییرات جلدی از انسان‌ها قابل تجرید بوده و ارجح‌های جدا شده از انسان‌های مبتلا در جریان صحت‌یابی نیز مقدار زیاد ویروس عفونت‌زا را در خود دارند. محلول ۰٫۵٪ سودیم هاپیوکلورایت ماده مناسب برای عفونت‌زدایی ساحات آلوده است؛ اما سوختاندن و کاربرد اوتوکلاف برای از بین بردن ویروس در مواد و وسایل آلوده روش‌های مؤثر به‌شمار می‌روند (۴).

گروپ‌های در معرض خطر بیشتر

باوجود این‌که ویروس چیچک‌شادی در افراد سالم و دارای سیستم معافیتی فعال با علایم خفیف تبارز می‌کند؛ اما ویروس یاد شده در افراد دارای نقص معافیتی، اطفال، افراد مسن، خانم‌های حامله و یا افرادی که به بیماری‌های دیگر مانند؛ ایدز و شکر گرفتار باشند، بیماری شدید و کشنده را بار آورده می‌تواند (۱۹). بنابراین، این گروپ افراد بیشتر در معرض خطر هستند. افزون برآن، نتایج تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که قبل از ۲۰۰۳ اکثر واقعات انسانی چیچک‌شادی در اطفال دیده شده، درحالی‌که در شایعات جدید اکثراً در جوانان رخ داده و اوسط عمر افراد مبتلا از ۴ سال (در دهه‌ی ۱۹۷۰) به ۲۱ سال (۲۰۱۰ - ۲۰۱۹) افزایش یافته که این افزایش ممکن در اثر توقف تطبیق واکسین در برابر چیچک‌انسانی باشد که معافیت نسبی را در افراد واکسین شده در برابر چیچک‌شادی نیز به‌وجود آورده می‌تواند. افزون برآن، کاهش و نبود معافیت نسبی در برابر چیچک‌شادی ممکن زمینه را برای انتقال

ویروس از انسان به انسان فراهم کرده باشد؛ زیرا نتایج مطالعات قبلی نشان داده اند که تطبیق واکسین در برابر چیچک انسانی با استفاده از ویروس واکسینا تقریباً ۸۵٪ محافظه کننده در برابر چیچک شادی نیز بوده است (۶).

عادات و اعمال مختلف افراد نیز به حیث فکتورهای خطر انتقال عفونت به انسان تلقی می شوند. به طور مثال؛ خواب کردن در عین اتاق و یا تخت خواب و زندگی در عین خانه با افراد مبتلا، و یاهم کاربرد وسایل خورد و نوش مشترک با افراد مبتلا نیز خطر انتقال عفونت را از اشخاص مبتلا به سالم افزایش می دهد. افزون بر آن، استراحت در بیرون از اتاق و یا در جای باز، زندگی در نزدیکی جنگلات و یاهم بازدید از این ساحات خطر انتقال چیچک شادی را از منابع حیوانی به انسان ها افزایش می دهند. در شایعه‌ی اخیر ۲۰۲۲، رابطه جنسی مردان با مردان فکتور عمده‌ی خطر انتقال ویروس چیچک شادی از انسان به انسان پنداشته شده است (۶).

منابع حیوانی ویروس چیچک شادی

در میان اعضای جنس اورتوپوکس ویروس، MPXV وسعت میزبانی بسیار وسیع دارد. چنانچه بیشتر از ۴۰ میزبان به شکل طبیعی و یا تجربوی به آن گرفتار شده می توانند؛ اما با وجود آنهم وسعت میزبانی ویروس چیچک شادی به صورت دقیق تا هنوز معلوم نیست. به اساس عادات غذایی و محل بودوباش میزبان‌های حساس در برابر ویروس چیچک شادی، تصور می شود که ۴۰٪ آن‌ها درختی، ۴۰٪ دیگر نیمه خاکی و ۲۰٪ باقی مانده خاکی باشند. بنابراین، نتایج تحقیقات مختلف پیشنهاد می نمایند که در بقا، انتشار و انتقال ویروس چیچک شادی ممکن چندین نوع حیوان نقش بازی نمایند.

روی هم رفته انواع مختلف شادی از جمله گوریل، شامپانزه و دیگر انواع وحشی و در بند، جونده‌های کوچک مانند؛ موش، موش صحرائی، موش خرما، سنجاب و پستانداران کوچک دیگر در برابر MPXV حساس اند (شکل ۱ و شکل ۲). در جریان شیوع چیچک شادی در ۲۰۰۳ در ایالات متحده آمریکا، انتی‌بادی‌های ویژه ویروس چیچک شادی در انواع مختلف جونده‌های کوچک موجود در ساحه تثبیت شد؛ اما ویروس عفونت‌زا و یاهم DNA ویروس متذکره در حیوانات یاد شده دریافت نگردید. نتایج یک سرویلاتس انجام شده بالای گوسفندها، بزها و پشک‌ها هیچ‌گونه شواهدی ابتلا و موجودیت انتی‌بادی‌ها در این حیوانات را نشان نداد؛ برعکس انتی‌بادی‌های در برابر ویروس یاد شده در یک خوک تثبیت شد. مگر در یک آزمایش تجربوی با مالش دادن ویروس در پوست خراش یافته‌ی خوک، ویروس متذکره از حیوانات مورد تجربه بغیر از ساحه‌ی تطبیق دریافت نگردید.

عفونت‌های تجربوی با ظهور علائم کلینیکی در یک تعداد جونده‌های کوچک از جمله سنجاب، موش صحرائی، موش خرما و غیره گزارش شده است. حیوانات لابراتواری؛ مانند خرگوش سفید، خوکیچه هندی، موش صحرائی سفید و موش‌های وحشی سفید در برابر عفونت‌های تجربوی مقاوم اند؛ اما چوچه‌های نوتولد خرگوش و موش‌های صحرائی ممکن به عفونت گرفتار شوند. روی هم رفته، میزبان‌های ذخیره و ویروس چیچک شادی تا هنوز ناشناخته باقی مانده اند، مگر تصور می‌شود که یک و یا چند جونده کوچک آفریقایی و یاهم پستانداران کوچک ممکن در این زمینه نقش بازی نمایند. این احتمال وجود دارد که میزبان‌های مختلف به حیث ذخیره‌گاه تایپ‌های فرعی WA و CB عمل کنند. دو جنس سنجاب آفریقایی کاندیدهای عمده‌ی ذخیره‌گاه ویروس چیچک شادی پنداشته می‌شوند (۴، ۸، ۹).



شکل ۱: انواع مختلف شادی، گوریلا، شامپانزه و حیوانات مشابه که به حیث ناقل و ذخیره‌گاه ویروس چیچک شادی عمل می‌نمایند (۴، ۸)



شکل ۲: انواع مختلف جنوده‌های کوچک که به حیث ناقل و ذخیره‌گاه ویروس چیچک شادی عمل می‌نمایند (۴، ۸).

جنبه‌های کلینیکی چیچک شادی

حیوانات

طول دوره مخفی و ظهور شکل کلینیکی بیماری در انواع مختلف حیوانات متفاوت است. روی هم رفته، دوره مخفی در حیوانات که به شکل تجربوی مبتلا ساخته شده اند؛ بین ۳ روز تا ۲ هفته بوده است. علامه عمده عفونت در شادی‌ها و حیوانات مشابه آسیب‌های جلدی است که ابتدا به شکل پایپول‌های جلدی تبارز نموده، سپس به دانه‌های چرک‌دار تبدیل شده و در نهایت ارجق تشکیل شده و با افتیدن آن داغ کوچک در جای آن باقی می‌ماند. یک آسیب مشخص چیچک شادی دارای یک مرکز سرخ، نکروتیک و فرورفته است که توسط اپیدرمال هایپرپلازیا احاطه شده می‌باشد. تعداد آسیب‌ها از داغ‌های محدود انفرادی تا آسیب‌های وسیع به هم پیوسته متفاوت بوده می‌تواند. این آسیب‌ها ممکن در تمام بدن مشاهده شوند، اما معمولاً در روی، پاها، کف پاها و دم به وجود می‌آیند. در یک تعداد حیوانات بغیر از تغییرات جلدی، تب و لمف ادینویتی، کدام علائم دیگر تبارز نمی‌کند؛ درحالی‌که در تعداد دیگر سرفه، افرازات بینی، نفس تنگی، افرازات چشمی، بی‌اشتهایی، پندیدن روی و شاریده‌گی‌های دهن نیز مشاهده می‌شوند. با وجود این‌که اکثر حیوانات مبتلا به بیماری طبیعی دوباره صحت یاب می‌شوند؛ اما بعضاً مرگ‌ومیر نیز به ویژه در چوچه‌ی شادی‌ها مشاهده می‌شود. عفونت‌های بدون علائم نیز در حیوانات مبتلا امکان‌پذیر است (۴).

علائم کلینیکی در سنجاب‌ها (بویژه prairie dog) را که در برابر MPXV بسیار حساس اند، تب، خستگی، بی‌اشتهایی، التهاب چشم، افرازات بینی، عطسه و سرفه، مشکلات تنفسی، اسهال،

آسیب‌های جلدی مشابه شادی‌ها، شاریده‌گی‌های دهنی و لmf ادینوپتی تشکیل می‌دهند. در این حیوان نیز مرگ‌ومیر ناشی از چیچک شادی گزارش شده است. علایم مشابه در سایر جونده‌های کوچک نیز به مشاهده رسیده، اما در تمام انواع حیوانات مبتلا آسیب‌های جلدی ممکن انکشاف نکند (۴).

انسان‌ها

دوره مخفی بیماری چیچک شادی در انسان‌ها ۷ تا ۲۴ روز گزارش شده است (۴). باوجود این‌که علایم و تغییرات جلدی چیچک در انسان‌های مبتلا بسیار مشخص و واضح اند؛ اما در یک تعداد حالات مانند عفونت‌های عمومی ویروس واکسینیا، عفونت‌های منتشر ویروس هرپس زوستر و یا هرپس سیمپلیکس، عفونت‌های انتروویروس (enterovirus) و حساسیت‌ها تغییرات مشابه به ملاحظه رسیده می‌تواند. روی هم‌رفته تغییرات به‌وجود آمده در انسان‌های مبتلا به چیچک انسانی، چیچک شادی و چیچک مرغی ناشی از VZV بسیار باهم مشابه اند که باید از هم‌دیگر تفکیک شوند (۵). در قاره آفریقا چیچک مرغی ناشی از VZV مهم‌ترین عفونت است که با واقعات انسانی چیچک شادی مغالطه می‌شود، طوری که ۵۰٪ واقعات مشکوک چیچک انسانی در جمهوری دموکراتیک کانگو در حقیقت از VZV ناشی می‌شود. عفونت‌های هم‌زمان VZV و MPXV نیز معمولاً گزارش شده اند. افزون بر آن، شکل جلدی انترکس، عفونت‌های قارچی در اشخاص مبتلا به ایدز، عفونت‌های جلدی ناشی از انواع ستافیلوکوک و دیگر عفونت‌های که اعراض جلدی را سبب می‌شوند، نیز با عفونت انسانی چیچک شادی مغالطه می‌شوند (۳، ۶، ۹).

عفونت چیچک شادی با علایم غیر مشخص مانند؛ کسالت، تب، لرزه، سردردی، گلودردی، دردهای عضلی، کمردردی، خستگی، دل‌بدی و استفراغ و سرفه بدون بلغم شروع می‌شود. عقدات لمفاوی ناحیوی معمولاً پندیده می‌باشند. در اکثر بیماران تغییرات مشخص جلدی (سرخی، ظهور پایبول یا برآمده‌گی نوک‌تیز، آبله، چرک‌دانه، تشکل ارچق و در نهایت افتیدن آن) یک تا چند روز پس از شروع بیماری تبارز می‌کنند که هم‌چو تغییرات در آغاز در ساحة خراشیده‌گی و یا چک زدن حیوان و یا در ساحة ران ممکن تبارز نمایند. به‌طور معمول تغییرات جلدی در اطراف عضویت مانند کف دست و پا بیشتر رخ می‌دهد؛ اما این تغییرات در سر و تنه و هم‌چنان غشاهای مخاطی و اعضای تناسلی نیز به مشاهده می‌رسند (شکل ۳ و ۴). تعداد تغییرات مشخص جلدی چیچک کم‌تر از ۲۵ تا بیشتر از یک صد بوده می‌تواند که در موارد شدید ممکن باهم یک‌جا گردند (شکل ۳ و ۴). به‌صورت عموم این تغییرات در جریان ۱۴ تا ۲۱ روز برطرف می‌شوند و در جای آن‌ها یک داغ کم‌رنگ و یا پررنگ در

جلد باقی می ماند؛ مگر تشکل داغ واضح که در واقعات چیچک انسانی دیده می شود، در عفونت های چیچک شادی نادر است (۴).

شایعات چیچک شادی که در سال ۲۰۲۲ در ساحات غیر اندمیک رخ داده و ادامه دارد، با علایم مشخص همراه بوده است. در این شایعه، در ۹۵٪ افراد مبتلا آفات جلدی و در ۷۳٪ آسیب های مشخص در ساحة مقعدی-اعضای تناسلی ظهور نموده، مگر در ۴۱٪ افراد مبتلا آسیب های مشخص در غشاهای مخاطی به ملاحظه رسیده اند. تب، کسالت، دردهای عضلی، سردردی و لمف ادینویتی از جمله علایم معمول سیستمیک قبل از تبارز علایم جلدی در افراد مبتلا بوده است (۱۸). علایم که در شایعه اخیر بیشتر برجسته بوده و قبلاً در عفونت های انسانی چیچک شادی گزارش نشده بود، درد مقعدی، احساس درد در هنگام خروج مدفوع، پندیده گسی آله تذکیر و باقی ماندن ادرار در آن است. افزون بر آن در ۳۵٪ افراد مبتلا، آسیب های جلدی قبل از علایم سیستمیک تبارز نموده و در ۱۳٫۷٪ بیماران، آسیب های جلدی بدون اعراض سیستمیک انکشاف نموده است. این در حالیست که به طور معمول در واقعات قبلی، اعراض سیستمیک قبل از آسیب های جلدی به وجود می آمد و تغییرات مشخص جلدی در اعضای تناسلی کم تر دیده می شد. محققین دلایل مختلف را در ارتباط به وقایع اخیر بیان نموده اند که عمده ترین آن ها را رخداد بیشتر بیماری در مرد های هم جنس گرا و از بین رفتن معافیت قبلی چیچک انسانی تلقی نموده اند (<https://www.medicalnewstoday.com/articles/new-monkeypox-symptoms-identified-in-current-outbreak-what-to-know>).

در بعضی موارد آسیب های چشمی، مشکلات تنفسی، و به طور نادر التهاب مغز و یا عدم کفایه چندین ارگان در انسان های مبتلا به چیچک شادی به مشاهده رسیده اند. خانم های حامله ممکن سقط نموده و یا طفل مبتلا به دنیا آورند (۴).

با وجود این که اکثر بیماران در جریان ۲-۴ هفته صحت یاب می شوند، مگر امکان مرگ به ویژه در افراد مبتلا به تایپ فرعی CB و یا افراد دارای نقص معافیتی مبتلا شده با هریکی از تایپ های ویروس عامل امکان پذیر است. میزان مرگ و میر افراد مبتلا به چیچک شادی به طور اوسط ۸٫۷٪ بوده، اما نظر به سترن های موجود در دسته های جنتیکی متفاوت است. چنان چه تلفات ناشی از تایپ فرعی WA معمولاً ۳٫۶٪ (95% CI: 1.7% - 6.8%) بوده، در حالی که میزان مرگ و میر در افراد مبتلا به تایپ فرعی CB به ۱۰٫۶٪ (95% CI: 8.4% - 13.3%) می رسد (۶).



شکل ۳: علایم شکل مشخص چیچک شادی در انسان و تعداد و گسترش آفات در سطح بدن افراد مبتلا (۳، ۱۴)

شکل مواجه شدن انسان با منابع عفونت بالای شدت علایم کلینیکی و حتی بستری شدن افراد در شفاخانه تأثیر دارد. چنانچه چک زدن و یا ایجاد خراشیده گی توسط سنجاب های مبتلا، نظریه این که فرد صرف با خود حیوانات یادشده در تماس آید و یا هم قفس و مواد غایطه آن ها را پاک کاری نماید، با علایم شدید سیستمیک و بستری شدن در شفاخانه همراه بوده است (۱۱).



شکل ۴: علائم شکل مشخص چیچک شادی در دست، پا و روی انسان‌های مبتلا (۱۴)

تشخیص تفریقی عفونت‌های چیچک شادی، چیچک انسانی و چیچک مرغی که با علائم مشابه در انسان‌ها همراه اند، در جدول (۱) مختصراً ارائه گردیده است.

جدول ۱: مشخصات تفریقي عفونت‌های چیچک‌انسانی، چیچک‌شادی و چیچک مرغی در انسان‌های مبتلا (۵)

مشخصات بیماری	چیچک‌شادی	چیچک‌انسانی (در افراد واکسین نه‌شده)	چیچک مرغی
تاریخچه			
تماس با حیوانات وحشی	بلی	نخیر	نخیر
معروض شدن با بیماران دارای آسیب‌های آبله‌دار	ممکن	بلی (بالا ترین سطح خطر در اعضای خانواده)	بلی
قبلاً در برابر چیچک‌انسانی واکسین شده است	۱۰-۱۵%	نادر	بلی
دوره مخفی (روز)	۱۰-۱۴	۱۰-۱۴	۱۴-۱۶
مرحله ماقبل کلینیکی	۱-۳	۲-۴	۰-۲
معاینات فزیکي			
تب و کسالت در مرحله ماقبل کلینیکی	بلی	بلی	بلی (خفیف)
لمف ادینویتی	بلی	نخیر	نخیر
توزیع آسیب‌های جلدی	از مرکز به اطراف (۸۰%) و یا از اطراف به مرکز (۵%)	از مرکز به اطراف	از مرکز به اطراف
عمق آسیب‌های جلدی	سطحی	عمیق	سطحی
انکشاف آسیب‌های جلدی	یک دست (۸۰%) و یا در مراحل مختلف (۲۰%)	یک دست	در مراحل مختلف
پوستک‌ریزی (پس از شروع علائم)	۲۲-۲۴ روز	۱۴-۲۱ روز	۶-۱۴ روز
موجودیت آسیب‌ها در کف دست و پا	معمول	معمول	نادر
تبارز علائم غیرجلدی			
عفونت‌های دومی جلدی/انساج نرم	۱۹%	ممکن	ممکن
التهاب شش‌ها	۱۲%	ممکن	۳-۱۶%
عوارض چشمی	۴-۵%	۵-۹%	نخیر
التهاب مغز	کمتر از ۱%	کمتر از ۱%	کمتر از ۱%
تشخیص لابراتواری			
تثبیت DNA (مثلاً PCR)	MPV	Variola virus	VZV
الکترون مایکروسکوپ	ذرات ویروس چیچک	ذرات ویروس چیچک	هرپس ویروس
کلاچر در پرده کور یووالا نتویس	آبله‌های ویژه	آبله‌های ویژه	نمی‌روید
امبریوی مرغ	انتی‌بادی‌های اورتوپوکس ویروس و	انتی‌بادی‌های اورتوپوکس ویروس و	انتی‌بادی‌های ویروس واریسیلا
سیرولوژی	اورتوپوکس ویروس و	ویروس واریولا	
	MPXV		

عفونت‌های تحت کلینیکی و موارد بسیار خفیف عفونت نیز گزارش یافته اند (۴). افزون بر آن، علائم بیماری در افراد واکسین شده در برابر چیچک‌انسانی متفاوت از افراد واکسین نشده اند. نتایج یک مطالعه در جمهوری دیموکراتیک کانگو واضح ساخت که در صورت موجودیت داغ واکسیناسیون

چیچک انسانی در بیماران، تغییرات جلدی چیچک شادی خفیف تر و پولی مورفیک بوده، لمف دینوپتی صرف در ۵۳٪ رخ داده و مرگ و میر نیز به ملاحظه نرسیده است (۵).

روش های عمده مبارزه با چیچک شادی

روش های مبارزه با چیچک شادی در جمعیت های انسانی و حیوانی نظر به موقعیت جغرافیایی، موجودیت و یا عدم موجودیت جمعیت های وحشی ناقل و ذخیره گاه ویروس، گسترده گی واقعات انسانی و موجودیت امکانات تشخیصی و واکسین در ساحه متفاوت بوده می تواند. باوجود این که تداوی تقویتی برای حیوانات بیمار مفید تمام می شود؛ اما این ستراتیژی معمولاً توصیه نمی شود. در اکثر حالات حیوانات مشکوک و مبتلا باید از بین برده شوند تا منابع عفونت برای سایر حیوانات و انسان ها برطرف شده بتوانند. انتقال حیوانات که به حیث منبع عفونت ویروس چیچک شادی بوده می توانند، باید از مناطق آلوده به مناطق عاری ممنوع قرار داده شود. در مناطق آلوده و ساحات که بیماری رخ داده، آن عده حیوانات که در بقا و انتشار ویروس نقش دارند، نباید به حیث حیوانات خانگی نگهداری و پرورش گردند. در صورت اشتباه بیماری در باغ های وحش، حیوان مشکوک از سایر حیوانات باید تجرید شده و شادی های تازه وارد نیز تا زمان اطمینان از عاری بودن از ویروس چیچک شادی در محل جداگانه نگهداری شوند. تطبیق واکسین تهیه شده از ویروس واکسینیا، شادی ها و سنجاب را محافظه کرده می تواند. انسان های مبتلا به ویروس چیچک شادی نباید با حیوانات حساس مانند شادی ها و جونده های کوچک در تماس شوند (۴).

تداوی در انسان های مبتلا طبیعت کمکی دارد و از دواهای ضد ویروسی مانند تیکو ویریمت (tecovirimat) و سیدوفو ویر (cidofovir) که در برابر سایر عفونت های اورتوپوکس ویروس به کار می روند، در برابر چیچک شادی نیز استفاده شده می توانند. از ایمونوگلوبولین های ویروس واکسینیا نیز برای تداوی بیماران به ویژه افراد دارای نقص معافیتی کار گرفته می شود. فراهم بودن امکانات خوب صحی و مراقبتی، شرایط مناسب تغذیوی و عدم موجودیت بیماری های همراه احتمال بقا و صحت یابی بیماران را افزایش می دهد (۴).

واکسیناسیون با استفاده از واکسین تهیه شده از ویروس واکسینیا در برابر چیچک شادی در انسان ها معافیت نسبی ایجاد کرده می تواند. از این رو برای بعضی افراد صحت مند که از لحاظ شغل خود در معرض خطر اند، توصیه می شود. واکسیناسیون بعد از عفونت نیز مؤثر است و برای کسانی که با افراد و یا حیوانات مبتلا به چیچک شادی مواجه شده باشند، تطبیق می گردد. این واکسین در افراد دارای نقص معافیتی تطبیق شده نمی تواند. بنابر هزینه بالا و خطرات ناشی از تأثیرات جانبی جدی واکسین،

تمام جمعیت‌های انسانی در کشورهای اندمیک آفریقا واکسین نه‌شده اند (۴). یک واکسین ویژه چیچک‌شادی نیز اخیراً جواز تطبیق در جمعیت‌های در معرض خطر را اخذ نموده است. این واکسین جینیوز (JYNNEOS) نام دارد و دو دوز آن در فاصله ۲۸ روز تطبیق می‌گردد (۴، ۱۷).

به‌حیث اصول عمومی، کسانی که با حیوانات مبتلا و ذخیره‌گاه ویروس چیچک‌شادی در تماس می‌شوند، حتماً باید وسایل محافظت شخصی مانند دست‌کش، ماسک و عینک داشته باشند؛ دست‌های خود را به‌صورت منظم شسته و ساحات و وسایل که با هم‌چو حیوانات در تماس آمده‌اند، عفونت‌زدایی نمایند. تجرید افراد مبتلا و تطبیق منظم معیارهای کنترولی در جلوگیری از انتقال عفونت از انسان به انسان بسیار مؤثر است. در بعضی شایعات بیماری تطبیق برنامه واکسیناسیون حلقوی مؤثر بوده می‌تواند. از این‌که وسعت میزبانی ویروس چیچک‌شادی هنوز مشخص نیست، لذا افراد مبتلا به ویروس چیچک‌شادی با هیچ حیوان خانگی بویژه حیوانات حساس در برابر این ویروس نباید در تماس شوند (۴).

از این‌که شایعات کنونی چیچک‌شادی در کشورهای غیر اندمیک احتمالاً ناشی از عدم موفقیت برنامه‌های کنترولی در ساحات اندمیک آفریقای است، بنابراین رویکرد جهانی صحت واحد جلوگیری و تداوی برای کنترل شایعات موجود و آینده مهم بوده و یگانه روش مؤثر و عملی تلقی می‌گردد (۱۹).

چالش‌های جدی شناسایی، سرویلانس و عاری‌سازی چیچک‌شادی

پس از ریشه‌کن شدن چیچک‌انسانی، MPXV یگانه ویروس چیچک است که بیماری شدید و کشنده را در انسان‌ها بوجود می‌آورد، از این‌رو توجه جدی را بخود جلب نموده است. ویروس واریولا صرف انسان را مبتلا می‌سازد و انسان یگانه منبع عفونت پنداشته می‌شود، از همین لحاظ برنامه عاری‌سازی آن موفقانه به پایان رسید. برعکس، MPXV برعلاوه از انسان، میزبان‌های بسیار وسیع بویژه در جهان وحش دارد. لذا کنترل، جلوگیری و عاری‌سازی آن بسیار مشکل و حتی ناممکن به‌نظر می‌رسد (۵).

ساختار کنونی جهان نسبت به زمانی که چیچک‌انسانی شایع بود، نیز بسیار متفاوت است. لذا معیارهای که قبلاً کشورهای غنی برای محافظت جوامع خود عملی می‌کردند و مردم کشورهای فقیر را در مرزهای خود برای ۴۰ روز قرنطین می‌نمودند، دیگر کاربرد نه‌دارد. زیرا پروسه حمل و نقل و مسافرت‌ها در سطح جهانی بسیار وسیع و سریع شده که این حالت امکان کنترل و جلوگیری بیماری‌های ساری را بسیار کم و حتی غیر ممکن ساخته است. بنابراین بهتر خواهد بود تا کشورهای غنی منابع مالی کافی را

در اختیار کشورهای فقیر قرار دهند تا از یک طرف امکانات تشخیصی و تداوی افراد مبتلا بیشتر شود و از طرف دیگر با به اجرا گذاشتن برنامه‌های سرویلانس فعال جمعیت‌های مشکوک حیوانی، منابع بالقوه MPXV و سایر عوامل بیماری‌زای زونوز شناسایی و در رفع آن اقدامات به‌موقع صورت گیرد. با وجود این که کشورهای غنی و پیشرفته اکثر بیماری‌های ساری به‌شمول بیماری‌های زونوز را کنترل و حتی ریشه‌کن کرده‌اند، اما در کشورهای فقیر نسبت عدم توجه و امکانات محدود، بیماری‌های یاد شده در جمعیت‌های انسانی و حیوانی موجود بوده و مشابه چیچک‌شادی ممکن بار دیگر به کشورهای مختلف دنیا انتشار یافته و تلفات و خسارات زیادی را بوجود آورند. به این ترتیب افزایش برنامه‌های سرویلانس و تشخیص سریع وقعات چیچک‌شادی، اقدامات مهم برای شناخت اپیدمیولوژی در حال تغییر همچو بیماری‌های دوباره ظهور پنداشته می‌شوند (۶).

نتیجه‌گیری

بی‌توجهی به مسایل مجادله از جمله فروگذاشت در کنترل و جلوگیری بیماری چیچک‌شادی در مناطق اندمیک آفریقایی سبب شد تا بیماری یادشده از محدوده جغرافیایی آفریقا پا فراتر گذارد و به تمام دنیا گسترش یابد. روی این ملحوظ نظارت و مراقبت دوامدار و اقدامات لازم و به‌موقع در سطح ملی و بین‌المللی زمینه را برای شناسایی سریع این بیماری و سایر بیماری‌های زونوز با قابلیت انتشار وسیع در جمعیت‌های انسانی و حیوانی فراهم خواهد ساخت. بنابراین، بهتر خواهد بود تا با استفاده از رویکرد صحت واحد، تمام مشکلات و چالش‌های جهانی صحتی از جمله بیماری‌های زونوز چون چیچک‌شادی، مقاومت میکروبی و مصونیت غذایی مورد توجه و ارزیابی قرار گیرند تا در شناسایی، کنترل و جلوگیری آن‌ها اقدامات مؤثر و به‌موقع صورت گرفته بتوانند.

- (1) B. H. Bird and J. A. K. Mazet, "Detection of Emerging Zoonotic Pathogens : An Integrated One Health Approach," 2018.
- (2) M. J. Oladoye, "Review Article Monkeypox : A Neglected Viral Zoonotic Disease," vol. 4109, no. 2, pp. 0–5, 2021.
- (3) A. W. Rimoin *et al.*, "Major increase in human monkeypox incidence 30 years after smallpox vaccination campaigns cease in the Democratic Republic of Congo," 2010, doi: 10.1073/pnas.1005769107.
- (4) S. Affected, "Monkeypox Monkeypox," no. November, pp. 1–9, 2020.
- (5) D. B. Di Giulio and P. B. Eckburg, "Reviews Human monkeypox : an emerging zoonosis," vol. 4, no. January, pp. 15–25, 2004.
- (6) E. M. B. Id *et al.*, "PLOS NEGLECTED TROPICAL DISEASES The changing epidemiology of human monkeypox — A potential threat ? A systematic review," pp. 1–20, 2022, doi: 10.1371/journal.pntd.0010141.
- (7) E. Alakunle, U. Moens, G. Nchinda, and M. I. Okeke, "Epidemiology , and Evolution," pp. 1–29.
- (8) S. Parker and R. M. Buller, "A review of experimental and natural infections of animals with monkeypox virus between 1958 and 2012," pp. 129–157, 2013.
- (9) N. Sklenovská and M. Van Ranst, "Emergence of Monkeypox as the Most Important Orthopoxvirus Infection in Humans," vol. 6, no. September, pp. 1–12, 2018, doi: 10.3389/fpubh.2018.00241.
- (10) T. P. Velavan, "Monkeypox 2022 outbreak : An update," no. June, pp. 14–16, 2022, doi: 10.1111/tmi.13785.
- (11) M. G. Reynolds *et al.*, "Clinical Manifestations of Human Monkeypox Influenced by Route of Infection," vol. 30333, pp. 773–780, 2006.
- (12) M. Walker, "ScholarWorks @ UARK Monkeypox Virus Hosts and Transmission Routes : A Systematic Review of a Zoonotic Pathogen," 2022.
- (13) C. K. Ellis, D. S. Carroll, R. R. Lash, A. T. Peterson, and I. K. Damon, "DigitalCommons @ University of Nebraska - Lincoln Ecology And Geography Of Human Monkeypox Case Occurrences Across Africa," 2012.
- (14) C. Characteristics, E. Petersen, A. Kantele, and A. Yinka-ogunleye, "H u m a n Mo n k e y p o x," pp. 1–17, 2019, doi: 10.1016/j.idc.2019.03.001.
- (15) "Monkeypox." https://www.who.int/health-topics/monkeypox#tab=tab_1 (accessed Sep. 25, 2022).
- (16) A. Patel *et al.*, "Clinical features and novel presentations of human monkeypox in a central London centre during the 2022 outbreak : descriptive case series," 2022, doi: 10.1136/bmj-2022-072410.
- (17) "2022 Monkeypox Outbreak Global Map | Monkeypox | Poxvirus | CDC." <https://www.cdc.gov/poxvirus/monkeypox/response/2022/world-map.html> (accessed Sep. 25, 2022).
- (18) for the S. C. G. J.P. Thornhill, S. Barkati, S. Walmsley, J. Rockstroh, A. Antinori, L.B. Harrison, R. Palich, A. Nori, I. Reeves, M.S. Habibi, V. Apea, C. Boesecke, L.

- Vandekerckhove, M. Yakubovsky, E. Sendagorta, J.L. Blanco, E. Florence, D. Moschese, F.M. Maltez, A. Go, "Monkeypox Virus Infection in Humans across 16 Countries — April–June 2022," *N. Engl. J. Med.*, vol. 387, no. 8, pp. 679–691, 2022, (Online). Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35866746/>.
- (19) E. F. Alakunle and M. I. Okeke, "Comment Monkeypox virus : a neglected zoonotic pathogen spreads globally," vol. 0123456789, doi: 10.1038/s41579-022-00776-z.

مطالعه‌ی اناتومی مقایسوی منقار در پرندگان خانگی

پوهنوال دکتور اسدالله حامد

دیپارتمنت پریکلینیک، پوهنځی علوم و ترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: pyarookhil@yahoo.com

چکیده

منقار بخشی از اسکلیت پرندگان را تشکیل می‌دهد و تمام پرندگان امروزی به نسبت نداشتن دندان شناخته می‌شوند و به عوض آن استخوان‌های الاشبه بالایی و پایینی طویل شده و منقار یا نول منحصر به نوع پرنده را می‌سازد. منقار هم‌زمان کار دست و دهن را انجام می‌دهند و برای تهیه، برداشتن غذا، آرایش پر، جمع‌آوری، ساختن مواد لانه، غذا دادن به جوچه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق ساختار منقار در پرندگان مختلف خانگی مورد مطالعه قرار گرفته است. منقارهای مورد مطالعه از لابراتوار اناتومی تهیه گردیده و به شکل سنتی توسط فیتیه خیاطی و خط کش مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان و توجه به عادت غذایی مختلف بسیار متفاوت است. تنوع در شکل منقار به‌طور عمده وابسته به نوع رژیم غذایی و طرز تغذیه آن‌ها می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: منقار؛ جمجمه؛ پرندگان خانگی؛ عادت غذایی؛ اناتومی مقایسوی

Comparative Anatomical Study of Beak in Domestic Fowls

Associate prof. Asadullah Hamid

Department of preclinic, Faculty of Veterinary Science, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: pyarookhil@yahoo.com

Abstract

Beak is a part of fowl skeleton. All fowl are lack of tooth and instead of that upper and lower jaw are prolonged and make species specific beak. The beak is working as a hand and mouth in fowls and used for food intake, feather trimming, collecting food, making nest, feeding chicks, and defending themselves. In this research the structure of beak in different domestic fowls is studied. The beaks in this study are prepared from the laboratory of anatomy and simply measured with ruler. The result of this study shows that the structure and size of beak are different according to food types and feeding habits as well as preparing food in their circumstance and living areas.

Keywords: Beak; Skull; Domestic Fowl; Feeding Habits; Comparative Anatomy

مقدمه

پرندگان (fowl, bird, poultry) مخصوصاً پرندگان خانگی شامل مرغ، فیلمرغ، مرغابی، قو، قاز، کیکر، بونه، کبوتر، پرندگان دشتی و سایر پرندگان (رزمی یا مسابقه‌یی) می‌شوند. آن‌عده پرندگان که ارزش اقتصادی ندارند و به‌طور عموم توان پرواز را دارند توسط علمی بنام اورنیتولوژی (ornithology) مطالعه می‌شود. در جهان به تعداد شش صد هزار نوع حیوان وجود دارد که از جمله ده هزار آن‌ها مربوط به جهان پرندگان می‌باشد که هر کدام آن‌ها دارای توانایی محصول متفاوت، عادت، محل بود و باش، نوع نگهداری، طرز ساختار اناتومیکی متفاوت هستند. بنابراین، با در نظرداشت موارد فوق تحقیقی را تحت عنوان (مطالعه‌ی اناتومی و وظیفوی منقار در پرندگان خانگی) با اهداف چون؛ (۱) شناسایی تعداد تنوع منقار در پرندگان خانگی و وظایف اناتومیکی آن‌ها، (۲) شناسایی علت تغییر شکل منقار در پرندگان و ارتباط آن‌ها با سایر موجودات زنده، (۳) شناسایی اعمار تغییر شکل در منقار پرندگان خانگی به اساس جنس و نوع اجرا شده تا باشد اندکی در زمینه‌ی رفع چالش‌های موجود مؤثر واقع شده و از مشکلات پرورش‌دهندگان پرنده‌های خانگی در آینده‌های دور و نزدیک کاهش به عمل آید.

پیشینه

به‌صورت عموم اعتقاد بر این است که انواع مختلف نسل‌های مرغ از مرغ‌های وحشی گالوس بانکیوا (*Gallus Bankiva*) نشیت کرده اند که تا امروز در شرایط طبیعی در هندوستان ناحیه‌ی همالیا دیده شده اند. چهار نوع این مرغ‌ها شناسایی شده که در جنگل‌ها زندگی می‌کنند (۱).

پرندگان حیوانات خون‌گرم، تخم‌گذار و بدن شان توسط پر پوشیده است (۲). بدن پرندگان از نظر اناتومی به چهار ناحیه سر، گردن، تنه و دم تقسیم می‌شود که دارای دو جفت اندام‌های حرکتی می‌باشند. پرندگان از نظر ایکولوژی به پنج گروه تقسیم می‌گردد. پرندگان هوایی، پرندگان درختی، پرندگان شکاری، پرندگان زمینی و پرندگان آبری (۴).

مرغ دارای سر سبک و نول متوسط می‌باشد. در سر خراس‌ها و ماکیان‌ها تاج بزرگ به مشاهده می‌رسد. رنگ پاها زرد یا هم‌رنگ بدن بوده که با رنگ نول مطابقت دارد (۵). از نگاه ساختمان خارجی مرغ به سه تیپ تقسیم‌بندی می‌شود که عبارت از مرغ‌های تخمی، مرغ‌های گوشتی و مرغ‌های گوشتی و تخمی می‌باشند (۶).

نوع دیگر مرغ که توسط انسان جهت تولید گوشت و تخم اهلی ساخته شده است و هم‌چنان زینتی بودن آن به‌طور ذوقی نیز مطرح است عبارت از کیکر (*Guinea Fowl*) معمولی می‌باشد (۷). وطن

آن افریقای مرکزى است. مردم قدیم آن را مرغ تاج دار می نامیدند که در واقع این مرغ بالای سر خود تاج سه شاخه‌ی که مشابه به کلاه سلاطین قدیم است، دارد (۳). نول یا منقار این پرنده اندازه‌ی متوسط داشته و محکم می‌باشد که به دو بخش تقسیم می‌شود که قسمت بالایی آن به رنگ سرخ روشن و پایینی آن مایل به زرد می‌باشد و یک ساختمان وظیفوی مشابه به لب‌ها و دندان‌ها می‌باشد که کیکر برای گرفتن، یافتن و میده کردن دانه‌ها و غذا از آن استفاده می‌کند (۴).

یکی از مرغ‌های اهلی شده‌ی دیگر عبارت از فیلمرغ (Turkey) می‌باشد. زادگاه آن مناطق جنوبی امریکای شمالی می‌باشد که تا کنون در جنگل‌های آن دیده می‌شود، ولی تعداد شان محدود می‌باشد. نول یا منقار فیلمرغ دارای ساختمان سخت و شاخی بوده و برعلاوه دارای دو منفذ تنفسی که به صورت افقی در قسمت بالایی آن قرار دارد می‌باشد و بالای آن پوستی شکل گرفته است که بنام گوشواره باد می‌شود (۱۰).

مرغابی‌های (Ducks) که تا هنوز اهلی شده اند، صرف دو نوع آن عبارت از مرغابی معمولی و مرغابی مسکووی می‌باشد. در نسل‌های مرغابی حتی با عین تایپ بنیه، قسمت‌های مختلف بدن، رنگ چشم، نول، پاها و پرها به ملاحظه می‌رسد. چنین ساختمان نول و زبان به مرغ‌های آبی امکان بلعیدن و قرت کردن غذا را همراه با آب و آماده کردن آن را میسر ساخته است و آن را توانایی بخشیده تا به سادگی نول به گرفتن و قطع کردن نباتات بپردازد (۱۱). مرغ‌های آبی نسبت به مرغ‌های دیگر دارای غدوات چربی بیشتر اند. به کمک نول مرغ‌های آبی غدوات مذکور را با نول گرفته و پرهاى خود را چرب می‌کند. از همین سبب در آب تر نمی‌شوند (۱۲). در مصر باستان قاز (Goose) نیلی ارزش زینتی و هم‌چنان اقتصادی داشته که گواه آن موجودیت نقش‌هایی است که قدامت پنج هزار ساله دارند (<http://www.irn-eng.ir/showthread.php>). قاز خاصیت عالی گوشتی و توان‌مندی رشد بلند دارد (۱۳). قاز سر متوسط یا بزرگ دارد (در قازهای نسل چینی سر در قسمت قاعده‌ی نول دارای برآمدگی بزرگ می‌باشد) نول راست و یا محدب بوده، طول متوسط یا کوتاه دارد. چشم‌ها بزرگ است، حلقه‌های چشم در نسل‌های دارای پرهاى رنگه، رنگ سیاه و قهوه‌ی تاریک دارد و قازهای سفید، رنگ آبی دارد. طول گردن نظر به نسل فرق می‌کند. هم‌چنان پاها و نول با رنگ نارنجی، سرخ یا نارنجی و زرد رنگین است (۱۴).

منقار

نول عبارت از ساختمان اناتومیکی خارجی پرنده‌ها بوده که به نام‌های مترادف bill, beak و rostrum یاد می‌شود. که برای گرفتن مواد غذایی، آراسته کردن، اداره کردن هدف، شکار نمودن مواد غذای،

مبارزه نمودن، معاینه نمودن مواد غذایی، اظهار عشق، و خوردن و خوردن نوزاد استفاده می‌شود (۱۵). منقار یک انطباق واقعی در پرندگان است و فقط یک بینی با کمی تفاوت در شکل نیست. تغییر پوز به منقار حدود ۴۰ تا ۵۰ سال قبل در پرندگان اتفاق افتاده است (۱۶). در گذشته عموماً تصور می‌شد که کلمه beak از تیز کردن و شکار نمودن پرنده‌ها گرفته شده اما در اورنیتولوژی جدید اصطلاح beak و bill مترادف است. ارقام که از قرن ۱۳ به دست آمده این اصطلاح ریشه لاتین دارد (۱۷) تحقیقات نشان داده است که تمام پرندگان امروزی به نسبت نداشتن دندان شناخته می‌شوند و به عوض آن استخوان‌های الاشه‌ی بالایی و پایینی طویل شده و منقار یا نول منحصر به نوع پرنده یک غلاف شاخی شده را می‌سازد. تغییر شکل اندام‌های حرکتی در پرندگان آن‌ها را از بعضی اعمال طبیعی محروم می‌سازند که این اعمال توسط منقار انجام می‌شود (۱۸). بنابراین، منقار همزمان کار دست و دهن را انجام می‌دهد و منقار برای تهیه، برداشتن غذا، آرایش پر، جمع‌آوری، ساختن مواد لانه، غذا دادن به چوچه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۸). پرندگان امروزی بر خلاف اجدادشان فاقد هر شکلی از دندان بر روی الاشه می‌باشند (۲۰). شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان متناسب به عادت غذایی آن‌ها می‌باشد و منقار ممکن کوتاه، طویل پهن، باریک، نوک‌تیز یا نوک‌پهن، دارای انحنا به سمت بالا یا پایین و یا براق‌مانند باشد (۲۱). تنوع در شکل منقارها به‌طور عمده وابسته به نوع عادت غذایی و طرز تغذیه است (۲۲). سه نوع فینوتایپ از نظر ضخامت منقار دسته‌بندی شده که شامل فینوتایپ نوک‌بزرگ، نوک‌متوسط و نوک‌کوچک می‌باشد (۲۳). این جن‌ها عبارت از Bmp4 است که در مراحل اولیه شکل‌گیری نوک منقار پرندگان روشن می‌شود و به اثر فعالیت آن نوک ضخیم‌تر و پهن‌تر می‌شود (۲۴). جن دیگر آن CaM است که در مراحل انتهایی رشد نوک روشن شده و سبب بلندتر شدن نوک منقار می‌شود (۲۵).

گرچه منقارها تفاوت‌های از خود در اندازه، شکل، رنگ و ساختار دارند که از یک‌جا شدن دو استخوان بنام‌های استخوان الاشه بالا (upper mandible) و استخوان الاشه پایین (lower mandible) ساخته شده که توسط یک لایه‌ی نازک مواد شاخی شده اپیدرمس پوش شده و اکثری از انواع در منقار خود دارای دو سوراخ می‌باشند که در سیستم تنفسی نقش عمده دارند (۲۶). بخش داخلی استخوان‌های منقار دارای چهارچوب سبک‌وزن می‌باشد. هم‌چنان منقار پرنده‌ها دارای تفاوت‌هایی اند که اندازه و شکل آن در انواع مختلف از پرندگان فرق می‌کند که اساس ساختار اناتومیکی آن طرح و الگو تشابه باهم دارند (۲۷). بر اساس تحقیقات، منقار پرندگان به دو بخش

ساختمان خارجی و ساختمان داخلی تقسیم گردیده است که ساختمان داخلی منقار به دو بخش اعضای داخلی منقار و اسکلیت منقار تقسیم می شود (۲۸).

اعضای داخلی منقار در پرندگان شامل سقف دهن، سوراخ های بینی، حلق، گلو، زبان و کف حفره دهن می باشد و اگر قاعده الاشه بالایی از سقف دهن نگاه شود کام به چشم می خورد و در این جا استخوان دراز میانی بینی که شکل تیغه را دارد و بنام و میر (vomer) یاد می شود نیز دیده می شود که با استخوان های Premaxilla و Maxillopalatine وصل شده است (۲۹). پرندگان از لحاظ تنوع منقار تفاوت های زیادی دارد ولی در مجموع از نظر ساختمان خارجی منقار پرندگان به سه بخش عمده ی زیر تقسیم بندی شده است: حفره بینی که بین الاشه بالایی و پیشانی قرار دارد، غلاف شاخی شده بالای منقار تشکیل شده که با استخوان جمجمه وصل است و الاشه پایین منقار که از یک استخوان V شکل تشکیل شده است (۲۹).

مواد و روش های کار

نول های استفاده شده در این تحقیق از اسکلیت های موجود در لابراتوار اناتومی گرفته شده و معلومات آن در جدول (۱) می باشد. در اندازه گیری نول از مواد چون خط کش، فیتیه خیاطی، تخته و کمره عکاسی استفاده گردیده است. اندازه گیری طول، عرض، قطر و دیگر بخش های مختلف نول توسط خط کش و فیتیه به شکل سنتی و عادی صورت گرفته است.

جدول ۱: نول پرندگان مختلف خانگی با معلومات نوع پرنده آن (لابراتوار اناتومی، پوهنخی علوم و ترنری پوهنتون کابل)

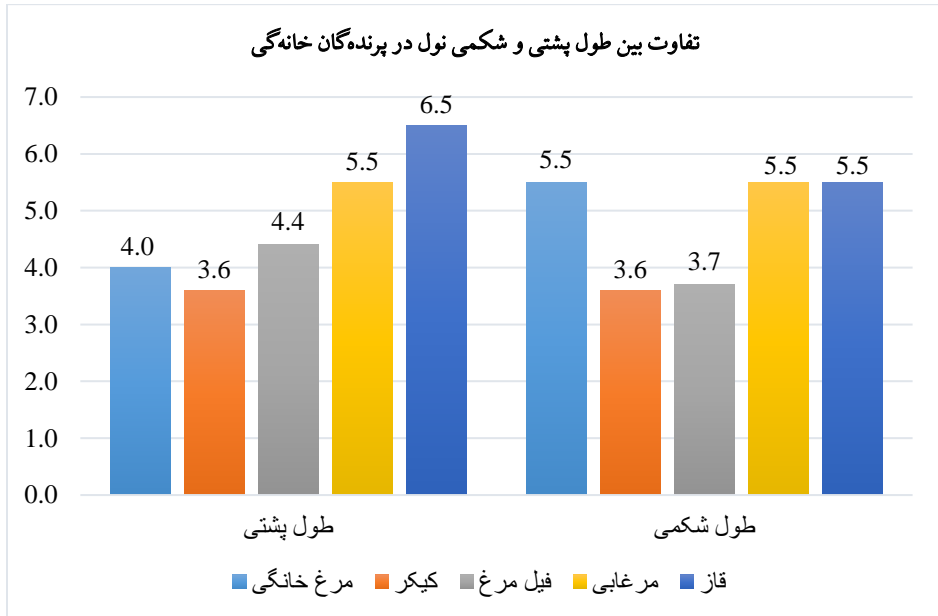
شماره	نوع پرنده	جنس	عمر	وزن
۱	قاز	مذکر	یک و نیم ساله	5 kg
۲	مرغابی	مؤنث	یک ساله	2.5 kg
۳	فیل مرغ	مذکر	دو ساله	3 kg
۴	کیکر	مذکر	یک ساله	3.5 kg
۵	مرغ خانگی	مؤنث	هشت ماه	1.5 kg

نتیجه و مناقشه

نتایج این تحقیق اندازه گیری قسمت های مختلف نول در پرندگان خانگی می باشد که در اشکال زیر تشریح گردیده است. بر علاوه ی اندازه گیری منقار، بعضی ویژه گی های اناتومیکی منقار نیز در این تحقیق برملا گردیده و دست آورد خوبی برای تحقیقات بعدی مطالعات اناتومی مقایسوی پرندگان

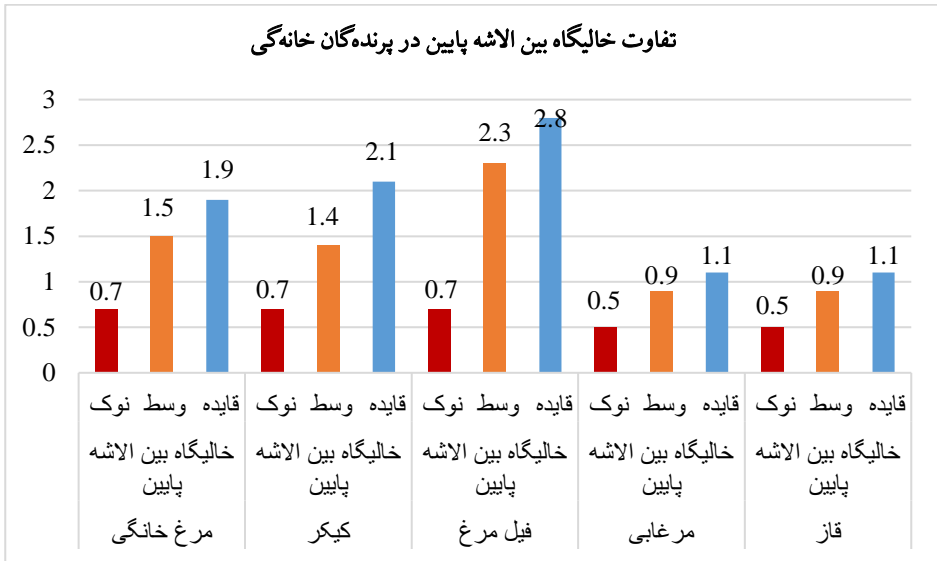
به شمار می‌رود. ارقام که بدست آمد یک ممد خوب درسی برای مطالعه‌ی آناتومی وظیفوی پرندگان برای محصلان پوهنخی علوم وترنری می‌باشد. با تهیه و به دست آوردن ارقام دیگر پرندگان و حیوانات لابراتوار آناتومی پوهنخی علوم وترنری غنی‌تر خواهد شد و محصلین محترم استفاده خوبی از آن‌ها خواهد نمود.

طول قسمت پشتی و شکمی الاشه‌ی بالای مرغ خانگی، کیکر و مرغابی باهم مساوی می‌باشد و در قاز طول پشتی و شکمی فرق داشته و در فیلمرغ طول شکمی کوتاه‌تر از طول پشتی است (شکل ۱).

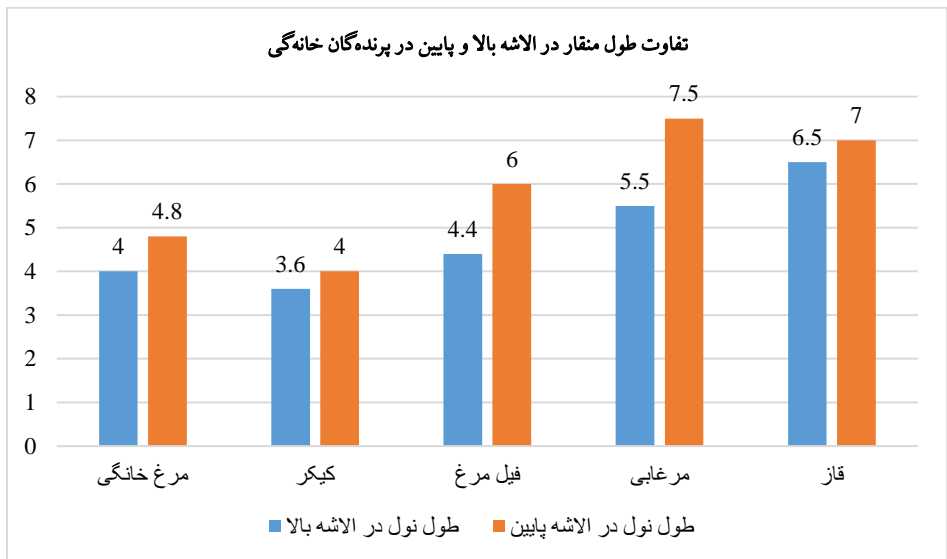


شکل ۱: تفاوت بین طول پشتی و شکمی نول در پرندگان خانگی به سانتی‌متر

خالیه‌ی بین الاشه‌ی پایین در مرغ خانگی مثلث شکل بوده و کمی طویل‌تر می‌باشد و این خالیگاه بین الاشه‌ی پایین مرغابی در قاعده و وسط مساوی می‌باشد و به طرف پایین کم‌تر است. درحالی‌که این خالیگاه در قاز از قاعده به طرف نوک باریک می‌باشد. هم‌چنان این خالیگاه که در بین الاشه‌ی پایین وجود دارد در کیکر و فیلمرغ مثلث شکل می‌باشد (اشکال ۲، ۳).

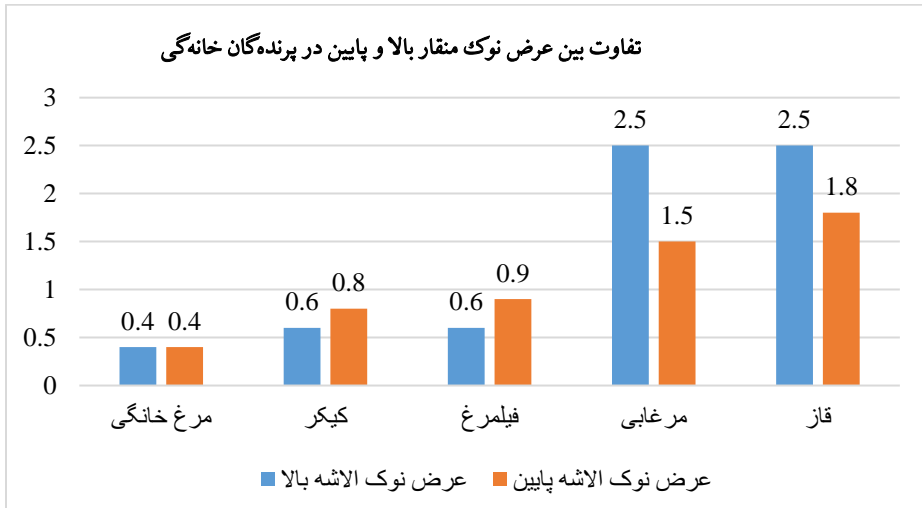


شکل ۲: تفاوت خالیگاه بین الاشه ی پایین در پرندگان خانگی به سانتی متر



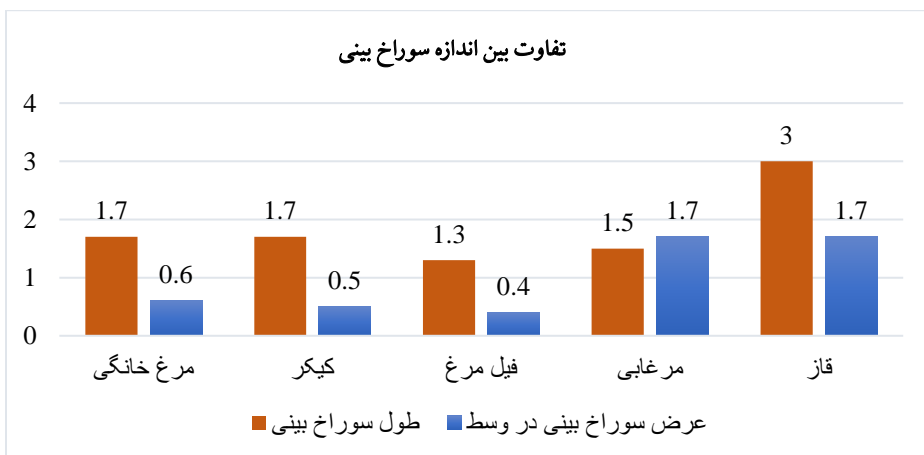
شکل ۳: تفاوت طول منقار بین الاشه ی بالا و پایین در پرندگان خانگی به سانتی متر

عرض قسمت نوک منقار بالا و پایین در مرغ خانگی ۰,۴ سانتی متر یعنی مساوی است. در کیکر ۰,۲ سانتی متر فرق می کند، فیلمرغ ۰,۲ سانتی متر تفاوت دارد که عرض قسمت نوک نول پایین بزرگ تر است. مرغابی ۱ سانتی متر فرق می کند و عرض منقار پایین کم تر و در قاز ۰,۷ سانتی متر تفاوت دارد که عرض قسمت نوک نول پایین کم تر می باشد (شکل ۴).



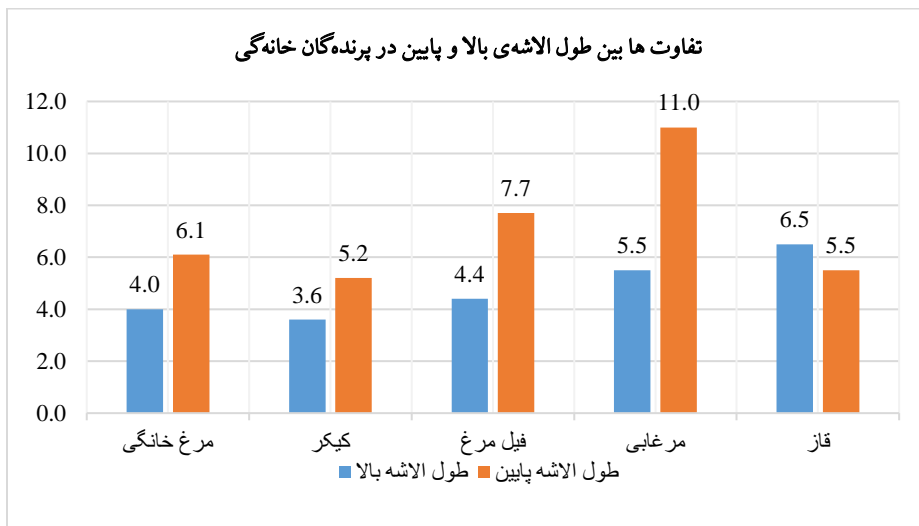
شکل ۴: تفاوت بین عرض قسمت نوک متقار بالا و پایین در پرندگان خانگی به سانتی متر

سوراخ‌های بینی مرغ خانگی بیضوی شکل می‌باشد و ۹۰ درصد آن در نول و ۱۰ درصد آن در خالیگاه بینی باز شده می‌باشد. سوراخ‌های بینی کیکر بیضوی شکل بوده و ۹۰ درصد آن در خالیگاه بینی و ۱۰ درصد آن در نول باز می‌شود. سوراخ‌های بینی فیلمرغ بیضوی مایل به دایره‌یی می‌باشد و ۹۰ درصد آن به خالیگاه دهن و ۱۰ درصد آن به نول باز می‌شود. سوراخ‌های بینی در مرغابی بیضوی شکل بوده و ۵۰ درصد به نول و ۵۰ درصد آن به خالیگاه بینی باز می‌شود. سوراخ‌های بینی قاز طویل می‌باشد و ۷۰ درصد قسمت آن به نول و ۳۰ درصد آن به خالیگاه بینی باز می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵: تفاوت بین اندازه‌ی سوراخ بینی در پرندگان خانگی به سانتی متر

قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی مرغ خانگی و کیکر دارای فرورفته‌گی می‌باشد و پایین‌تر از استخوان جمجمه قرار دارد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالای فیلمرغ با استخوان جمجمه هم‌سطح و هموار می‌باشد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی مرغابی با استخوان جمجمه هم‌سطح می‌باشد و در بین آن درز وجود ندارد. قاعده‌ی الاشه‌ی بالایی دارای یک برجسته‌گی می‌باشد و با استخوان جمجمه توسط یک درز جدا شده است (شکل ۶).



شکل ۶: تفاوت طول بین الاشه بالا و پایین در پرنده‌گان خانگی به سانتی‌متر

در الاشه بالایی مرغ خانگی دو منفذ بزرگ‌تر و چند منفذ کوچک‌تر دیگر دیده می‌شود (۲۹). منقار کیکر دارای منفذهای استخوانی خیلی کم می‌باشد. نول فیلمرغ دارای منفذهای خیلی کم استخوانی می‌باشد. در نوک الاشه بالایی و پایینی مرغابی تعداد منفذهای استخوان زیاد می‌باشد. در نوک الاشه بالا و پایین قاز تعداد منفذهای استخوانی کم می‌باشد. نوک نول در مرغ‌های خانگی تیز بوده و تقریباً باهم مساوی می‌باشد. نوک نول کیکر تیز می‌باشد. نوک نول فیلمرغ تیز و نوک الاشه پایین طویل‌تر بوده و جلوتر می‌باشد. نوک بالا و پایین دامن دار و کند می‌باشد. نوک الاشه بالا و پایین دامن دار و کند می‌باشد (۶).

نتیجه‌گیری

منقار پرنده‌گان خانگی بخش حیاتی این پرنده‌ها محسوب می‌گردد و برای موفقیت و بقای آن‌ها بسیار مهم و ضروری است. منقار برای تهیه و برداشتن غذا، پرآرایی، جمع و مرتب نمودن مواد لانه، غذا دادن به چوچه‌ها، دفاع و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق پنج نوع منقار پرنده‌گان

خانگی با وظایف آناتومیکی آن‌ها مطالعه گردیده است. شکل و اندازه‌ی منقار در پرندگان و توجه به عادت غذایی مختلف بسیار متفاوت می‌باشد. تنوع در شکل منقار به‌طور عمده وابسته به نوع رژیم غذایی و طرز تغذیه آن‌ها می‌باشد.

منابع

- (۱) منصوری ج. رهنمایی پرنده‌گان صحرايي ايران، تهران، انتشارات کتاب فرزانه. ۱۳۸۸، ص ۳۱۷.
- (۲) میرشمی ا، درویش ج. مبانی بیوسستماتیک جانوری، ویرایش دوم، چاپ سوم، گروهی پژوهشی جونده‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ۱۹۸۹. ص ۱۸۹.
- (۳) شایسته فر و علیرضا. جانورشناسی علمی، ایران انتشارات دانشگاه اراک. ۱۳۹۱، صص ۲۰۳-۲۲۴.
- (۴) درویش و جمشید. جمعیت‌ها، گونه‌ها و تکامل، ترجمه از ارنست مایر دانشگاه هاروارد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۸۹، ص ۲۵۳.
- (5) Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 1st edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. 1987: Pp 772-779.
- (6) Tankared K. Anatomy of the Chicken and Domestic Birds. The Iowa State University. USA. 1973: Pp 6-46.
- (7) Nickel R, Schummer A and Seiferle E. Anatomy of the Domestic Birds. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg. Germany. 1977: Pp 4-25.
- (8) Alfred ML and Peter RS. Avian Anatomy, Integument, Part I .Agriculture Handbook 362. U. S. Government Printing Office, Washington DC. USA. 1972: P 64.
- (9) Mclelland J. A Color Atlas of Avian Anatomy. Wolfe Publishing Ltd. USA. 1990: P 33.
- (10) Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 3rd edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. 2002: Pp 799-824.
- (11) King AS and Mclelland J. Outlines of Avian Anatomy. Bailliere Tindall. London. UK. 1975: Pp 3-33.
- (12) . Konig HE, Korbel R and Liebich HG. Avian Anatomy, Textbook and color atlas. 5m Publishing Ltd. Sheffield, IQN, UK. 2016: Pp 36-101.
- (13) Carruthers C, Gabrush T, Schwean-Lardner K, Knezacek TD, Classen HL and Bennett C. On-farm survey of beak characteristics in White Leghorns as a result of hot blade trimming or infrared beak treatment. J. Appl. Poult. Res. 2012;21:645-650.
- (14) Dennis RL, Fahey AG and Cheng HW. Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. Poult. Sci. 2009;88:38-43.
- (15) Duncan IJH, Slee GS, Seawright E and Breward J. Behavioural consequences of partial beak amputation (beak trimming) in poultry. Br. Poult. Sci. 1989;30:479-488.
- (16) Ege G, Bozkurt M, Koçer B, Tüzün AE, Uygun M and Alkan G. Influence of feed particle size and feed form on productive performance, egg quality, gastrointestinal tract traits, digestive enzymes, intestinal morphology and nutrient digestibility of laying hens reared in enriched cages. Poult. Sci. 2019;98:3787-3801.
- (17) Gentle MJ, Hughes BO and Hubrecht RC. The effect of beak-trimming on food intake, feeding behaviour and body weight in adult hens. Appl. Anim. Ethol. 1982;8:147-159.
- (18) Glatz PC. Beak trimming methods. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 2000;13:1619-1637.
- (19) Glatz PC. The effect of beak length and condition on food intake and feeding behaviour of hens. Int. J. Poult. Sci. 2003;2:53-57.

- (20) Glatz PC. Effect of Hot-Blade and Infrared Beak Trimming on Beak Condition, Production, and Mortality of Laying Hens. Proc. 8th Poul. Welf. Symp., Cervia, Italy: World's Poul. Sci. Assoc. 2009: 223-245.
- (21) Holder DP and Bradford MV. Relationship of specific gravity of chicken eggs to number of cracked eggs observed and percent shell. Poul. Sci. 1979;8:250–251.
- (22) Kajlich AS, Shivaprasad HL, Trampel DW, Hill AE, Parsons RL, Millman ST and Mench JA. Incidence, severity, and welfare implications of lesions observed postmortem in laying hens from commercial noncage farms in California and Iowa. Avian Dis. 2016;60:8–15.
- (23) Lee HY and Craig JV. Beak trimming effects on the behaviour and weight gain of floor reared, egg strain pullets from 3 genetic stocks during the rearing period. Poul. Sci. 1990;69:568–575.
- (24) Marchant-Forde RM, Fahey AG and Cheng HW. Comparative effects of infrared and one third hot-blade trimming on beak topography, behaviour, and growth. Poul. Sci. 2008;87:1474–1483.
- (25) McKeegan DEF and Philbey AW. Chronic neurophysiological and anatomical changes associated with infrared beak treatment and their implications for laying hen welfare. Anim. Welf. 2012;21:207–217.
- (26) Prescott NB and Bonser RHC. Beak trimming reduces feeding efficiency of hens. J. Appl. Poul. Res. 2004;13:468–471.
- (27) Rose LM. Behavioral sampling in the field: continuous focal versus focal interval sampling. Behaviour. 2000;137:153–180.
- (28) Schwean-Lardner K, Annett-Christianson CB., Rajendram J and Classen HL. Does age of hot-blade trimming impact the performance and welfare of 2 strains of White Leghorn hens? J. Appl. Poul. Res. 2016;25:547–560.
- (29) Struthers S, Classen HL., Gomis S and Schwean-Lardner K. The effect of beak tissue sloughing and post-treatment beak shape on the productivity of infrared beak treated layer pullets and hens. Poul. Sci. 2019;98:3637–3646.

مطالعه تطبیقی الگوریتم‌های کلاستر بندی در زمینه‌ی دیتاکاوی تحصیلی

پوهنیاړ احمدضیا بهرامی^۱، پوهنوال امیرکروړ شهیدزی^۲

^{۱،۲}د یپارتمنت کمپیوتر ساینس، پوهنځی کمپیوتر ساینس، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: bahrami.qarabagh@gmail.com

چکیده

دیتاکاوی تحصیلی دیتاهای خام سیستم‌های تحصیلی را به اطلاعات مفیدی تبدیل می‌کند که به‌طور بالقوه می‌تواند تأثیر بیشتری بر عمل‌کرد تحقیقاتی و تحصیلی داشته باشد. بنابراین، سؤال این است که چگونه یک پوهنتون می‌تواند از قدرت این دیتاهای تحصیلی برای استفاده در استراتژی‌یک خود استفاده کند؟ برای یافتن پاسخ، این مقاله بر مطالعه‌ی تطبیقی الگوریتم‌های کلاستر بندی به‌عنوان کاربرد در دیتاکاوی تحصیلی تمرکز می‌کند. روش‌های مبتنی بر پارتیشن (K-Means)، مبتنی بر چگالی (DBSCAN) و سلسله‌مراتبی (BIRCH) را مقایسه کرده است تا تعیین کند که کدام تکنیک برای انجام تحلیل‌های کلاستر بندی در محیط تحصیلی مناسب‌تر است. مطالعات نشان می‌دهد که الگوریتم K-Means مبتنی بر طبقه‌بندی بهتر از الگوریتم BIRCH سلسله‌مراتبی و الگوریتم DBSCAN مبتنی بر چگالی عمل می‌کند.

اصطلاحات کلیدی: دیتاکاوی تحصیلی؛ کلاستر بندی؛ الگوریتم؛ تکنیک؛ دیتاکاوی

Comparative Study of Clustering Algorithms in the Context of Education Data Mining

Jr. Teaching Asstt. Ahmad Zia Bahrami¹ and Associate Prof. Amir Kror Shahidzay²

^{1,2}Department of Computer Science, Faculty of Computer Science, Kabul University,
Kabul, Afghanistan

Email: bahrami.qarabagh@gmail.com

Abstract

Educational data mining turns raw data in education systems into useful information that could potentially have a greater impact on research and academic performance. So, the question is how a university can harness the power of this academic data for its strategic use. To find the answer, this paper focuses on a comparative study of clustering algorithms as an application in academic data mining. Compares partition-based (K-Means), density-based (DBSCAN), and hierarchical (BIRCH) methods to determine which technique is best suited for performing clustering analysis in an educational setting. Studies show that the classification-based K-Means algorithm performs better than the hierarchical BIRCH algorithm and the density-based DBSCAN algorithm.

Keywords: EDM; Clustering; Algorithm; Technique; Data Mining

مقدمه

در دهه‌ی گذشته، در نتیجه‌ی افزایش مؤسسات تحصیلات عالی، تعداد محصلان لیسانس و ماستری افزایش یافته است. بسیاری از پوهنتون‌ها در روش تدریس یا برگزاری امتحانات تغییراتی ایجاد کرده اند؛ اما هم‌چنان با مشکلات بیکاری و ترک تحصیل مواجه هستند. درک عوامل عمل‌کرد پایین یا افزایش نرخ ترک تحصیل، کار دشواری است که شامل عمل‌کرد گذشته و حال محصلان و سوابق رشته‌ی آن‌ها می‌شود. دیتاکاوی تحصیلی EDM یکی از آن ابزارهای قدرت‌مند برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی رفتار و عمل‌کرد آینده‌ی محصلان است (۱)

اگرچه مؤسسات تحصیلات عالی / پوهنتون‌ها دیتابیس‌های معلوماتی تحصیلی خوبی دارند؛ اما در هیچ تصمیم‌گیری برای افزایش عمل‌کرد محصلان یا کاهش نرخ ترک تحصیل یا بیکاری از آن‌ها استفاده نمی‌شود. هدف EDM کشف روش‌هایی برای پیشرفت تحصیل و کارآیی محصلان با کاهش نرخ ترک تحصیل آن‌هاست. EDM از کلستربندی و طبقه‌بندی پیش‌پردازش شده برای استخراج دیتا استفاده می‌کند. کلستربندی روشی بدون نظارت برای بررسی معلومات است. این شامل گروپ‌بندی دیتاهای مشابه برای تشکیل یک کلستر یا یک گروپ است. بهترین الگوریتم‌های کلستربندی آن‌هایی در نظر گرفته می‌شوند که اقلام دیتا در همان کلستر بیشترین شباهت را داشته باشند و اقلام دیتا متعلق به کلسترهای مختلف حداقل یا اصلاً دارای شباهت نباشند (۲).

طبقه‌بندی یک روی‌کرد تحت نظارت یادگیری است که مبتنی بر استفاده از نتایج شناخته شده و پیش‌بینی نتایج آینده بر اساس محدودیت‌های داده شده است. EDM با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی، زمینه‌های مختلف پیش‌بینی برای اثربخشی سازمانی را دارد. موفقیت الگوریتم‌های طبقه‌بندی به میزان متفاوت بودن دیتاهای ارائه شده و بسیاری از عوامل دیگر بستگی دارد.

پوهنتون‌ها باید بین خود جلسه بگذارند و دلایل رایج عمل‌کرد پایین محصلان و ترک تحصیل آن‌ها را شناسایی کنند تا بتوانند عمل‌کرد و رفتار محصلان را پیش‌بینی کنند که در نهایت به محصلان و مؤسسات کمک خواهد کرد، تا بتوانند نقاط ضعف خود را بشناسند و از قبل اقداماتی را انجام دهند. این کار به نفع همه شرکت‌کنندگان مؤسسات تحصیلات عالی / پوهنتون‌ها، مدیریت، استادان، محصلان و والدین می‌شود. استادان می‌توانند در مورد مواد درسی و لکچرهای خود برنامه‌ریزی کنند و می‌توانند به چنین محصلان توصیه کنند که عمل‌کرد بهتری داشته باشند. محصلان می‌توانند روی مشکلات خود کار کنند و برای بهبود آن از استادان مشوره بگیرند. والدین می‌توانند از

عمل کرد بهتر فرزندان خود در چنین راهنمایی‌ها مطمئن باشند. مدیریت می‌تواند امکانات بهتری را هم برای استادان و هم برای محصلان فراهم کند.

پیشینه‌ی تحقیق

تجزیه و تحلیل کلاستر بندی یکی از تکنیک‌های مورد استفاده در دیتاکاوی است و شامل تقسیم مجموعه‌یی از اشیای دیتا به زیر مجموعه‌ها است. این زیرمجموعه‌ها یا کلاسترها برای سازمان‌دهی اشیای به‌گونه‌یی استفاده می‌شوند که هر شیء درون یک کلاستر مشابه یک‌دیگر باشند، اما با اشیایی که متعلق به کلاسترهای دیگر هستند، متفاوت باشند (۳). تجزیه و تحلیل کلاستر بندی می‌تواند گروپ‌های محصلان را با الگوهای استفاده‌ی مشابه برای بهبود عمل کرد سایر انواع تحلیل در محیط‌های تحصیلی شناسایی کند (۴). بازخورد و تعامل گروپ را با استفاده از تحلیل کلاستر بندی برای ارائه اطلاعات هدف‌مند بر اساس شباهت‌های استفاده‌ی استخراج شده با کلاستر بندی و الگوکاوای متوالی به‌منظور بهبود سطح و کیفیت بازخورد بهبود می‌بخشد. حوزه‌ی تحقیقی دیتاکاوی تحصیلی (EDM) بر کاربرد تکنیک‌ها و روش‌های دیتاکاوی در محیط‌های تحصیلی متمرکز است. EDM به توسعه، تحقیق و به‌کارگیری روش‌های یادگیری ماشین، دیتاکاوی و احصائوی برای شناسایی الگوهای در مجموعه‌های بزرگ دیتاهای تحصیلی که در غیر این صورت تجزیه و تحلیل آن‌ها غیرممکن است، می‌پردازد (۵).

این بخش، انواع مختلف کلاستر بندی را برجسته می‌کند و انتخاب الگوریتم‌های مورد استفاده برای نمایش هر یک از روش‌های شناسایی شده را توجیه می‌کند.

تکنیک کلاستر بندی

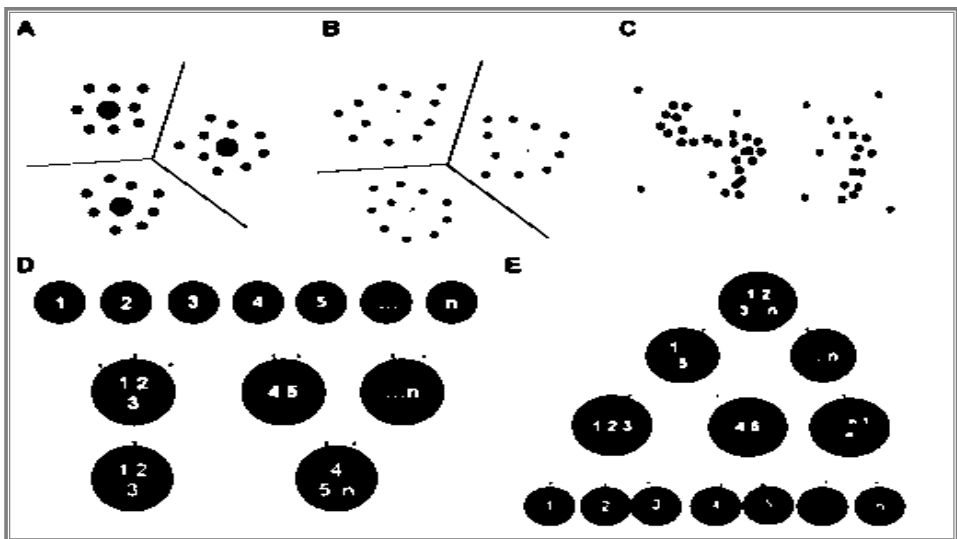
کلاستر بندی یکی از تکنیک‌های پرکاربرد در دیتاکاوی و یک تکنیک یادگیری بدون نظارت است. کلاستر بندی تقسیم دیتاها به گروپ‌های دارای اشیای مشابه است. هر گروپی که کلاستر نامیده می‌شود، شامل اشیایی است که باهم متفاوت از اشیای گروپ‌های دیگر هستند. انواع مختلف الگوریتم‌های کلاستر بندی را می‌توان در ۳ گروپ، کلاستر بندی سلسله‌مراتبی، پارتیشن بندی و کلاستر بندی مبتنی بر تراکم تقسیم بندی نمود.

۱. روش‌های پارتیشن بندی: الگوریتم‌های پارتیشن بندی تلاش خواهند کرد n شیء را در k پارتیشن‌های مشخص گروپ بندی کنند ($k \leq n$) که در آن هر پارتیشن (زیر گروپ) یک کلاستر را نشان می‌دهد به طوری که اشیاء درون یک کلاستر با یک‌دیگر "شبه" و با اشیاء در کلاستر

دیگر "متفاوت" هستند. هرکلیستر را می‌توان با یک مرکز نمایش داد که می‌تواند اشیایی در مجموعه‌ی دیتا (k -Medoid) باشد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

۲. **روش‌های سلسله‌مراتبی:** تکنیک کلیستربندی سلسله‌مراتبی یکی از تکنیک‌های پرکاربرد در کلیستربندی سلسله‌مراتبی فاصله‌ی جفت‌ها را از یک‌دیگر محاسبه و سپس کلیسترهای مشابه را به روش پایین به بالا، بدون نیاز به تأمین تعداد کلیسترها ادغام می‌کند. کلیستربندی سلسله‌مراتبی یک درخت از کلیسترها می‌سازد که به‌عنوان دندروگرام شناخته می‌شود. هر نمود کلیستر، شامل چند کلیستر فرزند است.

۳. **کلیستربندی مبتنی بر تراکم:** این روش از تراکم‌های محلی برای تعیین نحوه‌ی گروپ‌بندی اشیاء برای ایجاد کلیسترها استفاده می‌کند. این تراکم‌های محلی که به‌عنوان همسایگی‌ها نامیده می‌شوند، امکان شناسایی کلیسترهایی از اشکال دل‌خواه را فراهم می‌کنند. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، در مقایسه با شکل‌های بیضی و محدب روش‌های تقسیم‌بندی که صرفاً به فاصله بین اشیاء در داخل متکی هستند.



شکل ۱: خانواده الگوریتم‌های کلیستربندی (۱)

الگوریتم‌های کلیستربندی

کلیستربندی K-Means

در این الگوریتم دیتا را به K کلیستر مجزا تقسیم کنیم. این الگوریتم به دو فاز مجزا تقسیم می‌شود. فاز اول برای هر کلیستر یک نقطه را به‌عنوان نقطه‌ی ثقل کلیستر یا نقطه‌ی مرکزی کلیستر به دست می‌آوریم. در فاز بعدی به دست می‌آوریم که هر نقطه از مجموعه، به کدام مرکز کلیستر نزدیک‌تر است و آن نقطه

را به کلاستر مربوطه نسبت می دهیم، در حالت کلی برای به دست آوردن فاصله بین نقاط دیتا و مراکز کلاسترها از فاصله ی اقلیدسی استفاده می شود. زمانی که تمام نقاط در کلاسترها قرار گرفتند، مرحله ی اول به اتمام رسیده و کلاستربندی اولیه انجام شده است. سپس دوباره برای کلاسترها مراکز جدید به دست می آوریم و فاصله ی هر نقطه را نسبت به این نقاط مرکزی اندازه می گیریم تا کلاسترها آپدیت شوند و این کار تا زمانی ادامه پیدا می کند که کلاسترها همگرا شوند.

اما مشکل عمده یی این الگوریتم این است که با توجه به مقدار مراکز اولیه کلاسترهای متفاوتی تولید می شود و در نتیجه کیفیت کلاسترهای نهایی شدیداً به انتخاب مراکز اولیه کلاسترها وابسته است. این الگوریتم از لحاظ محاسباتی گران و متناسب با تعداد نقاط، تعداد کلاسترها و تعداد تکرارها نیاز به زمان دارد. مرکز برای الگوریتم K-Means به عنوان مقدار اوسط در فضای دیتا محاسبه شده از مقادیر ویژگی اشیای درون کلاستر نشان داده می شود.

درحالی که الگوریتم های تقسیم بندی دیگر مانند Partitioning Around Medoids وجود دارد که از یک شی واقعی در فضای شی به عنوان مرکز استفاده می کند و Clustering Large Applications (Ng & Han 2002) based upon Randomized Search از ویژگی های فضایی اشیاء استفاده می کند که تجزیه و تحلیل نه تنها اشیای نقطه یی بلکه اشیای مبتنی بر چندضلعی پیچیده تر را تسهیل می کند.

کلاستربندی BIRCH

الگوریتم کلاستربندی BIRCH یکی از الگوریتم های مطرح در کلاستربندی سلسله مراتبی است. این روش با کمک تکنیک کلاستربندی سلسله مراتبی و تکنیک دیگر (معمولاً k-means) برای کاربر روی دیتاهای عددی با حجم بالا طراحی شده است. این الگوریتم از ویژگی کلاستر یا به اختصار CF جهت انجام کلاستربندی استفاده می کند و همین امر سبب شده تا الگوریتم از سرعت و قابلیت مقیاس پذیری بالایی برخوردار باشد. ویژگی کلاستر، یک روش خلاصه سازی اطلاعات است که نقاط دیتا برای هر زیر کلاستر را نگهداری می نماید. الگوریتم BIRCH از درخت متوازن استفاده می شود. درخت متوازن CFها را جهت اجرای الگوریتم ذخیره می کند. هر گروپ از این درخت که دارای گره فرزند است، در خود مجموع CFهای فرزندانش نگهداری می نماید. بدین ترتیب اطلاعات خلاصه شده یی از فرزندان خود را خواهد داشت. درخت دارای دو پارامتر به نام های فاکتور کلاستربندی B واحد آستانه T است. حد اکثر تعداد فرزندان گره های غیر پایانی با فاکتور کلاستربندی B مشخص می شوند و حد آستانه T به حداکثر فاصله یی که میان دو نمونه از کلاسترهای برگ قرار دارد، اطلاق می شود.

پس از درج و یا حذف یک CF در درخت و یا در صورت افزایش مقادیر B و T از مقدار تعیین شده توسط کاربر، گره‌های درخت متوازن تقسیم و یا ادغام می‌شوند. واضح است که مقادیر B و T در اندازه‌ی درخت تولیدشده نهایی، نقش به‌سزایی ایفا می‌کند.

کلستر بندی DBSCAN

الگوریتم Density-based spatial clustering of applications with noise به اختصار DBSCAN به معنای کلستر بندی بر اساس تراکم فضایی از کاربرد با نویز، نوعی از کلستر بندی است که در سال ۱۹۹۶ توسط مارتین استر و همکاران پای به عرصه وجود نهاد. همان طوری که از نام این الگوریتم پیدا است، این الگوریتم بر مبنای الگوریتم بر تراکم نقاط دیتا استوار است؛ به این معنا که نقاط دیتا در هر کجای فضا دارای بیشترین تراکم باشد، آن‌ها را به عنوان یک کلستر در نظر می‌گیرد.

در الگوریتم DBSCAN نیز مجموعه‌یی از نقاط در برخی فضاها، نقاط با همسایگان مجاور خود به عنوان یک گروه دسته بندی می‌شوند و تنها در مناطقی که دارای کمترین تراکم اند (که از همسایگی بسیار دور هستند)، به عنوان دیتاهای خارج از محدوده آن‌ها را حساب می‌کند. برخلاف بسیاری از روش‌های کلستر بندی، DBSCAN نسبت به شکل دیتا حساس نیست و می‌تواند دیتا شکل‌های بسیار پیچیده را نیز گروه بندی کند.

استفاده از کلستر بندی در دیتا کاوی تحصیلی

این بخش یک نمای کلی از تجزیه و تحلیل کلستر بندی در زمینه‌ی تحصیلی ارائه می‌دهد. ما چندین نشریه را از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ بررسی کردیم و تحقیقات خویش را بر اساس هدف و الگوریتم‌های مورد استفاده سازماندهی نمودیم. هدف این است که این تحقیق بینش‌های ارزشمندی را در باره‌ی این که چطور می‌توانیم از تجزیه و تحلیل کلستر بندی در محیط تحصیلی استفاده نماییم، ارائه می‌دهد.

جدول ۱: بررسی تحلیل کلستریندی در تعلیم و تربیه از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰

نوی سنده	هدف	الگوریتم
(6)	طبقه بندی	K-Means
(7)	ارزیابی	K-Means
(4)	ارزیابی	EM
(8)	ارزیابی	Hierarchical EM, X-Means, K-Means,
(9)	ارزیابی	Ward, K-Means
(5)	ارزیابی	K-Means
(10)	طبقه بندی	K-Means, X-Means, EM, Hierarchical
(11)	ارزیابی	K-Means
(3)	طبقه بندی	SOM, Fuzzy Clustering K-Means,
(12)	طبقه بندی	Unknown
(13)	طبقه بندی	K-Means
(14)	اکتشاف	K-Means
(15)	اکتشاف	K-Means
(16)	اکتشاف	clustering K-Means, Fuzzy

کلستریندی در تعلیم و تربیه به طور گسترده توسط تعدادی از نویسندگان بررسی شده و در جدول ۱ خلاصه شده است. در جدول ۱ اهداف مختلفی را که تجزیه و تحلیل کلستریندی برای آن‌ها به کار گرفته شده است و در صورت وجود، الگوریتمی را که برای تجزیه و تحلیل واقعی استفاده می‌شود، برجسته شده است. در این جدول، هدف تجزیه و تحلیل را به سه دسته طبقه بندی، ارزیابی و اکتشاف گروپ بندی شده است. گروپ طبقه بندی با استفاده از الگوریتم‌های کلستریندی برای فورمول بندی مدل‌هایی اشاره دارد که می‌توانند متعاقباً برای کارهای طبقه بندی مانند پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرند. گروپ ارزشیابی به استفاده از تکنیک‌های کلستریندی برای ایجاد گروپ‌ها به منظور دستیابی به درک بهتر از رفتارهای کاربران و محتوا در محیط تحصیلی اشاره دارد. اکتشاف از تکنیک‌های کلستریندی برای ارائه بلوک ساختمانی برای تجزیه و تحلیل بیشتر دیتاها استفاده می‌کند. ممکن است برای تجزیه و تحلیل کلستریندی بعدی یا ورودی به سایر تکنیک‌های تجزیه و تحلیل باشد.

با استفاده از این جدول، می‌توانیم تعدادی روند جالب را یادداشت کنیم. اولاً، الگوریتم K-Means یک انتخاب محبوب برای انجام تجزیه و تحلیل کلستریندی در بین نویسندگان باقی مانده است. همان‌طور که انتظار می‌رود، اکثر مطالعات از تجزیه و تحلیل کلستریندی برای ارزیابی استفاده می‌کنند، با این حال بیست درصد (۲۰٪) از کلستریندی برای ایجاد مدل‌هایی برای کاوش بیشتر استفاده می‌کنند و سی و شش درصد (۳۶٪) از آن به عنوان مبنایی برای طبقه بندی بعدی استفاده می‌کنند. درحالی‌که

برخی از نویسندگان به تنهایی از تجزیه و تحلیل کلاستر بندی استفاده می‌کنند، تعدادی از نویسندگان مانند Campagni و همکاران، (۲۰۱۵)، از تکنیک‌های کلاستر بندی در ارتباط با الگوهای متوالی یا سایر الگوهای غیر مرتبط برای استخراج اطلاعات استفاده می‌کنند.

یکی از مشاهدات جالب بررسی مقالات این است که بسیاری از نویسندگان پیشنهاد می‌کنند که برای تعمیم نتایج به دست آمده از آزمایش‌های شان، نیاز به آزمایش نتایج در سطح مقطع وسیع‌تری از دروس وجود دارد. آن‌ها هم چنین نشان دادند که تعداد صفات رابطه‌ی قوی با دقت الگوریتم‌ها دارد. برخی از عمل‌کرد الگوریتم هنگام حذف ویژگی‌ها کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل کلاستر بندی به ویژه در طول ارزیابی و تجزیه و تحلیل دیتاهای اکتشافی مهم است. جایی که محققان تلاش می‌کنند روندهای اساسی را که بدون دانش قبلی در مورد دیتاهای تولید شده در مؤسسات تحصیلات عالی / پوهنتون‌ها وجود دارد، کشف کنند. با این حال، انتخاب تکنیک و الگوریتم کلاستر بندی با دانش ساختار دیتا، انواع تحلیل‌هایی که باید ترسیم شوند و اندازه‌ی مجموعه دیتای ارزیابی شده تعیین می‌شود. بررسی ما از تجزیه و تحلیل کلاستر بندی در تحصیلات در جدول ۱ نشان می‌دهد که اکثر مقالات تحقیقی از کلاستر بندی برای ارزیابی و اکتشاف استفاده کرده‌اند و در بسیاری از موارد فقط از الگوریتم K-Means استفاده شده است. هدف این مطالعه گسترش دانش در مورد عمل‌کرد الگوریتم‌های کلاستر بندی با در نظر گرفتن یک تحلیل مبتنی بر موردی از عمل‌کرد تطبیقی در بین دسته‌های تکنیک کلاستر بندی است.

برای به دست آوردن بینشی در مورد این که چگونه تجزیه و تحلیل کلاستر بندی می‌تواند در دوره‌های مختلف انجام شود، عمل‌کرد سه الگوریتم نماینده در اندازه‌های مختلف مجموعه دیتاها مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج تجربی تأیید کرد که الگوریتم K-Means مبتنی بر طبقه بندی بهتر از الگوریتم BIRCH سلسله‌مراتبی و الگوریتم DBSCAN مبتنی بر تراکم عمل‌کرد. کلاسترهایی با ضرایب بالاتر نسبت به دو الگوریتم دیگر برای مجموعه دیتاهای ۲ بُعدی و ۷ بُعدی تولید می‌کند. بنابراین، روش‌های مبتنی بر طبقه بندی را می‌توان مناسب‌ترین تکنیک برای انجام تحلیل کلاستر بندی دیتاهای محیط تحصیلی دانست. عمل‌کرد خوب روش مبتنی بر طبقه بندی و عمل‌کرد نسبتاً پایین روش مبتنی بر تراکم نشان می‌دهد که دیتاهای تولید شده توسط گزارش‌های مؤسسات تحصیلات عالی، تمایل به تشکیل

گروپ‌هایی در اطراف مرکز (نقطه یا شی) دارند و تجزیه و تحلیل با استفاده از این فرض در برخی از موارد، نتایج مفیدتر برای تحلیل اکتشافی گروپ‌بندی‌ها را تولید می‌کند.

عمل‌کرد جالب الگوریتم BIRCH نیاز به بررسی این امکان، اشاره دارد که ممکن است ساختارهای سلسله‌مراتبی در دیتاهای گزارش تحصیلی وجود داشته باشد. درک این سلسله‌مراتب ممکن بینش جالبی برای درک روابط موجود بین ابعاد مختلف و تعامل کاربر در تحصیل ارائه دهد.

- (1) Martins MPG, Miguéis VL, Fonseca DSB. Data Mining Educacional: Uma Revisão da Literatura Educational Data Mining: A Literature Review (Internet). Available from: www.educationaldatamining.org.
- (2) Liu Y, Li Z, Xiong H, Gao X, Wu J. Understanding of internal clustering validation measures. In: Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM. 2010. pp. 911–6.
- (3) Mamdouh Fouad M, Yu PS, Fattah Mashat A, Fouad MM, Arabia Tarek Gharib SF. Efficient Clustering Technique for University Admission Data [Internet]. Vol. 45, International Journal of Computer Applications. 2012. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/235333407>
- (4) Bogarín A, Romero C, Cerezo R, Sánchez-Santillán M. Clustering for improving Educational process mining. In: ACM International Conference Proceeding Series. Association for Computing Machinery; 2014. pp. 11–5.
- (5) Dutt A, Ismail MA, Herawan T. A Systematic Review on Educational Data Mining. Vol. 5, IEEE Access. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2017. pp. 15991–6005.
- (6) Harwati, Alfiani AP, Wulandari FA. Mapping Student's Performance Based on Data Mining Approach (A Case Study). Agriculture and Agricultural Science Procedia. 2015; 3:173–7.
- (7) Campagni R, Merlini D, Sprugnoli R, Verri MC. Data mining models for student careers. Expert Systems with Applications. 2015 Aug 1; 42(13):5508–21.
- (8) Liu Y, Li Z, Xiong H, Gao X, Wu J, Wu S. Understanding and enhancement of internal clustering validation measures. IEEE Transactions on Cybernetics. 2013 Jun; 43(3): 982–94.
- (9) Ghorpade-Aher J, Metre VA. PSO based Multidimensional Data Clustering: A Survey. Vol. 87, International Journal of Computer Applications. 2014.
- (10) López MI, Luna JM, Romero C, Ventura S. Classification via clustering for predicting final marks based on student participation in forums.
- (11) El-Halees A, Tair MMA, El-Halees AM. Mining Educational Data to Improve Students' Performance: A Case Study Cite this paper Mining Educational Data to Improve Students' Performance: A Case Study. 2012; 2(2). Available from: <http://www.esjournals.org>.
- (12) DeFreitas K, Bernard M. COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF CLUSTERING TECHNIQUES IN EDUCATIONAL DATA MINING. IADIS International Journal on Computer Science and Information Systems. 10(2): 65–78.
- (13) Durairaj M, Vijitha C. Educational Data mining for Prediction of Student Performance Using Clustering Algorithms [Internet]. Available from: www.ijcsit.com.
- (14) Peña-Ayala A. Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. Vol. 41, Expert Systems with Applications. 2014. pp. 1432–62.
- (15) Romero C, Ventura S. Educational data science in massive open online courses. Vol. 7, Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. Wiley-Blackwell; 2017.
- (16) Romero C, Ventura S. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining



مروری بر اهمیت سکتور مال داری در اقتصاد کشور

پوهندوی دکتور نورالله احمدزی

دیپارتمنت پرورش حیوانات، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: nahmadzai83@gmail.com

چکیده

مال داری بیش از هر صنعت دیگری معیشت مردم را فراهم می کند. رشد تولیدات آن برای افزایش سرمایه، مواد خام برای صنعت و تأمین نیازهای غذایی جامعه، از بحث های مهم اقتصادی است. در کشور ما تاکنون سرمایه گذاری خیلی بزرگ در این بخش صورت نگرفته است؛ صرف در چند سال پسین یک مقدار زمینه سازی در رابطه به انکشاف آن از طرف سکتور خصوصی صورت گرفته است که در نتیجه ی آن برخی از فارم های مرغداری و بعضی حیوانات دیگر به میان آمده است، مگر از نگاه داشتن نسل های اصلاح شده در داخل کشور و تولید مواد خوراکی جهت تأمین جیره ی متوازن برای حیوانات و طیور خبری نیست و از این ناحیه کشور محتاج سایر کشورها می باشد که از مفاد این پیشه به شدت می کاهد. در این مقاله اهمیت مال داری را در اقتصاد کشور و سهم این سکتور در تولید ناخالص داخلی، صادرات، سرمایه گذاری، اشتغال زایی و کاهش فقر به بحث گرفته شده است.

اصطلاحات کلیدی: مال داری؛ تولید ناخالص داخلی؛ سرمایه گذاری؛ صادرات؛ اشتغال زایی؛ کاهش فقر

An Overview of the Importance of the Livestock Sector in the Country's Economy

Assist. prof. PhD Noorullah Ahmadzai

Department of Animal Production Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University,
Kabul, Afghanistan

Email: nahmadzai83@gmail.com

Abstract

Livestock provides people's livelihood more than any other industry. The growth of its production to increase capital, raw materials for industry and to meet the food needs of society is an important economic issue. In our country, there has not been a huge investment in this sector, only in the past few years, some foundation work has been done in relation to its development by the private sector, as a result of which some poultry farms and some other animals. It has been mentioned, except for keeping modified generations inside the country and producing edibles to provide a balanced ration for animals and poultry, and from this area, the country needs other countries assistance, which greatly reduces the provisions of this profession. In this article, the importance of livestock in the country's economy and the contribution of this sector in GDP, export, investment, job creation and poverty reduction are discussed.

Keywords: Livestock; Gross Domestic Product; Investment; Export; Job Creation; Poverty Reduction

مقدمه

مال‌داری در افغانستان سکتور عنعنوی و حایز اهمیت حیاتی این سرزمین است. این سکتور وسیله‌ی اشتغال و امرار معیشت میلیون‌ها هم‌وطن ما بوده و عین زمان در آن اقلام حیاتی نیازمندی‌های جامعه تولید می‌شود. ولی وضع فعلی مال‌داری کشور بسیار دشوار، پیچیده و پر مسئولیت است؛ زیرا این سکتور هم مانند تمام عرصه‌های دیگر طی سال‌های مصیبت‌بار جنگ‌های داخلی و عواقب ناشی از خشک‌سالی‌های متواتر صدمات اعظمی را متحمل گردیده و ضربه‌ی مهلک به آن رسیده که در اثر آن ساختارهای زیربنایی شدیداً صدمه دیدند و بعضی به‌صورت کامل از بین رفته‌اند. برعلاهی آن سطح نازل حاصل‌دهی حیوانات هم بنابر خرابی وضع پرورش، تغذیه‌ی نامتوازن و هم به‌خاطر عدم استفاده از پوتنشال اصلاح نسل‌های محلی کشور مرتباً به‌حیث یک مانع اساسی در قبال رشد و انکشاف این سکتور تبارز می‌کند. در عین زمان هیچ‌گونه پروگرام عاجل و یا درازمدت در این ارتباط موجود نیست. صرف از جانب سکتور خصوصی در چند سال پسین یک مقدار زمینه‌سازی در رابطه به انکشاف این بخش صورت گرفته است که در نتیجه‌ی آن برخی از فارم‌های مرغداری، ماهی‌پروری، پرورش زنبور عسل، تلقیح گاوهای شیری و عرضه‌ی لبنیات در بازارها، در میان مردم ما سامان یافته‌اند. اما از جانب وزارت زراعت و مال‌داری کدام کار بنیادی که بتواند اساس مال‌داری را در کشور گذاشته و ستاک‌های نسلی حیوانات و طیور را با تولید حیوانات اصلاح شده به سطح کشور راه اندازی نماید، صورت نگرفته است و باید یادآور شد که مال‌داری در افغانستان از استعداد فراوانی برای رشد و توسعه برخوردار است و می‌تواند ماشین خوب برای رشد اقتصاد، در کشور باشد.

سکتور مال‌داری به‌صورت چشم‌گیری در زندگی و اقتصاد مردم افغانستان کمک می‌نماید، فرصت‌های کاریابی را ایجاد نموده و در تعویض واردات سهم بارز دارد. هم‌چنان مال‌داری برای کوچی‌ها، کسانی که از چراگاه‌های طبیعی در سراسر کشور استفاده می‌کنند، معیشت ویژه را ایجاد می‌نماید. در صورت میسر شدن امکانات مناسب، مال‌داری قابلیت به بار آوردن عواید سریع و اشتغال را دارد. بناءً، جهت توسعه سکتور مال‌داری در افغانستان و تعویض واردات به محصولات داخلی، نیاز به استراتژی جامع که بتواند وضعیت فعلی مال‌داری کشور را به سوی تکثیفی شدن سوق نماید تا مال‌داری به‌شکل تجارتي توسعه یافته، ستاک‌های نسلی برای حیوانات و طیور ایجاد گردیده و محصولات حیوانی که دارای ارزش بلند بیولوژیکی است و نیاز مبرم جامعه به پروتئین حیوانی به ویژه برای اطفال، جوانان، مادران شیرده و به تمام اقشار جامعه می‌باشد، تولید گردد. از جانب دیگر امکانات وسیع جهت انکشاف و تجارتي شدن سکتور مال‌داری وجود دارد؛ درحالی‌که سهم دهاقین و مال‌داران کوچک

در رشد اقتصاد ناچیز اند، اما تعداد کثیر این‌گونه دهاقین و مال‌داران با دست‌یابی به منابع تولیدی محدود قادر به توسعه فعالیت‌های خویش می‌باشند تا با تقاضای بازار، تولیدات خویش را مهیا سازند و شامل زراعت تجارتی گردند. در حال حاضر نمونه‌های چنین دهاقین وجود دارد که با تنوع بخشیدن تولیدات خویش فرصت‌های جدید بازار را بدست آورده و باعث ازدیاد عواید شان شود. خصوصاً در اطراف شهرها؛ چون تقاضا بیشتر بوده و دسترسی به بازار آسان است (۱).

اهمیت اقتصادی مال‌داری

در اکثر ممالک جهان، مال‌داری یک مسلک بسیار مهم در اقتصاد کشور آن‌ها به‌شمار می‌رود و از درک محصولات حیوانات و طیور پول‌های هنگفتی به این کشورها سرازیر می‌شود، در حال حاضر بیشتر از ۲۶ میلیارد حیوان تولیدکننده‌ی غذا در جهان وجود دارد که مشتمل بر ۱۴،۷۴ میلیارد گاو، ۱،۱۷ میلیارد گوسفند، بیش از یک میلیارد بز، ۷۰۲۲ میلیارد مرغ و ۱،۲۴ میلیارد مرغابی می‌گردد که سالانه میلیاردها تن گوشت، شیر، تخم و سایر محصولات غذایی از آن‌ها بدست می‌آید (۱۷،۱۰)، به‌همین‌گونه در افغانستان نیز انواع مختلف حیوانات و طیور مورد پرورش قرار می‌گیرند که مشتمل بر ۴،۹۸ میلیون گاو، ۱۳،۸۷ میلیون گوسفند، ۷،۶ میلیون بز، ۱۸۰ هزار شتر، ۱۴۹ هزار اسپ، ۶ میلیون مرکب و میلیون‌ها بال مرغ، مرغابی، قاز و فیلمرغ می‌گردند (۲).

در افغانستان مال‌داری رکن عمده و مهم زراعت می‌باشد. در شرایط کنونی زراعت و مال‌داری بهترین و شاید تنها گزینه برای ایجاد زیرساخت‌های اقتصادی این کشور باشد. جانستون و ملور (۱۸) در مورد پایه‌ریزی ساختار اقتصادی چنین بیان می‌دارند: زراعت و مال‌داری نه‌تنها نقش انفعالی در توسعه ایفا نمی‌کند، بلکه می‌تواند در پایه‌ریزی ساختار اقتصادی در کشورهای روبه‌توسعه، پنج کمک مهم را که عبارت از: "فراهم آوری نیروی کار، سرمایه، ارز، مواد خام برای بخش روبه‌رشد صنعتی و ایجاد بازار مناسب برای کالاهای صنعتی تولید شده در داخل و استفاده مؤثر از منابع زراعتی طبیعی کشور" انجام دهد.

در منطقه و جهان، افغانستان به‌عنوان کشور زراعتی و مال‌داری شناخته می‌شود. بر اساس گزارش اداره‌ی همکاری بین‌المللی آمریکا (USAID) و آمار وزارت زراعت در حدود ۸۰ درصد مردم افغانستان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به زراعت و مال‌داری اشتغال دارند (۱۵،۲۴)، ۳۱٪ درآمد ناخالص ملی از محصولات زراعتی و حیوانی بدست می‌آید. بخش اعظم صادرات افغانستان نیز محصولات زراعتی و حیوانی است. طبق گزارش اداره احصائیه مرکزی در سال ۱۳۹۵ سکتور زراعت و مال‌داری نزدیک به ۲۱ درصد در تولید ناخالص داخلی (GDP) سهم داشته است و بر اساس

پیش‌بینی بانک جهانی، در صورت مدیریت و توجه، این سکتور می‌تواند در یک دهه‌ی زمانی، ۱,۲ میلیون شغل ایجاد کند (۵,۴).

نظر به آمار و ارقام منتشرشده از جانب اداره مرکزی، آمار افغانستان از سال ۱۳۸۴ خورشیدی نشان می‌دهد که سه بخش زراعت، خدمات و صنعت مهم‌ترین نقش را در اقتصاد کنونی کشور بازی می‌کنند (۹).

جهت درک جایگاه زراعت و مال‌داری در اقتصاد افغانستان و مقایسه آن با دیگر بخش‌های اقتصادی و یافتن بخش کلیدی میان آن‌ها، لازم است این بخش‌ها را با همدیگر مقایسه کرد. در این مقایسه باید به چند عنصر توجه کرد که عبارتند از سهم هر بخش در تولید ناخالص ملی (GDP)، میزان تجارت و صادرات، سطح اشتغال زایی و هم‌چنین میزان سرمایه‌گذاری که در هر بخش شده است (۷).

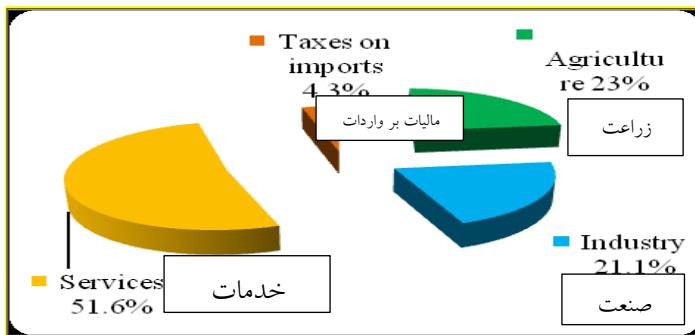
میزان تولید ناخالص داخلی در هر بخش

نقش سه بخش، زراعت، خدمات و صنعت در رشد تولید ناخالص ملی نشان می‌دهد که نقش بخش زراعت و مال‌داری در سال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ خورشیدی نه‌تنها رشد لازم را نداشته بلکه سیر نزولی داشته است (۱۰). دلایل کاهش سهم بخش زراعت در تولید ناخالص ملی کشور، عموماً تحت تأثیر عواملی چون کمبود سرمایه‌گذاری، مهاجرت روستائیان به شهرها و آفات و امراض نباتی و حیوانی ذکر شده است.

باوجود این‌که نقش سکتور زراعت و مال‌داری در تولید ناخالص داخلی سیر نزولی داشته است؛ اما با این هم در اوایل سال‌های دهه ۹۰، این سکتور بین ۲۲ تا ۳۳ درصد از عواید ناخالص داخلی را تشکیل داده است (۳۳,۶). طبق آمار و ارقام سال‌نامه احصائیه سال مالی ۱۳۹۷، سهم زراعت و مال‌داری در تولید ناخالص داخلی ۱۸,۶ درصد از آن جمله سهم مال‌داری در سال مالی ۱۳۹۷ در تولید ناخالص داخلی (GDP) ۲,۸٪ را تشکیل می‌دهد.

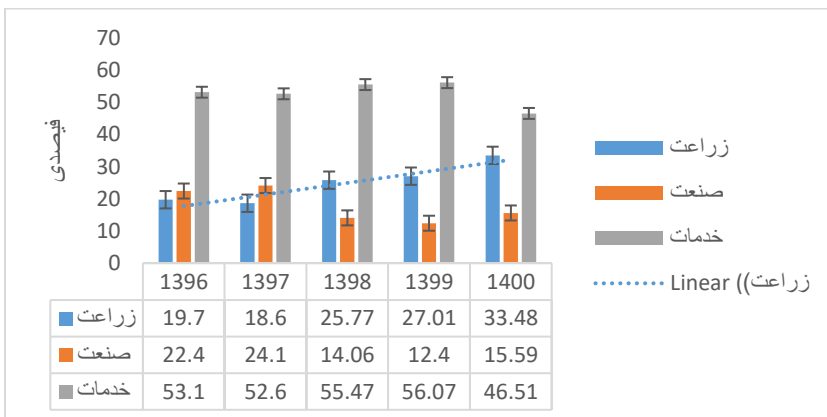
بخش زراعت و مال‌داری را Ismet Boz (۱۴) ستون فقرات اقتصادی افغانستان می‌داند و سهم زراعت را در سال ۲۰۱۷، ۲۳٪، بخش صنعت ۲۱,۱٪ و خدمات ۵۱,۶ درصد از مجموع سهم سکتورها در تولید ناخالص داخلی (GDP) به خود اختصاص داده‌اند. درحالی‌که طبق گزارش اداره ملی آمار (NBS) در سه سال اخیر، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ این سکتور به ترتیب ۲۵,۷۷، ۲۷,۰۱ و ۳۳,۴۸ درصد در Gross domestic product (GDP) سهم داشته‌اند و از آن جمله سهم مال‌داری در سه سال

اخیر مالی ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، و ۱۴۰۰ در تولید ناخالص داخلی (GDP) به ترتیب ۲،۸۹، در صد، ۳،۰۴، در صد و ۳،۷ در صد را تشکیل می دهد (۲۴).



گراف ۱: سهم سکتورهای اقتصادی در تولید ناخالص داخلی (Ismet Boz, 2018.)

در گراف (۱) به مشاهده می رسد که سهم بخش زراعت و مال داری در ۵ سال اخیر به طور نسبی سیر صعودی داشته است و علت اصلی رشد این سکتور، افزایش تولید گندم و ایجاد فارم های حیوانات و طیور است که در سال های اخیر علاقه مندی مردم و سرمایه گذاران، به خصوص در بخش فارم های مرغداری، زنبور عسل و ماهی داری بیشتر شده است. اما باید یادآور شد که رشد فیصدی سهم بخش زراعت و مال داری در تولید ناخالص داخلی می تواند به مراتب بیشتر باشد. به دلیل این که، این بخش با در نظر داشت شرایط آب و هوا و اقلیم مناسب کشور، منابع آبی فراوان، زمین کافی و خاک مناسب برای تربیه انواع مختلف حیوانات و طیور می تواند عامل مهم در افزایش تولید ناخالص داخلی (GDP) از طریق صادرات و ارزآوری در کشور حساب شود (۲۶،۸). سهم بخش های مختلف اقتصادی در ۵ سال اخیر در تولید ناخالص داخلی در گراف (۱) نمایش داده شده است.



گراف ۲: سهم بخش های مختلف اقتصادی در ۵ سال اخیر در تولید ناخالص داخلی

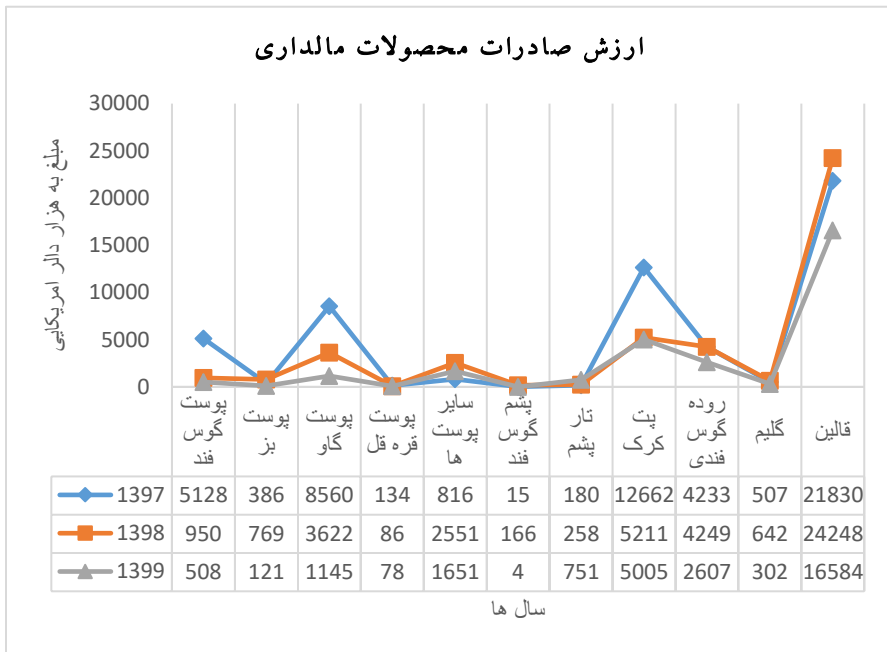
فیصدی سهم بخش‌های خدمات و صنعت در تولید ناخالص داخلی در اوایل دهه‌ی ۹۰ همه‌ساله صعودی بوده و علت اصلی آن را می‌توان توجه بیشتر مردم به این بخش‌ها، افزایش تقاضا در بازار و توجه دولت به رشد و توسعه این دو بخش دانست. اما در ۵ سال اخیر سهم بخش صنعت در تولید ناخالص داخلی کاهش را نشان می‌دهد و علت آن، کاهش در استخراج معادن، صنایع فابریکاتی از جمله صنایع غیرغذایی و ساختمان‌ها اشاره می‌شود. در بخش خدمات عامل اصلی کاهش این سکتور در تولید ناخالص داخلی را کاهش خدمات رستوران‌ها و هتل‌ها، تعلیم و تربیه، رهنمای معاملات در بر می‌گیرد.

سهم زراعت و مال‌داری در صادرات

در گذشته افغانستان یکی از صادرکنندگان مهم محصولات زراعتی و مال‌داری بود، مخصوصاً محصولات حیوانی که صادرات عمده کشور را مانند پوست قره‌قل، قالین، گلیم، پشم گوسفند و غیره محصولات فرعی تشکیل می‌داد، اما بیش از چهاردهه جنگ تأثیرات ناگواری بر این بخش گذاشته است (۳۴).

آمار نشان می‌دهد که بخش زراعت و مال‌داری بیشترین نقش را در صادرات کشور بازی می‌کند. در دوره‌ی زمانی ده‌ساله، آمار نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۱، سهم زراعت و مال‌داری در صادرات ۸۳۹،۳ میلیون دالر بوده، در پایان این دوره در سال ۱۳۹۰، با سهم ۲۰۲،۶ میلیون دالر در کل صادرات کشور حفظ شده است. در سال ۲۰۲۰ سهم زراعت و مال‌داری با اندکی افزایش ۲۰۴،۳۳ میلیون دالر رسیده است (۲۵). با نگاهی به آمار فوق، می‌توان دریافت که نقش بخش زراعت و مال‌داری در قسمت سرمایه‌گذاری و تولید ناخالص ملی در وضعیت خوبی نیست، ولی با تمام این مشکلات، این بخش بیشترین ارزآوری را به داخل افغانستان داشته است.

در گراف (۲) هم چنان مشاهده می‌شود که صادرات محصولات مال‌داری در وضعیت خوب قرار ندارد، پوست قره‌قل در سال‌های گذشته یکی از اقلام مهم صادراتی کشور به حساب می‌رفت، در سال‌های اخیر سیر نزولی را پیموده، حتی به رکود مواجه شده است که علت آن نداشتن مارکت در کشورهای خارجی، قاچاق این محصول به پاکستان و از آنجا انتقال آن بنام کشور پاکستان به کشورهای خارج، باعث شده است که صادرات کشور در این بخش به رکود مواجه شود (۶). ارزش صادرات محصولات مال‌داری افغانستان در گراف (۲) نشان داده شده است.



گراف ۳: ارزش صادرات محصولات مالداري

با وجود این که صادرات مالداري در سال های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در وضعیت خوب قرار ندارد، باز هم توانسته نسبت به دو شاخص اقتصادی دیگر، صنعت و خدمات در وضعیت بهتر قرار بگیرد. صادرات خدمات در سال مالی ۱۳۹۹ حدود ۶.۶۹۹ میلیون دالر بوده که با مقایسه به سال مالی ۱۳۹۸ به میزان ۳.۷ فیصد افزایش رونما گردیده است، در مجموع صادرات اجناس و خدمات در سال مالی ۱۳۹۹ به ارزش ۳.۱۴۷۶۶ میلیون دالر بوده که نسبت به سال مالی ۱۳۹۸ در حدود ۶.۲ در صد کاهش را نشان می دهد (۳۳).

از آن جایی که سرمایه گذاری یکی از مهم ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی هر کشوری می باشد. از میان سرمایه گذاری در بخش های مختلف اقتصادی، سرمایه گذاری در بخش زراعت و مالداري از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است (۲۱، ۴۶). زیرا سرمایه گذاری در بخش زراعت و مالداري، به دلیل افزایش پیوسته تقاضا برای مواد غذایی و دیگر محصولات زراعتی، می تواند موجب رشد تولید و اشتغال در این بخش شود. سرمایه گذاری در بخش زراعت و مالداري، علاوه بر این که موجب رشد تولید و اشتغال در این بخش می گردد، با توجه به ارتباطات این بخش با دیگر بخش های اقتصادی، به رشد تولید و اشتغال در بخش های دیگر نیز کمک می کند. از این که بیشتر فعالیت های زراعت و مالداري در مناطق روستایی انجام می شود، گسترش سرمایه گذاری در این بخش، باعث ایجاد

فرصت‌های شغلی بیشتر در مناطق روستایی و جلوگیری از مهاجرت روستاییان به شهرها می‌گردد. بنابراین، شناسایی عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری در بخش زراعت و مال‌داری و اتخاذ سیاست‌های مناسب برای گسترش سرمایه‌گذاری، از اهمیت زیاد برخوردار است. به رغم استعدادهای فراوان بخش زراعت و مال‌داری در کشور ما؛ اما سرمایه‌گذاری بزرگ در این بخش به خصوص در بخش مال‌داری صورت نگرفته است (۹) که از این ناحیه با چالش‌های اساسی و تنگناهای پرشماری روبرو است. از جمله‌ی آن می‌توان به عدم انکشاف مال‌داری به سیستم تکثیفی، نبود آگاهی لازم و پایین بودن درآمد سرانه‌ی مال‌داران اشاره نمود.

در رابطه با تجارت، ارقام اداره ملی احصائیه و معلومات سال ۱۳۹۹ نشان می‌دهد که مجموع واردات ثبت شده اجناس در سال مالی ۱۳۹۹ به ارزش ۶۵۳۷,۶ میلیون دالر و صادرات کشور ۷۷۶,۷ میلیون دالر بوده است. در سال مالی ۱۳۹۸ واردات کشور، ۶۷۷۶,۸ میلیون دالر و صادرات ۸۶۳,۸ میلیون دالر بود. این ارقام نشان‌دهنده آنست که واردات کشور در سال مالی ۱۳۹۹ نسبت به سال گذشته ۲۳۹,۱ میلیون دالر و یا ۳,۵ فیصد کاهش یافته درحالی که صادرات به اندازه ۸۷,۱ میلیون دالر و یا ۱۰,۱ فیصد کاهش نموده است. قابل تذکر است که در مجموع ارزش واردات در سال مالی ۱۳۹۹ به ارزش ۲۵۳,۵ میلیون دالر بوده که واردات برق نیز شامل می‌باشد. واردات خدمات در سال مالی ۱۳۹۹ در حدود ۱۱۰۳,۵ میلیون دالر بوده که نسبت به سال مالی ۱۳۹۸ به اندازه ۹,۰ فیصد کاهش را نشان می‌دهد. در مجموع واردات اجناس و خدمات در سال مالی ۱۳۹۹ به ارزش ۷۶۴۱,۱ میلیون دالر بوده که نسبت به سال مالی ۱۳۹۸ به میزان ۴,۴ فیصد کاهش را نشان می‌دهد (۱۰، ۳۵).

سهم زراعت و مال‌داری در اشتغال‌زایی

سکتور زراعت و مال‌داری می‌تواند نقش مهمی در کاهش فقر و رشد پایدار در درجه اول از طریق ایجاد اشتغال‌زایی در افغانستان داشته باشد. طبق گزارش بانک جهانی در سال ۱۳۹۲ تعداد افراد واجد شرایط کار در افغانستان حدود ۱۵ میلیون نفر بود که از این میان دو بخش صنعت و خدمات هر کدام ۱۰٪ از نیروی کار را به خود اختصاص داده و ۸۰٪ دیگر آن در بخش زراعت و مال‌داری مشغول به کار هستند. این نشان می‌دهد که ۱۲ میلیون نفر در بخش زراعت مشغول به کاراند. گزارش بانک جهانی در سال ۱۳۹۵ تصریح می‌کند که ۹۰ درصد صنایع تولیدی بر محصولات زراعتی و مال‌داری وابسته است. در صورتی که مولدیت زراعتی و حیوانی افزایش یابد، زراعت و مال‌داری جایگاه ویژه‌ی را در اقتصاد افغانستان داشته و می‌تواند یکی از شاخص‌ترین و اساسی‌ترین بخش‌ها برای توسعه‌ی بنیادین و متوازن در اقتصاد افغانستان به حساب آید و نقش تعیین‌کننده را می‌تواند در

عاید ناخالص ملی (GDP) کشور داشته باشد. طبق گزارش سازمان ملل (۳۷، ۴۵)، زراعت و مال‌داری ۴۳ فیصد از اشتغال را به خود اختصاص داده است. دو سوم زنان در این بخش مشغول به کار هستند. هم‌چنین مهم‌ترین منبع درآمد ۲۸ فیصد خانواده‌ها است و در عین حال به درآمد ۸۰ فیصد از جمعیت کمک می‌کند.

گزارش لئو، ایزابلا (۱۹) در مورد پایه‌ریزی ایجاد شغل در سکتور زراعت و مال‌داری را به بررسی گرفته و چنین بیان می‌دارند: اول، ایجاد شغل فعلی در مناطق روستایی یا دهات کشور را ارزیابی می‌کند و می‌یابد که شغل روستایی در ارتباط به زراعت غلات، به ویژه گندم و پرورش حیوانات متمرکز است که نشان می‌دهد چرا تولید شغلی در زراعت و مال‌داری در افغانستان کم است. دوم، ماهیت فراگیر مشاغل زراعت و مال‌داری را برای گروه‌های آسیب‌پذیر مانند زنان، جوانان، افراد بی‌زمین و ۴۰ فیصد افراد با پایین‌ترین درآمد تحلیل می‌کند. این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که اگرچه مشاغل زراعت و مال‌داری فراگیر هستند، بسیاری از زنان و جوانان به‌عنوان کارمند داوطلبانه شرکت می‌کنند؛ زیرا قادر به دسترسی به بازارها و یا یافتن شغل با حقوق در بخش غیرزراعتی نیستند (۱۲، ۴۳). سوم، این گزارش نقش مداخلات بخش دولتی و خصوصی را در حمایت از ایجاد شغل در زراعت و مال‌داری ارزیابی می‌کند. بحث شد که مداخلات می‌توانند کارساز باشند و دامنه‌ی قابل توجهی برای افزایش آن‌ها وجود دارد. به‌طور کلی، این گزارش بینش‌های زیادی را در مورد وضعیت بازار کار روستایی افغانستان به نمایش می‌گذارد و رهنمودهایی را برای تدوین سیاست‌های مؤثر ایجاد شغل برای جمعیت روستایی ارائه می‌دهد. توصیه‌های کلیدی را برای دستیابی به رشد شغلی پایدار و فراگیر از طریق تنوع بخشیدن به محصولات زراعتی و حیوانی با ارزش بالا، پیوند دادن دهاقین به بازارها از طریق سرمایه‌گذاری مستمر در ارتباطات و زیرساخت‌های روستایی، یک استراتژی توسعه‌ی متوازن برای ایجاد محیطی مناسب برای بخش‌های زراعتی و غیرزراعتی فراهم می‌کند. تقویت حضور بخش خصوصی در زراعت و پیوند آن با بخش دولتی با تجارتي شدن زراعت و مال‌داری در کنار هم، بهبود ساختار طراحی سنجش یا اندازه‌گیری شغل‌زایی در دهات، به‌ویژه شغل در زراعت و مال‌داری متناسب با مفاد این بخش، مهم است (۲۰، ۳۸).

سهم زراعت و مال‌داری در بخش تعویض واردات

در دو دهه‌ی گذشته به‌دلیل نبود سیاست‌های معقول لازم و عدم حمایت از تولیدات داخلی، به ویژه تولیدات زراعتی و محصولات حیوانی که امکان تولید آن در داخل کشور وجود داشت، از کشورهای همسایه و بعضی کشورهای دیگر وارد بازارهای افغانستان می‌شد، درحالی‌که با طرح سیاست دقیق

اقتصادی در سال‌های که پول هنگفتی به کشور سرازیر می‌شد. پالیسی‌های جامع و دقیقی را تدوین نموده که در نتیجه آن میزان چشم‌گیری از رشد را در اقتصاد کشور شاهد می‌بودیم. اما عملاً از این فرصت‌ها استفاده‌ی مؤثر صورت نگرفت و افغانستان هم‌چنان از فقیرترین کشورهای مصرف‌کننده در جهان باقی مانده است. با توجه به این که افغانستان یک کشور زراعتی است، اما ارقام مربوط به واردات محصولات حیوانات و طیور در کشور، بسیار بلند و سرسام‌آور می‌باشد (۱۱). واردات سالانه‌ی گوشت مرغ نسبت به دیگر گوشت‌ها بیشتر می‌باشد. مسئولان وزارت زراعت، مال‌داری و آبیاری به‌صورت تخمینی گزارش می‌دهند که افغانستان سالانه به ۱۷۲ هزار و ۶۰۰ متریک تن گوشت مرغ نیاز دارد. از این میان تنها ۸۴ هزار و ۲۰۰ متریک تن آن در داخل کشور تولید می‌شود. از طرف دیگر، آمارهای اداره احصائیه مرکزی نشان می‌دهد که افغانستان سالانه به ارزش در حدود ۱۵۰ میلیون دالر گوشت مرغ وارد می‌نماید. برازیل، ارجنتاین، کانادا، چین، دانمارک، ایران، پاکستان، هندوستان، تاجکستان و امارات متحده عربی، از صادرکنندگان عمده‌ی گوشت مرغ به افغانستان می‌باشد (۹). بیشتر مصرف‌کنندگان گوشت و محصولات لبنی وارداتی، خانواده‌ها و افرادی هستند که در شهرها زندگی می‌کنند. گوشت و مواد لبنی که در روستاها از سوی مال‌داران تولید می‌شود، تنها نیاز روستائیان را کفایت می‌کند (۲۰، ۴۴). آمار وزارت زراعت، مال‌داری و آبیاری نشان می‌دهد که در حال حاضر، ۷۹۳۲ فارم کوچک و بزرگ مرغ به هدف تولید گوشت در سراسر کشور وجود دارد. تمام این فارم‌ها از سوی سکتور خصوصی راه‌اندازی شده است. در فارم‌های بزرگ کارمندان تختیکی‌شان اتباع کشورهای همسایه می‌باشد و فارم‌های کوچک اکثراً توسط افراد غیرمسلمی اداره می‌گردد که نکات مهم تختیکی و حفظ‌الصحوی در نظر گرفته نشده، از یک سو باعث شیوع امراض زونوس در جامعه شده و از جانب دیگر باعث آلودگی محیط زیست می‌گردد؛ چون یک تعداد فارم‌ها نظربه عدم مسلکی بودن و مراعات نه‌کردن قانون مال‌داری در نزدیکی ساحات رهایشی تأسیس گردیده است.

بخش دیگری از نیازمندی مهم خوراکی مردم ما تخم مرغ است. طبق آمار اداره احصائیه مرکزی، در یک سال حدود ۸۱۲ میلیون و ۲۴۵ هزار و ۳۷۳ عدد تخم مرغ به ارزش ۳۸ میلیون و ۹۹۹ هزار و ۴۱۸ دالر امریکایی به کشور وارد و به مصرف می‌رسد. چین، ایران، پاکستان، هندوستان و تاجکستان، کشورهایایی هستند که بیشترین صادرات تخم مرغ را به افغانستان دارند. با این حال، ارزیابی‌های وزارت زراعت و مال‌داری از وضعیت بازار نشان می‌دهد که در حدود ۲۵ درصد از نیازمندی‌های داخلی به تخم مرغ، توسط فارم‌های داخلی رفع می‌شود و ۷۵ درصد باقی‌مانده از خارج کشور وارد می‌شود (۱۶).

با آن که افغانستان چرگاه‌های زیادی برای تربیت مواشی دارد و پیشه‌ی بسیاری از روستائین‌ها را تربیه و پرورش حیوانات اهلی تشکیل می‌دهد، اما هنوز هم افغانستان مقصد خوبی برای صادرات گوشت گاو و گوساله برای دیگر کشورها شمرده می‌شود (۲۶). براساس آمار اداره احصائیه مرکزی مقدار واردات گوشت گاو و گوساله در افغانستان سالانه بیش از ۲۰ میلیون دالر از کشور بیرون می‌شود. این گوشت‌ها بیشتر به شکل جامد، کنسرو و هم‌چنان حیوان زنده جهت ذبح به افغانستان وارد می‌شود. پاکستان، هندوستان و امارات متحده عربی از صادرکنندگان عمده‌ی گوشت گاو و گوساله به افغانستان هستند (۲۷).

ارزیابی که از سوی وزارت زراعت، مال‌داری و آبیاری در قسمت نیازمندی بازار کشور به شیر صورت گرفته (۲۵)، نشان می‌دهد که مارکیت افغانستان سالانه به ۳ میلیون و ۳۳۶ هزار متریک تن شیر ضرورت دارد. این درحالیست که تولید شیر در کشور نظر به آمار وزارت زراعت، مال‌داری و آبیاری، به یک میلیون و ۸۳۵ هزار و ۲۰۰ متریک تن در سال می‌رسد. مقدار شیر باقی‌مانده هنوز هم از خارج کشور وارد می‌شود. مسوولان وزارت زراعت، مال‌داری و آبیاری اظهار می‌دارند که ۷۰ درصد از شیرهای وارداتی در شهرهای بزرگ به مصرف می‌رسد، زیرا در این شهرها امکان دسترسی به شیر داخلی کم‌تر است و باشندگان روستاها نیز حدود ۳۰ درصد از شیر وارداتی را مصرف می‌کنند.

نقش مال‌داری در کاهش فقر

در سطح جهانی، زراعت و مال‌داری بیش از هر صنعت دیگری معیشت مردم را فراهم می‌کند. زراعت و مال‌داری نقش کلیدی در کاهش فقر دارد (۳۴). با توجه به گزارش بانک جهانی ۷۶ درصد نفوس در مناطق روستائی زندگی می‌نمایند و ۳۸ درصد نیروی کار به‌منظور فراهم‌آوری معیشت در سکتور زراعت مصروف هستند و تا حد زیادی به زراعت و مال‌داری وابسته هستند، درحالی‌که قیمت مواد غذایی تعیین‌کننده است. ازدیاد نفوس و مشکل تهیه غذا در طول تاریخ بشریت در صدر برنامه‌های اقتصادی، اجتماعی و تحقیقاتی جهان قرار دارد و مردم هرکشور به اساس امکانات دست داشته در تغذیه سالم که متضمن حفظ و سلامتی انسان‌ها است به جد و جهد ادامه می‌دهند (۳، ۳۱). بنابراین، مال‌داری و تأثیرات آن در رشد و ارتقای سطح اقتصاد و تغذیه سالم به‌شکل روزافزون ارزش و اهمیت خود را در جامعه‌ی بشری نمایان ساخته و در سطح جهان شکل یک صنعت را بخود گرفته است که هدف اصلی آن تبدیل نمودن مواد ارزان و کم‌ارزش به مواد غذایی خوب و با کیفیت می‌باشد (۳۹)، فقر در جامعه وابسته به عوامل مختلفی می‌باشد؛ اما قبل از این که، نقش مال‌داری در کاهش فقر در افغانستان به بررسی گرفته شود، فقر را می‌توان عمدتاً وابسته به مشکلات ذیل دانست:

بی‌برنامگی دولت: یکی از عوامل اساسی فقر در افغانستان را برای بیرون رفتن از فقر، بی‌برنامگی یا عدم استراتژی دقیق و همه‌جانبه دولت می‌توان دانست.

بیکاری: بیکاری به‌حیث یکی از عوامل اصلی فقر در سطح کشور به‌خصوص دهات افغانستان دانسته می‌شود.

جنگ‌ها: چهار دهه جنگ در کشور، باعث از بین رفتن تمامی زیربنای اقتصادی و بیجا شدن صدها هزار نفر در داخل کشور گردیده و روند عادی زندگی مردم را مختل ساخته است.

خشک‌سالی و آفات طبیعی: آفات طبیعی مانند سرازیر شدن سیلاب‌ها، امراض نباتی، هجوم ملخ‌ها و خشک‌سالی‌ها، برای کشوری مانند افغانستان که تدارک چندانی برای رسیدگی به این‌گونه حوادث و آفات وجود ندارد، می‌تواند فقر را گسترش دهد.

بی‌سوادی: یکی دیگر از عوامل ایجاد فقر در جامعه، بی‌سوادی است. موجودیت بیش از ۶۵ درصد بی‌سواد که اکثریت شان در دهات زندگی می‌کنند، می‌تواند در امر گسترش فقر نقش مهمی را ایفا کند. دولت باید دست مافیاهای سیاسی و اقتصادی را از دخالت در امور قیمت بازار کوتاه ساخته و زمینه رقابت واقعی را در میان تاجران کشور فراهم آورد (۳۶، ۴۱).

مال‌داری در کاهش فقر نقش بارز دارد (۲۹، ۳۲)، سهم بالقوه‌یی که مال‌داری می‌تواند در کاهش فقر داشته باشد، موجودیت سهم بزرگ فقرا، وابسته به مال‌داری به‌عنوان بخشی از معیشت آن‌ها و افزایش تقاضا برای محصولات مال‌داری در کشور، باید دولت‌ها جهت کاهش فقر از فرصت‌های موجود در بخش مال‌داری، نیازهای خانواده‌های مال‌داران را بیشتر تأمین کنند. از ایجاد تأسیسات مال‌داری به‌عنوان نقطه‌ی شروع در طراحی سیاست که مستلزم انسجام مجموعه‌یی از اقدامات عمومی، از جمله ارائه دسترسی به منابع اولیه، کاهش آسیب‌پذیری، نواقص بازار، کمک‌های مالی، بلند بردن آگاهی در بخش پرورش و نگهداری حیوانات در نظر بگیرند. از جانب دیگر، کوچی‌ها در طول تاریخ بدون در نظرداشت مرزها در سراسر منطقه از هند به آسیای میانه، افغانستان و بخشی از مناطق ایران بخاطر آب و علف حیوانات مهاجرت می‌کردند. مهاجرت و دسترسی آن‌ها به مناطق علف‌دار در چنددهه‌ی اخیر به دلایل مشکلات در مرزها، موجودیت افراد مسلح، ملیشه‌های محلی و مسدود شدن مسیرهای عبوری در نتیجه‌ی غصب راه‌های مهاجرتی توسط جنگ‌سالاران و صاحبان اراضی بزرگ و تنش‌های قومی سبب گردیده که مهاجرت کوچی‌ها به بسیاری از مناطق علف‌دار محدود گردد که این کار در سال‌های اخیر بالای پرورش حیوانات صدمه‌ی جدی وارد کرده است. کوچی‌ها بیشتر به مال‌داری

اشتغال دارند، به‌ویژه بز، گوسفند، شتر و اسب را پرورش و نگه‌داری می‌نمایند (۱۳). کوچی‌ها در حاشیه جامعه زندگی می‌کنند. تأمین آب آن‌ها عمدتاً از چشمه‌ها، چاه‌ها و آب‌های سطحی که اغلب آلوده هستند، تأمین می‌شود. امکانات فاضلاب حداقل است. دسترسی آن‌ها به خدمات صحی ضروری محدود است. اکثریت آن‌ها (۸۸ درصد) به‌عنوان فقیر طبقه‌بندی می‌شوند. هفتاد و یک درصد آن‌ها از ناامنی غذایی رنج می‌برند. از هر ۱۰۰ پسر کوچی فقط ۵ نفر و از هر ۱۰۰ دختر کوچی یک نفر در آموزش حضور دارند، نرخ باسوادی جوانان پایین است، ۱۰ درصد برای پسران و ۱ درصد برای دختران در مقایسه با ۶۶ درصد و ۳۲ درصد در سایر مناطق روستایی. اما مشارکت نیروی کار در میان کوچی‌ها ۶۸ درصد در مقایسه با ۴۷ درصد در سایر مناطق روستایی است. درحالی‌که تنها ۱۶ درصد از زنان شهری و ۲۲ درصد از زنان روستایی در نیروی کار هستند، این سهم در میان زنان کوچی به ۴۶ درصد می‌رسد. به نوبه خود، اختلافات زمینی باعث تقویت درگیری، منجر به اختلاف بین جوامع و قبایل می‌شود. این‌ها اغلب منجر به خشونت جنایی می‌شود (۱۹).

برای مبارزه با فقر، باید یک استراتژی جامع، واحد و منطقی، بادر نظر داشت واقعیت‌های افغانستان، منطقه و جهان، توسط نخبگان، اهل مسلک کشور ترتیب و تدوین گردد و ضمانت اجرایی قوی و ملی داشته باشد. پلان‌هایی را عملی نمایند که از یک طرف به کاهش فقر کمک نماید و از جانب دیگر، به رشد کمی و کیفی صنعت زراعت و مال‌داری منجر شود. از این‌که نزدیک به ۸۰ درصد مردم ما مصروف کسب و کار زراعت و مال‌داری اند، توجه در این عرصه نسبت به عرصه‌های دیگر می‌تواند خیلی زیاد کمک‌کننده به کاهش نرخ فقر در افغانستان باشد و درجه‌ی امنیت غذایی مردم کشور ما را بالا ببرد.

تجارب و تحقیقات (۲۳، ۳۹) نشان می‌دهد که مبارزه با فقر و عوامل آن تنها از طریق حمایت از محصولات داخلی امکان‌پذیر بوده که در نظام اقتصادی فعلی این امر بسیار مشکل و حتی ناممکن است. اراده‌ی سیاسی به‌منظور تغییر نظام اقتصادی در شرایط فعلی وجود ندارد که نهاد‌های تولیدی دولتی حمایت شود که بر رشد محصولات داخلی تأثیر مستقیم دارد. تنها با تغییر نظام اقتصادی بازار به اقتصاد مختلط می‌توان با فقر مبارزه و زمینه‌ی احیای تصدی‌های دولتی را مساعد و حمایت از تولیدات داخلی را ارجحیت داد که این تدابیر باعث ایجاد شغل، افزایش درآمد و بهبود رفاه اجتماعی شده که به نوبه‌ی خود روی سایر عوامل چون؛ امنیت، حکومت‌داری خوب، مبارزه با فساد اداری، ثبات سیاسی و رشد اقتصادی تأثیرگذار است. بنابراین، برای کاهش فقر در کشور نیاز به ترتیب و اجرای راهکارها و استراتژی‌های اقتصادی مناسب و درخور شرایط سیاسی، اجتماعی و اقتصادی در کشور

می‌طلبد. در ضمن نظام اقتصادی کنونی کشور ناقص است و باید اصلاح گردد که در زمینه، کارشناسان و اقتصاددانان کشور باید نظر دهند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تمام این موارد، باید اظهار داشت که بستر مال‌داری افغانستان برای سرمایه‌گذاری کاملاً بکر و دست‌ناخورده است. در شرایط کنونی زراعت و مال‌داری بهترین و شاید تنها گزینه‌ی برای ایجاد زیرساخت‌های اقتصادی این کشور باشد. آمار و تحقیقات زیاد نشان می‌دهد که سه بخش زراعت، خدمات و صنعت مهم‌ترین نقش را در اقتصاد کنونی کشور بازی می‌کنند. نقش بخش زراعت و مال‌داری در دهه‌ی ۱۳۸۰ نه تنها رشد لازم را نداشته بلکه سیر نزولی داشته است. دلایل کاهش سهم بخش زراعت در تولید ناخالص ملی کشور، عموماً تحت تأثیر عواملی چون کم‌بود سرمایه‌گذاری، مهاجرت روستائیان به شهرها و آفات و امراض نباتی و حیوانی ذکر شده است. با وجود این که نقش سکتور زراعت و مال‌داری در تولید ناخالص داخلی سیر نزولی داشته است؛ اما با این هم در اوایل سال‌های دهه‌ی ۹۰، این سکتور بین ۲۲ تا ۳۳ درصد از عواید ناخالص داخلی را تشکیل داده است. طبق گزارش اداره ملی آمار (NBS)، در سال ۱۴۰۰، سهم زراعت و مال‌داری در ۳۳,۴۸ فیصد از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده است. سهم بخش زراعت و مال‌داری در ۵ سال اخیر از ۱۳۹۶ - ۱۴۰۰ به طور نسبی سیر صعودی داشته است و علت اصلی رشد این سکتور، افزایش تولید گندم و ایجاد فارم‌های حیوانات و طیور است که در سال‌های اخیر علاقه‌مندی مردم و سرمایه‌گذاران، به خصوص در بخش فارم‌های مرغداری، زنبور عسل و ماهی‌داری بیشتر شده است. اما باید یادآور شد که رشد فیصدی سهم بخش زراعت و مال‌داری در تولید ناخالص داخلی می‌تواند به مراتب بیشتر باشد. به دلیل این که، این بخش با در نظر داشت شرایط آب و هوا و اقلیم مناسب کشور، منابع آبی فراوان، زمین کافی و خاک مناسب برای تربیه‌ی انواع مختلف حیوانات و طیور می‌تواند عامل مهم در افزایش تولید ناخالص داخلی (GDP) از طریق صادرات و ارزآوری در کشور حساب شود. اما باید تذکر داد که سال‌های زیاد می‌شود، مردم ما با فقر درگیر هستند و در بیست سال اخیر نیز با نظام اقتصاد بازار آزاد در بخش سکتور مال‌داری کدام کار بنیادی صورت نگرفته است، در نهایت باید گفت، تنها با تغییر نظام اقتصاد بازار به نظام اقتصاد مختلط می‌توان با فقر مبارزه و زمینه‌ی احیای تصدی‌های دولتی را مساعد و حمایت از تولیدات داخلی را ارجحیت داد و بستر خوب برای سکتور خصوصی در بخش مال‌داری مساعد ساخت که این تدابیر باعث ایجاد شغل، افزایش درآمد و بهبود رفاه اجتماعی شده که به نوبه‌ی خود روی سایر عوامل چون امنیت، حکومت‌داری خوب، مبارزه با فساد اداری، ثبات سیاسی

و رشد اقتصادی تأثیرگذار خواهد بود. بنابراین، برای کاهش فقر در کشور نیاز به ترتیب و اجرای راهکارها و استراتژی‌های اقتصادی مناسب و درخور شرایط سیاسی، اجتماعی و اقتصادی در کشور ضرورت است. در ضمن نظام اقتصادی کنونی کشور مشکلات زیاد دارد و باید اصلاح گردد که در زمینه کارشناسان و اقتصاددانان کشور باید نظر دهند. از آن‌چه گفته آمد، چنین نتیجه بدست می‌آید که باید بالای یک برنامه‌ی وسیع (استراتژیک) مال‌داری کار صورت گیرد تا در کشور اساس محکم و استوار برای احیا و رشد مال‌داری گذاشته شود. در قدم نخست ضرورت به تربیه کادرهای مسلکی مختص در رشته مال‌داری به سطح لسانس و ماستر است، تا با فراگرفتن تکنالوژی جدید پرورش حیوانات و طیور، مال‌داری فعلی به مال‌داری تکثیفی و تجارتي میسر شده بتواند.

- (1) Blench R., Chapman R., Slaymaker T.. A Study of the Role of Livestock in Poverty Reduction Strategy 2003. V. 103. P.57 /License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- (2) CSO. Statistical years book of Afghanistan, 2017-2018; Retrieved from:
- (3) <http://cso.gov.af/en/page/1500/4722/1396>
- (4) Da, Kydd J., Morrison J., Urey I. A Policy Agenda for Pro-Poor Agricultural Growth. World Development 2004.32 (1), pp. 73-89.
- (5) FAO. World Food and Agriculture – Statistical Pocketbook 2018. Rome. 254 pp. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- (6) FAO. 15 Years in Afghanistan a special report: 2003-2018. Rome. 2018. 126pp. <http://www.fao.org/3/CA14336EN/>
- (7) FAO.. 15 Years in Afghanistan a special report: 2003-2018. Rome. 126pp. <http://www.fao.org/3/CA14336EN/ ca1433en.pdf>
- (8) FAO and MAIL Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>
- (9) FAO/MAIL. Afghanistan national livestock census 2002-2003 OSRO/AFG/212
- (10) Final report, 2008; food and agriculture organization of the united nations, ROME
- (11) FAO. World Food and Agriculture – Statistical Pocketbook 2018. Rome. 254 pp. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- (12) Henderson B, Gerber P and Opyo C Climate change and livestock, challenges and options. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 2011. 6, No. 16, 11p.
- (13) Herrero M, Thornton PK, Gerber P and Reid RS. Livestock, livelihoods on the environment: understanding the trade-offs. Current Opinion in Environmental Sustainability; 2009. 1, 111–120.
- (14) Herrero M, Grace D., Njuki J., Johnson N., Enahoro D., Silvestre S. And Rufino M. C., the roles of livestock in developing countries. International Livestock Research Institute, PO Box 30709, Nairobi, Kenya, (Animal (2013), 7:s1, pp. 3–18 & The Animal Consortium 2012 doi:10.1017/S1751731112001954
- (15) Ismet Boz.. The contribution of Agriculture Sector in the Economy of Afghanistan. International Journal of Scientific Research and Management · October 2018 International Journal of Scientific Research and Management. All content following this page was uploaded by Ismet Boz on 12 February 2020. ·
- (16) Leao, Izabela; Ahmed, Mansur; Kar, Anuja.. Jobs from Agriculture in Afghanistan. International Development in Focus; 2018 Washington, DC: World Bank. © World Bank.
- (17) Irz, Lin Lin, Colin, Agricultural Productivity Growth and Poverty Alleviation Xavier, Development Policy Review, 2001, 19 (4): 449-46
- (18) Jalal, A. & Ward, M. Afghan Agricultural Economy Update: Afghanistan. (2011) GAIN Report Number: AF-2011-10
- (19) Johnston, B. F., & Mellor, J. W. The role of agriculture in economic development. The American Economic Review, . (1961) 51(4), 566-593
- (20) Leonard D. The Political Economy of International Development and Pro-Poor Livestock Policies: A Comparative Assessment – Revised and Expanded. . 2006 PPLPI Working Paper No. 35, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI), FAO, Rome.

- (21) LID (Livestock in Development) Livestock services and the poor. Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit. Department of Agriculture, 2004. University of Reading, Reading.
- (22) Martin Upton,. The Role of Livestock in Economic Development and Poverty Reduction. Pro-Poor Livestock Policy Initiative, 2004 a Living from PPLPI Working Paper No. 10
- (23) McMichael AJ, Powles JW, Butler CD and Uauy R Food, livestock production, energy, climate change, and health. 2007. The Lancet 370, 1253–1263.
- (24) McDermott JJ, Staal S, Freeman HA, Herrero M and van de Steeg J Sustaining intensification of smallholder systems in the tropics. Livestock Science 130, 95–109, doi:10.1016/j.livsci.2010.02.014.
- (25) Naylor R, Steinfeld H, Falcon W, Galloway J, Smil V, Bradford E, Alder J and Mooney H Losing the links between livestock and land. Science 2005. 310, 1621–1622.
- (26) NSIA. Afghanistan Statistical Yearbook 2018-19, Issue No: 40 WWW. NSIA GOV. AFG.
- (27) NSIA. Afghanistan Statistical Yearbook 2018-19, Issue No: 41 2020 WWW. NSIA GOV. AFG.
- (28) NSIA. Afghanistan Statistical Yearbook 2020-21, Issue No: 42 WWW. NSIA GOV. AFG.
- (29) O'Mara FP. The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future. Animal Feed Science and Technology 2011. 166, 7–15.
- (30) Pelletier N and Tyedmers P. Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 2010; 107, pp. 18371–18374.
- (31) Pica-Ciamarra U.. Livestock Policies for Poverty Alleviation: Theory and Practical Evidence from Africa, Asia and Latin America. PPLPI 2005; Working Paper No. 27, Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI), FAO, Rome.
- (32) PPLPF.. Pro-Poor Livestock Policy Facility – Fostering the Policy Dialogue in Support of Equitable, Safe and Clean Livestock Farming. Project Memorandum, 2001; FAO, Rome.
- (33) Silvestre S, Osano P, De Leeuw J, Herrero M, Ericksen P, Kariuki J, Njuki J, Notenbaert A and Bedelian C. Assessing the potential of payment for environmental services in livestock-inclusive agricultural production systems in developing countries. 2012; ILRI research report, International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya.
- (34) Thornton PK. Livestock production: recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society 2010; B 365, 2853–2867.
- (35) Thornton PK and Herrero M The inter-linkages between rapid growth in livestock production, climate change, and the impacts on water resources, land use, and deforestation. Background paper for the 2010 World Development Report. Policy Research Working Paper 5178. The World Bank, Washington, US, 82pp.
- (36) Ulfat-un-N. K., Muzaffar I. Role and the size of livestock sector in Afghanistan, 2002. A Study Commissioned by the World Bank, Islamabad
- (37) Usaid.gov. Afghanistan value chains – livestock. . 2019 <http://www.usaid.gov/afghanistan>

- (38) UN Afghanistan, The UN Country Common Analysis for Afghanistan 2021
- (39) World Bank Islamic Republic of Afghanistan Agricultural Sector Review. Revitalizing Agriculture for Economic Growth, (2014).; Job Creation, and Food Security.
- (40) World Bank Afghanistan: Pathways to Inclusive Growth. (2014). Washington, DC: World Bank.
- (41) Алтухов А. И. Продовольственная безопасность России: вопросы методологии и практики // Прикладные экономические исследования. 2015. № 9. С. 4—12.
- (42) Бекетов Н. В., Тарасов М. Е. Проблемы продовольственной безопасности России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2009. № 4. С. 28—32.
- (43) Васильев Э. В., Брюханов А. Ю., Козлова Н. П. Оценка эффективности наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства // Технологии и технические средства механизации производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 88. С. 131-142
- (44) Гумеров Р. Р. Методологические вопросы измерения и оценки национальной продовольственной безопасности // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2011. № 2. С. 20—32.
- (45) Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 30 янв. 2010 г. № 120 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/6752> (дата обращения : 23.06.2018)
- (46) Дудин М. Н., Лясников Н. В. Продовольственная безопасность страны в контексте планирования и прогнозирования деятельности региональных субъектов хозяйствования и всей экономической системы в целом // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 40. С. 35—42.
- (47) Оборин М. С., Черникова С. А. Влияние сельского хозяйства на социально-экономическое развитие региона // Вестн. Забайкал. гос. Ун-та. 2018. Т. 24. № 8. С 137-146. DOI: 10.21209/2227-92452018-24-8-137-146

پیشرفت‌ها در شیوه‌های درمانی و مدیریتی التهاب پستان گاو

پوهندوی شاهپور رحمتی

دیپارتمنت کلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: shahpoorrahmati70@gmail.com

چکیده

التهاب پستان ناشی از عوامل عفونی هنوز هم یک چالش عمده برای گاوهای شیرده بوده و شایع‌ترین بیماری درگاوهای شیرده نیز می‌باشد. بیشترین ضرر اقتصادی را در حیوانات فارم لبنیات در سراسر جهان به همراه دارد. تشخیص معمولی، معمولاً براساس علائم کلینیکی و تحت کلینیکی صورت می‌گیرد. رژیم‌های درمانی شامل انٹی‌بیوتیک‌ها، باکتریوفازها، پیتاید‌های ضد میکروبی، پروبیوتیک‌ها، گیاه‌درمانی، تغذیه، تداوی گاوهای خشک و شیرده و انتخاب جنتیکی می‌باشند که برای اثربخشی یا مؤثریت تداوی التهاب پستان مورد ارزیابی قرار گرفته است. هدف این مقاله‌ی مروری را تثبیت باکتریایی که باعث التهاب کلینیکی و تحت کلینیکی غده‌ی پستان می‌شوند و هم‌چنین شناسایی حساسیت آن‌ها در مقابل انٹی‌بیوتیک‌ها، سپس یافتن راه‌حل‌های مناسب برای درمان و کنترل التهاب پستان تشکیل می‌دهد. در نتیجه التهاب پستان بر تولیدات شیر و سلامتی گاوها تأثیر منفی می‌گذارد و با کاهش کیفیت شیر، افزایش میزان خشره‌سازی، افزایش هزینه‌های درمان و افزایش میزان مرگ و میر ناشی از شکل فوق حاد التهاب پستان، خسارات اقتصادی بزرگ را در صنعت لبنیات وارد می‌کند.

اصطلاحات کلیدی: گاو؛ پستان؛ عفونت؛ درمان؛ مدیریت

Improvements in Managemental and Therapeutic Approaches of Bovine Mastitis: A review

Teaching Asstt. Shahpoor Rahmati

Department of Clinic, Faculty Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: shahpoorrahmati70@gmail.com

Abstract

Bovine mastitis caused by infectious agents is still considered a damaging condition of dairy cattle, which is the most prevalent disease in dairy cattle and causes the greatest economic loss to dairy farming around the world. Routine diagnosis is based on clinical and subclinical forms of the disease. Therapeutic regimens such as antibiotics, bacteriophages, antimicrobial peptides, probiotics, herbal therapy, nutritional, dry cow and lactation therapy, and genetic selection have been evaluated for their efficacy in the treatment of mastitis. The aim of this review article was to establish the bacterial causes of clinical and subclinical mastitis, and recognize its sensitivity to antibiotics, then find proper solutions for the treatment and control of mastitis. In conclusion, the mastitis has negative effects on quality of milk production and health of animals, so increasing the economic loss and culling in dairy animal's productions.

Keywords: Cattle; Mammary; Infection; Therapy; Management.

مقدمه

بیماری‌های وابسته به زایمان و گیناکولوژی در گاوها در نتیجه‌ی نابآوری آنها خسارات اقتصادی زیادی را به مالداران افغانستان و جهان وارد می‌کند. خسارات اقتصادی ناشی از بیماری‌های یادشده شامل نابآوری، کاهش تولید گوشت و شیر، خشره سازی قبل از وقت، کوتاه شدن دوره‌ی شیردهی، کاهش کیفیت محصول و افزایش هزینه درمان آنها می‌باشند (۱). التهاب پستان نیز از این امر مستثنا نبوده و سالانه خسارات اقتصادی زیادی را به پیکر صنعت مال‌داری وارد می‌کند. نظربه گفته‌های بعضی از محققین، خسارات اقتصادی ناشی از التهاب پستان سالانه برای یک رأس گاو شیرده حدوداً به ۱۸۴ دالر امریکایی می‌رسد (۲).

در طول سال‌های گذشته، چندین استراتژی به‌منظور مدیریت هر دو نوع التهاب پستان (کلینیکی و تحت کلینیکی) ایجاد شده اند. اما هنگامی‌که به‌عنوان مونوتراپی (یک داروی خاص برای تداوی التهاب پستان) از آنها استفاده می‌گردید، اکثریت آنها فاقد اثربخشی بوده اند. علاوه براین، تحقیقات باید به سمت تخنیک‌های درمانی جدید هدایت شوند که هم بتوانند جای‌گزین تخنیک‌های مرسوم شوند و هم مشکل مقاومت انتی‌بیوتیکی را حل کنند (۳).

بدون در نظرداشت عوامل بیماری‌زا در مورد عارضه‌ی پستان، عفونت پستان یا ماستیت به التهاب غده‌ی پستانی اطلاق می‌شود. در حیوانات، التهاب پستان از طریق تغییرات فیزیکی یا کیمیایی و با مشاهده‌ی آلوده‌گی میکروبی شیر و هم‌چنین تغییرات حاصل از بیماری در انساج غده‌ی پستانی مشخص می‌شود. از میان بیماری‌های گاو، التهاب پستان یگانه بیماری است که بر سلامتی و تولیدات حیوانات صدمه‌ی هنگفتی را وارد می‌کند که این امر باعث خسارات اقتصادی در مالداران و کاهش تولیدات فرآورده‌های لبنی در سراسر جهان می‌گردد. التهاب پستان عمدتاً به‌دلیل عفونت باکتریایی ایجاد می‌شود، از نگاه اپیدمیولوژی به دو نوع عامل: یعنی عوامل ساری و عوامل محیطی طبقه‌بندی می‌شوند (۴). عوامل ساری التهاب پستان شامل استافیلوکوکوس اورئوس (*aureus Staphylococcus*)، استرپتوکوکوس آگلکسیا (*Streptococcus agalactiae*) و نوع میکوپلازما (*Mycoplasma spp*) می‌باشند که از گاو مبتلا به گاو سالم از طریق دست‌های آلوده، تاول و ماشین شیردوشی که به‌عنوان ذخیره‌گاه باکتری عمل می‌کند، منتقل می‌شوند. بر عکس، التهاب پستان ناشی از عوامل محیطی عمدتاً در خارج از سالون شیردوشی به گاوها سرایت می‌کنند. به‌عنوان مثال، باکتریای آلوده‌کننده از محل بودباش حیوان مانند مواد بستر، خاک، مدفوع، آب‌های ایستاده و غیره به پستان حیوان انتقال می‌یابند (۳، ۵). التهاب پستان تاجایی که مربوط به تولید شیر می‌شود،

هزینه‌های پرورش گاوهای شیرده را افزایش داده و بر ترکیب و ارزش شیر نیز تأثیر منفی می‌گذارد. التهاب پستان ناشی از عوامل محیطی به شدت تحت تأثیر اقدامات مدیریتی قرار می‌گیرد. بنابراین، به ابزارهای تخنیک و بیولوژیکی مناسب همراه با تشویق و انگیزه‌ی مال‌داران نیاز دارد (۶). تشخیص التهاب پستان نیاز اصلی صنایع لبنی است که نه تنها برای تولید شیر پاک به دلایلی اقتصادی و نگرانی صحت عامه، بل در مورد سلامتی و رفا حیوان نیز مهم پنداشته می‌شود. در طول قرن گذشته، پیشرفت‌های چشم‌گیری در کنترل التهاب پستان حاصل شده است؛ اما به دلیل تغییر دینامیکی جمعیت، ساختار گله و معیارات پردازنده دقیق‌تر التهاب پستان را به یک بیماری پیچیده تبدیل کرده که این پیچیده‌گی‌ها یکی از مهم‌ترین مشکلات صنایع لبنی به‌شمار می‌رود. بنابراین، تحقیقات گسترده در این زمینه نیاز است (۷).

عوامل التهاب پستان

در وقوع التهاب پستان چندین عوامل نقش دارند؛ زیاده‌تر از همه عامل محیطی که در هر جا و مکان پخش و پراکنده‌اند، باعث التهاب کلینیکی پستان می‌شوند. در مقایسه با آن، پتوجن مسری باعث عفونت‌های تحت کلینیکی التهاب پستان می‌گردد. همان‌طوری که قبلاً یادآور شدیم، بیماری التهاب پستان یک بیماری چندین عامله است و بعضی از باکتری‌ها به‌طور عمده مسئول عارضه‌ی کلینیکی، تحت کلینیکی، مسری و محیطی التهاب پستان می‌باشند. معمول‌ترین آن‌ها شامل استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوکوس آگلکسیا، استرپتوکوکوس پایوجن، استرپتوکوکوس یوبریس (*S. uberis*)، تروپیریلای پایوجن (*Trueperella pyogenes*)، کلیمبزیلا پنومونی (*Klebsiella pneumoniae*)، کلیمبزیلا اوکسی توکا (*Klebsiella Oxytoca*)، انتروباکتر ایروجن (*Enterobacter aerogenes*)، ایکولای (*E. coli*) و انواع پاستوریلا (*Pasteurella spp*) می‌باشند (۸، ۳). از میان این پتوجن‌های ساری یادشده استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوکوس دیس آگلکسیا، استرپتوکوکوس آگلکسیا و ایکولای به‌نام پتوجن‌های محیطی نیز شناخته می‌شوند. به‌طور کلی بعضی از محققین چنین بیان می‌دارند که پتوجن‌های مانند استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوکوس آگلکسیا و استرپتوکوکوس یوبریس از جمله پتوجن‌های بسیار معمول التهاب پستان به‌شمار می‌روند، درحالی‌که مایکوپلازما بوویس (*Mycoplasma bovis*) و کورین باکتریوم بوویس (*Corynebacterium bovis*) کم‌تر التهاب پستان را سبب می‌شوند (۳).

انواع التهاب پستان و ارتباط کلینیکی آن‌ها

التهاب پستان را می‌توان از نظر اپیدمیولوژیکی به التهاب پستان مسری و محیطی که با طیف گسترده‌ی از عوامل پتوجن به میان می‌آید، دسته‌بندی کرد. علاوه بر این، التهاب پستان را می‌توان به شکل کلینیکی و تحت کلینیکی نیز طبقه‌بندی نمود (۵). به هر اندازه که رطوبت و آلوده‌گی محیط طویله بیشتر شود، به همان پیمانه عوامل پتوجن و مصابیت به التهاب پستان نیز افزایش می‌یابد. در رابطه با التهاب پستان تحت کلینیکی و کلینیکی، به نظر می‌رسد که نوع اول (تحت کلینیکی، ۵۹٫۲ درصد) و نوع دومی (کلینیکی ۳٫۴ درصد) مسئول می‌باشد. التهاب کلینیکی پستان را می‌توان بر اساس علائم کلینیکی آن به آسانی تشخیص داد. در ساحه‌ی مبتلا و یا در تمام ساحات پستان، علائمی مانند؛ گرمی، درد در هنگام لمس، پندیده‌گی، لخته‌های شیر، تغییر رنگ و قوام شیر قابل شناسایی می‌باشند. علائم عمومی شامل تب (بیشتر از ۳۹ درجه سانتی‌گراد) و بی‌اشتهایی می‌باشند (۳). میزان وقوع التهاب پستان به دلیل وضعیت مدیریتی و فیزیولوژیکی بیشتر در غوناجی‌ها در مقایسه با گاوهای بالغ در اوایل شیردهی دیده شده است.

با گذشت زمان، پستان آلوده‌ی گاو ممکن حساسیت شآن‌را در طی شرایط خاص کاهش دهد و هم‌چنین در برابر شرایط التهابی مقاومت حاصل می‌کند. چنین شرایط‌ها شامل تجویز طولانی‌مدت انتی‌بیوتیک‌ها از طریق لاج، وقوع بیشتر مایکوزیس پستان ناشی از کم‌بود ویتامین‌ها، مواد منزالی و انتی‌اکسیدانت‌ها، عدم تعادل جیره و شرایط نامناسب آب و هوا می‌باشند (۹). کومار و همکاران (۱۰) میزان وقوع، جنبه‌های اقتصادی و گونه‌های کلینیکی و تحت کلینیکی التهاب پستان را مطالعه کردند. در گونه‌ی تحت کلینیکی التهاب پستان هیچ علائم قابل ملاحظه دیده نشد، اما تغییر در ترکیب شیر می‌تواند یک شاخص باشد. از این رو، با بررسی آزمایشگاهی مانند آزمایش ماستیت کالیفرنیا، نمادهای مالیکولی مرتبط به پتوجن، تغییرات ترکیب شیر شناسایی و تأیید شده می‌تواند، ولی برای تشخیص دقیق‌تر و کنترل این بیماری یک رویکرد مشترک، با ارزش و قابل قبول نیاز می‌باشد.

اهمیت اقتصادی

صرف نظر از هزینه‌ی تداوی و سایر مصارف، التهاب کلینیکی و تحت کلینیکی پستان، هر دو باعث کاهش تولید و تخریب شیر می‌گردند. ماستیت تحت کلینیکی نسبت به نوع کلینیکی آن حدوداً سه برابر بیشتر خسارات اقتصادی را سبب می‌شود. بنابراین، از کل خسارات اقتصادی مرتبط به التهاب پستان ناشی از عفونت، حدوداً ۶۰-۷۰ درصد خسارات اقتصادی را ماستیت تحت کلینیکی تشکیل می‌دهد (۱۰). برخی از محققین کشور هندوستان چنین برجسته می‌سازند که خسارات اقتصادی ناشی

التهاب پستان گاوها حدوداً ۴۹ درصد به دلیل از دست دادن ارزش شیر و ۳۷ درصد به دلیل هزینه‌های داکتر و ترنر بوده است. هزینه‌های تداوی یک حیوان شامل هزینه‌ی دارو (۳۱ درصد) و خدمات (۵،۵ درصد) می‌باشند. خسارات اقتصادی در گاوهای نسل دورگه به دلیل پوتانشیل تولیدی بالای آن‌ها که در طول دوره‌ی ماستیت تحت تأثیر قرار گرفته اند، نسبتاً بیشتر بوده است (۱۱). حجرات سوماتیک شامل حجرات سفید خون (نیوتروفیل‌های نفوذی و ماکروفاژها) اند که به علت التهاب وارد غده‌ی پستان می‌شوند. قابل یادآوری است که تعداد حجرات سوماتیک در گاوهای سالم باید کم‌تر از ۲۰۰۰۰۰ در یک میلی لیتر شیر باشند (۲، ۳).

پیشرفت‌ها در تشخیص التهاب پستان

به‌طور معمول، آزمایش‌های کیفی و تشخیصی متداول التهاب پستان از اهمیت و ویژه‌گی کم‌تر برخوردار اند، درحالی‌که آزمایش‌های پیشرفته‌ی کمی، بسیار حساس و ویژه می‌باشند. تخنیک‌های پیشرفته مالیکولی مبتنی بر فینوتایپ و جنیوتایپ روش‌های شناسایی سریع و خاصی را برای تشخیص پتوجن‌های التهاب پستان را تا سطح گونه‌ها و زیرگونه‌ها ارایه می‌دهند. تعیین گونه‌های باکتری برای انتخاب مناسب انٹی‌بیوتیک و هم‌چنین برای اهداف درمانی و انتخاب مناسب برای روش‌های تولید لبنیات از اهمیت خاص برخوردار می‌باشد. سیستم شناسایی خودکار، یا کارت شناسایی برای این منظور موجود است که منجر به شناسایی نوع باکتری همراه با ثبات و پایداری آن‌ها می‌گردند (۱۲). کندیل و همکاران (۱۳) چنین اظهار نظر می‌نمایند که تمام گاوهای شیرده مبتلا به التهاب پستان که در شفاخانه و ترنری به‌منظور تداوی پذیرفته می‌شوند، با وجودی‌که علائم بیماری نشان نمی‌دهند، ولی در حقیقت ذخیره‌گاهی پتوجن محسوب می‌شوند؛ بهتر است که از سایر حیوانات دور نگهداری شوند. پیشرفت‌های مختلف در زمینه‌ی تشخیص به‌موقع و دقیق عوامل التهاب پستان وجود دارند که شامل آزمایشات فینوتایپ، جنیوتایپ، آزمایشات عمومی و یا خاص می‌باشند. از این‌که تشخیص با عنوان مقاله در تناقص است؛ بنابراین، از توضیحات اضافی در مورد تشخیص صرف نظر شده است.

پیشرفت‌ها در تداوی التهاب پستان

جهت کنترل التهاب پستان یک برنامه‌ی کارآمد و مؤثر شامل تشخیص زودهنگام عفونت با درک سیر و انکشاف بیماری، کشف آزمایش‌های حساس جدید برای غربال‌گیری اولیه، اتخاذ روش‌های مناسب مدیریتی برای کاهش چانس انتقال عفونت و غیره می‌باشند. برنامه‌ی کنترل باید شامل استراتیژهای مانند کاهش باقی ماندن انٹی‌بیوتیک‌ها در شیر و مقاومت ضد میکروبی باشند (۷). قبل از درمان دارویی، علت اصلی عفونت پستان باید روشن شود. آسیب‌های پستان از قبیل فیستولا، زخم، تراوش،

عدم موجودیت مجرا (کانال) لایخ نیاز به توجه فوری و جدی دارند. موجودیت چنین آسیب‌ها باعث می‌شود که عوامل عفونی از بیرون وارد لایخ و غده‌ی پستان شوند. بنابراین، در قدم نخست تداوی آسیب‌های یادشده ضروری می‌باشد. مطالعه‌ی اخیر نشان می‌دهد که جراحی آسیب‌های لایخ گاوها در مقایسه با گاومیش‌ها به مراتب بیشتر می‌باشند (۱۴). درمان موفقیت‌آمیز التهاب پستان به عوامل زیر بستگی دارند: درمان ضد میکروبی، شناسایی عامل، تعداد زایمان، مرحله‌ی شیردهی (در عنوان ۳.۷ با جزئیات درج گردیده است)، تاریخچه قبلی SCC (Somatic cell count)، ماستیت کلینیکی و سایر بیماری‌های سیستمیک می‌باشند. مدیریت التهاب پستان شامل هردو استراتژی، یعنی پیشگیری و تداوی بوده و اساساً مبتنی بر انتی‌بیوتیک درمانی است. با این حال، رویکردهای اخیر برای درمان التهاب پستان، داروهای ضدباکتری مانند زئولیت و پروپولیس (Propolis & Zeolite) را پیشنهاد می‌کند که می‌توانند به عوض انتی‌بیوتیک مورد استفاده قرار گیرند (۳).

تداوی با انتی‌بیوتیک

انتی‌بیوتیک‌ها اغلب به‌عنوان یک اقدام پیش‌گیرانه برای التهاب پستان در دوره‌ی خشکی استفاده می‌شوند. در دوره‌ی خشکی استفاده از داروهای ضد میکروبی به‌عنوان یک اقدام پیشگیری‌کننده مجاز می‌باشد. انتخاب انتی‌بیوتیک‌ها برای درمان التهاب کلینیکی پستان باید بر اساس تاریخچه‌ی بیماری، عامل، مشخصات حساسیت به انتی‌بیوتیک باشد و از همه مهم‌تر، باید بر اساس اصول درمانی توصیه شده باشد. عوامل پتوجن جدا شده از شیر مصاب به التهاب پستان طیف وسیعی از حساسیت به انتی‌بیوتیک را نشان می‌دهد. با بروز مقاومت انتی‌بیوتیکی، انتخاب انتی‌بیوتیک‌ها باید بر اساس نتایج کشت و حساسیت میکروبی عامل پتوجن باشد، نه بر اساس درمانی تجارب التهاب پستان (۱۵).

موضوعی دیگری که از دیدگاه صحت عامه خیلی مهم پنداشته می‌شود، این است که انتی‌بیوتیک در شیر باقی می‌ماند و برای سلامتی مصرف‌کننده مضر واقع می‌شود. باقی ماندن چنین انتی‌بیوتیک‌ها در شیر پایدار بوده و بر علاوه مقاومت باکتری در مقابل آن، بر مصرف‌کننده‌گان می‌تواند اثرات سوء داشته باشند. طبق گزارش سال‌های قبل، استفاده از انتی‌بیوتیک‌های مانند اکسی‌تتراسیکلین (Oxytetracycline)، آموکسی‌سیلین (Amoxicillin) و سپروفلوکساکسین (Ciprofloxacin) منجر به باقی ماندن آن‌ها در شیر خام و جوشانده در فاصله‌ی زمانی مختلف می‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که زمان باقی ماندن دارو در بدن باید به‌گونه جدی در نظر گرفته شود (۱۶). تداوی ترکیبی با انتی‌بیوتیک‌ها که شامل چندین راه تجویز؛ مانند مسیر سیستمیک همراه با داخل پستانی می‌باشد، می‌تواند میزان مؤثریت درمان التهاب کلینیکی پستان را افزایش دهد. مؤثریت این روش ممکن

به دلیل غلظت بالاتر مواد ضد میکروبی در شیر و انساج غده‌ی پستانی باشد (۱۷). انتخاب انتی‌بیوتیک‌ها بر اساس نتایج کشت و حساسیت پتوجن، تضمین‌کننده‌ی مؤثریت صد درصد تداوی ماستیت کلینیکی نیست؛ زیرا ممکن به دلیل اختلاف در نتایج حساسیت انتی‌بیوتیکی خارج بدن (In vitro) و یا عدم موفقیت انتی‌بیوتیک‌های موجود در تداوی ماستیت کلینیکی باشند. التهاب پستان ناشی از استافیلوکوکوس اوریوس در شرایط این‌وترو در معرض انواع انتی‌بیوتیک‌ها حساس است، اما به دلیل بیولوژی پیچیده و عجیب استافیلوکوک‌ها همراه با سازگاری آن‌ها با محیط میزبان (گاو)، انکشاف آبه‌های خورد و تشکیل بیوفیلم (فرایندی است که میکروارگانیسم‌ها به‌طور برگشت‌ناپذیری به سطح متصل می‌شوند و روی آن‌ها رشد می‌کنند)، برخی از مواد انتی‌بیوتیکی بی‌اثر می‌شوند. با این حال، عوامل زیادی وجود دارند که میزان مؤثریت انتی‌بیوتیک‌ها را در التهاب پستان تغییر می‌دهند و شامل انواع میکروب‌ها، محیط پستان، نوع شیردوشی (ماشین/دست) می‌باشند. علاوه بر انتی‌بیوتیک‌های تزریقی، افزودن داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی منجر به کاهش حجرات سوماتیک (SCC) شده، از ضیاع شیر جلوگیری نموده و سبب بهبودی علایم کلینیکی شده و سرانجام میزان خشره سازی حیوان را کاهش می‌دهد (۳). در التهاب پستان ناشی از ایکولای، استفاده از داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی به‌عنوان تداوی حمایتی در مدیریت التهاب کلینیکی مؤثر ارزیابی شده‌اند.

تداوی با باکتریوفاژها

تداوی باکتری‌های تشکیل‌دهنده‌ی بیوفیلم در مقایسه با باکتریای معمولی، به دلیل مقاوم شدن آن‌ها در مقابل انتی‌بیوتیک یک چالش عمده به‌شمار می‌روند. در چنین مواردی، بهتر است که روش‌های دیگری درمانی برای از بین بردن موفقیت‌آمیز عوامل پتوجن انتخاب شوند. باکتریوفاژها گروه از ویروس‌هایی‌اند که توانایی آلوده‌سازی و از بین بردن باکتری را دارند (۱۸). باکتریوفاژها توانایی ذاتی دارند که باکتریای خاص را مورد هدف قرار دهند تا آن‌ها را از بین ببرند. هم‌چنان توانایی مثل‌سازی سریع داشته تا باکتریوفاژها را به‌عنوان یک کاندیدای بالقوه در مقابل باکتریای بیماری‌زا تبدیل کند. در این راستا چندین باکتریوفاژهای تجرید شده و جهت از بین بردن باکتریای بیماری‌زای مرتبط به التهاب پستان مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۹). چندین کاندیدای بالقوه‌ی باکتریوفاژها برای از بین بردن باکتریای مانند؛ استافیلوکوکوس اوریوس، کلبزیلا اکسیتوکا و ایکولای شناسایی شده‌اند. از آنجایی‌که تمام ارزیابی‌ها بر اساس مطالعات این‌وترو (in vitro) انجام شده است، از این‌رو بهتر است که برای اثبات کارایی آن‌ها در مورد التهاب کلینیکی پستان، مطالعات بیشتری در داخل بدن (in vivo)

نیز انجام شود. با وجودی که باکتریوفاژها در مقابل باکتریای پتوجن مؤثر دانسته شده اند، اما اکثریت آن‌ها فاقد پایداری در شرایط محیطی اند و باید تحت شرایط خاصی نگهداری و حفاظت شوند که چنین وضعیت، استفاده از آن‌ها را محدود می‌سازد. برای اثبات تأثیرات *in vivo* درمانی باکتریوفاژها در مدیریت التهاب پستان گاو مطالعات بیشتری نیاز است (۲).

تداوی با اندولازین‌های باکتریوفاژها

اندولازین‌ها انزایم‌های بسیار تکامل یافته اند که توسط باکتریوفاژها (به‌طور خلاصه فاژ) تولید شده تا دیوار حجرات باکتری را برای آزادسازی نسل‌های تولیدشده‌ی فاژ هضم کنند. قابل یادآوری است که اندولازین‌ها در مقابل عوامل بیماری‌زای گرام مثبت مؤثر اند. مطالعات اخیر چنین برجسته می‌سازند که اندولازین‌ها پروتئین‌هایی اند که با تخریب لایه پیپتیدوگلاایکان دیوار حجره‌ی باکتری، به فاژها زمینه را فراهم می‌سازند تا از حجرات باکتری در طی سایکل لایتیک فاژ فرار کنند (۲۰). فنتون و همکاران (۲۱) یک پیپتیداز جدید مشتق شده از باکتریوفاژها را که به نام $CHAP_K$ یاد می‌شود، گزارش نمودند. پیپتیداز یادشده یک باکتریاگش قوی است که می‌تواند برای از بین بردن سریع استافیلوکوک‌های تشکیل‌دهنده‌ی بیوفیلم استفاده شود. اثر آزمایشگاهی $CHAP_K$ نشان می‌دهد که مواد یادشده برای از بین بردن کالونی‌های استافیلوکوکوس اوریوس مؤثر بوده و بهتر است که در محلول‌های ضد عفونی پستان گنجانیده شود. چندین هایدرولیز پیپتیدوگلاایکان دیگر برای کنترل و درمان عفونت‌های ناشی از گروپ استافیلوکوک یافت می‌شوند که شامل (LasA, ALE-1, broth lysate, CsCl, LytM, AtlA, AtlE, LysK, SAL-1, MV-L, ClyS, and LysH5) می‌باشند (۳).

تداوی با پیپتیدهای ضد میکروبی

پیپتیدهای ضد میکروبی نسل‌های جدید انتی‌بیوتیک‌ها اند که مایکروارگانیزم‌های مهاجم را از بین می‌برند و نقش مهم در میکانیزم معافیت ذاتی بدن دارند. پیپتیدهای ضد میکروبی دارای فعالیت طیف گسترده در برابر باکتریای گرام مثبت و گرام منفی به‌شمول استرن‌هایی که مقاومت دارویی حاصل کرده اند، می‌باشند. در صورتی که پیپتیدهای ضد میکروبی با انتی‌بیوتیک‌های معمولی استفاده شوند، خاصیت سینرجیزم را از خود تبارز می‌دهند (۲۲). پیپتیدهای ضد میکروبی که از موجودات چند حجره‌ی مانند دفتسین‌ها (Defensins)، کاتلیسیدین‌ها (Cathelicidins) به‌دست می‌آیند، نقش مهمی را در معافیت ذاتی حیوانات فقاریه بازی می‌کنند، درحالی‌که پیپتیدهای ضد میکروبی که از موجودات یک حجره‌ی مانند باکتریوسین‌ها به‌دست می‌آیند، آن‌ها را قادر می‌سازد که گونه‌های رقیب را سرکوب نمایند. کاربرد -رد درم -انی پیپتیدهای ضد میکروبی به‌دلیل نیمه‌عمده -ر کوتاه

(Short half-life)، هزینه‌ی تولید بالا، تخریب انزایمی و زهریت حجروی بر حجرات ایوکاریوتیک در سناریوی حاضر بسیار محدود است (۳،۲).

پروبیوتیک‌ها

پروبیوتیک‌ها برای تداوی بعضی از حالت‌های التهابی و بیماری‌ها شهرت زیادی پیدا کرده اند. برای فعالیت پروبیوتیک‌ها چندین نوع میکروارگانیسم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است؛ اما باکتری‌های تولیدکننده‌ی لکتیک اسید گروپ اصلی پروبیوتیک‌ها را تشکیل می‌دهند (۳). باکتری‌ای تولیدکننده‌ی لکتیک اسید دارای خاصیت محافظت‌کننده در برابر التهاب پستان بوده و به دلیل فعالیت قدرت‌مندی تنظیم ایمنی شان، از آن‌ها به‌عنوان مکمل‌های خوراکی، محلول برای آغشته نمودن پستان و تلقیح داخل پستانی استفاده می‌شوند. باکتری‌ای تولیدکننده‌ی لکتیک اسید با تشکیل کالونی و بیوفیلم محافظ، مانع رشد باکتری‌ای پتوجن شده و از التهاب پستان جلوگیری می‌کنند (۲۳). میکروبیوم روده و متابولیت‌های آن نقش مهم در حفظ سلامتی گاوهای شیرده دارند. لیپوپولی سکراید و اسیدهای شحمی حاوی زنجیر کوتاه دو محصول مهم باکتری روده می‌باشند. افزایش لیپوپولی سکراید مشتق شده از شکمبه باعث داخل شدن آن به دوران خون گردیده و هنگامی که در غده‌ی پستان می‌رسد، نفوذپذیری سد خون را افزایش داده که در نتیجه باعث التهاب پستان می‌شود، درحالی که اسیدهای شحمی حاوی زنجیر کوتاه که ذریعه‌ی تخمر میکروبیوتای شکمبه تولید گردیده و دارای اثرات محافظی بر غده‌ی پستان می‌باشد (۲۴). شامل ساختن باکتری لکتیک اسید در خوراکی حیوان می‌تواند به‌عنوان ابزار مؤثر برای پیش‌گیری التهاب پستان گاوها در نظر گرفته شود. چسپیدن باکتری‌ای لکتیک اسید در سطح اپیتلیال غده‌ی پستان در جلوگیری از حمله باکتری پتوجن کمک می‌کند. به‌همین ترتیب، بین باکتری‌ای لکتوباسیل‌ها و پتوجن‌های التهاب پستان در شیر، رابطه‌ی منفی وجود دارد. این ممکن نشان‌دهنده‌ی یک اثر محافظی فعال باشد که توسط باکتری لکتوباسیل‌ها در برابر عوامل التهاب پستان دیده می‌شود (۲۵). بین سلامتی پستان گاو و تعداد لکتوباسیل‌های شیر رابطه‌ی قابل توجه وجود دارد. باکتری‌ای لکتوباسیل (L. casei BL23) توانایی تعدیل پاسخ ایمنی ذاتی حجرات اپیتلیال پستان گاو را دارند که به باکتری‌ای استافیلوکوکوس اوریوس آلوده شده باشند.

گیاه‌درمانی

گیاه‌درمانی یک موضوع امیدوارکننده در تداوی التهاب پستان است، زیرا هیچ‌گونه عوارض جانبی بر سلامتی گاوها ندارد. طب و ترنری اتنو (Ethno-veterinary medicine) بخش از علوم و ترنری است که با آماده‌سازی داروهای گیاهی جهت تداوی بیماری‌های حیوانی سر و کار دارد (۲۶).

داروهای گیاهی می‌توانند به‌عنوان یک گزینه‌ی درمانی جای‌گزین و یا به‌عنوان داروهای کمکی در مدیریت التهاب پستان گاوها استفاده شوند. به‌همین ترتیب، از آن‌ها می‌توان به‌عنوان داروی ضد باکتری، ضد التهاب و تنظیم‌کننده‌ی سیستم ایمنی در برابر التهاب پستان استفاده کرد. گیاهان چینی که دارای اثرات ضد التهابی و ضد باکتریایی قناعت‌بخش می‌باشند، در تداوی التهاب پستان گاوها به‌طور مؤثر استفاده شده‌اند (۲۷). گیاهان چینی در عوض انتی‌بیوتیک‌ها و داروهای ضد تب برای درمان التهاب پستان نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. چندین گونه‌های گیاهی به‌دلیل اثرات ضد التهابی، ضد میکروبی و تنظیم‌کننده‌ی سیستم ایمنی برای پیش‌گیری و کنترل التهاب پستان در جنوب برازیل مورد استفاده قرار می‌گیرند. جهت تهیه‌ی داروی گیاهی از برگ، پوست، ریشه و قسمت‌های هوازی آن‌ها استفاده می‌نمایند. گونه‌های گیاهی مانند آکیلا میلیفولیوم (*Achillea millefolium*)، الیوم ساتیوم (*Allium sativum*)، الترنتیرا براسیلینا (*Alternanthera brasiliensis*)، باچریس تریمر (*Baccharis trimera*)، کنپودیم امبروسیودیس (*Chenopodium ambrosioides*)، کوفیا کارتاژینزیسیس (*Cuphea carthagenensis*)، فونیکولوم ولگار (*Foeniculum vulgare*)، فایتولکا دیویکا (*Phytolacca dioica*)، سمباکوس نیگرا (*Sambucus nigra*)، سیدا رامبفولیا (*Sida rhombifolia*)، سالدیگو چیلنسیس (*Solidago chilensis*)، سولانوم موریتیانوم (*Solanum mauritianum*) و اترک تایلودیسی ماکروسیفال کویدیز (*Atractylodes macrocephalae koidz*) از راه دهن و از میان آن‌ها الترنتیرا براسیلینا (*Alternanthera brasiliensis*)، باچریس تریمر (*Baccharis trimera*) و سمباکوس نیگرا (*Sambucus nigra*) به‌قسم مرهم و اوسیموم باسیلی کوم (*Ocimum basilicum*) و پاراپیپتادینیا ریجیدا (*Parapiptadenia rigida*) با استفاده از مسیر داخل پستان برای تداوی التهاب پستان مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۲۸).

مدیریت التهاب پستان گاو

یک بسته عملی بهتر برای گاوهای شیرده می‌تواند از وقوع مشکلات التهاب پستان در سطح فارم جلوگیری کند. چنین بسته به جای تداوی عفونت داخل پستان، برای پیش‌گیری از وقوع التهاب پستان امکان‌پذیر است. از این رو، شیوه‌های مدیریتی خوب بخشی جدایی‌ناپذیر پیش‌گیری موفقیت‌آمیز التهاب پستان پنداشته می‌شوند. چندین روش مدیریتی که از انتخاب جنتیکی گاوها گرفته تا جنبه‌های تغذیوی را شامل می‌شوند، در بخش زیر پرداخته می‌شوند:

انتخاب جنتيکي

مقاومت در برابر التهاب پستان را می توان با استفاده از انتخاب جنتيکي بهبود داد؛ زیرا مشخص شده است که تنوع جنتيکي قابل توجه بين گاوهاي انفرادي وجود دارد. از این رو، مقاومت می تواند با استفاده از انتخاب نسل پدري بهبود يابد که منجر به بهبودي طولاني مدت سلامت گله ي گاوها می شود (۲۹). در مطالعه ي که بين گاوهاي جرسی ايتاليایي انجام شده است، مشخص شد که حجرات سوماتيک شير در گاوهايي دارای پستان هاي عميق، پیوندهاي سست، ليگامنت ضعیف و لایخ هاي دراز بیشتر است. اخيراً تلاش ها در سطح بين المللی برای مجموع داده هاي فينوتایپي و جنوتایپي وجود دارند که می تواند انتخاب برای مقاومت در برابر التهاب پستان را بهبود ببخشد. استفاده از تکنالوژهاي پیشرفته و دقت استفاده از ارزش هاي توليد مثل در انتخاب حيوان و در بلند بردن مقاومت حيوان به التهاب پستان مهم پنداشته می شوند (۳۰، ۲).

تغذیه

بين تغذيه و مقاومت انساج پستانی حيوانات در برابر عفونت ها رابطه ي مؤثر و فوق العاد وجود دارد، زیرا به دليل توانايی مواد مغذی در تأمین عمل کرد انتي اکسیدان، مقاومت معافيتی را در برابر عفونت ها بهبود می بخشد. مقدار اندکی از مواد منرالی سيلنيوم، مس، جست و ویتامين هاي مانند A و E می توانند بر سلامتی پستان گاوها تأثیر بگذارند. مکمل مواد منرالی کم نیاز زرقي مانند زينک، منگنيز، سيلنيوم و مس وقوع التهاب مزمن کلينيکی پستان را در گاوهاي شيرده کاهش داده و برعکس تعداد حجرات سوماتيک را افزایش می دهد (۳۰). آن دسته از گاوهاي شيرده که دارای تعادل انرژی منفي اند، مستعد به بیماری کیتوز می باشند. آن دسته از گاوهايی که دارای کیتوز کلينيکی بوده، خطر مبتلا شدن به التهاب کلينيکی پستان در آن ها دو برابر می باشد. سيلنيوم با تنظيم نمودن ميدياتورهاي التهابی، فعاليت ضد التهابی را ایجاد می کند. با این حال، غوناجی هايی که از علف چراگاهی استفاده می کردند و قبل از زایمان با باریم سلينات تزریق شده بودند، به همین ترتیب، قبل و بعد از زایمان از جیره هاي حاوی سيلنيوم تغذیه می کردند، هیچ موردی از التهاب پستان در آن ها دیده نشد (۳). مکمل هاي ترکیبی سيلنيوم و ویتامين E مقاومت التهاب پستان را به وسیله ي افزایش سويه هاي نيوتروفیل ها و الفا توکوفیرول در دوره زایمان بهبود می بخشد. مکمل ویتامين هاي E، A، D3 و H می تواند با افزایش جن هاي دفاعی گاوها به شفایابی التهاب پستان تحت کلينيکی کمک کند.

ویتامين دی پا سخ ایمني ذاتی مونو سایت هاي گاو را فعال می سازد و تعادل اکسیدانت و انتي اکسیدانت ها را تا به سطح نورمال تغییر می دهد (۳۱). ویتامين ها ظرفیت انتي اکسیدانت هاي

مجموعی را افزایش داده و فعالیت گلوکوتاتیون پراکسیداز (Glutathione peroxidase) را همراه با ظرفیت اکسیدانت مجموعی، نتریک‌اکساید و سویی‌کتالاز را کاهش می‌دهند. پس از درمان داخل پستانی با ویتامین دی، کاهش تعداد باکتری‌ها به اثبات رسیده است، زیرا ویتامین یادشده به دلیل خاصیت ضد میکروبی در کاهش واکنش‌های التهاب نیز مؤثر بوده است. برای به دست آوردن پاسخ مثبت میزان در مدیریت بیماری‌های گاو باید استراتژی‌های مرتبط به تغذیه، هدف‌مند تدوین شوند. چنین تخنیک می‌تواند استفاده از داروهای ضد میکروبی را که دارای عوارض جانبی مانند مقاومت باکتریایی و باقی ماندن دارو در شیر است، محدود سازد. برای تعریف رابطه بین تغذیه و مقاومت به التهاب پستان، مطالعات بیشتری لازم است (۲).

تداوی التهاب پستان در دوره‌های خشکی و شیردهی

تداوی التهاب پستان در دوره‌ی خشکی و شیردهی دو پروتوکول انتی‌بیوتیک درمانی است که در مدیریت التهاب پستان گاو‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تداوی در دوره شیردهی شامل درمان التهاب پستان در دوره شیردهی می‌باشد. این روش تداوی به دلیل هزینه‌ی بالا همراه با کارآیی ضعیف فاقد کاربرد عملی است. مطالعه‌ی که در مورد مؤثریت دراز مدت انتی‌بیوتیک درمانی در دوره‌ی شیردهی انجام شده است، مشخص شد که هیچ اثر طولانی مدت مفید در این دوره ندارد (۳۲). مطالعه‌ی اخیر نشان می‌دهد که برای تداوی التهاب پستان تحت کلینیکی ناشی از عوامل بیماری‌زای ساری، درمان ضد میکروبی در دوره‌ی شیردهی برای جلوگیری از عفونت داخل پستان در گاو‌های حساس می‌تواند مفید واقع شود. از این رو به عنوان یک استثنا، از تداوی دوره‌ی شیردهی برای درمان التهاب پستان تحت کلینیکی ناشی از عوامل بیماری‌زای ساری استفاده کرد (۳،۲).

تداوی در دوره‌ی خشکی شامل درمان التهاب پستان در دوره‌ی خشکی است. هدف از تداوی التهاب پستان در دوره‌ی خشکی شامل از بین بردن عفونت موجود و کنترل عفونت‌های جدید در دوره‌ی خشکی می‌باشد. کنترل التهاب پستان در دوره‌ی خشکی در سطح گله یک امر مهم و حیاتی است، زیرا عفونت داخل پستان در دوره‌ی خشکی تحت درمان قرار گرفته و باعث افزایش میزان بهبودی می‌شوند (۳۳). این موضوع می‌تواند به دلیل عدم رقیق‌سازی انتی‌بیوتیک در طول دوره‌ی شیردهی باشد که باعث کاهش اثر انتی‌بیوتیک درمانی در برابر عوامل پتوجن می‌شود. فکتورهای دیگری که در تداوی دوره‌ی خشکی التهاب پستان گاو‌ها مؤثر و حیاتی اند، این است که میزان وقوع عفونت جدید پستانی در این دوره در مقایسه با دوره‌ی شیردهی بیشتر است (۳۴). در یک مطالعه مؤثریت تداوی دوره‌ی خشکی با عدم تداوی این دوره مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که دسته‌ی از

گاوهایي که در دوره‌ی خشکی تداوی گردیده بود، در مقایسه با دسته‌ی بدون درمان هیچ مورد از التهاب پستان گزارش نشده است؛ درحالی که در دسته‌ی بدون تداوی شمار قابل توجه از موارد کلینیکی التهاب پستان همراه با عفونت‌های جدید بعد از زایش گوساله گزارش شده است (۳۵). نوع دیگری از درمان دوره‌ی خشکی عبارت از انتخاب مواد ضد میکروبی بر اساس کشت و حساسیت میکروب می‌باشد. این امر استفاده‌ی غیرضروری مواد ضد میکروبی را در تولیدات لبنیات کاهش می‌دهد.

درزگیری مجرای لایخ

باز شدن مجرای لایخ قبل از زایمان عامل مهم وقوع التهاب پستان به شمار می‌رود. بررسی‌هایی که تا به حال انجام شده اند، نشان می‌دهند که مجرای لایخ بسیاری گاوهای تحت مطالعه چند ماه قبل از زایمان باز بوده اند (۳۶). خطر مبتلا شدن به التهاب پستان کلینیکی و تحت کلینیکی غوناجی‌ها را با درزگیری نمودن مجرای لایخ می‌توان کاهش داد (۳۷). مسدود نمودن مجرای لایخ با مواد حاوی انتی‌بیوتیک می‌تواند سویی‌هی حجرات سوماتیک را به اندازه‌ی قابل توجه کاهش دهد و در پیش‌گیری التهاب تحت کلینیکی پستان نیز مؤثر واقع شود. مواد بیولوژیکی که برای درزگیری لایخ پستان استفاده می‌شود، عبارت از (*Weissella cibaria*) است که دارای فعالیت پروبیوتیک بوده و خاصیت ضد میکروبی علیه استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوکوس آگلکسیا را از خود به نمایش گذاشته است. مواد درزگیر جدید حاوی سب نیترا ت بسموت و کلوره‌گزیدین برای کاهش وقوع عفونت جدید داخل پستان در گاوهای بالغ و غوناجی گزارش شده است. با وجودی که روش درمانی فوق امیدوارکننده به نظر می‌رسد، اما نظریه گسترده‌گی و تنوع عامل معیاری‌سازی درمان ضروری می‌باشد (۲).

نتیجه‌گیری

التهاب پستان بر تولیدات شیر و سلامتی گاوها تأثیر منفی می‌گذارد و با کاهش کیفیت شیر، افزایش میزان خشره‌سازی، افزایش هزینه‌های درمان و افزایش میزان مرگ و میر ناشی از شکل فوق حاد التهاب پستان، خسارات اقتصادی بزرگ را در صنعت لبنیات وارد می‌کند. چندین نوعی از ارگانیزم‌های میکروبی می‌توانند باعث ایجاد هر دو نوع التهاب پستان (کلینیکی و تحت کلینیکی) شوند. التهاب پستان تحت کلینیکی در مقایسه با شکل کلینیکی آن، از نظر اقتصادی به دلیل توانایی تخریب کیفیت شیر از اهمیت بیشتری برخوردار است که نمی‌توان آن‌را به آسانی تشخیص داد و در کل کیفیت شیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چندین روش تشخیصی معمول کاملاً تثبیت شده و اقتصادی برای تشخیص التهاب پستان در دسترس اند. اما اکثریت آن‌ها فاقد حساسیت و ویژگی می‌باشند و نمی‌توان از آن‌ها به طور گسترده در بخش تشخیص التهاب پستان و تولید لبنیات فعلی استفاده کرد، زیرا نمی‌توانند نتایج

را سریع ارایه دهند. تخنیک‌ها و ابزارهای تشخیصی پیشرفته‌یی که برای تشخیص عوامل پتوجن در التهاب پستان استفاده می‌شوند، استفاده از آن‌ها آسان، سریع و حساس اند، اما هنوز هم از ویژگی‌های قابل توجه برخوردار نیستند. با این حال، چندین گزینه‌ی درمانی در حال بررسی است. توسعه‌ی یک مواد دارویی یا تخنیک درمانی جهانی که بتواند به‌عنوان جای‌گزینی برای انتی‌بیوتیک تراپی در نظر گرفته شود، نیاز جدی قرن حاضر می‌باشد. چنین تخنیک درمانی ممکن است که مشکلات بروز مقاومت باکتریایی را حل کند. علاوه بر موارد یادشده، تحقیقات باید به سمت استراتژی‌های درمانی پیشرفته هدایت داده شوند تا راه حلی برای وضعیت فعلی باشد. تخنیک‌های تشخیصی و روش‌های درمانی باید به‌گونه‌ی یک‌نواخت توسعه نمایند تا تشخیص اولیه در سطح فارم به‌گونه‌ی دقیق انجام شود و سپس همراه با درمان خاص مایکروارگانیزم‌های تشخیص داده شده می‌توان تداوی و کنترل التهاب پستان را به‌گونه‌ی درست و مؤثر انجام داد.

- (1) Mengliyev, G. A., Kuzibaeva, O. E. K., Kuzibaeva, D. A. Urazov, S. A. Diagnosis And Treatment Of Mastitis In Cows, *American Journal of Veterinary Sciences and Wildlife Discovery*, 2021; 31: 1-4.
- (2) Sumaya, Y.A. Al-Dabbagh, Ebtehal N. Mahmmoud, Aamer, Y. H. Al-Chalaby Bacterial. Bovine Mastitis in Iraq: a review, *Basrah Journal of Veterinary Research*, 2020; Vol (21): 76-101.
- (3) Khan, S., Kuldeep, D., Ruchi, T., Mudasir B. Gugjoo, M., Iqbal, Y., Shailesh, K. Patel, Mamta Pathak, Kumar, Karthik. , Sandip Kumar Khurana , Rahul Singh , Bhavani, P. A., Rajendra S., Karam Pal Singh & Wanpen, C. Advances in therapeutic and managerial approaches of bovine mastitis: a comprehensive review, *Veterinary Quarterly*, 2021; 41(1): 107-136.
- (4) Das, D., Panda, S. K., Jena, B., Sahoo, A.K. Economic impact of subclinical and clinical mastitis in Odisha, India. *Int J.CurrMicrobiolA Sci*. 2018; 7(03): 3651–3654.
- (5) Garcia, A. Contagious vs. environmental Mastitis. Extension Extra. Paper http://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/. 2004; 126.
- (6) Klaas, I. C., Zadoks, R. N. An update on environmental mastitis: challenging perceptions. *Transbound Emerg Dis*. 2018; 65(1):166–185.
- (7) Ruegg, P. L. A 100-year review: mastitis detection, management, and prevention. *J Dairy Sci*. 2017; 100(12): 10381–10397.
- (8) Levison, L.J., Miller-Cushon, E.K., Tucker, A.L., Bergeron, R., Leslie, K. E, Barkema H.W, DeVries, T.J. Incidence rate of pathogen-specific clinical mastitis on conventional and organic Canadian dairy farms. *J. Dairy Sci*. 2016; 99(2): 1341–1350.
- (9) Wawron, W., Bochniarz, M., Piech, T. Yeast Mastitis in Dairy Cows in the Middle-eastern Part of Poland. *Bull Vet Inst Pulawy*. 2010; 54:201–204.
- (10) Kumar, G. S. N., Apannavar, M.M., Surnagi, M. D., Kotresh, A. M. Study on incidence and economics of clinical mastitis. *Karnataka J Agric Sci*. 2010; 23:407–408.
- (11) Sinha, M. K., Thombare, N. N., Mondal, B. Subclinical mastitis in dairy animals: incidence, economics, and predisposing factors. *Sci World J*. 2014; 52:39-44.
- (12) Harjanti, D. W., Ciptaningtyas, R., Wahyono, F., Setiatin, E.T. Isolation and identification of bacterial pathogen from mastitis milk in Central Java Indonesia. International Symposium on Food and Agro-Biodiversity (ISFA). IOP Conf Ser: *J. Earth Environ Sci*. 2018; 102:012076.
- (13) Kandeel, S. A, Morin, D. E., Calloway, C. D., Constable, P. D. Association of California mastitis test scores with intramammary infection status in lactating dairy cows admitted to a veterinary teaching hospital. *J. Vet Intern Med*. 2018; 32(1):497–505.
- (14) Nabil, M.I.S.K., Tarik, M.I.S.K., EL-Khamary, A., Semeika, MA retrospective study of surgical affections of mammary glands in cattle and buffaloes and their management in the field. *J. Veterin Med Sci*. 2018; 80(10):1576–1583.
- (15) Tiwari, R., Chakraborty, S., Dhama, K., Rajagunalan, S., Singh, S.V. Antibiotic resistance - an emerging health problem: causes, worries, challenges and solutions – a review. *Int J Curr Res*. 2013; 5(07):1880–1892.

- (16) Anika, T. T., Al Noman, Z, Ferdous, M.R.A., Khan, S.H., Mukta, M.A., Islam, M.S., Hossain, M.T., Rafiq, K. Time dependent screening of antibiotic residues in milk of antibiotics treated cows. *J. Adv Vet Anim Res.* 2019; 6(4):516–520.
- (17) Lima, M.G.B., Blagitz, M.G., Souza, F.N., Sanchez, E.M.R, Batista, C.F., Bertagnon, H.G., Diniz, S.A., Silva, M.X., Della, Libera, A.M.M.P Profile of immunoglobulins, clinical and bacteriological cure after different treatment routes of clinical bovine mastitis. *Arq Bras Med Vet Zootec.* . 2018; 70(4): 1141–1149.
- (18) Tiwari, R, Dhama, K., Chakraborty, S., Kumar, A, Rahal, A., Kapoor, S. Bacteriophage therapy for safeguarding animal and human health: A review. *Pak J Biol Sci.* 2014; 17(3): 301–315.
- (19) Amiri Fahliyani, S., Beheshti-Maal K., Ghandehari, F. Novel lytic bacteriophages of *Klebsiella oxytoca* ABGIAUF-1 as the potential agents for mastitis phage therapy. 2018; 365(20): 223.
- (20) Breyne, K., Honaker, R.W., Hobbs, Z., Richter, M., Zaczek, M., Spangler, T., Steenbrugge, J., Lu, R., Kinkhabwala, A., Marchon, B... Efficacy and safety of a bovine-associated *Staphylococcus aureus* phage cocktail in a murine model of mastitis. *Front Microbiol.* 2017; 8:23-28.
- (21) Fenton, M., Keary, R., McAuliffe, O., Ross, R. P., O. Mahony, J., Coffey, A. Bacteriophage-derived peptidase CHAP (K) Eliminates and prevents *Staphylococcal* biofilms. *Int J Microbiol.* 2013; 9(3):551–561.
- (22) Cheng, W.N., Jeong, C.H., Seo, H.G., Hau, S.G. Moringa extract attenuates inflammatory responses and increases gene expression of casein in bovine mammary epithelial cells. *J. Ani sc.* 2019; 7:391.
- (23) Wallis, J. K., Kromker, V., Paduch, J. HBiofilm formation and adhesion to bovine udder epithelium of potentially probiotic lactic acid bacteria. *AIMS Microbiol.* 2018; 4(2): 209–224.
- (24) Hu, X., Li, S., Fu, Y., Zhang, N. Targeting gut microbiota as a possible therapy for mastitis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2019; 38(8):1409–1423.
- (25) Qiao, J., Kwok, L., Zhang, J., Gao, P., Zheng, Y., Guo, Z., Hou, Q., Huo, D., Huang, W., Zhang, H. Reduction of *Lactobacillus* in the milks of cows with subclinical mastitis. *Benef Microbes.* 2015; 6(4):485–490.
- (26) Tiwari, R., Latheef, S.K., Ahmed, I., Iqbal, H.M.N., Bule, M.H., Dhama, K., Samad, H.A., Karthik, K., Alagawany, M. Herbal immunomodulators a remedial panacea for designing and developing effective drugs and medicines: Current scenario and future prospects. 2018; 19(3):264–301.
- (27) Yang, W.T., Ke, C.Y., Wu, W.T., Lee, R.P., Tseng, Y. Effective Treatment of Bovine Mastitis with Intramammary infusion of *Angelica Dahurica* and *Rheum officinale* extracts: 2019; 7(24): 33-35.
- (28) Avancini, C., Wiest, J. M., Dall’Agnol, R., Haas, J.S., von Poser, G.L. Antimicrobial activity of plants used in the prevention and control of bovine mastitis in Southern Brazil. *Latin Am J Pharm.* 2008; 26(6):894–899.
- (29) Weigel, K.A., Shook, G.E. Genetic selection for mastitis resistance. *Vet Clinics: J. Food Anim Pract.* 2018; 34(3):457–472.

- (30) Ganda, E.K., Bisinotto, R.S., Vasquez, A.K., Teixeira, A.G.V., Machado, V.S., Foditsch, C., Bicalho, M., Lima, F.S., Stephens, L., Gomes, M. Effects of injectable trace mineral supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. *J Dairy Sci.* . . . 2016; 99(9):7319–7329.
- (31) Merriman, K.E., Poindexter, M.B., Kweh, M.F., Santos, J.E.P., Nelson, C.D. Intramammary 1,25-dihydroxyvitamin D3 treatment increases expression of host-defense genes in mammary immune cells of lactating dairy cattle. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2017; 173:33–41.
- (32) van den Borne, B.H.P., van Schaik, G., Lam, T.J.G.M., Nielen, M., Frankena, K. Intramammary antimicrobial treatment of subclinical mastitis and cow performance later in lactation. *J Dairy Sci.* 2019; 102(5):4441–4451.
- (33) Cameron, M., Keefe, G.P., Roy, J.P., Stryhn, H., Dohoo, I.R., McKenna, S.L. Evaluation of selective dry cow treatment following on-farm culture: milk yield and somatic cell count in the subsequent lactation. *J Dairy Sci.* 2015; 98(4): 2436–2436.
- (34) Halasa, T., Nielen, M., Whist, A.C, Qstera, O. Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 2. Cure of existing intramammary infections. *J. Dairy Sci.* 2009; 92(7):3150–3157.
- (35) Berry, E.A., Hillerton, J.E. The effect of selective dry cow treatment on new intramammary infections. *J Dairy Sci.* 2002; 85(1):112–121.
- (36) Kromker, V., Friedrich, J. Teat canal closure in non-lactating heifers and its association with udder health in the consecutive lactation. *J. Vet Microbiol.* 2009; 134(1-2): 100–105.
- (37) Parker, K.I., Compton, C., Annis, F.M., Weir, A., Heuer, C., McDougall, S. Subclinical and clinical mastitis in heifers following the use of a teat sealant precalving. *J. Dairy Sci.* 2007; 90(1):207–218.



مطالعه‌ی رویه‌های اجتماعی در گوسفند

پوهنمل ایمل حبیبی

دیپارتمنت پرورش حیوانات، پوهنځی علوم و تفریح، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: emalhabibi68@gmail.com

چکیده

در مقاله حاضر انواع رویه‌های مختلف گوسفند مورد مطالعه قرار گرفته است که عبارت اند از رویه‌ی نسل‌گیری فصلی، شهوت، رویه‌ی معاشقه و آمیزش، رویه‌ی میش پیش از زایمان، رویه‌ی میش در وقت زایمان، رویه‌ی میش بعد از زایمان، رویه‌ی بره‌ی نوزاد بعد از تولد، رویه‌ی خوراکی و رویه‌ی گوسفند در حالت بیماری و صحت می‌باشد. گوسفند یک حیوان بی‌دفاع بوده و یگانه راه دفاع آن‌ها از شکارچی‌ها فرار می‌باشد. گوسفندان علاقه‌مند به زندگی گله‌یی بوده و روابط بین یک‌دیگر را به خوبی حفظ می‌نمایند. تمایل گوسفندان به پیروی از یک رهبر به خوبی دیده شده است؛ طوری که در جریان حرکت و چرخش، گوسفندان از گوسفندی که در جلوی گله قرار دارد، به خوبی پیروی می‌نمایند. دانستن رویه‌های مختلف گوسفند برای یک گوسفنددار بسیار مهم می‌باشد؛ زیرا در صورت دانستن رویه‌های گوسفند، نه به گوسفند و نه به گوسفنددار صدمه می‌رسد. در این مقاله‌ی مروری کوشش گردیده است تا رویه‌های اجتماعی در گوسفند به شکل همه‌جانبه مورد بحث قرار گیرد.

اصطلاحات کلیدی: رویه؛ اجتماعی؛ گوسفند؛ نشخوارکننده‌گان کوچک؛ حیوانات

Study of Social Behavior in Sheep

Sr. Teaching Asstt. Emal Habibi

Department of Animal Protection, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University,
Kabul, Afghanistan
Email: emalhabibi68@gmail.com

Abstract

In this article, different Social behavior of sheep are studied, which are Seasonal breeding behavior, Libido behavior, Courtship and mating behavior, The behavior of the pre-parturient ewe, Ewe behavior at lambing time, Ewe behavior after lambing, Post-parturient lamb behavior, feeding behavior, Sheep Behavior in the sickness and health. Sheep is a defenseless animal and the only way to protect them from predators is to run away. Sheep are interested in her life and maintain good relationships with each other. The tendency of sheep to follow a leader has been well seen, So that during movement and grazing, sheep follow the sheep that is in front of the herd well. Understanding the different behaviors of sheep is very important for a sheep farmer. Because if you know the behaviors of the sheep, neither the sheep nor the sheep owner will be harmed. In this article, the social behavior in sheep has been reviewed.

Keywords: Behavior; Social; Sheep; Small Ruminants; Animals

مقدمه

گوسفند یک حیوان بی دفاع بوده و یگانه راه دفاع آن‌ها از شکارچی‌ها فرار می‌باشد. گوسفندان علاقمند به زندگی گله‌ای بوده و روابط بین یگدیگر را به خوبی حفظ می‌نمایند. میش روابط داخل گله را بخوبی در طول عمر حفظ نموده ولی در قوچ‌ها حفظ این روابط گذرا بوده و به مرور زمان از بین می‌رود. در زمانی که تعداد قوچ‌ها در گله زیاد است، در این صورت هرج و مرج (هیرارشی) اجتماعی در بین آن‌ها زیاد بوده و سبب بروز جنگ بین آن‌ها می‌شود. تمایل گوسفندان به پیروی از یک رهبر به خوبی دیده شده طوری که در جریان حرکت و چرخش گوسفندان از گوسفندی که در جلوی گله قرار دارد به خوبی پیروی می‌نماید. جدا نمودن و دور ساختن گوسفند از گله‌های مادری باعث ناراحتی و فشار بیش از حد نزد آن‌ها می‌گردد. در بسیاری از موارد به خاطر کاهش فشار نزد حیوان جدا شده از آینه‌ها استفاده می‌شود (۱).

رویه‌ی نسل‌گیری فصلی

گوسفند نسل‌گیری فصلی داشته و به صورت عموم در فصل خزان، موقعی که طول روز کوتاه و هوا سردتر است، نسل‌گیری می‌نماید. آغاز نسل‌گیری در گوسفند به وسیله‌ی غده‌ی پینیال که در مغز قرار دارد، کنترل می‌گردد. این غده هورمون میلانین را افزای و بالای هایپوتالاموس تأثیر نموده و سبب آغاز دوره‌ی نسل‌گیری می‌شود. نسل‌های گوسفند که در مناطق دورتر از خط استوا پرورش یافته‌اند، نسل‌گیری فصلی داشته، اما نسل‌های که در مناطق استوایی و تحت استوایی پرورش یافته‌اند، در طول سال دوره‌ی قوچ‌طلبی را نشان می‌دهند (۲). در حال حاضر برای تغییر در سایکل نسل‌گیری با استفاده از روش‌های مصنوعی (تغییر در ساعات تاریک/روشنی و تطبیق هورمون مصنوعی میلانین) استفاده می‌گردد. روش دیگر برای تحریک رویه‌ی نسل‌گیری در گوسفند، معرفی قوچ در گله می‌باشد، تحقیقات نشان داده است که اکثریت میش‌ها چند روز بعد از معرفی قوچ در گله سایکل قوچ‌طلبی را نشان داده‌اند. از این روش برای همزمان‌سازی دوره‌ی نسل‌گیری نیز استفاده می‌گردد (۲، ۳).

شهوت

شهوت اصطلاحی است که برای نشان دادن تحرک جنسی و یا درجه‌ی علاقمندی و اسرار حیوان به آمیزش استفاده می‌شود. شهوت بالا در قوچ، نشانه‌ی از علاقمندی به سواری و تلاش برای بارور ساختن میش است (۴). غریزه‌ی شهوت در قوچ‌ها متفاوت بوده و از فعالیت صفری تا به شدت خشونت و تلاش برای یافتن میش قوچ‌طلب و بارور ساختن آن تفاوت دارد (۵).

رویه‌ی معاشقه و آمیزش

بلوغیت در گوسفند بعد از سن شش‌ماهگی عمدتاً بین ۷-۱۲ ماهگی صورت می‌گیرد. رویه‌شناسان متوجه شده‌اند که بره‌های ماده و نر قبل از این که سیستم تناسلی آن‌ها به شکل فیزیولوژیکی فعال گردد، رویه‌ی جفت‌گیری را نشان داده، ولی حیوانات ماده بارور نمی‌شوند. برخلاف، ممکن بعضی از بره‌های ماده در سایکل قوچ طلبی باشند، ولی قوچ طلبی را نشان نمی‌دهند. یکی از اهداف اساسی گوسفنددار این است که از بره‌های گله در یک سالگی بره بگیرد و برای این هدف ضرور است تا بره‌های مادر در سن ۷ تا ۹ ماهگی به نسل‌گیری سوق گردند (۶). می‌شود که در طول فصل نسل‌گیری در صورتی که به قوچ معرفی نگردند و یا بنا بر دلایلی باردار نشوند، چندین بار سایکل قوچ طلبی را نشان می‌دهند. دوره‌ی نسل‌گیری در می‌شود که به‌طور اوسط ۱۶ روز (۱۴-۲۰ روز) بوده و مدت زمان قوچ طلبی (زمانی که می‌شود آماده پذیرش قوچ می‌باشند) در می‌شود ۳۰-۳۶ ساعت است (۷). می‌شود که قوچ طلبی قوچ‌ها را دنبال نموده و کوشش می‌کنند که در مجاورت قوچ‌ها قرار گیرند. در آغاز دوره‌ی قوچ طلبی می‌شود که ممکن کمتر علائم و رویه‌ی قوچ طلبی را نشان دهند، ولی با سپری شدن هر ساعت، بیشتر رویه‌ی معاشقه را نشان می‌دهند. در زمان اوج دوره‌ی قوچ‌پذیری (Heat) می‌شود که ممکن قوچ را بو نمایند و یا بلیسند (۶). می‌شود که توسط قوچ‌ها دنبال می‌شوند، ادرار نموده و قوچ‌ها از طریق بویدن ادرار می‌شود که متوجه قوچ طلبی می‌شود. می‌شود که قوچ‌های که قوچ طلب هستند به‌صورت مکرر ادرار نموده و در صورت مزاحمت قوچ فرار نکرده و در بسیاری موارد با شوردادن دم یا دمبه علاقه‌ی خویش را به آمیزش نشان می‌دهند (۲). ابتدایی‌ترین نشانه‌ی یافتن می‌شود که قوچ طلب در قوچ‌ها بویدن ادرار تازه می‌شود و بالاگرفتن سر و لب بالایی شان می‌باشد. این عملیه در قوچ‌ها واکنش فلامین (Flehmen response) نامیده می‌شود. علاوه بر آن قوچ بعد از یافتن می‌شود که قوچ طلب رویه‌های دیگری چون زدن می‌شود با پای پیشرو و تماس مکرر با آله‌ی تناسلی می‌شود را نیز نشان می‌دهد. هم‌چنان قوچ در این زمان صدای ویژه‌ی را از خود نشان می‌دهد (۳). در هنگام آمیزش، قوچ‌ها ممکن چندین بار آمیزش موفق نداشته باشند، ولی در صورت تماس آله تناسلی عمل موفق اجرا می‌گردد. که در هر انزال طور اوسط یک میلی‌لیتر منی به داخل آله‌ی تناسلی می‌شود پرتاب می‌شود. در صورتی که چندین می‌شود در عین زمان قوچ طلب گردند، در این صورت می‌شود که قوچ طلب به دور قوچ جمع می‌گردند. در همچو حالات دیده شده که قوچ به‌طور مکرر بالای یک می‌شود سوار شده، ولی بعد از ۳-۶ بار سواری، خستگی در قوچ نمایان می‌گردد. در صورتی که می‌شود جدید برای آمیزش معرفی گردد، قوچ‌ها در وقت کم‌تر آماده‌ی آمیزش می‌گردند. تحقیقات نشان داده قوچ‌های که در طول روز به چهار می‌شود قوچ طلب معرفی گردیده نسبت

به قوچ که به یک میش معرفی شده اند، سه بار بیشتر آمیزش نموده است. در هنگام آمیزش قوچ‌ها علاقه دارند تا با میش که سن بالاتر دارند نسبت به بره میش‌های جوان آمیزش نمایند. علاوه بر آن قوچ‌ها میش‌های نسل خود را نسبت به نسل دیگر می‌پسندند (۵).

رویه‌ی میش پیش از زایمان

هر گوسفندداری که تقاضای موفقیت در تولید مثل گله‌ی نسل‌ی خویش را آرزو دارد باید الگوهای رفتاری میش را در رابطه‌ی زایمان بداند. اولین رویه‌ی میش قبل از زایمان گوشه‌گیری و کناره‌گیری از سایر میش‌ها در گله می‌باشد که در بعضی موارد کمتر دیده می‌شود. تحقیقات که در رابطه با جدایی میش‌ها از گله پیش از تولد صورت گرفته نشان می‌دهد که این رویه نظریه نسل حیوان تفاوت نشان می‌دهد (۱۸). پالیدن و یافتن پناه‌گاه در میش‌ها یکی دیگر از رویه‌های حیوان قبل از زایمان بوده که نظریه نسل، حالت ظاهری و شرایط آب و هوا تفاوت نشان می‌دهد. سردی هوا و وزش باد تلاش حیوان را برای یافتن پناه‌گاه پیش از زایمان بیشتر می‌سازد. میش‌های که پشم کلی گردیده نسبت به میش‌های که پشم انبوه دارند بیشتر برای یافتن پناه‌گاه قبل از زایمان تلاش می‌نمایند (۸).

رویه‌ی میش در وقت زایمان

میش‌ها در هر موقع روز و شب زایمان می‌نمایند. تحقیقات که در این مورد صورت گرفته است، نشان داده که اوج زایمان در میش‌ها از ساعت ۹ تا ۱۲ ظهر و از ساعت ۳ تا ۶ شام می‌باشد. تحقیق دیگری که ارتباط میان وقت زایمان و تغذیه را مورد ارزیابی قرار داده، نشان می‌دهد که تغذیه میش‌ها در آغازین ساعات شب تولد بره‌ها در طول شب را افزایش می‌دهد. این مورد بیشتر در گاوها صدق می‌کند. هر قدری که میش‌ها به زمان زایمان نزدیک گردد، میش‌ها مضطرب و بی‌قرار گردیده و حالت‌های چون کوبیدن پاها به زمین، صدا کشیدن یا نالش کردن و چرخش حیوان برای مدت طولانی را از خود نشان می‌دهد، مصرف خوراکی و نشخوارکردن حیوان توقف می‌کند (۶). مدت زمان بی‌قراری در میش‌های که سن بیشتر دارند، نسبت به بره‌میش‌ها کم‌تر می‌باشد. درد زایمان در میش‌ها کم‌تر بوده، درد زایمان نظریه سن میش‌ها از نیم ساعت تا ۲ ساعت تفاوت می‌کند که این مدت زمان در میش‌های چند زایشه نسبت به زایمان اول کوتاه است. خروج مایعات امنیوتیک، بویدن و لیسیدن آن توسط میش در پذیرش بره‌ی نوزاد به مادر کمک می‌کند. به‌طور تجربوی بره‌ی نوزادی که بنا بر دلایلی از مادر بعد از زایمان دور و خشک گردد، مادر آن‌را به‌بسیار مشکل پذیرفته و از آن پرستاری می‌نماید (۲۱).

رویه‌ی میش بعد از زایمان

اگر تولد بره به شکل طبیعی و نورمال صورت گیرد میش بعد از مدت کوتاهی بعد از زایمان ایستاد شده و از طریق بوییدن و لیسیدن بره‌اش را مواظبت می‌کند. از نظر رویه‌شناسان مهم‌ترین مرحله در برقراری ارتباط میان مادر و بره این دوره می‌باشد. میش‌ها بوییدن و لیسیدن بره را از قسمت سر بره شروع نموده که این کار از یک طرف سبب خشک شدن بره گردیده و از سوی دیگر سبب تحریک بره می‌گردد (۲۵). لیسیدن هم‌زمان با صداکشیدن میش دنبال می‌گردد که بنابر تحقیقات این کار به بره کمک می‌کند تا صدای مادر را بشناسد. علاقمندی مادر به لیسیدن و بوی مایعات امینوتیک در معرفی بره‌های یتیم به میش دیگر نیز کمک می‌کند. میش‌ها می‌تواند یک ساعت بعد از زایمان بره‌ی نوزادش را بشناسد و بوی مایع امینوتیک در ارتباط بره به مادر کمک زیادی می‌نماید، به‌خصوص زمانی که میش قسمت‌های نزدیک آله‌ی تناسلی نوزادش را بوی نموده و یا می‌لیسد (۶). بوییدن و لیسیدن میش آغازین فعالیت مادر برای آماده‌گی و معرفی محیط جدید به بره‌ی نوزادش است. خشکاندن بره به زودترین فرصت به‌خصوص در هوای سرد و وزش باد کمک زیاد به بره‌ی نوزاد می‌نماید. این کار به بره کمک می‌کند تا ایستاد شود. بره‌ی نوزاد بعد از ۳۰ دقیقه ممکن به پایه بیستد. در بعضی حالات بره ممکن قبل از خشک شدن ایستاد شود که در چنین حالت مادر کوشش می‌کند تا با استفاده از پایه‌های پیشرو مانع این کار شود (۲۵). بعضی از میش‌ها به‌خصوص میش‌های که چند زایش از قبل داشته اند کوشش می‌کنند تا طوری ایستاد شود که پستان مادر نزدیک دهن بره قرار گیرد، حتی بعضی از میش‌های با تجربه پایه عقبی خویش را بالا می‌گیرد تا بره‌ی نوزاد به آسانی به پستان مادر برای چوشیدن شیر دسترسی پیدا کند. از جمله رویه‌های غیرمعمول میش مادر بعد از زایمان عدم پذیرش بره‌ی نوزادش است که این حالت ندرتاً رخ داده و دلیل اصلی آن زایش اولی و سخت‌زایی می‌باشد (۱۹).

رویه‌ی بره نوزاد بعد از تولد

بره‌ی نوزاد بعد از تولد درمانده و به کمک جدی نیازمند است. اولین اقدام بره بعد از تولد ایستادن و جستجو برای یافتن اولین وعده‌ی غذایی‌اش در محیط جدید است. چنانچه تذکر رفت میش‌های که تجربه دارند کمک شایانی در جهت یافتن پستان می‌کند (۹). بره در آغازین ساعات بعد از تولد اکثراً در یافتن پستان مشکل دارند و یافتن پستان ۲ تا ۳ ساعت را دربر می‌گیرد، در صورتی که به بره کمک نگردد. موجودیت پشم انبوه در اطراف پستان در یافتن نوک پستان مادر توسط نوزاد مشکل ایجاد می‌کند. بره‌ی نوزاد در اولین هفته‌های بعد از تولد به دفعات زیاد شیر می‌چوشند (۳-۴ بار در هر ساعت) و هر بار آن طور اوسط ۳ دقیقه را در بر می‌گیرد (۱۰). در بسیاری موارد بره نوزاد بعد از ایستادن روی

پاه‌ها به جای نوک پستان سایر برآمده‌گی‌های روی جلد مادر را از قبیل کلوله‌های پشم و غیره را می‌مکد در این شرایط لازم است تا مالدار به بره در یافتن پستان مادر کمک نماید. مجرای لایخ پستان بعضاً پوشیده از مواد موم مانند بوده و در موقع مکیدن بره نوزاد مشکلات ایجاد می‌کند، بهتر است تا قبل از آغاز شیر چوشی نوک لایخ‌ها توسط مالدار پاک گردد. این کار به بره کمک می‌کند تا بعد از تولد به زودترین فرصت ممکن به فله که مملو از انتی‌بادی‌های مادری می‌باشد، دسترسی پیدا کند (۱۱).
میش‌های که دوگانه بره داده اند در یکی دو هفته اول شیر کافی برای تغذیه بره‌هایش تولید نموده می‌تواند، ولی بعد از آن کوشش گردد تا بره‌ها به گرفتن خوراکی‌های دیگر عادت داده شوند. بره‌های نوزاد در هفته اول زندگی همیشه نزدیک مادرش قرار می‌گیرد، ولی به مرور زمان اوقات کمتر را نزدیک به مادرش می‌گذرانند. در اواخر ماه اول بعد از تولد بره ۶۰ درصد وقت خویش را دور از مادر، در میان سایر بره‌ها می‌گذرانند. در سن ۸ تا ۱۰ ماهگی بره می‌تواند ۷۵ درصد مواد خوراکی خویش را از خوراکی‌های تهیه شده و یا چراگاه به دست بیاورد، از این جهت گوسفندداران معمولاً بره‌ها را بعد از سن ۱۰ ماهگی از شیر جدا می‌کنند (۱۰).

رویه‌ی خوراکی

چنانچه در سایر بخش‌ها تذکر داده شد گوسفند از جمله حیوانات نشخوارکننده است و رویه خوراکی حیوان نیز بیشتر روی آن تاکید دارد (۱۲). رویه‌ی خوراکی در گوسفند ارتباط مستقیم به مصرف خوراک، دسترسی به انواع مواد خوراکی و انتخاب خوراک توسط حیوان دارد. مواد خوراکی از جمله بخش بزرگی از مصارف گوسفند پروری بوده که در مقایسه با سایر مواد و وسایل مالدار به آن روبه‌رو می‌باشد. گوسفند به‌خاطر بقا و سایر نیازمندی‌های خویش همواره به مواد خوراکی و آب ضرورت دارد. تهیه‌ی مواد خوراکی کافی (کمی و کیفی) متضمن بقا و تولید گوسفند در سطح بلند می‌باشد (۱۳). گرسنگی سبب تحریک اخذ مواد خوراکی و رفع ضرورت‌های بدنی گوسفند می‌گردد که روش و میتود گرفتن خوراک بستگی به رویه‌ی خوراکی حیوان دارد. به‌طور مثال میزان مصرف خوراک در حالات مختلفی چون مراحل آخر بارداری و شیردهی بلند رفته و گوسفند مقدار زیادی مواد خوراکی را مصرف نموده تا ضرورت بدن خویش را پوره نماید (۱۳، ۱۴). در بعضی مواقع، از این که کیفیت خوراک پایین است و گوسفند با مصرف زیادی خوراک نیز ضرورت بدن خویش را پوره نتوانسته و مالدار باید با تهیه‌ی خوراکی‌های کمکی احتیاج حیوان را مرفوع سازد. هرگاه منابع خوراکی مختلف به دسترس گوسفند باشد، در این صورت حیوان بیشتر از خوراکی‌ای استفاده می‌نماید که به آن علاقه دارد. مدت زمانی را که گوسفند برای اخذ خوراک در چراگاه سپری می‌کند به عواملی چون نوعیت و موجودیت علوفه، رویه‌ی مصرف و سطح ضرورت به مواد مغذی بستگی دارد (۱۴). در زمان خشک‌سالی و یا در زمان تقسیم‌بندی و تغذی نوبتی ساحه چراگاهی گوسفند برای مدت

نامحدود چرښ نموده تا ضرورت بدن خویش را تکمیل کند. مگر هنگامی که مواد خوراکی کافی به دسترس باشد، گوسفند رویه‌ی خوراکی خود را تغییر می‌دهد. رفتار خوراکی گوسفند بخش از الگوهای روزانه (Circadian pattern) حیوان بوده که در طول زندگی با روبه‌رو شدن با ساعات روز و شب (روشنی/ تاریکی) و سایر تغییرات محیطی رشد می‌نماید (۱۵). گوسفند در مصرف خوراکه انتخاب آزاد داشته باشد که در ساعات روشن روز از چراگاه و یا خوراکه‌های تدارک شده استفاده نماید. به اساس تحقیقات بیشترین چرښ گوسفند در ساعات اول صبح و نزدیک به غروب آفتاب صورت می‌گیرد. تغییرات اقلیمی (گرمی، سردی، وزش باد و باران) سبب تغییر در ساعات چرښ حیوان می‌گردد. مدت زمان چرښ گوسفند نظریه غنماندی و فقر چراگاه‌ها تفاوت نموده و یک گوسفند به‌طور اوسط ۵-۱۰ ساعت در روز چرښ می‌نماید. هم‌چنان عوامل دیگری چون تغذیه خوراکه‌های متراکم و حالت بدنی (چاقی و لاغری) گوسفند بالای مدت زمان چرښ آن تأثیر دارد (۱۶). گوسفند دارای دهن نسبی کوچک و لب‌های فوق‌العاده متحرک و فعال بوده که در گرفتن علف‌های چراگاهی و قطع آن توسط دندان‌های پایینی پیشرو و قسمت سخت الاشه‌ی بالای با حرکت سر به طرف عقبی و پیشرو کمک می‌کند. گوسفند قادر است تا نباتات را از قسمت نزدیک به زمین قطع نماید. ترکیبی از ساختمان اناتومیکی و رویه، گوسفند را قادر ساخته تا خوراکه مورد استفاده‌ی خویش را به‌صورت دقیق انتخاب نماید. اگرچه بسیاری تحقیقات در مورد انتخاب خوراکه به وسیله گوسفند در چراگاه‌ها صورت گرفته ولی زمانی که به حیوان خوراکه‌های دارای سایز و اندازه‌های متفاوت داده شود، گوسفند خوراکه مورد علاقه خویش را و لو از لحاظ کیفی در سطح پایین باشد، انتخاب می‌نماید. برای جلوگیری از هم‌چو حالات کوشش گردد تا خوراکه‌های مختلف یکسان ساخته شده، خوب مخلوط و یا شکل داده شود (۱۶). رویه‌ی انتخاب خوراکه گوسفند بستگی به موجودیت علف‌های مختلف و کافی در چراگاه‌ها و یا تهیه انواع مختلف خوراکه برای حیوان دارد. هم‌چنان عواملی دیگری چون شکل ظاهری نبات، لطافت، مزه و بوی نیز در انتخاب خوراکه توسط گوسفند نقش دارد. گوسفند علاقه‌ی بیشتر به خوردن برگ نبات نسبت به ساقه و ریشه‌ی آن دارد. هم‌چنان خوراکه‌های آب‌دار نسبت به خوراکه‌های خشک بیشتر توسط گوسفند پذیرفته می‌شود (۱۳). گوسفند علف‌های را که نزدیک به مواد فضله‌ی حیوان باشد دوست ندارد، چرښ نماید. مدل چرښ (Grazing pattern) در گوسفند تحت تأثیر بعضی از عوامل از جمله آب می‌باشد. ساحات چراگاهی نزدیک به منبع آب توسط حیوان بیش از حد چرښ گردیده حالانکه نقاط دورتر و خشک بدون چرښ باقی می‌ماند. علاوه بر آن بعضی از فنکوره‌های اجتماعی در رویه چرښ حیوان تأثیر دارد، مثلاً گوسفند در ساحات نزدیک به محل بودوباش و قلمرو شناخته شده خویر چرښ می‌نمایند (۱۵). هم‌چنان گوسفندانی که در گله است نسبت به گوسفندانی که به‌صورت انفرادی نگهداری می‌شوند، خویر چرښ می‌کنند. در مقایسه با گاو، گوسفند علاقمند به چرښ در ساحات بلندتر و تپه‌ها می‌باشد. مدیریت چراگاه و تغذیه‌ی نوبتی نیز در رویه و مدل چرښ حیوان تأثیر می‌گذارد (۱۲).

رویه‌ی گوسفند در حالت بیماری و صحت

مقوله‌ی نزد بسیاری از گوسفندداران و چوپانان "یک گوسفند بیمار یک گوسفند مرده است" رایج است. قدم اول در شناسایی گوسفند سالم، شناخت مدل رویه‌ی حیوان بیمار است که بر اساس آن به سالم بودن حیوان قضاوت می‌گردد (۱۹). گوسفند سالم در طول سال رویه‌های متفاوت را نشان می‌دهد که در بعضی موارد شناسایی حیوان سالم و بیمار را به مشکل مواجه می‌سازد. به‌طورمثال، گوسفند سالم همیشه هنگام اخذ خوراک اشتها بی خوبی از خود نشان می‌دهد، ولی یک قوچ در اوج فصل نسلی بی‌اشتها بوده، اما از لحاظ جسمی سالم می‌باشد (۱۷، ۲۳، ۲۴).

رویه‌ی که دلالت بر بیماری می‌کند

رویه‌های که دلالت بر مشکلات صحتی و بیماری در گوسفند می‌نماید، در (جدول ۱) نشان داده شده، که شناسایی به‌موقع آن‌ها چانس تداوی موفق را افزایش می‌دهد (۱۹، ۲۰، ۲۲).

جدول ۱: علائم رویه و مشکلات صحتی در گوسفند

مشکلات	رویه
گوشه‌گیری گوسفند یا بره دلیلی بر موجودیت مشکلات و یا اولین نشانه‌ی بیماری در وجود آن‌ها می‌نماید.	انزوا، کناره‌گیری
دلیلی بر موجودیت مشکلات سیستم هاضمه و یا دیگر بیماری‌ها است.	عدم علاقه‌مندی به گرفتن مواد خوراکی و آب
حیوانی که موقع برآمدن از طویله و یا محل بودباش گوسفند دیرتر می‌براید و یا در آخر گله قرار می‌گیرد، به بیمار بودن مشکوک است، به‌خصوص زمانی که در سایر حالات در راس گله قرار داشته باشد.	پسماندن از گله
گوسفند و بره بی تفاوت نسبت به محیط با علائمی چون پایین گرفتن سر، چشم‌های فرورفته و پژمرده نشانی خوبی برای داشتن بیماری است.	بی حالی، افسرده‌گی
ممکن دلیلی بر موجودیت تب، التهاب پستان و یا دیگر بیماری‌ها باشد که موقع راه رفتن حیوان احساس درد کند.	خوابیدن بیش از حد و عدم تمایل به حرکت
دلیلی بر موجودیت فشار بالای حیوان بوده که سبب بی‌قراری حیوان گردیده است. در بعضی موارد به نسبت کمبود مواد مغذی به‌خصوص مواد معدنی چون آهن، فاسفورس و کلسیم باعث گردیده که گوسفند اشیای بیگانه را که جز خوراکه‌ی آن نیست (چوب، مواد اشغالی، استخوان و غیره)، بخورد و یا این‌که حیوان مشکل رویه‌ی مانند خستگی و فشار دارد.	ناآرامی و اضطراب
بمعنی کردن یکی از روش‌های عام در بره است که هدف آن جلب توجه و مراقبت از آن می‌باشد. ناله‌ی دوامدار نشان از موجودیت فشار ناشی از جدایی بین مادر و بره می‌باشد.	از بین رفتن اشتها
در بره‌ها نشانه‌ی التهاب شش‌ها می‌باشد.	بمعنی زدن و ناله کردن
گوسفندان معمولاً پشقل نموده ولی مواد فضله‌آب‌دار و یا آلوده با خون دلالت بر موجودیت مشکلات نزد حیوان را می‌نماید.	تنفس سریع
	اسهال

نتیجه‌گیری

دانستن رویه‌های مختلف گوسفند برای یک گوسفنددار بسیار مهم می‌باشد. زیرا در صورت دانستن رویه‌های گوسفند نه به گوسفند و نه به گوسفنددار صدمه می‌رسد. گوسفند یک حیوان بی‌دفاع بوده و یگانه راه دفاع آن‌ها از شکارچی‌ها فرار می‌باشد. گوسفندان علاقمند به زندگی گله‌ی بوده و روابط بین یگدیگر را به خوبی حفظ می‌نمایند. تمایل گوسفندان به پیروی از یک رهبر در گله به خوبی دیده شده است. گوسفند دارای نسل‌گیری فصلی است و به صورت عموم در فصل خزان، موقع که طول روز کوتاه و هوا سردتر است، نسل‌گیری می‌نماید. در فصل نسل‌گیری شهوت برای نشان دادن تحرک جنسی و یا درجه‌ی علاقمندی و اسرار حیوان به آمیزش استفاده می‌شود. شهوت بالا در قوچ، نشانی از علاقمندی به سواری و تلاش برای بارور ساختن میش است. هر گوسفندداری که تقاضای موفقیت در تولید مثل گله‌ی نسلی خویش را آرزو دارد باید الگوهای رفتاری میش را در رابطه‌ی زایمان بداند. اولین رویه‌ی میش قبل از زایمان گوشه‌گیری و کناره‌گیری از سایر میش‌ها در گله می‌باشد که در بعضی موارد کمتر دیده می‌شود. میش‌ها در هر موقع روز و شب زایمان می‌نمایند. تحقیقات که در این مورد صورت گرفته نشان داده که اوج زایمان در میش‌ها از ساعت ۹ تا ۱۲ ظهر و از ساعت ۳ تا ۶ شام می‌باشد. اگر تولد بره به شکل طبیعی و نورمال صورت گیرد، میش بعد از مدت کوتاهی بعد از زایمان ایستاد شده و از طریق بویدن و لیسیدن بره‌اش را مواظبت می‌کند. از نظر رویه‌شناسان مهم‌ترین مرحله در برقراری ارتباط میان مادر و بره این دوره می‌باشد. بره‌ی نوزاد بعد از تولد درمانده و به کمک جدی نیازمند است. اولین اقدام بره بعد از تولد ایستادن و جستجو برای یافتن اولین وعده‌ی غذایی‌اش در محیط جدید است. گوسفند از جمله حیوانات نشخوارکننده است و رویه خوراکی حیوان نیز بیشتر روی آن تاکید دارد. رویه‌ی خوراکی در گوسفند ارتباط مستقیم به مصرف خوراک، دسترسی به انواع مواد خوراکی و انتخاب خوراک توسط حیوان دارد. گوسفند به خاطر بقا و سایر نیازمندی‌های خویش همواره به مواد خوراکی و آب ضرورت دارد. تهیه‌ی مواد خوراکی کافی متضمن بقا و تولید گوسفند در سطح بلند می‌باشد. قدم اول در شناسایی گوسفند سالم، شناخت مدل رویه‌ی حیوان بیمار است که بر اساس آن به سالم بودن حیوان قضاوت می‌گردد.

- (1) Carolina Flota-Banuelos., Juan A., Rivera - Lorca. and Bemardino Candelaria - Martinez. Importance of sheep social hierarchy on feeding behavior and parasite load in Silvo pastoral and grass monoculture grazing systems. 2019; 10. Pp. 52, 58-62.
- (2) Shinde A.K. Verma D.L. and Singh N.P. Social dominance subordinate relationships on a flock of Marwari goats. Indian Journal of Animal Science. 2004; 74. Pp. 215-218.
- (3) Resko J.A. Perkins A. Roselli C.E. and Stormshak, F.K. Sexual behavior of rams: male orientation and its endocrine correlates. Reproduction in Domestic Animals IV. Proceedings of the Fifth International Symposium on Reproduction in Domestic Ruminants, Colorado Springs, USA. 1999; Pp. 259-269.
- (4) Vazquez R. Orihuela A. and Aguirre V. Effect of dominance-subordinate relationship and familiarity of an audience male on young rams libido and semen characteristics. J Vet Behav. 2012; 7(2). Pp. 80-82.
- (5) Victor R Squires. Ecology and behavior of domestic sheep (Orvis Aries): a review. Mammal Review. 2008; Pp. 37, 43, 44, 47, 50.
- (6) Asim Faraz. and Abdul Waheed. Sheep and Goat Production. SCAP Publishers Faisalabad. 2018; Pp. 1, 3-5.
- (7) Romano, J.E. Fernandez Abella D. and Villegas, S.S. A note on the effect of continuous presence of estrus onset, duration and ovulation time in estrus synchronized ewes. Applied Animal Behavior Science. 2001; 73(3). Pp. 193-198.
- (8) Miranda-De La Lama G.C., Pascual-Alonso M., Guerrero A., Alberti P., Aliert S., Sans P., Gajan J.P. Villaruel M., Dalmau A., Velarde A. and Campo M.M. Influence of social dominance on production, welfare and the quality of meat from beef bulls. Meat Science. 2015; Pp. 435-436.
- (9) Jolly S. & Wallace, A. Best Practice for Production Feeding of Lambs: a Review of the Literature. Meat Livestock Australia. 2007; 12. Pp. 4-5.
- (10) Porter R.H. Bon R. and Orgeur P. The role of familiarity in the development of social recognition in lambs. Behavior. 2001; 138(2). Pp. 207-219.
- (11) Rice M. Jongman E.C., Butler K.L. and Hemsworth P.H. Relationships between temperament, feeding behavior, social interactions, and stress in lambs adapting to a feedlot environment. Applied Animal Behavior Science. 2016; 183. Pp. 42-50.
- (12) Sevi A. Muscio A., Dantone D., Iascone V. and D'Emilio, F. Paddock shape effects on grazing behavior and efficiency in sheep. Journal of Range Management. 2001; 54(2). Pp. 122-125.
- (13) Jose Coriolano. Vinicius de Franca., Edgard Cavalcanti., Edilson Paes. and Ariosvaldo Nunes. Available space in feeders for housed sheep: social behavior and performance. Brazilian Journal of Animal Science. 2018; Pp. 4-5.

- (14) Buskirk D. Zanella A., Harrigari T., Van Lente J., Gnagey L. and Kaercher M. Large round bale design affects hay utilization and beef cow behavior. *Journal of Animal Science*. 2003; 81. Pp. 108-112.
- (15) Stevens C. McFarland I. and Ashton B. Feeding and managing sheep in dry times. Department of Agriculture and Australian Wool Innovation, Western Australia. 2005; Pp. 3, 7.
- (16) Stafford K.J. and Gregory N.G. Implication of intensification of pastoral animal production on animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*. 2008; 56. Pp. ۲۷0-۲۷4.
- (17) Mariska Liebenberg. The effect of environmental enrichment on behavior, production parameters and meat quality of finishing lambs in a feedlot. Faculty of Agri Sciences at Stellenbosch University. 2017; Pp. 7, 10, 28, 48.
- (18) Averos X. Beltran de Heredia., I Ruiz R. and Estevez I. The impact of group size on welfare indicators of ewes during pregnancy. *Doi. Org*. 2016; Pp. 3, 5.
- (19) Simoes J. Abecia J.A., Cannas A., Delagadillo J.A., Lacasta D. Voigt K. and Chemineau P. Review: Managing sheep and goats for sustainable high yield production. *The international Journal of animal biosciences*. 2021; Pp. 7-8.
- (20) Benavides J. Gonzalez L, Dagleish M. and Perez V. Diagnostic Pathology in microbial disease of sheep and goats. *Veterinary Microbiology*. 2015; pp. 181, 15-26.
- (21) Astiz S. Maternal Metabolic demands caused by pregnancy and lactation: association with productivity and offspring phenotype in high-yielding dairy ewes. *Animals (Basel)*. 2019; 9. Pp. 295.
- (22) Ridler A. Disease threats to sheep associated with intensification of pastoral farming. *New Zealand Veterinary Journal*. 2008; 56. Pp. ۲۷0-۲۷3.
- (23) Hogerwerf L. Vanden Brom R., Roest H.I.J., Bouma A., Vellema P., Pieterse M., Dercksen D. and Nielen M. Reduction of *Coxiella burnetii* prevalence by vaccination of goat and sheep, the Netherlands. *Emerging Infectious Diseases*. 2008; 17. Pp. 378-382.
- (24) Jay M. and Tardy F. Contagious agalactiain sheep and goats: current perspective. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2019; 10. Pp. 230-232.
- (25) Ewenetau Mulugata Ayalew. *Sheep and Goat Production Text Book*. LAP Lambert Academic publishing. 2016; Pp. 23, ۲۷-28, 35.



تحقیق تجربی درباره‌ی قضیه محورهای غیر عمود در تعیین مومنت عطالت اجسام سخت با استفاده از رقاصه‌ی فزیک

پوهنوال رجب‌علی خاوری

دیارتمنت فزیک و الکترونیک، پوهنځی فزیک، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: khavary81@gmail.com

چکیده

در محاسبه مومنت عطالت، قضیه محورهای عمود برای اجسام یک‌بعدی و دو‌بعدی برقرار است. این قضیه از ابزارهای مفید برای محاسبه مومنت عطالت اجسام می‌باشد. این قضیه در باره سه محور عمود برهم نیز برقرار می‌باشد. روش تحقیق تجربی ذیل برای صحت آن در حالت‌های غیر عمود صورت گرفته و تجارب روی میله‌های باریک غیر عمود برهم انجام شده است. نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که این قضیه در حالت‌های غیر عمود نیز برقرار می‌باشد. رقاصه‌ی فزیک برای تحقیق تجربی پر یود اهتزاز بکار گرفته شده و هم چنین تیوری‌های لازم برای محاسبه تیوریک فراهم گردیده است که نتیجه‌ی آن دریافت قیمت‌ها و گراف با خطای تقریبی کم‌تر از ۱٪ در تمامی مراحل تجربه و نتیجه‌گیری می‌باشد. نتایج به دو صورت تحلیل ارقامی و تحلیل گرافیکی ارزیابی شده است که در هر دو مرحله تفاوت بدست آمده از خطای نسبی تجربه کم‌تر می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: رقاصه فزیک؛ قضیه محورهای عمود؛ محورهای غیر عمود؛ مومنت اینرشیا؛ پر یود اهتزاز؛ کثافت طولی

An Experimental Study on the Theorem of Non-Vertical Axes in Determining the Moment of Inertia of Hard Objects Using A Physical Pendulum

Associate Prof. Rajab Ali Khavari

Department of Physics and Electronics, Faculty of Physics, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: khavary81@gmail.com

Abstract

In calculating momentum of inertia, the theorem of vertical axes is established for one-dimensional and two-dimensional objects. This theorem is a useful tool for calculating the moment of inertia of objects. This is also true of the three perpendicular axes. Experimental research has been done for its accuracy in non-vertical positions and experiments have been performed on narrow non-vertical bars. The result shows that this theorem also holds in non-vertical positions. Physical pendulums have been used for experimental research of the vibrating period and also the necessary theories for theoretical calculation have been provided, which result in receiving prices and graphs with an approximate error of less than 1% in all stages of experimentation and conclusion. The results are evaluated in the form of numerical analysis and graphical analysis, in both stages the difference is less than the relative error of the experience.

Keywords: Physical Pendulum; Theorem of Vertical Axes; Non-Vertical Axes; Moment of Inertia; Period of Vibration; Longitudinal Density

مقدمه

مومن عطالت اجسام بخصوص اجسام سخت یک خاصیتی از جسم است که در برابر اعمال قوهی خارجی مخالفت می‌کند و این مخالفت براساس قوانین نیوتن در جهت خلاف جهت اعمال قوهی خارجی است. این خاصیت ربطی به مقاومت هوا و یا اصطکاک ندارد، بلکه تنها به خاصیت کتلوی جسم بستگی دارد. قضایای مومن عطالت دورانی در کتاب‌های مختلف فزیک (1) و همین‌طور میخانیک کلاسیک (2) و انجینری میخانیک (3) آمده است که عبارت از قضیه محوره‌های موازی و محوره‌های متعامد می‌باشد. این قضایا کمک می‌کند تا مومن عطالت دورانی حول محوره‌های دل‌خواه براساس معلومات اولیه در باره مومن عطالت مرکزی سیستم بدست آید و محاسبه محوره‌های ثابت و متغیر براساس این قضایا به سادگی قابل حل می‌شود (4).

میتود رقاصه‌ی فزیک به صورت گسترده توسط محققین در اندازه‌گیری مومن عطالت دورانی اجسام استفاده شده است (5) (6). تعمیم‌دهی قضایای مومن عطالت در بیان تیوریک توسط نویسندگان زیادی براساس مفاهیم تنزوری و ماتریکس مومن عطالت صورت گرفته است (7, 8) در این جا بحث تعمیم‌دهی قضیه محوره‌های متعامد به حالت کلی سه محور براساس تجربه می‌باشد. چون دیگر محوره‌های x, y, z نداریم، بنابراین، از مختصات تعمیم‌یافته 2, 3 و 1 استفاده می‌کنیم (9). گرچه از تیوری‌های پیچیده به خاطر بحث تقارن دوری نمودیم و با تکیه بر نتایج عملی توانستیم نتایج تیوریک خود را به ثبوت برسانیم اما می‌توان ادعا نمود در حالت کلی قضیه بر قرار است.

قضیه محوره‌های متعامد

طبق قضیه محوره‌های متعامد مومن عطالت حول محور عمود بر دو میله عمود بر همدیگر مساوی مجموع دو مومن است. در بیان دیگر مومن عطالت حول محور دل‌خواه Z مساوی جمع مومن‌های عطالت حول دو محور x, y می‌باشد. این قضیه در حل بسیاری از مومن‌های عطالت حول محوره‌های غیر متعارف و یا با حل ریاضیکی خیلی کم، کمک ارزنده‌ی می‌کند. به طور کل نتیجه تیوریک طبق شکل داریم:

$$\Delta I_x = \Delta m y^2, \Delta I_y = \Delta m x^2, \Delta I_z = \Delta m r^2$$

$$\rightarrow \Delta I_x + \Delta I_y = \Delta m (x^2 + y^2) = \Delta m r^2 = \Delta I_z$$

در تحلیل تیوریکی موضوع مومن عطالت حول محور عمود بر یک رأس میله مساوی با $\frac{1}{3} ml^2$ است، اما اگر دو میله باهم زاویه بسازد و حول محور عمود بر نقطه مشترک آن‌ها دوران کند، مومن عطالت سیستم و پریود اهتزازات آن به صورت ذیل قابل حصول است (2).

هرگاه مومنت عطالت یک جسم حول محورهای متعامد x, y معلوم باشد، مومنت عطالت حول محور z به صورت ذیل بدست می آید:

$$I_z = I_1 + I_2$$

فورم کلی بیان فوق که به قضیه سه محور موسوم است، به صورت ذیل می باشد:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

تحلیل ریاضیکی مسأله شامل بررسی تنزوری مومنت عطالت و در نظرگیری محورهای اساسی و قضیه ضرب مومنت ها می باشد که در این بحث شامل نمی باشد.

برای بررسی ساده قضیه سه محور و تعمیم دهی قضیه محورهای متعامد به حالت عمومی غیر متعامد که تعامد یک حالت خاص آن می باشد، از محاسبه مومنت عطالت یک میله حول محور غیر عمود بر رأس آن آغاز می کنیم.

مومنت عطالت یک میله حول محور غیر عمود بر رأس آن

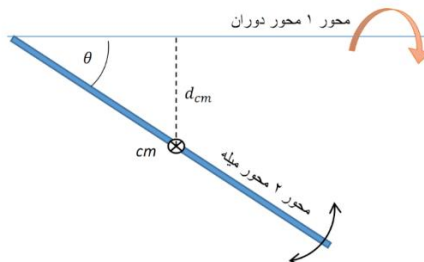
از کتاب های فزیک می دانیم که مومنت عطالت یک میله به طول l و کتله m مومنت عطالت حول یک محور عمود بر رأس آن به صورت $I = \frac{1}{3} ml^2$ است. در بیان کثافت خطی میله این بیان به صورت $I = \frac{1}{3} \lambda l^3$ می گردد. حال سؤال این جاست که برای محور غیر عمود بر رأس یک میله مومنت عطالت چگونه محاسبه می گردد. برای محور غیر عمود بر یک رأس میله باریک طبق شکل یک عنصر طول با مشخصات dm, dl را در نظر می گیریم که از محور دوران فاصله r دارد. برای میله باریک و یک نواخت طبق تعریف مومنت عطالت داریم:

$$I = \int r^2 dm = \int (l \sin \theta_1)^2 dm = \int_0^l \lambda (l \sin \theta_1)^2 dl$$

$$\rightarrow I = \lambda (\sin \theta_1)^2 \int_0^l l^2 dl = \frac{1}{3} \lambda l^3 \sin^2 \theta$$

هرگاه پریود اهتزازت رقاصه ی فزیک را در نظر بگیریم مومنت عطالت بر اساس آن عبارت است از:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd_{cm}}} \rightarrow I = \frac{mgd_{cm}T^2}{4\pi^2} = \frac{mgl \sin \theta T^2}{8\pi^2} \quad (1)$$



شکل ۱: دوران یک میله حول محور غیر عمود بر آن (نویسنده)

دو نتیجه برای مومنت عطالت میله یکی از تیوری و دیگری از تجربه که باید مساوی باشند. در صورت مساوی بودن، نتیجه‌ی تیوری که همان مومنت عطالت میله حول محور غیر عمود است، تأیید می‌گردد.

در مرحله بعد فرض می‌گردد که دو میله با زاویه‌ی بین غیر ۹۰ درجه از یک رأس با همدیگر ملحق شده باشد. مومنت عطالت سیستم حول محور عمود بر رأس آن، به مومنت عطالت دو میله و فاصله مرکز ثقل از محور دوران بستگی دارد. در ابتدا حالتی را در نظر می‌گیریم که محور دوران بر رأس مشترک عمود بوده و زاویه بین دو میله از صفر تا ۹۰ درجه تغییر نماید. طبق تعریف رقاظه‌ی فیزیکی مقدار پریود رقاظه به صورت $T = 2\pi\sqrt{I/mgd_{cm}}$ می‌باشد که در آن $I = I_1 + I_2$ مومنت عطالت هر یک از میله‌ها حول رأس عمود است و مقدارش همان $\frac{1}{3}ml^2$ می‌باشد. برای دریافت فاصله مرکز ثقل دو میله از محور دوران از قضیه کوساین‌ها در جمع ویکتورها می‌دانیم که محصله دو ویکتور به طول l_1 ، l_2 و زاویه بین θ عبارت است از:

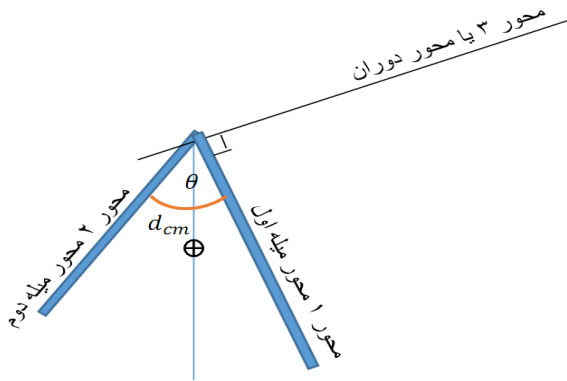
$$R = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1l_2\cos\theta}$$

بنابراین، برای دو میله باریک با رأس مشترک غیر عمود هرگاه محور دوران مشترک عمود را در نظر بگیریم، پریود اهتزازت سیستم طبق تعریف کلی برای رقاظه فیزیکی عبارت است از:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd_{cm}}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_1 + I_2}{mgd_{cm}}} \quad (2)$$

که d_{cm} فاصله مرکز ثقل سیستم از نقطه تعلیق یا محور دوران است. m کتله سیستم تحت اثر اهتزاز می‌باشد و I مومنت عطالت کلی سیستم است. مقدار I میتواند براساس قضیه جمع مومنت‌ها به صورت $I_1 + I_2 = I_3$ بیان گردد.

در قضیه محورهای عمود محورهای دوران سه‌گانه سیستم برهم عمود می‌باشد. اما حال دو محور ۲ و ۱ در نقطه اتصال غیر عمود است، ولی دیده می‌شود که قضیه‌ی محورهای عمود با اعمال کمی تغییرات و ملاحظات در مورد محورهای غیر عمود نیز قابل تطبیق است. از طرفی می‌دانیم که برای دو میله با رأس مشترک همانند یک متوازی‌الاضلاع، مرکز ثقل روی قطر آن می‌تواند در نظر گرفته شود که در فاصله $1/4$ از رأس مشترک قرار دارد.



شکل ۲: دوران دو میله غیر عمود حول محور عمود برهردو (نویسنده)

بنابراین، در حالت دو میله با رأس مشترک، مرکز ثقل روی قطر عبور نموده و در فاصله $1/4$ از رأس مشترک قرار دارد (۱). با این بیان رابطه (۲) به صورت ذیل ساده می‌گردد:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3}\lambda_1 l_1^3 + \frac{1}{3}\lambda_2 l_2^3}{\frac{mgR}{4}}} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{\lambda}{3}(l_1^3 + l_2^3)}{\lambda(l_1 + l_2)g \sqrt{\frac{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 \cos\theta}{4}}}}$$

$$\rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{4(l_1^3 + l_2^3)}{3(l_1 + l_2)g \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 \cos\theta}}} \quad (3)$$

این نتیجه که براساس مفهوم رقصه‌ی فزیک و قضیه جمع مومنت‌ها و همین‌طور قضیه محورهای موازی در مومنت عطالت اجسام بدست آمده است. هرگاه دو میله هم‌طول باشد، معادله فوق به صورت ذیل ساده می‌گردد و یک تابع از زاویه و پریود بدست می‌آید.

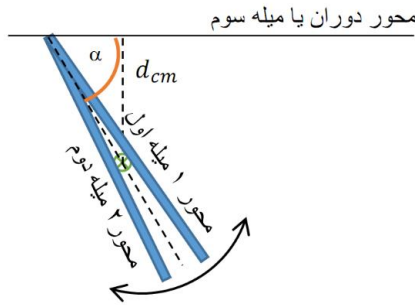
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{8(l^3)}{6(l)g \sqrt{2(l^2 + l^2 \cos\theta)}}} = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi}{6\pi \sqrt{2(1 + \cos\theta)}}}$$

$$\rightarrow 1 + \cos\theta = \left(\frac{16\pi l}{3\sqrt{2}gT^2}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{1}{T^4} = A(1 + \cos\theta) \quad (4)$$

که A یک ثابت می‌باشد. گراف تغییرات $\frac{1}{T^4}$ به تابع $1 + \cos\theta$ یک تابع خطی با میل ثابت می‌باشد. حال مسأله قضیه محورهای متعامد را به حالت کلی سه محور غیر متعامد تعمیم می‌دهیم. سه محور 1, 2, 3 را من حیث محورهای دوران سیستم در نظر بگیرید. در این جا تحلیل را براساس سه میله‌ی غیر عمود برهم در نظر می‌گیریم. این حالت با حالت‌های قبلی فرقی ندارد و تنها شرط فاصله

مرکز ثقل تا نقطه دوران یا تعلیق برای هر حالت و هم چنین زاویه اضلاع نسبت به هم فرق می کند. در این جا کلیت مسأله از دید تیوری بررسی گردیده و با تجربه مورد تأیید قرار می گیرد.



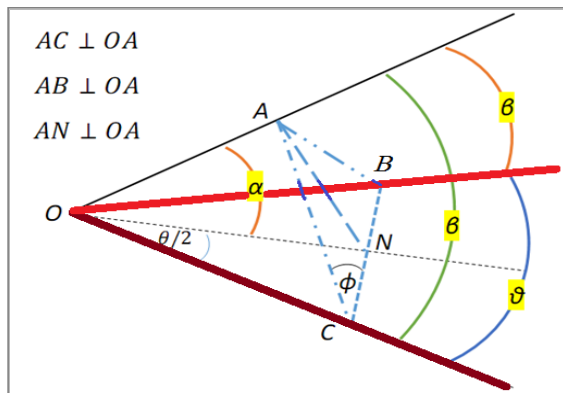
شکل ۳: دوران دو میله غیر عمود برهم حول محور غیر عمود (نویسنده)

برای ساده گی دو میله هم جنس و هم طول را در نظر می گیریم که با هم زاویه θ می سازد. میله سوم (میله محور دوران) که با مستوی دو میله زاویه α می سازد تنها من حیث محور دوران حساب می گردد و در محاسبه مومنت عطالت، کتله و غیره نقشی ندارد. هرگاه میله ها غیر هم طول و یا غیر هم جنس باشد، خطی که مرکز ثقل در آن قرار دارد نسبت به دو میله متقارن نیست و بنابراین، زاویه بین محور و هر میله نیز فرق می کند. رابطه پریود اهتزازات دو میله غیر عمود بر یک محور دوران غیر عمود از مفهوم رقاصه فزیک به صورت ذیل است:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{\lambda}{3}(l_1^3 + l_2^3)}{mgR} \sin \alpha} = 2\pi \sqrt{\frac{4(l_1^3 + l_2^3)}{(l_1 + l_2)g \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 \cos \theta} \sin \alpha}} = 3\pi \sqrt{\frac{4(l_1^2 + l_2^2 - l_1 l_2)}{3g \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 \cos \theta} \sin \alpha}}$$

برای حالت دو میله هم طول معادله کمی ساده تر می گردد:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi}{6\pi \sqrt{2(1 + \cos \theta)} \sin \alpha}} \quad (5)$$



شکل ۴: بررسی ترسیمی سه محور غیر عمود برهم OA و OB و OC بر حسب طول و زوایا (نویسنده)

برای دریافت ارتباط زاویه الفا با طول و زاویه هر میله با محور دوران در شروع شکل (۴) را در نظر می‌گیریم که در آن میله‌ها هم جنس و هم اندازه و هم قطر هستند، پس به علت تقارن نقطه مرکز ثقل روی خط تقارن قرار می‌گیرد. مستوی ABC بر محور OA عمود است. بنابراین، خط تقارن ON نیز در این مستوی قرار دارد. از قضایای هندسی و روابط مثلثاتی داریم:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{AN}{OA}, \quad \tan \beta = \frac{AC}{OA} \rightarrow \tan \alpha = \frac{AN}{AC} \tan \beta, \quad \sin \varphi = \frac{AN}{AC} \\ &\rightarrow \tan \alpha = \sin \varphi \cdot \tan \beta \\ \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) &= \frac{CN}{ON}, \quad \sin \alpha = \frac{AN}{ON} \rightarrow \tan \varphi = \frac{AN}{CN} = \frac{\sin \alpha}{\tan\left(\frac{\theta}{2}\right)} \\ \sin^2 \varphi &= \frac{1}{1 + \cot^2 \varphi} \\ \rightarrow \tan^2 \alpha &= \sin^2 \varphi \tan^2 \beta = \frac{1}{1 + \cot^2 \varphi} \tan^2 \beta = \frac{1}{1 + \frac{\tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\sin^2 \alpha}} \tan^2 \beta \\ \tan^2 \alpha &= \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{\tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\sin^2 \alpha}} \tan^2 \beta \\ \sin^2 \alpha + \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) &= \tan^2 \beta - \sin^2 \alpha \tan^2 \beta \end{aligned}$$

با ساده‌سازی داریم:

$$\sin^2 \alpha = \frac{(\tan^2 \beta - \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right))}{1 + \tan^2 \beta} \rightarrow \sin \alpha = \sqrt{\frac{(\tan^2 \beta - \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right))}{1 + \tan^2 \beta}} \quad (6)$$

ملاحظه می‌گردد که شرط تقارن مسأله ساده‌تر ساخته شده است؛ اما کلیت مسأله و این که قضیه محورهای عمود برای محورهای غیر عمود هم برقرار است، معتبر می‌باشد.

ترتیب عملی

برای دریافت عملی پریود اهتزاز در هر حالت از سیستم تایمر نوری استفاده شده است که دقت ۰,۰۰۱ ثانیه را دارد. میله‌ها به صورت انفرادی و یا جفت شده حول محور افقی دوران داده می‌شود تا از شرط اهتزاز رقصه‌ی فزیک‌ی و شمارش پریود اهتزاز برای بررسی و مقایسه‌ی زمان‌های پریود تیوری و عملی استفاده گردد.

برای افزایش دقت و تقلیل اصطکاک محورهای دوران روی دو چاقو که تراز افقی شده است، قرار می‌گیرد. عملیه اندازه‌گیری زاویه با نقاله با دقت ۱ درجه اندازه می‌گردد و ترتیب انجام طبق شکل‌های متن صورت گرفته است.

نتایج

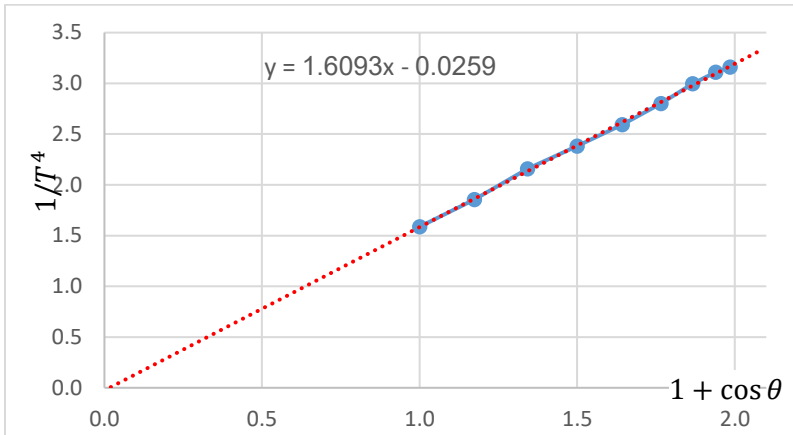
در اندازه‌گیری اول درست رابطه بیان‌کننده‌ی مومنت عطالت حول محور غیر عمود بر رأس میله بررسی می‌گردد و در تمام مراحل رقاصه‌ی فیزیکی من حیث روش اندازه‌گیری می‌باشد. میله باریک (سیم به قطر 2mm) از زاویه ۱۰ تا ۹۰ درجه حول یک محور افقی به صورت رقاصه‌ی فیزیکی اهتزاز می‌کند. در هر مرحله پربود اهتزاز بدست آمده و نتیجه در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱: دیتای تجربه با میله غیر عمود بر محور دوران (نویسنده)

شماره	زاویه (درجه)	زاویه (رادیان)	دوران (ثانیه)	$I = \frac{1}{3} \lambda l^3 \sin^2 \theta$	$I = \frac{\lambda g l^2 \sin \theta T^2}{8 \pi^2}$	اختلاف دو مقدار	فیصدی خطای نسبی
۱	۲۰	۰,۳۴۹	۰,۵۲۴	۲۷۳,۸۶۹	۲۶۹,۳۰۱	۴,۵۶۸	۱,۶۹۶
۲	۳۰	۰,۵۲۳	۰,۶۳۶	۵۸۵,۳۰۱	۵۷۹,۹۷۳	۵,۳۲۸	۰,۹۱۹
۳	۴۰	۰,۶۹۸	۰,۷۷۲	۹۶۷,۳۳	۹۶۰,۸۷۲	۶,۴۵۸	۰,۶۷۲
۴	۵۰	۰,۸۷۲	۰,۷۹۳	۱۳۷۳,۸۷۵	۱۳۸۱,۴۱۴	۷,۵۳۹	۰,۵۴۶
۵	۶۰	۱,۰۴۷	۰,۸۴	۱۷۵۵,۹۰۴	۱۷۵۲,۳۱۷	۳,۵۸۷	۰,۲۰۵
۶	۷۰	۱,۲۲۱	۰,۸۷۸	۲۰۶۷,۳۳۶	۲۰۷۷,۲۹۶	۹,۶۹	۰,۴۷۹
۷	۸۰	۱,۳۹۶	۰,۸۹۸	۲۲۷۰,۶۰۹	۲۲۷۷,۳۳۹	۶,۷۳	۰,۲۹۶
۸	۹۰	۱,۵۷	۰,۹۰۵	۲۳۴۱,۲۰۵	۲۳۴۸,۶۶۳	۷,۴۵۸	۰,۳۱۸

میزان فیصدی خطای نسبی کم‌تر از دقت سامان‌آلات تجربه و محاسبه است. لذا نتیجه گرفته می‌شود که میتود تیوریک برای دریافت مومنت عطالت میله باریک درست می‌باشد. زاویه با یک زاویه‌سنج با دقت ۱ درجه و طول با دقت میلی‌متر اندازه شده است. برای دقت بیشتر در اندازه‌گیری زمان در هر مرحله تجربه سه بار تکرار گردیده است.

در قسمت دوم، دو میله با اتصال در رأس مشترک غیر عمود حول یک محور افقی عمود بر هر دو اندازه‌گیری می‌گردد که نتیجه برای دو میله هم‌طول بر طبق رابطه (۴) باید خطی باشد. براساس دیتای بدست آمده گراف ذیل حاصل شده است که یک گراف خطی عبور نموده از مبدأ را نشان می‌دهد.



شکل ۵: گراف تغییرات عکس توآن چهارم پریود به تابع کوساین زاویه (نویسنده)

جدول ۲: دیتای تغییرات قیمت‌های زوایا و مقایسه ان با قیمت محاسبه شده (نویسنده)

شماره	تتا (زاویه بین دو محور قاعده)	بتا (زاویه بین محور و ضلع)	الفا (زاویه بین محور و خط مرکز نقل)	$\alpha = \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{\tan^2 \beta - \tan^2 \left(\frac{\theta}{2}\right)}{1 + \tan^2 \beta}} \right)$	اختلاف دو مقدار	فیصدی خطای نسبی
۱		۳۵	۱۸	۱۸.۹۳۷	۰.۹۳۷	۴.۹۴۸
۲		۳۶	۲۱	۲۰.۹۰۵	۰.۰۹۵	۰.۴۵۴
۳		۴۰	۲۸	۲۷.۸۰۴	۰.۱۹۶	۰.۷۰۵
۴		۴۷	۳۸	۳۸.۰۴۷	۰.۰۴۷	۱.۳۹۱
۵	۱	۵۸	۵۳	۵۲.۲۷۳	۰.۷۲۷	۱.۳۹۱
۶		۷۲	۶۹	۶۹.۰۹۵	۰.۰۹۵	۰.۱۳۷
۷		۶۷	۸۵	۸۶.۵۳۵	۱.۵۳۵	۱.۷۷۴
۸		۹۰	۸۹	۹۰	۱	۱.۱۱۱
۹		۵۹	۵۵	۵۳.۵۰۸	۱.۴۹۲	۲.۷۸۸

مقدار خطا در نتیجه به صورت مقدار ثابت در معادله ظاهر شده است که مربوط به خطا در اندازه‌گیری زاویه، طول و زمان می‌باشد. هم‌چنین این نتیجه بیان می‌دارد که تحلیل ارائه شده درست بوده و در این حالت قضیه محورهای غیر عمود می‌تواند برحسب قضیه محورهای عمود توصیف گردد، زیرا هر یک از میله‌ها حول محور عمود بر محور دوران جدید دوران داده شده بود.

با توجه به وسیله‌ی اندازه‌کننده زاویه با دقت ۱ درجه میزان انحراف در زاویه بتا ۳۵ و یا الفا ۱۸ درجه رخ می‌دهد. در قسمت آخر عملیه اندازه‌گیری پریود اهتزاز برای حالتی که دو میله غیر عمود در یک رأس با محور دوران زاویه غیر قائم می‌باشد، صورت می‌گیرد. برای ساده‌گی میله‌های ۱ و ۲ هم‌طول تعیین می‌شود.

جدول ۳: دیتای قیمت‌های زاویا و پریود و مقایسه آن با قیمت تیوریک (نویسنده)

شماره	تتا (زاویه بین دو محور قاعدہ)	بتا (زاویه بین محور و ضلع)	الفا (زاویه بین محور و خط مرکز ثقل)	پریود عملی	$T = 2\pi \sqrt{\frac{8\pi}{6\pi\sqrt{2(1+\cos\theta)}\sin\alpha}}$	فیصدی خطای دو پریود
۱		۳۵	۱۸	۰,۸۵۱	۰,۸۵۶	۰,۵۸۴
۲		۳۶	۲۱	۰,۷۹	۰,۷۹۲	۰,۲۵۲
۳		۴۰	۲۸	۰,۷۶۲	۰,۷۵۷	۰,۶۶
۴		۴۷	۳۸	۰,۷۴۶	۰,۷۵۲	۰,۷۹۸
۵	۶۰	۵۸	۵۳	۰,۷۶۵	۰,۷۶۶	۰,۱۳۱
۶		۷۲	۶۹	۰,۷۹۷	۰,۷۹۴	۰,۳۷۸
۷		۸۷	۸۵	۰,۸۱	۰,۸۰۷	۰,۳۷۲
۸		۹۰	۸۹	۰,۸۱۱	۰,۸۰۷	۰,۴۹۶
۹		۵۹	۵۵	۰,۷۷۲	۰,۷۶۴	۱,۰۴۷

ملاحظه می‌گردد که اختلاف در میزان دو پریود تیوریک و عملی ناچیز بوده و با دقت زیاد درستی نتیجه تیوریک تأیید می‌گردد. هم‌چنین این نتیجه به درستی تطبیق قضیه محورهای غیر موازی یا عام در مورد اجسام خطی اشاره دارد که حالت عمود یکی از حالت‌های خاص آن می‌باشد. قضیه محورهای عمود به حالت‌های سه‌بعدی برقرار نیست؛ بنابراین، با اجسام دوعبده سروکار نداریم.

نتیجه‌گیری

قضیه محورهای عمود برای اجسام خطی مثل میله می‌تواند به قضیه محورهای غیر عمود منجر گردد، تنها باید مرکز ثقل و فاصله‌ی آن معلوم باشد. چون در سه بعد قضیه محورهای عمود برقرار نیست، پس عملیه‌ی اندازه‌گیری با اجسام دوعبده صورت نگرفته است. رقاصه‌ی فزیک‌ی یک وسیله‌ی بسیار پرکاربرد می‌باشد که می‌تواند تجارب خیلی مفید را ارائه دهد. امکان انکشاف تجربه به میله‌های غیر هم‌طول وجود دارد. میزان خطا در نتایج کم‌تر از میزان استاندارد و هم‌چنین خطای وسایل اندازه‌گیری است.

پیشنهادات

از رقاصه‌ی فزیک‌ی می‌توان در تحقیقات زیادی بهره برد که بهتر است، در لابراتوارهای فزیک و انجینری استفاده اعظمی صورت گیرد.

- (1) Walker J. Halliday & Resnick Fundamentals of Physics. 9th Ed.: John Wiley & Sons, Inc.; 2011.
- (2) Fowles Gr, Cassiday Gl. Analatical Mechanics: Thomson Learning / Brooks/Cole; 2004.
- (3) Hibbeler Rc. Engineering Mechanics Statics. 14th Ed. R. C. Hibbeler: Pearson; 2016.
- (4) Baker Gl, Blackburn Ja. The Pendulum: A Case Study In Physics: Oxford University Press; 2008.
- (5) Cristiano Kl, Triana Da, Ortiz R, Pico M, Stupinan Af. Analytical And Experimental Determination of Gravity And Moment of Inertia Using a Physical Pendulum. In Iop Conference Series1386 , 012139; 2019.
- (6) Richardson Th, Brittle Sa. Physical Pendulum Experiments To Enhance The Understanding of Moments of Inertia and Simple Harmonic Motion. Phys Ics Educat Ion. 2012; 47(5): 537-544.
- (7) Mackelvey Jp. A Generalization of The Perpendicular Axis Theorem for the Rotational Inertia of Rigid Bodies. Amjph. 1983; 51(7): 658-660.
- (8) Abduljhany Ra. Generalization of Parallel Axis Theorem for Rotational Inertia. Amjph. 2017; 85(10): 791-795.
- (9) Bernard R, Zhe Wy. Three-Axis Theorem In Moment of Inertia Computation. World Scientific Publishing Company. 2020; 2(3).



مطالعه خواص مقناطیسی مرکبات کامپلکس

پوهنوال عبدالمحمد عزیز

دیپارتمنت کیمیاى عمومی غیرعضوی، پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: abdulmohammadaziz44@gmail.com

چکیده

خواص مقناطیسی ماده به دو طریق توسط الکترون‌ها حاصل می‌شود: یکی ناشی از حرکت دورانی الکترون به دور محور خودش است و دیگری ناشی از حرکت الکترون به دور هسته (مؤمت اوربیتالی الکترون) است. مرکبات پارامقناطیس الکترون‌های طاقه را دارا بوده و خاصیت پارامقناطیسی از تأثیر عکس‌العمل مؤمت‌های زاویه سپین الکترون‌ها و اوربیتال الکترون‌ها با میدان مقناطیسی خارجی نشأت می‌نماید. مرکب پارامقناطیس نوعی از مرکباتی است که در ساختمان الکترونی خود الکترون‌های طاقه را دارا بوده و خاصیت پارامقناطیسی از تأثیر عکس‌العمل مؤمت‌های زاویه سپین الکترون‌ها و اوربیتال الکترون‌ها با میدان مقناطیسی خارجی نشأت می‌کند. مواد دیامقناطیسی این ساختمان الکترونی را ندارد. الکترون‌های طاقه در مرکبات کامپلکس در صورتی موجود می‌باشد که تعداد الکترون‌های دارای سویه‌های مختلف موجود بوده و جوره شدن آن‌ها و بی‌ثبات شدن شان، سبب تشکیل مرکبات کامپلکس می‌گردد. در فلزات انتقالی الکترون‌های ولانسی در اوربیتال d قرار دارند؛ بنابراین، خواص مرکبات کامپلکس آن‌ها باید مربوط به الکترون‌های طاقه ولانسی در اوربیتال‌های d بوده باشد.

اصطلاحات کلیدی: مواد دیامقناطیسی؛ مواد پارامقناطیسی؛ مواد فیرومقناطیسی؛ نفوذپذیری؛ مقناطیس؛ مؤمت مقناطیسی

Studying the Magnetic Properties of Compound Complex

Associate prof. Abdul Mohammad Aziz

Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Chemistry, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: abdulmohammadaziz44@gmail.com

Abstract

The magnetistic properties of matter are achieved in two way by electrons: one is due to the rotational motion of the electron around its axis and the other is due to the movement of the electron around the nucleus (the orbit of the electron orbit). Paramagnetic compound is a type of citrus that has saghaneh electrons and paramagnetic properties are due to the reaction of the sepin electrons and orbital properties of electrons with external magnetic field. Diya's materials do not have the magnetism of this building. In transferred metals, electrons are located in orbital d, so their complex citrus properties must be related to the electrons of the orbital d-arch.

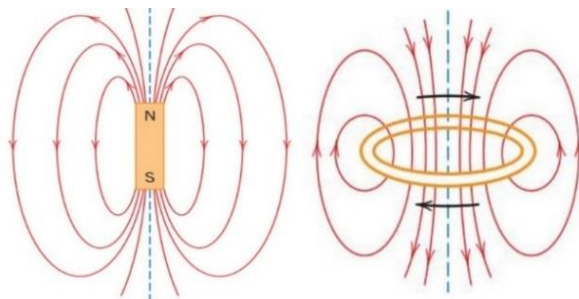
Keywords: Diamagnetic; Paramagnetic; Ferromagnetic; permeability; Magnetic Moment
Magnetic Domains

مقدمه

با پیشرفت علوم در مورد علم مغناطیس تحولات گوناگونی رونما گردید. چنانچه در عرصه‌های مختلف صنعت و طبابت این تحولات به ملاحظه می‌رسد. به‌طور مثال: موتورهای الکتریکی قوی‌تر و کوچک‌تر، سنسورها، حافظه‌های مغناطیسی و کاربردهای طبی (تشخیص و تداوی) از جمله کاربردهایی اند که با پیشرفت علم مغناطیسی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. علم مغناطیسی نیز مانند: علوم دیگر به نانوذرات کیمیایی ضرورت دارد؛ زیرا توضیح خواص مغناطیسی برای موارد فوق‌الذکر بدون استفاده از نانوذرات در عمل ناممکن است. به‌طور مثال: افزایش ظرفیت حافظه‌های مغناطیسی توسط نانوذرات امکان‌پذیر است. برای فهم تأثیرات نانوذرات در خواص مغناطیسی مواد، لازم است تا ابتدا علت خواص مغناطیسی مواد و پارامترهایی که این خواص را توضیح می‌کنند، مشخص شود و سپس با کمک آن، تأثیر نانوذرات بر این عامل مشخص گردد. از این رو در این مقاله، توضیحاتی در مورد خواص مغناطیسی مرکبات کامپلکس ارائه می‌شود. هدف این مقاله را دریافت بعضی از خواص مغناطیسی مرکبات کامپلکس تشکیل می‌دهد. در این مقاله از روش مروری یا کتاب‌خانه‌یی استفاده صورت گرفته است که در آن عامل مغناطیسی بودن مواد از جمله مرکبات کامپلکس توضیح گردیده است. این مقاله در پی این‌که مواد مغناطیسی از جمله مرکبات کامپلکس، دارای کدام خواص خاص اند؟

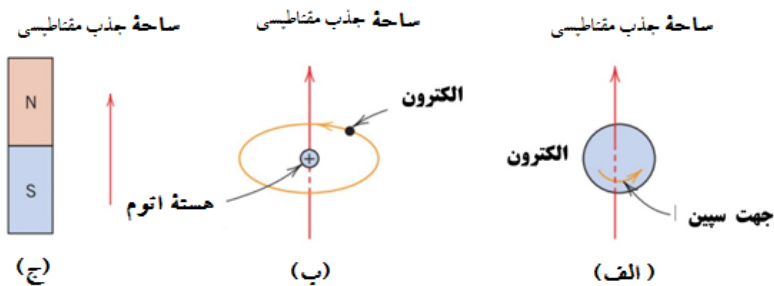
خواص مغناطیسی مواد

طوری‌که معلوم است، حرکت ذرات چارچ‌دار موجب ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود. ایجاد میدان مغناطیسی در یک سیم‌پیچ تاب‌خورده حامل جریان برق نیز به‌همین دلیل است. شکل (۱) مشابهت یک مغناطیسی برقی را با یک آهن‌ربا (Magnet) نشان می‌دهد. خواص مغناطیسی مواد نیز به حرکت ذرات چارچ‌دار مربوط است. سال‌ها علت خواص مغناطیسی مواد ناشناخته مانده بود تا این‌که با کشف این پدیده، دانشمندان موفق شدند علت خواص مغناطیسی مواد را توجیه کنند (۵).



شکل ۱: نمایش مشابهت تولید میدان مغناطیسی در یک آهن‌ربا و یک سیم پیچ جریان (۲)

خواص مقناطیسی مواد از دو حرکت، سپین الکترون و دوران الکترون‌های سازنده آن سرچشمه می‌گیرد. در حرکت مداری، الکترون‌ها به دور هسته می‌چرخند و میدان مقناطیسی را تولید می‌نمایند. حرکت سپین الکترون یک پدیده کوانتم مکانیکی است که به‌طور ساده می‌توان آن را به‌شکل چرخش الکترون‌ها به‌دور محور خود در نظر گرفت. این دو نوع حرکت الکترون بنا برآن‌چه که بیان شد، میدان مقناطیسی را تولید می‌کنند (شکل ۲) که البته تأثیر حرکت سپینی برای ایجاد خواص مقناطیسی به مراتب بیشتر از حرکت مداری است که توضیح علت آن از اهداف این مقاله نیست. با توجه به این موضوع می‌توان هر الکترون را به‌صورت یک آهن‌ربا میله‌مانند با دو قطب N و S در نظر گرفت. شکل (۲) مشابهت بین ساحت مقناطیسی در یک آهن‌ربا با ساحت مقناطیسی ناشی از سپین و حرکت دورانی الکترون در اتم را نشان می‌دهد (۶).

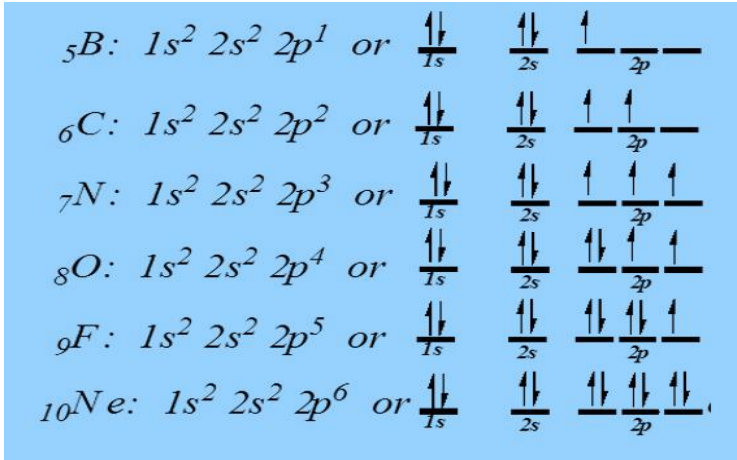


شکل ۲: نمایش مشابهت ساحت جذب مقناطیسی یک آهن‌ربا با ساحت جذب مقناطیسی ناشی از حرکت سپین الکترون (۶)

الف. نمایش نحوه حرکت سپین و ساحت جذب مقناطیسی ناشی از آن، ب. نمایش حرکت دورانی الکترون و ساحت جذب مقناطیسی ناشی از آن، ج. ساحت جذب مقناطیسی یک آهن‌ربا (۷)

عامل مایکروسکوپی خواص مقناطیسی

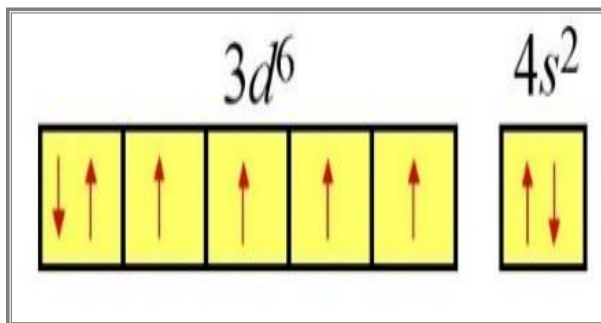
در هر اتم یا یون، در یک اوربیتال خاص، طبق قاعده هوند الکترون‌ها ابتدا اوربیتال‌های سویه‌های انرژی را با سپین‌های هم‌جهت به‌شکل طاقه (به‌صورت نیمه)، پر می‌کنند. بعد از پر شدن تمامی اوربیتال‌های سویه انرژی به‌صورت نیمه‌پر، هر اوربیتال نیمه‌پر با یک الکترون دیگر با سپین مخالف جهت اشغال می‌گردد تا اوربیتال به حداکثری الکترون‌ها پر گردد. شکل ذیل جریان پر شدن اوربیتال‌های سویه‌های انرژی را بعضی از عناصر را توسط الکترون‌ها نشان می‌دهد:



شکل ۳: نمایش شیوهی پرشدن اوربیتال سویه P در عناصر مختلف (۵)

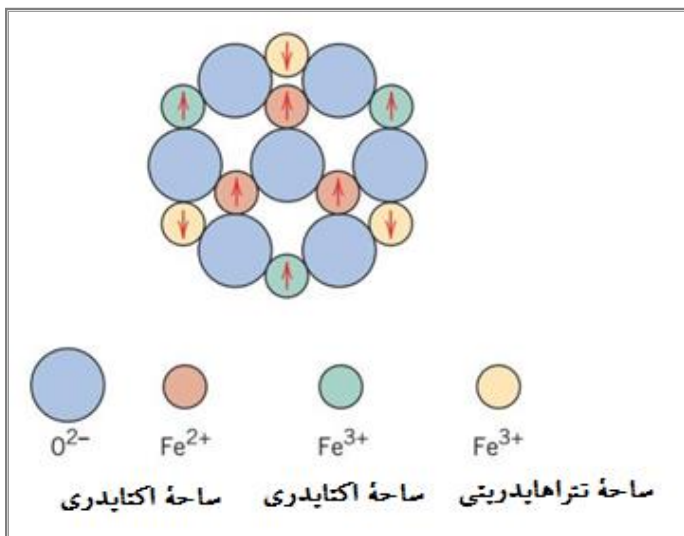
طوری که دیده می شود، به ترتیب از بالا به پایین تعداد الکترون ها افزایش می یابد. اگر هر اسپین را همان گونه که بیان شد، یک آهن ربای میله مانند در نظر بگیریم، دو جهت اسپین مختلف، متناظر با دو آهن ربا با دو جهت مختلف اند که اثر مقناطیسی یک دیگر را خنثی می نمایند. بنابراین، اوربیتال های پر مکمل خاصیت مقناطیسی را از خود نشان نمی دهند؛ اما اوربیتال های نیمه پر اساس خاصیت مقناطیسی مواد را تشکیل داده اند. عناصری که در شکل ۳ نشان داده شده اند، بنابر داشتن اوربیتال های نیمه پر، در حالت معمولی با اتم های دیگری از نوع خود رابطه کولانسی تشکیل می دهند و این روابط کولانسی از اشتراک اوربیتال های نیمه پر با دو جهت اسپین مختلف تشکیل می شود. بنابراین، این حالت دارای اوربیتال های نیمه پر نه بوده و به حیث مواد مقناطیسی در نظر گرفته نمی شوند.

فلزات با داشتن اوربیتال های نیمه پر d مانند: آهن، کوبالت، نکل و غیره که جامد فلزی اند، خاصیت مقناطیسی را از خود نشان می دهند و به این مواد فرومقناطیسی می گویند.



شکل ۴: نمایش اوربیتال های نیمه پر و عامل خاصیت مقناطیسی در عنصر آهن (۴)

دسته معروف ديگري از موادي با خاصيت مقناطيسي، اكسايدهاي مانند: مگنتيت اند. طوري كه در شكل ۵ نشان داده شده است، اين مواد از چندين آيون تشكيل شده اند و جهت يابي ساحه جذب مقناطيسي اين آيون ها در سمت هاي مختلف از هم فرق دارد؛ ولي آن ها در مجموع بنا بر غالب شدن ساحه جذب مقناطيسي به يك جهت خاص، داراي خاصيت مقناطيسي مي باشند. بر اساس ويژگي هاي مقناطيسي، انواع مختلفي از مواد دييامقناطيسي، آنتي فرومقناطيس و غيره وجود دارند كه به دليل اين كه خواص مقناطيسي قابل ملاحظه ندارند، لذا تذكر در مورد شان لازم نمي باشد.



شكل ۵: نمايش مؤمنت مقناطيسي در آيون هاي سازنده تركيب Fe_3O_4 ، چگونگي ساحه مقناطيسي آيون ها غير صفر (۱)

خواص مقناطيسي مركبات كامپلكس فلزي

مركبات پارامقناطيسي نوعي از مركباتي اند كه داراي الكترون هاي طاقه بوده و خاصيت پارامقناطيسي در آن ها در نتيجه عكس العمل مؤمنت هاي زاويه يي سپين الكترون هاي اوربیتال هاي سويه هاي انرژيكي با ميدان هاي خارجي ناشي مي گردد. مؤمنت مقناطيسي مؤثر براي يك سيستم پارامگنيتيك با در نظر داشت مؤمنت زاويه يي سپين و نمبر كوانتم اوربیتالی از رابطه ذيل به دست مي آيد:

$$\mu = \sqrt{4S(S+1) + l(l+1)}$$

در اين رابطه S نمبر كوانتم، سپين و l نمبر كوانتم اوربیتالی مجموعي را افاده مي کنند (۱۷).

تعداد لیگاندها و یا در واقع تعداد اتوم‌های الکترون‌دهنده متوصل به فلز مرکزی را به نام عدد کوآردینیشن یاد می‌کنند که یکی از ویژگی‌های مرکبات کامپلکس است. اکثر کامپلکس‌های با عدد کوآردینیشن مساوی خواص مغناطیسی مشابه را از خود نشان می‌دهند.

مغناطیسی شدن: اگر جسمی در یک میدان مغناطیسی با قدرت H^0 قرار گیرد، القاء مغناطیسی B یا جریان مغناطیسی در این جسم از رابطه ذیل به دست می‌آید (۷):

$$B = H^0 + 4\pi M$$

در این رابطه H^0 قدرت میدان مغناطیسی خارجی و M شدت مغناطیسی شدن در فی واحد حجم است. **مؤمت مغناطیسی:** خواص مغناطیسی ماده به دو طریق توسط الکترون‌ها ایجاد می‌شود: یکی ناشی از حرکت دورانی الکترون به دور محور خودش، چون الکترون دارای چارج منفی از این طریق می‌تواند مغناطیس تولید کند (مؤمت اسپین الکترون) و دیگری ناشی از حرکت الکترون به دور هسته (مؤمت اوربیتالی الکترون) است؛ پس مؤمت مغناطیسی تولیدی مواد مربوط به این دو خاصیت الکترون است. واحد مؤمت مغناطیسی، بور مگنتون است و یک بور مگنتون مساوی به $BM = eh/4\pi mc$ است. در این فورمول e چارج الکترون، h ثابت پلانک، m کتله الکترون و c سرعت نور است.

خواص خاص فلزات انتقالی، عبارت از توانایی آن‌ها در تشکیل آهن‌ربا است. کامپلکس‌های فلزی که الکترون‌های طاقه دارند، خاصیت مغناطیسی را دارا می‌باشند. چون در این عناصر الکترون‌های آخرین در اوربیتال‌های d قرار داشته و در حالت کامپلکس نیز الکترون‌ها در اوربیتال‌های d آن‌ها به شکل طاقه موجود می‌باشند (۸). به طور مثال: کامپلکس مونومیر $Ti(III)$ دارای یک الکترون طاقه بوده و صرف نظر از ساختمان هندسی یا ماهیت لیگاندها باید پارامگنتیک باشد. $Ti(II)$ با دو الکترون d آن نوعی از کامپلکس‌های را تشکیل می‌دهد که دارای دو الکترون طاقه بوده و نوع دیگر آن بدون الکترون‌های طاقه است که دیامگنتیک اند. به همین ترتیب آهن ترجیح می‌دهد تا به شکل Fe^{3+} موجود و نمبر کوآردینیشن شش را داشته باشد، چون Fe^{3+} دارای پنج الکترون طاقه است. لذا انتظار می‌رود تا پنج عدد اسپین الکترون‌های طاقه را در کامپلکس Fe مشاهده کنیم که در مرکب $[FeF_6]^{3-}$ صدق می‌نماید. به همین ترتیب $[Fe(CN)_6]^{3-}$ فقط یک الکترون طاقه دارد که آهن ربای ضعیف است. این روند را می‌توان براساس خواص لیگاندها توضیح داد، شاید CN دارای میدان الکتریکی قوی‌تری نسبت به F^- باشد. بنابراین، اختلاف انرژی در اوربیتال‌های d باید در کامپلکس سیانیدهای بیشتر باشد (۵). برای منطقی درست تحقق این پروسه، اسپین مزدوج در سیانو کامپلکس‌های مذکور باید انرژی

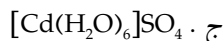
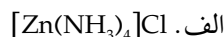
ممکنه را داشته باشد. یعنی: اختلاف سطح انرژی باید بیشتر از انرژی دافعه جوره شدن الکترون‌ها با هم باشد. از آنجایی که سیستم‌ها برای دستیابی به کم‌ترین انرژی ممکنه تلاش می‌کند، الکترون‌ها قبل از رسیدن به اوربیتال‌های بالاتر جفت می‌شوند. در این صورت قیمت سپین آن‌ها کوچک بوده و یک الکترونی که قبل از جفت شدن به سمت اوربیتال بالا حرکت می‌کند، قیمت سپین بلند را دارا است.

کامپلکس‌های چهار ضلعی به‌طور طبیعی خواص مقناطیسی ضعیف را دارا می‌باشند؛ زیرا هیچ یک از لیگاندها در داخل اوربیتال d قرار نداشته و در آن‌ها الکترون‌های d یا زیاد و یا بسیار کم اند که می‌توانند باعث نگرانی در مورد سپین بزرگ و یا کوچک شود. از طرف دیگر مرکبات کامپلکس مسطح مربع تنها از فلزات انتقالی با هشت الکترون d ساخته می‌شوند که مرکبات $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ، $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ و غیره دیامگنتیک اند (۶).

از آنجایی که این طیف‌ها استحکام و قدرت لیگاندها را نشان می‌دهند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که مرکبات مسطح مربع داریم دارای قیمت سپین کوچک و قدرت مقناطیسی شان ضعیف می‌باشد. در کامپلکس‌های دو یا چندفلزی که در آن‌ها هر یک از مراکز دارای تعداد الکترون‌های منحصر به خود اند، دارای قیمت سپین بزرگ بوده و حالت پیچیده‌تر را دارا می‌باشند.

اگر عمل متقابل بین دو یا بیشتر مراکز فلزی باهم موجود باشد، ممکن الکترون‌ها جفت شوند و در نتیجه آهن‌ربایی ضعیفی را ایجاد خواهد کرد و یا این که یک‌دیگر را تقویت خواهد کرد. در صورتی که عمل متقابل دو یا چندین مرکز فلزی موجود نباشد، در این صورت طوری عمل می‌نمایند که در دو مالیکول جداگانه قرار داشته باشند.

مثال: کدام یکی از مرکبات کواردینیش پارامگنتیک خواهد بود؟



حل: هر یک از مرکبات فوق را به‌طور جداگانه در نظر می‌گیریم، از آنجایی که هر مرکب تنها یک آیون کامپلکس را دارا است، صرف باید در نظر بگیریم که چگونه الکترون d در ساحة لیگاندها همان آیون پخش می‌گردد. ما می‌توانیم دیگر قسمت‌های (تعداد آیون‌ها) مرکب را نادیده بگیریم.

الف. آیون جست در $[Zn(NH_3)_4]Cl$ نمبر اکسیدیشن +۲ را دارا است. بنابراین، آیون دارای ۱۰ الکترون d می‌باشد. زیرا اتم جست دو الکترون 4s را از دست داده و هیچ الکترون سه‌بعدی برای تشکیل آیون وجود ندارد و برای پرکردن d-orbital توسط الکترون‌ها در ساختار چهار ضلعی ضرورت نیست؛ زیرا می‌دانیم که همه اوربیتال‌ها دارای جوره الکترون‌ها می‌باشند و بنابراین، مرکب دیامگنتیک است.

ب. آیون آهن در مرکب $K[FeCl_4]$ (دارای سپین کوچک چهارضلعی) نمبر اکسیدیشن +۳ بوده. بنابراین، آیون مذکور دارای الکترون در اوربیتال d است. زیرا اتم آهن دو الکترون 4s و یک الکترون 3d را از دست می‌دهد. با افزایش ۵ الکترون در دیگرام d-orbital، مرکب مذکور چهارضلعی مشخص شده که در آن یک الکترون طاقه می‌باشد. این مرکب پارامگنتیک ضعیف خواهد بود.

ج. آیون کدیم در مرکب $[Cd(H_2O)_6]SO_4$ نمبر اکسیدیشن +۲ را دارا بوده؛ بنابراین، در آیون آن ۱۰ الکترون در d موجود است؛ زیرا اتم کدیم دو الکترون 5s را از دست داده است. اما الکترون‌های 4d را برای تشکیل آیون از دست نداده و برای پرکردن d-orbital توسط الکترون‌ها در ساختمان چهار ضلعی ضرورت نیست. زیرا می‌دانیم که همه اوربیتال‌ها دارای جوره الکترون‌ها می‌باشند، لذا مرکب دیامگنتیک است (۳).

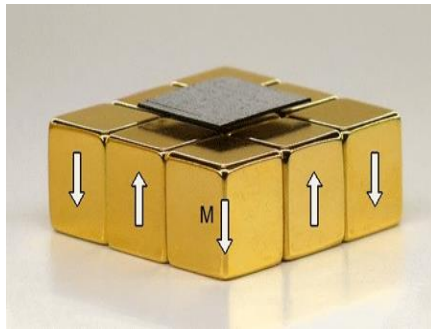
تقسیم مواد از نظر خاصیت مقناطیسی

مواد وابسته به خاصیت آن‌ها در میدان مقناطیسی خارجی به دسته‌های ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

پارا مگنتیک: این مواد به طور ضعیف در ساحه مقناطیسی جذب می‌شود.

مواد دیامقناطیسی

هنگامی که این مواد در یک میدان مقناطیسی قرار می‌گیرند، الکترون‌ها به گونه جهت‌گیری می‌کنند که جهت مؤمنت مقناطیسی‌شان مخالف جهت میدان خارجی قرار می‌گیرند. مواد دیامقناطیسی توسط هر دو قطب آهن ربا دفع می‌شوند که مثال آن‌ها را می‌توان مس، نقره، طلا، سیلیسیم، آلومینیم اکساید (Al_2O_3) و گرافیت ارائه کرد.



شکل ۶: گرافیت د بیامقناطیس (۳)

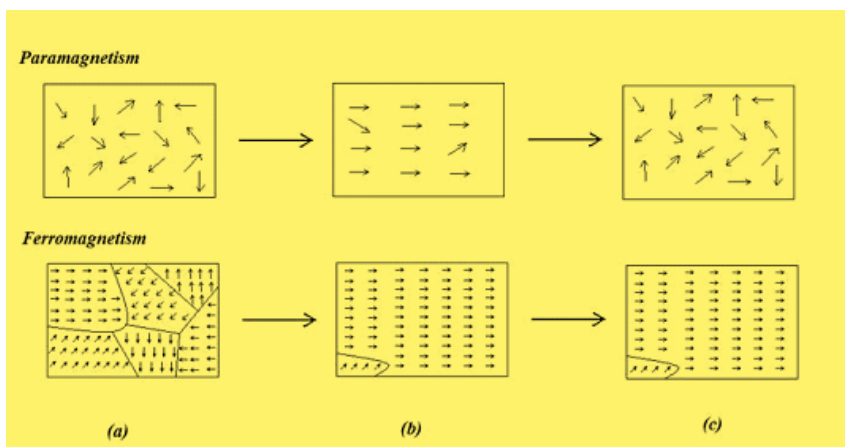
مالیکول نایتروجن نیز مثال خوبی از مواد دیامگنیتیک است.

مواد پارامقناطیسی

این خواص خاص در موادی ملاحظه می‌شود که الکترون‌های طاقه دارند. با اعمال یک میدان مقناطیسی خارجی به این مواد، مؤمت مقناطیسی الکترون‌های طاقه با میدان مذکور هم‌جهت شده و آن را تقویت می‌کنند و در نتیجه این مواد توسط میدان مقناطیسی خارجی جذب می‌شوند. البته برای هم‌جهت نمودن تمام دو قطبی‌ها به میدان‌های خیلی بزرگی نیاز است و با حذف میدان خارجی، میدان القا شده و پارامقناطیس در مواد نیز از بین می‌رود؛ آلومینیم، تیتانیم و برخی آلیاژهای مس نمونه‌هایی از مواد پارامقناطیسی اند و مالیکول آکسیجن نیز مثال خوبی از پارامگنیتیک‌ها می‌باشد.

مواد فیرومقناطیسی

در این مواد نیز الکترون‌های طاقه وجود دارد که مؤمت مقناطیسی را ایجاد می‌نمایند. مؤمت‌های مقناطیسی این مواد به‌طور خودبه‌خود تمایل دارند تا هم‌جهت شوند. اما این اتفاق فقط در حرارت صفر مطلق رخ می‌دهد؛ چرا که در بالاتر از این حرارت، جنبش ذرات ماده به دلیل افزایش حرارت موجب برهم خوردن ساختمان مقناطیسی دو قطبی‌ها می‌شود. با قرار گرفتن در یک میدان مقناطیسی خارجی، مؤمت‌ها با میدان خارجی هم‌جهت می‌شوند و میدان را تقویت می‌کنند. پس از حذف میدان خارجی نیز مؤمت‌های مقناطیسی جهت خود را حفظ کرده و ماده به آهن‌ربای دائمی تبدیل می‌شود. تنها سه عنصر آهن، نیکل و کوبالت و برخی مرکبات آن‌ها و نیز برخی مرکبات عناصر نادره زمین فیرومقناطیسی اند.



شکل ۷: مواد فیرومقناطیسی و پارامگنتیک (۳)

خصوصیات مقناطیسی مرکبات کواردینیشن و نظریه میدان کرسطالی

خصوصیات مقناطیسی یک مرکب را می‌توان از ساختمان الکترونی و اندازه اتم‌های آن تعیین کرد، چون مقناطیسیت توسط اسپین الکترون تولید می‌شود. تعداد الکترون‌های طاقه در یک مرکب خاص نشان‌دهنده میزان مقناطیسی بودن این مرکب می‌باشد. در این بخش مقناطیسیت مرکبات عناصر بلاک d- ارزیابی می‌گردد، این مرکبات تمایل دارند تا الکترون‌های زیاد طاقه داشته باشند.

ویژه‌گی جالب فلزات انتقالی مربوط به توانایی آن‌ها در تشکیل است.

کامپلکس‌های فلزی که الکترون‌های طاقه دارند، پارامگنتیک اند، چون الکترون‌های آخری در اوربیتال d قرار دارند. بنابراین، عدم مقناطیسیت باید به عدم الکترون‌های طاقه در اوربیتال d مربوط باشد. مجموعه اسپین الکترون‌ها با نمبر کوانتم اسپین مربوط بوده که قیمت آن به $+\frac{1}{2}$ یا $-\frac{1}{2}$ افاده می‌گردد و در هنگام جوهر بودن الکترون‌ها در یک اوربیتال مساوی به صفر است. اما در صورت طاقه بودن الکترون‌ها یک میدان مقناطیسی ضعیف ایجاد می‌گردد. ازدیاد الکترون‌های طاقه اثرات پارامگنتیک را بیشتر و قوی می‌سازد. ساختمان الکترونی فلزات انتقالی (بلاک d) در یک مرکب کواردینیشن تغییر می‌نماید که این تغییرات مربوط به قوه دافعه بین الکترون‌های موجود در لیگاندها و الکترون‌های موجود در مرکب کامپلکس است. خاصیت پارامگنتیک و دیامگنتیک مرکبات کامپلکس وابسته به قدرت لیگاندها است (۳).

مؤمنت مقناطیسی مالیکول‌ها و آیون‌ها

مشاهدات تجربی اندازه‌گیری مؤمنت مقناطیسی در کامپلکس‌ها از روشی استفاده می‌کنند که در آن قیمت عددی بزرگ و یا کوچک اسپین الکترون‌ها در نظر گرفته می‌شود (۷).

اگر در یک اتم یا آیون الکترون‌های طاقه موجود باشد، مؤمت مقناطیسی ناشی از اسپین آن‌ها تمامی اتم‌ها و آیون‌ها را فرامقناطیسی می‌سازد. اندازه مؤمت مقناطیسی سیستمی دارای الکترون‌های طاقه، به تعداد آن‌ها تناسب مستقیم دارد. هر قدرکه الکترون‌های طاقه در یک سیستم بیشتر باشد، به همان اندازه مؤمت مقناطیسی آن بیشتر است. از این سبب برای تعیین مؤمت مقناطیسی از تعداد الکترون‌های طاقه سیستم استفاده به عمل می‌آید. مؤمت مقناطیسی پیمایش شده با قیمت اسپین کوچک مرکب $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ اوربیتال‌های d تأیید می‌نماید که دارای قطبیت مقناطیسی بوده. اما قیمت اسپین بزرگ اوربیتال d در مرکب $[Fe(CN)_6]^{3-}$ دارای چهار الکترون طاقه و دارای یک مؤمت مقناطیسی است که این ترتیب را تأیید می‌نماید.

طبق قاعده Hund Rule الکترون‌ها اوربیتال‌های عین سوپه فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی آن‌ها اعظمی باشد. به عبارته دیگر الکترون‌ها ابتدا اوربیتال‌های سوپه فرعی را به شکل طاقه باهم جهت پر نموده و در صورتی که الکترون‌های اضافی موجود باشد، جوړه شدن آن‌ها با جهت مخالف آغاز می‌گردد (۱). لذا بادر نظر داشت این قاعده در مجموع پنج اوربیتال d، یک اتم عنصر ابتدا غرض حفظ انرژی جفت شدن به شکل طاقه اخذ موقعیت نموده و در صورت که لیگاندها علاوه گردد، حالت پیچیده‌تر شده که تقسیم انرژی بین اوربیتال‌های d سبب افزایش انرژی مورد نیاز انتقال الکترون در سوپه بلند انرژی می‌گردد. زمانی که الکترون‌ها در اوربیتال‌های d سوپه انرژی می‌گردد به طور طاقه اخذ موقعیت نماید، در قدم بعدی یک الکترون در اوربیتال d سوپه بالایی انرژی جاکزین می‌گردد و یا این که الکترون‌های اوربیتال‌های سوپه پایانی جوړه می‌شود. در این مورد مقاومت لیگاندها سبب تعیین انتخاب عمل شده و در صورتی که انرژی تجرید نسبت به انرژی جوړه شدن بیشتر باشد، الکترون‌ها جوړه نگردیده و اوربیتال‌های سوپه بلندتر را اشغال می‌نماید. به عبارت دیگر با یک لیگاند دارای میدان مقناطیسی قوی کامپلکس‌های دارای قیمت اسپین کوچک را تشکیل می‌دهد و با یک لیگاند دارای میدان مقناطیسی ضعیف کامپلکس‌های دارای قیمت اسپین بزرگ را تشکیل می‌دهد (۵).

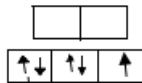
امپلکس‌های دارای قیمت اسپین کوچک حاوی جفت الکترونی زیاد بوده و میدان مقناطیسی ضعیف کامپلکس‌های دارای قیمت اسپین بزرگ را تشکیل می‌دهد. زیرا انرژی تجرید نسبت به انرژی جوړه شدن بیشتر باشد، همچو کامپلکس‌ها دیامگنتیک بوده که مثال آن‌را می‌توان $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ارائه کرد.

کامپلکس‌های دارای قیمت اسپین بزرگ نوعی از کامپلکس مقناطیسی بوده و بادر نظر داشت این که آیا با یک لیگاند دارای میدان ضعیف و یا قوی کوردینشن نموده است، باید خاصیت پارامگنتیک آن‌را توضیح کرد.

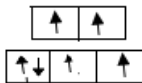
مثال: آیون Fe^{3+} با کدام یک از لیگندهای ذیل کواردینیشن گردد تا آیون کامپلکس دارای مقناطیسیت قوی را تشکیل نماید؟

آیون‌ها عبارت از: EDTA و CN اند.

ل: آهن دارای شش الکترون ولانسی بوده و در مرکب $[Fe(CN)_6]^{3-}$ آهن دارای ۵ الکترون‌های ولانسی می‌باشد و CN لیگاند قوی است که جذب‌کننده انرژی بوده و شش موقعیت کواردینیشن را اشغال می‌نماید:



طوری‌که دیده می‌شود، اوربیتال‌های سوئیۀ d الکترون‌های طاقۀ بیشتر را دارا اند؛ بنابراین، مقناطیسیت $[Fe(CN)_6]^{-}$ بیشتر است (۱).



آهن دارای شش الکترون ولانسی بوده و لیگاند EDTA نسبت به CN ضعیف است. بنابراین، انشعاب EDTA کمتر صورت می‌گیرد و از طرف دیگر شش موقعیت کواردینیشن موجود است. بنابراین، مقناطیسیت $[Fe(EDTA)_3]^{-}$ کمتر است.

مثال: ZnI_4 دارای هشت الکترون ولانسی بوده، اگر مشخص شود که دیامقناطیس است، آیا ساختمان هندسی چهار ضلعی یا مربع را به خود اختیار می‌نماید؟ $Zn \ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

حل: ساختمان الکترونی این دو ساختمان هندسی (چهار ضلعی و مربع) برای هشت الکترون d اوربیتال آن از هم فرق دارند.



شکل هندسی چهار ضلعی دارای دو الکترون طاقه و هندسی مسطح الکترون طاقه نداشته و قیمت عددی اسپین آن صفر است. چون جست دیامگنتیک است؛ بنابراین، ساختمان هندسی مرکب ZnI_4 باید مربع مسطح باشد.

پیمایش قدرت مقناطیسی مرکبات کامپلکس

توسط ترازوی گوی خاصیت پارامگنیتیک مرکبات کامپلکس را می توان اندازه گیری کرد. طوری که مقداری از مرکب کامپلکس مورد نظر را در برابر وزن معادل بادر نظر داشت میدان مقناطیسی قرار داده، پیمایش پارامقناطیسیت مواد را می توان به ساده گی انجام داد.

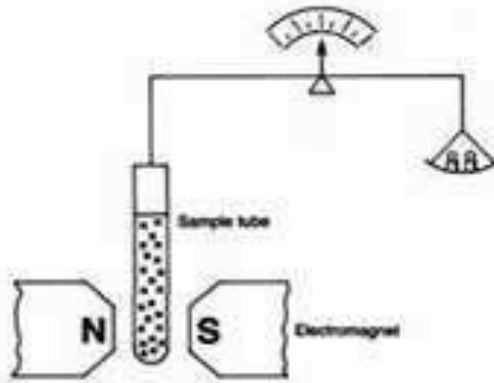
طوری که می دانید موادی را که اتوم ها و مالیکول های سازنده آن ها خاصیت مقناطیسی دارند، به نام مواد مقناطیسی یاد می شوند. نحوه جهت گیری دو قطبی های مقناطیسی کوچک در مواد مقناطیسی مختلف، متفاوت است. مواد بر اساس تعداد الکترون های طاقه اتوم های تشکیل دهنده ی خود می توانند به مواد پارامقناطیس، دیامقناطیس، فرومقناطیس و آنتی فرومقناطیس تقسیم می شوند. مواد دیامقناطیس فاقد الکترون طاقه اند. مواد پارامقناطیس دارای یک یا چند الکترون طاقه می باشند. در مواد فرومقناطیس و آنتی فرومقناطیس سپین های اتوم های مجاور به ترتیب در جهت تقویت و تضعیف سپین مجموعی عمل می نماید (۸).



شکل ۸: نمونه مرکب کامپلکس و اندازه نمودن قدرت مقناطیسی آن در ترازوی گوی (۳)

برای کار با ترازوی گوی، نمونه مورد آزمایش را قبل از به کار بردن میدان مقناطیسی به دقت وزن می کنند، سپس با استفاده از یک سری فورمول ها و روابط که پیچیده می باشند، تأثیر پذیری مقناطیسی نمونه را به دست می آورند.

در نتیجه همچو آزمایشات پیمایش مومنت مقناطیسی نتیجه می شود که آيون دارای قيمت عددی سپین کوچک $d^6 [Fe(CN)_6]^+$ دیامگنیتیک بوده؛ در حالی که آيون کامپلکس $d^6 [Fe(H_2O)_6]^{2+}$ با داشتن چهار الکترون طاقه و قيمت سپین بزرگ پارامگنیتیک است. به این اساس با مشاهدات مومنت مقناطیسی می توان تعداد الکترون های طاقه را تعیین کرد.



شکل ۹: ترازوی گوی در حالت اندازه‌گیری قدرت مغناطیسی کامپلکس‌ها

وزنه‌های اضافه شده (برای اجسام پارامقناطیس) و یا کم شده (برای اجسام دیا مغناطیس) معیاری از نیروی وارد شده بر نمونه‌ی از طرف میدان آهن‌ربایی می‌باشد (۸).

نتایج و مناقشه

مطالعات نشان داده است که خواص مغناطیسی ماده به دو طریق توسط الکترون‌ها حاصل می‌شوند: یکی ناشی از حرکت دورانی الکترون به دور محور خودش، چون الکترون دارای چارج منفی از این طریق ساحة تولید می‌کند (مؤمت سپین الکترون) و دیگری ناشی از حرکت الکترون به دور هسته (مؤمت اوربیتالی الکترون) است.

تحقیقات نشان داد که خصلت مغناطیسی مواد مربوط به ساختار اتم بوده که حرکت چارج برقی، میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کند. پس الکترون کوچک‌ترین واحد چارج مغناطیسی است که حرکت آن در داخل اتم باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود. دو نوع حرکت الکترون در اطراف هسته اتم سبب ایجاد میدان مغناطیسی شده است: چرخش الکترون به دور محور خودش که آن را اسپین الکترون می‌نامند و چرخش الکترون به دور هسته که آن را حرکت اوربیتالی می‌نامند. بنابراین، هم‌چو حرکت‌ها «هر دو» باعث ایجاد مؤمت مغناطیسی می‌شوند. نتیجه این‌که اگر مؤمت مغناطیسی تمام الکترون‌ها هم‌جهت می‌بود، تمام مواد مغناطیسی می‌شدند. اما چنین نیست، دلیل آن در یک اوربیتال دو الکترون قرار داشته. یعنی مؤمت مغناطیسی دو الکترون در یک اوربیتال مخالف هم بوده (مطابق به عقربه ساعت و دیگری مخالف عقربه ساعت) و به همین دلیل مؤمت مغناطیسی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. دوم این‌که در مورد حرکت اوربیتالی الکترون‌ها، در یک قشر الکترونی که به‌طور کامل از الکترون‌ها پُر شده باشد، مؤمت‌های مغناطیسی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. نتیجه این‌که اکثر عناصر اقشار الکترونی پر شده را دارند. بنابراین، مجموعه مؤمت مغناطیسی اتم‌های آن‌ها صفر بوده و مواد

د بيا مگنيتيک می باشند. برعکس عناصر که اقشار الکترونی پر ناشده دارند؛ مانند: بعضی عناصر فلز انتقالی یا سلسله‌های لئانیدها و اکتینیدها، مجموعه مؤمنت مقناطیسی صفر را دارا نمی‌باشند. بنابراین، هر اتوم این عناصر یک مؤمنت مقناطیسی دائمی را ایجاد می‌کند و به شکل دو قطب مقناطیس عمل می‌کنند. وقتی عنصر یا ماده ترکیبی در معرض میدان مقناطیسی قرار می‌گیرد، نتیجه نهایی به چگونگی تعامل دوقطبی مقناطیسی به میدان اعمال شده ارتباط دارد.

بر اساس برتری‌ها و خواص‌های فوق مواد را به شش دسته تقسیم کرده اند:

مواد دیامقناطیسی (Diamagnetic)، مواد پارامقناطیسی (Paramagnetic)، مواد فیرومقناطیسی (Ferromagnetic)، مواد انتی‌فیرومقناطیس (Antiferromagnetism)، مواد فیری مقناطیسی (Ferriomagnetis) و مواد برپارامقناطیسی (Per Paramagnetic).

مرکب پارامقناطیس نوعی از مرکباتی است که الکترون‌های طاقه را دارا بوده و خاصیت پارامقناطیسی از تأثیر عکس‌العمل مؤمنت‌های زاویه سپین الکترون‌ها و اوربیتال الکترون‌ها با میدان مقناطیسی خارجی ناشی می‌شود.

در این تحقیق توضیح شده است که خواص خاص فلزات انتقالی، توانایی آن‌ها در تشکیل آهن‌ربا است. کامپلکس‌های فلزی که الکترون‌های طاقه دارند، خاصیت مقناطیسی را دارا می‌باشند؛ چون در این عناصر الکترون‌های آخرین در اوربیتال d قرار داشته و در حالت کامپلکس نیز الکترون‌ها در اوربیتال‌های d آن‌ها به شکل طاقه موجود می‌باشند.

اگر در حوزه‌های مقناطیسی سپین‌ها به‌طور غیر موازی جهت‌گیری کرده باشند، مؤمنت مقناطیسی حوزه‌ها یک‌دیگر را خنثی نموده و خاصیت آنتی‌فیرومقناطیس مشاهده می‌شود. افزایش حرارت موجب برهم زدن جهت‌گیری‌های غیرموازی در حوزه‌ها و افزایش خاصیت مقناطیسی می‌شود و بالاتر از یک حرارت معین که به حرارت نیل TN معروف است، جسم به‌صورت پارامقناطیس عمل می‌کند. یک ماده آنتی‌فیرومقناطیس در حرارت آبی‌سازی (نیل) بیشترین خاصیت مقناطیسی را از خود نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله علت خاصیت مقناطیسی مواد مشخص شد. مشخص شدن مواد بر اساس خاصیت مقناطیسی به‌گروپ‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند که دو نوع فیرومقناطیسی و فیری مقناطیسی دارای خاصیت مقناطیسی اند. با معرفی منحنی‌های هیستریزس خواص مقناطیسی مواد به ویژگی‌های مایکروسکوپیکی آن نسبت داده شد. پارامترهای مهمی از روی منحنی هیستریزس تعریف شد که

معرف میزان نرمی و سختی مواد مغناطیسی اند. مطالب این مقاله به‌عنوان پایه‌ی برای مباحث درباره کاربردهای نانو فناوری در مغناطیسی مورد استفاده قرار خواهد گرفت:

۱. سلوک مغناطیسی مواد مربوط به ساختار اتم بوده که حرکت چارج برقی، میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کند؛ پس الکترون کوچک‌ترین واحد چارج مغناطیسی است که حرکت آن در داخل اتم باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود.

۲. اگر در یک اوربیتال دو الکترون قرار داشته، یعنی مؤمت مغناطیسی دو الکترون در یک اوربیتال مخالف هم بوده (مطابق به عقربه ساعت و دیگری مخالف عقربه ساعت) مؤمت مغناطیسی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

۳. در یک قشر الکترونی که به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده باشد، مؤمت‌های مغناطیسی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. نتیجه این‌که اکثر عناصر اقشار الکترونی پر شده را دارند. بنابراین؛ مجموعه مؤمت مغناطیسی اتم‌های آن‌ها صفر بوده و مواد دیا مگنتیک می‌باشند.

۴. عناصر که اقشار الکترونی پر نشده دارند؛ مانند: بعضی عناصر فلز انتقالی یا سلسله‌های لانتانیدها و اکتینیدها، مجموعه مؤمت مغناطیسی صفر را دارا نمی‌باشند. بنابراین، هر اتم این عناصر یک مؤمت مغناطیسی دائمی را ایجاد می‌کند و به‌شکل دو قطب مغناطیس عمل می‌کنند.

۵. فری مغناطیس‌ها پس از حذف میدان خارجی نیز خاصیت مغناطیسی خود را حفظ می‌کنند و تبدیل به آهن ربای دائمی می‌شوند. سنگ معدنی مگنتیت (اکساید آهن) نمونه از این مواد است.

۶. اکثر کامپلکس‌ها با عدد کوردینیشن مساوی خواص مغناطیسی مشابه را از خود نشان می‌دهند.

۷. مواد پارا مغناطیس دارای یک یا چند الکترون طاقه می‌باشند. در مواد فرو مغناطیس و انتی فرو مغناطیس سپین‌های اتم‌های مجاور به‌ترتیب در جهت تقویت و تضعیف سپین مجموعی می‌باشند.

پیشنهادات

خاصیت مغناطیسی مواد باید در مفردات کیمیای نانو ذرات و خاصیت مغناطیسی مرکبات کامپلکس در کیمیای مرکبات کامپلکس که تحت عنوان کیمیای غیر عضوی (III) تدریس می‌گردد، علاوه گردد.

- (1) Ahmed, H. U., et al. "Handbook of Nanophysics." CRC PressI Llc, 2010.
- (2) Alharbi, Abdulaziz Aiyedh. "Fundamental magnetic properties at nanometer scale."
- (3) Coey, John MD. Magnetism and magnetic materials. Cambridge University Press, 2010.
- (4) Craik, Derek J. "Magnetism: principles and applications." Magnetism: Principles and Applications, by Derek J. Craik, pp. 468. ISBN 0-471-95417-9. Wiley-VCH, September 2003. (2003): 468.
- (5) Himpel, F. J., et al. "Magnetic nanostructures." Advances in physics 47.4 (1998): 511-597.
- (6) Nie, J. F. "Physical metallurgy of light alloys." Physical Metallurgy 3 (2014).
- (7) O'handley, Robert C. Modern magnetic materials. Wiley, 2000.
- (8) Papaefthymiou, Georgia C. "Nanoparticle magnetism." Nano Today 4.5 (2009): 438-447.

بررسی ساختمان، مشخصات و خصوصیات لیگاندهای تیوسیمی کاربازون

پوهنمل دکور کیومرث پولادیان^۱، پوهاند محمدیوسف جویان^۲

^{۱،۲}دپیارتمنت کیمیای عمومی و غیرعضوی پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: qumarspoladian@gmail.com

چکیده

در این مقاله راجع به تعریف و تاریخچه لیگاندهای تیوسیمی کاربازون، مشخصات و خصوصیات تیوسیمی کاربازون‌ها بحث صورت گرفته است. این مرکبات فعالیت‌های بیولوژیکی مهم از قبیل خواص ضد ویروسی، ضد قارچی، ضد باکتریایی، ضد توموری، ضد سرطانی، آنتی‌اکسیدانی و مقلد انسولین را نشان می‌دهند. کواردنیشن این گروه از لیگاندها (Ligand) توسط اتم‌های اهداکننده (دوئر) مربوطه مانند اتم‌های سلفر، نایتروجن و اتم‌های اهداکننده (دوئر) سومی صورت می‌گیرد. نتیجه‌گیری از بررسی ساختمان این لیگاندها نشان‌دهنده وجود گروپ‌های آمید، امین و تیون باعث می‌شود که تیوسیمی کاربازون‌ها به‌طور بالقوه لیگاندهای چند دندانه‌بی شوند. هدف از انجام این تحقیق کتاب‌خانه‌یی یا مرور (Review) که با رویکرد تحلیلی توصیفی صورت پذیرفته است؛ دریافت تعریف کلی از این لیگاندها، خصوصیات مربوطه‌ی شان، نوعیت اتصال (کواردنیشن)، ویژگی‌های ساختاری و طرز کواردنیشن لیگاندهای تیوسیمی کاربازون را تشکیل می‌دهد.

اصطلاحات کلیدی: لیگاندهای تیوسیمی کاربازون؛ S-alkylthiosemicarbazone؛ خصوصیات بیولوژیکی؛ کواردنیشن؛ توتومیری؛ ایزومیری سیس و ترانس

Investigating The Structure, Characteristics and Properties of Thiosemicarbazone Ligands

Sr. Teaching Asstt. Dr. Qumars Poladian¹, Prof. Mohammad Yusof Juyan²

^{1,2}Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Chemistry, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: qumarspoladian@gmail.com

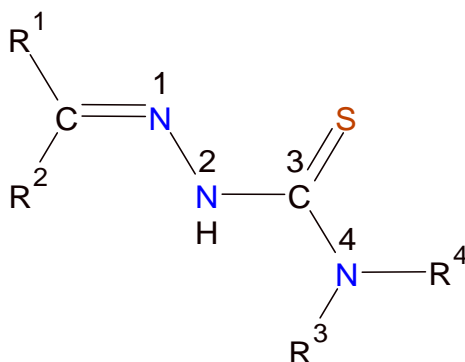
Abstract

In this article, the discussion about the definition and history of thiosemicarbazone ligands, characteristics, and properties of thiosemicarbazone ligands, are carried out. These compounds show important biological activities such as anti-viral, anti-fungal, anti-bacterial, anti-tumor, anti-cancer, antioxidant, and insulin mimic properties. Coordination of this group of ligands is done by corresponding donor atoms such as sulfur, nitrogen, and third donor atoms. The conclusion from the investigation of the structure of these ligands shows that the presence of amide, amine, and thione groups makes thiosemicarbazones potentially polydentate ligands. The aim of this review, which is done with a descriptive-analytical approach, is to get a general definition of these ligands, their relevant characteristics, the nature of the coordination, structural features, and the coordination behavior of thiosemicarbazone ligands.

Keywords: Thiosemicarbazone Ligands; S-alkylthiosemicarbazone; Biological; Properties; Coordination; Tautomerism; Cis/trans Isomerism

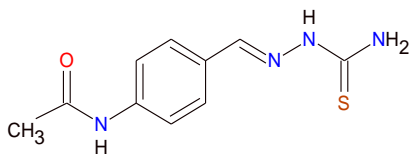
مقدمه

تیوسیمی کاربازون‌ها دسته‌یی از مرکبات عضوی با ساختار کلی $R^1R^2C=N-NH-C(S)-NH_2$ اند. این مرکبات در نتیجه تعامل تراکمی تیوسیمی کاربازید ($NH_2-NH-C(S)-NH_2$) با مرکبات کاربونیل حاصل می‌گردند (شکل ۱) (۱، ۲). تیوسیمی کاربازون‌ها مشتقات مختلفی را با جایگزین اتم نایتروجن هیدرازین (N^1)، اتم نایتروجن تیوآمید (N^4) و یا اتم سلفر تشکیل می‌دهند (۳، ۵).

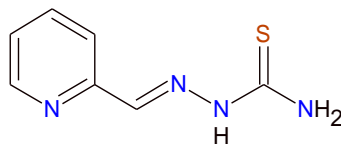


شکل ۱: ساختمان عمومی تیوسیمی کاربازون‌ها (۱)

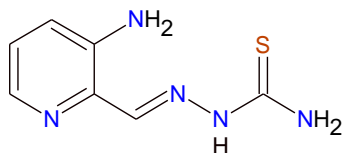
تیوسیمی کاربازون‌ها از اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ به علت ویژگی‌های بیولوژیکی آن‌ها، یکی از موضوعات قابل توجه در تحقیقات ساختاری و طبیی بوده‌اند. از تیوسیمی کاربازون‌هایی با قابلیت‌های درمانی، مانند *p*-Acetylaminothaldothiosemicarbazone (Thioacetazone®) پس از جنگ جهانی دوم به منظور تداوی مرض سل استفاده بعمل می‌آمد (۶). اولین نمونه این دسته از مرکبات با فعالیت ضد سرطانی قوی، مرکب 2-formylpyridine thiosemicarbazone می‌باشد. مرکب 3-amino-pyridine-2- تحقیقاتی تیوسیمی کاربازون‌ها را برای درمان کیمیاوی سرطان ام-روزه نشان م-سی دهد (شکل ۲) (۷، ۸). دو مشتق دیگر تیوسیم-سی کاربازون‌های مه-م و امیدوارکننده، 4-di-2-pyridylketone (E)-N'-(6,7-dihydroquinolin-8(5H)- cyclohexyl-4-methyl-3-thiosemicarbazone (DpC) و (ylidene)-4-(pyridin-2-yl)piperazine-1-carbotiohydrazide (COTI-2)، به‌عنوان عوامل ضد سرطان و ضد تومور وارد آزمایش‌های کلینیکی شده‌اند که در صنف مرکبات مفید بیولوژیکی و درمانی برجسته می‌باشند (شکل ۳) (۹، ۱۰).



(الف)

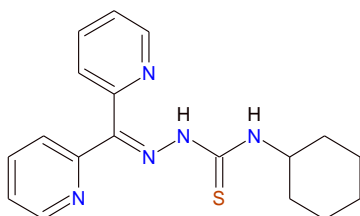


(ب)

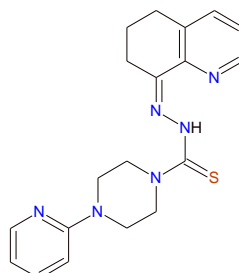


(ج)

شکل ۲: (الف) مرکب p-Acetylaminobenzaldehyde thiosemicarbazone (Thioacetazone) (ب) مرکب 3- amino-pyridine-2-carboxaldehyde 2-formylpyridine thiosemicarbazone (ج) مرکب thiosemicarbazone (Triapine) (۷، ۸)



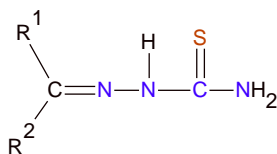
(الف)



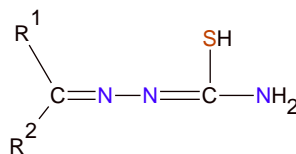
(ب)

شکل ۳: ساختمان های (الف) DpC و (ب) COTI-2 (۹، ۱۰)

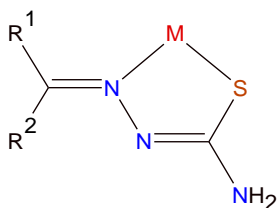
وجود گروپ های آمید، امین و تيون باعث می شود که تیوسیمی کاربازون ها به طور بالقوه لیگاندهای چنددندانه شوند. تطبیق پذیری لیگاندهای تیوسیمی کاربازون را می توان با این واقعیت توضیح داد که آن ها طیف گسترده ای از حالت های هماهنگی (کوآردینیشن) را نشان می دهند، چه به عنوان لیگاندهای خنثی (۱) و چه در اشکال آپروتیک (۲). اتصال تیوسیمی کاربازون ها به یک آيون فلزی عموماً با تشکیل حلقه های شیلات پنج ضلعی (۳، ۴) من حیث لیگاند اهداکننده (دونر) N,S صورت می پذیرد (۱۱). با مشارکت سومین اتم اهداکننده (دونر) (S, N, D: O)، آن ها به عنوان لیگاند اهداکننده (دونر) S, N, D به اتم فلز متصل می شوند (۱۲، ۱۳).



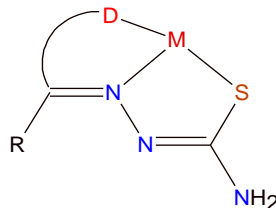
(1)



(2)



(۳)



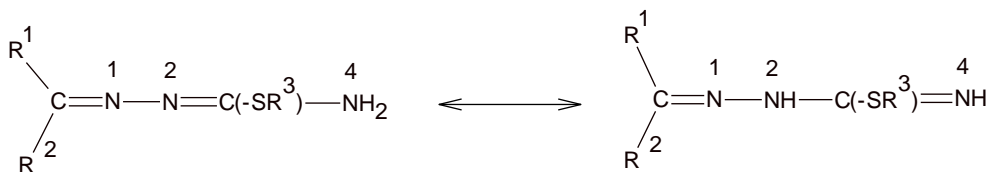
(۴)

کیمیای تیوسیمی کاربازون‌ها و کامپلکس‌های فلزات انتقالی به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی مهم آن‌ها مانند خواص ضد ویروسی، ضد قارچی، ضد باکتریایی، ضد توموری، ضد سرطانی، آنتی‌اکسیدانی و مقلد انسولین مورد توجه قرار گرفته است. مشخص است که فعالیت‌های بیولوژیکی آن‌ها وابسته به جانشین و محل آن، مرکز فلز و وضعیت اوکسیدیشن آیون فلز متغیر است. این واقعیت که تیوسیمی کاربازون‌ها رفتار بسیار متغیری در مرکبات با فلزات انتقالی و سایر فلزات در رابطه با انعطاف‌پذیری ساختار مالیکولی مربوطه از خود نشان می‌دهند و این‌که مرکبات کامپلکس‌فلزی حتی فعالیت بیولوژیکی مؤثرتری نسبت به لیگاندهای آزاد نشان می‌دهند، اهمیت این دسته از مرکبات را افزایش داده است (۱۴، ۱۵). اهمیت تیوسیمی کاربازون‌ها نیز بر اساس شیلات شدن آن‌ها با فلزات نادره در سیستم‌های بیولوژیکی می‌باشد (۱۶).

علاقه فزاینده‌ی در بخش تحقیقات برای مشتقات S-الکایل تیوسیمی کاربازیدها (N^1H_2) اتوم‌های نایتروجن آخری N^1 و N^4 با مراکز فلزی هماهنگ (کوآردینیشن) می‌گردند (۱۷). تراکم تیوسیمی کاربازیدها و مشتقات S-الکایل با مرکبات دارای گروه‌های وظیفوی کاربونیل مناسب از طریق گروه آمینو هیدرازین N^1H_2 بسیار ساده می‌باشد، در حالی‌که گروه تیوآمید N^4H_2 بی‌اثر اند. تراکم گروه N^4H_2 را می‌توان به ویژه با استفاده از طریقه سنتیز قالب (template synthesis) انجام داد.

ویژه‌گی‌های ساختاری

تیوسیمی کاربازون‌های S-الکایل یکی از دو شکل توتومیری را که عموماً تیوآمید (thioamide) و تیوایماید (thioimide) نامیده می‌شوند، بخود اختیار می‌کنند (شکل ۴) (۱۸).

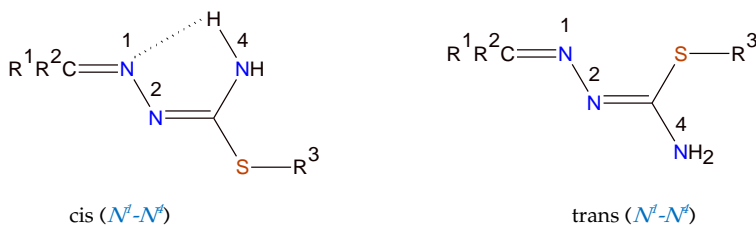


شکل تیوآمید

شکل تیوایماید

شکل ۴: اشکال توتومریک S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌ها (۱۸)

با توجه به داده‌های سپکترسوسکوپي IR و NMR، S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌های تعویض نشده در ساختار آمینوی مربوطه یافت می‌شوند (۱۹). S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌ها در ترکیبات سیس و ترانس وجود دارند. کانفیگوریشن سیس (نسبت به N^1-N^4) حاوی رابطه هایدروجنی درون مالیکولی (Intramolecular) می‌باشد، درحالی‌که کانفیگوریشن ترانس (ترانس نسبت به N^1-N^4) حاوی رابطه هایدروجنی درون مالیکولی (Intramolecular) نمی‌باشد (شکل ۵). نسبت ایزومیرهای سیس / ترانس برای S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌ها نسبت به محل‌های مورد استفاده در محیط تعامل متفاوت است.



cis (N^1-N^4)

trans (N^1-N^4)

شکل ۵: ایزومیری سیس و ترانس S-الکایل تیوسیمی کاربازون (۱۹)

طرز کواردنیشن تیوسیمی کاربازون‌ها

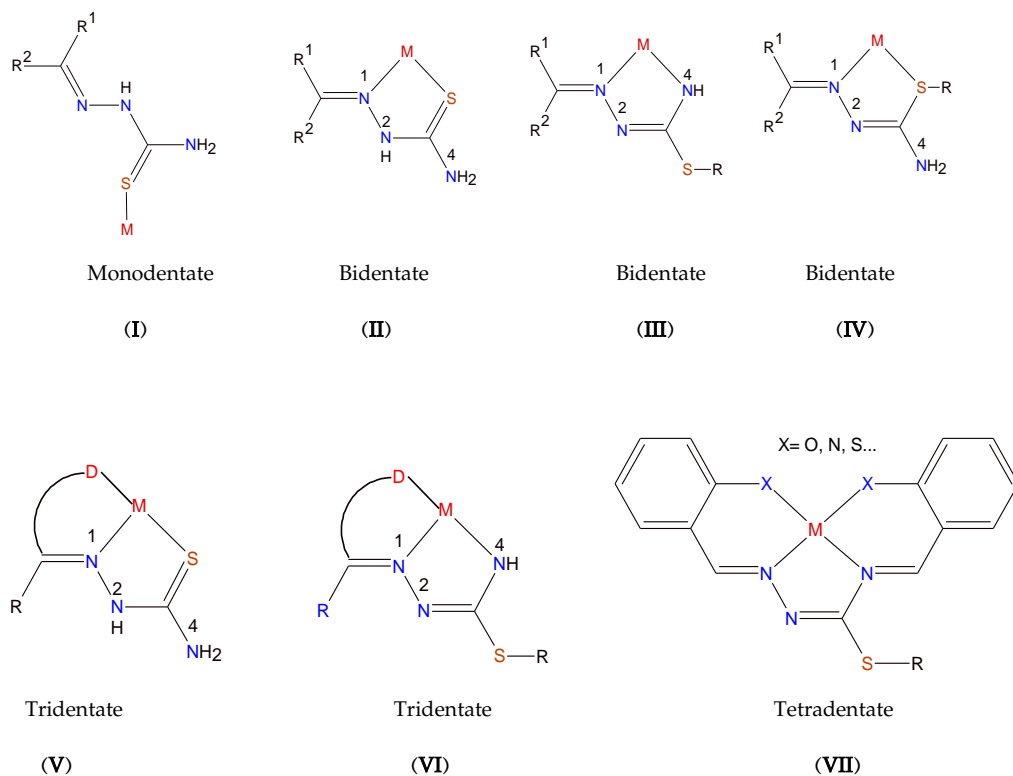
تیوسیمی کاربازون‌ها، $R^1R^2C=N^1-N^2H-C(=S)-N^4H_2$ ، اساساً دارای یک اتم سلفر و دو اتم نایتروجن N^1 و N^4 به‌عنوان سه اتم اهداکننده (دونر) بالقوه هستند. تیوسیمی کاربازون‌ها می‌توانند به‌شکل لیگاندهای یک‌دندانه‌یی (Monodentate) از طریق اتم S مربوطه خویش با فلزات کواردنیشن نمایند (شکل I) (20). با این حال، آن‌ها هم‌چنین می‌توانند از طریق اتم‌های S و N^1 به اتم‌های فلز متصل شوند (شکل II) (21-23).

تیوسیمی کاربازون‌های نوع S-الکایل، به‌عنوان لیگاندهای دودندانه‌یی (Bidentate) از طریق اتم‌های نایتروجن آخری N^1 و N^4 به آیون‌های فلزات انتقالی کواردنیشن می‌نمایند (شکل III) (۱۷). S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌ها با اتم‌های فلزات نرم مانند Pd (II) از طریق اتم‌های نایتروجن آخری N^1 و اتم که کم‌تر الکترون‌دهنده اند، منحنی لیگاندهای دو دندانه‌یی متصل می‌گردند (شکل IV) (۴).

زمانی که اتم‌های دونر بالقوه در گروپ‌های الدیهاید یا کیتون در تیوسیمی کاربازون‌ها و S-الکایل تیوسیمی کابازون‌ها موجود باشند، منجیث لیگاندهای سه دندانیهی (Tridentate) از طریق S,N,D ویا N,N,D درحالی که D:O, N,S باشند، با آیون‌های فلزات انتقالی متصل می‌شوند (شکل IV,V).

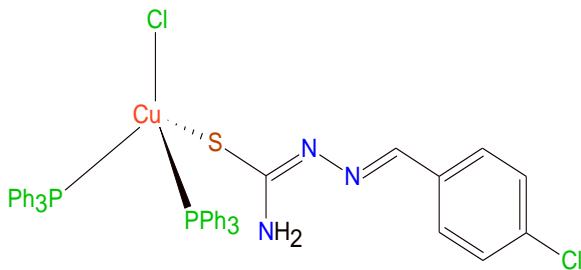
از آن جایی که گروپ تیوآمید (S- N^4H_2)-الکایل تیوسیمی کاربازون بی اثر می‌باشد، تراکم قالب (Template condensation) آن‌ها با برخی از گروپ‌های الدیهایدی مناسب در حضور آیون‌های فلزات انتقالی منجر به تشکیل لیگاندهای چهار دندانیهی (tetradentate) می‌گردند (شکل VII).

(24).



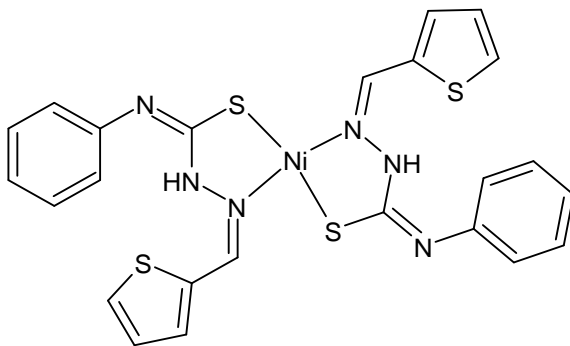
شکل ۶: انواع مختلف اتصال تیوسیمی کاربازون‌ها

در این بخش با بررسی ادبیات (literature review)، چند مثال از طرز کواردنیشن لیگاندهای تیوسیمی کاربازون‌ها را با فلزات انتقالی که منجر به تشکیل مرکبات کامپلکس می‌گردند، به طور مختصر بیان می‌داریم.



شکل ۷: نمونه ای از کواردنیشن یک دندانه‌ای (Monodentate) (25)

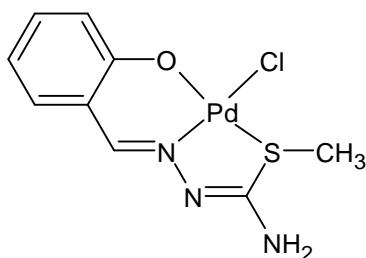
در کامپلکس فوق (شکل ۷)، لیگاند p-chlorobenzaldehyde thiosemicarbazone، با آیون مس از طریق اتم سلفر (S) مربوطه خویش متصل شده است که نمونه‌یی از یک لیگاند یک دندانه‌یی (Monodentate) را به نمایش می‌گذارد (۲۵).



شکل ۸: نمونه ای از کواردنیشن دو دندانه‌ای (Bidentate) (۲۶)

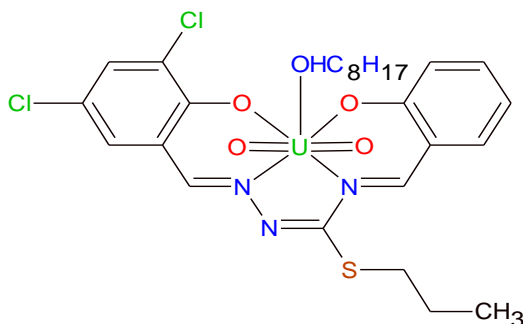
به‌همین‌طور، در کامپلکس که در شکل ۸ نشان داده شده است، لیگاند 2-thiophene N(4)-phenylthiosemicarbazone، منحیث یک لیگاند دو دندانه‌یی (Bidentate) عمل نموده و با فلز نیکل از طریق اتم‌های سلفر S و نایتروجن N خویش متصل گردیده است (۲۶).

مرکب Salicylaldehyde S-methylthiosemicarbazone که یک لیگاند سه دندانه‌یی (Tridentate) می‌باشد، توسط سه اتم اهداکننده (دونر) خویش یعنی O,S,N، با فلز پلادیم Pd(II) کواردنیشن نموده و موجب تشکیل کامپلکس پلادیم می‌گردد (۲۷).



شکل ۹: نمونه ای از کواردنیشن سه دندانه‌ای (Tridentate) (۲۷)

هم چنان میتوان با بررسی ادبیات، لیگاندهای تیوسیمی کاربازون و یا S-الکایل تیوسیمی کاربازون را که منحنی لیگاندهای چهار دندانه‌ی (Tetradentate) عمل می نمایند، قرار شکل ۱۰ حاصل نمود (۲۸).



شکل ۱۰: نمونه‌ای از کواردنیشن چهار دندانه‌ای (Tetradentate) (28)

در کامپلکس فوق، لیگاند N¹-3,5-dichloro salicylidene-S-propyl thiosemicarbazone، از طریق دو اتم دونر اکسیجن O و دو اتم دونر نایتروجن N به شکل N₂O₂ منحنی یک لیگاند چهار دندانه‌ی عمل نموده و با فلز یورانیوم کواردنیشن نموده است.

نتیجه‌گیری

تیوسیمی کاربازون‌ها و مشتقات S-الکایل تیوسیمی کاربازون‌ها از اهمیت زیاد در بخش ساختاری و خصوصیات بیولوژیکی برخوردار می باشند. نتیجه‌گیری از بررسی ساختمان این لیگاندها نشان‌دهنده‌ی وجود گروپ‌های آمید، امین و تیون باعث می شود که تیوسیمی کاربازون‌ها به‌طور بالقوه لیگاندهای چند دندانه شوند. تطبیق پذیری لیگاندهای تیوسیمی کاربازون را می توان با این واقعیت توضیح داد که آن‌ها طیف گسترده‌ی از حالت‌های هماهنگی (کواردنیشن) را نشان می دهند، چه به‌عنوان لیگاندهای خنثی و چه در اشکال آپروتیک. اتصال تیوسیمی کاربازون‌ها به یک آیون فلزی عموماً با تشکیل حلقه‌های شیلات منحنی لیگاند اهداکننده (دونر) صورت می پذیرد. مطالعات

موجود در باره تیوسیمی کاربازون‌ها این واقعیت را بیان می‌دارد که این گروپ از لیگاندها توانایی کواردنیشن متنوع را من حیث لیگاندهای یک دندانیهی (Monodentate)، دودندانیهی (Bidentate)، سه دندانیهی (Tridentate) و چهار دندانیهی (Tetradentate) دارا می‌باشند. ساختار توتومیری در تیوسیمی کاربازون‌ها باعث تشکیل اشکال تیوآمید (Thioamide) و تیوایماید (Thioimide) شده، درحالی‌که موجودیت رابطه دوگانه بین اتوم نایتروجن و اتوم کاربن در ساختمان این لیگاندها باعث به‌وجود آمدن دو نوع ایزومیری سیس و ترانس می‌شوند. کیمیای تیوسیمی کاربازون‌ها و کامپلکس‌های فلزات انتقالی به‌دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی مهم آن‌ها مانند خواص ضدویروسی، ضدقارچی، ضدباکتریایی، ضدتوموری، ضدسرطانی، آنتی‌اکسیدانی و مقلد انسولین مورد توجه قرار گرفته است. مشخص است که فعالیت‌های بیولوژیکی آن‌ها وابسته به جانشین و محل آن، مرکز فلز و وضعیت اوکسیدیشن آیون فلز متغیر می‌باشد.

- (1) Simmons G, Hobson LB, Resnick A, et al. *Trans. Annu. Meet. Natl. Tuberc. Assoc.* 1950, 46, 124–127.
- (2) Casas JS, Garcia-Tasende MS, Sordo J, Main group metal complexes of semicarbazones and thiosemicarbazones, A structural review. *Coord. Chem. Rev.* 2000, 209, 197-261.
- (3) Lobana, T.S., Sharma, R., Bawa, G., Khanna, S., 2009, Bonding and structure trends of thiosemicarbazone derivatives of metals—An overview. *Coord. Chem. Rev.* 253, 977–1055.
- (4) Arion VB, Coordination chemistry of S-substituted isothiosemicarbazides and isothiosemicarbazones. *Coord. Chem. Rev.* 2019, 387, 348–397.
- (5) Pelosi G, Thiosemicarbazone Metal Complexes: From Structure to Activity. *The Open Crystallography Journal.* 2010, 3, 16–28.
- (6) Steinhagen H, *The Evolution of Drug Discovery: From Traditional Medicines to Modern Drugs.* By Enrique Raviña. *ChemMedChem.* 2011, 6, 1746–1747.
- (7) Brockman R., Thomson JR, Bell MJ, Skipper H.E, Observations on the antileukemic activity of pyridine-2-carboxaldehyde thiosemicarbazone and thiocarbohydrazone. *Cancer Res.* 1956, 16, 167–170.
- (8) Finch RA, Liu MC, Cory AH, Cory JG, Sartorelli AC, Triapine (3-aminopyridine-2-carboxaldehyde thiosemicarbazone; 3-ap): an inhibitor of ribonucleotide reductase with antineoplastic activity. *Adv. Enzyme Regul.* 1999, 39, 3–12.
- (9) Jansson PJ, Kalinowski DS, Lane DJR, Kovacevic Z, Seebacher NA, Fouani L, Sahni S, Merlot AM, Richardson DR, The renaissance of polypharmacology in the development of anti-cancer therapeutics: Inhibition of the “Triad of Death” in cancer by Di-2-pyridylketone thiosemicarbazones. *Pharmacol Res.* 2015, 100, 255–260.
- (10) Salim KY, Danter WR, Maleki VS, Koropatnick J, COTI-2, a novel small molecule that is active against multiple human cancer cell lines in vitro and in vivo. *Oncotarget.* 2016, 7, 41363–41379.
- (11) Tion YP, Duan CY, Lu ZL, You XZ, Fun HK, Kandasamy S, Crystal structure and spectroscopic studies on metal complexes containing ns donor ligands derived from S-benzylidithiocarbazate and p-dimethylaminobenzaldehyde. *Polyhedron.* 1996, 15, 2263–2271.
- (12) Souza P, Matesanz IA, Fernandez V, Copper(II) and cobalt(II) complexes of methyl 2-pyridyl ketone thiosemicarbazone (HL); single-crystal structure of [Cu(HL)L]NCS. *Dalton Trans.* 1996, 14, 3011–3013.
- (13) Basuli F, Peng SM, Bhattacharya S, Steric Control of the Coordination Mode of the Salicylaldehyde Thiosemicarbazone Ligand. Syntheses, Structures, and Redox Properties of Ruthenium and Osmium Complexes. *Inorg. Chem.* 1997, 36, 5645–5647.

- (14) Ainscough EW, Brodie AM, Denny WA, Finlay GJ, Ranford JD, Nitrogen, sulfur and oxygen donor adducts with copper(II) complexes of antitumor 2-formylpyridinethiosemicarbazone analogs: Physicochemical and cytotoxic studies. *J. Inorg. Biochem.* 1998, 70, 175–185.
- (15) Singh NK, Kumbhar AA, Pokharel YR, Yadav PN, Anticancer potency of copper(II) complexes of thiosemicarbazones. *J. Inorg. Biochem.* 2020, 210, 111342.
- (16) Karatepe M, Karatas F, Antioxidant, pro-oxidant effect of the thiosemicarbazone derivative Schiff base (4-(1-phenylmethylcyclobutane-3-yl)-2-(2-hydroxybenzylidene hydra zino)thiazole) and its metal complexes on rats. *Cell Biochemistry & Function.* 2006, 24, 547–554.
- (17) Gerbeleu NV, Arion VB, Burgess J. *Template Synthesis of Macrocyclic Compounds, Wiley-VCH, Weinheim ; 1999.*
- (18) Malinovskii TI, Simonov YuA, Gerbeleu NV, Yampol'skaya MD, Shova SG, The structure of 3d metal complexes with ligands derived from S-alkylisothiosemicarbazides, The structure of 3d metal complexes with ligands derived from S-alkylisothiosemicarbazides. in: *Problems of Crystal Chemistry, Nauka . 1985, 39–69.*
- (19) Yamazaki C, The Structure of Isothiosemicarbazones. *Can. J. Chem.* 1975, 53, 610–615.
- (20) Gasparri GF, Mangio A, Nardelli M, The crystal and molecular structure of monothiosemicarbazidesilver(I) chloride. *Acta Crystallographica Section B.* 1968, 24, 367–374.
- (21) Campbell MJM, Transition metal complexes of thiosemicarbazide and thiosemicarbazones. *Coord. Chem. Rev.* 1975, 15, ۲۷۹–319.
- (22) Livingstone SE, Metal complexes of ligands containing sulphur, selenium, or tellurium as donor atoms, *Quarterly Reviews. Chemical Society.* 1965, 19, 386–425.
- (23) Akbar Ali M, Livingstone SE, Metal complexes of sulphur-nitrogen chelating agents. *Coord. Chem. Rev.* 1974, 13, 101–132.
- (24) Gerasimov VN, Biushkin VN, Gerbeleu NV, Dang Do VY, Revenko MV, Belov NV. *Kristallografiya.* 1978, 23, 195–201.
- (25) Khan A, Sharma P, Rajnikant Gupta VK, Padya N, Sharma R, Synthesis and crystal structure of [chlorobis(triphenylphospino) (p-chlorobenzaldehyde thiosemicarbazone)] copper(I) complex. *Chem. Sci. J.* 2016, 128, 185–191.
- (26) Wang Z, Wu Yu, Fu , Li M, Tai Y, Li Y, Synthesis, structure investigation and biological evaluation of 2-thiophene N(4)-phenylthiosemicarbazone and its three metal derivatives. *J. Mol. Struct.* 2015, 1100, 376–383.
- (۲۷) Revenco MD, Simonov YuA, Duca GG, Bourosh PN, Bulmaga PI, Kukushkin VYu, Jora EI, Gdaniec M, Versatility and Reactivity of Salicylaldehyde S – Methylisothiosemicarbazone in Palladium(II) Complexes. *Russ. J. Inorg. Chem.* 2009, 54, 698–707.

- (28) Şahin M, Şahin N, Bal Demirci T, Ülküseven B, Dinçer M, Soylu MS, Structural and spectroscopic characterization of a thiosemicarbazidatodioxouranium(VI) complex: A combined experimental and DFT study. *Spectrochimica Acta Part A*. 2015, 135, 994–1001.

تعيين و مطالعه‌ی مسامات خاک با استفاده از قانون ريچارد

پوهنوال شکیب شمال^۱، پوهندوی حفیظ‌الله رسولی^۲

^{۱،۲}دپارتمنت جيولوژی، پوهنځی زمین شناسی، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: hafizullah.rasouli133@gmail.com

چکیده

تعیین مسامات خاک یک بخش مهم خاکشناسی در جیولوجی بوده و نقش مهم برای دریافت خصوصیات آب‌های زیرزمینی دارد. در مجموع مسامات خاک در لیتولوجی احجار راسبه و ترسبات متنوع با سایز ذرات ارتباط مستقیم دارد. یعنی به هر اندازه که سایز ذرات بزرگ‌تر می‌گردد، در مقابل مسامات نیز بزرگ‌تر می‌گردد، اما در مقابل تعداد مسامات کاهش می‌یابد. در حالی که به هر اندازه که ذرات کوچک‌تر می‌شوند، در مقابل تعداد مسامات بیشتر گردیده و سایز آن کوچک‌تر می‌گردد. هم‌چنان به هر پیمانۀ که سایز ذرات بزرگ‌تر و متجانس باشد، قابلیت نفوذپذیری آن‌ها بیشتر می‌گردد. ولی به هر پیمانۀ که سایز ذرات کوچک‌تر و غیر متجانس باشد، در مقابل قابلیت نفوذپذیری کم‌تر می‌شود. این تحقیق برای تعیین نفوذپذیری خاک در بخش‌های جیولوجی، انجینیری و زراعت قابل استفاده می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: ظرفیت نفوذ؛ آب خاک؛ مسامات؛ سایز ذرات؛ حالت اشباع؛ قانون ریچارد

Determination and Study of Soil by Using Richard Law

Associate Prof. Shekeb Shamal¹, Asstt. Prof. Hafizullah Rasouli²

^{1,2}Department of Geology, Faculty of Geoscience, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: hafizullah.rasouli133@gmail.com

Abstract

The determination of soil pores is one of the important parts of soil in the field of geology that has very important role in the groundwater. Generally, the soil porosity is directly related to the size of particles. If the size of particles is bigger, the size of pores also became bigger, but the number of porosities reduces. Whether the size of particles smaller the number of porosity are more and the permeability are smaller. But when the particles smaller and non-homogeny the permeability of soil are smaller. This research is used for geology, engineering and agriculture.

Keywords: Permeability Capacity; Soil Water; Pores; Particle Size; Saturation; Richard Law

مقدمه

ریچارد (Richard) یکی از علمای خاک‌شناسی بود که در سال ۱۹۲۱م در کشور امریکا تولد شده و کتاب‌های زیادی را در باره‌ی خاک‌شناسی تألیف نموده است. دانشمند مذکور یک آله‌ی دیگر مانند را که بنام آله‌ی فشار ریچارد (Richard pressure pot) یاد می‌گردد، در سال ۱۹۴۵ اختراع کردند (شکل ۱). این آله به کنگوری‌های متنوع تقسیم گردیده است که نمونه‌های آورده شده از ساحه در بین آن قرار داده شده و در قدم نخست توسط فشار، آبی که به صورت طبیعی در بین مسامات نمونه موجود است از آن خارج می‌گردد و سپس نمونه‌ها در داش برقی برای ۲۴ ساعت قرار داده شده و به حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گرید کاملاً خشک می‌گردد. بعداً نمونه‌ها وزن گردیده و دوباره در ظرف جداگانه مشبوع گردیده وزن می‌شوند و ذریعه فشار آب از مسامات نمونه مجدداً خارج ساخته می‌شود (۱۰). نمونه‌برداری باید از حالت غیرمختل طبقات صورت گیرد. نمونه‌گیری طوری صورت می‌گیرد که در ابتدا خاک‌های سطحی به اندازه ۵ سانتی متر دور گردیده و به تعقیب آن از طبقات اصلی و دست‌ناخورده توسط استوانه‌های فلزی به اندازه ۱۰۰ سانتی مترمکعب از هر افاق خاک نمونه‌گیری می‌گردد. طرز کار با این آله طوری است که بازم آبی از مسامات نمونه‌ها توسط فشار خارج ساخته شده و مقدار آن تعیین می‌گردد (۱). متعاقباً یک جالی در بستر ظرف اشباع‌کننده نمونه‌ها هموار می‌گردد تا از چسپیدن نمونه‌ها باهم دیگر جلوگیری گردد. سپس به اندازه ۵ سانتی متر آب در ظرف اشباع ریخته می‌شود تا نمونه‌ها به شکل درست مشبوع از آب گردد. بعداً استوانه‌ی متذکره به صورت معکوس جابجا گردیده و هر دو طرف استوانه‌ها (100cm^3) باز می‌شوند و تا زمانی استوانه‌ها در بین ظرف اشباع باقی می‌مانند که تمام مسامات آن‌ها از آب مملو گردیده و مقدار اعظمی آب در بین مسامات جابجا شود (۲). بعداً در دیگ بزرگ‌تر به واحد پاسکال فشار داده می‌شوند تا از مسامات نمونه‌های متذکره‌ی آب به صورت کامل خارج گردد. بعداً آبی که در بین مسامات کوچک‌تر باقی می‌ماند، ذریعه فشار بیشتر با استفاده از دیگ کوچک‌تر آله خارج ساخته می‌شود. به این طریق می‌توان مقدار اعظمی و حالت طبیعی آب در بین مسامات را دریافت کرد (۴). طرز جابجا شدن نمونه‌ها طوری است که آن‌ها را از طرف چپ به راست ترتیب می‌نمایم و نمونه‌ها آب را از جهت تحتانی جذب نموده و به این طریق تمام مسامات آن‌ها مشبوع از آب می‌گردد. در این حالت نمونه تا زمانی در آب باقی می‌ماند که در قسمت فوقانی نمونه‌ها یک غشای جلادار تشکیل شود که غشای متذکره به وسیله‌ی انگشت دست قابل لمس و تشخیص می‌باشد (۵). پس از آن نمونه‌های مشبوع شده از آب وزن گردیده و به ملاحظه می‌رسد که نمونه‌های متذکره به کدام

فیصدي آب را جذب نموده اند. به صورت عموم جذب آب در نمونه‌ها ذریعه‌ی دو نوع قوه‌ها صورت می‌گیرد، یکی قوه کپیلاری و دیگر قوه ادهیژن. در مجموع این عملیه پنج مرتبه تکرار می‌شود تا تحقیق به شکل دقیق آن انجام گردد (۶). در هر مرتبه نمونه‌ها برای ۲۴ ساعت در داش با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گرید خشک می‌شوند و توسط ترازوی برقی هر استوانه وزن می‌گردد تا پس از خشک شدن وزن آن دریافت شود. وقتی که نمونه مشبوع می‌گردد، باید بالای تکه یا دست‌مال کاغذی جابجا گردد تا از چسبیدن با سطح که نمونه‌ها بالای آن گذاشته می‌شود جلوگیری به عمل آید.



شکل ۱: دستگاه ریچارچ مورد استفاده برای تعیین اندازه‌ی مسامات و مقدار آب در بین مسامات موجود (۳)

این دستگاه‌ها در مقابل فشار بالا مقاومت بیشتر دارند، چون در ساختمان داخلی آن از دوکاشی مختلف استفاده شده است و هر دو کاشی آن در مقابل فشار ۵ بار مقاومت داشته و در صورتی که فشار از ۵ بار تجاوز نماید، کاشی متذکره شکسته می‌شود.

طور عموم در خاک‌شناسی چهار نوع مسامات وجود دارند که سایزهای آن از ۵۰ ملی‌میکرون الی ۷۵۰ ملی‌متر می‌باشد و مسامات بزرگ تا ۱۰ ملی‌متر، مسامات متوسط آن معمولاً از ۰٫۲ الی ۱۰ ملی‌متر و مسامات کوچک آن معمولاً کوچک‌تر از ۰٫۲ ملی‌متر می‌باشد. زمانی که دستگاه عیار می‌گردد، هر بخش آن مطابق مسامات عمل می‌نماید و آب را از مسامات مربوطه خارج می‌نماید (۸).

در مجموع بالای مسامات بزرگ‌تر فشار به اندازه ۰٫۰۶ اتموسفیر و یا فشار به اندازه ۶۰ سانتی‌متر ستون آب بالای یک سانتی‌متر مربع عمل می‌کند. اگر لوگاریتم آن ۶۰ گرفته شود، در این صورت $P_f = 1.8$ فشار خالص (free pressure) حاصل می‌گردد. هم‌چنان برای مسامات بزرگ به اندازه ۳۳۰

سانتی متر ستون آب که معادل به لوگاریتم (PF = 2.5) یعنی $\text{Log } 330 = 2.5$ به دست میاید. برای مسامات کوچکتر ۱۵۰۰ اتموسفر فشار ضرورت است که معادل به لوگاریتم ۴,۲ است. هم چنان برای مسامات کوچک ۱۵ بار فشار نیاز است که لوگاریتم آن ۴,۲ بوده و این آله در قسمت تحتانی خود دارای تخته پورسلین (porcelain flat) می باشد که در مقابل ۱۵ بار فشار مقاومت دارد.

نمونه های گرفته شده از ساحه پوهنتون کابل با استفاده از این دستگاه تجزیه گردیده است که نتایج آن قرار ذیل می باشد: اگر وزن اولی نمونه در حالت مشبوع ۳۰۰ گرم باشد و آب از داخل مسامات نمونه به اندازه ۲۸۰ گرم خارج ساخته شود، می توانیم آن را توسط فورمول ذیل محاسبه نمایم:

$$100 = \frac{200}{28} = 7.2\% \frac{300 \times 280}{280} \times$$

یعنی این نمونه بعد از متقبل شدن ۰,۰۶ بار فشار که وزن گردید به اندازه ۷,۲% آب را جذب نموده است. اگر بخواهیم کثافت حجمی آن را دریافت نماییم، در این صورت وزن نمونه ی دوم، یعنی ۲۸۰ گرم را به حجم استوانه یعنی ۱۰۰ سانتی متر مکعب قرار ذیل تقسیم می نمایم:

$$\text{Bulk density} = \frac{280}{100} = 208$$

در صورتی که بخواهیم فیصدی حجم مسامات را دیافت نماییم، در این صورت می نویسیم:

$$16,20 = 2,8 \times 7,2 = \text{حجم مسامات}$$

چون عدد فوق الذکر بسیار بزرگ بوده و نمایندگی از زمین بسیار مستحکم می کند، بناءً نفوذپذیری آب کم تر بوده و به این ترتیب در مورد استحکامیت زمین نیز معلومات به دست می آید. در صورتی که استحکامیت زمین از آن نمونه گیری صورت گرفته است، بلند و نفوذپذیری آب کم تر باشد، عدد فوق الذکر از ۱,۵ بلند نمی رود. یعنی وقتی که عدد از آن بلند شوند، برای زراعت مناسب نیست. برای جابجا شدن نمونه از سه طبقه تخته پورسلین جابجا می گردد، در این جا نمونه از پایین به طرف بالا شروع می گردد. هم چنین پورسلین باید به کمک سه کلک گرفته شود، در اخیر باید دیگ ذریعه جالی یا پیچ بسته شود و دو شاخه آن باید به طرف بالا درست مستحکم شود. برای هوا دادن به دیگ های مربوطه از دو نوع جنراتور استفاده می گردد: یکی از آن برای ۴ اتموسفر و دیگر آن برای ۲۰ اتموسفر ساخته شده است. در این جا در قسمت سر آن تکمه وجود دارند، بالای آن فشار وارد می گردد و باید این عملیه برای ۲۴ ساعت اجرا شوند. این کار به خاطر اجرا می گردد تا از روی کشیدن هوا سایز مسامات آن معلوم گردد و هر دیگ آن برای فشار متنوع ساخته شده است. یعنی مطابق

فشار اندازه مسامات معلوم می‌گردد. یعنی برای هر مرتبه نمونه در داش خشک گردیده و از روی آن اندازه مسامات معلوم می‌شود.

بعد از گذشت ۲۴ ساعت باید اولین بار از دیگ‌ها هوا کشیده شود، اگر هوا کشیده نشود، دیگ‌های مربوطه شاید انفجار کنند. برای کشیدن هوا وال سیا چرخش داده شود تا عقربه که به واحد بار عیار شده به صفر برسند و هوا باید مکمل کشیده شود. وقتی که هوا کشیده شد، نمونه از خاک گرفته شده و نمونه باید دوباره وزن شود که به کدام پیمانانه آب از مسامات آن خارج گردیده است. وقتی که نمونه وزن گردید، بعداً برای ۲۴ ساعت به عین شکل در دیگ خردتر اله جابجا گردیده و عین پروسه انجام می‌گردد تا تمامی آب موجود از مسامات ۱۰ الی ۵۰ ملی میکرون نمونه‌ها خارج گردد و دوباره پیچ‌های دیگ آله به صورت درست بسته می‌گردد. برای اجرای این آزمایش برای هر مرحله‌ی آن یک دیگ مخصوص وجود دارد که دیگ کوچک برای مسامات کوچک‌تر و دیگ بزرگ برای مسامات بزرگ‌تر در نظر گرفته شده و هرکدام به فشار خاص خود عیار گردیده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آله می‌تواند برای اجرای آزمایش‌ها در صورت نیاز تا ۳۳۰ بار فشار تولید نموده و بعد از ۲۴ ساعت دوباره به حالت اول بر می‌گردد. در اجرای آزمایشات ذریعه‌ی این آله برای تعیین اندازه‌های مختلف مسامات از فشار مورد نیاز استفاده گردیده و نمونه‌ها برای ۲۴ ساعت در دیگ آله که به دوسایز متفاوت می‌باشد، جابجا می‌گردد. زمانی که برای دریافت مسامات کوچک و متوسط نمونه‌برداری صورت گرفت نمونه‌ها باید به اندازه‌ی یک کیلوگرام به شکل مختلط از طبقات در یک خریطه پلاستیکی گرفته شوند، اما نمونه‌هایی که توسط استوانه گرفته می‌شود، باید در حالت غیر مختلط قرار داشته باشند.

وقتی که نمونه در لابراتوار منتقل گردید، اگر نمونه حاوی جغله‌ها باشد، باید اول‌تر از همه آن از مواد میده‌دانه جدا گردد. به‌خاطری که هوای موجود از مسامات کوچک و متوسط هوا خارج ساخته شود، در این صورت به وارد کردن ۱۵ بار فشار بالای نمونه‌ها نیاز است و در موجودیت فشار متذکره جغله‌ها می‌شکنند و باعث ایجاد اشتباه در آزمایش می‌گردد؛ چون نظریه ساین دانه باید فشار تنظیم گردد. سرپوش دیگ‌های این آله مشابه به دیگ بخار داری و اشرف بوده و در هنگام آزمایش مانع خروج هوا از آن می‌گردد.

نمونه‌گیری ذریعه‌ی استوانه‌ها

- به صورت عموم از استوانه‌های نوع ۱۰۰ سانتی متر مکعب برای اندازه‌گیری قوه‌ی کیلاری استفاده به عمل می‌آید. هنگامی که نمونه‌برداری از ساحه ذریعه استوانه صورت می‌گیرد، در این صورت

در ظرف مخصوص که نمونه‌ها جابجا می‌گردد، به ضخامت ۲ سانتی متر آب بالای آن اضافه گردیده تا از قسمت تحتانی نمونه‌ها جذب گردد. بنابراین، نمونه‌ها تا زمانی در ظرف مخصوص که حاوی آب است قرار داده می‌شوند که آب الی قسمت فوقانی نمونه‌ها انتقال یافته و تشکیل یک غشای باریک و جلادار را نماید، واضح است که غشأ در اثر جذب آب از قسمت تحتانی نمونه‌ها و انتقال آن به سطح فوقانی تشکیل می‌گردد که به این ترتیب قدرت جذب آب اندازه و فیصدی مسامات تعیین می‌گردد.

- بخاطر دقت کار اگر در سطوح بیرونی ظرف مخصوص که در آن نمونه‌ها گذاشته می‌شوند، آب وجود داشته باشد باید به صورت مکمل توسط دستمال کاغذی یا تکه‌ی نخی پاک و خشک شود تا در هنگام وزن نمودن نمونه‌ها باعث افزایش وزن کاذب نمونه‌ها نشود. اگر این آب اضافی خشک نگردد، در این صورت وزن دقیق نمونه‌ها دریافت نمی‌شود.
- هنگامی که نمونه‌ها از سازه اخذ می‌گردند قبل از گذاشتن در ظرف مخصوص که حاوی آب می‌باشد وزن کردند؛ چون بعد از گذاشتن در ظرف مخصوص حاوی آب حالت طبیعی آن برهم خورده و توسط آب موجود ظرف مخصوص مشبوع می‌شود. به همین سبب است که قبل از گذاشتن نمونه‌ها در ظرف مخصوص حاوی آب و بعد از آن نمونه‌ها باید وزن شوند.



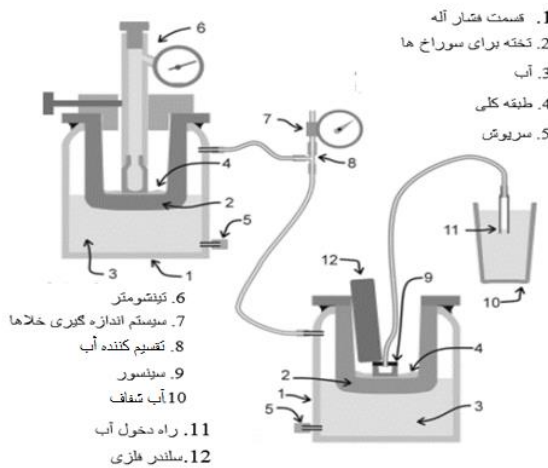
شکل ۲: استوانه‌های نمونه‌گیری در بکس نمونه‌برداری

جابجایی نمونه‌ها در دیگ‌های دستگاه طوری صورت می‌گیرد که در کاشی اولی (تحتانی) نمونه‌های افق C و در کاشی دومی (وسطی) نمونه‌های افق B و در کاشی سومی (بالایی) نمونه‌های افق A جابجا می‌شوند. فشار وارده توسط دستگاه از صفر شروع شده و به اندازه ضرورت که در فوق تذکر یافته

است (Td)، ختم می‌گردد. برای خارج ساختن هوای موجود از مسامات نمونه‌ها باید به قدر کافی توسط دستگاه فشار وارد گردد تا تمامی مسامات موجود در نمونه‌ها مسدود گردیده و قوه‌ی جذب به صفر تقرب نموده که قوه کشش بین آب و خاک به T نشان داده شده و توسط رابطه‌ی ذیل محاسبه می‌گردد:

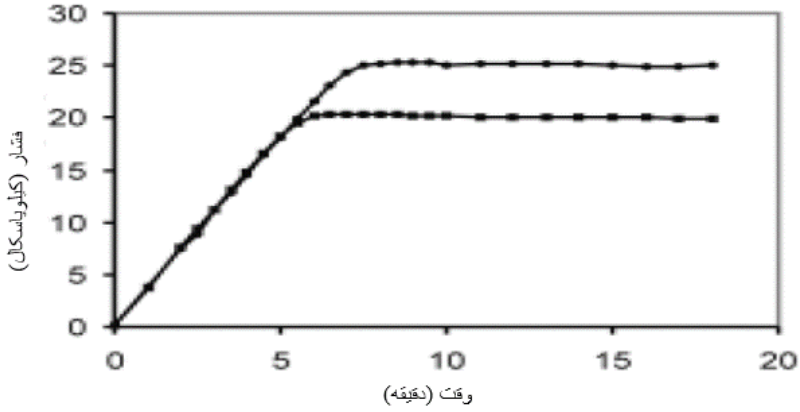
$$T = T_d - p$$

در رابطه فوق Td عبارت از فشار هوای حباب‌ها بین فشار ۷ الی ۶۰ کیلو پاسکال بوده و در خصوصیات هایدرولیکی از ۴ الی ۱۰۰ مرتبه در تغییر می‌باشد، p عبارت از مقدار فشار بوده که توسط هوا وارد می‌گردد. در وقت عیار نمودن و اندازه‌گیری باید درجه حرارت خاک مثبت ۲۵، ± ۱ باشد (شکل ۳).

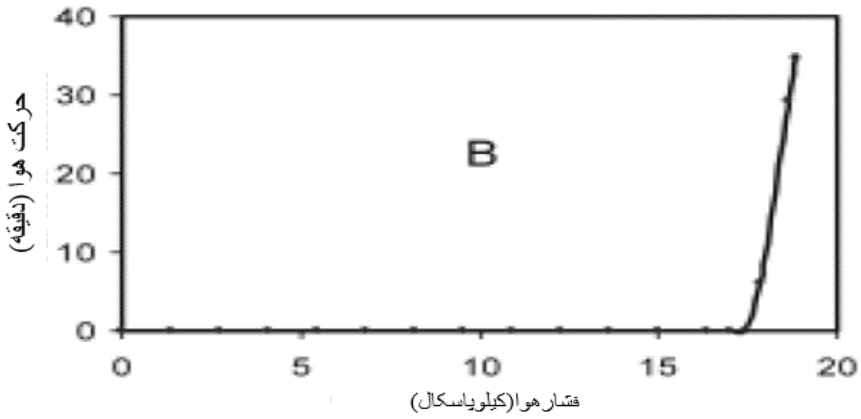


شکل ۳: فشار منفی ریچارد چمبر که قوه‌ی کشش بین آب و هوا را نشان می‌دهد (۹)

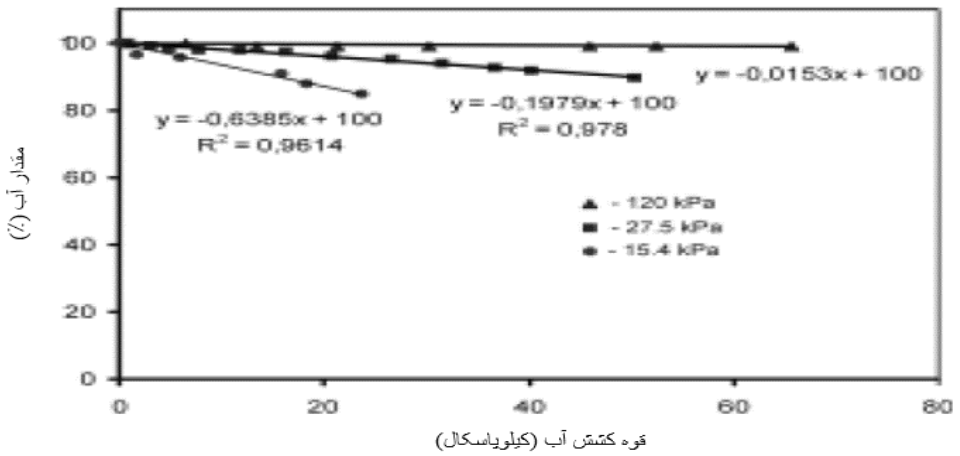
ذریعه‌ی این آله رابطه‌های مختلف بین آب و هوا اندازه‌گیری گردیده و به نوعیت خاک، تکسچر، سایز ذرات خاک و مقدار آب و هوا ارتباط مستقیم داشته و نوعیت خاک را نیز مشخص نموده و به این ترتیب می‌توانیم نوعیت مسامات، قوه‌ی جذب بین ذرات جامد خاک، هوا و آب را دریافت کنیم. معمولاً در طبقات از سطح به طرف عمق تعداد و اندازه مسامات خاک کاهش می‌یابد، زیرا در اثر وزن طبقات فوقانی قسمت‌های تحتانی طبقه تحت فشار قرار می‌گیرد. به هر پیمانکه که خاک‌ها جوان باشند، مسامات در آن‌ها بیشتر می‌باشد که در خاک‌های قدیمه به سبب استحکام یافتن تعداد مسامات کاهش یافته و تعداد آن نیز کم‌تر می‌گردد (اشکال ۴، ۵ و ۶).



شکل ۴: فشار ریچارد به کیلو پاسکال با در نظر داشت وقت (۳)



شکل ۵: فشار هوا به کیلو پاسکال و حرکت هوا نظریه وقت (۵)



شکل ۶: قوه کشش آب در مقابل مقدار آب به فیصد (۴)

نتیجه‌گیری

چون مسامات کلی یک بخش مهم صنعت و اقتصاد جوامع بشری را تشکیل داده و در امور آب‌های زیرزمینی، انجنیری، معادن و جیولوجی، نفت و گاز، آب‌های زیرزمینی و تعبیر و تفسیر پروسه‌های جیولوجیکی در حوزه‌های رسوبی مورد استفاده قرار دارد. آبی که از بین مسامات خاک عبور می‌نماید، می‌توان مواد منحل‌ه خویش را در بین این مسامات رسوب داده و باعث کاهش مسامات در طبقه خاک گردد که مقدار بیشتر این مواد منحل‌ه منرال‌های کلی می‌باشد.

در طبیعت سائزهای مختلف دانه‌ها به صورت مخلوط باعث تشکیل طبقه خاک گردیده و این ذرات مختلف پس از جذب آب انبساط نموده و بعد از، از دست دادن آب دوباره منقبض می‌گردند که این انبساط و انقباض خاک باعث تخریب و انهدام ساختمان‌های انجنیری می‌گردد. خاک‌ها معمولاً از طبقات مختلف تیتراهدرال (چهارضلعی) و اوکتاهیدرال (هشت‌ضلعی) تشکیل شده است. منرال‌های کلی معمولاً از لایه‌ها تشکیل شده می‌باشند که بعضی از آن‌ها دولایه‌یی است؛ مانند کاولینایت که یک لایه آن تیتراهدر و لایه دیگر آن اوکتاهیدر می‌باشد و بعضی آن‌ها مانند منرال مونت موریلونایت سه‌طبقه‌یی می‌باشند. اما منرال سمیکتایت دارای چهار طبقه است و به هرپیمانه که تعداد طبقات بیشتر باشند، به همان اندازه این منرال‌ها خاصیت انبساطی را دارا بوده و بعد از خشک شدن مجدداً منقبض می‌شوند. این پدیده در منرال سمیکتایت بیشتر به ملاحظه رسیده و هنگامی که آب از طریق مسامات آن جذب می‌گردد، سبب تخریب پروژه‌های انجنیری می‌گردد.

پشنهادات

۱. چون موجودیت مسامات یک بخش مهم طبقات خاک و رسوبات را تشکیل می‌دهد، بنابراین، قبل از اعمار ساختمان‌های انجنیری منفذداری خاک و رسوبات ساحه مورد نظر باید به صورت مفصل و همه‌جانبه مورد مطالعه قرار گیرد.
۲. در شروع پروژه‌های ساختمانی باید تست‌های مختلف خاک مخصوصاً مسامات موجود در خاک انجام گردد تا پس از تکمیل پروژه باعث بروز مشکلات غیر متوقعه نگردد.
۳. بخاطر تست‌های خاک به وسایل و تجهیزات لابراتواری ضرورت است که مراجع مربوط باید در زمینه توجه خاص مبذول دارند.

منابع

- (1) Abdou M. I. & Ahmed H. E. S. The Compatibility of Egyptian Bentonite during drilling shale .formations.Petrol. Sci. Technol.2011. 29 (1), 59 – 68.
- (2) Gates, W. P., et al. Mineralogy of a Bentonite from Miles, Queensland, Australia and characterization of its acid activation products. App. Clay Sci. 2002. 20 (4-5), 189 – 197.
- (3) Grim, R. & Guven, N. Bentonite: Geology, Mineralogy, Properties and Uses. Elsevier Science Publishing Co., InC., New York. 2003.
- (4) Guggenheim, S. & Martin, R. T. Definition of clay and clay mineral: Joint report of the aipea Nomenclature and cms nomenclature committees. Clay, clay miner. 2010. 43 (2), 255- 256.
- (5) Ni, J., Wei. et al. Does the Distribution of polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil particle-Size Separates Affect Their Dissipation during phytoremediation of contaminated soils. In function of Natural organic Matter in Changing Environment, Springer, Netherlands. 2013. pp, 669 – 672.
- (6) Parvinzadah, M., et al.Ultrasonic assisted finishing of cotton with nonionic softener. Polym, plast.Technol. Eng. 2010. 49, 874 – 884.
- (7) Parvinzadah, Gashi, M. & Eslami, S. Structural,optical and electromagnetic properties of aluminum clay Nanocomposites. Superlattices Microstruct. 2012.51, 135 – 148.
- (8) Rao, K. S. Strategic use of soil in war operations: the role of depression flocculation thixotropic and Plasticity of clay. Defense Sci. J. 2013. 1 (2), 192 – 204.
- (9) Saba, S. et al,. Further insight into microstructure of compacted Bentonite sand mixture. Eng. Geol. 2014. 168, 141 – 148.
- (10) Uddin, F. Clays, Nano clays, and Montmorelonite Minerals, Metall. Matter Trans. A. (2008). 39A, 2804 – 2814.



معرفی روش های جدید پروسس برقی گوشت و محصولات گوشتی

پوهنیار نصیراحمد سروری

د یو پارتمنت تکنالوژی و حفظ الصحه مواد غذایی، پوهنځی علوم و ترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: nasirsarwary97@gmail.com

چکیده

از آنجایی که گوشت به سرعت فاسد می شود، نگهداری آن به مدت طولانی بدون تغییرات نامطلوب توسط روش های سنتی امکان پذیر نمی باشد. بناءً، با استفاده از تکنالوژی های جدید می توان امکان نگهداری طویل تر و با کیفیت تر را فراهم نمود. پروسس برقی در سال های اخیر شاهد پیشرفت های تکنالوژیکی زیادی بوده است. تحریک برقی (Electrical stimulation) و جریان میدان های برقی (Pulsed electric fields) تکنالوژی پروسس برقی هستند که به عنوان روش غیرحرارتی طبقه بندی می شوند؛ زیرا اثرات اصلی آن ها به دلیل افزایش حرارت در ماده ی غذایی نیست. تحریک برقی یک تکنالوژی اساسی در تکنالوژی گوشت است. در حالی که گرمایش مایکروویف و گرمایش با فرکانس رادیویی کاربردهای تجاری موفقی در گرم کردن، یخ زدایی گوشت ها و پختن دارند. گرمایش امپیک احتمالاً در آینده شاهد کاربردهای بیشتری خواهد بود زیرا هزینه ی کم تر و جایگزینی با انرژی کارآمدتر برای تکنالوژی مایکروویف و فرکانس رادیویی است.

اصطلاحات کلیدی: گوشت؛ نگهداری؛ پروسس برقی؛ کیفیت؛ حرارت

Introducing New Methods of Electroprocessing in Meat and Meat Products

Jr. Teaching Asstt. Nasir Ahmad Sarwary

Department of Food technology & Hygiene, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: nasirsarwary97@gmail.com

Abstract

Thus, meat spoils quickly, it is not possible to preserve it for a long time without undesirable changes by traditional methods. Therefore, by using of new technology, it is possible to provide longer and better-quality maintenance. Electroprocessing has seen many technological developments in recent years. Electrical stimulation (ES) and pulsed electric fields (PEF) are electroprocessing technologies categorized as non-thermal method, as their main effects are not due to an increase in temperature within the foodstuff. Electrical stimulation is an established technology in meat processing, while microwave heating and radio frequency heating have successful commercial applications in tempering, defrosting of meats and cooking. Ohmic heating is likely more applicable in the future as it has lower cost and more energy-efficient alternative to microwave and radio frequency technologies.

Keywords: Meat; Preservation; Electroprocessing; Quality; Temperature

مقدمه

گوشت یکی از مهم‌ترین منابع پروتئین حیوانی محسوب می‌شود. گوشت غنی از پروتئین‌های ارزشمند که حاوی آمینواسیدهای ضروری برای بدن (چون در بدن انسان ساخته نمی‌شود) مانند: هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، متیونین، تریپتوفان و هم‌چنین چربی‌ها که به‌عنوان یک منبع انرژی‌زا برای بدن محسوب شده و حاوی اسیدهای چرب مانند: نیلوثیک اسید، لینولنیک اسید و ارشیدونیک اسید می‌باشند و مواد معدنی مانند: فسفات‌ها، سلفات‌ها و ویتامین‌ها به‌خصوص ویتامین‌های گروه B و کاربوهایدریت (گلایکوجن) است. نگهداری گوشت با مهار رشد میکروارگانیسم‌ها، کندسازی فعالیت آنزیمی و جلوگیری از اکسیدیشن اسیدهای شحمی که باعث ترشیدگی می‌شوند، صورت می‌گیرد. عوامل زیادی بالای مدت زمان نگهداری محصولات گوشتی با حفظ مصونیت و کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد (۱).

معرفی تکنالوژی‌های پروسس برقی

در عملیات پروسس مواد غذایی، انرژی برقی را می‌توان مستقیماً به مواد غذایی اعمال کرد (به‌عنوان مثال؛ گرمایش اهمیک، تحریک برقی یا جریان میدان‌های برقی) یا تبدیل به انرژی الکترومقناطیسی (مانند فرکانس رادیویی یا شعاع مایکروویف) که به نوبه‌ی خود می‌تواند با غذاها تعامل برقی داشته باشد. این انرژی برقی به‌طور کلی باعث حرکت تحت حجروی در غذاها می‌شود که می‌تواند منجر به گرمایش قابل توجه (یعنی گرمایش برقی) شود و هم‌چنین می‌تواند برای اعمال مواد غذایی جهت ایجاد تغییرات ساختاری با حداقل حرارت شود (به‌عنوان مثال اعمال غیرحرارتی) (۲).

جدول ۱: خلاصه شرایط پروسس برقی و کاربرد آن در پروسس غذا (۲)

تکنالوژی	شرایط پروسس و کاربردها
غیرحرارتی	<ul style="list-style-type: none"> • تحریک برقی (ES) • ولتاژ پایین ($100V \leq$ اوج) • ولتاژ متوسط ($300V \leq$ اوج) • ولتاژ بالا (بالتر از $1143V$ اوج)
جریان میدان‌های برقی	<ul style="list-style-type: none"> • کاربرد: گوشت گاو و بره (تسریع شروع شخی) • استفاده ولتاژهای بسیار بالا DC ($10000V \leq$) با جریان کوتاه در تکرارهای بالاتر از (1000 Hz) • برای زمان کوتاه (اکثراً < 1 ثانیه).
حرارتی (گرمایش برقی)	<ul style="list-style-type: none"> • کاربرد: نفوذپذیری غشای حجروی که منجر به غیرفعال شدن میکروبی و اختلال در حجره می‌شود که می‌تواند برای تسریع انتقال مورد استفاده قرار گیرد (مثال: عصاره، پختن، خشک کردن) • $500-5000\text{ Hz}$ مستقیماً با تکرار $2500-5000$ به مواد غذایی اعمال می‌شود. • کاربرد: پروسس حرارتی و گرمایشی غذاها • انرژی برقی به انرژی مقناطیسی تابشی RF با فرکانس ISM بین $13.6-40.7\text{ MHz}$ تبدیل می‌شود. • کاربرد: پروسس حرارتی و گرمایشی غذاها
گرمایش اهمیک (OH)	<ul style="list-style-type: none"> • گرمایش فرکانس رادیویی (RF) • گرمایش فرکانس رادیویی (RF)
گرمایش مایکروویف (MW)	<ul style="list-style-type: none"> • انرژی برقی به انرژی مقناطیسی تابشی MW در فرکانس ISM بین 896 و 2450 MHz تبدیل می‌شود. • کاربرد: پروسس حرارتی و گرمایشی غذاها

پروسس غیر حرارتي برقي گوشت

تحریک برقي (Electrical Stimulation) و جریان میدان‌های برقي (Pulsed Electric Field) تکنالوژی‌های پروسس برقي هستند که به‌عنوان روش‌های غیر حرارتي طبقه‌بندی می‌شوند؛ زیرا اثرات اصلی آن‌ها افزایش حرارت داخل ماده‌ی غذایی نمی‌باشد (۲).

۱. تحریک برقي (Electrical stimulation)

تحریک برقي به‌عنوان یک عملیه‌ی پروسس شامل عبور جریان برق از لاشه‌ی حیوانات تازه ذبح شده است و به‌طور گسترده از دهه‌ی ۱۹۵۰ به بعد برای تسریع شروع جمود نعشی و برای اصلاح‌سازی مراحل گلايکولایتيک استفاده می‌شود که تحریک برقي از طریق تسریع شخی بعد از مرگ می‌تواند به‌طور قابل توجهی در لاشه‌ی حیوانات گوشتی پدیده‌ی سرد شدن را کوتاه کند و در نتیجه عدم سفت شدن گوشت را کاهش دهد. تحریک برقي باعث پایین آمدن سریع pH گوشت توسط تجزیه‌ی گلايکوجن به لکتیک اسید می‌گردد که در نتیجه‌ی پایین آمدن pH گوشت، اکثر باکتری‌ها در گوشت از بین می‌روند (۳).

پروسس تحریک برقي (ES) برای اولین بار در نیوزیلند در دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی توسعه یافت. و امروزه تحریک برقي (ES) به‌عنوان یک روش کاربردی شناخته شده است (۴). که عمدتاً در صنایع گوشت گاو و بره استفاده می‌شود. بر اساس برخی مطالعات تحریک برقي (ES) در گوشت خوک نیز کاربرد دارد. اگر تحریک برقي (ES) به درستی و همراه با سایر روش‌های کشتار و سرد کردن استفاده شود؛ از رنگ پریدگی، نرمی و ترشح آب‌گوشت جلوگیری می‌کند. انگیزه‌ی اصلی تجاری کاربرد این روش تسریع تردی برش‌های گوشت و کاهش تنوع در کیفیت خوراکی گوشت می‌باشد. تحریک برقي شامل عبور جریان متناوب برقي از طریق لاشه‌ی یک حیوان تازه ذبح شده برای تسریع روند شخی لاشه از طریق دو مرحله می‌باشد. در طول تحریک، ماهیچه‌ها به شدت منقبض می‌شوند و سرعت گلايکولایز را با کاهش سریع (pH) عضله افزایش می‌دهند (۵).

پس از تحریک، توسط حرارت و ولتاژ تغییر در سرعت کاهش pH رخ می‌دهد. اثرات بیوکیمیایی و فزیکي (ES) در مورد حساسیت گوشت گاو و گوسفند به‌طور گسترده توسط هوانگ و همکاران در سال ۲۰۰۳ میلادی مورد بررسی قرار گرفت. اثر تردکنندگی (ES) به (الف) ضعیف شدن فیبرهای عضلانی در نتیجه‌ی اختلال در شبکه مایوفیبریلار توسط انقباضات شدید عضلانی ایجاد می‌شود، (ب) افزایش فعالیت پروتئیزهای اسیدی، (ج) حقیقتاً لاشه‌های تحریک‌شده‌ی برقي سریع‌تر و در

حرارت بالاتر وارد سختی می‌شوند که متعاقباً سرعت تردی را تسریع می‌کند و از تحریک ناشی از سرما جلوگیری می‌کند (۶).

طیف وسیعی ویژه‌گی‌های دیگر کیفی گوشت از جمله رنگ گوشت، ثبات رنگ و خواص اتصال به آب نیز تحت تأثیر این مداخله‌ی لاشه قرار می‌گیرد. گزینه‌های پروسس/درمان (ES) به‌طور سنتی به تحریک ولتاژ پایین (Low Voltage Stimulation، معمولاً حداکثر $100 \leq$ ولت) و تحریک ولتاژ بالا (High Voltage Stimulation، معمولاً بلندتر از ۱۱۴۳ ولت) طبقه‌بندی می‌شوند. اگرچه روش جدیدی در استرالیا بر اساس ولتاژ متوسط توسعه داده شده است که تحریک ولتاژ متوسط (Medium Voltage Stimulation، نقطه اوج ۳۰۰ ولت) با استفاده از فرکانس‌های متناوب می‌باشد (۷).

هر دو نوع تحریک دارای مزایا و معایب نیز می‌باشند. اگرچه فرض بر این است که یک ولتاژ بسیار بالا جهت به تأخیر انداختن خون‌روی و تحریک برقی نیاز است. طیف گسترده‌ی ترکیبات برای پارامترهای ES (یعنی ولتاژ، جریان برقی و عرض پالس، تعداد، قطبیت، شکل موج و فرکانس) در حال حاضر وابسته به نیازهای خاص بازار در کشتارگاه‌ها اعمال می‌شود (۸).

جدول ۲: کاربرد تکنالوژی (ES) در گوشت حیوانات مختلف (۳)

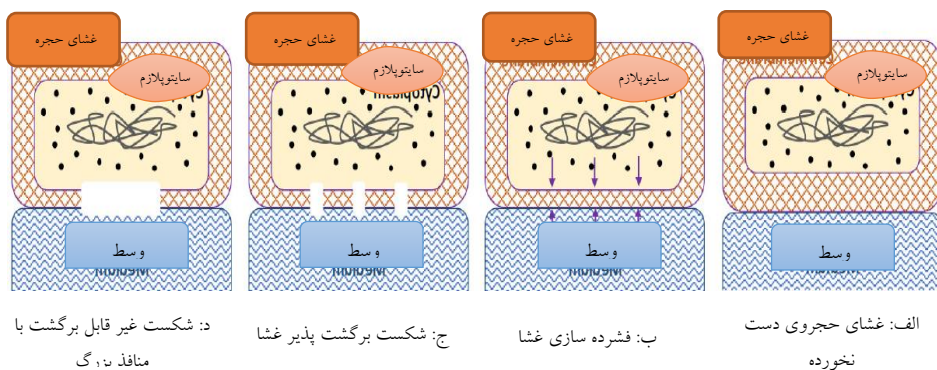
ولتاژ مورد استفاده	نوع
۳۶۰۰ / ۲۵۰	بره آگوسفند
۱۰۰	بز
۳۰۰ / ۳۲	گوساله
۷۰۰	گاو میش
۵۷۰	فیلمرغ ماده
۴۵۰	مرغ بریانی
۹۵	گاووزن
۳۰۰	شتر (لاما)
۵۵۰ / ۱۱۰	خوک

۲. جریان میدان برقی با استفاده از ولتاژ بالا (High-voltage pulsed electric fields) برخلاف تحریک برقی، جریان میدان برقی (Pulsed Electric Field) یک تکنالوژی است که در اصل برای رفع نیازهای صنعت گوشت توسعه نیافته است. ولی در سال‌های اخیر علاقه به کاربرد جریان میدان برقی (PEF) در پروسس گوشت افزایش یافته است که این تکنالوژی می‌تواند باعث تغییرات

کوچک ساختاری در گوشت شود و در نتیجه خواص عمل‌کردی و کیفی گوشت را تقویت بخشد (۹، ۱۰).

تکنالوژی PEF را می‌توان در محصولات گوشتی برای اهداف مختلف از جمله افزایش نفوذ حجروی برای افزایش تردی گوشت، کاهش بار میکروبی گوشت جهت افزایش موعده نگهداری و حفظ مواد مفر گوشت در زمان ذخیره‌سازی به کار برد. تکنالوژی PEF می‌تواند به‌طور قابل توجهی آزادسازی انزایم و گلايکولایز را بهبود بخشد که در نتیجه باعث پروتئولایز شده و برای تردی گوشت ضروری است (۱۱).

تأثیر کشندگی PEF به عوامل مختلفی مانند قدرت میدان الکتریکی، زمان درمان، هم‌چنین به خود میکروارگانیزم، حرارت درمان و ویژگی‌های محیط بستگی دارد. به‌طور کلی، افزایش تعداد جریان غیرفعال‌سازی میکروبی را افزایش می‌بخشد، اما هم‌چنین می‌تواند باعث گرم شدن قابل توجه محصول شود. هنگامی که جریان میدان برقی اعمال شده از مقدار عادی به حالت بحرانی فراتر می‌رود، این عمل باعث پارگی حجره میکروارگانیزم می‌شود و منافذ بزرگی قرار شکل (۱) در غشای حجره به‌دلیل افزایش شدت میدان برقی و یا مدت زمان جریان ایجاد می‌شود (۱۲).



شکل ۱: حجره باکتری در حالات مختلف شدت میدان برقی. الف: (عدم PEF)، ب: (شدت کم PEF)، ج: (شدت متوسط PEF)، د: (شدت بحرانی PEF) (۱۲)

جهت غیرفعال‌سازی حجرات میکروبی بزرگ‌تر به قدرت میدانی کم‌تر نیاز است ولی برعکس جهت غیرفعال‌سازی حجرات کوچک میکروبی به قدرت میدانی شدیدتر نیاز است. علاوه براین، حجرات در فاز رشد خود نسبت به حجرات مشابه در فاز تأخیری یا ساکن حساس‌تر هستند (۱۲).

(PEF) شامل تولید یک میدان برقی بین دو الکترود است که شکاف درمان محفظه (PEF) در محصول قرار می‌گیرد. این میدان برقی به‌طور مستقیم با بزرگی اختلاف پتانسیل (V) و با فاصله (cm) بین الکترودها نسبت معکوس دارد و مسئول نفوذپذیری برگشت‌پذیر/غیرقابل برگشت غشای حجروی است. در این مورد، مطمئناً

یک جریان برقی در سطح مقطع محصول ایجاد می‌شود، اگرچه این اثر اصلی نیست. از نظر پارامترهای پروسس، (PEF) با جریان‌های ولتاژ بالا با مدت زمان در محدوده‌ی میکروثانیه تا ملی ثانیه برای تولید میدان‌های برقی با قدرت‌های مختلف نظریه هدف خاص استفاده می‌شود (۹، ۱۰).

بنابراین، توجه به پیچیدگی ساختار و اندازه‌ی یک حجره ماهیچه اسکلتی در مقایسه با یک حجره میکروبی یا گیاهی مهم پنداشته شده است؛ چون‌که پروسس تبدیل ماهیچه به گوشت و هم‌چنین تنوع بالقوه در مواد خام بیشتر است. هدف کاربرد (PEF) در گوشت و محصولات گوشتی تمرکز بالای قطع ساختار حجروی برای تأثیرگذاری بر رسیدگی و افزایش انتقال عظیم برای (الف) تسریع حذف آب در طول خشک شدن، (ب) تسریع در جذب محتوا مانند عوامل پخت، ادویه‌ها و تقویت‌کننده‌های طعم، (ج) افزایش انتشار مالیکولی در عوامل اتصال‌ی آب (Water-binding) برای اصلاح ویژگی‌های اتصال آب است. اگر (PEF) روی گوشت اعمال شود و جریان میدان برقی از میزان بحرانی فراتر رود، می‌تواند بر فایبرهای عضلانی تأثیر بگذارد و در نتیجه باعث بهتر شدن کیفیت ویژگی‌های کاربردی گوشت؛ مانند تردی، رنگ و ظرفیت نگهداری آب شود (۱۰).

جدول ۳: خلاصه‌ی اطلاعات جدید از تحقیقات منتشر شده در مورد کاربرد (PEF) در گوشت و محصولات گوشتی (۲)

عضله	قوه میدان برقی (kV/cm)	تعداد جریان	وسعت جریان	دفعات (Hz)	انرژی (kJ/kg)	حرارت (°C)
سینه مرغ	۱،۳۶	۴۰	۲	م ن	م ن	اطاق
ماهیچه دست گاو	۳،۵	۱۰۰	م ن	۲۰	م ن	م ن
شانه و ران خوک	۵۰۰،۵	بالاتر از ۱۱۱۱۱	۱۰-۴۰۰	متفاوت	۱-۲۵	م ن
سینه مرغ	۱۵-۳،۷۵	۵۰-۱۵۰	۱۰	۵	م ن	۴
لگن خاصره	۲،۸-۱،۱	۱۵۲-۳۰۰	۲۰	۵-۲۰۰	۱۲،۷-۲۲۵،۸	۴
کمر و ماهیچه ران	۰،۵۶-۰،۲۷	بالاتر از ۲۷۲۶	۲۰	۲۰-۹۰	بالاتر از ۷۳،۲	م ن
بالای کمر (بین کمر و گردن)	۰،۵۶-۰،۲	۳۰-۱۵۲۸	۲۰	۱-۵۰	۰،۰۵-۳۴،۳۳	۴
لگن خاصره	۱،۴	۱۰۳۲	۲۰	۵۰	۲۵۰	۴
بالای کمر (بین کمر و گردن) خوک	۲،۳-۱،۲	۱۵۰-۳۰۰	۲۰	۱۰۰-۲۰۰	م ن	۴
بالای کمر (بین کمر و گردن) گاو	۱،۴	۳۰۰-۶۰۰	۲۰	۱۰	۲۵-۵۰	۴
سینه خام و منجمد فیلمرغ	۱،۱-۳	۱۰۰-۳۰۰	۲۰	۵-۱۱۰	۱۱-۱۹۴	۴ و ۱۸-
کمر و ماهیچه ران گاو	۵-۱۰	م ن	م ن	۲۰-۹۰	م ن	م ن
کمر و ماهیچه ران گاو	۰،۲۸-۰،۵۶	۶۰۷-۲۷۲۴	۲۰	۲۰-۹۰	۳،۲-۷۰،۱	۲۴
کمر گاو	۰،۵۸-۰،۷۳	م ن	۲۰	۹۰	۱۶،۲-۱۹،۳	م ن
کمر و ماهیچه ران گاو	۰،۵۰-۰،۵۸	مجموعه	۲۰	۹۰	م ن	م ن
کمر و ماهیچه ران گاو	۰،۳۲-۰،۴۸	درمان‌های	۲۰	۹۰	۱۷،۵-۷۰،۸	م ن

PEF

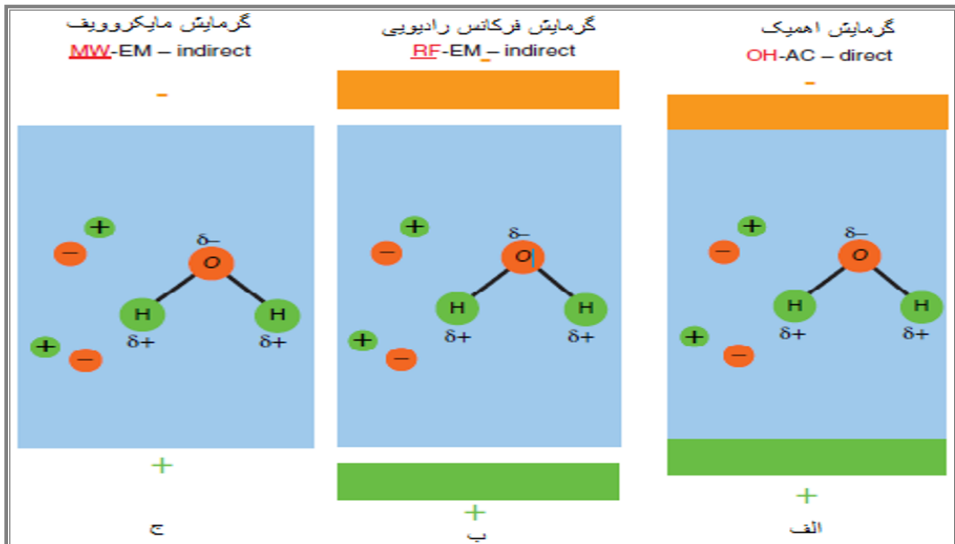
*م ن (مشخص نشده)

پروسس حرارتي برقي گوشت

گرمايش اهميک (Ohmic Heating)، گرمايش مايکروويف (Microwave) و گرمايش فرکانس راديويي (Radio Frequency) تکنالوژي هاي پروسس برقي هستند که حرکت قابل توجهی را در سطح میکروماليکولي بک مادهی غذایی القا می کنند و اثر قاطع آن تولید حرارت ناشی از اصطکاک است. بررسی تحقیقات علمی کنونی و نشریه ۱۸۳۸م نشان می دهد که به ترتیب ۳،۲٪، ۱۲،۶٪ و ۸۴،۲٪ از این انتشارات مربوط به (OH)، (RF) و (MW) تکنالوژي هاي گوشت است. از نظر تعداد انتشارات در سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۷۳، برای گرمايش ميگاوات تقريباً ۱۰-۲۰ نشریه وجود داشت. ولی این تعداد از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۷ و نیز از این سال به بعد به طور چشم گیری به ۹۰-۱۱۰ نشریه در سال افزایش یافته است که هریک اهمیت این تکنالوژي را بیان می کند (۲).

ميکانيزم هاي گرمايشي

(OH) اصطلاحی است که برای توصیف گرمايش مستقيم مقاومت برقي محصولات غذایی استفاده می شود درحالی که گرمايش (MW) و (RF) شامل تبدیل انرژی برقي به شعاع الکترومقناطیسی است که به نوبه ی خود با محصول تعامل می کند و منجر به تولید حرارت می شود. شکل (۲) تفاوت بین این تکنالوژي ها را نشان می دهد که در سه مستطیل پایین برای محصولات گوشتی نمایش داده شده است و سه نکته ی اصلی در مورد این نمودار به شرح زیر است:



شکل ۲: تصویری از تفاوت های کاربردی بین گرمايش اهميک، فرکانس راديويي و مايکروويف (۲)

(الف) فرکانس ۵۰-۲۵۰۰۰ Hz (کم ترین). (ب) فرکانس ۴۰،۷-۱۳،۶ MHz (متوسط). (ج) فرکانس ۸۹۶-۲۴۵۰ MHz (بالا ترین).
EM (Electromagnetic waves) امواج الکترومقناطیسی و AC (Alternating current) جریان متناوب را نشان می دهند.

محصول شکل (۲ الف) به صورت اهمیک گرم می شود. محصول شکل (۲ ب) توسط تابش (RF) گرم می شود در حالی که محصول در شکل (۲ ج) توسط تابش (MW) گرم می شود (۲).

(OH) شامل عبور جریان برقی از یک محصول غذایی است (بنابراین، تماس مستقیم الکتروود و محصول ضروری است یا محصول باید در بسته بندی مناسب هادی برق بسته بندی شود تا جریان به ماده ی غذایی عبور کند). در شعاع (RF) و (MW)، انرژی برقی به شعاع الکترومقناطیسی تبدیل می شود. این شعاع به نوبه ی خود از طریق یک جفت الکتروود که محصول را لمس نمی کنند، در گرمایش (RF) یا از طریق یک حفره ی کوره در گرمایش (MW) به محصول اعمال می شود و گرمایش (RF) و (MW) می توانند به بسته بندی نفوذ کنند. هر سه تکنالوژی میدان های برقی با نواحی مثبت و منفی را تولید می کنند که آیون های جدا شده و نواحی چارچ دار دو قطبی را جذب/دفع می کنند. این اصطکاک ناشی از حرکت دو قطبی ها و یا آیون ها است که منجر به تولید حرارت می شود (۲).

۱. گرمایش اهمیک

میکانیزم های اصلی غیرفعال سازی میکروبی در گرمایش اهمیک ماهیت حرارتی این تکنالوژی است که در نتیجه ی یک میکانیزم تقسیم برقی (Electroporation) خفیف در جریان گرمایش اهمیک رخ می دهد و دلیل اصلی تأثیر درمان اهمیک فرکانس پایین آن (۵۰-۶۰ هرتز) می باشد که به دیوارهای حجروی باکتری نفوذ کرده و باعث تشکل منافذ می گردند (۱۳).

گرمایش اهمیک اصطلاحی است که برای توصیف گرمایش مستقیم با مقاومت برقی محصولات غذایی استفاده می شود. این یک تکنالوژی است که جایزه دست آورد صنعتی مؤسسه تکنالوژی های غذایی ایالات متحده را در سال ۱۹۹۶ دریافت کرد و موضوعی است که بسیاری از مقالات مروری و محبوب در مورد آن منتشر شده اند. کاربردهایی که برای گرمایش اهمیک پیشنهاد شده اند، عبارتند از: استریل کردن محصولات یک فاز و چندفازی، پاستورایزیشن، افزایش محصول تولیدی، پیش درمان برای افزایش سرعت خشک شدن، غیرفعال سازی انزایم، ذوب، آشپزی و غیره (۱۱).

گرمایش اهمیک در صنایع غذایی شامل استفاده از انرژی برقی برای گرم کردن مواد غذایی به عنوان یک روش نگهداری است که به نوبه ی خود می تواند برای غیرفعال کردن میکروبی یا چندین پروسه ی دیگر؛ مانند پاستورایزیشن، استخراج، آب گیری و ذوب یخ زدگی استفاده شود (۱۳).

پاستورایزیشن گوشت و محصولات گوشتی یک بخش عمده ی گرمایش اهمیک است. به طور سنتی یا پاستورایزیشن تجاری محصولات گوشتی در یک ظرف مناسب (یعنی شیشه، فلز یا پلاستیک) قرار گرفته، سپس در آب داغ غوطه ور شده یا در اجاق بخار قرار می گیرد. در هر دوی این نوع پروسس حرارت از طریق هادی از سطح بیرونی محصول به داخل آن منتقل می شود که در نتیجه می تواند منجر به

گرم شدن بیش از حد نواحی بیرونی محصول در حین انتظار برای رسیدن فضای داخلی به حرارت مناسب شود که به نوبه‌ی خود می‌تواند کیفیت و ارزش غذایی محصول را کاهش دهد. ولی در مقابل گرمایش اهمیک به صورت حجمی اتفاق می‌افتد که از نظر تئوری به این معنی است که تمام قسمت‌های محصول کم و بیش هم‌زمان و با سرعت یک‌سان گرم می‌شوند. این امر تا حد زیادی از گرم شدن بیش از حد در نواحی بیرونی محصول جلوگیری می‌کند و به‌طور بالقوه می‌تواند کیفیت و ارزش غذایی محصول را افزایش دهد و در عین حال زمان پخت را کاهش دهد. این به نوبه‌ی خود می‌تواند منجر به تولید محصولات با کیفیت تغذیه‌یی و بهبود یافته شود (۱۴).

۲. گرمایش مایکروویف

گرمایش با فرکانس بالا به‌حیث پروسس حرارتی در نظر گرفته می‌شود که باعث نوسان در مالیکول‌های آب، اصطکاک و تولید حرارت می‌شود. کاربرد مایکروویف با فرکانس $40,6\text{MHz}$ ، 433MHz ، 915MHz ، 2450MHz و 5800MHz در محصول مجاز است. شعاع میکانیزمی برای گرم کردن گوشت توسط انرژی الکترومقناتیسی است (۱۴).

جذب انرژی مایکروویف می‌تواند حرارت غذاها را به سرعت افزایش دهد، میکروارگانیزم‌ها را غیرفعال کند و پاستورایز یا تعقیم را انجام دهد. مطالعات نیز نشان داده اند که اثر حرارتی در از بین بردن میکروارگانیزم‌ها ضروری است. اثرات این تکنالوژی بالای میکروارگانیزم‌ها شامل: اثر حرارتی بالای میکروارگانیزم‌ها، پارگی غشای حجره و پارچه نمودن حجات به‌دلیل جذب انرژی الکترومقناتیسی اند (۱۵).

وقتی الکترون‌های اتوم از حالت انرژی بالاتر به حالت پایین‌تر حرکت می‌کنند، انرژی را به صورت امواج ارسال می‌کنند که این امواج دارای سطح انرژی و فرکانس یک‌سان نیستند. تشعشعات الکترومقناتیسی با انرژی کم‌تر (مایکروویف، رادیو) به‌صورت امواج بسیار طولانی با فرکانس‌های بین 300MHz تا 300GHz رخ می‌دهد و برخلاف تشعشعات گاما و ایکس، انرژی غیرآیونایز (MW) برای حرکت اتوم‌های یک مالیکول کافی است؛ اما نمی‌تواند مرزهای کیمیایی آن را تغییر دهد. هم‌چنین (MW) اساساً با سرعت امواج نور حرکت می‌کنند (۱۶).

براساس گزارشات اخیر باکتری‌های ذیل توسط گرمایش مایکروویف غیرفعال می‌شوند: باسیلوس سرئوس، کمپیلوباکتر جیجونی، کلاستریدیوم پرفرنجنس، اش‌ریشیا کولای، انتروکوک، لیستریا مونوسیتوجنز، استافیلوکوکوس اورئوس و سالمونیل (۱۵).

۳. گرمایش فرکانس رادیویی

گرمایش فرکانس رادیویی (RF) یک تکنالوژی پیشرفته و نوظهور برای کاربرد مواد غذایی به دلیل عمق نفوذ بالاتر، توزیع حرارت و پایین بودن مصرف انرژی آن است. به همین دلیل، (RF) برای تعقیم کردن، پاستوریز کردن و ضد عفونی کردن مواد غذایی وارد صنایع غذایی شده است (۱۶).

گرمایش فرکانس رادیویی از جمله روش‌های جدید کاربردی جهت پاستوریزیشن و تعقیم کردن گوشت است که با ایجاد حرارت بلند میکروارگانیسم‌ها را غیرفعال ساخته و از بین می‌برد. فعالیت میکروب‌ها توسط کنترل حرارت به درجات متفاوت می‌تواند پیش‌گیری شود که مفیدترین و قدرت‌مندترین روش برای محافظت از گوشت و محصولات گوشتی است. از جمله روش‌های حرارتی ملایم؛ مانند پاستوریز کردن می‌توانند برای غیرفعال کردن بیشتر میکروارگانیسم‌ها بدون ایجاد تلفات قابل توجه در خواص ارگانولپتیک و مواد مغذی گوشت اعمال شوند. برای انجام کشتندگی تمام میکروب‌ها، عملیات حرارتی تعقیم کردن در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای غیرفعال کردن تک-تک حجرات رویشی، از جمله میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به‌کار می‌رود (۱۷).

حرارت فرکانس رادیویی از طریق ترکیبی از گرمایش دوقطبی و حرارت مقاومت برقی حاصل از حرکت آیون‌های محلول موجود در غذا ایجاد می‌شود. قراری که در جدول (۴) نوع کاربرد گرمایش فرکانس رادیویی ذکر شده است (۱۸).

میکانیزم گرمایش فرکانس رادیویی طوری است که مالیکول‌های درون یک محصول قرار داده شده در یک محیط (RF) خود را در پاسخ به واکنش اعمال شده مجدداً جهت‌گیری می‌کنند (۲۷ میلیون بار در ثانیه در ۲۷MHz). این پاسخ در اثر گرمایش حجمی، اصطکاک بین مالیکول‌ها در تمام محصول ایجاد می‌کند. بنابراین، به‌طور انتخابی فقط محصول را گرم می‌کند و هوا یا تجهیزات اطراف آن گرم نمی‌شود (۱۹).

جدول ۴: انتشارات پس از سال ۲۰۰۳، ارائه ویژه‌گی دای‌الکتریک فرکانس‌های رادیویی در محصولات گوشتی (۱۸)

نوع محصول	فرکانس (MHz)	حرارت (°C)
گوشت ماهی	۰.۰۱-۱۲۰	۷۰-۹۰
ماهیچه‌های گوشت گاو	۲۷.۱۴	۵-۹۰
گوشت سینه مرغ	۲۷.۱۲	۷۴

* (MHz) میگاهرتز

نتیجه‌گیری

روش‌های سنتی پروسس گوشت معمولاً توام با ضایعات و تغییرات کیفی در گوشت است. لذا برای رفع این معضلات تکنالوژی‌های جدید با کارآیی‌های بیشتر و ویژگی‌های منحصر به‌خود ایجاد و پیشرفت داده شده است تا محصول با کیفیت بهتر و زمان بیشتر نگهداری شده بتواند و هم‌چنان انرژی کم‌تر مصرف شود.

۱. تحریک برقی (ES) گوشت یک تکنالوژی اساسی در پروسس گوشت است.
۲. گرمایش مایکروویف (MW) و گرمایش فرکانس رادیویی (RF)، برنامه‌های تجاری موفق بوده که جهت یخ‌زدایی، گرم‌سازی و پخت در گوشت انجام می‌شوند.
۳. پروسس جریان میدان برقی گوشت (PEF) از نظر انرژی برای تردی، تسریع خشک کردن و جلوگیری از فساد گوشت به‌کار می‌رود.
۴. گرمایش اهمیک (OH) از جمله تکنالوژی‌های است که احتمالاً کاربردهای بیشتری را در آینده جهت پروسس حرارتی گوشت خواهد داشت؛ زیرا هزینه‌ی کم‌تری دارد و انرژی مؤثر بیشتری نظریه تکنالوژی‌های مایکروویف و فرکانس رادیویی دارد.

- (1) Pal, M. and Dervani, M. Application of Various Techniques for Meat Preservation. *Journal of Experimental Food Chemistry*. 2018; 2-6.
- (2) Cummins, E.J. and Lyng, J. Electroprocessing of Meat and Meat Products. *Emerging Technologies in Meat Processing*. 2017; 103-104, 107-108, 111-113.
- (3) McCarthy, D.B. *Meat and Meat processing*. Nova science publishers. 2017; 133, 145.
- (4) Hallund, O. and Bendall, J.R. Long-term effect of electrical stimulation on post mortem fall of pH in muscles of landrace pigs. *Journal of Food Science*. 1965; 30, 296.
- (5) Hwang, I.H., Devine, C.E. and Hopkins, D.L. The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. *Meat Science*. 2003; 65, 677–691.
- (6) Simmons, N.J., Daly, C.C., Cummings, T.L. et al. reassessing the principles of electrical stimulation. *Meat Science*. 2008; 80, 110–122.
- (7) Pearce, K.L., Hopkins, D.L., Williams, A. et al. Alternating frequency to increase the response to stimulation from medium voltage electrical stimulation and the effect on objective meat quality. *Meat Science*. 2009; 81, 188–195.
- (8) Devine, C.E., Hopkins, D.L., Hwang, I.H. et al. Electrical stimulation, in *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2nd edn (eds M. Dikeman and C. Devine), Academic Press, Elsevier, USA,. 2014; pp. 486–496.
- (9) Alahakoon, A.U., Faridnia, F., Bremer, P.J., Silcock, P. and Oey, I. Pulsed Electric Fields Effects on Meat Tissue Quality and Functionality. *Handbook of Electroporation*. 2016;p. 2.
- (10) Faridnia, F., Bekhit, A.E.D., Niven, B. and Oey, I. Impact of pulsed electric fields and post-mortem vacuum ageing on beef longissimus thoracis muscles. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014; 49, 2339–2347.
- (11) Syed, Q.A., Ishaq, A., Rahman, U. and Shukat, R. Pulsed electric field technology in food preservation: a review. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 2017; 168-172.
- (12) Gomez, B., Munekata, P.E., Gavahian, M., Barba, F.J., Martiquijal, F.J., Bolumar, T., et al. Application of pulsed electric fields in meat and fish processing industries. *Food Research International*. 2019; 95-105.
- (13) Mitelut, A., Popa, M., Geicu, M., et al. Ohmic treatment for microbial inhibition in meat and meat products. *Journal of Romanian Biotechnological Letters*. 2011; 149-152.
- (14) Lyng, J. and McKenna, B. Ohmic pasteurization of Meat and Meat products. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery*. 2007; 553.
- (15) Valsechi, O.A., Horii, J. and Angelis, D., THE EFFECT OF MICROWAVES ON MICROORGANISMS. *Journal of Research gate*. 2020; 399-404.
- (16) Yarmand, M.S. and Homayouni, A. Microwave Processing of Meat. *Journal of Research Gate*. 2014; 107-134.
- (17) Rebezov, M., Chughtai, M.F., Mehmood. T., et al. Novel Techniques for Microbiological Safety in Meat and Fish Industries. *Journal of MDPI*. 2021; 1-21.
- (18) Jojo, S. and Mahendran, R. Radio Frequency Heating and Its Application in Food Processing. *International Journal of Current Agricultural Research*. 2013; Vol. 1, No. 9, PP. 042-046.
- (19) Lyng, J.G., Cronin, D.A., Zell, M. and Morgan D.J. Electro-heating of meat and meat products: ohmic and radiofrequency applications. *ICoMST Proceedings*, Copenhagen. 2009; 03.



مطالعه فکتورهای تأثیرگذار در به میان آمدن بیماری‌های متابولیک در گاوها

پوهنثار غلام حیدر الفت

دپارتمنت کلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل آدرس: gh.olfat123@gmail.com

چکیده

اختلالات متابولیک گاو، گروهی از بیماری‌ها اند که بلافاصله پس از زایمان، گاوهای شیری را مبتلا می‌کنند. گاوهای شیری برای تولیدات مطلوب به مواد معدنی در جیره‌ی غذایی خود نیاز دارند که این‌ها از خوراک و علوفه به دست می‌آیند. اخذ مواد معدنی از طریق غذا و آب باید متعادل با دفع آن‌ها از طریق مدفوع، ادرار و شیر باشد تا سلامت حیوان حفظ شود. اگر دفع مواد معدنی بیش از اخذ آن باشد، حیوانات نیازهای عادی خود را با استفاده از ذخایر بدن برای مدت کوتاه‌تری برآورده می‌کنند. اما عدم تعادل مداوم آن به بیماری‌های متابولیک تبدیل می‌شود. هدف این مطالعه، مروری بر فکتورهای متعددی مانند نسل، سن، فصل، محیط و وضعیت بدنی حیوان است که در بمیان آمدن بیماری‌های متابولیک نقش دارند. شناخت این عوامل می‌تواند امکان تدبیر را برای کاهش بروز بیماری‌ها فراهم کند.

اصطلاحات کلیدی: فکتور؛ بیماری؛ متابولیک؛ گاو؛ مواد معدنی

Studying the Influencing Factors in the Occurrence of Metabolic Diseases in Cows

Jr. Teaching Asstt. Ghulam Haidar Olfat

Department of Clinic, Faculty of Veterinary sciences, Kabul University, Kabul,
Afghanistan

Email: gh.olfat123@gmail.com

Abstract

Metabolic disorders of cattle are a group of diseases that affect dairy cows immediately after parturition. Dairy cattle require minerals in their diet for optimal productivity. These are derived from the feed and fodder. The input of minerals through feed and water must balance their output through feces, urine and milk to maintain the animal's health. If the output exceeds input, the animals meet out their normal requirements by mobilization from its body reserves for a shorter period. But continuous imbalances develop into productivity related problems. The aim of this study is to review several factors such as Breed, Age, Season, Environment and Body condition of the animal that play a role in the occurrence of metabolic diseases.

Keywords: Factor; Disease; Metabolic; Cattle; Minerals

مقدمه

بیماری‌های متابولیک آن دسته از بیماری‌هایی اند که حیوانات اهلی را مصاب می‌نمایند و به دلیل اختلال در متابولیسم بلع، هضم یا جذب بدن رخ می‌دهند. یا بیماری‌هایی اند که به عدم تعادل بین میزان اخذ مواد مغذی غذایی و تولید نسبت داده می‌شوند.

متابولیسم مجموع تمام پروسه‌های فیزیکی، کیمیایی و متابولیکی است که در یک حجره یا ارگانیسم زنده مربوط به جذب، تجزیه یا سنتز مالیکول‌های عضوی ضروری در بدن، اتفاق می‌افتد. اصطلاحات مترادف مختلفی برای توصیف اختلالات متابولیک در انسان یا حیوانات مانند بیماری‌های متابولیک، اختلالات متابولیک، بیماری‌های تولید استفاده شده است. دانشمندان علوم حیوانی و وترنران اصطلاح بیماری‌ها یا اختلالات متابولیک را به جای یک‌دیگر برای نشان دادن گروهی از بیماری‌ها به کار می‌برند که با اختلال در یک یا چند متابولیت پلازما مانند اجسام کیتون، کلسیم یا اسیدهای شحمی غیر ایستری مشخص می‌شوند.

پروسه متابولیک با آزادسازی انواع متابولیت‌ها مرتبط هستند که یا به‌عنوان بلوک‌های ساختمانی استفاده می‌شوند یا تجزیه شده و به‌عنوان مواد زائد از بدن دفع می‌شوند. در طول متابولیسم، حجرات، اعضا، سیستم‌ها یا کل ارگانیسم انرژی را از مواد مغذی استخراج و از آن برای عمل‌کرد طبیعی بدن استفاده می‌کنند. بنابراین، متابولیسم شامل تمام پروسه‌های متابولیکی است که حیات و عمل‌کرد طبیعی ارگانیسم را ممکن می‌سازد. اختلال در عملکرد هر یک از پروسه‌های متابولیک با عملکرد نادرست بخش‌های جداگانه یا کل ارگانیسم همراه است. اختلال در یک یا چند پروسه متابولیک مربوط به تنظیم متابولیت خاصی در مایعات بدن، به‌عنوان بیماری یا اختلال متابولیک شناخته می‌شود. اختلالات متابولیک گاو گروهی از بیماری‌ها اند که بلافاصله پس از زایمان گاوهای شیری را مبتلا می‌کنند. چندین اختلال متابولیک در گاوهای شیری در ماه اول پس از زایمان شناسایی شده است که شایع‌ترین آن‌ها به شرح زیر است: (۱) اسیدوز تحت حاد و حاد شکمبه، (۲) لنگش، (۳) کیتوز، (۴) لپیدوزیس، (۵) شیردان بی‌جا شده به چپ (Left Displaced Abomasum (LDA)، (۶) تب شیری، (۷) سندروم زمین‌گیری گاو، (۸) جفت مانده‌گی پلاستا، (۹) آبسه جگر، (۱۰) التهاب رحم، (۱۱) التهاب پستان و (۱۲) نفخ.

علت نامیده شدن این بیماری‌ها به اختلالات متابولیک، مربوط به این است که با اختلال یک یا چند متابولیت خون در گاوهای بیمار همراه است. به‌عنوان مثال، کیتوز با اجسام کتون تقویت شده است. مثلاً: بی‌تایدروکسی بوتیریک اسید {Beta-Hydroxy Butyric Acid (BHBA)} در خون همراه است.

لیپیدوزیس با افزایش اسیدهای شحمی غیر ایستری (Nonesterified Fatty Acids(NEFA) و تجمع آن‌ها در جگر مرتبط است. اسیدوز با افزایش تولید اسیدهای عضوی (مانند اسیدهای استیک، پروپیونیک و بوتیریک) در شکمبه و PH پایین شکمبه همراه است و تب شیری با کاهش کلسیم خون همراه است. هنوز متابولیت خونی برای برخی از اختلالات متابولیک مانند سندروم زمین‌گیری گاو، LDA، التهاب رحم، التهاب پستان، لنگش، جفت‌ماندگی پلاستا یا نفخ شناسایی نشده است.

جالب‌ترین مشاهدات در مورد بروز اختلالات متابولیک این است که آن‌ها به شدت با یک‌دیگر وابسته هستند. به‌عنوان مثال، گاوهای مبتلا به تب شیر، بیشتر مستعد ابتلا به التهاب پستان، جفت‌مانده‌گی پلاستا، التهاب رحم، LDA، سخت‌زایی، ادیمای پستان و کیتوز اند. گاوهای مبتلا به اسیدوز بیشتر مستعد ابتلا به لنگش، LDA، تب شیری، التهاب پستان و لیپیدوزیس هستند. آن دسته از حیواناتی که تحت تأثیر جفت‌مانده‌گی پلاستا قرار می‌گیرند، بیشتر مستعد ابتلا به التهاب رحم، LDA و کیتوز هستند. کیتوز و لیپیدوزیس یافته‌های رایج در گاوهای مبتلا به تب شیری، التهاب پستان، لنگش، LDA، التهاب رحم، جفت‌مانده‌گی پلاستا و ادیمای پستان اند. اگرچه این وابستگی‌ها از سالیان متمادی توسط دانشمندان شناخته شده است؛ اما دلیل این وابستگی‌ها به خوبی درک نشده است. یک حدس و گمان این است که ممکن یک عامل مشترک سبب شود تا اختلالات متابولیک به وجود بیایند. بنابراین، دانشمندان در جستجوی شناسایی چنین عامل شایع اختلالات متابولیک هستند. با این حال تا کنون هیچ عاملی شناسایی نشده است. تیم دکتر آمیتاج در پوهنتون آلبرتا با جدیت برای شناسایی چنین عامل مشترکی کار کردند. نتایج اولیه نشان می‌دهد که تغذیه با رژیم‌های غذایی پر غلات ممکن محرک اولیه باشد که پروسه‌های متابولیکی متعدد را مختل کرده و به‌عنوان اختلالات متابولیکی وابسته به‌هم ظاهر شوند (۱).

تب شیری

گذر از اواخر بارداری به اوایل شیردهی یک دوره‌ی خطر قابل توجه برای اختلالات متابولیک در گاو شیری است. خطر ابتلا به تب شیری (Milk Fever; MF) در این دوره به ویژه هنگام زایمان، زمانی که کلسیم خون به غلظت‌های غیرطبیعی کاهش می‌یابد، بسیار زیاد است. نظربه شدت این کاهش، هیپوکلسمی می‌تواند تحت کلینیکی (به‌عنوان مثال، بدون علائم کلینیکی واضح) یا کلینیکی (زمانی که کلسیم خون برای حمایت از عمل‌کرد عصب و عضله کافی نباشد)، واقع شود. کاهش کلسیم خون اغلب منجر به تب شیری می‌شود که به‌دلیل بیشتر خوابیدن حیوان در این حالت من حیث فلج زایمان نیز شناخته می‌شود. هنگامی که غلظت مجموعی کلسیم خون کم‌تر از ۲ میلی مول در لیتر باشد، گاوها را

به عنوان مبتلا به هیپوکلسمی تحت کلینیکی طبقه بندی می کنند. اگر غلظت مجموعی کلسیم کم تر از ۱,۴ میلی مول در لیتر باشد، معمولاً هیپوکلسمی کلینیکی است. تب شیری برای اولین بار در سال ۱۷۹۳ در آلمان گزارش شد (۲).

گاوهای شیری که فله (حاوی ۱,۷ تا ۲,۳ گرم کلسیم در هر کیلوگرام) یا شیر (حاوی ۱,۲ گرم کلسیم در هر کیلوگرام) تولید می کنند، معمولاً در اوایل شیردهی روزانه ۲۰ تا ۳۰ گرم کلسیم ترشح می کنند. به زبان ساده، هیپوکلسمی و تب شیری زمانی اتفاق می افتد که گاو کلسیم کافی را از استخوان ها و رژیم غذایی خود برای جایگزینی کلسیم از دست رفته به شیر و هم چنین تأمین کلسیم مورد نیاز برای نگهداری (۱۰ تا ۱۲ گرم کلسیم جذب شده در روز) دریافت نمی کند. دلیل پذیرفته شده این اتفاق این بود که رژیم غذایی با کلسیم بالا که قبل از زایمان به گاو داده می شود، گاو را در وضعیت تعادل مثبت کلسیم قرار می دهد که فعالیت غده پاراتایروئید را متوقف نموده و باعث می شود تا زمانی که شروع شیردهی، گاو را در تعادل منفی کلسیم قرار می دهد، عکس العمل نشان ندهد. با این حال، در سال های اخیر کشف شده است که کلسیم زیاد در رژیم غذایی این اثر را ندارد و در بیشتر موارد ترشح پاراتایروئید هورمون در این حیوانات کاملاً کافی است. به هر حال، مؤثریت پاراتایروئید هورمون ترشح شده یک مسأله اصلی به نظر می رسد (۳).

هیپوکلسمی زمانی رخ می دهد که میکانیسم های پیچیده ی حیوان شیری برای حفظ هیموستاز کلسیم در جریان خروج ناگهانی و شدید کلسیم از بین می رود. هیموستاز کلسیم را می توان تحت تأثیر سه عامل اصلی قرار داد.

۱. از دست دادن بیش از حد کلسیم در فله اضافه از ظرفیت جذب از روده و تحرک از استخوان برای جایگزینی آن.

۲. اختلال در جذب کلسیم از روده در هنگام زایمان.

۳. انتقال ناکافی کلسیم از ذخیره در اسکلت که می تواند به دلیل نارسایی غده پاراتایروئید ایجاد شود، زیرا غده در دوره ی خشک نسبتاً ساکن است.

عواملی که در بروز تب شیری نقش دارند و بر بروز و شدت آن تأثیر می گذارند، عبارتند از: سن، مرحله ی شیردهی و باروری، وضعیت بدن و ترکیب رژیم غذایی، نژاد و طول دوره ی خشکی است.

بنابر گزارش برنارد و همکاران، گاوهای جرسی و هلشتاین که بیش از ۶۱۱۴ لیتر و ۹۱۴۹ لیتر در هر ۳۰۵ روز شیردهی تولید می کنند، به ترتیب در مقایسه با گاوهایی که کم تر از ۶۱۱۴ و ۹۱۴۹ لیتر در هر

۳۰۵ روز شیردهی تولید می‌کنند، به‌طور قابل‌توجهی بروز تب شیری بالاتری داشتند. آبراو نشان داد که شیوع تب شیری در گاوهایی که بیش از ۲۵ لیتر شیر در روز تولید می‌کنند، بیشتر است.

سن گاو: خطر ابتلای گاو به تب شیری با بلند رفتن سن، افزایش می‌یابد. از سومین دوره شیردهی به بعد، گاوهای شیری شیر بیشتری تولید می‌کنند و در نتیجه نیاز به کلسیم بیشتری دارند. علاوه بر این، افزایش سن باعث اختلال در متابولیسم کلسیم می‌شود. به‌عنوان مثال، گیرنده‌های ویتامین D استخوان و روده با افزایش سن کاهش می‌یابد. بنابراین، هیپوکالسمی مربوط به سن است و بیشتر در گاوها از زایمان سوم تا هفتم مشخص است (۴).

با افزایش سن حیوانات، تعداد حجرات استخوانی فعال کاهش می‌یابد. غناجی‌ها که هنوز در حال رشد هستند به ندرت مشکل هیپوکالسمی دارند. تعداد کم‌تر استئوبلاست‌های فعال به معنای حجرات کم‌تری است که به پاراتایروئید هورمون پاسخ می‌دهند و سبب تراکم کلسیم در استخوان می‌شوند.

نژاد گاو: نژادهای خاصی از گاوهای شیری نسبت به سایر نژادها حساسیت بیشتری نسبت به تب شیری دارند. به‌طور خاص، افزایش بروز آن در گاوهای شیری پرتولید مانند؛ جرسی و گرنزی نسبت به نژاد هلشتاین و براون سوئیس زیادتر است. این ممکن است به دلیل تولید شیر بالاتر در واحد وزن بدن در مستعدترین نژادها باشد. علاوه بر این، دلیل مهم دیگر حساسیت بیشتر به تب شیری، تعداد کم‌تر گیرنده‌های روده‌یی برای $1, 25-D$ دی‌هیدروکسی ویتامین D3 است که مسئول جذب کلسیم روده‌یی و جذب کلسیم استخوان است (۳).

وضعیت بدن

نمره وضعیت بدن یا (Body Condition Score; BCS) عامل مهمی است که بر بالای مصرف ماده خشک در گاوهای شیری پر محصول تأثیر می‌گذارد. گاوهای مبتلا به چاقی ($BCS > 4$) ماده خشک کم‌تری مصرف می‌کنند (حدود ۱,۶۸ درصد وزن زنده). با این حال، گاوها در حالت نورمال ($3 < BCS < 4$) و در حالت ضعیف ($BCS < 3$) مصرف ماده خشک معادل (۱,۸۴ درصد وزن زنده) خود داشتند.

مقادیر BCS مربوطه در سیستم تغذیه به شرح زیر است: نمره ۱- لاغرترین، نمره ۱,۵- لاغرتر، نمره ۲- لاغر، نمره ۲,۵- خوب، نمره ۳- خوب‌تر، نمره ۳,۵- خوب‌ترین، نمره ۴- چاق، نمره ۴,۵- چاق‌تر، نمره ۵- چاق‌ترین.

کاهش یک امتیازی در BCS پس از زایمان برابر است با ۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم کاهش وزن زنده. ۵۵۰ کیلوگرم شیر می‌تواند با کاهش ۱ امتیازی در BCS تولید شود. برای به دست آوردن یک امتیاز افزایش در BCS، یک گاو باید ۲۷۰ کیلوگرم خوراک مصرف کند. افزایش و کاهش یک امتیازی BCS به معنای افزایش یا کاهش ۵۶ کیلوگرمی وزن بدن است، در حالی که هر یک امتیاز افزایش در BCS سطح چربی بدن را ۱۲،۶۵ درصد افزایش می‌دهد (۵).

BCS بیش از حد قبل از زایمان به‌عنوان یک عامل خطر برای ایجاد مشکلات متابولیک شناخته شده است. بروز تب شیری نیز در گاوهایی با BCS بالاتر افزایش می‌یابد که احتمالاً به دلیل کاهش مصرف کلسیم است. گاوهایی با $BCS \geq 3.00$ در زمان خشکی نسبت به گاوهای ≤ 3.25 تمایل کم‌تری برای تب شیری دارند. هم‌چنین دریافتند که گاوهایی با BCS بالاتر از ۲،۵ در هنگام زایمان خطر ابتلا به تب شیر را افزایش می‌دهند. ایجاد تب شیری در گاوهایی که بیش از حد چاق شده‌اند، ممکن به دلیل کاهش (Dry Matter Intake DMI) باشد، در عین حال کاهش دریافت کلسیم در نتیجه به هیپوکلسمی در هنگام زایمان منجر می‌شود (۴).

طی مطالعه‌ی نشان داده شده است که گاوهای با BCS بالا (تعریف شده به‌عنوان ۴ یا بالاتر در مقیاس ۵ امتیازی) ۳،۳ برابر بیشتر از گاوهای با BCS بین ۲ تا ۴ در مقیاس پنج درجه‌یی در معرض خطر ابتلا به تب شیر است. نویسندگان اشاره می‌کنند که مهم است که گاوها در زمان خشکی با BCS ۳،۲۵ یا کم‌تر (از مقیاس ۵ امتیازی) خشک شوند تا از تب شیری جلوگیری شود (۳).

محیط و فصل سال

روش و بری (۲۰۰۶) چندین موقعیت اقلیمی و تأثیر بالقوه‌ی آن‌ها را بر بروز تب شیری مورد مطالعه قرار دادند و بالآخره دریافتند که موارد تب شیری در دوره‌های بارندگی افزایش می‌یابد. دلیل این امر مشخص نیست، اگرچه یک نظریه این است که ممکن به دلیل کاهش DMI در این دوره‌ها ایجاد شود. سابوریو-مونتر و همکاران (۲۰۱۷) وقوع تب شیری در گاوهای شیری کاستاریکا را در رابطه با ماه‌های سال مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که گاوها در هر دو ماه می و جولای شانس بیشتری برای ابتلا به تب شیری و کم‌ترین خطر ابتلا به تب شیری را در ماه دسامبر داشتند. دلیل این امر مشخص نشده است، اما نویسندگان این نظریه را مطرح کردند که می‌تواند ناشی از تغییر مواد معدنی در چراگاه در این بخشی از سال باشد، یا این‌که فصل باران در این ماه‌ها شروع می‌شود و می‌تواند بر DMI تأثیر بگذارد (۶).

کیتوزیس

تعریف: کیتوز، وضعیتی است که با افزایش غیرطبیعی اجسام کیتونی در انساج و مایعات بدن مشخص می‌شود که در این حالت اسیدهای شحمی به‌طور ناقص متابولیز می‌شوند. در گاوها و میش‌ها زمانی که ذخایر شحمی در بدن افزایش می‌یابند، معمولاً درست پس از زایمان رخ می‌دهد. اجسام کیتونی عبارتند از استون (Acetone AC)، استواسیتیک اسید (Aceto Acetic Acid ACAC) و β هیدروکسی بوتیریک اسید (BHBA) اند، اگرچه BHBA از نظر فنی یک جسم کیتونی نیست، اما از AcAc تشکیل شده است.

کیتوز تنها زمانی به یک وضعیت بیماری تبدیل می‌شود که جذب و تولید اجسام کیتونی از استفاده آن‌ها توسط نشخوارکننده به‌عنوان منبع انرژی، بیشتر شود و منجر به افزایش کیتون‌های خون، اسیدهای شحمی آزاد (Free Fatty Acids FFAs) یا اسیدهای شحمی غیر ایستری شده (NEFAs) و کاهش گلوکوز خون شود. هر پروسه‌ی بیماری که در اوایل شیردهی رخ دهد و مصرف خوراک را کاهش دهد ممکن است باعث کتوز ثانویه شود.

عوامل

کاربوهایدریت، غذایی که برای متابولیسم انرژی در نشخوارکنندگان به جگر ارائه می‌شود، به‌دلیل تخمر شکمبه محدود است. اما پروسه‌هایی که نیاز به گلوکوز دارند، در اواخر بارداری و اوایل شیردهی به اوج خود می‌رسند. گلوکونئوجنز باید برای گاوها اتفاق بیفتد تا این نیازهای گلوکوز را برآورده کند. منابع جای‌گزین انرژی که می‌تواند توسط عضلات استفاده شود، NEFA های مشتق شده از شحم و اجسام کیتون هستند. عمل‌کرد جگر در متابولیسم انرژی کلیدی است؛ زیرا انرژی مورد نیاز گلوکوز، پیش‌سازهای گلوکوز (پروپیونیک اسید)، امینو اسیدها، بوتیریک اسید، NEFAs، لاکتیک اسید و اجسام کیتونی را در طول تعادل انرژی مثبت و تعادل انرژی منفی حفظ می‌کند. عدم تطابق با تغییرات سریع در انتقال از بارداری به شیردهی منجر به کیتوز تحت‌کلینیکی و کلینیکی می‌شود.

کیتوز یک بیماری تولیدی در مال‌داری مدرن است. گاوهای شیری از نظر جنیتهیکی برای تولید شیر زیاد انتخاب شده‌اند که منجر به افزایش تولید شیر در اوایل شیردهی شده است. این تولید شیر از ظرفیت حیوان برای خوردن غذای کافی برای تأمین انرژی مورد نیاز بیشتر است. اخذ خوراک توسط حیوان باید برابر یا بیشتر از تولید باشد تا از تعادل منفی انرژی جلوگیری شود.

تولید شیر در گاوهای شیری تقریباً ۴ هفته پس از زایمان به اوج خود می‌رسد، اما مصرف رژیم غذایی بر اساس ماده خشک ۷ تا ۸ هفته به اوج خود نمی‌رسد. گاوهای شیری پرتولید، علی‌رغم ارائه یک

رژیم غذایی باکیفیت و خوش طعم، تا ۸ هفته در تعادل انرژی منفی خواهند بود. برای جبران تعادل منفی انرژی، هر گاو باید ذخایر شحمی و پروتئین بدن را به شکل ترای گلیسیرید و امینواسیدها برای گلوکونوگنز بسیج کند. تولید قابل توجه اجسام کتون در اپیتلیوم شکمبه و غده‌ی پستانی و همچنین در محل تولید اصلی یعنی جگر اتفاق می‌افتد.

نشان داده شده است که گاوهای چاق ۲۵ درصد کاهش در مصرف ماده خشک (DMI) و میزان گردش بالاتر اسیدهای شحمی به دلیل تحرک بیشتر شحم، دارند. عوامل محیطی که بر بروز کیتوز کلینیکی تأثیر می‌گذارند، عبارتند از: فصل (افزایش در اواسط زمستان)، آب و هوا، طویله (افزایش در هوای قید نسبت به هوای آزاد) و رژیم تغذیه (افزایش با تعداد خوراک‌های مصرفی و تعداد دفعات تغذیه کم‌تر در روز) (۳).

Roche و همکارانش یک هم‌بستگی متوسط را بین BCS زایمان و کاهش BCS پس از زایمان گزارش کردند، به این معنی که گاوهای دارای وضعیت بیش از حد چاق در هنگام زایمان، شحم بیشتری را در اوایل شیردهی بسیج می‌کنند. گیلوند و همکارانش دو برابر شدن خطر کیتوز را در گاوهای شیری با BCS زایش بیشتر از ۳.۵ در مقایسه با آن‌هایی که در BCS 3.25 زایمان می‌کردند، گزارش دادند (۶).

هیپومگنیزیمی

چرای حیوانات در چراگاه می‌تواند بخش جدایی ناپذیر از رژیم غذایی مؤثر برای گاو و سایر حیوانات باشد. چرا، زمان و هزینه کار را برای مالدار کاهش می‌دهد؛ زیرا نیازی به برداشت نبوده و زمینه‌ی ورزش را برای حیوان فراهم می‌کند. با این حال، مانند سایر برنامه‌های تغذیه، بدون خطر نیست. این فرضیه وجود دارد که هیپومگنیزیمی (هم‌چنین به نام تیتانی علف، تیتانی شیردهی، تیتانی زمستانی نیز نامیده می‌شود) ناشی از کم‌بود مگنیزیم در خون است. قبلاً به‌عنوان "تیتانی علف" شناخته شده بود؛ زیرا علائم در حیواناتی که برای اولین بار به آن‌ها اجازه‌ی چرا در علف‌های تازه داده شده بود، ایجاد شد. علائم کم‌بود مگنیزیم ممکن است تا زمانی که سطح سیرومی مگنیزیم کم‌تر از $0.9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ نباشد ظاهر نشود.

تیتانی علف در نشخوارکنندگانی که علف‌های اوایل بهار را چرا می‌کنند، رخ می‌دهد؛ درحالی‌که تیتانی زمستانی در نشخوارکنندگانی که علوفه‌های غلاتی مانند؛ گندم، جو، جودر مصرف می‌کنند، رخ می‌دهد. یکی از نگرانی‌هایی که در هنگام چرای حیوان در چراگاه وجود دارد، تیتانی علف است. تیتانی علف معمولاً در حیوانات نشخوارکننده یافت می‌شود و گاوهای شیرده حساس‌ترین آن‌ها هستند. تیتانی علف به‌طور کلی زمانی مشکل‌ساز می‌شود که جیره‌ی گاوها از انبارهای زمستانی (سیلاژ)

به علف‌های بهاری با رشد سریع و سرسبز، تغییر کند. آزمایش ممکن نشان‌دهنده‌ی سطوح بالای پتاشیم (K) و نایتروجن (N) و سطوح پایین مگنیزیم (Mg)، کلسیم (Ca) و سدیم (Na) در خاک باشد. بروز تیتانی علف فصلی بوده و زمانی که هوا سرد و بارانی باشد، شایع‌تر است. هنگام چرا، دانه‌های کوچک مانند گندم، جو، جودر نیز می‌توانند باعث تیتانی علف شوند. در گله‌های گوستی گاو، گاوهای بزرگ‌تر از ۶ سال، اگر در زمان زایمان بیش از حد چاق باشند (نمره وضعیت بدنی ۴ تا ۵ در مقیاس ۱ تا ۵)، نسبت به گاوهای جوان‌تر بیشتر تحت تأثیر تیتانی علف قرار می‌گیرند. تیتانی هیپومگنیزیمی هم چنین در گوساله‌های جوان‌تری که چندین ماه با شیر کامل یا رژیم‌های جایگزین شیر تغذیه می‌شوند، اتفاق می‌افتد.

حیوانات مسن (بارداری سوم یا بیشتر) بیشتر مستعد ابتلا به تیتانی علف هستند و هیپومگنیزیمی مانند تب شیری با زایمان مرتبط نیست. نیاز به مگنیزیم برای سنتز شیر باعث کاهش غلظت مگنیزیم خون می‌شود. اظهار کرده اند که کاهش سرعت مگنیزیم خون، شروع علائم کلینیکی را تشویق می‌کند (۷). غلظت طبیعی مگنیزیم پلاسما در گاوها ۱,۸ تا ۲,۴ میلی‌گرام در دسی لیتر و در گوسفند ۲,۲ تا ۲,۸ میلی‌گرام در دسی لیتر است. گرده‌ها نقش کلیدی را در حفظ هموستاز مگنیزیم دارند؛ اما تنها زمانی که جذب مگنیزیم رژیم غذایی کافی باشد. جذب مگنیزیم غذایی بیش از حد نیاز باعث می‌شود که مگنیزیم پلاسما از آستانه بازجذب گرده‌بی مگنیزیم از فیلتر گلوامروولی بالاتر رود و مگنیزیم اضافی در ادرار باقی می‌ماند. آستانه گرده‌بی برای مگنیزیم (غلظت پلاسمایی که در آن تمام مگنیزیم فیلتر شده در گلوامروولی دوباره جذب می‌شود) در گاو ۱,۸ میلی‌گرم در دسی لیتر و در گوسفند ۲,۲ میلی‌گرام در دسی لیتر است. اگر غلظت مگنیزیم پلاسما کم‌تر از این سطوح باشد، نشان می‌دهد که جذب مگنیزیم از طریق رژیم غذایی کافی نیست و مگنیزیم در ادرار کم یا اصلاً مشاهده نمی‌شود. ترشح هورمون پاراتیروئید می‌تواند آستانه‌ی گرده‌بی را کمی افزایش دهد و به همین دلیل است که حیوانات هیپوکلسیمیک معمولاً دچار هیپومگنیزیمی مگنیزیم غذایی می‌شوند.

پتاشیم زیاد در رژیم غذایی می‌تواند توانایی شکمبه برای جذب Mg را کاهش دهد. چراگاه‌های سرسبز با رطوبت بالا سرعت عبور مواد از جمله مگنیزیم از شکمبه را افزایش می‌دهد، طوری که مگنیزیم ممکن است قبل از جذب از شکمبه خارج شود. علوفه‌ها به‌طور کلی حاوی مگنیزیم کافی برای رفع نیازهای نشخوارکنندگان با تولید بالا نیستند.

تیتانی هیپومگنیزیمی اغلب در گاوهای گوستی، گاوهای شیری و میش در چراگاه‌های سرسبز هنگام چرای اولیه شیردهی با پتاشیم و نایتروجن بالا و مگنیزیم و سدیم کم، رخ می‌دهد. به‌نظر می‌رسد که

هوای سرد نیز احتمالاً از طریق تأثیرات آن بر جذب مگنیزیم گیاهی، عاملی است. اگرچه نشانه‌هایی وجود دارد که پاسخ فیزیولوژیکی گاو به هوای سرد به‌طور مستقیم بر وضعیت مگنیزیم تأثیر می‌گذارد. هنگامی که سطح مگنیزیم پلاسما به کم‌تر از ۱,۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر می‌رسد، گاهی اوقات عضلات صورت، شانه و پهلو دچار انقباض می‌شود (۳).

لیپیدوزیس جگر (Fatty liver یا Lipidosis) به‌عنوان تجمع چربی (عمدتاً ترای‌گلیسرول) در حجرات جگری تعریف می‌شود. آن‌ها توسط اسیدهای شحمی با زنجیره‌ی بلند در ابتدا از نسج شحمی آزاد شده و سپس توسط جگر جذب می‌شوند. نظریه محتوای شحمی جگر، این بیماری به‌عنوان استئاتوز جگری خفیف، متوسط یا شدید طبقه‌بندی می‌شود. به‌دلیل کم‌بود انرژی، میتابولیسم شحمی افزایش می‌یابد و شحم اضافی در جگر رسوب می‌کند. این سندرم بیماری میتابولیک اصلی است که در اوایل شیردهی در گاوهای شیری رخ می‌دهد. شحم‌های آزاد شده از نسج شحمی همراه با خون به جگر منتقل شده و در حجرات جگری به‌صورت ترای‌گلیسرول (Triglycerid; TAGs) ذخیره می‌شود. این حالت به‌دلیل افزایش ناگهانی نیاز به انرژی در اوایل شیردهی رخ می‌دهد.

چاقی در گاوهای باردار عامل مهمی در ایجاد استئاتوز جگری پس از زایمان است. گاوهای چاق پس از زایمان کاهش اشتها را نشان می‌دهند که باعث تعادل منفی انرژی در اوایل شیردهی شده، منجر به افزایش تجزیه نسج شحمی می‌شود. گاوهای چاق نسبت به گاوهای سالم در دوره پری‌ناتال (۳ هفته قبل و ۳ هفته پس از زایمان) کاهش بیشتری در مصرف خوراک نشان می‌دهند که منجر به از دست دادن انرژی در اوایل شیردهی می‌شود. از دست دادن اشتها و کم‌بود انرژی منجر به افزایش تجزیه نسج شحمی می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که گاوها در اوایل شیردهی دارای ناهنجاری‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در عمل‌کرد جگر هستند که احتمالاً در نتیجه شکل خفیف لیپیدوزیس است. اوج تولید شیر ۴-۷ هفته پس از زایمان است؛ اما بیشترین مصرف خوراک ۸-۱۰ هفته پس از زایمان رخ می‌دهد. در نتیجه کم‌بود انرژی، گاو چربی ذخیره شده در نسج شحمی را آزاد می‌کند تا نیاز انرژی برای تولید شیر را برآورده کند. وضعیت بدن در زمان زایش تأثیر بسیار مهمی بر سلامت، تولید شیر و باروری گاو دارد. گاوهای شیری با دوره خشکی بسیار طولانی در دوره پس از زایش دچار مشکل چاقی و گرایش به لیپیدوزیس می‌شوند. این بیماری در گاوهای گوستی نادر است، (به‌عنوان مسمومیت حاملگی)، به میزان حدود ۱٪ رخ می‌دهد، اما میزان مرگ و میر آن ۱۰۰٪ است. غناجی‌ها نسبت به گاوهای مسن آسیب‌پذیرتر هستند. این بیماری در اواخر بارداری (۹-۷ ماهگی) یا بلافاصله پس از زایمان شایع است.

لیپدوزیس زمانی اتفاق می‌افتد که غلظت شحم از توانایی جگر در اکسید شدن و دفع آن‌ها بیشتر شود. شحم‌های اضافی به صورت ترای گلیسرول (TAGs) در جگر ذخیره می‌شود که با کاهش میتابولیسیم جگر همراه است. در گاوهای شیری، اسیدهای شحمی عمدتاً در نسج شحمی ستنز می‌شوند، نه در جگر. NEFA های آزاد شده انرژی را برای حجرات جگر فراهم می‌کنند، جایی که آن‌ها به خوبی جذب می‌شوند. اگر NEFA های بیشتری به جگر برسد، مقدار اضافی یا اکسید می‌شود تا اجسام کتون تولید کند یا به TAG ها تبدیل شده و ذخیره می‌شود. در نتیجه لیپدوزیس را به وجود می‌آورد (۸).

نتیجه‌گیری

بیماری‌های میتابولیک، بیماری‌هایی اند که به عدم تعادل بین میزان اخذ مواد مغذی غذایی و تولید نسبت داده می‌شوند. گاوهای شیری برای تولیدات مطلوب به مواد معدنی در جیره‌ی خود نیاز دارند که این‌ها از خوراک و علوفه به دست می‌آیند. اخذ مواد معدنی از طریق غذا و آب باید متعادل با دفع آن‌ها از طریق مدفوع، ادرار و شیر باشد تا سلامت حیوان حفظ شود. اگر دفع مواد معدنی بیش از اخذ آن باشد، حیوانات نیازهای عادی خود را با استفاده از ذخایر بدن برای مدت کوتاه‌تری برآورده می‌کنند. اما عدم تعادل مداوم به بیماری‌های میتابولیک تبدیل می‌شود.

منابع

- (1) B. N. Ametaj, "veterinary science," in *veterinary science*, First., C. S. Robert J. Hudson, Ole Nielsen, J. Bellamy, Ed. British: EOLSS Publications, 2010, p. 56.
- (2) J. R. Roche and D. P. Berry, "Periparturient climatic, animal, and management factors influencing the incidence of milk fever in grazing systems," *J. Dairy Sci.*, vol. 89, no. 7, pp. 2775–2783, 2006, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72354-2.
- (3) Jesse P. Goff, *large animal internal medicine*, Fifth., vol. 7, no. 1. U S A: Elsevier, 2015.
- (4) E. Bzunch, T. Alemneh, and M. Getabalew, "Milk Fever (Parturient Paresis) and Its Economic Impact in Dairy Cattle Production," *J Vet Med Res*, vol. 7, no. 3, p. 1191, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/343345516>.
- (5) H. Atalay, "The effect of body condition score on nutritional diseases and milk yield in dairy cattle," *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, vol. 43, no. 5, pp. 692–697, 2019, doi: 10.3906/vet-1812-59.
- (6) T. H. Herdt, *Metabolic Diseases of OF NORTH AMERICA* :, First Edit., vol. 29. U S A: Elsevier, 2013.
- (7) A. Zelal, "Hypomagnesemia Tetany in Cattle," *Adv. Dairy Res.*, vol. 05, no. 02, 2017, doi: 10.4172/2329-888x.1000178.
- (8) E. Bombik, J. Sokół, and K. Pietrzekiewicz, "Fatty liver disease in dairy cattle – risk factors, symptoms and prevention," *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zootech.*, vol. 16, no. 4, Accepted for print, pp. 51–58, 2020, doi: 10.5604/01.3001.0014.6072.

بررسی عمل کرد اوپراتور لاپلاسین روی تصاویر دیجیتال در حوزه‌ی مکان

پوهنیار الله محمد هخاند

دیپارتمنت ساینس، پوهنځی تکنالوژی و معلوماتی، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: amhassand@gmail.com

چکیده

اوپراتور لاپلاسین به عنوان یک فیلتر روی تصاویر دیجیتال اعمال می‌شود. فیلترهایی که به اساس لاپلاسین طراحی می‌شوند، در بهبود تصاویر دیجیتال کاربرد دارد. از ویژگی‌های این فیلترها برای بهبود تصاویر دیجیتال جهت روشن کردن تصویر، بدست آوردن جزئیات کوچک تصویر و بدست آوردن لبه‌ها می‌توان اشاره کرد. لاپلاسین یک اوپراتور خطی است. بناءً، پیاده‌سازی این فیلترها آسان و در حوزه مکان روی تصاویر اعمال می‌شود. می‌توان برای فیلترگذاری غیرخطی هم از این فیلترها استفاده کرد. چون بازده روش‌های پردازش مکانی از نظر محاسباتی بالا است و پیاده‌سازی آن‌ها نیاز به منابع پردازش‌کننده‌ی کم‌تری دارند. بناءً، فیلترهای مبتنی بر لاپلاسین از نظر محاسبه و پردازش برای دستگاه‌های الکترونیکی به صرفه است. در این مقاله، به اساس لاپلاسین فیلترهای خطی مکانی طراحی گردیده و با استفاده از نرم‌افزار متلب روی تصاویر مختلف پیاده‌سازی شده است. نتایج بدست آمده عمل‌کرد خوب فیلترهای مبتنی بر لاپلاسین و تصاویر بهبودیافته را نشان می‌دهد.

اصطلاحات کلیدی: لاپلاسین؛ تصاویر دیجیتال؛ فیلترها؛ حوزه مکان؛ لبه‌ها؛ بهبود تصاویر

Investigating the Performance of Laplacian Operator on Digital Images in Spatial Domain

Jr. Teaching Asstt. Allah Mohammad Hassand

Department of Science, Faculty of Information and Technology, Kabul University,
Kabul, Afghanistan

Email: amhassand@gmail.com

Abstract

The Laplacian operator is applied as a filter on digital images. Laplacian-based filters are used to enhance digital images. Features of these filters for Images enhancement include; image sharpening, finding small details of images and edges detection. Laplacian is a linear operator so implementing of these filters are easy in Spatial Domain. These filters are also used for non-linear filtering. The efficiency of spatial domain processing methods is computationally better and their implementation requires less processing resources, thus Laplacian-based filters are cost-effective for electronic devices in terms of calculation and processing. In this paper, spatial linear filters are designed based on Laplacian and Implemented on different images using MATLAB software. The results show better performance of Laplacian-based filters and improved images.

Keywords: Laplacian; Digital Images; Filters; Spatial Domain; Edges; Images Enhancement

مقدمه

تکنالوژی‌های مختلف پردازش تصویر باعث انقلابی در نحوه‌ی ضبط، ذخیره یا بازیابی یک تصویر از یک منبع شده است. متداول‌ترین وظایف پردازش تصویر عبارت از بازیابی تصویر، تقسیم‌بندی تصویر، بهبود تصویر، حذف نایز (Noise) تصویر و غیره است. چنین تصاویر با استفاده از روش‌های مختلف تصویربرداری بدست می‌آید، مانند:

MRI (Magnetic Resonance Imaging)، CAT (Computer Assisted Tomography)، DBS (Deep Brain Stimulation)، EEG (Electroencephalography) و غیره. باوجود نوآوری و پیشرفت‌های سریع در تکنالوژی‌های مختلف تصویربرداری، چیزی که قابل ذکر است در همه‌ی روش‌های تصویربرداری ریاضیات نقش اساسی دارد. بسیاری از روش‌های پردازش تصویر به تکنیک‌های اساسی ریاضی؛ مانند ترسیم هیستوگرام، احصایه و احتمالات، تبدیل فوریه، معادلات تفاضلی، انتگرال‌گیری، متریکس و الجبر متکی هستند (۱). در این مقاله عمل‌کرد اوپراتور لاپلاسین به‌عنوان یک فیلتر خطی مکانی که به اساس مشتقات دوم برای بهبود تصاویر دیجیتال در حوزه مکان طراحی گردیده، بررسی می‌شود. ابتدا به معرفی حوزه مکان و تابع تصویر می‌پردازیم.

اصطلاح حوزه مکان به خود صفحه‌ی تصویر اشاره دارد که در برگرنده‌ی پیکسل‌های تصویر است. روش‌های پردازش تصویر این حوزه، مستقیماً با پیکسل‌های تصویر سروکار دارند. فیلترگذاری مکانی از ابزار اصلی به‌کاررفته در پردازش تصویر طیف وسیعی از کاربردها را دارد. به‌طور کلی نتیجه روش‌های پردازش مکانی از لحاظ محاسباتی بالاتر بوده و پیاده‌سازی آن‌ها نیاز به منابع پردازش‌کننده‌ی کم‌تری دارد. فرآیندهای حوزه مکان با عبارت زیر نمایش داده می‌شود (۲):

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \dots (1)$$

که در آن $f(x, y)$ تصویر ورودی، $g(x, y)$ تصویر خروجی و T اوپراتور بروی f است که در هم‌سایگی نقطه (x, y) تعریف می‌شود.

روش‌های مختلف پردازش تصویر مبتنی بر ریاضیات برای بهبود تصاویر دیجیتال وجود دارد؛ مانند مشتق دوم تصویر که نشان می‌دهد در تصویر کجا تغییر رنگ یا لبه وجود دارد و آن را بدست آورد. اگر در تصویر یک تغییر رنگ شدید یا ناگهانی وجود داشته باشد هم مشتق اول و هم مشتق دوم آن‌را نشان می‌دهد. چون تصویر دیجیتال یک سیگنال دوبعدی است و تغییرات رنگ باید در هر دو جهت عمودی و افقی بررسی شود. بناءً، برای دریافت لبه‌ها یا جای که تغییر رنگ داشته باشد در هر دو جهت از لاپلاسین استفاده می‌شود. می‌توان لاپلاسین را به‌عنوان یک فیلتر با استفاده از کانولوشن پیاده‌سازی کرد. کانولوشن می‌تواند یک فیلتر خطی را پیاده‌سازی کند و لاپلاسین هم در حوزه مکان

به عنوان يك فیلتر خطی عمل می‌کند. معمولاً بر علاوه بررسی تغییرات شدت روشنایی و رنگ در جهت‌های افقی و عمودی، در جهت‌های دیگر مانند ۴۵ درجه نیز این تغییرات بررسی می‌شود.

در تصاویر، معمولاً به مرز بین دو ناحیه که دارای تفاوت قابل توجه در شدت روشنایی، بافت (Texture) یا تغییر رنگ داشته باشد، لبه گفته می‌شود (۳). یکی از مزایای استخراج لبه در تصویر، توانایی جداسازی و تشخیص اشیاء از پس‌زمینه است. این مزیت ویژه لبه سبب شده است تا فرآیند تشخیص لبه در کاربردهای مختلفی از جمله ناحیه‌بندی، استخراج ویژگی‌های مرز و توصیف شکل استفاده شود.

به‌طور کلی روش‌های شناسایی لبه در تصویر به دو دسته روش‌های جهت‌دار و غیر جهت‌دار تقسیم می‌شوند. در روش‌های جهت‌دار معمولاً تشخیص لبه به وسیله فیلترگذاری تصویر با استفاده از دو ماسک (Mask) متفاوت صورت می‌گیرد؛ درحالی‌که در روش‌های غیر جهت‌دار عمل فیلترگذاری تصویر با استفاده از یک ماسک صورت می‌گیرد. به دلیل خاصیت گرادیانی اوپراتورهای استفاده‌شده در هر دو روش، این روش‌ها بسیار وابسته به نایز هستند. فیلترهای سوبل (Sobel) و روبرت (Robert) دو نمونه از لبه‌یاب‌های جهت‌دار هستند. این اوپراتورها با محاسبه گرادیان مکانی در یک تصویر و انتخاب مکان‌هایی با بیشترین گرادیان عمل تشخیص لبه را انجام می‌دهند (۴).

لبه‌یاب‌های مبتنی بر لاپلاسیان گوسی، ابتدا تصویر را با استفاده از یک فیلتر گوسی هموار ساخته و سپس با محاسبه‌ی مشتق دوم مانند لاپلاسیان، لبه‌ها را در تصویر مشخص می‌کنند. این روش در تشخیص لبه‌های ضعیف و لبه‌هایی با اتصالات کم، خوب عمل نمی‌کند.

یکی دیگر از روش‌های تشخیص لبه، الگوریتم کنی (Canny) است. در این روش ابتدا تصویر با یک فیلتر گوسی هموار شده و گرادیان آن محاسبه می‌شود. سپس در هر همسایگی با جستجو در جهت گرادیان بیشترین مقدار گرادیان انتخاب می‌شود. اگرچه این لبه‌یاب قادر به استخراج بیشترین لبه از تصویر است ولی سبب تخریب شکل تصویر و تشکیل لبه‌های دوتایی می‌شود. فیلتر کنی در تصاویر بدون نایز نسبت به سایر فیلترهای لبه‌یاب خوب عمل می‌کند، اما با توجه به این‌که اکثر تصاویر نایزی هستند. بناءً، این روش برای لبه‌یابی تصاویر نایزی مناسب نیست و هم‌چنان روش‌های لبه‌یابی مبتنی بر آستانه‌گذاری (Thresholding) در حضور نایز عمل‌کرد مناسبی ندارند.

روش‌های لبه‌یابی ذکر شده دارای مزایا و معایب خود هستند. معمولاً به دنبال روش‌های هستیم که پیاده‌سازی آن آسان، سبب تخریب تصویر اصلی نشود، در مقابل نایز مقاوم و هم‌چنان پردازش کم‌تری نیاز داشته باشد. لبه‌یابی مبتنی بر لاپلاسیان دارای این ویژگی‌ها است. لاپلاسیان یک اوپراتور خطی است که به عنوان یک فیلتر روی تصاویر دیجیتال اعمال می‌شود. با استفاده از فیلتر لاپلاسیان لبه‌ها و

جزئیات کوچک تصاویر بدست می‌آید و نتیجه اعمال این فیلتر روی تصاویر دیجیتال، تصاویر بهبودیافته نسبت به تصاویر اصلی می‌باشند.

از ویژگی‌های فیلتر لاپلاسی می‌توان به پیاده‌سازی آسان این فیلتر، استفاده برای فیلترگذاری غیرخطی، نیاز به منابع کم‌تر پردازش‌کننده و هم‌چنان پیاده‌سازی آن در حوزه مکان اشاره کرد. با استفاده از فیلترهای لاپلاسی که جزئیات کوچک تصویر، نقاط، خطوط و لبه‌ها بدست می‌آید در بهبود تصاویر دیجیتال، بهبود اطلاعات تصویر به‌منظور کمک به تعبیر انسانی، ارسال و نمایش برای ادراک ماشینی خودکار، عکس‌برداری از تومورهای بدن با اشعه X (X-ray)، انجیوگرافی (Angiography)، تشخیص اثر انگشت و در سایر موارد کاربرد دارد (۵، ۶).

هدف تحقیق

هدف از این تحقیق، بررسی عمل‌کرد اوپراتور لاپلاسی روی تصاویر دیجیتال در حوزه مکان هست. هم‌چنان روشن‌سازی و استخراج جزئیات کوچک تصاویر دیجیتال، هدف این تحقیق می‌باشد.

روش تحقیق

ابتدا اوپراتور لاپلاسی با استفاده از مشتقات مرتبه دوم به‌عنوان یک فیلتر که فیلتر لاپلاسی نامیده می‌شود، طراحی می‌گردد. در مرحله دوم این فیلتر در نرم‌افزار متلب برنامه‌نویسی می‌شود و بالاخره در مرحله سوم، فیلتر طراحی‌شده را روی تصویر برنج اعمال نموده و نتایج به‌دست‌آمده از اعمال فیلتر لاپلاسی و اصل تصویر را باهم مقایسه می‌نمایم.

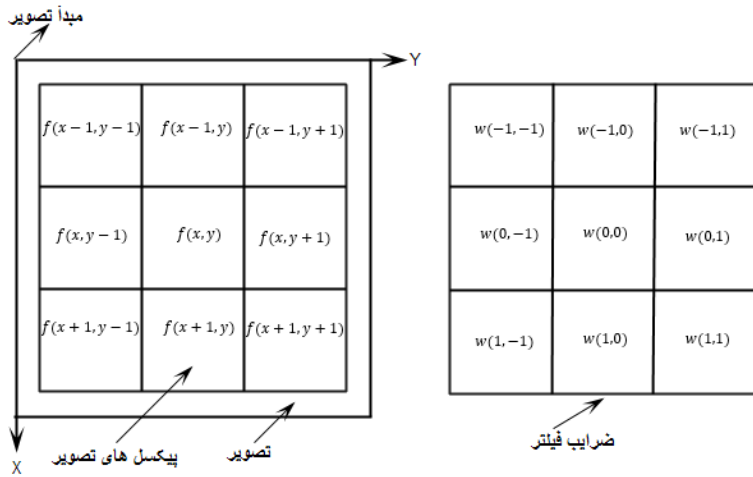
پیاده‌سازی فیلترهای خطی مکانی روی تصویر دیجیتال

روش محاسبه برای یک فیلتر 3×3 در شکل (۱) طوری است که مجموع حاصل‌ضرب ضرایب نقاب (ماسک) در مقدار سطح روشنایی پیکسل‌های متناظر در ناحیه‌یی که توسط نقاب احاطه شده است، محاسبه می‌شود. با توجه به شکل (۱) که پیاده‌سازی فیلترگذاری خطی مکانی را با استفاده از یک منطقه مجاورت 3×3 نشان می‌دهد، در هر نقطه (x, y) در تصویر پاسخ $g(x, y)$ فیلتر با مجموع حاصل‌ضرب ضرایب فیلتر و پیکسل‌های که فیلتر در برمی‌گیرد مساوی است به:

$$g(x, y) = w(-1, -1)f(x - 1, y - 1) + w(-1, 0)f(x - 1, y) + w(-1, 1)f(x - 1, y + 1) + w(0, -1)f(x, y - 1) + w(0, 0)f(x, y) + w(0, 1)f(x, y + 1) + w(1, -1)f(x + 1, y - 1) + w(1, 0)f(x + 1, y) + w(1, 1)f(x + 1, y + 1) \dots (2)$$

که در آن ضریب مرکز فیلتر (نقاب) $w(0,0)$ در امتداد پیکسل در محل (x, y) قرار دارد. برای یک نقاب به اندازه $m \times n$ ، فرض می‌شود که $m = 2a + 1$ و $n = 2b + 1$ که در آن‌ها a و b اعداد صحیح مثبت هستند. این بدان معنی است که در فیلترگذاری خطی مکانی تمرکز روی فیلترهای با اندازه‌ی تاق است که کوچک‌ترین آن‌ها 3×3 است. به‌طور کلی فیلترگذاری خطی مکانی یک تصویر به اندازه $M \times N$ با یک فیلتر به اندازه $m \times n$ از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t) \dots (3)$$



شکل ۱: پیاده‌سازی فیلترگذاری خطی مکانی (۲)

مشتقات یک تابع دیجیتال

برای طراحی و پیاده‌سازی فیلترهای خطی مکانی نیاز است، برخی خصوصیات مشتق در حالت دیجیتال را بررسی کنیم. مشتقات یک تابع دیجیتال بر اساس تفاضل بیان می‌شود. این کار شیوه‌های متفاوتی دارد. مشتق مرتبه اول یک تابع دیجیتال باید شرایط ذیل را داشته باشد (۷):

۱. در نواحی با شدت روشنایی ثابت، صفر باشد.
 ۲. در شروع یک تغییر ناگهانی یا شیب در شدت روشنایی، غیر صفر باشد.
 ۳. در امتداد شیب، غیر صفر باشد.
- به‌همین ترتیب، مشتق مرتبه دوم یک تابع دیجیتال باید شرایط ذیل را داشته باشد:
۱. در نواحی با شدت روشنایی ثابت، صفر باشد.

۲. در ابتدا، انتهای پله و شیب و شدت روشنایی، غیر صفر باشد.

۳. در امتداد شیب‌های ثابت، صفر باشد.

چون در کمیت‌های دیجیتال با مقادیر محدود سروکار داریم، لذا حداکثر میزان تغییر در شدت روشنایی نیز محدود بوده و کوتاه‌ترین فاصله که امکان رخداد چنین تغییری در آن وجود دارد، فاصله بین دو پیکسل مجاور است.

برای مشتق مرتبه اول یک تقریب در نقطه x از تابع یک‌بعدی $f(x)$ توسط سلسله تیلور تابع $f(x + \Delta x)$ حول x به دست می‌آید. در تصویر $\Delta x = 1$ است، یعنی به فاصله یک پیکسل‌های تصویر را داریم:

$$f(x + \Delta x) = f(x) + \Delta x \frac{\partial f(x)}{\partial x} + \frac{(\Delta x)^2}{2!} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} + \frac{(\Delta x)^3}{3!} \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} + \dots$$

$$f(x + 1) = f(x) + \frac{\partial f(x)}{\partial x} + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} + \frac{1}{3!} \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} + \dots$$

$$\Rightarrow f(x + 1) \approx f(x) + \frac{\partial f(x)}{\partial x}$$

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} = f(x + 1) - f(x) \dots (4)$$

در این جا از مشتق قسمی استفاده شده چون تصویر یک تابع دومتغیره $f(x, y)$ یا یک سیگنال دوبعدی است و برای مشتق در جهت هر کدام از محورها از مشتق قسمی استفاده می‌شود. واضح

$$\text{است زمانی که یک متغیر در تابع داریم: } \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{df}{dx}$$

با مشتق‌گیری از رابطه (۴) نسبت به x مشتق مرتبه دوم $f(x)$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial x} = f'(x + 1) - f'(x)$$

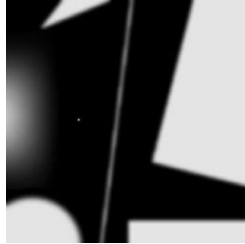
$$= f(x + 2) - f(x + 1) - f(x + 1) + f(x)$$

$$= f(x + 2) - 2f(x + 1) + f(x) \dots (5)$$

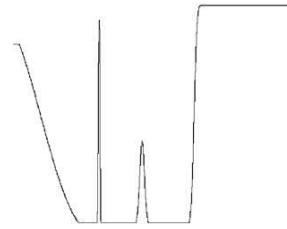
رابطه (۵) حول نقطه $x + 1$ انکشاف یافته است. می‌خواهیم این بسط حول نقطه x باشد، بناءً، یک واحد از آرگومان کم می‌کنیم و نتیجه زیر بدست می‌آید:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1) + f(x - 1) - 2f(x) \dots (6)$$

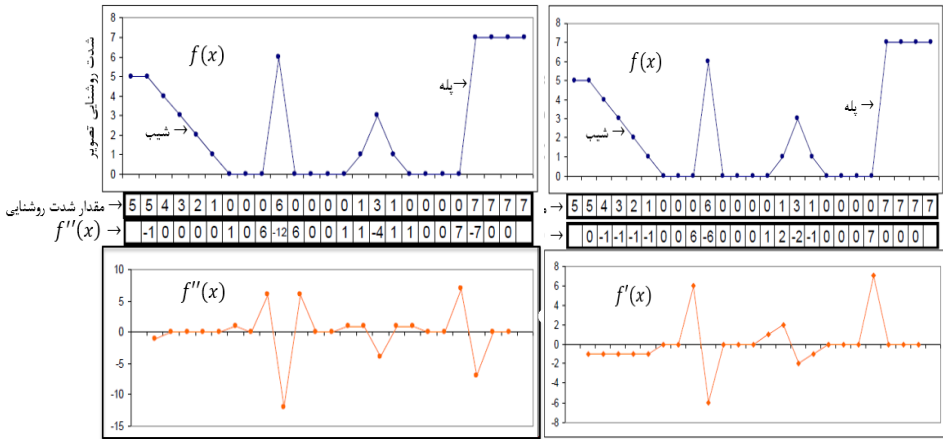
رابطه (۴) و (۶) شرایط ذکرشده برای مشتق مرتبه اول و دوم یک تابع دیجیتال را برآورده می سازد.



شکل ۲: الف)



شکل ۲: ب)



شکل ۲: د)

شکل ۲: ج)

شکل ۲(ج) و ۲(د): مشتقات مرتبه اول و دوم یک تابع دیجیتال یک بعدی، نمایش بخشی از یک پروفایل افقی شدت روشنایی یک تصویر دیجیتال (۲)

بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین مشتقات مرتبه اول و دوم یک تابع دیجیتال، مثال مطرح شده در شکل ۲(۲) را در نظر می‌گیریم.

شکل ۲(الف) تصویر اصلی، شکل ۲(ب) پروفایل شدت روشنایی افقی در طول مرکز تصویر، شکل ۲(ج) مشتقات مرتبه اول و شکل ۲(د) مشتقات مرتبه دوم تصویر را به‌عنوان یک تابع دیجیتال نشان می‌دهد.

هنگام محاسبه مشتق اول در محل x ، مقدار تابع در آن نقطه را از نقطه بعدی کم می‌کنیم. بنابراین، این عمل با مقادیر بعدی سروکار دارد. به‌طور مشابه، جهت محاسبه مشتق دوم در x ، از نقاط قبلی و بعدی استفاده می‌کنیم.

لبه‌ها در پردازش تصویر دیجیتال معمولاً شبیه پرش‌های شیب، در شدت روشنایی هستند که در آن اولین مشتق تصویر منجر به لبه‌های ضخیم می‌شود. چراکه مشتق در امتداد شیب غیر صفر است. از سوی دیگر، مشتق دوم یک لبه دیگر با ضخامت یک پیکسل ایجاد می‌کند که بین این دو لبه مقادیر صفر قرار دارد. بناءً مشتق دوم جزئیات کوچک را بسیار بهتر نسبت به مشتق اول بهبود می‌دهد. مشتقات مرتبه اول لبه‌های ضخیم و مشتقات مرتبه دوم لبه‌های باریک‌تری در تصویر ایجاد می‌کنند. این ویژگی جهت تیز کردن (Sharpening) تصاویر بسیار مهم است. هم‌چنین پیاده‌سازی مشتق دوم نسبت به مشتق اول بسیار آسان‌تر است. محاسبه مشتقات مرتبه اول و دوم برای هر پیکسل تصویر، استفاده از فیلترهای مکانی (نقاب) است. در ادامه به طراحی فیلتر خطی مکانی با استفاده از لاپلاسیان می‌پردازیم.

طراحی فیلترها مبتنی بر لاپلاسیان در حوزه مکان

فیلترهای خطی مکانی که بر اساس مشتق دوم طراحی می‌شوند، فیلترهای لاپلاسیان یا فیلترهای تیزکننده‌ی تصویر نامیده می‌شود. هدف اصلی تیزسازی مشخص کردن بهتر پرش‌های شدت روشنایی است (۸). کاربردهای این نوع فیلترگذاری متفاوت است و شامل چاپ الکترونیکی، تصویر وکتوری طبی، بازرسی‌های صنعتی و هدایت خودکار در سیستم‌های نظامی می‌باشد. در پردازش تصویر حوزه مکان می‌توان از طریق متوسط‌گیری پیکسل‌ها در یک منطقه‌ی مجاورت تصویر را مات‌سازی کرد. متوسط‌گیری محلی روی تصویر باعث هموار شدن تصویر می‌شود. از آنجایی که متوسط‌گیری مانند انتگرال‌گیری است؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که تیز ساختن تصویر دیجیتال از طریق مشتق‌گیری در حوزه امکان‌پذیر است. و تغییرات محلی شدت روشنایی با مشتق‌گیری آشکار می‌شوند. یعنی وقتی یک تصویر تیز با انتگرال‌گیری مات می‌شود و تیزی آن کاهش می‌یابد؛ بناءً، برعکس برای تیزسازی تصویر از مشتق استفاده می‌شود. لذا تعریف و پیاده‌سازی اوپراتورهای مشتق جهت تیزسازی تصاویر دیجیتال به اساس مشتق‌گیری دیجیتال صورت می‌گیرد. اساساً قدرت پاسخ اوپراتور مشتق‌گیری با میزان گسستگی شدت روشنایی تصویر در نقطه‌ی اعمال اوپراتور نسبت دارد. بنابراین، مشتق‌گیری از تصویر، لبه‌ها و سایر گسستگی‌ها (مانند نایز) را بهبود داده و نقاطی که شدت روشنایی آن‌ها تغییرات آهسته‌تری دارد را تضعیف می‌کند.

با استفاده از مشتق دوم جزئیات کوچک تصویر نسبت به مشتق اول بدست می آید. برای این کار باید تیزسازی تصویر صورت گیرد تا پرش های شدت روشنایی مشخص شود و در نتیجه اجزای کوچک تصویر نمایان گردد. هم چنان از مشتق دوم در قطعه بندی تصاویر هم استفاده می شود. بناءً، در این قسمت پیاده سازی مشتق مرتبه دوم دوبعدی و استفاده از آن ها در تیزسازی تصویر را بررسی می کنیم. در این روش یک فرمول گسسته برای مشتق مرتبه دوم تعریف نموده و سپس بر اساس آن یک نقاب فیلتر می سازیم. در این جا به فیلترهای ایزوتروپیک (Isotropic) توجه می کنیم که پاسخ شان مستقل از جهت ناپوستگی های تصویری است که به آن اعمال می شوند. به عبارت دیگر فیلترهای ایزوتروپیک تغییرناپذیر با چرخش هستند. به این معنی که نتیجه ی چرخش تصویر و اعمال فیلتر با نتیجه اعمال فیلتر و چرخش حاصل، یک سان خواهد بود. ساده ترین اوپراتور مشتق گیری ایزوتروپیک، لاپلاسیان است که برای یک تابع (تصویر) با دو متحول، $f(x, y)$ ، به صورت زیر تعریف می شود (۹):

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \dots (7)$$

از آنجایی که مشتقات با هر مرتبه ای عملیاتی خطی هستند، لذا لاپلاسیان اوپراتوری خطی است. جهت بیان این رابطه به شکل گسسته از رابطه (۶) استفاده می کنیم. چون تابع تصویر یک تابع دو متحوله است، بناءً رابطه (۶) به شکل ذیل در جهت x بیان می شود:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y) \dots (8)$$

به طور مشابه در جهت y داریم:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y) \dots (9)$$

بنابراین از سه رابطه (۷-۹) نتیجه می شود که لاپلاسیان گسسته با دو متحول، به صورت زیر است (۱۰):

$$\nabla^2 f(x, y) = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y) \dots (10)$$

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

ب: نقاب به کاررفته جهت پیاده سازی گسترش رابطه (۱۰) که شامل جملات قطری می شود.

الف: نقاب فیلتر به کاررفته جهت پیاده سازی رابطه (۱۰).

شکل ۳: نقاب های لاپلاسیان جهت پیاده سازی رابطه (۱۰)

رابطه (۱۰) را می‌توان با نقاب فیلتر در شکل ۳ که یک نتیجه ایزوتروپیک برای چرخش‌های با ۹۰ درجه به دست می‌دهد، پیاده‌سازی نمود. از نقاب‌های لاپلاسین شکل ۳ (الف) و (ب) عملاً زیاد استفاده می‌شود. این دو نقاب از تعریف مشتق دوم به صورت منفی عبارات رفته در معادلات (۸) و (۹) به دست می‌آیند.

با اضافه کردن یک جمله در رابطه (۱۰) برای هر یک از دو جهت قطری می‌توان جهت‌های قطری را در لاپلاسین دیجیتال بدست آورد. فرم هر جمله جدید نیز همسان رابطه (۸) یا رابطه (۹) است، اما مختصات در امتداد قطرها هستند. از آنجایی که هر عبارت قطری هم‌چنین شامل یک جمله $-2f(x, y)$ نیز می‌باشد؛ لذا، «مقدار کل» منفی جملات تفاضل. اینک برابر $-8f(x, y)$ می‌باشد.

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

(ب)

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

(الف)

شکل ۴: کاربرد فیلترهای لاپلاسین در عمل (۲)

شکل ۴ (الف) و (ب) دو تعریف دیگر لاپلاسین است که معمولاً در عمل به کار می‌روند. طوری که دیده می‌شود، مجموع ضرایب فیلترهای شکل‌های ۳ و ۴. مساوی به صفر است. به این مفهوم که اگر در یک نقطه تصویر قرار داشته باشیم و همه نو پیکسل در همان نقطه دارای مقادیر مساوی باشند، در این حالت نتیجه کانولوشن فیلترهای شکل‌های ۳ و ۴. با تصویر مساوی به خروجی صفر است. یعنی در آن نقطه تصویر تغییرات شدت روشنایی و رنگ وجود ندارد. بناءً، اگر یک نقطه تصویر دارای یک رنگ یا تغییرات رنگ نداشته باشد، در آن جا لاپلاسین صفر است. اگر در یک ناحیه تصویر تغییر رنگ وجود داشته باشد، در این حالت نتیجه اعمال فیلترهای شکل ۳ و ۴. با تصویر مساوی به خروجی خلاف صفر است یعنی لاپلاسین در آن ناحیه صفر نیست. اگر پیکسل مرکزی نسبت به هشت پیکسل مجاورت خود روشن‌تر باشد، در این صورت نتیجه لاپلاسین شکل ۳. الف و شکل ۴. الف منفی است و اگر پیکسل مرکزی نسبت به هشت پیکسل مجاورت خود تاریک‌تر باشد، در این صورت نتیجه لاپلاسین شکل ۳. الف و شکل ۴. الف مثبت خواهد بود.

شکل ۴ (ب) نقاب فیلتر به کار رفته جهت پیاده‌سازی این تعریف جدید را نمایش حاصل این نقاب با چرخش ۴۵ درجه ایزوتروپیک است.

لاپلاسين مشخص می کند که کدام نقاط نسبت به اطراف خود در یک تصویر تغییر روشنایی دارد. چون لاپلاسين یک اوپراتور مشتق گیری است؛ لذا استفاده از آن گسستگی های شدت روشنایی را در تصویر برجسته کرده و نواحی با سطوح شدت روشنایی با سرعت تغییر کم را تضعیف می کند. این امر موجب ایجاد تصاویری با لبه های خاکستری و گسستگی های دیگر روی یک پس زمینه بدون ویژگی سیاه می شود. می توان ویژگی های پس زمینه را ضمن حفظ اثر تیز کنندگی لاپلاسين با اضافه کردن لاپلاسين تصویر به تصویر اصلی بازیابی نمود. همان طور که در بالا بیان شد باید به خاطر داشته باشیم اگر در تعریف مورد نظر مرکز نقاب منفی باشد، جهت دستیابی به تصویر تیز شده، لاپلاسين را از تصویر اصلی تفریق می کنیم. بنابراین راه استفاده از لاپلاسين جهت تیز سازی تصویر به صورت زیر است (۱۱):

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) & \text{اگر مرکز نقاب منفی باشد} \\ f(x, y) + \nabla^2 f(x, y) & \text{اگر مرکز نقاب مثبت باشد} \end{cases}$$

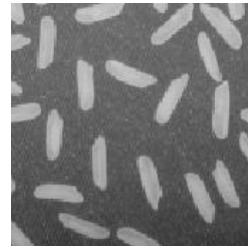
$$g(x, y) = f(x, y) + c[\nabla^2 f(x, y)] \dots (11)$$

که در آن $f(x, y)$ و $g(x, y)$ به ترتیب تصاویر ورودی تیز شده هستند. اگر از فیلترهای لاپلاسين در شکل ۳. (الف) یا شکل ۴ (الف) استفاده شود، در این صورت $c = -1$ و چنانچه دو فیلتر دیگر مورد استفاده قرار گیرند، $c = 1$ خواهد بود. یعنی اگر مرکز نقاب (فیلتر) منفی باشد، در این صورت $c = -1$ می باشد. تمامی این موارد را در شکل ۵ (۵) بررسی می کنیم.

شکل ۵. (الف) یک تصویر برنج را نشان می دهد. شکل ۵ (ب) اثر فیلتر نمودن این تصویر با نقاب لاپلاسين شکل ۳ (الف) را نمایش می دهد. از آنجاکه لاپلاسين هم مقادیر مثبت و هم مقادیر منفی را در برمی گیرد و مقادیر منفی هنگام نمایش حذف می شوند و به جای آن ها صفر قرار داده می شود، لذا بخش زیادی از این تصویر سیاه است. شکل ۵ (ج) اثر فیلتر نمودن این تصویر با نقاب لاپلاسين شکل ۳ (ب) را نمایش می دهد.

شکل ۵ (د) اثر اعمال رابطه (۱۱) با $c = -1$ و فیلتر شکل ۳ (الف) را نمایش می دهد. جزئیات در این تصویر تیزتر و واضح تر از تصویر اصلی هستند. افزودن تصویر اصلی به لاپلاسين تغییرات کلی شدت روشنایی در تصویر را بازیابی می کند و تفاوت بین نواحی که دارای تغییر رنگ ناگهانی یا تغییر در شدت روشنایی دارد را افزایش می دهد. نتیجه به دست آمده تصویری است که در آن جزئیات کوچک بهبود یافته و میزان تغییر پس زمینه نیز به خوبی حفظ شده است. شکل ۵ (ه) اثر اعمال رابطه

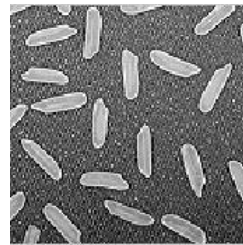
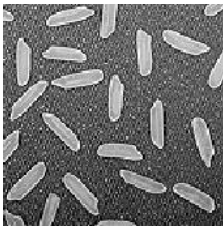
(۱۱) با $c = 1$ و فیلتر شکل (۳) (ب) را نشان می‌دهد. چنین نتایجی، فیلتر لاپلاسیان را تبدیل به گزینه‌ای مطلوب جهت تیزسازی تصاویر دیجیتال نموده‌اند.



ج: نتیجه فیلتر شکل ۳. ب

ب: نتیجه فیلتر شکل ۳. الف

الف: تصویر اصلی

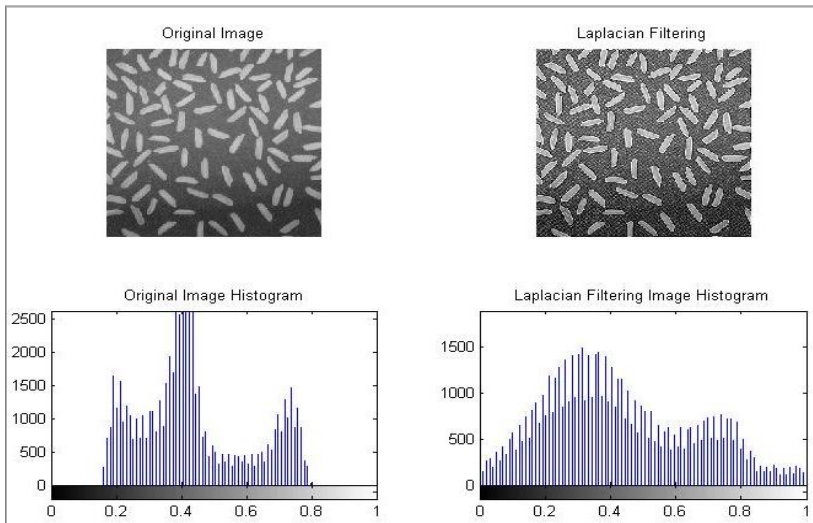


هـ: نتیجه فیلتر شکل ۳. ب $c = 1$

د: نتیجه فیلتر شکل ۳. الف $c = -1$

شکل ۵: نتیجه اعمال رابطه (۱۱) روی تصویر اصلی و تصاویر شکل ۳ با در نظر داشت $c = -1$ و $c = 1$ (۲)

هم‌چنان هیستوگرام تصاویر شکل (۶) نشان می‌دهد که به اثر اعمال فیلتر لاپلاسیان مطابق رابطه (۱۱) که در آن $c = -1$ است، تصویر بدست آمده از اعمال فیلتر نسبت تصویر اصلی روشن‌تر است.



شکل ۶: هیستوگرام تصویر اصلی و حاصل تصویر از اثر اعمال فیلتر لاپلاسیان

نتیجه‌گیری

فیلترهای خطی مکانی که بر اساس مشتق دوم طراحی می‌شوند، فیلترهای لاپلاسین نام دارد. با استفاده از این فیلترها تغییرات شدت روشنای تصویر در جهت‌های مختلف بررسی می‌گردد. فیلتر لاپلاسین با تصویر از طریق کانولوشن اعمال می‌شود. در نواحی تصویر که تغییرات رنگ وجود نداشته باشد، خروجی این فیلتر صفر است. لاپلاسین، اختلاف نواحی تصویر که دارای شدت روشنایی یا اختلاف رنگ دارند، آن‌را افزایش می‌دهد و نتیجه‌ی به‌دست‌آمده تصویری است که در آن جزئیات کوچک بهبود یافته است. چنین نتایجی، لاپلاسین را تبدیل به گزینه‌ی مطلوب جهت تیزسازی تصاویر دیجیتال نموده‌اند. این فیلترها جزئیات کوچک تصاویر را بسیار بهتر نسبت به مشتق اول بدست می‌آورند. با استفاده از لاپلاسین گسستگی‌های شدت روشنایی در تصویر برجسته و نواحی با سطوح شدت روشنایی با تغییر کم را تضعیف می‌کند. این کار سبب به میان آمدن تصاویری با لبه‌های خاکستری و گسستگی‌های دیگر روی یک پس‌زمینه بدون ویژگی سیاه می‌شود. می‌توان ویژگی‌های پس‌زمینه را ضمن حفظ اثر تیزکنندگی لاپلاسین با افزودن لاپلاسین تصویر به تصویر اصلی بازیابی نمود که افزودن تصویر اصلی به لاپلاسین تغییرات کلی شدت روشنایی در تصویر را بازیابی می‌کند. نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهد که استفاده از فیلترهای خطی مکانی مبتنی بر لاپلاسین برای روشن کردن تصویر مفید، طراحی آن آسان و از نظر محاسبه به‌صرفه است. هیستوگرام تصاویری که از اثر اعمال فیلتر لاپلاسین بدست آمده، نشان می‌دهد که تصویر خروجی این فیلترها نسبت به تصویر اصلی روشن‌تر است.

از لاپلاسین در بهبود تصاویر دیجیتال، بدست آوردن جزئیات کوچک تصاویر، بررسی محصولات غذایی، تصویربرداری طبی، طب عدلی، تصویربرداری از رگ‌های خونی، تشخیص اثر انگشتان و یافتن خصوصیات آن‌ها، شناسایی سریال نمبرها، زمین‌شناسی، اکتشافات نفتی و معدنی می‌توان استفاده کرد.

منابع

- (1) Vashisht M, Bhatia M, editors. Role of Mathematics in Image Processing. International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon); Feb 2019.
- (2) R. C. Gonzalez, Woods RE. Digital Image Processing. United States of America: Pearson Prentice Hall; 2008. 104 p.
- (3) V.C Chijindu, O. Iloanusi, Ahaneku M. Edge Detection In Images Using Haar Wavelets, Sobel, Gabor And Laplacian Filters. International Journal of Scientific & Technology Research. April 2018;7.(٤)
- (4) Dharampal VM. Methods of image edge detection: A review. Journal of Electrical & Electronic Systems. 2015;4(2):5.
- (5) Amer GMH, Abushaala AM, editors. Edge detection methods. 2nd World Symposium on Web Applications and Networking (WSWAN) Mar 2015: IEEE.
- (6) Gudmundsson M, El-Kwae EA, Kabuka MR. Edge detection in medical images using a genetic algorithm. IEEE transactions on medical imaging. 1998;17(3):469-74.
- (7) Negi SS, Gupta B, editors. Survey of various image enhancement techniques in spatial domain using MatLab .International Conference on Advances in Computer Engineering and applications-20; 2014: Citeseer.
- (8) Azad M. Smoothing Sharpening and Segmentation of Image. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS). May 2018;5.(٥)
- (9) Yildirim M ,Kacar F. Adapting Laplacian based filtering in digital image processing to a retina-inspired analog image processing circuit. Analog Integrated Circuits and Signal Processing. 2019;100(3):537-45.
- (10) Bouganssa I, Sbihi M, Zaim M. Laplacian Edge Detection Algorithm for Road Signal Images and FPGA Implementation. International Journal of Machine Learning and Computing. 2019;9(1):57-61.
- (11) Siddiqi MH, Alsirhani A. An Ensembled Spatial Enhancement Method for Image Enhancement in Healthcare. Journal of Healthcare Engineering. Jan 2022:96.

طراحی سنسوری ترکیبی فایبر نوری نازک‌شده و FBG_{Taper} برای اندازه‌گیری هم‌زمان درجه حرارت و فشار

پوهنیار حمیدالله ذهین

دیپارتمنت فزیک، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون ارزگان، ارزگان، افغانستان

ایمیل: zhameedullah12@gamil.com

چکیده

سنسور پنجره‌ی براگ در فایبر نازک‌شده (FBG in tapered fiber) FBG_{Taper} امروزه به دلایلی از جمله حساسیت بالا، عدم تأثیرپذیری از ساحه‌های الکترومغناطیسی، خطی بودن و سبک، کاربردهای زیادی در صنعت برای تشخیص سلامت ساختمان‌های میخانیکي پیدا کرده است. محدودیتی که در استفاده از FBG_{Taper} وجود دارد این است که پاسخ سنسور به درجه حرارت (temperature) و فشار (Pressure) به صورت هم‌زمان می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری فشار در ساختمان‌های مختلف گردد. به این منظور باید بطریقه‌ی اثر درجه حرارت را از اثر فشار تفکیک کنیم. در این مقاله، با طراحی سنسوری ترکیبی فایبر نوری نازک‌شده و FBG_{Taper} راه‌کاری برای حل این مشکل ارائه داده ایم. بررسی‌های انجام‌شده روی سنسوری ترکیبی طراحی شده نشان می‌دهد که تداخل حساسیت در سنسور مذکور ایجاد نخواهد شد. در سنسور ترکیبی مذکور، سنسور فایبر نوری نازک‌شده با حساسیت درجه حرارتی $(1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m})$ $-932.8 \frac{\text{pm}}{^\circ\text{C}}$ و سنسور FBG_{Taper} با حساسیت درجه حرارتی و فشار به ترتیب $8.62 \frac{\text{pm}}{^\circ\text{C}}$ و $5.77 \frac{\text{pm}}{\text{Mpa}}$ به کار گرفته شده اند.

اصطلاحات کلیدی: فایبرنوری نازک‌شده غیر ادیاباتیک؛ سنسور پنجره براگ در فایبرنوری نازک‌شده؛ سنسور فشار؛ درجه حرارت؛ تداخل حساسیت

Discrimination between the Pressure and temperature effects of a FBG_{Taper} sensor using a tapered fiber sensor

Jr. Teaching Asstt. Hameedullah Zahin

Department of Physic, Faculty of Education, Urozgan University, Urozgan, Afghanistan

Email: zhameedullah12@gamil.com

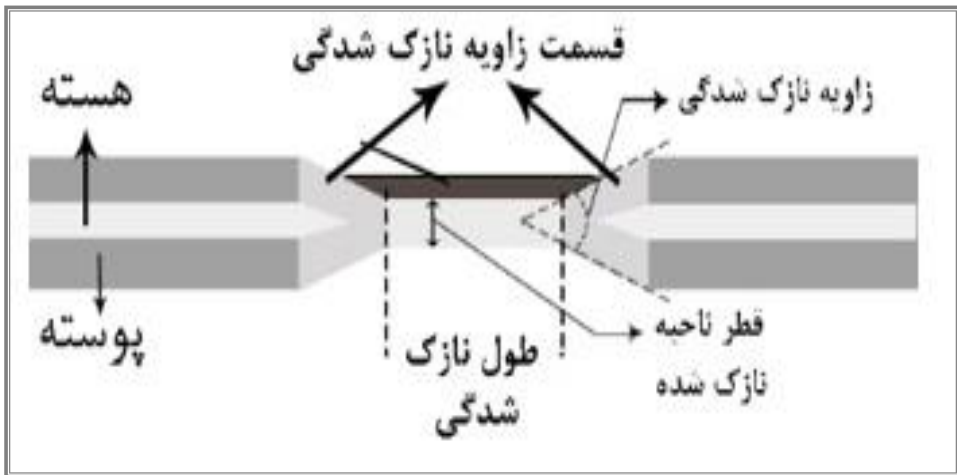
Abstract

FBG_{Taper} (Fiber Bragg Grating in tapered fiber) Sensors have found more usages in the industry to diagnose the safety of mechanical structures due to their high sensitivity, non-exposure to the electromagnetic field, linearity, and lightness. A limitation of the application of FBG_{Taper} sensors is the inability to distinguish the effects of temperature and Pressure in the simultaneous measurement. For this purpose, we must somehow discriminate the effect of temperature from the Pressure. In this Article, by designing a tapered fiber-FBG composite sensor we have provided a solution for this problem. Studies performed on the designed composite sensor show that no sensitivity interference will occur in the sensor. In the composite sensor, a tapered fiber optic sensor with a temperature sensitivity of $-932.8 \frac{\text{pm}}{^\circ\text{C}}$ and a FBG_{Taper} sensor with the temperature and Pressure sensitivity of $8.62 \frac{\text{pm}}{^\circ\text{C}}$ and $5.77 \frac{\text{pm}}{\text{Mpa}}$, respectively, are used.

Keywords: Non-Adiabatic Tapered Fiber; FBG_{Taper} Sensors; Pressure Sensor Temperature; Sensitivity Interference

مقدمه

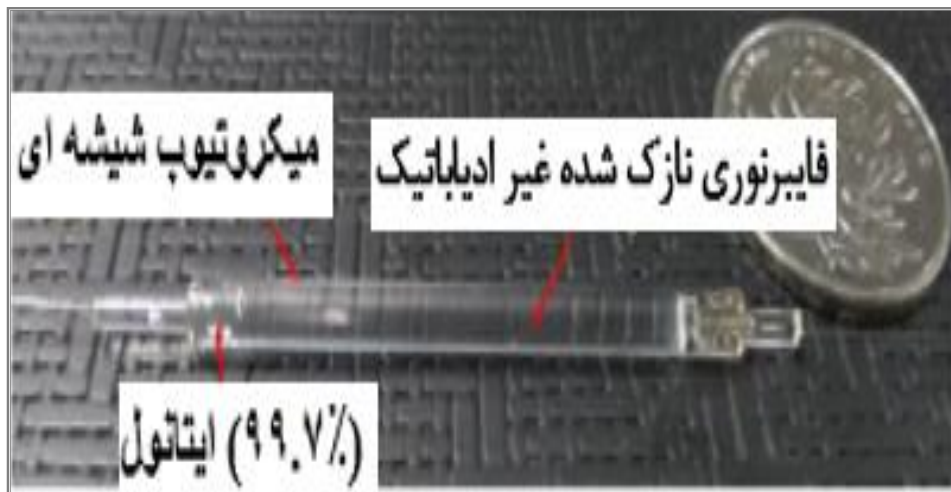
انواع مختلفی از سنسورهای (Sensors) فایبر نوری وجود دارد که سنسور فایبر نوری نازک شده یکی از مهم‌ترین آن‌ها است. سنسور فایبر نوری نازک شده با استفاده از فایبرهای یک مد و یا چند مد، فایبرهای با ضریب انکسار تناوبی، فایبرهای میکروساختار و یا انواع دیگر فایبر نوری ساخته می‌شود. در فایبر نوری استاندارد، شدت ساحه‌ی موج در سطح خارجی تقریباً صفر است. بنابراین، انتشار نور در این گونه فایبرها به محیط اطراف حساسیت چندانی ندارد. برای ایجاد حساسیت فایبر نوری به محیط بیرونی، آن را به صورت نازک شده در می‌آورند. با نازک کردن فایبر نوری به دلیل کاهش قطر فایبر نوری و افزایش گشودگی عددی (Numerical aperture)، مقدار عمق نفوذ و شدت ساحه موج میرا می‌تواند به طور قابل توجهی زیاد شود (۱،۲). این امر موجب می‌شود که خروجی به تغییرات ضریب انکسار محیط اطراف حساسیت قابل توجهی نشان دهد. قسمت‌های مختلف فایبر نوری نازک شده در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: طراحی فایبر نوری نازک شده و نواحی مختلف آن (۳)

عملکرد یک سنسور درجه حرارتی مبتنی بر فایبر نوری نازک به پوشش حساس لایه‌ی نشانی شده (لایه جاذب) بر روی سطح فایبر نوری متکی است. در این شرایط هنگامی که درجه حرارت محیط اطراف تغییر کند، ویژگی‌های فیزیکی و کیمیاوی فایبر نوری نازک شده تغییر کرده و این تغییرات ویژگی‌های نور درون فایبر را تغییر می‌دهد. تغییرات ویژگی شعاع نوری داخل فایبر نوری شامل تغییر در شدت، طول موج و یا فاز نور عبوری است. بنابراین، با اندازه‌گیری پارامترهای نور عبوری، می‌توان مقدار درجه حرارت را محاسبه کرد. در سنسور فایبر نوری نازک شده برای تشخیص درجه حرارت از محلول ایتانول استفاده شده (۴) که در شکل (۲) نشان داده شده است. ایتانول به عنوان یک

واکنش دهنده‌ی با درجه حرارت دارای خواص ویژه‌یی است. هنگامی که درجه حرارت محیط اطراف تغییر کند، باعث تغییر طول موج نوری عبوری می‌شود که با آشکارسازی (Detector) این طول موج، در هر نقطه مورد نظر می‌توانیم درجه حرارت را اندازه‌گیری کرد.



شکل ۲: تصویر واقعی از سنسور درجه حرارتی مبتنی بر فایبر نوری نازک شده (۴)

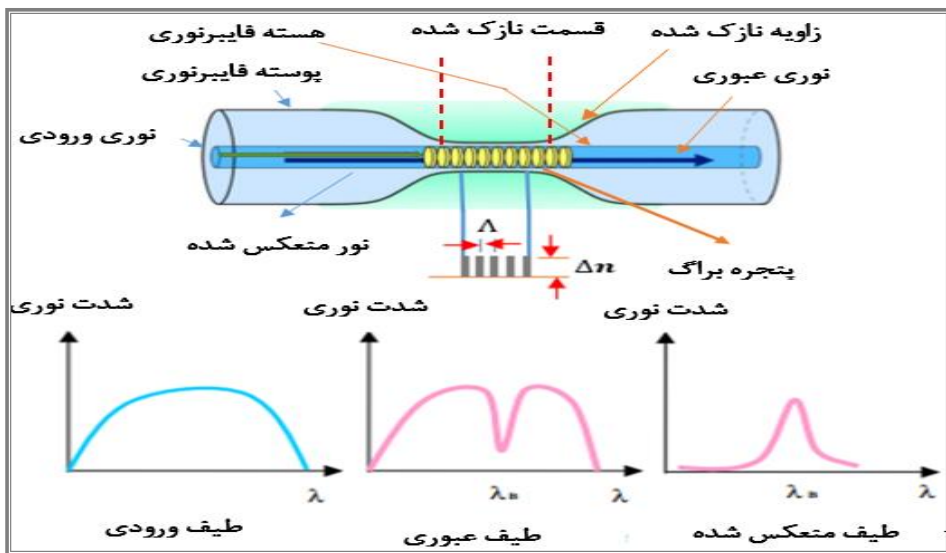
از طرف دیگر با کشف حساسیت نوری (Photosensitivity) در فایبرهای نوری بخش جدیدی از مؤلفه‌های درون فایبر نوری بنام پنجره‌های براگ فایبر نوری (Fiber Bragg gratings) به وجود آمد. این افزاره در فایبر نوری عملیاتی مانند انعکاس و فلتر کردن را با بازدهی بالا و اتلاف کم انجام می‌داد. پنجره‌های براگ فایبر نوری انقلابی در زمینه‌ی مخابرات و سنسورهای فایبر نوری به وجود آوردند. پنجره‌های براگ فایبر نوری به‌طور ساده شامل مودولوشن تناوبی از ضریب انکسار در داخل مغزی فایبر نوری هستند. ساختارهای پنجره؛ مانند در اپتیک موج‌برها دارای اهمیت فراوانی هستند. ساختارهای پنجره برجسته سطحی در اپتیک موج‌برهای مستوی برای پالایه کردن و کوپلاژ نور بکار می‌روند (۵). پنجره‌های براگ فایبر نوری به‌عنوان یک سنسور خوب برای اندازه‌گیری میدان‌های دینامیک و استاتیک از جمله درجه حرارت و فشار مورد توجه قرار گرفته‌اند. از مهم‌ترین مزایای سنسورهایی که با استفاده از پنجره‌های براگ فایبر نوری ساخته می‌شوند، می‌توان به ماهیت کدگذاری طول موجی (کمیت مطلق) آن اشاره کرد. این خاصیت موجب می‌شود که سنسورهای پنجره براگ به‌صورت خود مرجع عمل کرده، مستقل از افت و خیزهای سطح نور بوده و نسبت به تغییرات شدت نور منبع و تلفات ناشی از اتصال‌گرها، غیرحساس باشد. با توجه به تلفات جایگزینی کم و طول موج

انعکاسی با پهنای باند نازک این نوع سنسورها، آن‌ها را به راحتی در طول یک فایبر نوری یک مد می‌توان به صورت طول موجی مالتی پلکس کرد (۵).

تداخلات ضریب انکسار منجر به انعکاس نور (منتشر شده در طول فایبر نوری) در گستره‌ی بسیار کمی از طول موج می‌شود که این طول موج، طول موج انعکاسی پنجره برآگ یا λ_B نامیده می‌شود. شکل (۳) طول موج انعکاسی برآگ علاوه بر دوره‌ی تناوب پنجره برآگ به درجه حرارت، فشار و با دیگر عوامل محیطی وابسته است و با اعمال کوچک‌ترین تغییر در عوامل گفته شده تغییر مکان در طول موج انعکاسی خواهیم داشت (۶). از مهم‌ترین مشخصه‌ی FBG_{Taper} ها، این است که در آن‌ها طول موج‌های تشدید شده به سمت منبع منعکس شده و بقیه‌ی طول موج‌ها بدون تغییر و تضعیف از داخل قطعه عبور می‌کنند. این پنجره‌ها شامل تغییرات طولی منظم در ضریب انکسار است. طول موج انعکاسی یک پنجره برآگ فایبر نوری به صورت زیر داده می‌شود:

$$\lambda_B = 2n_{eff} \Lambda$$

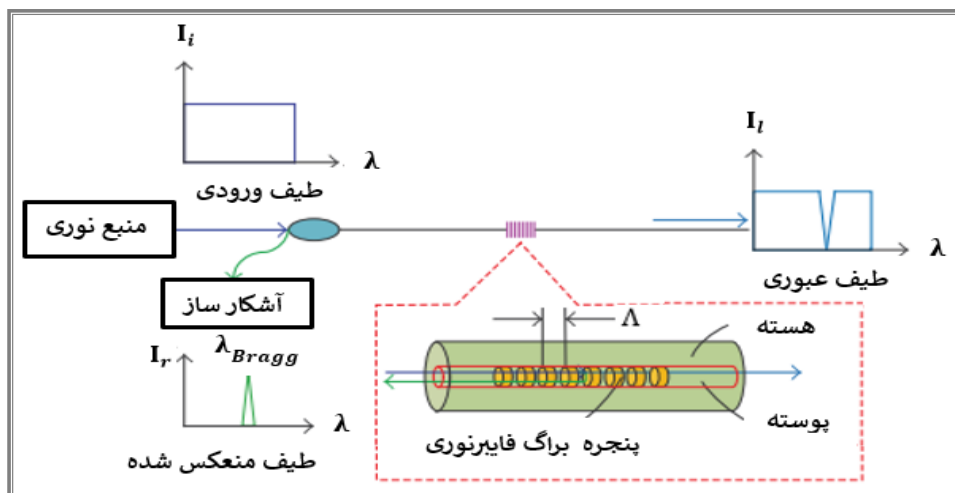
که در آن n_{eff} ، λ_B و Λ به ترتیب طول موج برآگ (طول موج انعکاسی)، ضریب انکسار مؤثر و دوره‌ی تناوب پنجره می‌باشد.



شکل ۳: شمای کلی ساختار پنجره برآگ روی فایبر نوری نازک شده (۷)

اساس کار این سنسورها بر مبنای شبکه‌ی پنجره‌ی برآگ است. شبکه‌ی پنجره برآگ شامل اختلالات تناوبی ضریب انکسار در هسته‌ی فایبر نوری است. این تناوب در چند میلی‌متر یا چند سانتی‌متر است. دوره تناوب معمولاً از مرتبه چند صد نانومتر یا بیشتر است. قطر پوسته معمولاً ۱۲۵ میکرومتر و قطر

هسته ۸ تا ۱۰ میکرون متر است. در این سنسورها شعاع لیزر وارد فایبر نوری شده و بعد از برخورد با این پنجره‌هایی که در مسیر شعاع قرار دارند، طول موج خاص از هر پنجره منعکس می‌شود شکل (۴). به طوری که در طیف انعکاسی نهایی چندین قله انعکاس با طول موج‌های مختلف وجود خواهد داشت (۸). طول موج انعکاسی براگ از هر پنجره به ضریب انکسار فایبر نوری و ناحیه‌ی نازک شده بسیار وابسته است. در شرایط که (درجه حرارت، فشار، رطوبت و...) پایدار، انتظار می‌رود که طول موج معینی از هر پنجره توری منعکس شود ولی وقتی شرایط فیزیکی حاکم بر اطراف فایبر نوری تغییر کند. به دلیل حساسیت بسیار زیاد ضریب انکسار فایبر نوری به تغییرات محیطی، طول موج انعکاسی و طرح تداخلی در قسمت نازک شده از هر پنجره نیز تغییر خواهد کرد. بنابراین، با آشکارسازی تغییر طول موج انعکاسی براگ می‌توان به میزان و نوع تغییرات فیزیکی در اطراف فایبر نوری پی برد (۹).

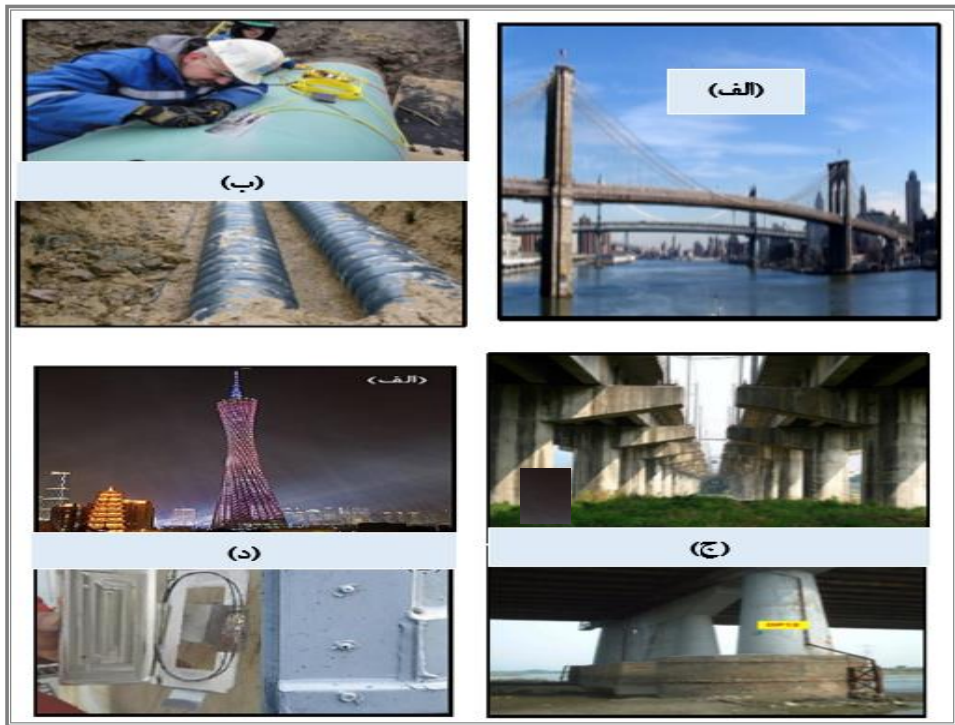


شکل ۴: نحوه عمل کرد سنسور پنجره براگ فایبر نوری (۱۰)

بیان مسأله

سنسور (Sensor) اختصاص شده از کلمه Sen's به معنی حس گر گرفته شده و می‌تواند کمیت‌های مانند فشار، درجه حرارت، کشش و دیگر کمیت‌های فیزیکی بر کمیت‌های برقی متمادی (آنالوگ) و غیر متمادی (دیجیتال) تبدیل کند، سنسورها از انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری سیستم‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرند. عمل کرد سنسورها و قابلیت اتصال آن‌ها به دستگاه‌های مختلف باعث شده است که سنسورها بخشی از اجزای جدانشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد، سنسورها بر اساس نوع وظیفه‌ی که برای آن‌ها تعریف شده اطلاعات را به سیستم کنترل کننده می‌فرستند و سیستم طبق برنامه‌ی تعریف شده عمل می‌کنند. پنجره‌های براگ فایبر نوری به عنوان یک سنسور خوب برای

اندازه‌گیری میدان‌های دینامیک و استاتیک از جمله درجه حرارت، فشار، کشش... مورد توجه قرار گرفته‌اند که تعداد از نمونه‌های آن‌ها در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵: (الف) پل مشهور بروکلین در نیویارک که در آن برای نمایش تغییرات درجه حرارت و فشار از سنسور پنجره براگ استفاده شده. (ب) استفاده از سنسور فایبر نوری در لوله‌های انرژی. (ج) استفاده از سنسورهای پنجره براگ در پایه‌های پل در تایوان. (د) استفاده از سنسور پنجره براگ در برج کانتون گوانژو چین (۱۴).

محدودیتی که در استفاده از سنسورهای پنجره براگ وجود دارد این است که پاسخ سنسور به درجه حرارت و فشار به صورت همزمان می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری فشار در ساختمان‌های مختلف گردد. لذا ما در جستجو طرح سنسور ترکیبی هستیم که این محدودیت را برطرف نمایند.

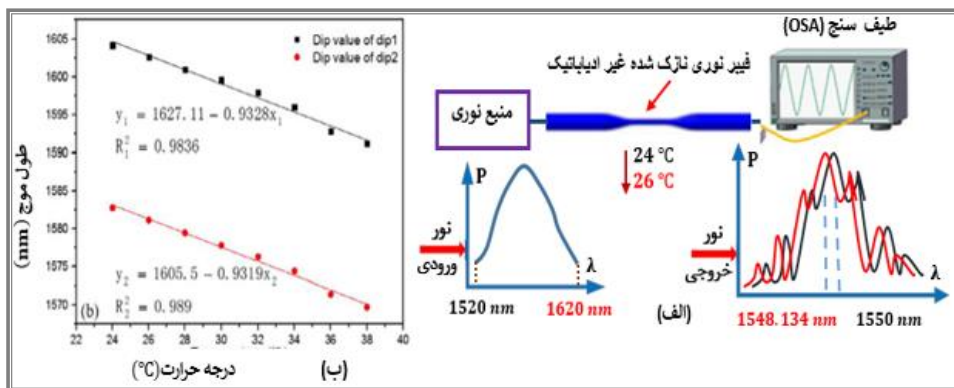
روش تحقیق

در این تحقیق برای رفع تداخل درجه حرارت و فشار از سنسورهای ترکیبی FBG_{Taper} (حساس به درجه حرارت و فشار) و فایبر نوری نازک‌شده (حساس به درجه حرارت) برای اندازه‌گیری درجه حرارت و فشار به صورت هم‌زمان، برای جدا کردن اثر درجه حرارت و فشار به بررسی گرفته شده است. محدودیتی که در استفاده از سنسورهای پنجره براگ بر روی فایبر نوری نازک وجود دارد، این است که پاسخ سنسور به درجه حرارت و فشار به صورت هم‌زمان می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری

فشار در ساختمان‌های مختلف می‌گردد. با استفاده از رابطه‌های تغییرات طول موج با فشار و درجه حرارت و هم چنین اندازه‌گیری مقدار طول موج تغییر یافته به وسیله‌ی هر یک از فایبر نوری نازک شده و پنجره‌ی براگ بر وری فایبر نوری نازک شده، می‌توان مقدار درجه حرارت و فشار را در نقطه مورد هدف تعیین نمود.

برای سنسور فایبر نوری نازک شده: تغییرات درجه حرارت را از ۲۴ درجه سانتی‌گراد تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد با گام ۲ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است. محدوده‌ی طول موج از ۱۵۲۰ نانومتر تا ۱۶۲۰ نانومتر، قطر ناحیه نازک شده حدود ۸ میکرومتر و طول آن حدود ۲۰ ملی متر است، ضریب شکست حدود ۱,۳۶ در نظر گرفته شده، مقدار طول موج با افزایش درجه حرارت تقریباً به‌طور خطی کاهش می‌یابد و حساسیت درجه حرارت $pm/^\circ C$ $-932/8$ در نظر گرفته شده است (۴). برای سنسور پنجره براگ با ضریب شکست مضاعف: طول موج براگ ۱۵۳۰ نانومتر، ضریب انکسار مؤثر $1/45$ و حساسیت درجه حرارت و فشار را به ترتیب $pm/^\circ C$ 8.62 و pm/MPa 5.77 $\frac{\Delta\lambda_B}{\Delta T}$ و $\frac{\Delta\lambda_B}{\Delta \epsilon}$ درجه حرارت پیرامون پنجره براگ فایبر نوری را از صفر درجه سانتی‌گراد تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد با گام ۲۰ درجه سانتی‌گراد تغییر داده و جایگاه قله انعکاسی اندازه‌گیری می‌گردد و برای اندازه‌گیری فشار مقدار فشار را از صفر تا ۱۰۰۰ MPa با گام ۱۰۰ MPa در نظر گرفته شده (۱۵).

با استفاده از داده‌های بالا گراف رابطه درجه حرارت با تغییرات طول موج برای سنسور درجه حرارتی مبتنی بر فایبر نوری نازک شده در شکل (۶). با استفاده از رابطه ذیل $(\Delta\lambda_{taper} = K_{T taper} \times \Delta T)$ رسم گردیده است.



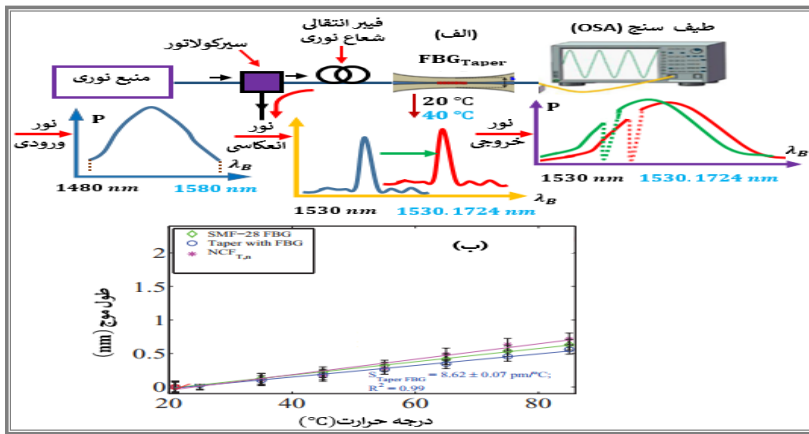
شکل ۶: (الف) گراف شیماتیک چیدمان سنسور درجه حرارت مبتنی بر فایبر نوری نازک شده (نویسنده) و (ب) تغییر

طول موج در سنسور مبتنی بر فایبر نوری نازک شده بر اثر تغییرات درجه حرارت (۴)

با استفاده از شرایط تعیین شده‌ی بالا، تغییرات طول موج بر حسب تغییرات درجه حرارت با استفاده از تابع به دست آمده پایین از گراف تغییرات درجه حرارت برای پنجره براگ مبتنی فایبر نوری نازک شده در شکل (۷) نشان داد شده است.

$$\Delta\lambda_{B_{Taper}} = K_{PB_{Taper}} \times \Delta P + K_{TB_{Taper}} \times \Delta T$$

$$\Delta\lambda_{B_{Taper}} = 0 + 0.00862 \text{ nm}/^{\circ}\text{C} \times 20^{\circ}\text{C} = 0.1724 \text{ nm}$$

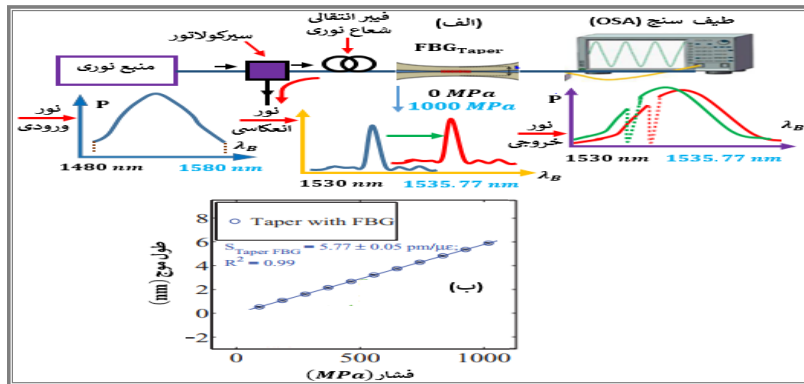


شکل ۷: (الف) گراف شیماتیک چیدمان سنسور پنجره براگ مبتنی بر فایبر نوری نازک‌شده برای اندازه‌گیری تغییر درجه حرارت (نویسنده) و (ب) تغییر طول‌موج در قله طیف انعکاسی از FBG_{Taper} بر اثر تغییرات درجه حرارت (۱۵)

برای اندازه‌گیری فشار، مقدار فشار از صفر تا 1000 MPa با 100 MPa تغییر داده شده است (۱۵). تغییرات طول‌موج بر حسب تغییر فشار برای پنجره‌ی براگ مبتنی فایبر نوری نازک‌شده با استفاده از رابطه پایین در شکل (۸) نشان داده شده است.

$$\Delta\lambda_{B_{Taper}} = K_{PB_{Taper}} \times \Delta P + K_{TB_{Taper}} \times \Delta T \Rightarrow$$

$$\Delta\lambda_{B_{Taper}} = 0.0058 \text{ nm}/\text{MPa} \times 1000 \text{ MPa} + 0 = 5.77 \text{ nm}$$

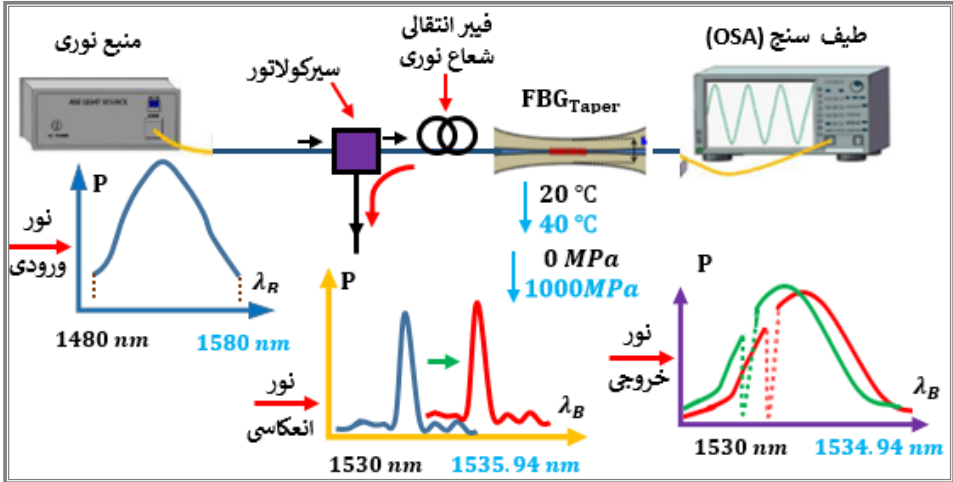


شکل ۸: (الف) گراف شیماتیک سنسور FBG_{Taper} بر اثر تغییر فشار، طراحی توسط خود نویسنده و (ب) تغییر طول‌موج (نویسنده) بر اثر تغییرات فشار (۱۵)

حال، سنسور پنجره برآگ مبتنی بر فایبر نوری نازک شده تحت تأثیر هم زمان درجه حرارت و فشار را مورد بررسی قرار می دهیم. این موضوع به صورت شیماتیک با استفاده از رابطه ی پایین در شکل (۹) نشان داده شده است.

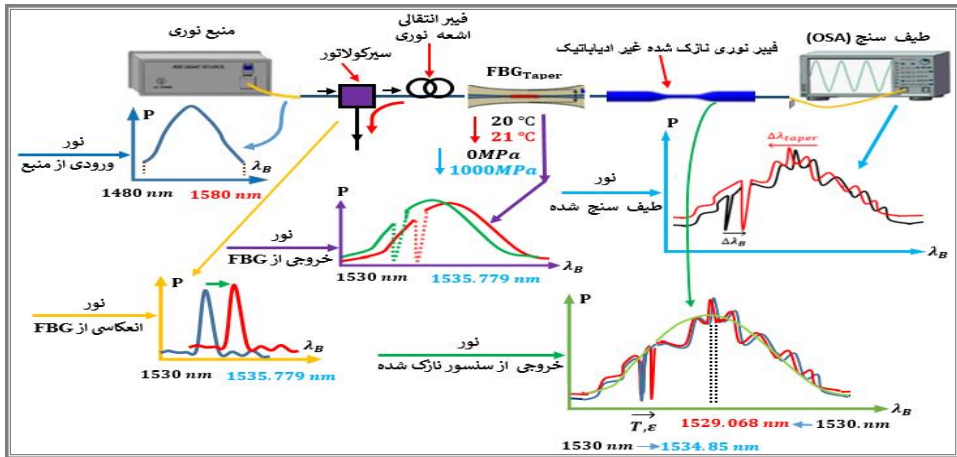
$$\lambda_{B_{Taper}} = K_{PB_{Taper}} \times \Delta P + K_{TB_{Taper}} \times \Delta T$$

$$\Delta \lambda_{B_{Taper}} = 0.0058 \text{ nm/MPa} \times 1000 \text{ MPa} + 0.00862 \text{ nm/}^\circ\text{C} \times 20 \text{ }^\circ\text{C} = 5.94 \text{ nm}$$



شکل ۹: گراف شیماتیک چیدمان سنسور پنجره برآگ مبتنی بر فایبر نوری نازک شده در اثر تغییر هم زمان درجه حرارت و فشار (نویسنده)

همان طور که در شکل (۹) هم مشخص است استفاده از سنسور FBG_Taper برای اندازه گیری درجه حرارت و فشار به صورت هم زمان، تداخل حساسیت ایجاد خواهد شد و به طور هم زمان با استفاده از این سنسور نمی توانیم فشار و درجه حرارت را اندازه گیری کنیم.



شکل ۱۰: گراف شیماتیک چیدمان سنسور ترکیبی فایبر نوری نازک شده و FBG_(Taper) بر اثر تغییر درجه حرارت و فشار (نویسنده)

به خاطر رفع تداخل درجه حرارت و فشار، طراحی سنسور ترکیبی فایبر نوری نازک شده و FBG_{Taper} برای اندازه گیری درجه حرارت و فشار به صورت هم زمان را مورد بررسی قرار می دهیم. سنسور پیشنهادی و تغییر مکان مورد انتظار در طیف به صورت شیماتیک با استفاده از رابطه های پایین در شکل (۱۰) رسم گردیده است.

$$\{\Delta\lambda_{B_{Taper}} = 0.0058 \text{ nm}/MPa \times 1000MPa + 0.00862 \text{ nm}/^{\circ}C \times 1^{\circ}C = 5.7786 \text{ nm}\}$$

$$\{\Delta\lambda_{taper} = K_{T \text{ taper}} \times \Delta T = -0.9328 \text{ nm}/^{\circ}C \times 1^{\circ}C = -0.9328 \text{ nm}\}$$

برای سنسور ترکیبی درجه حرارت و فشار داریم که:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta\lambda_{B_{Taper}} + \Delta\lambda_{taper} = (K_{PB_{Taper}} \times \Delta P + K_{TB_{Taper}} \times \Delta T) (K_{T \text{ taper}} \times \Delta T) = \\ 0.0058 \text{ nm}/MPa \times 1000MPa + 0.00862 \text{ nm}/^{\circ}C \times 1^{\circ}C \pm 0.9328 \text{ nm}/^{\circ}C \times 1^{\circ}C \\ = 4.846 \text{ nm} \end{array} \right\}$$

مناقشه

حساسیت نسبت به درجه حرارت

از معادل $\lambda_{B_{Taper}} = 2n_{eff} \cdot \Lambda$ داریم:

$$n_{eff} = \frac{\lambda_{B_{Taper}}}{2\Lambda} \quad , \quad \Lambda = \frac{\lambda_{B_{Taper}}}{2n_{eff}}$$

از معادله فوق نسبت به تغییرات دما مشتق می گیریم:

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\Delta T} = 2n_{eff} \cdot \frac{\partial\Lambda}{\partial T} + 2\Lambda \cdot \frac{\partial n_{eff}}{\partial T}$$

با جای گذاری روابط بالا:

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\lambda_{B_{Taper}}} = \frac{1}{\Lambda} \cdot \frac{\partial\Lambda}{\partial T} \cdot \Delta T + \frac{1}{n_{eff}} \cdot \frac{\partial n_{eff}}{\partial T} \cdot \Delta T \quad (1)$$

از معادله (۱) حساسیت نسبت به درجه حرارت برای پنجره براگ مبتنی بر فایبر نازک شده عبارت از معادله زیر است:

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\lambda_{B_{Taper}}} = (\alpha + \xi) \cdot \Delta T \quad (2)$$

که $\xi = \left(\frac{1}{\Lambda}\right) \left(\frac{\partial\Lambda}{\partial T}\right)$ ضریب انبساط حرارتی و $\alpha = \left(\frac{1}{n_{eff}}\right) \left(\frac{\partial n_{eff}}{\partial T}\right)$ ضریب ترمووپتیکی می باشد. برای سلیکان، (α) و (ξ) به ترتیب $0.55 \times 10^6 \text{ }^{\circ}C^{-1}$ و $8.6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}C^{-1}$ هستند.

حساسیت نسبت فشار:

این بار از معادل $\lambda_{B_{Taper}} = 2n_{eff} \cdot \Lambda$ نسبت به تغییرات مکان و جابجایی مشتق می گیریم.

$$n_{eff} = \frac{\lambda_{B_{Taper}}}{2\Lambda} \quad , \quad \Lambda = \frac{\lambda_{B_{Taper}}}{2n_{eff}}$$

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\Delta L} = 2n_{eff} \cdot \frac{\partial\Lambda}{\partial L} + 2\Lambda \cdot \frac{\partial n_{eff}}{\partial L}$$

با جایگذاری روابط بالا:

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\lambda_{B_{Taper}}} = \frac{1}{\Lambda} \cdot \frac{\partial\Lambda}{\partial L} \cdot \Delta L + \frac{1}{n_{eff}} \cdot \frac{\partial n_{eff}}{\partial L} \cdot \Delta L \quad (3)$$

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\lambda_{B_{Taper}}} = (1 - P_e) \cdot P \quad (4)$$

که در آن P فشار وارده روی توری براگ مبتنی بر فایبر نوری نازک شده و P_e ضریب فتوا لاستیک می باشد.

حساسیت به درجه حرارت و فشار در سنسور FBG_{Taper} و سنسور فایبر نوری نازک شده به صورت همزمان با ترکیب رابطه های (۱) و (۴) حساسیت کلی نسبت به درجه حرارت و فشار را باهم خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta\lambda_{B_{Taper}}}{\lambda_{B_{Taper}}} = (1 - P_e) \cdot P + (\alpha + \xi) \cdot \Delta T \quad (5)$$

معادله (۵) نشان می دهد که تغییر مکان FBG_{Taper} ناشی از دو عامل فشار و درجه حرارت است. برای تشخیص این که تغییر مکان مربوط به کدام عامل است، می توان از سنسور ترکیبی فایبر نوری نازک شده و FBG_{Taper} استفاده کرد. سنسور فایبر نوری نازک شده مخصوص درجه حرارت و سنسور FBG_{Taper} هر دو عامل را بررسی می کند که با مقایسه پاسخ درجه حرارتی سنسورهای فایبر نازک شده و سنسور پنجره ی براگ مبتنی بر فایبر نوری نازک شده و در نهایت کم کردن نتیجه هر دو سنسور از هم، مقدار تغییرات فشار به دست می آید.

در رابطه (۵) برای FBG_{Taper} چون به هر دو عامل حساس است؛ معادله تغییر طول موج برای سنسور FBG_{Taper} قرار ذیل است:

$$\Delta\lambda_{B_{Taper}} = K_{PB_{Taper}} \times \Delta P + K_{TB_{Taper}} \times \Delta T \quad (6)$$

هم چنین برای سنسور فایبر نوری نازک شده که نسبت به درجه حرارت حساس است داریم:

$$\Delta\lambda_{taper} = K_T \times \Delta T \quad (7)$$

مقادیر $\Delta\lambda_{taper}$ و $\Delta\lambda_{B_{Taper}}$ در شکل (۱۰) قابل مشاهده می باشد که می توان آن ها را در آزمایشگاه

تعیین کرد. حال یک نمونه از محاسبات را برای سنسور پیشنهادی انجام می‌دهیم. مثلاً؛ فرض کنید در آزمایشگاه تغییرات طول موج برای فایبر نوری نازک‌شده ($\Delta\lambda_{taper}$) و تغییرات طول موج برای FBG_{Taper} ($\Delta\lambda_{B_{Taper}}$) را جداگانه اندازه‌گیری کرده‌ایم و می‌خواهیم مقدار درجه حرارت و فشار را تعیین کنیم. فرض کنید مقادیری که برای تغییر طول موج به روش آزمایشگاهی به دست آمده برای سنسور فایبر نوری نازک‌شده و FBG_{Taper} به ترتیب $\Delta\lambda_{taper} = -0.907 \text{ nm}$ و $\Delta\lambda_{B_{Taper}} = 0.823 \text{ nm}$ باشد. حال می‌خواهیم با استفاده از این مقادیر درجه حرارت و فشار (ΔT و ΔP) را به دست بیاوریم.

$$\Delta T = \frac{\Delta\lambda_{taper}}{K_{T_{taper}}} = \frac{-0.907 \text{ nm}}{-0.9328 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}} = 0.973 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta P = \frac{\Delta\lambda_{B_{Tape}} - K_{TB_{Taper}} \times \Delta T}{K_{PB_{Taper}}} = \frac{0.823 \text{ nm} - 0.0086 \text{ nm}/^{\circ}\text{C} \times 0.973 \text{ }^{\circ}\text{C}}{0.0058 \text{ nm}/\text{MPa}} = 140.5 \text{ MPa}$$

$$\Delta T = 0.973 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad , \quad \Delta P = 140.5 \text{ MPa}$$

این نشان می‌دهد که با استفاده از سنسور فایبر نوری نازک‌شده غیر ادیاباتیکی و FBG_{Taper} به شکل ترکیبی، تداخل حساسیت در سنسور مذکور ایجاد نخواهد شد و به طور هم‌زمان در هر نقطه مورد نظر می‌توان فشار و درجه حرارت را اندازه‌گیری کرد. با استفاده از رابطه‌ی تغییرات طول موج با فشار و درجه حرارت و هم‌چنین اندازه‌گیری مقدار طول موج تغییر یافته و به وسیله فایبر نوری نازک‌شده و پنجره‌ی براگ فایبر نوری، می‌توان مقدار درجه حرارت و فشار را در هر نقطه مورد نظر استفاده نمود. باتوجه به اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در منابع مورد استفاده در این مقاله (۴، ۱۵)، حساسیت برای سنسور ترکیبی مذکور به درجه حرارت، $0.973 \text{ pm}/^{\circ}\text{C}$ و به فشار، $140.5 \text{ pm}/\text{MPa}$ حاصل گردید.

نتیجه‌گیری

محدودیت که در استفاده از سنسورهای پنجره براگ مبتنی بر فایبر نوری نازک وجود دارد، این است که پاسخ سنسور برای اندازه‌گیری درجه حرارت و فشار به صورت هم‌زمان می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری فشار در ساختمان‌های مختلف گردد. به این منظور باید به طریقی اثر درجه حرارت را از اثر فشار تفکیک کنیم که روش‌های مختلفی برای این کار پیشنهاد شده است. در این مقاله، از طراحی سنسور ترکیبی فایبر نوری نازک‌شده (حساس به درجه حرارت) و سنسور پنجره براگ مبتنی بر فایبر نوری نازک (حساس به درجه حرارت و فشار)، برای جدا کردن اثر درجه حرارت و فشار مورد بحث و تحقیق قرار گرفت. بررسی‌های انجام‌شده بر روی سنسور ترکیبی طراحی شده نشان داد که تداخل حساسیت در سنسور ترکیبی مذکور ایجاد نخواهد شد. با توجه به سنسورهای استفاده شده به عنوان نمونه در این مقاله، حساسیت برای سنسور ترکیبی به درجه حرارت، $0.973 \text{ pm}/^{\circ}\text{C}$ و به فشار، $140.5 \text{ pm}/\text{MPa}$ حاصل گردید.

- (1) Valadez, A, Lana S, Morgan M, Bunya, A. Evanescent wave fiber optic biosensor for Salmonella detection in food, *Sensors*, 2009; vol(9): 5810–5824.
- (2) Love, J. D. and Henry W. M. Quantifying loss minimization in single-mode fiber tapers, *Electronics Letters*, 1986; vol(21): 912–914.
- (3) Zibaii, M. I. et al. Non-adiabatic tapered optical fiber sensor for measuring the interaction between α -amino acids in aqueous carbohydrate solution, *Measurement Science and Technology*, 2010; 81: 105-108.
- (4) Zhou, T et al. Low cost non-adiabatic tapered fiber for high-sensitive temperature sensing, *Optical Fiber Technology*, 2018; 45: 53-57.
- (5) Othonos, A. and Kyriako's K. *Fiber Bragg Grating: fundamentals and applications in telecommunications and sensing*, Artech House, Boston, 1999; 13: 99-103.
- (6) Yu, F. T. S. *In-Fiber Grating Optic Sensors*. Fiber Optic Sensors, New York, M. Dekker, 2002; 69: 123-171.
- (7) Ling, Hang-yin, et al. Embedded fiber Bragg grating sensors for non-uniform Pressure sensing in composite structures, *Measurement science and technology*. 2005; 16: 2415.
- (8) Liu, Qiang, et al. High-sensitivity plasmonic temperature sensor based on photonic crystal fiber coated with nanoscale gold film. *Applied Physics Express*. 2015; 84: 46701.
- (9) Drusová, Sandra, E.T al. Possibilities for Groundwater Flow Sensing with Fiber Bragg Grating Sensors. *Sensors*. 2019; 19,7: 1730.
- (10) Ye, X.W. and Han, J.P. Structural health monitoring of civil infrastructure using optical fiber sensing technology. a comprehensive review. *Scientific World Journal*. 2014; 11: 652329.
- (11) Fischer, C. et al. Fiber Optic Monitoring of the Masonry Arch Approach Spans in the Brooklyn Bridge. *Structural Materials Technology*. 2010; 63: 218.
- (12) In Audi, D. and Branko G. Long-range pipeline monitoring by distributed fiber optic sensing. *Journal of pressure vessel technology*. 2010; vol (132): 011701, 2010.
- (13) Lin, Yung Bin, et al. Flood scour monitoring system using fiber Bragg grating sensors. *Smart materials and Structures*. 2006; vol (15): 1950.
- (14) Lai, C. C. Au, K. M. Chung, W. H. Chung, Shun Yee Michael Liu, H. Y. Tam, and Y. Q. Optical sensor networks for structural health monitoring of canton tower. a comprehensive review. *Scientific World Journal*. 2011; 71: 670.
- (15) Oliveira, K. Ricardo, E.T. Simultaneous measurement of Pressure, temperature and refractive index based on multimode interference, fiber tapering and fiber Bragg gratings. *Measurement Science and Technology*. 2016; 27/7: 75104.
- (16) Hill, D. Kenneth O. Fiber Bragg grating technology fundamentals and overview. *Journal of Light wave technology*. 1997; 15/8: 1263-1276.

بررسی تخنیکي و ارزیابی مقایسوی به منظور بهترین انتخاب تکنولوژی جهت تولید برق از زباله در شهر کابل

پوهنیار محمد شعیب محسنی^۱، پوهنیار نثار احمد رحمانی^۲

^{۱،۲}د یو. پی. ا. تی. انرژي، پوهنځي انجنیري، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: shuaib.mohsini@gmail.com

چکیده

هدف این تحقیق دریافت نمودن بهترین روش برای مدیریت زباله‌های شهری در شهر کابل می‌باشد. انکشاف شهری و افزایش دوام دار نفوس در شهر کابل سبب ازدیاد زباله‌های شهری گردیده که بر اساس آمار سال ۲۰۱۸ به طور اوسط ۳،۰۵۰ تن زباله در یک شبانه‌روز تولید می‌شود. در این تحقیق ابتدا بحث بالای روش‌های مؤثر استحصال انرژی از زباله‌ها و آشنایی با خصوصیات و مشخصات مربوط به هر روش سوق داده می‌شود. در اخیر با در نظر داشت ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی شهروندان کابل و مطالعات امکان‌سنجی، تکنولوژی مناسب جهت مدیریت زباله مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده این است که استفاده از میتود زباله‌سوزی (Incineration of Waste) از کارایی خوب‌تری برخوردار خواهد بود و ساخت دستگاه زباله‌سوز، راه حل مناسب برای مدیریت زباله‌های جامد شهری در کابل می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: شهر کابل؛ زباله‌های شهری؛ دفن زباله؛ هضم یا تجزیه در عدم موجودیت اکسیجن؛ دستگاه زباله‌سوز

Technical Review and Comparative Evaluation for the Selection of the Best Power Generation Technology from Waste in Kabul City

Jr. Teaching Asstt. Mohammad Shuaib Mohsini¹, Jr. Teaching Asstt. Nisar Ahmad Rahmany²

^{1,2}Department of Energy, Faculty of Engineering, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: shuaib.mohsini@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to find the best method for urban waste management in the capital city of Kabul. Urban development and constant population growth in Kabul City have caused an increase in urban waste. As per 2018 statistics, Kabul produces an average of 3,050 tons of waste daily. In this research, primarily the effective methods of energy extraction from waste are discussed, followed by the characteristics and specifications of each method. Consequently, appropriate technology for waste management has been investigated, considering the social and cultural characteristics of the citizens of Kabul and feasibility studies. The results of the research show that the use of the Incineration of Waste approach will have better efficiency, and the construction of a waste incinerator is a suitable solution for the management of urban solid waste in Kabul City.

Keywords: Kabul City; Urban Waste; Landfill of Waste; Anaerobic Digestion; Waste Incineration of Waste Plan

مقدمه

افزایش نفوس، بلندرفتن سطح زندگی، مصارف گوناگون در جوامع مختلف و استفاده از تکنولوژی‌های تبدیل و بسته‌بندی مواد مصرفی باعث ایجاد مشکلات در رابطه با محدودیت منابع طبیعی، به‌خصوص انرژی و بروز مشکلات آلودگی محیط‌گردیده است. روزانه میلیون‌ها تن مواد زاید و اضافی در مناطق مختلف کشور اعم از شهری و دهات تولید می‌شود که ناشی از دو حالت نمی‌باشند؛ از یک جهت اثرات منفی و آلوده‌سازی آن‌ها که به‌شکلی می‌تواند بر کیفیت و کمیت طرز زندگی و منابع طبیعی مؤثر باشد و از طرف دیگر، دارای خاصیت طبیعی سودمندی می‌باشد که می‌توان دوباره از آن‌ها استفاده مفید در جهت تولید به‌خصوص انرژی نمود که می‌تواند تأثیر به‌سزای در کاهش تأثیرات آلودگی محیط‌زیست داشته و در ضمن نقش مؤثر اقتصادی را نیز در بر دارد (۴).

زباله‌های شهری، از چند اجزای مختلف تشکیل شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از:

۱. تجزیه زباله‌ها.

۲. اجزای مواد سوخت زباله‌ها می‌باشند.

تکنولوژی‌های مختلفی، توانایی به‌میان آوردن انرژی برق را از زباله‌ها و مواد اضافی پسمانده دارند (۴).

هدف این تحقیق، بررسی میتودهای مختلف برای مدیریت زباله‌های جامد شهری جهت تولید انرژی برق و مدیریت زباله می‌باشد. بدین لحاظ شهر کابل به‌عنوان نمونه مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرد.

تکنولوژی‌های مروج در سطح دنیا جهت تولید انرژی از زباله‌های شهری

تکنولوژی‌ها و میتودهای مختلفی جهت تولید انرژی از مواد زاید و پسمانده‌های شهری و دهاتی وجود دارد. در بعضی این تکنولوژی‌ها، تولید انرژی اولویت داده می‌شود و تعداد دیگر آن، از بین بردن زباله در اولویت قرار می‌گیرد. به‌طور عموم، تکنولوژی‌های ذیل در سطح جهان استفاده می‌شود (۱):

۱. دفن کردن زباله.

۲. زباله‌سوز.

۳. گازسازی زباله.

۴. پیرولیز زباله.

۵. هضم غیرهوازی.

۶. بیوگاز.

۷. تولید سوخت زباله.

۸. پلاسما.

از نظر تخنیکي بادر نظر داشت شرایط محیطی کشور و مشخصات مواد اضافی و پسمانده‌های تولیدی، تکنولوژی‌های فوق‌الذکر می‌تواند قابل استفاده و بهره‌برداری باشند، ولی موضوع که قابل مطرح است، انتخاب تکنولوژی خوب و مناسب برای شهرکابل با توجه به ترکیبات زباله‌های جامد شهری، تکنولوژی‌های اثبات شده و استراتژی مدیریت آن می‌باشد.

در جدول (۱) ارزیابی تکنولوژی‌های یاد شده، با در نظر داشت امکانات هر تکنولوژی برای شهرکابل و با توجه بر سه مشخصه مشاهده شده در سطح جهان، داشتن پوتنسیل تولید انرژی و این که برای شهرکابل مناسب است؛ ذکر گردیده است (۲).

جدول ۱: خلاصه‌یی از انتخاب تکنولوژی‌های تبدیل زباله به انرژی

تکنولوژی	وضه‌میت استفاده و بهره‌برداری در سطح جهان	مطالعه برای شهر کابل	قابلیت تولید انرژی
گاز لندفیل	کاربرد در مقیاس صنعتی به میزان زیاد	مناسب است.	دارد
زباله‌سوز	کاربرد نسبت صنعتی زیاد-	مناسب است	دارد
زباله‌سوز توده‌سوز	کاربرد در مقیاس صنعتی زیاد- تکنولوژی بسیار مناسبی است	مناسب است	دارد
گازی‌سازی	تعداد بسیار کمی کاربرد در مقیاس صنعتی	برای مدیریت مناطق غیر صنعتی شهر کابل مناسب است	دارد
پیرولیز	کاربرد در مقیاس صنعتی ندارد	برای مدیریت مناطق غیرصنعتی شهر کابل مناسب است	دارد
هضم یا تجزیه در عدم موجودیت آکسیجن (Anaerobic Digestion)	در آلمان زیاد- در اروپا در حال رشد	مناسب است	دارد
تولید سوخت زباله	در آلمان تعدادی زیادی- در اروپا در حال رشد	مناسب است	دارد
گازی‌سازی پلاسما	استفاده نسبت به صنعت ندارد	مناسب است	دارد

میتوهای مختلف اجرایی به منظور تولید برق از زباله‌ی جامد شهری در شهر کابل

شهر کابل، دارای بیشتر از پنج میلیون نفوس می‌باشد که تولید زباله‌ی آن به‌طور متوسط روزانه حدود ۳،۰۵۰ تُن می‌رسد و از جمله آلوده‌ترین شهرهای کشور است و این شهر به‌عنوان نمونه مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرد (۹).

در ابتدا سه میتود دفن زباله (Landfill of Waste of Waste)، زباله‌سوزی (Incineration of Waste) و تجزیه زباله توسط مایکروارگانیزم (Anaerobic Digestion) به‌عنوان سه تکنولوژی و روش مناسب برای کنترل زباله در شهر کابل و تولید انرژی برق انتخاب می‌شوند. در ادامه کوشش به عمل می‌آید تا به‌طور مختصر به بررسی روش‌های فوق‌الذکر پرداخته شود و در اخیر یک میتود مناسب برای تولید برق از زباله‌های شهر کابل پیشنهاد گردد.

احداث دفن زباله به‌منظور تولید برق از زباله در شهر کابل

دفن زباله به‌مفهوم انتقال مواد اضافی جامد به محل خاص و دفن آن‌ها در تحت خاک، قسمی که ضرری متوجه محیط‌زیست نشود، می‌باشد. در این روش اساساً احداث مسیرهای پایپ‌دوانی مناسب در بستر و انتقال گازهای تولیدی به تصفیه‌خانه، به‌منظور راه‌اندازی موتور انجن‌های احتراق داخلی مورد توجه قرار می‌گیرد.

موضوع مهم درباره دفن زباله (Landfill of Waste of waste)، این است که باید، بدون نظر داشت مراعات جنبه‌های اقتصادی از نظر تخنیکی، انتخاب محل و عملیات (Operation)، شرایط استفاده مجدد از زمین و مواد دفن شده، پس از گذشت زمان مناسب فراهم شود (۶).

قیمت‌های احداث دفن زباله

مصارف پولی دفع زباله (کثافات) به طریقه دفن در زیرزمین و قیمت‌های ساخت و احداث محل دفن‌گاه اندک و کم نمی‌باشد؛ در صورتی که به‌شکل اصولی آن ساخته شوند، دارای قیمت هنگفتی می‌باشند. قیمت اولیه‌ی این‌گونه سایت‌ها با در نظر داشت قیمت زمین محل دفن‌گاه می‌تواند بسیار متفاوت باشد. اما آن‌چه که بدیهی به‌نظر می‌رسد؛ با توجه به رشد نفوس این قیمت‌ها روزبه‌روز تغییر کرده و افزایش می‌یابد. هزینه‌های بهره‌برداری و دیگر مصارف نیز وابسته به موقعیت و فاصله آن از محل تولید زباله متغیر می‌باشد. مصارف احداث دفن زباله‌ها را می‌توان به مراحل ذیل تقسیم نمود (۶).

۱. هزینه احداث و ساخت دفن زباله.
۲. هزینه بهره‌برداری.
۳. هزینه خاتمه دادن و بستن آن.
۴. مصارف محافظت طویل‌المدت.

تخمین سالانه حجم دفن زباله شهر کابل (۱)

با استفاده از این فورمول می توان حجم سالانه دفن زباله را دریافت کرد.

$$V = d \left[\frac{R}{W} + C_v \right] \dots \dots \dots (1) \text{ فورمول (۱)}$$

در این فورمول

V = حجم لندفیل برای هر نفر در سال ($m^3/day/year$)

R = جریان تولید زباله جامد ($Kg/capita/day$)

W = وزن حجمی زباله جامد پس از فشرده شدن (Kg/m^3)

C_v = حجم مخصوصه مورد نیاز برای لایه‌ای پوششی در ته یا لایه‌های پوششی بین بسترهای زباله

جامد و لایه پوششی نهایی و بالایی ($m^3/capita/day$)

d = تعداد روز در سال

حجم دفن زباله برای شهر کابل با استفاده از فورمول اول چنین بدست می آید:

تعداد روزها در یک سال ۳۶۰، جریان تولید زباله در شهر کابل ۰٫۵ (روز/نفر/کیلوگرام)، ۴۷۰ وزن حجمی زباله‌های جامد پس از فشرده شدن، ۰٫۰۰۲۷ حجم مخصوصه‌ی مورد نیاز برای لایه‌ی پوششی در ته یا لایه‌های پوششی بین بسترهای زباله‌ی جامد و لایه پوششی نهایی و بالایی در نظر گرفته شده (۱۰، ۱۲).

$$V = 360 \left[\frac{0.5}{470} + 0.0027 \right] = 1.35499$$

حجم دفن زباله مورد نیاز برای زباله شهر کابل برابر با حاصل ضرب حجم دفن زباله مورد نیاز برای هر نفر در سال، با نفوس شهر کابل است (۳).

اداره احصایه ملی افغانستان نفوس شهر کابل را (۵۲۰۴۶۶۷) اعلان کرده است و با در نظر داشت آن داریم (۱۰):

$$1.35499 (m^3/capita.year) \times 5204667 = 7,052,219.70 m^3/year$$

ناگفته نباید گذاشت که برای مشخصات دفن زباله بعضی قیمت‌ها نظر به دیزاین آن در مناطق مختلف فرضی انتخاب گردیده است.

جدول ۲: مشخصات احداث دفن زباله برای زباله‌های شهر کابل (۵)

مشخصات	میزان	واحد
مدت زمان قابل استفاده	۲۵	سال
فاصله میان محل دفن الی شهر	۸	کیلومتر
خاک برای پوشش زباله برای هر نفر	۱	سال/مترمربع
میل یا شیب پوشش نهایی نظربه سطح زمین	۲ الی ۴	فیصد
ضخامت پوشش نهایی	۶۰	سانتی‌متر
نوعیت خاک	رس	-
ضخامت خاک رس در پوشش نهایی	۱۵	سانتی‌متر
ضخامت خاک رس برای رشد نبات و گیاهان در پوشش نهایی	۴۵	سانتی‌متر
حد اکثر عمق لایه‌های زباله پس فشرده‌گی نهایی	۳،۷	متر
جریان تولید زباله جامد	۰،۴۸	روزانفر/کیلوگرام
وزن حجمی زباله جامد	۴۷۰	مترمکعب/کیلوگرام
حجم مخصوصه برای لایه پوششی	۰،۰۰۲۷	روزانفر/مترمربع
حجم لندفیل برای شهر کابل	۶۹۷۲۶۹۲	سال/مترمکعب
سطح لندفیل برای شهر کابل برای هر سال (با فرضیه ۴ متر عمق)	۱۷۴۳۱۷۳	مترمربع

احداث دستگاه زباله‌سوز به منظور تولید برق از زباله در شهر کابل

انتخاب دوم برای مدیریت زباله‌های جامد در شهر کابل و تولید انرژی از آن احداث دستگاه زباله‌سوز می‌باشد. در مجموع زباله‌سوزی پروسه‌ی است که توسط آن زباله‌ها حرارت داده شده و موادی مثل خاکستر و گازهای مختلف به عنوان محصولات احتراق تولید می‌شوند. دستگاه‌های مبتنی بر استفاده‌های مناسب از مواد زاید اضافی یا کثافات جامد شهری با استفاده از روش زباله‌سوزی، دارای فواید بیشتر مانند عدم ضرورت به اراضی و زمین زیاد برای دفن زباله، تولید انرژی برق و حرارتی در مقیاس نیروگاهی یا دستگاه (Power House) و برخورداری از ظرفیت‌های متغیر (امحاء مواد اضافی یا کثافات و تولید انرژی) می‌باشند (۷).

اجزای اصلی دستگاه زباله‌سوز عبارتند از: انبار زباله نیروگاه، وسیله تزریق زباله به کوره زباله‌سوز (جرتفیل)، کوره زباله‌سوز، بایلر بازیافت حرارت، تجهیزات کنترل آلودگی هوا (scraper، فیلتر) دودکش و هم‌چنین مسیر آب- بخار می‌باشد. انتخاب پروسه مناسب برای احداث و ساخت دستگاه زباله‌سوز با درنظرداشت خصوصیات اقلیمی و فرهنگی محل احداث و زباله انجام می‌گیرد. علاوه بر آن، طرح و دیزاین صحیح و درست می‌تواند گامی مهم در جهت عمل‌کرد اهداف زباله‌سوز محسوب گردد (۷، ۲). یک زباله‌سوز خوب و مناسب دارای خصوصیات ذیل می‌باشد

(۷):

۱. باید همواره احتراق کامل داشته باشد.
۲. دارای دودکش مناسب باشد و به موقع پاک گردد.
۳. هیچ‌گونه آلودگی در محیط اعم از اتمسفر یا سایر محیط‌ها به وجود نیارد.
۴. دارای هزینه‌های نگهداری زیاد نباشد.
۵. قیمت سوخت آن زیاد نبوده و در حد اعتدال باشد.
۶. ظرفیت آن کافی و مناسب باشد.

خصوصیات دستگاه زباله‌سوز مورد نظر برای شهر کابل

سوزاندن یا احتراق مواد عضوی مانند زباله به‌منظور تولید انرژی مروج‌ترین هدف تبدیل زباله به انرژی است. فابریکه‌های جدید تبدیل زباله به انرژی در همه کشورهای «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» باید تمامی استانداردها در رابطه با تولید گازهای قابل‌استحصال از سوزاندن زباله از جمله اکسیدهای نایتروجن (NOx)، اکسیدهای گوگرد (SOx) فلزات سنگین و دیوکسین (۱۲،۱۱) را به‌طور دقیق مورد آزمایش قرار دهند.

جدول ۳: مشخصات سیستم زباله‌سوز برای شهر کابل

مشخصات	میزان	واحد
جریان زباله ورودی	۳۰۰	تن در فی روز
میزان مواد قابل سوخت در زباله ورودی	۹۴	فیصد
میزان رطوبت	۶۱	فیصد
اوسط محتوای انرژی زباله شهر کابل (با درنظرداشت نتیجه مقالات نشرشده فرض می‌کنیم ۵۴۸۷ کیلو ژول فی کیلوگرام) (۵)	۵۴۴۸ کیلو ژول فی کیلوگرام	کیلو ژول فی کیلو گرام (KJ/kg)
تکنولوژی مورد نظر جهت استفاده دستگاه زباله‌سوز شهر کابل	پروسه توده‌سوزی	-
نوع کوره مورد استفاده	کوره شبکه متحرک	-

محاسبه پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند

برای دریافت پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند با درنظرداشت فورمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$P_{CV}(MW) = R \left(\frac{t}{d} \right) * CV \left(\frac{KJ}{Kg} \right) * 1.157 * 10^{-5} * 20\% \dots \dots (5)$$

P_{CV} = پتانسیل تولید انرژی از پسماند (بر حسب ارزش حرارتی) (Mega Watt)

R = جریان پسماند ورودی سیستم زباله‌سوز (Ton/day)

CV = ارزش حرارتی پسماند بر حسب کیلو ژول بر کیلوگرم (KJ/kg)

۲۰٪ = تولید توان الکتریکی در زباله‌سوزها تقریباً ۲۰٪ بازده دارد.

محاسبه توان عملی تولید انرژی از پسماند شهر کابل

۱. جریان پسماند ورودی سیستم زباله‌سوز روزانه در شهر کابل به‌طور اوسط ۳۰۵۰ تن در روز در نظر گرفته شده است (۹).

۲. ارزش حرارتی پسماند شهر کابل ۵۴۸۷ کیلو ژول بر کیلوگرم می‌باشد (۵).

۳. بازده یا مؤثریت زباله‌سوز برای تولید انرژی برقی در شهر کابل ۲۰٪ در نظر گرفته شده است. **نوت:** در صورتی که گرمای حاصل از سوزاندن زباله به‌صورت صحیح و بهینه استفاده شود و به مصارف حرارتی نیز برسد، بازدهی این نیروگاه‌ها به ۶۰٪ تا ۷۰٪ افزایش می‌یابد.

یا هضم و تجزیه در عدم موجودیت اکسیجن مواد عضوی زباله به‌منظور تولید برق از زباله در شهر کابل

سومین روش پیشنهادی به‌منظور مدیریت زباله‌های شهر کابل و تولید انرژی برقی، روش هضم در عدم موجودیت اکسیجن زباله‌های جامد شهری می‌باشد. این روش بر پروسه بیولوژیکی استوار است و قابلیت‌های بسیاری دارد. تجزیه بیولوژیکی مواد عضوی موجود در زباله‌های جامد شهری در عدم موجودیت اکسیجن و میکروارگانیزم‌های که به اکسیجن نیاز ندارند، انجام می‌گیرد. هضم بی‌هوازی عبارت از فعل و انفعالات متابولیکی در بین گروه‌های مختلف میکروارگانیزم‌ها می‌باشد. این پروسه در سه مرحله‌ی هیدرولیز (Hydrolysis) یا مایع‌سازی، اسیدسازی و میتان‌سازی رخ می‌دهد. هضم - بی‌هوازی در هاضم‌های بزرگی انجام می‌شوند که درجه حرارت آن در حدود ۳۰ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد نگه داشته می‌شوند.

به‌طور عموماً پروسه هضم در عدم موجودیت اکسیجن از لحاظ عملیات می‌تواند به چهار مرحله تقسیم گردد:

۱. پاک‌سازی و تصفیه‌سازی قبل از عملیه.

۲. هضم زباله.

۳. تولید گاز.

۴. تصفیه پسماندها.

برای دسترسی به مواد خام، بیشتر سیستم‌های هاضم یا هضم‌کننده (Digester system) به پاک‌سازی و تصفیه قبلی زباله نیاز دارند؛ مانند جداسازی مواد غیرقابل هضم و کوچک کردن آن‌ها می‌باشد. در عملیه جداسازی ابتداء مواد نامطلوب؛ مانند شیشه، فلزات، سنگ‌ها و غیره حذف می‌شوند و مواد قابل بازیافت از زباله‌های عضوی جدا می‌گردند. اگر جداسازی در مرحله‌ی ابتدایی ممکن نباشد،

می توان از جداسازی میخانیکي استفاده نمود. البته در این حالت، محصول پروسه که بسیار آلوده است و دارای قابلیت کمپوست اندک می باشد. زباله قبل از داخل شدن در هاضم (Digester) کوچک و خرد می گردد. گاز تولید شده در (Anaerobic Digestion) یا هضم در عدم موجودیت اکسیجن توسط اسکرابر (Scrubber) تصفیه می شود تا به کیفیت مطلوب برسد.

اسکرابر یکی از آیتمی های است که برای پاک سازی گاز پرفشار در بخش ابتدایی دستگاه گاز نصب می گردد و هدف آن پالایش مقدماتی (Pre-Filtration) است. بیوگاز تصفیه شده به سیستم موتور- جنراتور ارسال شده تا در آن جا برای تولید انرژی برق مورد استفاده قرار گیرد. در مرحله تصفیه پسماند جریان خروجی از هاض آب آن جدا گردیده و مایع حاصل شده در رقیق سازی تغذیه ورودی استفاده می گردد. بایوگاز جامدات به دست آمده با موجودیت اکسیجن (Aerobic) تحت عمل قرار می گیرند تا محصول کمپوست به دست آید. کمپوست یک پروسه طبیعی پوسیده شدن یا تجزیه ی مواد عضوی توسط میکروارگانیسم ها در شرایط کنترل شده است که طی این پروسه مواد عضوی خام مانند؛ بقایای زراعتی، حیوانات، مواد غذایی، قسمتی پسماندهای شهری و ضایعات صنعتی مناسب به ترکیبات پوسیده شده تبدیل می شوند. این ترکیبات به عنوان کود کمپوست و یک منبع غنی از مواد عضوی در حفظ حاصل خیزی و به تعقیب آن در زراعت پایدار نقش ارزنده دارد (۸).

انتخاب خوب ترین روش جهت تولید برق از زباله جامد شهری در شهر کابل

روش احداث و ساخت دفن زباله

احداث دفن زباله (Landfill of Waste) روش ارزان است، اما مطابق محاسبات انجام شده در تخمین مساحت زمین مورد نیاز برای داشتن یک دفن زباله (Landfill of Waste) برای زباله های شهری شهر کابل، زمینی با مساحت تقریباً ۱۷۴۳۱۷۳ مترمربع در سال نیاز می باشد و با در نظر داشت این که قسمتی از آب نوشیدنی و آب های زراعتی شهر کابل از آب های زیرزمینی تأمین می شود، مسأله تصفیه و پاک سازی شیریه زباله (leachate) به عنوان یک چالش مطرح خواهد بود و از جانب دیگر بخاطر آب و هوای سرد و نسبتاً خشک شهر کابل، خصوصاً در زمستان ها به خاطر سردی هوای پایدار تقریباً تجزیه زباله (خروج گاز از دفن زباله) در زمستان ها متوقف می شود. لذا پیشنهاد احداث دفن زباله برای مدیریت زباله های جامد شهری در شهر کابل توصیه نمی شود.

روش هضم بی‌هوازی یا هضم در عدم موجودیت اکسیجن

به‌طور عموم روش هضم بی‌هوازی یا هضم در عدم موجودیت اکسیجن روشی است که در دو دهه‌ی گذشته در جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته و هنوز هم به تحقیقات بیشتری نیاز دارد. از طرف دیگر، بر اساس تحقیقات که صورت گرفته، بیشتر کشورهایی که از روش هضم بی‌هوازی برای پروسه زباله و تولید انرژی استفاده می‌کنند، دارای فرهنگ جداسازی زباله در محل تولید برای کاهش قیمت پاک‌کاری و تصفیه‌سازی زباله قبل از پروسه (Anaerobic Digestion) برخلاف فرهنگ حاکم بر کشور ما هستند که جداسازی زباله در محل تولید در سطح جامعه اجرا نمی‌گردد. مسأله دیگری که وجود دارد این است که معمولاً فابریکه‌هایی که از روش هضم بی‌هوازی با ظرفیت بالا استفاده می‌کنند، برای تولید بیشتر گاز میتان و بالابردن مؤثریت، بخش عضوی زباله‌های جامد شهری را با زباله‌های بیولوژیکی مثل فاضلاب‌های شهری و ضایعات کشتارگاه‌ها و غیره مخلوط می‌کنند و چون میزان زباله تولیدی در شهرکابل زیاد می‌باشد، در ضمن جداسازی در محل تولید صورت نگرفته و سیستم فاضلاب شهری نیز وجود ندارد تا با زباله‌های شهری و ضایعات کشتارگاه‌ها و غیره و برای بلند بردن مؤثریت این پروسه مخلوط گردد. بناءً، به‌نظر می‌رسد که پروسه‌ی بخش عضوی زباله‌های جامد این شهر با این روش چندان سودمند نباشد.

روش زباله‌سوزی

دستگاه‌های مبتنی بر بهره‌گیری از زایدات جامد شهری بر روش زباله‌سوزی دارای فواید زیادی است، مانند؛ عدم‌ضرورت به اراضی زیاد برای دفن زایدات، عدم آلودگی هوا، تولید انرژی برق و حرارتی نسبت نیروگاهی و برخورداری از ظرفیت‌های متغیر (امحاء زایدات و تولید انرژی). در عموم روش سوزاندن زباله‌های جامد شهری نسبت به هر دو روش احداث دفن‌زباله و هضم بی‌هوازی (Anaerobic Digestion) از مزایای بیشتر و نواقص کم‌تری (مطالعات خاص برای شهر کابل "هدف این مقاله است") برخوردار است و با توجه به شرایط منطقه‌ی شهر کابل می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری نمود که برای مدیریت زباله جامد شهری در شهر کابل به‌منظور تولید انرژی برق، روش زباله‌سوزی انتخاب مناسب‌تری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

برای تولید انرژی برق از زباله‌های جامد شهری در شهر کابل و باتوجه به شرایط زباله‌های آن، سه روش احداث دفن‌زباله، احداث نیروگاه زباله‌سوز و استفاده از پروسه هضم بی‌هوازی قابل استفاده هستند. روش احداث دفن زباله نسبت با دو روش دیگر، ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش است؛ ولی به

زمین زیاد نیاز دارد و بانظر داشت این که قسمت عمده‌یی از آب مصرفی شهر کابل از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود، مسأله تصفیه و پاک‌سازی شیریه به‌عنوان یک چالش مطرح خواهد بود و از طرفی به‌خاطر آب و هوای سرد خشک منطقه شهر کابل، خصوصاً در زمستان‌ها به‌خاطر سردی هوای مداوم و بیش‌ازحد، تقریباً تجزیه زباله در زمستان‌ها متوقف می‌شود. لذا، پیشنهاد احداث دفن زباله برای مدیریت زباله‌های جامد شهری در شهر کابل از بین دو روش زباله‌سوزی و هضم بی‌هوازی، با در نظر گرفتن فرهنگ حاکم در جامعه خصوصاً در شهر کابل (جداسازی زباله در محل تولید) توصیه نمی‌گردد. علاوه بر آن، عدم موجودیت سیستم فاضلاب شهری که می‌توان با مخلوط کردن آن با زباله‌های شهری مؤثریت این روش را بلند برد، متأسفانه وجود ندارد و رفع این نواقص زمان‌گیر و بودیجه کافی نیاز دارد. هم‌چنان بادر نظر داشت شرایط عملیاتی هر کدام از دو روش ذکر شده، روش زباله‌سوزی به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای مدیریت زباله‌ی جامد شهری به‌منظور تولید انرژی برق در شهر کابل پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- (۱) شفقت، روزبه و شفقت، هدی و خدام رضایی، فرشته. ارزیابی مقایسه‌ی جهت انتخاب بهترین روش برای تولید برق از زباله در استان‌های شمال کشور. ششمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی مدیریت پسماند، مشهد، ۱۳۹۱: (https://civilica.com/doc/146415).
- (۲) پژوهشگاه نیرو. گزارش بررسی انواع نیروگاه‌های زباله، فصل اول ۱۳۸۰.
- (۳) سازمان مدیریت پسماند شهرداری اراک. گزارش اطلاعات درخواستی مورد نیاز جهت تهیه طرح توجیهی نیروگاه برق از زباله در اراک، ۱۳۹۵.
- (۴) عمرانی، قاسم. مواد زائد جامد زباله سوزها. بازیافت مواد و روش‌های جمع‌آوری و دفع مواد سمی و خطرناک، جلد دوم، مرکز انتشارات علمی پوهنتون آزاد اسلامی، ۱۳۸۴.
- (۵) محمد ناصری، وحید امیر، و علی اکبر ابریشمی، امکان‌سنجی فنی و ارزیابی مقایسه‌ی جهت انتخاب بهترین تکنولوژی برای تولید برق از زباله در استان مرکزی، سومین کنفرانس ملی برق و کمپیوتر سیستم‌های توزیع‌شده، شبکه‌های هوشمند، ۱۳۹۵.
- (6) Bagchi A. Design, construction, and monitoring of Landfill of Wastes. 2nd ed. P 302-315.
- (7) Niessen WR. Air pollution aspects of Incineration of Waste processes. Combustion. 1995:462-515.
- (8) Verma S. Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes. Columbia University. 2002 May 4;7(3):98-104.
- (9) Khoshbeen AR, Logan M, Visvanathan C. Integrated solid-waste management for Kabul city, Afghanistan. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2020 Jan;22(1):240-53.
- (10) افسانه حیدری. Apr 2022. اداره ملی احصائیه: Pajhwok Afghan News. Retrieved June 26, 2022. Apr 2022. <https://pajhwok.com/fa/2022/04/16/national-bureau-of-statistics-population-of-the-country-will-reach-1-2-million-people-in-5-years/> 1401-1-13.
- (11) Nammari DR, Hogland W, Marques M, Nimmermark S, Moutavtchi V. Emissions from a controlled fire in municipal solid waste bales. Waste Management. 2004 Jan 1;24(1):9-18.
- (12) Sora MJ. Incineration of Waste overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle. Fundacio Ent January 7th. 2013 Jan 7.