



د کابل پوهنتون

د طبیعي علومو علمي - څېړنیزه مجله ۱۴۰۲ هـ. ل، ۶ دور، ۴ ګڼه



د کابل پوهنتون د څېړنو او نوښت معاونیت
د طبیعي علومو علمي - څېړنيزه مجله
۱۴۰۲ هـ. ل، ۶ دور، ۴ گڼه

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين و الصلوة و السلام على سيد المرسلين و على آله و اصحابه اجمعين

د کابل پوهنتون د طبیعي علومو علمي - څېړنیزه مجله

۱۴۰۲ هـ. ل، ۶ دور، ۴ گڼه

د امتیاز خاوند	کابل پوهنتون
مسوول مدیر	پوهندوی ډاکټر حامد سالاري
انگرېزی او دري ايډېټر	پوهنمل عبدالله نوري
پښتو ايډېټر	پوهنوال محمد شفيق وردک
مهتم	علي جان رحيمي
چاپچاري	محمد حسين راسخ
صحافت	خان محمد عطايی، مهدي، محمد اصغر او نورالحق اميني

په دې مجله کې راغلې نظريې او افکار د کابل پوهنتون د طبیعي علومو علمي - څېړنیزې 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
پوهاند دکتور عبدالقیوم کریم
پوهاند عبدالغیاث صافی
پوهنوال آقامحمد ژکفر
پوهنوال امیر کروړ شهیدزی
پوهندوی دکتور احمد مسعود منصوروی
پوهنوال محمد داود شیرزاد
پوهنوال عبدالرحمان عثمانی
پوهندوی محمد داود احساس
پوهنمل صفی الله جوهر

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

له درنو استادانو او ښاغليو څېړونکيو څخه 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 او 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 کيفيته گرافونه د منلو نه دي، ممکن له امله يې مقاله له خپراوي پاتې شي. له ويب پاڼو اخيستل شوي ټيټ کيفيته 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 مجله او علمي ژورنالونو آمريت د مقالو په ايډيټ او سمون کې آزاد دی.

د دې گڼې ليکوالان

شميره	ليکوال
[۱]	پوهنوال اسدالله صمدى
[۲]	پوهاند دكتور اسدالله حامد
[۳]	پوهنمل دكتور كيومرث پولاديان
[۴]	پوهاند دكتور نورمحمد ايوبى
[۵]	پوهنوال سيدعارف احمدى
[۶]	پوهنوال محمد داود شيرزاد
[۷]	پوهنوال رجب على خاورى
[۸]	پوهنوال حفيظ الله رسولى او پوهاند عبدالغياث صافى
[۹]	پوهنمل دكتور لطف الله صافى او پوهنيار حيات الله مشواڼي
[۱۰]	پوهنوال عبدالمحمد عزيز
[۱۱]	پوهنيار محمد طاهر امين زى او نامزد پوهنيار عبدالكريم ژوند
[۱۲]	پوهندوى سيدسرور ابتكار
[۱۳]	پوهنيار محمد اجمل خيشكى او پوهنوال رجب على خاورى
[۱۴]	پوهنمل محمد سنگرى
[۱۵]	پوهنوال دكتور محمدظاهر سخا
[۱۶]	پوهندوى احمد فريد حبيب يار او عبدالصبور نورى
[۱۷]	نامزد پوهنيار شريف الله پيروز، پوهنيار كاوون سهاك او پوهنيار مجيب الله مجيب

لیکچر

- ۱۱..... مراحل طرح و تدوین یک پرسش‌نامه: پایدها و نیایدها در جریان انکشاف پرسش‌نامه
پوهنوال اسدالله صمدي
- ۴۱..... طرز تهیه اسکلیت خرگوش به طریقه‌ی جوش دادن
پوهاند دکتور اسدالله حامد
- ۵۳..... مطالعه ساختاری حسگرهای کیمیاوی، نوری و بیولوژیکی
پوهنمل دکتور کیومرث پولادیان
- ۶۱..... تأثیرات بیماری‌های فرامرزی بالای تجارت بین‌المللی، اقتصاد و صحت عامه و جلوگیری و کنترل آن‌ها
پوهاند دکتور نورمحمد ایوبی
- ۷۱..... مروری بر وقوع افلاتوکسین B₁ در شیر خام و ضایعات اقتصادی ناشی از آن
پوهنوال سیدعارف احمدی
- ۸۵..... د لوگر ولایت پر سطحی اوبو باندې د اقلیمی بدلون د اغېزو ارزونه
پوهنوال محمد داود شیرزاد
- ۹۷..... مطالعه تجربی اهتزازات هارمونیکي فتر و بررسی تغییرات ثابت فتر به تابع کتله آن
پوهنوال رجب‌علی خاوری
- ۱۰۷..... د موزل قانون له مخي د خاورې د رنگونو ارزونه
پوهنوال حفیظ الله رسولی، پوهاند عبدالغیاث صافی
- ۱۲۷..... ارزیابی آگاهی عامه و اثرات اجتماعی اقتصادی خشک‌سالی در ولایت بامیان
پوهنمل دکتور لطف الله صافی، پوهنیار حیات الله مشوانی
- ۱۳۹..... مطالعه ویژه‌گی‌های کرسنال‌های مایع
پوهنوال عبدالمحمد عزیز
- ۱۵۵..... بررسی اثرات انرژی مایکروویو بر سنتز مرکبات عضوی
پوهنیار محمد طاهر امین زی، نامزد پوهنیار عبدالکریم ژوند
- ۱۶۷..... مطالعه و بررسی بی‌ثباتی تعادل میخانیکي در سیستم چندین جزئی با گاز رقیق
پوهندوی سیدسرور ابتکار
- ۱۷۹..... بررسی تیوری و عملی قضیه‌های مومنت عطالت اجسام سخت با استفاده از رقاوه فزیکي
پوهنیار محمد اجمل خیشکی، پوهنوال رجب‌علی خاوری
- ۱۹۳..... مروری بر نقش افلاتوکسین‌ها در ایجاد کارسینوما‌ی حجرات جگر
پوهنمل محمد سنگری
- ۲۰۷..... مؤثریت استفاده روش سپکتروفوتومتر برای کشف تقلب روغن‌ها
پوهنوال دکتور محمدظاهر سخا
- ۲۱۵..... مروری بر مودل‌های حیوانی مرضی اتیروسکلیروزس
پوهندوی احمد فرید حبیب یار، عبدالصبور نوری
- ۲۲۷..... د لوگر ولایت پر برکي برک ولسوالی د سیلابونو د اغېزو ارزونه
نامزد پوهنیار شریف الله پیروز، پوهنیار کاوون سهاک، پوهنیار مجیب‌الله مجیب



مراحل طرح و تدوین یک پرسش نامه: باید‌ها و نباید‌ها در جریان انکشاف پرسش نامه

پوهنوال اسدالله صمدی

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

ایمیل: assad.samadi@gmail.com

چکیده

ابزارهای مختلفی برای جمع آوری ارقام تحقیق در دسترس است که معمول‌ترین و مؤثرترین آن‌را پرسش نامه تشکیل می‌دهد. طراحی پرسش نامه هم هنر است و هم علم. تحقیقات پرسش نامه‌یی به‌طور گسترده در علوم طبیعی و اجتماعی استفاده می‌شود. عوامل مختلف بر کمیت و کیفیت ارقام جمع آوری شده توسط پرسش نامه تأثیر می‌گذارند که عمده‌ترین آن‌را روایی، پایایی، نظرسنجی آزمایشی و قالب پرسش نامه تشکیل می‌دهد. باوجودی که استفاده از پرسش نامه‌های معتبر و منتشر شده قبلی همیشه توصیه می‌شود؛ اما در بیشتر موارد، محققان باید پرسش نامه جدید را طرح و تدوین نمایند. این پرسش نامه جدید باید معتبر، قابل اعتماد، واضح، مختصر و جالب باشد تا ارقام قابل اعتماد توسط آن جمع آوری شده بتواند و میزان پاسخ‌دهی بالایی نیز داشته باشد. در این مقاله مروری، تمام مراحل طرح، تدوین، اعتبارسنجی، مزایا و معایب پرسش نامه توضیح شده است.

اصطلاحات کلیدی: طراحی پرسش نامه؛ پایایی؛ روایی؛ نظرسنجی آزمایشی؛ میزان پاسخ‌دهی

The Steps of Designing and Compiling a Questionnaire: Dos and Don'ts during Questionnaire Development

Associate Prof. Assadullah Samadi, DVM, MVSc

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

Email: assad.samadi@gmail.com

Abstract

Different tools are available for collecting research data, the most important of which is the questionnaire. Questionnaire design is both an art and a science. Questionnaire researches are widely used in both natural science and social science research. Various factors affect the quantity and quality of the data collected by the questionnaire, the most important of which are validity, reliability, pilot testing and questionnaire format. Although the use of previously validated and published questionnaires is always recommended, in most cases, researchers must design and develop new questionnaires. This new questionnaire should be valid, reliable, clear, concise and interesting in order to collect reliable data and to have a high response rate. In this review article, all stages of designing, development and validation, its benefits and shortcomings of questionnaire are discussed.

Keywords: Questionnaire Design; Reliability; Validity; Pilot Testing; Response Rate

مقدمه

پرسش نامه یکی از ابزارهای عمده جمع آوری ارقام اولیه در انواع مختلف تحقیقات اجتماعی، صحنی و اپیدمیولوژیکی به شمول مطالعات مقطعی و آزمایشات کلینیکی است که به تنهایی و یا هم در همراهی با دیگر ابزار جمع آوری ارقام مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱-۳). این ابزار برعلاوه از تحقیقات علمی، در ارزیابی‌های مختلف نیز وسیعاً مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴). در روش‌های نظرسنجی با استفاده از پرسش نامه، مجموعه‌ای از پرسش‌های معیاری برای جمع آوری اطلاعات در مورد ویژه‌گی‌ها، رفتارها، باورها، دانش، نگرش‌ها و یا نظرات پاسخ‌دهندگان استفاده می‌شود (۶، ۵)؛ زیرا پرسش نامه یک روش عینی و بی‌طرف جمع آوری معلومات از مردم می‌باشد (۳). بنابراین، پرسش نامه برای جمع آوری ارقام توصیفی و یا استنباطی به شکل رسمی، غیر رسمی و یا هم برای کارهای مقدماتی برای تحقیقات آینده استفاده شده می‌تواند (۷).

از این‌که استفاده از پرسش نامه یک روش بسیار مؤثر، راحت و آسان جمع آوری ارقام و معلومات از یک تعداد زیاد افراد در یک محدوده مشخص زمانی است (۸، ۶)، لذا طرح دقیق پرسش نامه بیشترین اهمیت را جهت حصول اطمینان از این‌که ارقام دقیق جمع آوری شده می‌تواند، و این‌که نتایج تحقیق قابل تفسیر و تعمیم خواهد بود، دارد. یک پرسش نامه نامناسب و عدم دقت کافی در طرح آن، بدون شک سبب جمع آوری ارقام بی‌کیفیت و غیرقابل تفسیر شده، نتیجه‌گیری گمراه کننده حاصل کرده و پیشنهادات ناموجه نتایج تحقیق را به دنبال خواهد داشت (۹، ۳). روی این محلوظ، آگاهی کامل محققین در مورد اهمیت یک پرسش نامه معیاری و این‌که ابزار متذکره چیزی را که باید اندازه‌گیری نماید، مطابق آن طرح شده، بسیار مهم و حیاتی است (۸). برای همچو یک هدف یک پرسش نامه باید معتبر، قابل اطمینان، واضح، جالب و مختصر باشد (۹). برعلاوه، این نکته مهم است تا مشخص شود که "پرسش نامه برای جمع آوری ارقام کمی طرح شده یا کیفی؟ به کدام روش بالای جمعیت مورد مطالعه تطبیق می‌گردد؟" (۸).

پرسش نامه را می‌توان به شکل خودی (self-administered) و یا هم توسط مصاحبه (interviewer-administrated) خانه‌پوری و تطبیق نمود. تطبیق پرسش نامه به شکل اولی سوگرایی معلومات را کاهش داده؛ اما احتمال عدم پاسخ به پرسش نامه و یا هم بعضی اجزای آن را افزایش می‌دهد (۶). برعکس، خانه‌پوری پرسش نامه توسط مصاحبه میزان بلند پاسخ‌دهی را به دنبال خواهد داشت؛ اما بعضاً مصاحبه‌کننده ممکن زیر تأثیر احساسات پاسخ‌دهنده قرار گیرد و این کار باعث جمع آوری ارقام سوگرا شود. لازم به یادآوری است که بعضاً جمع آوری ارقام توسط پرسش نامه مشکل بوده و این روش ممکن نتواند ارقام مورد نیاز یک تحقیق را جمع آوری نماید و بهتر است از ابزار مناسب دیگر استفاده شود (۶).

در اکثر حالات محققين و همکاران مربوطه ممکن مفکوره‌های متفاوت در باره معلوماتی داشته باشند که نتایج تحقیق آنرا استحصال می‌نماید. یک مرور کلی مقالات علمی مرتبط می‌تواند اهداف مشخص تحقیق را واضح و این تفاوت مفکوره‌ها را یک‌سان سازد. به حیث یک اصل کلی، اگر محقق با ساحة تحقیق مورد نظر و گروپ‌های فرعی جمعیت مورد تحقیق برای دریافت پاسخ‌های احتمالی حاصله، مخصوصاً اگر همچو جزئیات در نوشتار وجود ندارد، آشنایی کافی نداشته باشد، این است تا محقق یک رویکرد کیفی (مانند یک بحث گروه‌محوری) را برای توضیح حوزه و ترسیم ساحات کلیدی برای مطالعه استفاده نماید (۱۰). زیرا انکشاف یک مقیاس و یا ابزار جمع‌آوری ارقام نظر به این که در یک مطالعه چه چیز مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، متفاوت است.

روی هم‌رفته هشت مرحله اصلی ذیل در طرح و ساخت یک پرسش‌نامه مناسب موجود بوده و اجرای آن‌ها ضروری است:

۱. شناسایی فرضیه‌های اصلی در مورد منع مشکل مورد مطالعه؛
۲. مشخص کردن معلومات مورد نیاز برای آزمایش فرضیه‌ها؛
۳. شناسایی معلومات مورد نیاز برای تدارکات اجرای تحقیق و شناسایی فکتورهای مداخله‌گر؛
۴. نوشتن پرسش‌ها برای جمع‌آوری معلومات مورد نیاز؛
۵. تنظیم پرسش‌ها در یک فارمت پرسش‌نامه؛
۶. آزمایش پرسش‌نامه؛
۷. تعدیل پرسش‌نامه؛
۸. دادن آموزش به مصاحبه‌کننده‌ها و تطبیق‌کننده‌های پرسش‌نامه، این که چطور این ابزار را برای جمع‌آوری ارقام استفاده کنند (۸).

باتوجه به نکات بالا، حصول معلومات و مهارت کافی در مورد طرح، آزمایش، تعدیل و تطبیق پرسش‌نامه برای تمام محققين و آن‌های که از این ابزار برای جمع‌آوری ارقام استفاده می‌نمایند، بسیار مهم و حیاتی است. بنابراین در این مقاله مروری تمام مراحل اصلی طرح، انکشاف، اعتبارسنجی، فواید و محدودیت‌های پرسش‌نامه توضیح گردیده است.

آیا می‌توان از یک پرسش‌نامه قبلاً تهیه شده استفاده نمود؟

در بعضی بخش‌ها، پرسش‌نامه‌های بسیار قوی و اعتباردهی شده به زبان‌های مختلف قابل دسترس اند. اگر در بخش تحقیق شما همچو پرسش‌نامه موجود باشد، بهتر است به جای تهیه و انکشاف ابزار جدید، همیشه از همچو پرسش‌نامه‌ها استفاده نمائید و یا هم آنرا مطابق شرایط جمعیت مورد مطالعه تعدیل کنید (۱۰، ۸). استفاده از یک پرسش‌نامه قبلاً اعتباردهی شده و نشر شده سبب سرعت عمل و جلوگیری از ضایع

شدن منابع خواهد شد. برعلاوه، کاربرد همچو ابزار زمینه را برای مقایسه نتایج تحقیق تان با دیگران که از عین پرسش نامه استفاده کرده اند، فراهم خواهد ساخت و نشر نتایج تحقیق در مجلات را نیز آسان خواهد ساخت. در بعضی ساحات به ویژه بخش های طبی و علوم اجتماعی، استفاده از پرسش نامه های معیاری طراحی شده برای جمع آوری ارقام مشخص که در مطالعات مختلف قابل مقایسه باشند، وسیعاً مورد استفاده قرار می گیرند (۸، ۱۰، ۱۲).

در کل پرسش نامه های موجود و ارقام جمع آوری شده توسط آن ها زمانی معتبر پنداشته می شوند که افراد شامل در چوکات نمونه گیری مشخصات مشابه با جمعیتی داشته باشند که پرسش نامه ابتدا برای آن طرح شده بوده است. در بعضی حالات پرسش نامه موجود می تواند به شرایط و مشخصات جمعیت جدید و حتی از نگاه زمان وفق داده شده و تعدیل گردد. در اکثر حالات زمانی که از پرسش نامه های نشر شده قبلی استفاده می شود، گرفتن اجازه از محقق، نویسنده و یا هم ناشر آن ضروری پنداشته شده و بخشی از ملاحظات اخلاقی تحقیق است، مگر این که ناشر استفاده غیرمحدود آن را اجازه داده باشد. اگر اکثر بخش های پرسش نامه با جمعیت مورد مطالعه همخوانی نداشته باشد و یا هم هیچ پرسش نامه اعتباردهی شده و نشر شده موجود نباشد، در همچو حالات محقق مجبور است پرسش نامه جدید را تهیه و اعتباردهی نموده و برای جمع آوری ارقام خود استفاده نماید (۸، ۱۰، ۱۱).

مراحل انکشاف پرسش نامه

برای تهیه و انکشاف یک پرسش نامه جدید منابع علمی نشر شده باید مرور گردند، نظرات متخصصین پیرامون موضوع باید اخذ گردند و پرسش نامه جدید از نظر بعضی افراد جمعیت مورد مطالعه نیز باید بگذرد (۱). در کل پروسه طرح و انکشاف پرسش نامه بسیار مغلق است و نیاز به چندین مرحله دارد (۸)، که در ذیل توضیح شده اند:

انکشاف یک چارچوب مفهومی

اولین مرحله طرح یک پرسش نامه خوب را تشکیل یک چارچوب مفهومی تشکیل می دهد. محقق باید در مورد پرسش های تحقیق خود دیدگاه بسیار واضح و روشن داشته باشد و بداند که کدام فکتور "وابسته" و "مستقل" را قرار است مورد بررسی قرار دهد. به طور مثال اگر پرسش تحقیق قرار ذیل باشد: "رفتار دریافت کمک صحی والدین که اطفال آن ها به عفونت قسمت بالایی سیستم تنفسی مبتلا باشند چگونه است و فکتورهای مرتبط با آن چه است؟". برای همچو یک پرسش تحقیق ابتدا یک چارچوب مفهومی به اساس مرور کلی بر ادبیات گذشته یا پیشینه تحقیق انکشاف داده می شود و یک چارچوب تیوریکی تأسیس و با متخصصین همان بخش شریک ساخته شده و مورد بحث قرار می گیرد. پس از تهیه چارچوب کلی تحقیق، حالا محقق می تواند پرسش های را پیرامون "رفتار دریافت کمکی صحی والدین" (متغیر

وابسته) و فکتورهای مرتبط مانند سطح تحصیل، میزان درآمد خانواده، سن طفل و غیره (متغیرین وابسته) مطرح نماید. اهمیت این چارچوب در آن است تا اطمینان حاصل شود که تحقیق تمام متغیرین مرتبط را در بر دارد و هر متغیر غیرمرتبط از پرسش نامه حذف شده است. این کار پرسش های ذیل معمول هر تحقیق را پاسخ خواهد داد: "آیا من کدام پرسش مهم را در پرسش نامه فراموش کرده ام؟"، آیا این پرسش مشخص را در پرسش نامه جابجا کنم و یا نه؟" (۹). سایر جزئیات شامل کردن و یا حذف پرسش های مشخص در یک پرسش نامه در بخش اعتبارسنجی و قابلیت اطمینان پرسش نامه توضیح شده اند.

تولید پرسش ها

پس از انکشاف چارچوب مفهومی و دانستن این که دقیقاً کدام پرسش ها باید پرسیده شوند، حال زمان آن فرا می رسد تا پرسش ها طوری در پرسش نامه طرح گردند که معتبر و قابل اطمینان باشند. محققین باید تحلیل کامل وضعیت را انجام داده و پرسش های ابتدایی را در پرسش نامه جابجا نمایند، زیرا طرح اولیه پرسش نکته اساسی برای طرح یک پرسش جامع بوده می تواند (۹). پس از طرح اولیه، محقق در مرحله آزمایشی و مراحل اعتباردهی و سنجش قابلیت اطمینان، پرسش های غیرمرتبط را حذف و پرسش های مشخص دیگر را ممکن افزود نماید. در این مرحله تمام مفکوره ها و مفاهیم مرتبط به هدف جاگزینی در مؤلفه های مشخص در پرسش نامه ها تولید و جابجا می شوند. پرسش های متذکره ممکن از طریق مرور کلی مقالات نشر شده، مصاحبه با متخصصین (in-depth interview)، جلسات گروه محوری (focus-group interview) و یا هم مخلوط از این روش ها حاصل گردند. تولید پرسش ها تا وقتی ادامه پیدا می کند که دیگر هیچ گزینه جدید حاصل نه شود، حالت که به حیث مازاد نمونه گیری (sampling redundancy) شناخته می شود. برای تولید پرسش ها، پروسه دیلفی (Delphi)، جایی که پرسش ها ابتدا ساخته شده و سپس توسط متخصصین نمره دهی می شوند تا این که توافق کلی حاصل گردد، نیز استفاده شده می تواند. پس از تهیه پرسش ها، محقق باید مولفه های مشخص را تعیین و پرسش های مرتبط را در آن ها جابجا نماید (۷). کمیت و کیفیت تولید پرسش ها نظر به نوع دریافت معلومات از متخصصین متفاوت است، روی این ملحوظ Guest و همکاران (۱۳) در یک بررسی دریافتند که مصاحبه های انفرادی کنگوری های وسیع پرسش ها را نسبت به بحث گروه محوری حاصل خواهد کرد، اما پرسش های حساس و شخصی در بحث گروه محوری نسبت به مصاحبه های انفرادی بیشتر حاصل می گردد.

ساختار/ قالب بندی و تنظیم پرسش ها

دو جنبه مهم طراحی هر پرسش نامه، ساختار پرسش ها و تصمیم گیری در مورد انواع قالب های پاسخ برای هر پرسش است. به طور کلی، پرسش های نظرسنجی را می توان به سه ساختار طبقه بندی کرد: الف) پرسش های نهایت بسته؛ ب) پرسش های باز و ج) پرسش های احتمالی (۵، ۱۱). گزینه های پاسخ نیز

ممکن فرامت‌های باز، پرکننده و بسته داشته باشند (۸). هر پرسش باید بالای یک پاسخ واحد مشخص تمرکز نماید. بهتر است هر پرسش کمتر از ۲۰ لغت ترکیب شده باشد، به آسانی قابل درک و تفسیر باشد و بی‌طرفانه مطرح گردد. محقق باید احتمالات فرهنگی و اجتماعی را در پرسش‌ها در نظر گیرد. بهتر است از اصطلاحات قطعی و مطلق (مانند همیشه، هیچ‌گاه، ابداً و غیره)، اختصارات و کلمات مغلق استفاده نشود، زیرا زبان و طرز ارائه پرسش‌ها در پرسش‌نامه میزان پاسخ‌دهی را متأثر می‌سازد. پرسش‌های اثباتی (demonstrative questions) معمولاً با پاسخ‌های دو گزینه‌یی تعقیب می‌گردند، در حالی که پرسش‌های که از پاسخ‌دهنده‌ها می‌خواهند تا آن‌ها را رتبه‌بندی نموده و یا نظر خود را بیان نمایند باید به یک لحن بی‌طرفانه بیان گردند (۷).

الف. پرسش‌های نهایت بسته: در پرسش‌های نهایت بسته چند اختیار مشخص برای پاسخ‌دهنده‌ها ارائه می‌گردد و از آن‌ها خواسته می‌شود تا یک و یا چند گزینه را انتخاب نمایند. گزینه‌های ارائه شده برای هر پرسش باید تا حد امکان کامل و جامع باشند. این کار می‌تواند اطمینان از این‌که پاسخ‌دهنده یک پاسخ مشخص را در گزینه‌های ارائه شده دریافت کرده می‌تواند، حاصل خواهد کرد. برای این‌که تمام گزینه‌های ممکنه برای یک پرسش دریافت گردد، محقق باید تمام مقالات مرتبط را مرور نماید، با سایر محققین و متخصصین رشته مشوره کند و در نهایت یک بحث گروه‌محوری را به راه بیندازد تا حداکثر گزینه‌ها برای هر پرسش مشخص شوند. از این‌که یک تعداد گزینه‌ها بازهم از قید قلم ممکن باقی بمانند؛ لذا همیشه در اخیر گزینه‌ها، یک گزینه "سایر موارد" را به حیث یک گزینه دیگر مطرح نمائید تا پاسخ‌دهنده موارد دیگر را نیز در صورت نیاز مطرح نماید. اگر محقق پرسش‌های را پیرامون ارزیابی دانش واقعی (factual knowledge) پاسخ‌دهنده‌ها به شکل بسته مطرح می‌نماید، لازم است تا یک گزینه "نمی‌دانم" برای همچو پرسش‌ها ارائه گردد، زیرا یک تعداد پاسخ‌دهنده‌ها ممکن پاسخ همچو پرسش و یا پرسش‌ها را ندانند. اگر این گزینه برای همچو پرسش‌ها مطرح نشود، محقق به نحوی پاسخ‌دهنده‌ها را مجبور به ارائه پاسخ به این پرسش‌ها می‌نماید و در نتیجه اعتبار نتایج تحقیق را صدمه می‌رساند (۹). در مجموع پرسش‌های نهایت بسته محققان را قادر می‌سازد تا ارقام مورد نظر را به سرعت جمع‌آوری کنند؛ اما دامنه پاسخ‌های ممکنه توسط محققان تنظیم می‌شود نه پاسخ‌دهندگان؛ بنابراین غنای پاسخ‌های بالقوه اکثراً ناکافی و کمتر است. پرسش‌های نهایت بسته در یک تعداد موارد باعث خسته‌گی و بی‌علاقه‌گی پاسخ‌دهنده‌ها نیز می‌شوند، معمولاً به این دلیل که محققان همه پاسخ‌های بالقوه را در نظر نگرفته‌اند. چنان‌چه بیان شد، برای رفع این مشکل بهتر است در انتهای هر پرسش و یا بخش‌های خاص یک جعبه متن آزاد درج شود تا آن پاسخ‌های که برای پرسش مشخص در نظر گرفته نشده، خود

پاسخ‌دهنده آن‌را علاوه نماید. توجه داشته باشید که شرکت‌کنندگان به دستورالعمل‌هایی (شاید همراه با مثال) نیاز دارند تا پرسش‌نامه را به شکل درست خانه‌پوری نمایند (۱۰).

مزیت‌های اصلی پرسش‌های بسته عبارتند از:

۱. پاسخ‌دهنده به مجموعه محدود از پاسخ‌ها مواجه می‌شود؛
 ۲. پاسخ‌دهنده آن‌ها را آسان و سریع پاسخ می‌دهد؛
 ۳. کودگذاری آن‌ها آسان است؛
 ۴. موجودیت آن‌ها در پرسش‌نامه زمینه را برای گنجاندن متغیرین بیشتر در یک مطالعه تحقیقاتی فراهم می‌سازد؛
 ۵. طرح‌های بسته می‌توانند اطلاعات خلاصه‌ای را ارائه دهند و سوگرایی در برابر افراد کم سواد یا بی‌سواد را به حداقل برسانند؛
 ۶. این پرسش‌ها به راحتی قابل مدیریت و تجزیه و تحلیل نیز هستند (۸).
- پرسش‌های نهایت بسته با یک تعداد محدودیت‌ها و یا معایب نیز همراه اند، که عمده‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. همچو پرسش‌ها می‌توانند سوگرایی ایجاد کنند؛
۲. پرسش‌های نهایت بسته و گزینه‌های پاسخ آن‌ها با مجبور کردن پاسخ‌دهنده به انتخاب بین گزینه‌های داده شده، خلاقیت و ایده‌های پاسخ‌دهنده‌ها را محدود می‌نماید؛
۳. این پرسش‌ها می‌توانند تعصب را در جایی که تمایل به آن وجود دارد معرفی کنند؛ پاسخ‌دهنده به‌طور سیستماتیک اولین یا آخرین دسته را علامت بزند، تا آن‌چه را که ممکن است به‌عنوان مطلوب‌ترین گزینه پاسخ از نظر اجتماعی در نظر گرفته شود، انتخاب کنند، یا هم به همه موارد موجود در یک لیست به روشی مشابه پاسخ دهند (۵، ۱۱).

ب. پرسش‌های نهایت باز: برعکس پرسش‌های نهایت بسته، پرسش‌های نهایت باز به پاسخ‌دهنده‌ها اجازه می‌دهد تا مفکوره‌ها و دلایل خود را پیرامون موضوع به شکل آزاد و بدون محدودیت ارائه نمایند. در مجموع پرسش‌های نهایت بسته زمانی مناسب پنداشته می‌شوند، اگر محدوده پاسخ‌های ممکنه برای پرسش مطرح شده کاملاً معلوم و محدود باشد؛ اما اگر گزینه‌های پاسخ وسیع و نامعلوم باشد، در همچو حالات پرسش نهایت باز مناسب پنداشته می‌شود. در اکثر حالات برای تحلیل نتایج پرسش‌های باز، معلومات جمع‌آوری شده ممکن دوباره گروپ‌بندی و سپس تحلیل گردند (۹). اگر قصد دارید از پرسش‌های باز استفاده کنید و یا نظرات کلی پاسخ‌دهنده‌ها را پیرامون موضوع مشخص داشته باشید، باید

از قبل برنامه‌ریزی کنید که چگونه این ارقام را تجزیه و تحلیل خواهید نمود. شما هم چنین باید زمان، مهارت و منابع کافی را برای این تجزیه و تحلیل در طرح مطالعه جابجا سازید، در غیر این صورت وقت شرکت‌کنندگان و محققان را تلف خواهید کرد. بنابراین، اگر زمان یا مهارت لازم را برای تجزیه و تحلیل پاسخ‌های متنی ندارید، این کار را انجام ندهید (۱۰). اما، پرسش‌های باز را می‌توان به عنوان یک روش مقدماتی با یک نمونه کوچک برای تعیین جنبه‌های مشترک قبل از تطبیق پرسش‌نامه استفاده کرد (۸). یک شکل خاص پرسش‌های نهایت باز پرکردن جاهای خالی است. از همچو پرسش‌ها زمانی استفاده صورت می‌گیرد که پاسخ پرسش، یک کلمه یا عدد نسبتاً ساده باشد، مانند سن، سطح تحصیل، تاریخ تولد، تعداد معروض شدن به یک حالت خاص، و یا هم کمیت چیزی خاص (۸).

فارمت‌های پاسخ

همانند پرسش‌ها، محققین باید قالب پاسخ‌های مختصر و بی‌طرفانه را ایجاد کنند. فارمت‌های پاسخ چارچوبی مشخص را برای پاسخ به پرسش‌های مطرح شده به شکل بسته فراهم می‌کند. برخی از پاسخ‌دهندگان (معروف به آقا بلی) تمایل دارند با اکثر پرسش‌ها موافق باشند تا مخالف. به همین دلیل، پرسش‌های خود را به گونه‌ای ارائه نکنید که "کاملاً موافق"، نگرش گسترده باشد و یک تعداد پرسش‌ها باید به شکل منفی نیز جمله‌بندی شوند. به طور مثال، در مقیاس رضایت بیمار، اگر یک پرسش این باشد که «داکتر متخصص من معمولاً سعی می‌کند به من کمک کند»، پرسش دیگر باید به صورت منفی مانند «کارمندان بخش پذیرش معمولاً بی ادب هستند» بیان شود. قالب‌های بسته شامل انتخاب دسته‌ها، مقیاس به سبک لیکرت (به عنوان مثال، کاملاً موافقم، موافقم، نمی‌توانم تصمیم بگیرم، مخالفم، کاملاً مخالفم)، مقیاس‌های تفاضلی (مثلاً بسیار جالب تا بسیار کسل‌کننده، رتبه‌بندی شده در مقیاس ۱۰ امتیازی)، چک‌لیست‌ها، اندازه‌گیری‌های دو گزینه‌یی (بله/نخیر)، اسمی، ترتیبی، فاصله‌یی و نسبتی است. علاوه نمودن گزینه‌های نامشخص و احتمالی نیز همیشه توصیه می‌شود (۷، ۸، ۱۰).

الف. مقیاس لیکرت: در پرسش‌های که گرایش‌ها و یا مفکوره‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهند یک مقیاس با یک محدوده از پاسخ‌ها به جای پاسخ بلی/نخیر ترجیح داده می‌شود. برای همچو حالات مقیاس لیکرت (معمولاً ۵ گزینه و یا ۷ گزینه) یک روش بسیار معمول مورد استفاده است. این مقیاس یک معیاری از قدرت برای یک نگرش یا باور خاص ارائه می‌کند. در همچو حالت پاسخ‌دهنده‌ها درجه موافقت و یا مخالفت خود را در مورد یک تعداد گرایش‌ها، وسایل، افراد و یا حوادث بیان می‌نمایند. در همچو حالت محاسبه اوسط امتیازات برای هر پاسخ داده شده به عبارات (نمرات آیتم) امکان‌پذیر است (۴، ۹، ۱۱).

ب. **پاسخ‌های اسمی**: همچو گزینه‌های پاسخ شامل فهرستی از نام‌ها یا برچسب‌های متقابل، اما نامرتب (به عنوان مثال، استادان، کارمندان، همکاران تخنیکي) است که معمولاً تفاوت‌های کیفی را در ساختار مورد اندازه‌گیری منعکس می‌سازد (۷).

ج. **پاسخ‌های ترتیبی**: اگرچه پاسخ‌های ترتیبی (مثلاً مقیاس‌های لیکرت) به ترتیب رتبه‌بندی شده دلالت دارند، اما کمیت یا بزرگی متغیر مورد علاقه را منعکس نمی‌کنند. مقیاس‌های لیکرت می‌توانند برای جلب موافقت پاسخ‌دهندگان (از کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) با یک بیانیه استفاده شوند.

د. **اندازه‌گیری فاصله‌یی و نسبی**: همچو گزینه‌ها، پاسخ‌های پیوسته را به تصویر می‌کشند و هر دو فارمت یک رابطه ثابت بین نقاط را نشان می‌دهند. سن، وزن، مقدار درآمد، تعداد اعضای فامیل و متغیرین مشابه همه فاصله‌یی و نسبی هستند.

ه. **گزینه‌های پاسخ نامشخص**: اگرچه گنجاندن گزینه‌های پاسخ غیرقطعی (مثلاً «نمی‌دانم»، «نظری ندارم») ممکن است باعث شود پاسخ‌دهنده‌گان به راحتی از "قید پاسخ‌های ارائه شده" خارج شوند، اما آن‌ها عدم اطمینان را تصدیق می‌کنند. این گزینه‌های پاسخ ممکن زمانی مناسب باشند که پاسخ‌های دوتایی جستجو می‌شوند یا زمانی که دانش پاسخ‌دهنده، برخلاف نگرش‌ها یا نظرات، در حال بررسی است.

و. **گزینه‌های پاسخ "سایر/دیگر"**: ارائه یک گزینه پاسخ "سایر" یا درخواست "هر گونه نظر دیگری" به پاسخ‌های پیش‌بینی نه‌شده اجازه می‌دهد، تعادل قدرت بین محققین و پاسخ‌دهندگان را تغییر می‌دهد و ممکن است نرخ پاسخ‌دهی به پرسش‌نامه را افزایش دهد. در جریان مرحله آزمایشی پرسش‌نامه نیز، گزینه‌های پاسخ "سایر" می‌توانند به شناسایی مسائل جدید یا تشریح فارمت پاسخ‌های بسته کمک کنند (۷).

کاهش پرسش‌ها یا بخش‌ها

در این مرحله، محققین تلاش می‌نمایند تا تعداد زیاد پرسش‌های مرتبط را در هر مؤلفه به تعداد قابل مدیریت بدون این که تمام مؤلفه و یا پرسش‌های مهم را حذف کنند، کاهش می‌دهند. در همچو پروسه، یک توازن مشخص بین ارقام مورد نیاز و حجم کلی پرسش‌نامه باید در نظر گرفته شود؛ زیرا میزان پاسخ‌دهی در پرسش‌نامه‌های طویل معمولاً پائین است. به صورت عموم، اکثر محققین پیشنهاد می‌نمایند تا در حدود ۲۵ پرسش مشخص مرتبط و موجودیت حداقل ۵ پرسش در هر مؤلفه در پرسش‌نامه جابجا گردد. کاهش بخش‌ها می‌تواند توسط متخصصین، پاسخ‌دهنده‌ها در مرحله آزمایشی و یا هم توسط روش‌های احصائیبوی صورت گیرد (۷). فکتور دیگری که ممکن در این مرحله در نظر گرفته شود، حذف

پرسش‌های است که تمام اشتراک‌کننده‌ها به آن به عین شکل پاسخ داده‌اند. این بدین معنی است که تمام جمعیت نظر مشابه به این پرسش داشته و نیاز به تحقیق نیست (۸).

فیلتر کردن

در پرسش‌نامه‌های که چندین بخش وجود دارد، بعضی پرسش‌های ممکن در آن‌ها وجود داشته باشند که نیاز نیست تمام پاسخ‌دهنده‌ها آن‌را پاسخ دهند. در همچو حالات فیلتر نمودن برای رهنمایی همچو پاسخ‌دهنده‌ها تا پرسش‌های مرتبط را پاسخ دهند، استفاده می‌شود. به‌طور مثال، چندین پرسش ممکن در پرسش‌نامه وجود داشته باشد که مربوط افراد متأهل می‌شود، لذا در همچو حالات وقتی پاسخ‌دهنده گزینه "مجرد" را انتخاب می‌نماید، نیاز نیست پرسش‌های مرتبط با افراد متأهل را پاسخ دهد. برعلاوه، برخی از پرسش‌ها ممکن است فقط برای زنان و نه برای مردان اعمال شود، بقیه ممکن است فقط برای افرادی که در مکتب هستند اعمال شوند و نه برای کسانی که شاغل هستند. اما یک نکته قابل یادآوری است که همیشه از فیلتر نمودن زیاد در پرسش‌نامه جلوگیری ننماید، زیرا این کار پاسخ‌دهنده‌ها را گیج خواهد کرد و پرسش‌نامه را بسیار مغلق خواهد ساخت (۵،۹). در پایان پرسش‌های احتمالی، دستورالعمل‌های واضح و مشخصی برای پاسخ‌دهندگان باید وجود داشته باشد. به‌طور مثال، "آیا شما یک محصل هستید" اگر بلی، پرسش‌های زیر را پاسخ دهید، اگر نه، به پرسش x مراجعه کنید". یک رویکرد متفاوت دیگر این است که به‌جای جابجایی پرسش‌های احتمالی در بین متن کلی پرسش‌نامه که همه آن‌ها را باید پاسخ دهد، همچو پرسش‌ها در انتهای پرسش‌نامه جدا از پرسش‌های معمولی قرار می‌گیرند. این کار از سردرگمی پاسخ‌دهنده‌ها جلوگیری کرده می‌تواند (۵).

ترتیب پرسش‌ها

ترتیب پرسش‌ها در داخل پرسش‌نامه باید یک تسلسل منطقی را دنبال نماید؛ زیرا این کار نقش بارز در میزان پاسخ‌دهی به پرسش‌ها دارد. بهتر است ابتدا پرسش‌های ساده و سپس پرسش‌های مغلق جابجا گردند. بعضی محققین ترجیح می‌دهند تا ابتدا بخش دیموگرافیک و اجتماعی پاسخ‌دهنده‌ها را در پرسش‌نامه جابجا نمایند؛ اما یک تعداد آن‌را در اخیر پرسش‌نامه مناسب می‌پندارند (۸،۹). به‌طور مثال Rattray و Jones (۱۴) توصیه می‌نمایند که پرسش‌های بحث برانگیز و حساس باید در ابتدای پرسش‌نامه و معلومات دیموگرافیکی در اخیر پرسش‌نامه جابجا گردند. بعضاً نیاز است تا طرح یک پرسش مشخص در پرسش‌نامه را برای مخاطبان توضیح داد و یا هم دلیل قرار دادن همچو پرسش‌های حساس را با یک جمله مشخص بیان کرد. از کلمات تخنیکی، عامیانه و غیرادبی و اختصارات باید جلوگیری شود. هر پرسش باید صرف یک مفکوره را بیان نماید. یک مخلوطی از پرسش‌های ارائه شده به‌شکل مثبت و منفی برای جلوگیری و حداقل رساندن از پاسخ یک سره پاسخ‌دهنده‌ها همیشه توصیه می‌شود (۸،۹).

نظرسنجی آزمایشی (pilot testing)

پس از انکشاف پرسش نامه، یک نظرسنجی آزمایشی برای تعیین حجم نمونه مورد نیاز برای سروی واقعی و بهبود پرسش نامه انجام می شود تا خطاها و محدودیت های پرسش نامه قبل از انجام بررسی واقعی مشخص شود. در اکثر حالات دلیل عمده ناکامی در جمع آوری ارقام معتبر توسط پرسش نامه را درک نادرست شرکت کنندگان از بخش های آن، زمان گیر بودن خانه پوری و ظاهر نامتناسب آن تشکیل می دهد (۱۵). نظرسنجی آزمایشی با تقلید از روش های پیشنهادی برای مطالعه اصلی انجام می شود. هدف اصلی مطالعه آزمایشی را سنجش میزان درک و پاسخ گویی پاسخ دهندگان به همه پرسش ها و تکمیل/مناسب بودن پاسخ ها به پرسش های نهایت بسته تشکیل می دهد. پس از بازنگری و تصحیح خطاها، یک نظرسنجی واقعی را برای جمع آوری ارقام می توان انجام داد (۱۶). دو مرحله مشخص ذیل برای نظرسنجی آزمایشی پرسش نامه موجود است:

الف. پیش آزمون (Pre-testing): کیفیت ارقام جمع آوری شده توسط پرسش نامه به میزان درک پاسخ دهندگان از پرسش های موجود در آن بستگی دارد. سطح درک آن ها ممکن نظر به مهارت های زبانی، تحصیلی و فرهنگی متفاوت باشد. مرحله پیش آزمون فرآیند بررسی و بازنگری پرسش ها را آغاز می کند. هدف کلی این ارزیابی این است تا مشخص شود که "آیا پاسخ دهندگان پرسش های را به شیوه ای منسجم همان طور که محقق در نظر گرفته است تفسیر کرده می توانند؟ و قضاوت آن ها در مورد مناسب بودن هر پرسش گنجانیده شده در پرسش نامه چگونه است؟". در مرحله پیش آزمون محققین از همکاران، خانواده و دوستان خود که مشابه پاسخ دهندگان آینده هستند می خواهند که هر پرسش را از طریق مصاحبه (فردی یا گروهی) یا سند کتبی ارزیابی کنند. محققین همچنین از آن ها می خواهند که یک مسیر عملی این که "آیا پرسش و هدف اصلی آن را بپذیرند، پرسش را تغییر دهند؛ اما مفهوم را حفظ کنند، پرسش را کاملاً حذف کنند یا پرسش جدیدی بنویسند؟"، را تعیین کنند (۷).

ب. نظرسنجی آزمایشی (Pilot testing): این مرحله گامی مهم در طراحی پرسش نامه قبل از شروع جمع آوری ارقام است. در این مرحله هر گونه اشتباه از نظر محتوا، دستور زبان و قالب ممکن شناسایی و برطرف شوند (۹، ۱۱). در این مرحله پیش نویس پرسش نامه به افرادی که مشابه اصل پاسخ دهنده ها هستند، تطبیق می شود تا سطح درک و تفسیر آن ها در مورد هر پرسش مشخص شود. از پاسخ دهندگان خواسته می شود تا پرسش نامه را با توجه به جریان پرسش ها، برجسته بودن، مقبولیت و سهولت در تطبیق آن بررسی کنند و ریشه پرسش ها و پاسخ های غیرمعمول، زائد، نامربوط یا با عبارت ضعیف را شناسایی نمایند (۷). همچنین از آن ها خواسته می شود زمان لازم برای تکمیل پرسش نامه را ثبت کنند (۹، ۱۱).

پیش‌آزمون و نظرسنجی آزمایشی احتمال تفسیر اشتباه پرسش‌ها را توسط پاسخ‌دهندگان به حداقل می‌رساند. اطلاعات به‌دست آمده از این دو مرحله برای بهبود پرسش‌نامه استفاده شده و محققین از طریق تحلیل عاملی با بررسی روابط ریاضیکی بین آیتم‌ها یا اجزای پرسش‌نامه و مشاهده چگونگی خوشه‌بندی اقلام در حوزه‌های خاص، موارد اضافی را کاهش می‌دهند (۷، ۹، ۱۱). معیارهای سازگاری داخلی (به قابلیت اطمینان) مراجعه کنید) می‌توانند میزان ارتباط آیتم‌های کاندید را با موارد منتخب و نه با سایر موارد در یک مؤلفه ارزیابی کند. ضریب همبستگی بین ۰،۷۰ و ۰،۹۰ برای این هدف بسیار مطلوب پنداشته می‌شوند؛ اما اگر قیمت ضریب همبستگی کمتر از ۰،۷۰ باشد، بیان‌گر آن است که هر پرسش مفاهیم مختلف را اندازه‌گیری می‌کند و موارد بالای ۰،۹۰ موارد اضافی را نشان می‌دهند که باید یکی از پرسش‌ها حذف گردد. در مرحله آزمایشی، حداقل ۵ پاسخ‌دهنده برای هر پرسش (یعنی ۱۰۰ پاسخ‌دهنده برای یک پرسش‌نامه ۲۰ پرسشی) برای تحلیل عاملی نیاز است. تحلیل عاملی می‌تواند پرسش‌های را که نیاز به بازبینی یا حذف از یک مؤلفه دارند، برجسته کند (۷).

اگرچه برخی محققین مرحله پیش‌آزمون و آزمایشی را مشابه می‌پندارند؛ اما هر کدام این‌ها متمایز هستند. پیش‌آزمون بر وضوح و تفسیر پرسش‌ها فردی تمرکز می‌کند و اطمینان می‌دهد که پرسش‌ها، هدف مورد نظر خود را برآورده می‌کنند. مرحله آزمایشی علاوه بر جمله‌بندی پرسش‌نامه، بر ارتباط، جریان و ترتیب پرسش‌نامه نیز تمرکز دارد. برعلاوه، مرحله آزمایشی می‌تواند مشکلات آشکار پرسش‌نامه را تشخیص دهد؛ اما به ندرت منشأ آن‌ها را شناسایی می‌کند، که عموماً در طول مرحله پیش‌آزمون آشکار می‌شوند (۷). روی این ملحوظ، اگرچه دوستان و همکاران می‌توانند به بررسی املا، دستور زبان و طرح‌بندی کمک کنند، اما نمی‌توانند واکنش‌های احساسی یا مشکلات درک گروه‌های مورد مطالعه را به‌طور قابل اعتمادی پیش‌بینی کنند. چه پرسش‌نامه خود را ساخته‌اید و چه از ابزار موجود استفاده می‌کنید، همیشه آن را بالای شرکت‌کنندگانی که از جمعیت اصلی مورد تحقیق هستند، آزمایش کنید. این مرحله را همیشه در جدول زمانی طرح خود بگنجانید و پس از آن از کمیته اخلاق تأییدی آن را اخذ نمایید (۱۵).

در طول مراحل آزمایشی، یادداشت‌های دقیقی را در مورد نحوه واکنش شرکت‌کنندگان به فارمت کلی پرسش‌نامه و پرسش‌های خاص انجام دهید. نکات ذیل را همیشه یادداشت نمایید:

۱. برای تکمیل نمودن هر پرسش‌نامه به مدت زمان نیاز بود؟
۲. آیا هر پرسش نیاز به تکرار یا توضیح بیشتر داشت؟
۳. شرکت‌کنندگان چگونه پاسخ را انتخاب و یا توضیح نمودند؟
۴. آیا آن‌ها از پاسخ خاصی سردرگم یا شگفت زده شدند؟ - اگر بلی، چرا؟ (۱۵).

اعتبار/روایی پرسش نامه (validity)

اعتبار این نکته را توضیح می‌نماید که ارقام جمع‌آوری شده به چه اندازه ساحات اصلی تحقیق مورد نظر را پوشش داده می‌توانند؛ اما اساساً اعتبار به این معنی است که "یک ابزار چیزی را که باید اندازه‌گیری نماید، اندازه‌گیری می‌کند؟" (۱۷). بنابراین یک پرسش‌نامه با اعتبار باید پرسش‌های را مطرح نماید که باید پرسیده شوند؛ اما در اکثر حالات پرسش‌نامه‌ها با این معیار عیار نیستند. به‌طور مثال، یک پرسش‌نامه تهیه شده خودی که عادات غذایی مردم را مورد بررسی قرار می‌دهد، ممکن بی‌اعتبار پنداشته شود؛ زیرا تهیه‌کننده پرسش‌نامه ممکن غذاهای را که خودش دوست دارد و می‌خورد، در پرسش‌نامه جابجا نموده باشد؛ اما عادات غذایی را که جمعیت مورد مطالعه دارد، از نظر دور بماند (۱۰). به عین شکل، یک پرسش‌نامه که در یک کشور دیگر، زمان متفاوت و یا برای جمعیت مختلف طراحی شده باشد، نیز برای جمعیت که شما مطالعه می‌کنید، ممکن معتبر نباشد (۱۰). به‌طور مثال مطرح نمودن پرسش ذیل "تا رسیدن به مکه چند شب در راه بودید" دیگر در این زمان معتبر نیست؛ زیرا مطرح نمودن این پرسش مربوط به زمانی می‌شود که مردم با استفاده از حیوانات و یا موتر به حج می‌رفتند.

پرسش‌ها باید طوری جمله‌بندی شوند که پاسخ‌دهنده‌ها هدف هر پرسش را درک نمایند. برای به دست آوردن این هدف، پرسش‌نامه باید توسط متخصصین و افرادی که مهارت کافی پیرامون موضوع داشته باشند، مرور شود. این کار قبل و در جریان امتحان آزمایشی پرسش‌نامه اجرا شده می‌تواند. به‌طور مثال، اگر هدف اصلی تحقیق را دریافت دلایل طلاق در جامعه مشخص تشکیل می‌دهد، لازم است تا پرسش‌نامه توسط متخصصین این بخش و افراد که متأهل و حتی طلاق‌شده/اطلاق کرده اند، مرور شود. هر پرسش مشکوک و غیرقابل درک باید در این مرحله مشخص و اصلاح گردد (۹).

پرسش‌نامه‌های مطمئن نتایج مشابه را از نمونه‌های تکراری توسط محققین مختلف با گذشت زمان حاصل می‌نمایند. استحصال نتایج متفاوت بنابر تفاوت بین عقاید و مفکوره‌های افراد زیر تحقیق حاصل می‌شود، نه از ناهمسانی سطح درک از پرسش‌ها و یا هم تفسیر متفاوت آن‌ها از همچو پرسش‌ها. آزمایش یک پرسش‌نامه توسط چند نفر همکار، استفاده از پرسش‌نامه قبلاً استفاده شده در یک مطالعه دیگر و یا هم نشرشده در یک مجله علمی به معنی پرسش‌نامه معتبر نیست؛ بلکه تخنیک‌های مشخص احصائیوی این معیار یک پرسش‌نامه را تعیین نموده می‌تواند (۱۰). چهار نوع اعتبار در یک پرسش‌نامه ارزیابی شده می‌تواند:

الف. اعتبار ظاهری (Face validity): این مرحله مهم‌ترین جنبه فردی آزمایش اعتبار یک پرسش‌نامه است. در این مرحله کارشناسان و شرکت‌کنندگان در مرحله نمونه آزمایشی این اصل را ارزیابی می‌کنند که "آیا پرسش‌نامه آنچه را که قصد دارد در طول مطالعه اندازه‌گیری کند، اندازه‌گیری می‌نماید؟". به

عباره دیگر، اجزای پرسش نامه ارقام مشخص را مطابق اهداف تحقیق جمع آوری کرده می‌تواند یاخیر (۷). در این مرحله، ظاهر پرسش نامه از نظر امکان‌سنجی، خوانایی، سازگاری سبک و قالب‌بندی و وضوح زبان مورد استفاده نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین، اعتبار ظاهری در حقیقت اشاره به ارزیابی فردی و عینی محقق از ظاهر و مرتبط بودن پرسش نامه دارد این که "آیا آیت‌ها و یا اجزای موجود در پرسش نامه مرتبط، معقول، بدون ابهام و واضح به نظر می‌رسند؟" (۱۷).

برای بررسی احصائیوی اعتبار ظاهری از مقیاس دوگانه با گزینه‌های "بله" و "نخیر" که به ترتیب گویای مطلوب و نامطلوب را نشان می‌دهند، می‌توان استفاده کرد؛ جایی که مورد مطلوب به این معنی است که اجزای پرسش نامه دارای ساختار مناسب است و می‌تواند به‌طور مثبت در مؤلفه‌های مناسب طبقه‌بندی شوند. سپس ارقام جمع‌آوری شده با استفاده از شاخص کاپای کوهن ("CKI" Cohen's Kappa Index) جهت تعیین اعتبار ظاهری پرسش نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. حاصل شدن قیمت کاپای حداقل ۰,۶ برای توافق بین ارزیاب‌ها به حیث قیمت قابل قبول پنداشته می‌شود. متأسفانه، اعتبار ظاهری ضعیف‌ترین شکل اعتبارسنجی است و بسیاری معتقدند که این اعتبار نقش حقیقی در اعتباردهی یک پرسش نامه ممکن بازی نه‌نماید (۱۷).

ب. اعتبار محتوا (Content validity): اعتبار محتوای اساسی‌ترین بخش ارزیابی پرسش‌نامه‌های جدیداً انکشاف یافته پنداشته می‌شود. اعتبار محتوا به این صورت تعریف می‌شود: "درجه‌ای که اجزای یک پرسش نامه، محتوایی را که ابزار آنرا تعمیم می‌بخشد، منعکس می‌کند" (۱۷). این ارزیابی به بهترین وجه توسط متخصصان (در طول انکشاف و توسعه محتوای پرسش‌نامه) انجام می‌شود. در این ارزیابی متخصصین محتوای پرسش‌نامه را به‌طور دقیق مورد ارزیابی قرار می‌دهند تا مشخص سازند که تمام اجزای ضروری در پرسش‌نامه جابجا شده و بخش‌های غیرضروری از هر مؤلفه حذف گردیده‌اند (۷، ۱۷).

رویکرد که اعتبار محتوای یک پرسش‌نامه را قضاوت کرده می‌تواند شامل مرور پیشینه موضوع و سپس ارزیابی توسط متخصصین است. در همچو حالت محققین باید در جریان ارزیابی محتوای پرسش‌نامه توسط متخصصین حضور داشته باشند تا برای اعتباردهی محتوا زمینه فراهم شود؛ اما از این‌که موجودیت متخصصین مختلف در عین محل بعضاً ممکن مشکل و حتی ناممکن باشد؛ لذا این نکته یکی از محدودیت‌های این بخش به شمار می‌رود (۱۷). برای تطبیق اعتبار محتوا، مراحل ذیل باید تعقیب گردد:

۱. یک مرور کامل بر پیشینه موضوع تا اجزای مرتبط برای پرسش‌نامه استخراج گردد؛

۲. تطبیق یک سروی اعتبار محتوا: در همچو حالت هر جز پرسش نامه با استفاده از مقیاس سه گزینه‌یی (لازم نیست، مؤثر است؛ اما ضروری نیست، و ضروری است) باید مورد ارزیابی قرار گیرد؛

۳. پرسش نامه باید به متخصصین عین ساحه تحقیق فرستاده شود؛

۴. سپس نسبت اعتبار محتوا ("CVR" content validity ration) برای هر جزء پرسش نامه با استفاده از روش لاوشی (Lawshe) محاسبه گردد. در این معیار میزان توافق متخصصین در مورد "ضروری بودن" هر جزء پرسش نامه محاسبه می‌گردد. بخش‌های که در سطح مشخص CVR معنی‌دار نیستند، از پرسش نامه حذف می‌گردند.

برای محاسبه CVR از فورمول ذیل استفاده می‌شود:

$$CVR = \frac{ne - \left(\frac{N}{2}\right)}{\frac{N}{2}}$$

در این فورمول، ne عبارت از تعداد متخصصین موافق به "ضروری بودن" یک جز پرسش نامه در یک پنل بوده و N تعداد مجموعی متخصصین در این پنل است. ارزیابی نهایی برای حفظ یک جزء پرسش نامه به اساس CVR وابسته به تعداد افراد شامل در پنل است. قیمت معتبر CVR برای نگهداشت یک آیتیم یا جزء در پرسش نامه در جدول ۱ توضیح شده است.

جدول ۱: پائین ترین قیمت CVR برای حفظ یک آیتیم پرسش نامه نظر به تعداد متخصصین در پنل (۱۷)

تعداد متخصصین در پنل	پائین ترین قیمت CVR	تعداد متخصصین در پنل	پائین ترین قیمت CVR
5	0.99	13	0.54
6	0.99	14	0.51
7	0.99	15	0.49
8	0.75	20	0.42
9	0.78	25	0.37
10	0.62	30	0.33
11	0.59	35	0.31
12	0.56	40	0.29

ج. اعتبار ساختاری (Construct validity): این مرحله صریح‌ترین ارزیابی اعتبار است و در حقیقت رابطه سببی بین یک جزء پرسش نامه را با جزء دیگر آن مورد ارزیابی قرار می‌دهد، و مشخص می‌سازد که آیا حقیقتاً رابطه بین یک متغیر با یک و یا چند متغیر واضح و یا مخفی دیگر وجود دارد و یا خیر. بنابراین اگر نتوان معیارهای خاصی را که ساختار مورد اندازه‌گیری را به اندازه کافی تعریف می‌کند، شناسایی کرد، همچو ارزیابی باید انجام شود. زمانی که متخصصین رشته اعتبار محتوا را تعیین نمودند،

آن‌ها می‌توانند به اثبات برسانند که ساختارهای کلیدی نیز در محتوا گنجانیده شده است. برای مشخص کردن اعتبار ساختاری، تحلیل محتوا (factor analysis) باید انجام شود (این کار خارج از محدوده این مقاله است و برای معلومات بیشتر مراجع ذکر شده را مرور نمائید) (۷، ۱۷).

د. اعتبار معیار (Criterion): در این ارزیابی، پاسخ‌ها به اجزای یک پرسش‌نامه به یک "معیار طلایی" مقایسه می‌گردند. لذا این اعتبار بیان می‌دارد که یک معیار چطور نتیجه یک معیار دیگر را پیش‌بینی می‌نماید. یک معیار که این نوع اعتبار را داشته باشد، جهت پیش‌بینی کارکرد و یا رفتار یک گروه از افراد در حالات دیگر (گذشته، حال و یا آینده) بسیار مؤثر بوده می‌تواند. به‌طور مثال، یک مدیر منابع بشری ممکن یک آزمایش یا معیار را جهت پیش‌بینی این‌که کدام درخواست‌دهنده وظیفه، کارکرد خوب در جریان کار پس از استخدام خواهد داشت، استفاده نماید. از نظر عملی مدیر متذکره بالای آن توانایی آزمایش تمرکز خواهند نمود که توانایی تفکیک بین کارمندان "خوب" را از کارمندان "ضعیف" داشته باشد. اگر این آزمایش این هدف را برآورده کند، آزمایش متذکره برای هدف مدیر استخدام "معتبر" خواهد بود. بنابراین، اعتبار معیار اشاره به درجه دارد که قیمت‌های آزمایش (پرسش‌نامه) بتواند متغیرین معیاری مشخص را پیش‌بینی نماید (سایر جزئیات پیرامون این موضوع را در منابع ذکر شده مرور نمائید) (۷، ۱۷).

نظر به استفاده پرسش‌نامه، محققین ممکن یک و یا چند ارزیابی اعتبار پرسش‌نامه را انجام دهند؛ اما آن‌ها حداقل اعتبار ظاهری و محتوای پرسش‌نامه را باید انجام دهند (۷).

قابلیت اطمینان/ پایایی پرسش‌نامه (reliability)

یک پرسش‌نامه قابل اطمینان باید عین پاسخ‌ها را برای عین پرسش‌ها، اگر پرسش‌های متذکره تکراراً به عین افراد در یک محدوده کوتاه زمانی ارائه شود، حاصل نماید. این کار می‌تواند توسط اجرای آزمایش - دوباره آزمایش عین پرسش‌نامه امتحان گردد، طوری که عین پرسش‌نامه برای بار دوم به عین افراد تطبیق گردد و سازگاری و یا توافق پاسخ‌ها چک شود (ضریب همبستگی پیرسان). هرگونه اختلاف و یا تفاوت در پاسخ‌ها ممکن در اثر عدم وضاحت پرسش‌ها به‌وجود آمده باشد و باید پرسش‌های متذکره دوباره مرور و جمله‌بندی گردند (۹) (۱۷).

به‌صورت عموم آزمایش قابلیت اطمینان یک پرسش‌نامه بسیار مهم است؛ زیرا این معیار سازگاری و یا همخوانی بخش‌های مختلف یک ابزار را مشخص می‌سازد. یک مقیاس زمانی دارای سازگاری بلند قابلیت اطمینان است اگر بخش‌های یک مقیاس "مرتبط باهم بوده" و عین مؤلفه را اندازه‌گیری نمایند. معمول‌ترین معیار سازگاری دورنی را ضریب الفای کرونباخ (Cronbach Alpha) تشکیل می‌دهد. قیمت این معیار زمانی که مقیاس لیکرت در یک پرسش‌نامه استفاده شود، مناسب‌ترین روش تعیین قابلیت

اطمینان پنداشته می شود. باوجودی که قاعده کلی پیرامون قیمت مشخص سازگاری دورنی وجود ندارد؛ اما اکثر علما قیمت ضریب الفای ۰,۷ را به حیث حداقل سازگاری درونی می پذیرند. یک تعداد علما چهار قیمت ضریب الفای کرونباخ را برای سازگانی درونی طوری ذیل طبقه بندی می نمایند:

۱. قابلیت اطمینان عالی (۰,۹ و بالاتر از آن)؛

۲. قابلیت اطمینان بالا (۰,۷-۰,۹)؛

۳. قابلیت اطمینان متوسط (۰,۵-۰,۷) و

۴. قابلیت اطمینان پائین (۰,۵ و کمتر از آن).

لازم به یادآوری است که ضریب قابل قبول و توصیه شده قابلیت اطمینان مرحله آزمایشی پرسش نامه مساوی به ۰,۶ و یا بالاتر از آن می باشد. باوجودی که قابلیت اطمینان پرسش نامه برای هر مطالعه مهم است، اما این معیار بدون در نظر گرفتن اعتبار هیچ ارزشی ندارد. بنابراین، یک پرسش نامه قابل اطمینان، معتبر نیز باید باشد (۱۷). سه معیار اساسی ذیل برای ارزیابی قابلیت اطمینان پرسش نامه قابل تطبیق اند (۷).

الف. قابلیت اطمینان تست-تست مجدد (Test-retest): با این روش، محققین این را که "آیا یک پرسش مشابه برای افراد مشابه در زمان های مختلف (معمولاً بین ۲ تا ۴ هفته) نتایج ثابتی به همراه دارد یا خیر" ارزیابی می نمایند.

ب. قابلیت اطمینان بین ارزیاب (Inter-rater): محققین در این روش حالتی را که "آیا پاسخ دهندگان مختلف در جایی که انتظار می رود پاسخ های مشابهی ارائه می دهند یا خیر" را ارزیابی می کند.

ج. سازگاری درونی (Consistency Internal): محققین در این روش رابطه بین آیتم ها یا پرسش های متفاوتی که در یک مؤلفه جای داده شده اند، را ارزیابی می کنند. برای ارزیابی سازگاری درونی از سه آزمایش می توان استفاده کرد:

۱. همبستگی تصحیح شده-کل (همبستگی یک آیتم را با مجموع همه موارد دیگر ارزیابی می کند)؛

۲. قابلیت اطمینان تقسیم به نصف (ارزیابی همبستگی بین نمرات که از اثر نصف مجموعه پرسش های مشخص حاصل شده)؛

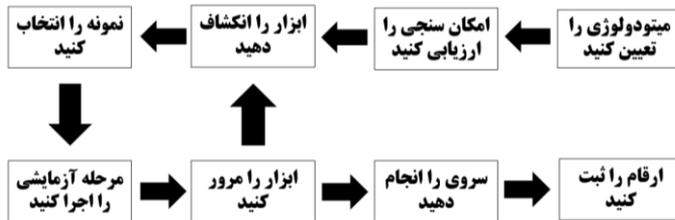
۳. ضرایب قابلیت اطمینان α (به دست آمده از تعیین ابعاد کلیدی و ارزیابی مواردی که به ابعاد خاص تأثیر می گذارد).

آزمایشات احصائیوی که برای قابلیت اطمینان پرسش نامه استفاده می شود، در جدول ۲ نمایش داده شده اند.

جدول ۲: آزمایشات مورد استفاده در ارزیابی های قابلیت اطمینان (۷)

نوع آزمون قابلیت اطمینان	توضیح	اسمی	ترتیبی	فاصله یی	سایر موارد
تست- تست مجدد	برای ارزیابی اینکه "آیا یک پرسش مشابه برای افراد مشابه در زمان های مختلف نتایج ثابتی به همراه دارد یا خیر"	Chi-square	Spearman rho	Pearson r	
بین ارزیاب	برای ارزیابی اینکه "آیا پاسخ دهندگان مختلف نتایج مشابهی ارائه می دهند یا خیر"	Kappa	Spearman rho	Pearson r	Intra-class (چندین ارزیاب، ارقام متمادی)
سازگاری درونی	برای ارزیابی اینکه "آیا آیتم های مختلفی که در عین مولفه قرار دارد، با هم ارتباط دارند یا خیر"	Kuder-Richardson Cronbach alpha	Spearman-Brown Cronbach alpha	Corrected item-total r	Kuder-Richardson (ارقام دوبخشی)

ارزیابی قابلیت اطمینان مورد نیاز نظر به هدف سروی و نوع ارقام جمع آوری شده متفاوت بوده می تواند و تمام پروسه های متذکره ممکن بالای عین پرسش نامه تطبیق نگردند (۷).
مراحل عمده طرح و اجرای تحقیق پرسش نامه یی در شکل ۱ به تصویر کشیده شده اند.



شکل ۱: روش و مراحل طراحی و اجرای تحقیق پرسش نامه یی (۱۶)

مشخصات یک پرسش نامه خوب و معیاری

با وجودی که تمام معیارات طرح و انکشاف پرسش نامه در بالا توضیح گردید؛ اما در نظر گرفتن یک تعداد مشخصات اضافی دیگر نیز برای افزایش میزان پاسخ دهی به پرسش نامه مؤثر پنداشته می شوند. در کل یک پرسش نامه زمانی معیاری پنداشته می شود که بر علاوه از تکمیل مراحل اعتبارسنجی و قابلیت اطمینان، فارمت پرسش ها و پاسخ ها نیز طوری عیار گردند تا حداکثر میزان پاسخ دهی را تولید نماید. این معیارات به طور خلاصه در زیر توضیح شده اند:

مشخصات پرسش‌ها در پرسش‌نامه

نظر به نوع تحقیق، هدف جمع‌آوری ارقام، نوع تحلیل احصائوی مورد نظر بالای ارقام و مشخصات جمعیت مورد مطالعه، نوع و ساختار پرسش‌ها در پرسش‌نامه متفاوت بوده می‌تواند. در اغلب موارد پرسش‌های موجود در پرسش‌نامه ترکیبی از انواع مختلف پرسش‌ها است که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم ارائه می‌شوند (۱۶). زمانی که متغیرین مورد نظر در یک تحقیق مشخص و از نگاه مفهومی تعریف شدند، یک مقیاس مشخص باید انتخاب گردد (۴). اما، از این‌که در نهایت تمام ارقام جمع‌آوری شده، در یک پروسه احصائوی استفاده و تحلیل خواهد شد؛ لذا مشوره با یک احصائیه‌دان و اپیدمیولوژیست همیشه توصیه می‌گردد، تا اطمینان حاصل شود که ارقام مورد نیاز برای تخنیک مشخص احصائوی حاصل خواهد شد (۷).

به‌منظور به حداکثر رساندن قابلیت اطمینان و میزان پاسخ‌دهی به پرسش‌نامه و اجزای آن، جمله‌بندی پرسش‌ها باید دارای مشخصات ذیل باشد:

۱. واضح و بدون ابهام باشد و از زبان فنی یا زبانی که برای پاسخ‌دهندگان نامناسب است استفاده نه‌شود؛
۲. پاسخ‌دهندگان را به پاسخ‌های خاصی هدایت نه‌کند؛
۳. ساده باشد تا پیچیده؛
۴. از پرسش‌های که دوطرفه هستند اجتناب شود (بیش از یک پرسش را به‌طور همزمان نه‌پرسد)؛
۵. از پرسش‌های منفی مضاعف خودداری شود؛
۶. موارد پرسش‌نامه باید کوتاه و هر پرسش ترجیحاً کمتر از ۲۰ کلمه نگهداری شود؛
۷. اطمینان حاصل شود که در پرسش‌های چندگزینه‌ای و مقیاس‌های رتبه‌بندی، همه گزینه‌ها منحصر به فرد باشند (در صورت نیاز به یک پاسخ)؛
۸. از پرسش‌های که ممکن پاسخ‌دهندگان را متضرر یا تحریک کند یا تهدیدآمیز تلقی شود، خودداری شود (۹، ۱۶).

جالییت

احتمال تکمیل یک پرسش‌نامه جالب توسط پاسخ‌دهنده‌ها بسیار زیاد است و در نتیجه میزان پاسخ‌دهی بیشتری حاصل خواهد شد. برای این‌که یک پرسش‌نامه جالب تهیه گردد، محقق باید تمام پرسش‌ها را با یک تسلسل منطقی و با استدلال مرتبط با دانش پاسخ‌دهنده در پرسش‌نامه جایجا نماید (۹). تنظیم پرسش‌ها نظر به قالب و یا ساختار آن‌ها موضوع بسیار مهم در میزان پاسخ‌دهی پرسش‌نامه بوده می‌تواند. یک تعداد علما ساختار ذیل را در مورد ترتیب پرسش‌ها در پرسش‌نامه پیشنهاد نموده اند:

۱. از عام به جزئی؛

۲. از آسان به مشکل؛

۳. از واقعی به احتمالی.

علاوه بر این، آیت‌ها باید با پرسش‌های بسته و پرسش‌های مرتبط با موضوع اصلی شروع شوند (۸).

مختصر و کوتاه بودن

یک پرسش نامه مختصر پرسش‌های را مطرح می‌نماید که صرف برای پاسخ به اهداف تحقیق پاسخ ارائه نماید. هرگونه پرسش‌های خارج از محدوده حوزه تحقیق باید از پرسش‌نامه حذف گردند. در اکثر حالات محققین علاقمند اند تا ارقام بیشتر و وسیع‌تر را جمع‌آوری نمایند و بدون این‌که کدام پرسش و ارقام بیشتر مهم و با هدف کلی تحقیق مرتبط است، پرسش‌های زیادی را در پرسش‌نامه جابجا می‌نمایند. این کار معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که محقق دانش کافی پیرامون اهداف خود نداشته و یا هم نمی‌داند که کدام پرسش با کدام هدف تحقیق‌اش بیشتر هم‌خوانی دارد. این کار سبب می‌شود تا تعداد زیاد پرسش‌ها در پرسش‌نامه جابجا گردد و یک پرسش‌نامه چندین صفحه‌یی تهیه گردد که احتمال تکمیل و پاسخ‌دهی توسط پاسخ‌دهنده‌ها را کاهش می‌دهد (۹، ۱۸). روی این ملحوظ، Nakash و همکاران (۱۸) در یک مطالعه مروری مشخص ساختند که پرسش‌نامه‌های کوتاه معمولاً بین ۷ تا ۴۷ پرسش و پرسش‌نامه‌های طویل ۳۶ تا ۱۲۳ پرسش را در بر داشتند؛ اما رویهمرفته تعداد پرسش‌ها در هر پرسش‌نامه نظر به اهداف و وسعت تحقیق متفاوت بوده می‌تواند.

پرهیز از ارائه پرسش‌های دو پهلو

یکی دیگر از اشتباهات رایج، پرسیدن یک پرسش "دو پهلو" است. از پرسیدن دو چیز در یک پرسش خودداری کنید. این امر منجر به مشکل در تفسیر پاسخ‌ها هنگام تجزیه و تحلیل ارقام می‌شود. به طور مثال، "چه فکر می‌کنید بهتر نیست تا شاگردان ابتدائیه دری و ریاضی را باید یاد بگیرند." و یا "آیا هر صبح ورزش می‌کنید و آب گرم می‌نوشید؟ برعلاوه، پرسیدن این پرسش "تلفن همراه دارید یا تلفن ثابت؟" تمام این پرسش‌ها دو پهلو است. به طور مثال، اگر پاسخ‌دهندگان "بله" پاسخ دهند، چگونه می‌دانید که آن‌ها فقط تلفن همراه دارند، فقط تلفن ثابت دارند یا هر دو). در همچو حالات، پاسخ‌دهنده ممکن به یکی از بخش‌های هر پرسش پاسخ مثبت و به دیگری پاسخ منفی داشته باشد، لذا همچو پرسش‌ها باید تجزیه شده و یک موضوع را بپرسد (۵، ۹، ۱۶).

پرهیز از پرسش‌های مبهم

هنگام پرسیدن پرسش تا حد امکان دقیق باشید. برای مثال، عباراتی مانند "مکرر"، "همیشه" و "اغلب" ممکن است برای افراد مختلف معانی متفاوتی داشته باشند. هنگام بررسی دقیق پرسش‌ها، از خود بپرسید: «آیا این پرسش واضح است؟ آیا می‌تواند دقیق‌تر باشد؟» (۹، ۱۶).

طرح پرسش نامه با در نظر داشت تحلیل احصائیوی ارقام

هنگام طراحی یک پرسش نامه، بسیار مهم است تا از قبل مشخص شود که از کدام تخنیک برای تجزیه و تحلیل ارقام جمع آوری شده استفاده می شود. به عنوان مثال، سن را در نظر بگیرید. اگر هدف از پرسیدن سن، یافتن میانگین سنی شرکت کنندگان است، باید یک سن دقیق ثبت شود (به عنوان مثال: «سن شما چند است؟: __ سال). از طرف دیگر، اگر می خواهید آن ها را بر اساس گروه های سنی مختلف در طول تجزیه و تحلیل دسته بندی کنید، ممکن است بخواهید پرسش را بر اساس دسته های سنی مختلف ساختار بندی نمائید (به عنوان مثال "سن شما چند است؟: کمتر از ۱۸، ۱۸-۲۹، ۳۰-۵۰، و غیره). اگر مطمئن نیستید که کدام تخنیک احصائیوی را بالای ارقام تان انجام می دهید، همیشه توصیه می شود به جای دسته بندی آن ها در پرسش نامه، ارقام متغیرین کمی را بدون تغییر جمع آوری کنید. این کار از مشکلات تجزیه و تحلیل پس از جمع آوری ارقام جلوگیری نموده و اطمینان حاصل می گردد که همه ارقام جمع آوری شده مرتبط و قابل استفاده هستند (۹).

ترجمه پرسش ها

پاسخ دهنده باید به زبانی که در آن مهارت بیشتری دارند به پرسش نامه پاسخ دهد. در یک جامعه چند زبانه، ترجمه پرسش نامه به زبان های مروج، یک اصل اساسی به ویژه برای پرسش نامه های که به شکل خودی تطبیق می گردند، پنداشته می شود. اما مسئله مهم ترجمه درست پرسش نامه است؛ زیرا ترجمه نادرست پرسش ها یا پاسخ ها منجر به جمع آوری اطلاعات متفاوت برای پرسش ها شده و این کار منجر به استحصال نتایج و نتیجه گیری های اشتباه می گردد. برای جلوگیری از این امر، از روش "translate-back" باید استفاده شود. محقق یا مترجم باید پرسش نامه را از زبان اولی به دومی ترجمه کند و شخص مستقل دیگری که از پرسش نامه اولی بی اطلاع است، دوباره پرسش نامه ترجمه شده را به زبان اولی برگرداند. محققین (معمولاً سه نفر یا بیشتر که به هر دو زبان مسلط هستند) پرسشنامه اصلی را با پرسش نامه ترجمه شده مقایسه کنند تا هر گونه اختلاف موجود را دریافت و اصلاح نمایند (۹).

فارمت نهایی پرسش نامه

تنظیم نهایی پرسش نامه بسیار مهم است؛ زیرا تصویر کلی یا فارمت پرسش نامه بالای پاسخ دهنده ها تأثیر مستقیم داشته و اکثر آن ها نظر به این ساختار ممکن تصمیم بگیرند که پرسش نامه را خانه پوری نمایند یا خیر. این مسئله برای پرسش نامه های که به شکل غیر حضوری خانه پوری می گردند، بسیار حیاتی است. به حیث یک اصل کلی موضوعات ذیل باید در فارمت نهایی پرسش نامه در نظر گرفته شوند:

۱. عنوان باید برجسته باشد و هدف اصلی تحقیق را منعکس سازد؛

۲. در صورت امکان، پرسش‌نامه با توجه به محتوا به بخش‌هایی مشخص تقسیم شود و هر بخش با بخش دومی یک تسلسل منطقی را دنبال نماید؛
۳. اگر پاسخ‌دهندگان شامل افراد مسن‌تر هستند، باید از اندازه فونت بزرگتر استفاده شود؛
۴. در نهایت، یک پاراگراف مشخص برای توضیح هدف مطالعه، معرفی محقق و یا نهاد، و در صورت لزوم، اطمینان از محرمانه بودن و نحوه استفاده از اطلاعاتی که جمع‌آوری می‌گردد، باید در پرسش‌نامه گنجانیده شود (۹).

تطبیق پرسش‌نامه و روش جمع‌آوری ارقام

روش‌های مختلف تطبیق پرسش‌نامه بالای جمعیت مورد مطالعه موجود است. روش جمع‌آوری ارقام توسط پرسش‌نامه نظر به روش تماس‌گیری با پاسخ‌دهنده‌ها، روش ارسال و یا رساندن پرسش‌نامه به افراد مورد نظر و میکانیزم پرسیدن پرسش‌ها متفاوت بوده می‌تواند. این تفاوت‌ها تأثیرات متفاوتی را بالای صحت و کیفیت ارقام جمع‌آوری شده دارد (۲).

تطبیق خودی (self-administration) معمول‌ترین روش اجرای پرسش‌نامه در مطالعات پرسش‌نامه‌ی است. پرسش‌نامه‌های تطبیق شده به شکل خودی را می‌توان از طریق پست، ایمیل و یا هم به شکل آنلاین تطبیق و جمع‌آوری کرد. تطبیق پرسش‌نامه‌ها به این شکل، آسان و ارزان بوده و رازداری پاسخ‌دهنده‌ها را نیز حفظ می‌کند. علاوه بر این، این شکل تطبیق به راحتی توسط پاسخ‌دهنده‌ها تکمیل شده و به شیوه‌ای معیاری تطبیق می‌گردد. روش دومی تطبیق پرسش‌نامه، خانه‌پوری آن‌ها توسط مصاحبه ساختاری (structured interview) است. در همچو حالت، پرسش‌نامه‌ها به صورت تلفنی یا حضوری خانه‌پوری می‌شوند. تکمیل پرسش‌نامه توسط مصاحبه امکان مشارکت افراد بی‌سواد و روشن شدن بخش‌های مبهم پرسش‌نامه را فراهم می‌کند. رویهمرفته، بهترین روش تطبیق پرسش‌نامه بستگی به این دارد که پاسخ‌دهندگان چه کسانی باشند. به هر صورت، مهم‌ترین نکته این است تا معلومات صحیح، از جمعیت مناسب، در زمان مناسب و با استفاده از روش مناسب جمع‌آوری گردد (۸، ۱۱، ۱۵، ۱۹).

فکتورهای مؤثر بالای میزان پاسخ‌دهی به پرسش‌نامه‌ها

میزان بلند پاسخ‌دهی دقت تخمین پارامترها را افزایش داده، خطر گرایش انتخاب را کاهش داده و اعتبار پرسش‌نامه را بهبود می‌بخشد (۱۱، ۱۵). در مورد میزان حداقل پاسخ‌دهی، Powell (۱) پیشنهاد می‌کند که میزان پاسخ‌دهی برای پرسش‌نامه‌های که خود پاسخ‌دهنده‌ها خانه‌پوری می‌کنند، باید حداقل ۶۵٪ و در صورت تطبیق پرسش‌نامه توسط سروی‌کننده‌ها و یا مصاحبه ساختار یافته این میزان باید ۷۵٪ باشد. پرسش‌نامه کوتاه، تحریر به زبان ساده، طرح‌بندی واضح و مشوق‌های مالی میزان پاسخ‌دهی را معمولاً افزایش می‌دهد (۶) (۱).

به هر اندازه که میزان پاسخ‌دهی پائین باشد، احتمال تفاوت میان نظر پاسخ‌دهنده‌ها نظر به آن‌های که پاسخ نداده‌اند، را افزایش می‌دهد و تعمیم نتایج تحقیق را بالای جمعیت هدفی به مشکل مواجه می‌سازد. محقق باید همیشه میزان دقیق پاسخ‌دهی و میزان ارقام قابل استخراج و تحلیل را از پرسش‌نامه‌های خود گزارش دهد. با وجودی که میزان پاسخ‌دهی حداقل ۷۰٪ برای اعتبار خارجی پرسش‌نامه نیاز است، میزان پاسخ‌دهی بین ۶۰٪ تا ۷۰٪ و حتی بعضاً کمتر از ۶۰٪ (مثلاً برای موضوعات بحث برانگیز) قابل قبول پنداشته می‌شود (۱۱، ۱۵). مسئله دیگر که ممکن بعضاً از نظر دور بماند، میزان پاسخ‌دهی به اجزای پرسش‌نامه است. در یک تعداد حالات، پرسش‌نامه‌های تطبیق شده به شکل خودی ممکن برگردانده شوند؛ اما پاسخ‌دهنده‌ها ممکن به یک تعداد پرسش‌ها و یا اجزای پرسش‌نامه پاسخ ارائه نکرده باشند. این کار میزان عدم پاسخ به اجزا را افزایش داده و تحلیل ارقام را شدیداً به مشکل مواجه می‌سازد؛ زیرا این کار کیفیت کلی ارقام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با وجودی که قاعده کلی برای تنظیم و تحلیل ارقام همچو پرسش‌نامه‌ها موجود نیست؛ اما انجمن آمریکایی برای تحقیقات افکار عمومی (The American Association for Public Opinion Research) به عنوان یک قاعده کلی پیشنهاد نموده این که "اگر میزان پاسخ‌دهی به پرسش‌های ضروری و مهم کمتر از ۵۰٪ باشد، پرسش‌نامه نامکمل تلقی می‌گردد، پاسخ ۵۰٪ تا ۹۹٪ به پرسش‌های ضروری، تا حدی کامل پنداشته شده و صرف اگر به ۱۰۰٪ همچو پرسش‌ها پاسخ ارائه شده باشد، پرسش‌نامه کامل تلقی خواهد شد. افزون بر آن، مفکوره آن‌هایی که به یک تعداد پرسش‌ها پاسخ نداده‌اند، با آن‌های که پاسخ داده‌اند، معمولاً مشابه نیستند؛ لذا در صورت میزان بالای عدم پاسخ‌دهی به یک تعداد پرسش‌های ضروری، تعمیم بخشیدن نتایج متأثر شده و نمونه ممکن نماینده‌گی از جمعیت مورد تحقیق نه‌نماید. برای رفع همچو حالات، لازم است تا در زمان طرح و انکشاف پرسش‌نامه مراحل اعتبار و قابلیت اطمینان به شکل درست تطبیق و عملی گردند. برعلاوه، بهتر است مقالات علمی دیگر نیز در مورد روش تطبیق پرسش‌نامه و چالش‌های که آن‌ها به آن مواجه بوده‌اند، مرور گردند؛ زیرا روش خانه‌پوری پرسش‌نامه با استفاده از مصاحبه احتمال عدم پاسخ به بخش‌های پرسش‌نامه را به حداقل رسانده می‌تواند (۶).

فکتورهای عمده که بالای میزان پاسخ‌دهی در تحقیقات پرسش‌نامه‌یی اثرگذار اند عبارت‌اند از:

۱. پرسش‌نامه به شکل واضح طراحی شده و دارای طرح‌بندی ساده باشد؛
۲. در ازای تکمیل پرسش‌نامه، مشوق‌ها یا جوایزی را به شرکت‌کنندگان ارائه دهد؛
۳. مرحله آزمایشی پرسش‌نامه به طور کامل تکمیل شده و اصلاح شده باشد؛
۴. شرکت‌کنندگان از قبل با یک دعوت‌نامه شخصی از مطالعه مطلع شده باشند؛

۵. هدف مطالعه و روش تکمیل پرسش نامه به وضوح تشریح شده باشد؛
۶. یک فرد مسوول برای پاسخ به پرسش های اشتراک کننده ها و جمع آوری پرسش نامه های تکمیل شده مشخص شده و همیشه در دسترس باشد؛
۷. در صورت ارسال پرسش نامه از طریق پست، پاکت آدرس دار با مهر همراه برای هر اشتراک کننده فراهم شده باشد تا پرسش نامه را بدون هزینه به محقق برگرداند؛
۸. شرکت کننده ها احساس کنند که یک ذی نفع در مطالعه اند؛
۹. پرسش ها به گونه ای بیان شوند که توجه شرکت کننده ها را جلب کنند؛
۱۰. پرسش نامه تمرکز و هدف مشخصی داشته و مختصر باشد؛
۱۱. پرسش نامه باید مانند محقق جذاب باشد؛
۱۲. در صورت لزوم، پرسش نامه به صورت الکترونیکی ارسال و دوباره جمع آوری شده بتواند؛
۱۳. تحقیق از طرف یک اداره رسمی به ویژه پوهنتون اجرا گردد (۲۰، ۱۵، ۱۱).

یکی از راه های دیگر کاهش میزان امتناع و عدم تکمیل پرسش نامه را در نظر گرفتن معیارهای حذف سخت گیرانه در شروع تحقیق تشکیل می دهد. به عنوان مثال، به دلایل عملی، بسیاری از مطالعات، شرکت کنندگانی را که قادر به خواندن یا نوشتن به زبان پرسش نامه نیستند و یا افرادی را که به علت ناتوانی های جسمی و ذهنی خاص قادر به درک مطالب موجود در پرسش نامه و یا پرسش های پرسیده شده نیستند، از تحقیق حذف می کنند. اما، تحقیقاتی که به طور سیستماتیک گروپ های را که دسترسی به آن ها دشوار است حذف می کند، غیراخلاقی تلقی می شود و لازم است تا در شروع تحقیق استراتژی ها و منابع بیشتری در طرح تحقیق گنجانیده شوند تا دسترسی به این افراد را ممکن سازد (۱۵).

محدودیت های استفاده از پرسش نامه

اگرچه مزایای استفاده از پرسش نامه نظر بر معایب آن بیشتر است؛ اما برخی مشکلات بالقوه در زمان جمع آوری ارقام با استفاده از پرسش نامه نیز وجود دارد. اول، بر خلاف مصاحبه های شخصی، نحوه اجرای پرسش نامه ها اغلب به معنای غیرشخصی بودن آن هاست. اگر یک شرکت کننده در مورد یک پرسش خاص مطمئن نباشد، یا صرفاً نیاز به توضیح در مورد یک نکته خاص داشته باشد، محقق در آن جا حضور ندارد تا آن را توضیح دهد. پیامدهای این حالت ممکن حاصل کردن ارقام غیردقیق باشد و یا هم پاسخ دهنده نتواند به پرسش یاد شده پاسخ دهد، که هر دو تأثیر بسیار مخرب بالای کمیت و کیفیت ارقام می تواند داشته باشد. دومین مشکل بالقوه پرسش نامه ها این است که اگر پاسخ دهنده پرسشی را اشتباه تفسیر کند، پاسخ آن نمی تواند در تحلیل نهایی گنجانیده شود (۱۶).

مناقشه

ارقام و نتایج تحقیقات پرسش نامه‌ی زمانی معتبر پنداشته می‌شوند، که پرسش نامه‌های استفاده شده دارای معیارات ستندرد باشند. متأسفانه پرسش نامه‌های اعتباردهی ناشده وسیعاً مورد استفاده قرار می‌گیرند و این کار قابلیت اطمینان و تعمیم بخشیدن نتایج تحقیق را شدیداً متأثر می‌سازد. نتایج همچو پرسش نامه‌ها بعضاً در ژورنال‌های مختلف به شمول ژورنال‌های معتبر بین‌المللی نیز نشر شده‌اند (۱). پرسش نامه‌های تهیه شده به شکل خودی و عدم تکمیل مراحل معیاری در زمان انکشاف همچو پرسش نامه‌ها، بر علاوه از این که ارقام غیرمعتبر ممکن حاصل نمایند، میزان پاسخ‌دهی به همچو پرسش نامه‌ها نیز معمولاً پائین است. افزون بر آن، مشخصات پاسخ‌دهنده‌ها و طرز خانه‌پوری و یا تطبیق پرسش نامه نیز در میزان پاسخ‌دهی آن نقش بازی می‌نماید. روی این ملحوظ می‌رود و همکاران (۲۱) یک مرور سیستماتیک را در مورد میزان پاسخ‌دهی به پرسش نامه‌ها در بخش طب انسانی انجام داده و دریافتند که میزان پاسخ‌دهی به پرسش نامه‌ها در ۸۱۱ تحقیق انجام شده بالای بیماران به طور اوسط ۷۰٪ و در ۱۷۴۶ سروی داکتران ۵۳٪ بوده است. بر علاوه آن‌ها گزارش دادند که میزان پاسخ‌دهی در خانه‌پوری حضوری پرسش نامه‌ها ۷۶٪، در فرستادن پرسش نامه‌ها از طریق پست ۶۵٪، از طریق ایمیل ۵۱٪ و خانه‌پوری آنلاین ۴۶٪ بوده است. افزون بر آن، آن‌ها دریافتند که تماس دوباره به افراد زیر تحقیق میزان پاسخ‌دهی را در روش پستی، ایمیل و آنلاین افزایش می‌دهد؛ اما برعکس تأثیر منفی در روش مصاحبه حضوری دارد.

فکتور دیگری که نقش برجسته در میزان پاسخ‌دهی به پرسش نامه دارد، فارمت و یا ظاهر پرسش نامه است. محققان به ندرت وقت کافی را برای طرح فیزیکی پرسش نامه خود صرف می‌کنند و معتقدند که علم در محتوای پرسش‌ها نهفته است، نه در جزئیاتی مانند اندازه فونت یا رنگ متن. با این حال، نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهند که میزان پائین پاسخ‌دهی برای پرسش نامه‌ها اغلب به این دلیل است که شرکت‌کنندگان قادر به خواندن یا دنبال کردن پرسش نامه نیستند. به صورت عموم پرسش‌ها باید کوتاه و تمرکز به یک نقطه خاص نماید (۱۰).

رویهم‌رفته اندازه و نوع خط، بولد کردن بعضی جاهای مهم برای توجه بیشتر، و تنظیم ظاهر منظم و زیبای پرسش نامه همه در میزان پاسخ‌دهی تأثیر دارند. جابجایی پرسش‌های ساده و یا معلومات دیموگرافیکی پاسخ‌دهنده‌ها در شروع پرسش نامه ممکن پاسخ‌دهنده‌ها را تشویق نمایند تا پرسش نامه را تکمیل کنند. برعکس، اگر پرسش‌های موجود در پرسش نامه بسیار حساس و بحث برانگیز باشد، بهتر است معلومات دیموگرافیکی در اخیر پرسش نامه جابجا گردند (۷). با توجه به این مسئله، ادواردز و همکاران (۲۲) ۷۵ استراتژی مختلف قالب‌بندی پرسش نامه را مرور نموده و دریافتند که استراتژی‌های قالب‌بندی خاص (به‌عنوان مثال، در نظر گرفتن مشوق برای پاسخ‌دهنده‌ها، پرت رنگ، قرار دادن

پرسش‌های جالب در ابتدا و طول کوتاه پرسش‌نامه) میزان پاسخ‌دهی را افزایش می‌دهد؛ اما Nakash و همکاران (۱۸) هیچ‌گونه شواهد افزایش میزان پاسخ‌دهی را با در نظر گرفتن مشوق مشاهده نکرده‌اند. جمله‌بندی پرسش‌ها و ترتیب کتگوری‌های پاسخ‌ها میزان پاسخ‌دهی را متأثر ساخته می‌تواند. افزون بر آن، طرز ترکیب پرسش‌ها و پاسخ‌ها و نمایش آن‌ها بالای تصامیم اشتراک‌کننده‌های تحقیق در تکمیل و یا خانه‌پوری پرسش‌نامه تأثیر می‌تواند داشته باشد (۷). به‌طور مثال تعداد کتگوری‌های مقیاس لیکرت اساساً ۵ است؛ اما حالا محققین این کتگوری‌های پاسخ را بین ۲ کتگوری (مخالف و موافق) تا ۱۱ کتگوری تعدیل نموده‌اند تا میزان پاسخ‌دهی بیشتر را دریافت نمایند. یک تعداد محققین باورمندند که هر چه گزینه‌های لیکرت افزایش پیدا کند، قابلیت اطمینان و اعتبار نیز بالا می‌رود؛ اما نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که قابلیت اطمینان ۷ گزینه‌ی و ۱۱ گزینه‌ی تقریباً مشابه است (۴). برعکس، Matell and Jacoby (۲۳) معتقدند که قابلیت اطمینان و اعتبار مستقل از تعداد مقیاس‌ها اند، لذا با کاهش تعداد گزینه‌های پاسخ، قابلیت اطمینان و اعتبار پرسش‌نامه و یا هم یک مؤلفه کاهش نخواهد یافت. دو کلمه‌ی که در پرسش‌های نهایت بسته اغلب به‌صورت نامناسب استفاده می‌شود "مکرراً" (frequently) و "به‌طور منظم" (regularly) است. یک پرسش طراحی شده به‌شکل ضعیف ممکن این‌گونه باشد: «من مکرراً ورزش می‌کنم» و محقق یک پاسخ مقیاس لیکرت را از "کاملاً موافقم" تا "کاملاً مخالفم" برای این پرسش ممکن ارائه کرده باشد. اما "مکرر" دلالت بر فراوانی دارد؛ بنابراین، یک مقیاس رتبه‌بندی مبتنی بر فرکانسی (با گزینه‌هایی مانند حداقل یک بار در روز، دو بار در هفته و غیره) برای همچو پرسش‌ها مناسب‌تر خواهد بود. از سوی دیگر، "به‌طور منظم"، دلالت بر یک الگو دارد. یک نفر می‌تواند به‌طور منظم ماه یک بار ورزش کند، در حالی که فرد دیگری می‌تواند به‌طور منظم این کار را چهار بار در هفته انجام دهد. بنابراین، از این کلمات و تعداد دیگر مانند "معمولاً، همیشه، گاهگاهی، به ندرت" و سایرین که مفاهیم متفاوت برای افراد مختلف دارند، همیشه در پرسش‌نامه جلوگیری نمائید (۱۰).

مسئله‌ی دیگری که معمولاً در تحقیقات پرسش‌نامه‌ی فراموش می‌شود، مشخصات افرادی است که پرسش‌نامه را خانه‌پوری نه نموده و یا به آن پاسخ رد داده‌اند. در کل جمع‌آوری ارقام در مورد افرادی که از تکمیل پرسش‌نامه امتناع ورزیده‌اند بسیار ضروری است؛ زیرا این کار امکان روند نظارت از تحقیق و دلایل عدم پاسخ را مشخص می‌سازد. به‌طور مثال، شما ممکن متوجه شوید که اکثر اشتراک‌کننده‌های یک تحقیق به یک پرسش‌نامه خاص یک محقق و یا هم پرسش‌های مشخص یک پرسش‌نامه پاسخ رد داده‌اند. اگر چنین است، باید با آن افراد کار کنید و معلوم نمائید که دلیل عدم تکمیل پرسش‌نامه توسط

آن‌ها چه بوده است. محقق باید این دلایل را شناسایی و روش بهتری برای کسب رضایت همچو افراد پیدا نماید. برعلاوه، اگر در شروع مطالعه میزان بلند عدم پاسخ‌دهی به پرسش‌نامه و یا هم اجزای خاص آن‌را دریافت کردید، در این صورت ممکن است لازم باشد در رویکرد کلی خود تجدید نظر نمایید، کل پرسش‌نامه را تغییر دهید و یا هم از ابزار دیگری برای جمع‌آوری ارقام استفاده کنید (۸، ۱۱، ۱۵).

نتیجه‌گیری

از این‌که طراحی یک مطالعه پرسش‌نامه‌یی که ارقام معتبر و قابل استفاده را برای تحلیل‌های مشخص احصائیوی تولید نماید، آسان نیست؛ لذا در صورت امکان، بهتر است از پرسش‌نامه‌های اعتبارسنجی شده قبلی استفاده شود. یک پرسش‌نامه خوب باید معتبر، قابل اعتماد، واضح، موجز و جالب باشد. مهم است تا پرسش‌نامه بر اساس یک چارچوب مفهومی طراحی گردد، مرتبط بودن هر پرسش بررسی شود و به تحلیلی که قرار است در پایان تحقیق انجام گردد، فکر شود. یک بررسی نهایی پرسش‌نامه تفاوتی قابل ملاحظه را در میزان پاسخ‌دهی ممکن ایجاد نماید؛ لذا همیشه قبل از تطبیق نهایی، پرسش‌نامه باید آزمایش گردد. توضیحات و طراحی خوب پرسش‌نامه معمولاً میزان پاسخ‌دهی را بهبود می‌بخشد؛ اما لازم است در زمان طرح تحقیق، روش تطبیق پرسش‌نامه و مشکلات ناشی از آن نیز در نظر گرفته شود. از این‌که اکثر تحقیقات علمی در افغانستان شکل پرسش‌نامه‌یی دارند؛ لذا لازم است تا برنامه‌های آموزشی مشخص و دوامدار برای ارتقای ظرفیت علمی محققین جوان به راه انداخته شوند تا محققین توانایی لازم را در طرح و تطبیق پرسش‌نامه‌ها پیدا نمایند.

1. Powell JT. Questionnaires for Surgical Research: Not Always a Simple Option. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2015 Oct 1; 50(4):534.
2. Bowling A. Mode of questionnaire administration can have serious effects on data quality. *Journal of public health*. 2005 Sep 1;27(3):281-91.
3. Boynton PM, Greenhalgh T. Selecting, designing, and developing your questionnaire. *Bmj*. 2004 May 27; 328(7451):1312-5.
4. Taherdoost H. What is the best response scale for survey and questionnaire design; review of different lengths of rating scale/attitude scale/Likert scale. *Hamed Taherdoost*. 2019 Mar 29: 1-0.
5. Siniscalco MT, Auriat N. Questionnaire design. *Quantitative research methods in educational planning*. 2005;8.
6. Healy P, Edwards PJ, Smith V, Murphy E, Newell J, Burke E, Meskell P, Galvin S, Lynn P, Stovold E, Mccarthy B, Biesty LM, Devane D. Design-based methods to influence the completeness of response to self-administered questionnaires. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018 (7). DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.MR000048>
7. Burns KE, Duffett M, Kho ME, Meade MO, Adhikari NK, Sinuff T, Cook DJ. A guide for the design and conduct of self-administered surveys of clinicians. *Cmaj*. 2008 Jul 29;179(3):245-52.
8. Song Y, Son YJ, Oh D. Methodological issues in questionnaire design. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2015 Jun 1;45(3):323-8.
9. Jenn NC. Designing a questionnaire. *Malaysian family physician: the official journal of the Academy of Family Physicians of Malaysia*. 2006;1(1):32.
10. Boynton PM, Greenhalgh T. Selecting, designing, and developing your questionnaire. *Bmj*. 2004 May 27;328(7451):1312-5.
11. Edwards P. Questionnaires in clinical trials: guidelines for optimal design and administration. *Trials*. 2010 Dec;11:1-8.
12. Fallowfield L. Questionnaire design. *Archives of disease in childhood*. 1995 Jan;72(1):76.
13. Guest G, Namey E, Taylor J, Eley N, McKenna K. Comparing focus groups and individual interviews: findings from a randomized study. *International Journal of Social Research Methodology*. 2017 Nov 2;20(6):693-708.
14. Rattray J, Jones MC. Essential elements of questionnaire design and development. *Journal of clinical nursing*. 2007 Feb;16(2):234-43.
15. Boynton PM. Administering, analysing, and reporting your questionnaire. *Bmj*. 2004 Jun 3;328(7452):1372-5.
16. Taherdoost H. How to design and create an effective survey/questionnaire; A step by step guide. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*. 2016 Aug 1;5(4):37-41.
17. Taherdoost H. Validity and reliability of the research instrument; how to test the validation of a questionnaire/survey in a research. How to test the validation of a questionnaire/survey in a research (August 10, 2016). 2016 Aug 10.

18. Nakash RA, Hutton JL, Jørstad-Stein EC, Gates S, Lamb SE. Maximising response to postal questionnaires—a systematic review of randomised trials in health research. *BMC medical research methodology*. 2006 Dec;6:1-9.
19. McBride E, Mase H, Kerrison RS, Marlow LA, Waller J. Improving postal survey response using behavioural science: a nested randomised control trial. *BMC Medical Research Methodology*. 2021 Dec;21:1-1.
20. Thorpe C, Ryan B, McLean SL, Burt A, Stewart M, Brown JB, Reid GJ, Harris S. How to obtain excellent response rates when surveying physicians. *Family practice*. 2009 Feb 1;26(1):65-8.
21. Meyer VM, Benjamins S, El Moumni M, Lange JF, Pol RA. Global overview of response rates in patient and health care professional surveys in surgery: a systematic review. *Annals of surgery*. 2022 Jan;275(1):e75.
22. Edwards P, Roberts I, Clarke M, DiGuseppi C, Pratap S, Wentz R, Kwan I. Increasing response rates to postal questionnaires: systematic review. *Bmj*. 2002 May 18;324(7347):1183.
23. Matell MS, Jacoby J. Is there an optimal number of alternatives for Likert scale items? Study I: Reliability and validity. *Educational and psychological measurement*. 1971 Oct;31(3):657-74.

طرز تهیه اسکلیت خرگوش به طریقه جوش دادن

پوهاند دکتور اسدالله حامد

دپارتمنت پریکلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: pyarookhil@yahoo.com

چکیده

خرگوش حیوان خانهدگی و تجربوی است که پرورش آن از لحاظ تحقیقی، اقتصادی و اجتماعی مهم تلقی می شود و می توان از گوشت آن به حیث مواد خوراکی استفاده نمود. اسکلیت خرگوش نسبت به دیگر پستان داران خیلی آشکار و واضح است و تفاوت های اندکی در ساختار آن وجود دارد. هدف اصلی این تحقیق ساختن اسکلیت خرگوش به طریقه جوش دادن و دریافت ویژه گی مورفولوژیکی و اناتومیکی خرگوش می باشد. در این تحقیق یک رأس خرگوش به طریقه اسلامی ذبح شده و به طریقه جوش دادن اسکلیت آن تهیه و ترتیب گردیده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که اسکلیت خرگوش ویژه گی های خاص به نوع خود را دارا می باشد.

اصطلاحات کلیدی: اناتومی؛ پستان داران؛ خرگوش؛ اسکلیت؛ طریقه جوش دادن

Rabbit Skeleton Preparation Using Boiling Method

Prof. Asadullah Hamid (PhD)

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

Email: pyarookhil@yahoo.com

Abstract

Rabbit is a domestic animal that has important role in research, economy and different social contexts, with their meat serving as a staple nutrient. Compared to other domestic mammals, the rabbit skeleton exhibits simplicity and precision, with fewer anatomical variations. This study aims to prepare a rabbit skeleton using the boiling method and elucidate morphological and anatomical differences. Following Islamic slaughter procedures, a rabbit was subjected to boiling for skeleton preparation. The results of the study revealed species-specific variations in the rabbit skeleton compared to other domestic mammals.

Keywords: Anatomy; Domestic Mammals; Rabbit; Skeleton; Boiling Method

مقدمه

زراعت و مال‌داری امروزه به مصابه‌ی یک حرفه و صنعت بزرگ در جهان محسوب می‌شود و بخش عظیمی از اقتصاد یک کشور را به چرخه در می‌آورد که اساس رشد و ارتقای جوامع مدنی امروز به‌شمار می‌رود. یگانه دلیل آن فهم و آگاهی کامل و جامع آن‌ها از ارزش‌های بنیادی و اقتصادی صنعت زراعت و مال‌داری است. کشور ما افغانستان نیز یک کشور زراعتی و مال‌داری است که حداکثر شغل و حرفه‌ی این مردم را زراعت و مال‌داری تشکیل می‌دهد. ولی با وجود آن هم افغانستان از جمله کشورهای فقیر جهان به حساب می‌آید؛ زیرا زراعت و مال‌داری در این کشور به شکل عنعنوی و ابتدایی صرف برای رفع احتیاجات روزم‌روی فامیل‌های مشغول به این کسب و حرفه اند. به هر حال اکثر دهاقینی که در گوشه و کنار این مرز و بوم زندگی می‌کنند، در پهلوی زراعت به پرورش تعداد محدود از حیوانات اهلی نیز می‌پردازند که امر مهم را در اقتصاد خانواده‌ها و حتی کشور دارد، که بیشترین عاید را خانواده‌های دهاقین و مال‌داران از این طریق به دست می‌آورند. پستان‌داران پیشرفته‌ترین فقاریه‌های هستند که اعضای آن‌ها در اکثر اکوسیستم‌های دنیا حیوانات غالب بوده و نقش تعیین‌کننده‌ی در زنجیره‌های غذایی دارند. در این تحقیق بالای خرگوش که یک حیوان کوچک و نماینده‌ی پستان‌داران می‌باشد، کار شده است.

خرگوش که نماینده‌ی پستان‌داران است، حیوان کوچکی با تناظر دو جانبه بوده طول جسم‌اش تا به چهل سانتی متر می‌رسد. خرگوش پستان‌داری گیاه‌خوار از صنف خرگوش شکلان و خانواده خرگوش‌ها است. در حال حاضر نژادهای مختلف آن به منظوره‌های گوناگون از جمله تولید کرک، پوست، گوشت، انجام تحقیقات بیولوژیکی و به‌عنوان حیوان خانگی استفاده می‌شود. خرگوش‌ها گیاه‌خوار اند به این معنا که رژیم معمول آن‌ها مواد و منابع گیاهی است. خرگوش به انرژی، فایبر و پروتئین در جیره‌ی غذایی نیاز دارد (۱). خرگوش‌ها معمولاً در گودال‌ها و یا زیر درختان انبوه زنده‌گی می‌کنند و به کمک اطراف‌علیای چنگال‌دار قوی خود زمین را حفر نموده و در آن زنده‌گی می‌نمایند. خرگوش حیوان اجتماعی است که به شکل گروبی یا فامیلی زنده‌گی می‌کنند (۲).

پیکاس‌ها (Pikas)، خرگوش‌های صحرائی (Hares) و خرگوش‌خانه‌گی (Rabbits) شامل آردر یا راسته خرگوش‌ها (Lagomorpha) بوده، اندازه این حیوانات متوسط و کوچک است. انگشتان آن‌ها دارای چنگال است، دم آن‌ها کوتاه و ضخیم است، دندان‌های پیش اسکنه مانند اند که پیوسته در حال رشد می‌باشد، دندان‌های نیش ندارند، دندان‌الاشه بالایی هموارتر است، سقف دهان هموار و الاشه فقط در جهت جانبی حرکت می‌کنند (۳). خرگوشان جزء جونده‌گان هستند با این تفاوت که به جای دو دندان پیشین در الاشه بالا، چهار دندان پیشین دارند و نیز پاهای عقبی بالاتر و لاله گوش دراز است (۴).

در حال حاضر چهل و هفت نژاد خرگوش توسط انجمن تولیدکننده گان خرگوش آمریکا پذیرفته شده است. این نژادها براساس وزن بالغ آنها به سه دسته‌ی کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم می‌شوند. بزرگ‌ترین خرگوش در ایالات متحده، فلمیش جاینت (فلمانداری غول پیکر) است که وزن آن می‌تواند به بیش از ۲۰ پوند (حدود ۹ کیلوگرام) برسد (۱). در ارتباط با گوشت خرگوش در کشور ایران دو دیدگاه کاملاً متفاوت وجود دارد. دیدگاه اول مربوط به اهل تسنن است که مصرف آن را جایز و دیدگاه دوم مربوط به اهل تشیع است که مصرف آن را حرام می‌دانند. بنابراین، پرورش خرگوش در مناطق سنی نشین ایران برای گوشت آن متداول است و در سایر نقاط نیز عموماً به خاطر کرک و پوست شان پرورش می‌شوند. البته گونه‌هایی از خرگوش نیز صرفاً جهت نگهداری در خانه (به‌عنوان حیوان خانگی) پرورش و راهی بازار می‌شوند. برای نگهداری و پرورش خرگوش باید قبل از هر چیز این نکته را بدانید که پرورش آنها مانند پرورش سایر حیوانات اهلی نیست و از این نظر متفاوت اند. خرگوش‌ها می‌توانند حرارت بین ۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد را تحمل کنند، البته حرارت مناسب برای آنها ۱۶ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. رطوبت محیط باید در حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد باشد و حداقل مدت روشنایی باید ۱۴ تا ۱۶ ساعت باشد (۱).

خرگوش‌ها بیشتر زنده‌گی شان را هوشیارانه می‌گذرانند و همیشه مراقب اطراف خود اند تا از گزند شکارچیان در امان باشند. بیشتر فعالیت خرگوش‌ها در سپیده‌دم و نیز هنگام غروب است، این بخشی از استراتژی آنها برای بقا است؛ زیرا از دست شکارچیان شب و روز در امان خواهند بود. هر چند ممکن است در طول روز و نیز در طول شب فعالیت داشته باشند؛ اما روشنایی روز باعث بزرگ شدن مردمک چشم آنها می‌شوند و بینایی آنها را کاهش می‌دهد. و در واقع می‌توان گفت که نور شدید می‌تواند مانعی جدی برای بینایی خرگوش شود. خرگوش‌ها قلمروگرا اند؛ اما به‌صورت گروهی زنده‌گی می‌کنند. آنها قلمرو شان را با استفاده از ماده‌ی که از غده‌ی در مقعد آنها ترشح می‌شود، مشخص می‌کنند (۵). در هر گروه از خرگوش‌ها افزون بر انرژی، پروتئین، مواد معدنی، و ویتامین‌ها مقداری فایبر خام غیرقابل هضم به‌عنوان مواد پرکننده سیستم هضمی در نظر گرفته می‌شود که برای حفظ عملکرد روده‌ی خرگوش ضروری است (۸).

نگهداری خرگوش به‌عنوان حیوان خانگی

خرگوش‌های اهلی را می‌توان به‌عنوان حیوان خانگی در حیاط، بالکن و یا درون خانه نگهداری کرد. و از یک قفس برای خانه‌ی آنها استفاده نمود، می‌توان خرگوش‌های خانگی را آموزش داد و می‌توان برای سرگرمی شان در قفس آنها از اسباب بازی مانند توپ، تونل و دیگر وسایل استفاده کرد. برای

نگهداری خرگوش به عنوان حیوان خانه‌گی بهتر است از خرگوش‌های کوچک و جوان استفاده شود؛ چون پر خاشگری کمتری دارند و زودتر با انسان انس می‌گیرند. خرگوش حیوانی اجتماعی است و به خوبی با انسان دوست می‌شود. هیچ‌گاه برای گرفتن خرگوش از گوش‌های آن استفاده نکنید، همچنین گرفتن پاهای خرگوش نیز صحیح نیست. روش صحیح گرفتن آن در دست به این صورت است که پوست پشت گردن آنها را با یک دست گرفته و دست دیگر تان را در زیر لگن خاصره آن قرار دهید. برای بلند کردن خرگوش‌های کوچک می‌توان کف دست را در زیر شکم آن قرار داد و به آرامی آن را بلند کرد (۵).

نگهداری خرگوش به عنوان حیوان تجربوی

خرگوش اهلی به تعداد زیاد در آزمایش‌گاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع متعددی از خرگوش در آزمایش‌گاه استفاده می‌شوند مانند خرگوش سفید نیوزیلندی که در قفس افزایش وزن پیدا می‌کند، خرگوش گوش آویخته (لاپس) که کمتر مستعد چاقی است، خرگوش هالندی کوچک، خرگوش هیمالیایی و خرگوش خال‌دار انگلیسی، خرگوش‌ها خیلی آرام‌اند، نگهداری آن‌ها به صرفه است و زاد و ولد آن‌ها سریع می‌باشد (۸). خرگوش‌ها در پوهنتون‌های علوم طبی و علوم وترنری، آزمایشگاه‌ها و شفاخانه‌ها به عنوان حیوان تجربوی برای تحقیقات استفاده می‌شوند. آن‌ها در بسیاری از تحقیقات طبی کاربرد دارند به عنوان مثال در تحقیقات بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های پوستی، پاسخ‌های دفاعی و تولید انٹی‌بادی برای تولید واکسن کاربرد دارند. همچنان خرگوش‌ها در کارخانه‌های تولید مواد آرایشی، صحنی و مواد شوینده برای آزمایش و امتحان کردن مواد آرایشی و شوینده‌های کیمیایی خانه‌گی استفاده می‌شوند (۶).

پرورش خرگوش برای خوراک

گوشت خرگوش در اروپا، آمریکای جنوبی و شمالی و بخش‌هایی از آسیای میانه به عنوان خوراک استفاده می‌شود. استفاده خرگوش جهت خوراک در اروپا و آسیا بیشتر از ایالات متحده است. فرانسه بزرگترین تولیدکننده و همچنین مصرف‌کننده خرگوش در جهان است، گوشت خرگوش دارای پروتئین بالا، چربی و کولسترول پایین است. گوشت خرگوش نسبت به مرغ، فیلمرغ و گاو کولسترول کمتری دارد. مصرف سرانه‌ی گوشت خرگوش در ایالات متحده فقط حدود ۱۴ گرم برای هر شخص در سال است. در حالی که مصرف گوشت گاو در ایالات متحده بالغ بر ۵۰ کیلوگرم برای هر شخص در سال است (۵).

سایر کاربردها

به غیر از موارد گفته شده در بالا، خرگوش‌ها کاربردهای دیگری نیز دارند. از خرگوش‌ها برای تغذیه‌ی مارهای خانه‌گی و یا مارهای باغ‌وحش‌ها استفاده می‌شود و برای تغذیه‌ی سایر حیوانات گوشت‌خوار باغ‌وحش‌ها مناسب اند. همچنین فضولات خرگوش می‌تواند به‌عنوان کود کیمیاوی استفاده شود و ادرار این حیوان چون سرشار از نایتروجن است برای درخت‌های لیمو بسیار مفید می‌باشد. شیر خرگوش هم به دلیل سرشار بودن از پروتئین می‌تواند کاربرد خوراکی و طبی داشته باشد. همچنین خز و پوست خرگوش نیز کاربردهای زیادی دارد، از آن برای ساختن کلاه، جامه خز و غیره استفاده می‌شود. مخصوصاً اگر رنگ آن‌ها سفید باشد، خرگوش‌هایی با پوست رنگی قیمت پایین‌تری دارند، به همین دلیل پرورش‌دهنده‌گان تجاری، فقط خرگوش‌های سفید را پرورش می‌دهند. خرگوش آنقوره (آنگورا) دارای موهای بلند و نازکی است و می‌توان مانند پشم گوسفند از آن‌ها بهره‌برداری کرد (۵). در کنار فواید و مزیت‌های نگهداری خرگوش که تذکر داده شده، در بعضی حالات خسارات زیادی را به درخت‌های میوه و زراعت می‌رسانند؛ زیرا به حفر کاری زمین می‌پردازند و در فصل زمستان پوست درختان را می‌خورند (۶).

اهداف اصلی و عمده‌ی این تحقیق ساختن اسکلت خرگوش به طریقه‌ی جوش دادن و استفاده اسکلت آن منحصیث مواد آموزشی برای لابراتوار اناتومی پوهنځی علوم و ترنری پوهنتون کابل می‌باشد.

اناتومی و مورفولوژی خرگوش

خرگوش‌ها دارای چشم‌های بزرگی اند که در قسمت فوقانی طرفین سر واقع شده است و میدان دید وسیعی دارند به استثنای یک نقطه‌ی کور که در نوک دماغ آن‌ها است به این معنا که به غیر از نقطه‌ی کوری که در نوک دماغ ایجاد می‌شود، آن‌ها تمام اطراف را می‌بینند. البته چشم‌های آن‌ها در درک عمق و دیدن نمای نزدیک محدود است؛ اما در عوض تکان خوردن هر چیزی از فاصله‌ی دور را تشخیص می‌دهند. آن‌ها دائماً مراقب شکارچی‌های روی زمین و آسمان اند. پلک سوم در این حیوان رشد قابل ملاحظه‌ی دارد که در هنگام خواب از گوشه داخلی چشم و سطح قرنیه را می‌پوشاند و همچنین باعث تر شدن و مرطوب شدن سطح چشم نیز می‌شود (۵).

بخش خارجی گوش‌ها، یعنی لاله‌ی گوش خصوصیت برجسته‌ی این حیوان بوده و علاوه بر نقش آن در شنوایی، به لحاظ وجود شبکه وسیع عروق در زیر پوست، این ناحیه تأثیر مهمی در تنظیم حرارت بدن دارد. گوش‌های بلند خرگوش که گاهی بلندتر از ۱۰ سانتی متر هم می‌شوند، کمک زیادی به آن‌ها برای شناسایی شکارچیان می‌کند. دندان‌های خرگوش رشد دائمی دارند، دندان‌های پیشین آن‌ها که

برای بریدن گیاهان مناسب است، در یک سال به اندازه‌ی ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر رشد می‌کند، خرگوش‌ها فاقد نیش دندان اند و حرکت الاشه‌ی آن‌ها برخلاف موش‌ها، عرضی است (۱۱). دستگاه هضمی خرگوش‌ها برای هضم غذاهایی با فایبر بالا مناسب است، طول روده‌ها حدود ۱۰ برابر طول بدن است که بخش عمده‌ی آن را روده کور (سکوم) تشکیل می‌دهد. خرگوش‌ها عادت به مدفوع خواری دارند، یعنی به منظور بهره‌برداری هرچه بیشتر از غذای مصرفی، یک بار دیگر این مواد را از دستگاه هضمی خود می‌گذرانند. در این حیوان، مدفوع خشک فقط در طول روز شکل می‌گیرد، این عادت یعنی عبور دوباره غذا در برخی از جونده‌گان مثل موش‌ها و خوکچه‌ها نیز وجود دارد. قلب آن‌ها کوچک است و در پیچه دهلیزی-بطنی سمت راست آن‌ها دو پله‌یی است، برخلاف سایر پستان‌داران که در پیچه دهلیزی-بطنی سمت راست سه پله‌یی است. دو پای عقبی آن‌ها بسیار نیرومند است و چهار انگشت دارد، در حالی که پاهای پیشین دارای پنج انگشت است، خرگوش در هنگام استراحت حیوان کف‌رو است. اما در هنگام دویدن پنجه رو می‌شود (۱).

اسکلیت از غضروف و استخوان تشکیل شده است که اول‌الذکر نرم و اخیرالذکر سخت و مقاوم می‌باشد. اسکلیت به جسم مقاومت بخشیده و آن‌را استوار نگه‌میدارد، از اعضای داخلی عضویت محافظت می‌کند، حصص مختلف جسم را قادر به حرکت می‌سازد، کرویات سرخ خون و بعضی از کرویات سفید خون را تولید می‌کند و در صورت ضرورت نمکیات معدنی جسم را تهیه می‌دارد (۷).

اسکلت خرگوش: اسکلت داخلی خرگوش عمدتاً از استخوان همراه با مقدار کم غضروف ساخته شده است، مانند دیگر فقاریه‌ها، اسکلت داخلی خرگوش از دو قسمت اسکلیت محوری که در امتداد محور طولانی جسم قرار گرفته و شامل جمجمه، ستون فقرات، قبرغه‌ها، استخوان سینه بوده و اسکلیت ضمیمه-یی شامل کمربندها و اطراف می‌باشد، تشکیل گردیده است (۱).

جمجمه خرگوش استخوانی بوده و درز در بین استخوان‌ها بسیار واضح معلوم می‌شود، همچنان جمجمه آن دای‌کندا (Dicondyle) بوده، هر استخوان عقب سر یک برآمده‌گی استخوانی عقب سر را جهت ارتباط به مهره اطلس به وجود می‌آورد (۹). اسکلت احشایی شامل الاشه‌های تحتانی و فوقانی و شبکه‌ی هایوئید می‌باشد. الاشه فوقانی: سقف پوز توسط الاشه فوقانی ساخته می‌شود، استخوان‌های مربوط به الاشه فوقانی با کرانیوم و کپسول‌های شانه‌یی باهم چسپیده اند. این استخوان‌ها عبارت از استخوان قدامی الاشه فوقانی، استخوان الاشه فوقانی، استخوان گونه، استخوان بال مانند و استخوان کام می‌باشد (۱۰).

الاشه تحتانی: الاشه تحتانی در هر دو جهت دارای استخوان غشایی منفرد به نام دینتاری است، هر دینتاری صفحه استخوانی نسبتاً مثلثی عمودی بوده که در امتداد لبه‌های فوقانی اش برای دندان‌ها فرورفته‌گی را

به وجود می آورد. شبکه‌ی هایوئید در سطح خالیگاه دهن قرار داشته، زبان و حنجره را حمایت می‌کند (۱۱).

ستون فقرات خرگوش‌ها از دیگر فقاریه‌ها متفاوت می‌باشد، ناحیه گردنی دارای هفت مهره گردنی بوده که اولین آن‌ها عبارت از اطلس و مهره دوم اکسیس می‌باشد. شش مهره اول تا هفتم صدری قدامی ساختمان مخصوص دارند، هر کدام شان یک نخاع عصبی سلندری داشته و قوس عصبی زائیده‌های مفصلی مهره را به وجود می‌آورد (۱۱). چهار تا پنج مهره خلفی صدری نسبتاً از مهره‌های قدامی متفاوت اند دارای جسم مرکزی طویل‌تر و مستحکم‌تر، نخاع عصبی کوتاه‌تر و زائیده‌های مفصلی مهره برجسته می‌باشد. مهره‌های قدامی کمری، معمولاً هفت مهره کمری موجود بوده که هر کدام شان دارای برآمده‌گی بطنی جسم مرکزی به نام هایپوفیز می‌باشند (۸). هر مهره کمر از سوم تا هفتم بنام مهره‌های کمری خلفی یاد می‌گردند که با داشتن تمام قسمت‌ها مشابه به مهره‌های قدامی کمری است؛ اما هایپوفیز در تحت جسم مرکزی وجود ندارد و توسط یک لبه‌ی کوتاه تعویض گردیده است. ناحیه کمر توسط استخوان مرکب خاجی (Sacrum) دنبال می‌گردد که لگن خاصره را حمایت می‌نماید، از اتحاد سه یا چهار مهره خاجی تشکیل می‌شود و دارای نخاع عصبی، زائیده مفصلی مهره و منفذ بین مهره‌یی برای عبور اعصاب نخاعی خاجی می‌باشد. تقریباً شانزده مهره دمی وجود دارد، از نظر اندازه به‌طور قابل ملاحظه به طرف عقب کاهش یافته اند و مهره‌های انجामी فقط دارای جسم مرکزی میله مانند می‌باشد (۷). خرگوش دوازده الی سیزده جوهره قیرغه صدری دارد. قیرغه‌ها منحنی و میله مانند اند به دو قسمت مجزای استخوانی، ظهری و طویل مهره‌یی (rib Vertebral) و غضروفی، بطنی و کوچک سینه‌یی (Sternal rib) قابل تفکیک است. قیرغه‌های مهره‌یی دو سره بوده یعنی توسط دو سر به مهره‌های صدری متصل می‌گردد. قیرغه‌های که با استخوان جناغ سینه وصل می‌باشند، قیرغه‌های حقیقی و قیرغه‌های باقی مانده بنام قیرغه‌های شناور یاد می‌گردند (۲). در اسکلیت خرگوش ۱۱۲ استخوان وجود دارد، برای حفاظت از اعضای داخلی و اجرای حرکات ضروری می‌باشد، وزن اسکلیت در خرگوش‌های بزرگ سال حدود ۱۰٪ از وزن کلی بدن و در حیوانات جوان حدود ۱۵٪ می‌باشد. استخوان‌هایی که اسکلت را تشکیل می‌دهند، توسط غضروف، تندون‌ها و عضلات متصل می‌شوند (۱۱).

مواد و روش کار

جهت تهیه اسکلیت خرگوش از مواد زیر استفاده شده است: خرگوش که در این تحقیق استفاده شده است هدیه‌ی باغ وحش کابل بوده که جنسیت آن ماده، عمر آن تقریباً ۲ سال و دارای رنگ سفید با خال‌های سیاه می‌باشد، ظروف: انواع مختلف ظروف مانند تشت ظرف شویی، چاقو، دیگ بخار و برس

پلاستیکی به منظور جوش دادن و پاک‌کاری استخوان‌ها استفاده گردیده است، گاز: به‌خاطر جوش دادن لاشه خرگوش جهت جداسازی استخوان‌ها استفاده شده است، مواد شوینده: برای پاک‌کاری استخوان‌های خرگوش از چربی‌های باقی‌مانده و دیگر زائیده‌ها از مواد مختلف شوینده استفاده شده است، برمه: جهت اسکلت‌بندی و سوراخ کردن استخوان‌های بزرگ از برمه برقی استفاده شده است، سرش: جهت وصل نمودن و یکجا ساختن استخوان‌ها از سرش‌های مختلف استفاده به‌عمل آمده است، سیم: از سیم نازک هم جهت وصل نمودن استخوان‌ها در ناحیه مفاصل کار گرفته شده است.

جهت تهیه‌ی اسکلت خرگوش از روش‌های زیر استفاده به‌عمل آمده است: ذبح: به‌منظور جداسازی استخوان‌های خرگوش جهت تهیه اسکلت، ابتدا خرگوش به طریقه شرعی ذبح گردید. پاک‌کاری: بعد از ذبح، پوست و دیگر مواد اضافی خرگوش برطرف گردید. تسلیخ و جداسازی اعضای بدن خرگوش: در این مرحله، ابتدا اعضای داخلی خرگوش برطرف گردیده و بعداً عضلات بزرگ همچو عضلات دست، پا و سینه از استخوان‌ها جدا ساخته شده و آماده جوش دادن گردید. جوش دادن: بعد از تسلیخ استخوان‌های خرگوش به‌منظور جداسازی استخوان از عضلات و لگامنت‌ها برای ۳۰ دقیقه در دیگ‌بخار جوش داده شد تا این‌که عضلات باقی‌مانده و لگامنت‌ها از استخوان‌ها جدا گردید. پاک‌کاری بعد از جوش دادن: در این مرحله، ابتدا استخوان‌ها را در آب انداخته و مقدار از پودر لباس‌شویی به‌منظور زدودن چربی‌های باقی‌مانده مغز استخوان، در آن علاوه گردید و برای ۲۴ ساعت در آن گذاشته شد، بعد از مدت زمان ذکر شده لگامنت‌ها عضلات و چربی‌های باقی‌مانده در استخوان با برس پاک گردید. مرحله خشک نمودن استخوان‌ها: در این مرحله استخوان‌ها برای مدت ۲ هفته زیر شعاع مستقیم آفتاب قرار داده شد تا کاملاً خشک گردند. بسته‌بندی و وصل نمودن استخوان‌ها: استخوان‌ها به‌وسیله‌ی سرش و سیم نرم و نازک بسته‌بندی گردید، که از سیم در قسمت‌های مفاصل و استخوان‌های بزرگ کار گرفته شده و در استخوان‌های کوچک از سرش کار گرفته شده است.

نتیجه تحقیق

نتیجه‌ی این تحقیق همانا تهیه‌ی اسکلت مکمل خرگوش می‌باشد که به طریقه‌ی جوش دادن ساخته شده است. این اسکلت می‌تواند منحیث مواد آموزشی و تحقیق برای بقیه محصلین و استادان پوهنخی علوم وترنری استفاده شود (شکل ۱).



شکل ۱: اسکلیت مکمل خرگوش (نمای جانی) که توسط طریقه جوش دادن تهیه شده است ۱: جمجمه، ۲: مهره‌های گردن، ۳: مهره‌های سینه، ۴: مهره‌های کمر، ۵: سکروم، ۶: مهره‌های دم (پگوستایل)، ۷: قبرغه‌ها، ۸: سکیولا، ۹: هومیرس، ۱۰: رادیوس-اولنا، ۱۱: کارپوس، ۱۲: پنجه (پای قدامی)، ۱۳: فیمور، ۱۴: تیبیا-فیولا، ۱۵: تارسوس، ۱۶: پنجه (پای عقبی).

مناقشه

همان‌گونه که یادآور شدیم، اسکلیت داخلی خرگوش عمدتاً از استخوان همراه با مقدار کم غضروف ساخته شده است، مانند دیگر فقاریه‌ها، اسکلیت داخلی خرگوش از دو قسمت اسکلیت محوری که در امتداد محور طولانی جسم قرار گرفته و شامل جمجمه، ستون فقرات، قبرغه‌ها، استخوان سینه بوده و اسکلیت ضمیمه‌یی شامل کمربندها و اطراف می‌باشد، تشکیل گردیده است (۹، ۱۰).

استفاده از استخوان‌های طبیعی در امر آموزش آناتومی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در ساختن اسکلیت از راهکارهای مختلف استفاده به عمل می‌آید. بعضی محققین از مواد شیمیایی استفاده می‌کنند؛ اما عده‌ی دیگر جسد را برای درازمدت به هدف تهیه اسکلیت در خاک دفن می‌نمایند. قابل یادآوریست که گزارش‌هایی هم وجود دارد که برخی محققین از حشرات گوشت‌خوار (Dermestid beetles) برای رسیدن به این هدف استفاده می‌نمایند که این روش یک راهکار مؤثر و مفید به حساب می‌آید (۱۷).

به‌خاطری که در این طریقه معمولاً پاک نمودن قسمت مجمله آسان بوده و بر علاوه به استخوان‌های دیگر نیز صدمه نمی‌رساند (<http://www.beytoote.com/prepare3-skeleton2-animals.html>) باز هم با وجود موارد فوق و با در نظر داشت شرایط حاکم در کشور خودمان طریقه جوش دادن جسد یک راهکار مناسب شمرده می‌شود، به‌خاطری که از راهکار نامبرده در موضوعات تحقیقی پوهنخی به‌خصوص در بخش اناتومی به‌گونه‌ی وسیع استفاده به عمل می‌آید که در نهایت راهکار نامبرده موفق و مؤثر ثابت شده است. از این‌که تهیه اسکلیت یک پروژه‌ی کوتاه مدت تحقیقی است؛ بنابراین این روش با در نظر داشت این‌که زمان‌گیر نیست و فواید متعدد به‌خصوص خود را دارد. طریقه‌های ساختن اسکلیت متفاوت بوده و مهمترین آن‌ها قرار زیر می‌باشد (۱۷).

طریقه جوش دادن: در این طریقه استخوان‌های حیوان بعد از پاک‌کاری و جداسازی گوشت آن در آب به مدت زمان متفاوت از چند دقیقه تا چندین ساعت جوش داده می‌شود. این طریقه ساده و قابل دسترس بوده که به امکانات ابتدایی و کم‌تر، هزینه کمتر، وقت کم‌تر و به‌صورت راحت‌تر در همه جا قابل اجرا می‌باشد (۱۲). از نواقص این طریقه این است که ممکن استخوان‌های کوچک از اثر جوش دادن از بین بروند، استخوان‌های کوچک ممکن بشکنند، بعضاً منبع حرارتی ممکن گزاف تمام شود و غیره می‌باشد (۱۳).

طریقه استفاده از تیزاب و دیگر مواد کیمیایی: در این طریقه با استفاده از تیزاب و دیگر مواد کیمیایی که خاصیت سوزنده‌گی دارند استفاده شده که به‌وسیله آن استخوان‌ها از لاشه حیوان جدا ساخته می‌شود (۱۴). اهمیت این طریقه این است که وقت کم‌تر را در بر گرفته و زودتر به هدف خود می‌رسیم، نواقص آن مشتمل بر خطرات و اضرار مواد کیمیایی بر جلد، عدم دسترسی به مواد کیمیایی همه وقت و در همه جا، نیازمند مکان مشخص چون لابراتوارها، بعضاً گزاف تمام شدن مواد کیمیایی، خطرات امکان آتش‌سوزی و مسمومیت از اثر استفاده مواد کیمیایی و غیره موارد می‌باشد (۱۳، ۱۴).

طریقه دفن نمودن در زمین: در این طریقه لاشه حیوان را در زمین به اعماق مختلف دفن نموده که گوشت، شحمیات و تندون‌های موجود روی استخوان در اثر فعالیت مواد کیمیایی و میکروارگانیزم‌های زنده‌ی موجود در خاک تجزیه و از استخوان جدا گردیده که در نتیجه استخوان خالص به جا می‌ماند (۱۵). این طریقه در مقایسه با دو طریقه دیگر که گفته شد، نهایت ساده، راحت و کم مصرف می‌باشد. این طریقه هم اضرارات و نواقص به‌خصوص خود را دارا می‌باشد، از جمله وقت‌گیر بودن پروسه بوده که هفته‌ها تا ماه‌ها را ممکن دربرگیرد، گم شدن و تخریب شدن بعضی از استخوان‌های کوچک وجود دارد، ضرر رساندن به زراعت و کشت‌زارهای نزدیک به محل و غیره می‌باشد (۱۶، ۱۷).

نتیجه‌گیری

اسکلیت خرگوش به صورت مکمل به طریقه‌ی جوش دادن تهیه گردید، که این طریقه یکی از طریقه‌های ساده، آسان و کم هزینه بوده که به مدت زمان کم‌تر نیاز دارد و در همه جا و هر وقت قابل اجرا می‌باشد. این اسکلیت در غنամندی لابراتوار آناتومی منحيث منبع آموزشی، تحقیقی و مقایسوی برای بقیه محصلان و اهل مسلک قابل استفاده می‌باشد.

منابع

۱. عظیمی، ب. پرورش و نگهداری خرگوش. پارس بوک. ۱۳۹۲، صص ۶-۱۶.
۲. تایب، ک. ص. حیوانات فقاریه، انتشارات سعید. ۱۳۹۸، صص ۲۶۱-۲۶۸.
۳. حبیبی، ط. راعی، م. جانور شناسی عمومی مهره داران، جلد چهارم، موسسه انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۹۴ ص ۱۶۳.
۴. بحرینی، م. جانورشناسی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۴، ص ۱۷۸.
۵. عظیمی، ب. نگهداری و پرورش حیوانات اهلی، پارس بوک. ۱۳۹۲، صص ۲۱-۲۲.
۶. سعادت، ک. د. اناتومی و فیزیولوژی دام، انتشارات مهر سبحان. ۱۳۹۲ صص ۹-۱۹.
۷. اکبری، ع. و لاله‌اند، س. زولوژی فقاریان، انتشارات قرطبه. ۱۳۹۳ صص ۱۰۶-۱۱۸.
8. Wiseman j. Feeding of non-ruminant livestock. 2002, Pp 75-81.
9. Lebas F. Coudert P. Derochambeau H. and Thebault, RG. The Rabbit, Food and agriculture organization of the United Nations. 1997, Pp 1-5.
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. Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 1st edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. 1987: Pp 1-11.
12. Gritis P and Brunner SA. A new procedure for dermestid beetle preparation of skeletons from formalin-fixed specimens. Herp Review 21(1) 1990: 15-16.
13. Jakway GE, Raskin W and Thyle T. Sodium perborate process for preparation of skeletons. Turtox News 48(2) 1970: 65-67.
14. Mayden RL and Wiley EO. A method of preparing disarticulated skeletons of small fishes. Copeia (1) 1984: 230-232.
15. Ossian CR. Preparation of disarticulated skeletons using enzyme-based laundry presoakers. Copeia (1) 1970: 199-200.
16. Lafontaine RH. and Wood PA. The stabilization of ivory against relative humidity fluctuations. Studies in Conservation 27. 1982:109- 117.
17. Schmitt DM. How to prepare skeletons. Ward's Curriculum Aid. 1966: P 8.



مطالعه ساختاری حسگرهای کیمیاوی، نوری و بیولوژیکی

پوهنمل دکتور کیومرث پولادیان

دپارتمنت کیمیاوی عمومی و غیرعضوی، پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: qumarspoladian@gmail.com

چکیده

سنجش کیمیاوی (حسگرهای کیمیاوی) بخشی از پروسه کسب اطلاعات بوده که در آن فهم دقیق در مورد ترکیب کیمیاوی یک سیستم در زمان واقعی به دست می آید. در این پروسه، یک سیگنال الکترونیکی تقویت شده از تعامل بین بعضی از مواد کیمیاوی و حسگر حاصل می شود. به صورت کلی، تعامل در حسگرها شامل دو مرحله می باشد: شناسایی و تقویت. می توان مثال رایج اندازه گیری pH محیط های مختلف را با الکتروود شیشه ای، تعیین غلظت، فشار و درجه حرارت، تشخیص گازات مختلف و دیگر موارد را ارائه نمود. در این مقاله ی مروری کوشش می شود تا در مورد حسگرهای مختلف من جمله حسگرهای کیمیاوی (chemical sensors) و سایر انواع حسگرها معلومات ارائه شده و مزیت های مربوطه ی شان نسبت به یک دیگر بر ملا شود.

اصطلاحات کلیدی: حسگرها؛ حسگرهای کیمیاوی؛ سیگنال های الکترونیکی؛ تشخیص pH؛ تشخیص گازات

Structural Study of Chemical, Optical, and Biological Sensors

Sr. Teaching Asstt. Qumars Poladian (PhD)

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

Email: qumarspoladian@gmail.com

Abstract

Chemical sensing (chemical sensors) is a part of the information acquisition process in which a precise understanding of the chemical composition of a system is obtained in real-time. In this process, an amplified electronic signal results from the interaction between some chemical species and the sensor. In general, interaction in sensors includes two stages: identification and amplification. The common example of measuring the pH of different environments with a glass electrode, determination of concentration, pressure, and temperature, detection of different gases, and other cases can be presented. In this review article, an attempt is made to provide information about various sensors, including chemical sensors and other types of sensors, and to reveal their respective advantages over each other.

Keywords: Sensors; Chemical Sensors; Electronic Signals; Ph Detection; Gas Detection

مقدمه

حسگرهای مدرن یک خروجی (output) ولتاژ یا یک سیگنال دیجیتالی تولید می‌کنند که تغییرات متغیرهای فیزیکی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. این سیگنال‌های خروجی حاصله اغلب به پروگرام‌های کمپیوتری وارد می‌شوند، در فایل‌ها ذخیره شده، روی کمپیوترها ترسیم شده و برای کاربران نهایی تجزیه و تحلیل می‌شوند. حسگرها شامل انواع متعددی اند که حاوی فورمول‌های ساده و مغلق می‌باشند. یک طریقه طبقه‌بندی عملی حسگرها همه ویژه‌گی‌های حسگر مانند حالت تحرک، مشخصات، پدیده‌های فیزیکی، میکانیزم تبدیلی، ماده و موارد کاربردی آن‌ها را در نظر می‌گیرد. سایر روش‌های طبقه‌بندی برای حسگرها شامل اصل اثر فیزیکی یا کیمیاوی انتقال است که متغیر ورودی اولیه، ماده عنصر حسگر، قیمت کاربرد، دقت و دامنه سیگنال خروجی را اندازه‌گیری می‌کند.

اهمیت تحقیق

تجزیه و تحلیل مواد کیمیاوی و دریافت معلومات در باره ترکیب و مشخصات آن‌ها همیشه مورد توجه محققان در بخش علم کیمیا بوده و می‌باشد. برای دریافت فهم دقیق و عمیق در مورد ترکیب، نحوه تعامل و حاصل نمودن اطلاعات قابل فهم، حسگرهای کیمیاوی از اهمیت ویژه برخوردار هستند. از این رو در این مقاله مروری در مورد انواع مختلف حسگرهای کیمیاوی معلومات بعد از تحقیق دقیق مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج مربوطه آن‌ها در شکل یک رساله مروری ترتیب شده اند.

هدف تحقیق

هدف این تحقیق مروری جمع‌آوری اطلاعات در مورد حسگرها من جمله حسگرهای کیمیاوی، الکتروکیمیاوی، نوری و بیولوژیکی بوده که در مورد چگونگی کارکرد، مزایای استفاده و قابلیت‌های تشخیص مواد و تبدیل نمودن آن‌ها به سیگنال‌های قابل فهم بحث می‌کند.

سؤالات تحقیق

۱. اهمیت حسگرهای مختلف کیمیاوی در تشخیص و شناسایی مواد کیمیاوی چیست؟
 ۲. چرا انواع مختلف حسگرها مورد استفاده قرار می‌گیرند؟
 ۳. مزایای استفاده از حسگرهای مختلف نسبت به یک‌دیگر چگونه می‌باشد؟
- یکی دیگر از روش‌های طبقه‌بندی حسگرها براساس سیگنال‌های خروجی بوده که بیشتر انواع حسگرهای کاربردی که می‌توانند با قابلیت آن‌ها مرتبط باشند به شرح زیر نام برده شده و مورد بررسی قرار می‌گیرند

۱. حسگرهای کیمیاوی (Chemical Sensors)؛

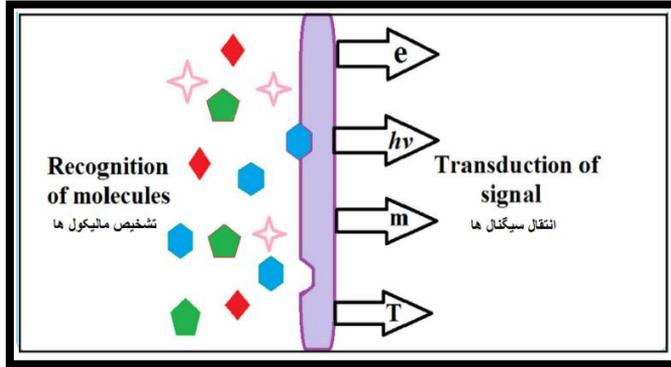
۲. حسگرهای الکتروکیمیاوی (Electrochemical Sensors)؛

۳. حسگرهای نوری (Optical Sensors)؛

۴. حسگرهای بیولوژیکی (Biosensors).

حسگرهای کیمیاوی

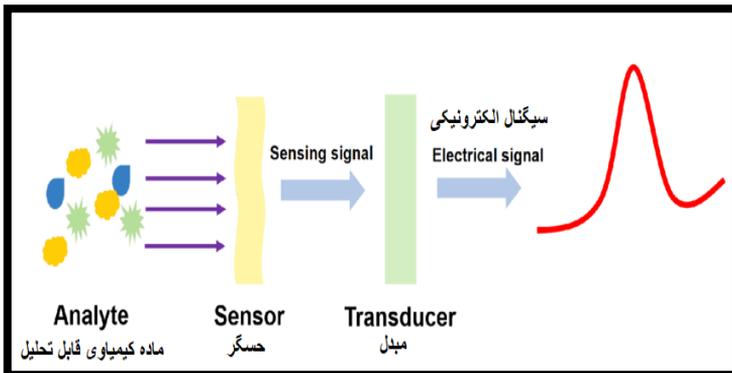
حسگرهای کیمیاوی از جمله دستگاه‌هایی هستند که اطلاعات کیمیاوی (مانند غلظت، فشار، فعالیت ذرات) را شناسایی نموده و به سیگنال‌های الکترونیکی (برقی) تبدیل می‌کند. این سیگنال‌های الکترونیکی (برقی) اطلاعات کیفی و یا کمی زمانی و مکانی را در مورد اجزای کیمیاوی خاص مهیا می‌سازند. حسگرهای کیمیاوی ممکن است براساس ویژه‌گی‌های حسگرهای مختلف مورد استفاده، برای تشخیص ذرات طبقه‌بندی شوند. متداول‌ترین ویژه‌گی‌های مورد استفاده عبارتند از هدایت، پوتانشیل، ظرفیت، حرارت، کتله یا ثابت‌های نوری که براساس تغییرات در ترکیب‌های گونه‌های کیمیاوی در تعامل با حسگر تغییر می‌کنند، می‌باشند. تنوع زیادی از حسگرهای کیمیاوی در بازار وجود دارند. نمونه‌های معمولی از حسگرهای کیمیاوی رایج به شرح زیر است: حسگر امپرومتریک گاز کاربن مونواکساید CO براساس اندازه‌گیری جریان در الکترولیت‌های مایع برای نظارت بر کیفیت هوا استوار است. کاوش‌گر لامبدا (Lambda-probe) که براساس اندازه‌گیری‌های پوتانشیل از الکترولیت‌های جامد برای تشخیص اوکسیجن در قسمت سلنسر موتورها استوار می‌باشد. حسگر (Taguchi SnO) هدایت اکسایدها برای تشخیص گازهای قابل کاهش در سیستم‌های هشدار گاز را اندازه‌گیری می‌کند. الکتروود حساس به pH، تغییر پوتانشیل و غیره را دنبال می‌کند و دیگر انواع حسگرهای کیمیاوی. خاصیت انتخابی بالا و تشخیص مقداری گونه‌های کیمیاوی معمولاً برای حسگرها مورد نیاز نمی‌باشد. برخلاف تجهیزات دقیق لابراتوارهای تجزیه کیمیاوی، تشخیص گونه‌های کیمیاوی با حسگرهای کیمیاوی معمولاً خاصیت انتخابی کمتری دارد؛ اما این دستگاه‌ها می‌توانند ابعاد کوچکی داشته باشند و نسبتاً ارزان هستند. لایه‌های نازک (thin films) و نانو ساختارها (nanostructures) نقش مهمی را در تکنالوژی‌های پیشرفته حسگرها و محرک‌ها، هم به‌عنوان میدل (مواد کاربردی) و هم به‌عنوان مواد ساختاری، ایفا می‌کنند. سیستم‌های میکروالکترومیکانیکی (MEM) نمونه خوبی از استفاده رو به پیشرفت از مواد محدود شده به ابعاد زیر میکرونی (submicron dimensions) برای انجام عملکردهای متعدد و متنوع در دستگاه‌های پیشرفته می‌باشد. در زیر (شکل ۱)، شکل شیماتیک حسگر کیمیاوی نمایش داده شده است (۲).



شکل ۱: دیاگرام شیماتیک یک حسگر کیمیاوی (۲)

حسگرهای الکتروکیمیاوی

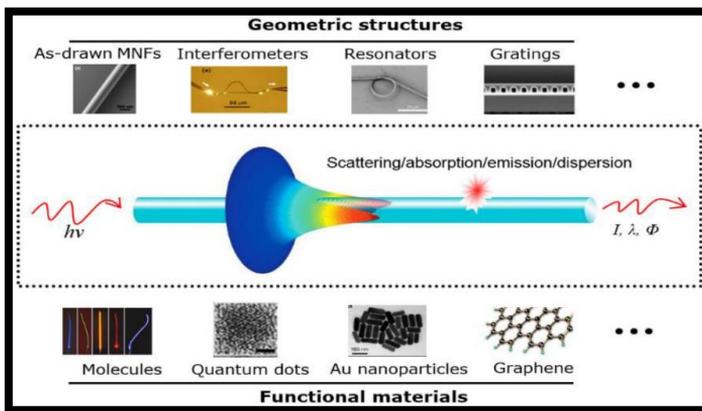
حسگرهای کیمیاوی از نوع خاص پاسخ که مستقیماً با کمیت یک گونه کیمیاوی مشخص ارتباط دارد (شکل ۲)، استفاده می‌کنند. همه حسگرهای کیمیاوی حاوی یک مبدل (transducer) که پاسخ را به یک سیگنال قابل تشخیص در وسایل دقیق مدرن تبدیل نموده و یک قشر انتخابی کیمیاوی که پاسخ ماده کیمیاوی قابل تحلیل (analyte) را از محیط آن جدا می‌کند، می‌باشند. تصنیف براساس ویژه‌گی‌هایی که باید به‌عنوان حسگرهای الکترونیکی (برقی)، نوری، کتلوی و یا حرارتی تعیین می‌شوند و برای شناسایی و پاسخ به یک ماده کیمیاوی قابل تحلیل (analyte) در حالت گاز، مایع یا جامد طراحی شده‌اند، صورت می‌پذیرد. حسگرهای الکتروکیمیاوی در مقایسه با حسگرهای نوری، کتلوی و حرارتی به دلیل قابلیت تشخیص قابل توجه، ساده‌گی تجربی و قیمت پایین از جذابیت بیشتری برخوردار می‌باشند. در مجموع سه نوع معروف حسگرهای الکتروکیمیاوی بنام‌های پوتانشیومتری، امپرومتری و کاندکتومتری وجود دارند (۳).



شکل ۲: طرزکار کلی حسگرهای الکتروکیمیاوی (۴)

حسگرهای نوری

حسگرهای نوری وسایلی هستند که امواج نور را به سیگنال‌های الکترونیکی (برقی) تبدیل می‌کنند. حسگرهای نوری عموماً براساس اندازه‌گیری میزان تغییرات شدت در یک یا چند شعاع نور و یا تغییرات فاز در شعاعات نوری را که با یکدیگر تعامل یا تداخل دارند، تجزیه و تحلیل می‌کنند. از این رو، حسگرهای متعلق به این دسته یا حسگرهای شدت و یا حسگرهای تداخل‌سنجی نامیده می‌شوند. مزیت حسگرهای نوری در مقایسه با انواع معمولی، در ظرفیت فایبرهای نوری نهفته است که سیگنال‌های نوری را در فواصل طولانی ارسال و دریافت می‌کنند (شکل ۳) (۵).

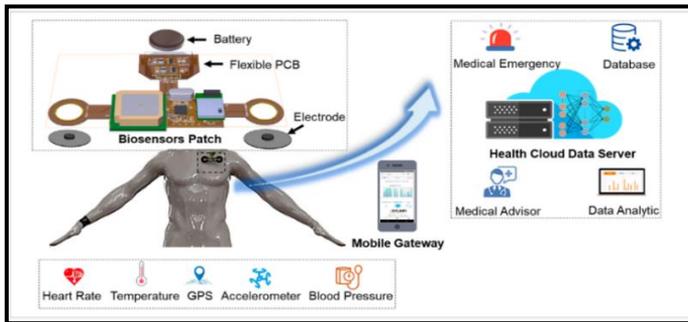


شکل ۳: دسته‌بندی شیماتیکی حسگرهای نوری (۵)

حسگرهای بیولوژیکی

حسگر بیولوژیکی عبارت از یک دستگاه تحلیلی بوده که یک تغییر بیولوژیکی را به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری و قابل پروسس تبدیل می‌کند. حسگرهای بیولوژیکی شامل یک جزء بیولوژیکی (گیرنده بیوشیمی) همراه با یک مبدل (transducer) بوده که معلومات بیولوژیکی را به سیگنال الکترونیکی (برقی) تبدیل می‌کند. یک مالیکول بیولوژیکی، مانند انزایم یا حجات، تکه‌ای از نسج، عضویت، پپتاید، انتی‌بادی، نوکلئیک اسید و غیره، شناسایی مالیکولی را تضمین نموده و ممکن ماده‌ی کمی‌آوی قابل تحلیل (analyte) را به نحوی تغییر دهد. مبدل الکتروکیمی‌آوی (پوتانشیومتری، امپرومتری و یا کاندکتومتری) تغییر را نشان می‌دهد. انتخاب مبدل مورد نظر به تعامل بیولوژیکی بستگی دارد. تشخیص مالیکولی می‌تواند با تبدیل شدن کمی‌آوی ماده قابل تحلیل به محصولات آن، که توسط حسگر بیوکتلستی (biocatalytic sensor) تعیین می‌شود، همراه باشد. در موارد دیگر، زمانی که یک انتی‌بادی استفاده می‌شود، سیستم‌های تشخیص بیولوژیکی اختصاصی و فعل و انفعالات بدون تبدیل ماده کمی‌آوی قابل

تحلیل انجام پذیرفته که در نتیجه آن یک حسگر میل ترکیبی ایجاد می‌شود. ترکیب تکنولوژی نانو و بیوالکترونیک امکانات جدیدی را برای کوچک‌سازی و بهینه‌سازی دستگاه‌های با مقیاس میکرو در مقیاس نانو نشان داده است. این حالت اندازه‌گیری خصوصیات الکترونیکی (برقی) خاص در ترکیب با مبدل‌های مختلف الکتروکیمیای را امکان‌پذیر ساخته است. نسبت سطح به حجم بالاتر نانو اجسام (nanoobjects)، خصوصیات الکترونیکی (برقی) آن‌ها را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای در مقابل تأثیرات خارجی حساس می‌کند، به خصوص زمانی که این ساختارها هم‌چنان به سمت حد اتمی کوچک می‌شوند (۶). از آنجایی که ابعاد نانومتری این اجسام با اندازه مالیکول‌های بیولوژیکی هدف قابل مقایسه است، حساسیت اندازه‌گیری بالاتری ممکن است انجام شود و حساسیت نیز ممکن است به دلیل بازده‌ای جذب بالاتر افزایش یابد. نانو ساختارها (nanostructures) در حال حاضر مؤلفه‌های جدید مهمی را در حسگرهای بیولوژیکی الکتروکیمیای توسعه‌یافته اخیر نشان می‌دهند، مانند استفاده از نانوذرات به‌عنوان لیبل‌های (labels) الکتروکیمیای برای سنجش DNA (۷، ۸). به‌عنوان مثال، نانو سیم‌ها (nanowires)، نانوتیوب‌های کاربونی (carbon nanotubes) و نانو میله‌ها (nanoparticles) صرفاً از جمله اشیاء آشنا هستند که به‌عنوان کاندیدان تبدیل شدن به عناصر حیاتی دستگاه‌های بیوالکترونیکی و حسگرهای بیولوژیکی آینده ظاهر می‌شوند (۹، ۱۰).



شکل ۴: نمایه‌ای از حسگر بیولوژیکی قابل پوشیدن (۱۱)

نتیجه‌گیری

یکی از جمله پیشرفت‌های اخیر که در زمینه‌های مختلف ساینس و تکنولوژی توسط بشریت به ارمغان آورده شده است، موضوع مهم و حیاتی حسگرها می‌باشد. حسگرها در حقیقت فهم دقیق و عمیق از اطلاعات مختلف منجمله اطلاعات کیمیای را در اختیار محققان قرار داده تا با تحلیل اطلاعات داده شده، پیرامون دنیای عظیم مواد کیمیای معلومات حاصل نمایند. در این رساله‌ای تحقیقی مروری، در مورد حسگرهای کیمیای که اطلاعات کیمیای (مانند غلظت، فشار، فعالیت ذرات) را به سیگنال‌های الکترونیکی تبدیل می‌نماید، بحث شده است. این حسگرها در تشخیص گازات مختلف مانند

کاربن دای اکساید، اوکسیجن و غیره کاربرد داشته و برای تشخیص محیط‌های مختلف مواد جهت تعیین pH مورد نظر نیز استفاده می‌شوند. در مورد نوع دیگر حسگر کیمیاوی که بنام حسگرهای الکتروکیمیاوی یاد می‌شوند، معلومات جمع‌آوری شده است. حسگرهای متذکره در مقایسه با سایر حسگرها (نوری، کتلوی، حرارتی و غیره) به دلیل ظرفیت تشخیص قابل توجه، ساده‌گی تجربی و قیمت پایین از جدایت بیشتری برخوردار می‌باشد. به همین ترتیب، حسگرهای نوری که امواج نور را به سیگنال‌های الکترونیکی تبدیل می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این حسگرها دارای مزیت ظرفیت فایبر نوری نسبت به دیگر حسگرها بوده که سیگنال‌های نوری را در فواصل طولانی ارسال و دریافت می‌کنند. هم‌چنان، در مورد حسگرهای بیولوژیکی تحلیل که یک تغییر بیولوژیکی را به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری و قابل پروسس تبدیل می‌کند، بحث صورت گرفته است. نتیجه مشخص از این بحث مروری موضوعات مختلف را پیشنهاد می‌نماید. این که، برای پیشرفت فعالیت‌های علمی و تحقیقی که در نهایت منجر به فعالیت‌های کاربردی در سطح جامعه می‌شوند، استفاده از این وسایل در مراکز علمی کشور به‌خصوص پوهنتون کابل یک امر ضروری و حیاتی پنداشته می‌شود. بحث در مورد حسگرها و کاربرد آن‌ها خیلی وسیع بوده و از حوصله‌ای این مقاله مروری خارج می‌باشد. کوشش می‌شود تا در مقالات آینده در مورد حسگرهای مختلف و کاربرد آن‌ها به‌صورت مشخص بحث صورت گیرد.

1. Mabe TL, Ryan JG, Wei J. Functional thin films and nanostructures for sensors. Elsevier Inc. 2018; 169–213.
2. Grandke T, Göpel W, Hesse J, Zemel JN, editors. Sensors: Fundamentals and general aspects. VCH Publishers; 1989.
3. Stradiotto NR, Yamanaka H, Valnice M, Zanoni B. Electrochemical sensors: a powerful tool in analytical chemistry. J. Braz. Chem. Soc. 2003; 14(2): 159–173.
4. Li Fu, Aimin Yu, Guosong Lai. Conductive Hydrogel-Based Electrochemical Sensor: A Soft Platform for Capturing Analyte. Chemosensors. 2021; 9: 282.
5. Tong L. Micro/Nanofibre Optical Sensors: Challenges and Prospects. 2018; 18: 903.
6. Grieshaber D, MacKenzie R, Vörös J, Reimhult E. Electrochemical biosensors- sensor principles and architectures. Sensors. 2008; 8: 1400–1458.
7. Merkoci A. Electrochemical biosensing with nanoparticles. FEBS J. 2007; 274(4): 310–316.
8. Park SJ, Taton TA, Mirkin CA. Array-based electrical detection of DNA with nanoparticle probes. Science. 2002; 295(5559): 1503–1506.
9. Wanekaya AK, Chen W, Myung NV, Mulchandani A. Nanowire-based electrochemical biosensors. Electroanalysis. 2006; 18(6): 533–550.
10. Stadler B, et al. Nanopatterning of gold colloids for label-free biosensing. Nanotechnology. 2007; 18(15): 1–6.
11. Phan DT, et al. A Flexible, Wearable, and Wireless Biosensor Patch with Internet of Medical Things Applications. Biosensors. 2022; 12: 139.



تأثيرات بیماری‌های فرامرزی بالای تجارت بین‌المللی، اقتصاد و صحت عامه و جلوگیری و کنترل آنها

پوهاند دکتور نورمحمد ایوبی

دپارتمنت پاراکلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: ayubi_8@yahoo.com

چکیده

بیماری‌های فرامرزی در تجارت بین‌المللی حیوانات و محصولات حیوانی تأثیرگذار می‌باشند. با افزایش سریع جهانی شدن خطر ظهور بیماری‌های فرامرزی نیز بالا رفته است. بیماری‌های فرامرزی تولید و حاصل‌دهی حیوانات را کاهش داده، اقتصاد محلی و ملی را متأثر ساخته و هم‌چنان صحت عامه را نیز تهدید می‌نمایند. بیماری‌های فرامرزی موجب نگرانی جهانی بوده، ازین‌رو مساعی جمعی در سطح بین‌المللی برای کاهش پخش بیماری‌های ساری فراتر از مرزها نیاز است. برای بسیاری کشورهای در حال انکشاف به‌ویژه ریشه‌کن‌سازی اکثر بیماری‌های فرامرزی به‌خاطر دلایل مختلف تخنیکي، مالي و لوژیستیکی غیرممکن است. با انکشاف تکنالوژی، پرورش حیوانات جایگاه مهم را در اقتصاد ملی، انکشاف اجتماعی اقتصادی، کاهش فقر و تهیه‌ی غذا برای انسان به‌خود گرفته است. به این ترتیب اقدامات مناسب برای حمایت و محافظت از صنعت مال‌داری در برابر اپیدیمی‌های بیماری ساری نیاز است تا تجارت بین‌المللی حیوانات و محصولات حیوانی به‌طور مصئون صورت گرفته بتواند.

اصطلاحات کلیدی: بیماری‌های فرامرزی؛ تجارت بین‌المللی؛ صحت عامه؛ اقتصاد

The Impacts of (TADS) in International Trade, Economy and Public Health and Their Prevention and Control

Prof. Noor Mohammad Ayubi DVM, PhD

Department of Paraclinic, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: ayubi_8@yahoo.com

Abstract

Transboundary animal diseases (TADs) hold significant importance in international animal trade and the trade of animal products. With globalization rapidly increasing, the associated risk of transboundary disease emergence has also risen. These diseases not only diminish production and productivity in affected animals but also disrupt local and national economies, posing a threat to human health. Given their global impact, concerted efforts at the international level are essential to minimize the spread of infectious diseases across borders. However, for many developing countries, eradicating most transboundary animal diseases remains challenging due to various technical, financial, and logistical constraints. As technology advances, livestock production assumes a crucial role in national economies, socioeconomic development, poverty alleviation, and human nutrition. Therefore, specific measures are imperative to safeguard the livestock industries against epidemics of infectious diseases and to uphold the safe international trade of livestock and their products.

Keywords: Transboundary Animal Diseases; International Trade; Public Health; Economy

مقدمه

بیماری‌های فرامرزی حیوانی (Transboundary Animal Diseases=TADs) بیماری‌های اند که برای تعداد قابل توجه از کشورها اهمیت بزرگ اقتصادی، تجارتي و یا مصئونیت غذایی داشته، به آسانی به کشورهای دیگر گسترش یافته و وضعیت اپیدمیکی را به خود می‌گیرند؛ ازین رو کنترل، مدیریت و جلوگیری آن‌ها به همکاری کشورهای زیادی نیاز دارد. بیماری‌های فرامرزی شدیداً ساری بوده و توانایی پخش سریع را بدون درنظرداشت مرزهای ملی و جغرافیایی یک کشور داشته و پیامدهای بد اجتماعی-اقتصادی را به دنبال دارند. تمام بیماری‌های فرامرزی توانایی از بین بردن حیوانات مبتلا را داشته؛ اما شدت بیماری با درنظرداشت عوامل چون نوع و نسل حیوان، سن و سال، تغذیه، عامل بیماری‌زا و غیره متفاوت می‌باشد. بسیاری از بیماری‌های یاد شده با میزان ۵۰ تا ۹۰ فیصد تلفات در حیوانات حساس همراه می‌باشند (۱). به صورت عنعنوی تجارت، حمل و نقل و مسافرت وسیله‌ی پخش بیماری‌ها بوده‌اند. درحال حاضر تغییرات اقلیمی در سراسر جهان به این بدبختی افزود گردیده است. تغییر اقلیمی، شرایط نو ایکالوژیکی را برای ورود و استقرار آفات و بیماری‌ها از یک ساحه جغرافیایی به ساحه‌ای دیگری ایجاد می‌کند (۲). چندین بیماری نو فرامرزی ظهور نموده و بیماری‌های سابقه دوباره ظهور کرده و امکانات پخش به مناطق نو حتی به فاصله‌های بزرگ افزایش یافته است. نگهداری و تولید حیوانات در اقتصاد جهان سهم قابل توجهی داشته، منبع درآمد خانواده‌ها، مصئونیت غذایی، منبع انرژی، نیرو برای زراعت، پروتین حیوانی با کیفیت بالا، ویتامین‌ها (گوشت، شیر)، انبار و مواد خام (پوست) را تأمین نموده و برای میلیون‌ها نفر فقیر و نادار در جهان وسیله‌ی معیشت را تشکیل می‌دهد (۳، ۴). در گروپ بیماری‌های فرامرزی، بیماری‌های زونوز چون ویروس غرب رودنیل (West Nile virus)، بیماری دیوانگی گاو (Bovine Spongiform Encephalopathy)، توبرکلوز گاوی (Bovine tuberculosis) و انفلونزای مرغی شدیداً بیماری‌زا (Highly Pathogenic Avian Influenza) و بیماری‌های دیگری چون طبق (Food and Mouth Disease) التهاب ساری شش و پرده‌ی سینه در گاو (Contagious Bovine Pleuropneumonias)، بیماری مرغی (Newcastle Disease)، تب افریقایی خوک (African Swine Fever) و غیره شامل اند (۴).

بیماری‌های فرامرزی توانایی پخش سریع را داشته و از طریق کشورهای آلوده به کشورهای دیگر سرایت نموده و شکل اپیدمیکی را به خود می‌گیرند که کنترل و مدیریت آن‌ها همکاری چندین کشور را ایجاب می‌کند (۱، ۴). بیماری‌های یاد شده بالای وضع معیشتی انسان‌ها تأثیر جدی دارند؛ زیرا مصئونیت غذایی، وضع مطلوب معیشتی مال‌داران و کارگران و اقتصاد روستایی را به مخاطره انداخته و حتی در بعضی موارد

سبب ناآرامی سیاسی و اجتماعی در بین مردم نیز شده می‌توانند. به این ترتیب در اثر پخش جهانی و موجودیت بیماری‌های فرامری، زراعت، مال‌داری، مصنویت غذایی و تجارت بین‌المللی شدیداً متأثر گردیده است (۵، ۶).

عوامل به میان آمدن بیماری‌های فرامری متعدد بوده و برخی عوامل مرتبط به این پروسه عبارت اند از: تجارت و مسافرت بین‌المللی (افزایش مسافرت‌های منطقوی و بین‌المللی که با پروسه جهانی شدن قوت بیش‌تر کسب نموده، پخش مایکروارگانیزم‌ها را در مقیاس جهانی افزایش بخشیده است)، تغییر روش‌های زراعتی (اهلی ساختن حیوانات یکی از مشوق‌های عمده تکامل تدریجی مکرربی بود که با فراهم کردن جمعیت وسیع میزبان‌های حساس که در اثر تمرکز سیستم‌های نگهداری حیوانات به‌میان آمده)، تغییر محیط (که سبب تغییرات در پخش ایکو-جغرافیایی و وکتورها می‌شود). کاهش جای بودوباش طبیعی و افزایش تماس با حیوانات وحشی و ورود حیوانات وحشی و خانگی به ساحات نو جغرافیایی که بیماری در آن‌جا اندمیک و از لحاظ معافیتی برای شان ناشناخته می‌باشد (۷، ۸). به همین‌گونه عواملی چون جهانی شدن، تنوع ایکوسیستم، استفاده نادرست از زمین، ذخایر آب، آلودگی کیمیاوی صنعتی و زراعتی، ترکیب اتموسفیری CO₂، تیزابی شدن بحر به‌وسیله‌ی تیزاب کاربن و تأثیر متقابل انواع با میزبان‌ها و فعالیت‌های تجارتي و انسان بالای ورود، استقرار و پخش بیماری‌ها و آفات فرامری تأثیر دارند (۶، ۲).

بیماری‌های فرامری که در افغانستان و یک تعداد کشورهای جنوب آسیا به ملاحظه می‌رسند شامل افغانستان؛ طبق، بیماری عقده‌دار شدن پوست و طاعون نشخوارکننده‌های کوچک، پاکستان؛ طبق، طاعون نشخوارکننده‌های کوچک، بیماری عقده‌دار شدن پوست و انفلونزای مرغی دارای بیماری‌زایی بلند و در هندوستان؛ طبق، طاعون نشخوارکننده‌های کوچک، بیماری عقده‌دار شدن پوست و انفلونزای مرغی دارای بیماری‌زایی بلند، تب کلاسیک خوک و تب افریقایی خوک (۹).

طریقه‌های پخش بیماری‌های فرامری در جهان

بیماری‌های فرامری در اثر جهانی شدن به‌شمول افزایش تجارت بین‌المللی حیوانات خانگی و وحشی و محصولات حیوانی، افزایش جمعیت جهان، تغییرات جهانی اقلیم، تغییر سیستم‌های پرورش حیوانات و تطابق میکروبیولوژیکی به آسانی از یک کشور به کشور دیگر انتقال می‌یابند. راه‌های معمول ورود بیماری‌های حیوانی به موقعیت‌های نو جغرافیایی را حیوانات زنده بیمار و محصولات حیوانی تشکیل می‌دهند. به همین‌گونه بیماری‌های فرامری در اثر واردات محصولات بیولوژیکی مانند واکسن‌ها یا امبریو یا به‌وسیله‌ی اشخاص مبتلا (در صورت بیماری‌های زونوز) به مناطق نو انتقال می‌نمایند. به همین

قسم حتی مهاجرت حیوانات و پرنده‌ها یا پخش طبیعی به وسیله‌ی حشرات ناقل و جریان باد (شمال) نیز سبب گسترش بیماری‌ها فراتر از مرزهای ملی-جغرافیایی شده می‌تواند (۲). به همین ترتیب تجارت بین‌المللی حیوانات زنده و محصولات حیوانی زمینه را برای انتقال و پخش عوامل بیماری‌زا و ناقلین (وکتورها) از طریق آب و خشک‌ها نیز فراهم ساخته است (۹).

تأثیرات بیماری‌های فرامری بالایی تجارت و اقتصاد

بیماری‌های فرامری هزینه‌های بزرگی اجتماعی و اقتصادی و خطرات جدی را به کشورهای آلوده، کشورهای همسایه و شرکای تجاری شان وارد می‌نمایند. برای تمام مالداران تهدید ناشی از بیماری‌های فرامری جدی بوده و با خطر از دست دادن تولیدات و تأثیرات سؤ بالایی وضع معیشتی را به همراه داشته و آسیب‌پذیری را به‌ویژه برای مؤلدين کوچک تا سطح فقر افزایش می‌دهد. طبق یکی از بیماری‌های عمده‌ی فرامری اندمیک در کشور ما و در یک تعداد کشورهای آسیایی و آفریقایی است که اهمیت بزرگ اجتماعی-اقتصادی دارد. به این ترتیب خساره‌ی ناشی از طبق تنها در اثر از دست دادن فروش غذا در سال ۱۹۹۶ در آسیا بیش‌تر از ۵۰۰ میلیون دالر آمریکایی تخمین گردیده است. به همین‌گونه بیماری‌های ASF و CBPP خسارات قابل توجه اقتصادی را برای مالداران در مناطق صحرای آفریقا به‌بار می‌آورند. تأثیر و کنترل بیماری‌های فرامری با در نظرداشتن بیماری‌زایی بیماری مورد نظر، تعداد حیوانات مواجه به خطر، اتکا داشتن به حیوانات برای تأمین معیشت و روش کنترل متفاوت است (۱، ۴). اهمیت اجتماعی-اقتصادی طاعون نشخوارکننده‌های کوچک (Pest des Petist Ruminant = PPR) در اثر پایین آمدن شدید سطح تولید و از دست دادن بازار است. تخمین زده شده که از مجموع تأثیر بیماری یادشده ۱۰ درصد آن به تجارت و مصارف عامه و ۹۰ درصد متباقی به حاصل‌دهی گله ارتباط دارد (۱۰). سازمان جهانی غذا تخمین کرده که ضایعات ناشی از PPR در ایتوپیا به‌طور اوسط سالانه به ۳۷۵ دالر در هر گله می‌رسد، هرگاه هر گله به‌طور اوسط دارای ۱۴۳ رأس حیوان نشخوارکننده کوچک باشد (یعنی به‌طور اوسط ضیاع بیش از دو دالر در هر حیوان) (۴). بیماری‌های یادشده در اثر کاهش وزن گرفتن، باز ماندن از رشد، کاهش تولید شیر و گوشت، هزینه‌ی بالایی خدمات و ترنری و مرگ به‌ویژه در حیوانات جوان، خسارات بزرگ را بار می‌آورند (۱۱، ۱۲).

بیماری‌های فرامری خسارات قابل توجهی اقتصادی در سراسر جهان بار می‌آورند؛ اما به‌ویژه مؤلدين در کشورهای کمتر انکشاف یافته به خطر بیش‌تر مواجه اند؛ زیرا حیوانات برای شان نه تنها منبع درآمد و اساس دارایی یا ثروت اند؛ بلکه هم‌چنان به مثابه منبع غذا، وسیله‌ی حمل و نقل و فعالیت‌های مختلف اجتماعی نیز می‌باشند (۱۳). بیماری‌های فرامری مصئونیت غذایی را تهدید نموده، وضع معیشتی جوامع روستایی را متأثر ساخته و تجارت منطقوی و بین‌المللی را مختل می‌نمایند (۱). در نتیجه ظهور و دوباره

ظهور بیماری‌های مختلف حیوانی مانند جنون گاوی میزان رشد تولید گوشت در اواخر سال‌های ۱۹۹۰ دو درصد کاهش یافت (۱۴). به این ترتیب هزینه‌ی بیماری‌های فرامرزی با درنظرداشت محصولات زراعتی، وضع اقتصادی کشور مورد نظر و بازارهای بین‌المللی، بزرگ و قابل توجه می‌باشد.

به این گونه خیلی مهم است تا چنان پالیسی‌های عامه را که بالای تأمین مصونیت غذایی کشورها تمرکز داشته وضع نمود (به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند افغانستان) تا از تأثیرات منفی اقتصادی ناشی از بیماری‌های فرامرزی در جوامع بیش‌تر حساس بتوان جلوگیری کرد. بانک جهانی تخمین کرده که شایعاتی بیماری‌های زونوز در ۱۰ سال گذشته در اثر از دست دادن امکانات تجارت، گردش‌گری (توریزم) و عایدات گمرکی بیش از ۲۰۰ میلیارد دالر هزینه داشته‌اند (۶، ۱۵). آفات و بیماری‌های حیوانی باعث ضایع شدن بیش از ۴۰ درصد مواد غذایی در جهان شده و برای بخش متباقی اقتصاد کشورهای در حال انکشاف و مصونیت غذایی باشندده‌های شان تهدید به شمار می‌روند.

بسیاری از تأثیرات اقتصادی را دشوار است تا تعیین مقدار کرد و به همین‌گونه ارزیابی آن نیز ممکن است آسان نباشد. برخی عوامل مانند رفاه حیوان، صحت انسان و محیط دارای اهمیت واضح‌اند؛ اما ارزش بازار ندارند و اشخاص مختلف در مورد ارزش این‌ها درک متفاوت دارند. به این ترتیب هزینه‌ی مجموعی بیماری‌های عمده‌ی حیوانی به‌ویژه آن‌هایی را که شدید بوده و تأثیرات وسیع دارند، نمی‌توان به‌شکل واقعی ارزیابی نمود. به هر صورت هزینه‌ی بیماری‌های حیوانی متعدد بوده می‌تواند (۱۶) و با کاهش کمیت و کیفیت مواد غذایی، سایر محصولات حیوانی (پشم، پوست و غیره) و نیروی حیوانات از طریق کاهش درآمد و سرمایه به‌طور متقابل جمعیت‌های انسانی را نیز متأثر می‌نمایند. به این‌گونه بیماری‌های فرامرزی حیوانی که میزان مصایبت و مرگ و میر بالا را در جمعیت‌های حساس حیوانات بار می‌آورند تهدید دوام‌دار را در تأمین معیشت مال‌داران تشکیل می‌دهند (۱۲). افزون بر آن بیماری‌های یاد شده تأثیر زیان‌باری قابل توجه را بالای اقتصاد ملی دارند. تأثیر اقتصادی بیماری‌های یاد شده شامل:

۱. تهدید مصونیت غذایی با از دست رفتن پروتئین حیوانی مانند شیر، گوشت و محصولات شیری؛
 ۲. افزایش سطح فقر به‌ویژه در جوامع نادار که متکی به پرورش حیوانات‌اند؛
 ۳. اقدامات وقایوی برای مجادله با بیماری‌های یاد شده به‌طور معمول پر هزینه‌اند؛
 ۴. تجارت حیوانات و محصولات حیوانی را در درون و بیرون از کشور مختل ساخته یا مانع می‌شوند.
- (۶).

اهمیت از لحاظ صحت عامه

حیوانات تقریباً ۷۵ درصد بیماری‌های ساری انسان را تشکیل می‌دهند. بسیاری از بیماری‌های یاد شده با توانایی انتقال از انسان به انسان‌ها تطابق کرده؛ اما بیماری‌های دیگر با انتقال مکرر از حیوانات به

انسان‌ها تا هنوز به قسم زونوز باقی مانده‌اند. انتقال همچو بیماری‌های زونوز، البته در نتیجه‌ای توسعه‌ای سیستم پرورش تکثیفی حیوانات در مناطق نزدیک جمعیت‌های انسانی و کاهش جای طبیعی بود و باش حیوانات وحشی، در سال‌های اخیر افزایش یافته است. بسیاری از این بیماری‌ها به مثابه‌ای خطر ظهور پاندمی‌ها تلقی می‌گردند. ظهور بیماری‌های زونوز ممکن به‌طور تصادفی و انفرادی انسان‌ها را متأثر ساخته؛ ولی هم‌چنان می‌توانند نزد انسان‌ها به خوبی تطابق کرده و اپیدمی‌ها و پاندمی‌های کشنده را به‌ویژه در جمعیت‌های حساس انکشاف نیافته انسانی بار آورند (۱۷).

جدا از نگرانی صحت عامه، پیامد اقتصادی ناشی از پاندمی انسانی خیلی زیاد بوده می‌تواند. مسئولین صحت عامه در کشورهای صنعتی با پرابلم‌های متعدد در حال افزایش مصئونیت غذایی، روبرو اند. به همین‌گونه شرایط به‌طور یک‌سان در کشورهای در حال انکشاف جدی می‌باشد. افزون بر بیماری‌های شناخته شده‌ی ناشی از غذا جوامع صحتی با چالش‌های انواع جدید بیماری‌های ناشی از غذا که در اغلب حالات پیامدهای جدی صحتی و اقتصادی همراه اند، روبرو می‌باشند (۱۸).

صدور قاچاقی محصولات و مشتقات فرعی حیوانات وحشی تأثیرات هولناک بالای انتقال بیماری‌های متعدد فرامرزی که هم‌چنان صحت انسان‌ها و تمام ایکوسیستم را متأثر می‌سازند، دارد. از میان این‌ها بیماری‌های دارای منشأ ویروسی مانند انفلونزای مرغی و چیچک شادی دارای توانایی زونوتیک خطرناک اند. به همین‌گونه‌های بیماری‌های ساری صحت انسان را نیز به مخاطره انداخته و تقریباً ۳۰ درصد ناتوانی جسمی را در انسان در سراسر جهان بار می‌آورند (۱۴، ۱۹).

جلوگیری و کنترل بیماری‌های فرامرزی

هدف تمام خدمات و تفرزی را جلوگیری، کنترل و ریشه‌کن‌سازی بیماری‌های ساری حیوانات تشکیل می‌دهد، تا به این وسیله صحت و حاصل‌دهی حیوانات به‌صورت مطلوب تأمین و محافظت گردیده و خسارات اجتماعی اقتصادی ناشی از آن‌ها به‌طور مؤثر به حداقل پایین آورده شوند. برای هر بیماری که موجودیت آن در یک کشور تثبیت گردیده؛ هدف اساسی برنامه‌های کنترل باید از همان آغاز مشخص گردد. به همین‌گونه عاری‌سازی (Eradication) به‌صورت عنعنوی و سنتی هدف برنامه‌های کنترل بسیاری از بیماری‌ها بوده؛ اما این هدف همیشه در چوکات زمانی مناسب با هزینه قابل قبول ممکن تحقق نیابد. برای برخی بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های فرامرزی ریشه‌کن‌سازی ممکن اقتصادی یا آسان نبوده و برای کاهش دوام‌دار یا تخفیف تأثیرات بیماری ممکن به‌گزینه‌های دیگر نیاز باشد (۶).

اهداف اساسی هر برنامه کنترل در برابر بیماری‌های فرامرزی ایجاد سطح مطلوب موجودیت بیماری است که اهداف کشور را برآورده کرده و سپس مؤثرترین طریقه را باید برگزید تا به آن سطح کنترل که لازم است، نایل آمد. پالیسی عاری بودن از بیماری یک معیار بالا است که هزینه‌ی قابل ملاحظه را بالای

یک کشور تحمیل می نماید. سطح مطلوب کنترل از یک کشور تا کشور دیگر با در نظر داشت تجزیه و تحلیل نتایج متفاوت بوده می تواند و با گذشت زمان همان طوری که سیستم های تولید و پرورش حیوانات و گزینه های کنترل تکامل می نمایند، تغییر می یابد. مسئولیت اساسی کنترل از پخش بیماری به عهده ی کشور است که از آن ناشی شده و هم به کشوری که به آن بیماری انتقال می نماید، می باشد. هر کشور یاد شده در صورت وقوع بیماری با سیستم های جدی قرنطین و به همین گونه خطر از دست دادن تولید و شرایط دشوارتر و بدتر روبرو می باشند. هدف عمده ی اقدامات کنترولی را زمانی که فعالیت انسان مانند تجارت یا مسافرت یا واگیری طبیعی، ارگانیزم های بیماری زا را به مناطق که قبلاً آلوده نبودند، انتقال نماید، جلوگیری از ورود و یا پخش عوامل بیماری زا تشکیل می دهد (۴).

وقایه البته هر زمانی که و هر جایی که ممکن باشد بهترین پالیسی برای جلوگیری از وقوع بیماری است. به هر صورت برخی بیماری ها طریقه های مناسب و قابل اعتماد جلوگیری ندارند؛ زیرا طریقه های سرایت و پخش آن ها یا شناخته نشده و یا کنترل شان دشوار می باشد. به همین گونه برای جلوگیری از ورود عوامل بیماری زا روش واضح کنترل نیز وجود دارد، چنان چه در نقاط مرزی و ورود قانونی به کشور موجودیت تصدیق بین المللی صحت حیوان و تصدیق بین المللی بهداشت باید چک و کنترل شود تا از تهاجم بیماری های فرامرزی ممانعت صورت گرفته بتواند (۵).

زمانی که کنترل حرکات حیوانات به مثابه ی وسیله ی مؤثر کنترل بیماری های فرامرزی در نظر گرفته می شود، باید به طور جدی و محتاطانه مورد تطبیق قرار گیرد. بعضی اوقات در برخی کشورها در صورتی که بیماری های فرامرزی دارای منشاء داخلی یا خارجی شناسایی گردد، طریقه ی عمده ی کنترل و جلوگیری بیماری را تطبیق روش های قرنطین و واکسیناسیون منطقی که به وسیله ی اقدامات بهداشتی و مصئونیت حیاتی تقویت می گردد، تشکیل می دهد. به این ترتیب انستیتوت های ملی خدمات و ترنری کشور، مسئول تولید اکثر واکسین های مورد نیاز برای بیماری های حیوانی برای حالات عاجل و هم چنان کاربرد عادی بوده و حتی ظرفیت تولید اضافی برای صادر کردن را باید داشته باشد (۴). به همین گونه با وجود این که در برخی کشورها کنترل بیماری ها به طور عمده به وسیله ی وقایه (Prophylaxis) صورت می گیرد؛ اما وقایه با دارو (Chem_ prophylaxis) و تداوی با دارو (Chemotherapy) نیز کاربرد وسیع دارد (۶).

چالش ها در برخورد با بیماری های فرامرزی

بیماری های فرامرزی تهدید دایمی برای مال داران اند. بیماری های یاد شده به خاطر مصارف شخصی و عامه و هزینه های که به طور انفرادی، جمعی و در سطح بین المللی در پیوند با عفونت ها و شیاعیات بیماری در نظر گرفته می شوند، اهمیت بزرگ اقتصادی دارند (۱۹). قابل یادآوری است که چالش های متعددی

در برابر استراتژی‌های مبارزه با بیماری‌های فرامرزی وجود دارند که عمده‌ترین آن‌ها در ذیل ارایه می‌گردند:

۱. نیاز به سیستم‌های نو که در صورت ظهور بیماری‌ها ظرفیت نظارت به موقع را داشته باشند. برای رفع این نیازمندی به انجام تحقیقات و تکنالوژی علمی مسیردهنده خدمات در سطوح منطقی ضرورت است. در تحقیقات به‌ویژه بالای تثبیت و تعیین هویت عوامل ساری باید تأکید صورت گیرد.
۲. نیاز به روش‌های اپیدمیولوژیکی برای تعیین دینامیک عفونت‌ها در خود کشور، کشورهای همسایه و منطقه. روش‌های یاد شده باید کاربرد به موقع داشته باشند.
۳. تحقیق و انکشاف چنان معرف‌های (Reagents) تشخیص بیماری‌ها که به سردسازی (Refrigeration) ضرورت نداشته باشند. از همه مهمتر که همچو امکانات باید به سهولت قابل دسترس و به همین‌گونه برای استفاده آماده شده بتوانند.
۴. بیماری‌های متعددی وجود دارند که برای شان واکسین‌های کافی وجود نداشته و یا اصلاً فراهم نمی‌باشد. نبود واکسن‌ها و یا واکسن کافی مانع برنامه‌های کنترل بیماری می‌شود. به این ترتیب برای این‌که واکسیناسیون به موقع صورت گرفته بتواند برای ذخیره کردن واکسین‌های مهم به ایجاد بانک‌های واکسین نیاز است.
۵. نیاز به موجودیت روش مؤثر مداخله یا استراتژی‌های کنترل بیماری و حتی در صورت فراهم بودن تکنالوژی مناسب باید کاربرد آن ارزان و آسان باشد.
۶. نیاز برای تأمین آگاهی عامه در مورد بیماری‌های اپیدمیک حیوانی. بسیاری از مال‌داران در مورد بیماری‌ها آگاهی نمی‌داشته باشند، از همین لحاظ زمانی‌که به مقامات مسئول منطقی در مورد بیماری اطلاع داده می‌شود بیماری ظهور کرده ممکن غیرقابل مشاهده شده باشد.
۷. کمبود سرمایه‌گذاری شخصی و دولتی برای انجام تحقیقات پیرامون بیماری‌های حیوانی. در این رابطه دولت و صنایعی که با صحت حیوان سر و کار دارند، باید ابتکار عمل را به دست گرفته و از این بخش حمایت لازم نمایند.
۸. نبود معیارهای مناسب قانونی برای تجارت مصئون حیوانات و محصولات حیوانی (۶،۴).

نتیجه‌گیری

بیماری‌های فرامرزی بیماری‌های شدیداً ساری و قابل انتقال حیوانات در سراسر جهان بوده که توانایی پخش سریع را بدون در نظر داشت مرزهای ملی کشورها دارند. بیماری‌های فرامرزی پیامدهای جدی اجتماعی-اقتصادی یا صحت عامه را در قبال داشته و از لحاظ تجارت بین‌المللی حیوانات و محصولات

حيواني نيز مهم می باشند. بیماری های فرامرزی شامل بیماری های چون تب وادی ریفت، جنون گاوی، توبرکلوز گاوی، مرغ مرگی و انفلونزای مرغی شدیداً بیماری زا که اهمیت زونوتیک داشته انسان را نیز مبتلا می کنند و سایر بیماری های عمده مانند طبق، التهاب ساری شش ها و پرده سینه گاو بیماری عقده دار شدن پوست و غیره اند. بیماری های یاد شده در نتیجه ی جهانی شدن سریع به شمول افزایش تجارت بین المللی حیوانات خانگی و وحشی و محصولات حیوانی، افزایش جمعیت انسانی، تغییرات جهانی اقلیم و تغییر سیستم پرورش حیوانات و تولیدات زراعتی به آسانی گسترش می یابند؛ اما طور معمول این بیماری ها به وسیله ی حیوانات زنده بیمار و محصولات آلوده انتقال می کنند. در اثر عدم موجودیت برنامه های تحقیقات مسیر داده شده، نبود برنامه های واکسیناسیون حیوانی، عدم آگاهی مال داران در باره این بیماری ها، نبود معیارهای مناسب قانونی برای تجارت بین المللی حیوانات و محصولات حیوانی، بیماری های فرامرزی چالش برانگیز شده اند. بنابراین، تخریبات و مصیبت های ناشی از انسان که بالای گرم شدن کره زمین و محیط زیست تأثیر زیان بار دارند باید کاهش یابند؛ زیرا این ها حیوانات را به عفونت های نومتمایل می سازند، ازین رو باید مساعی جمعی برای کاهش تأثیرات سوء تغییرات اقلیمی انجام یابد. بخاطر کنترل و جلوگیری از پخش بیش تر بیماری ها، پیشنهاد می گردد تا زنجیر عفونت از طریق برهم زدن پروسه ی انتقال میان انسان ها، حیوانات خانگی و وحشی شکستنده شود.

وکتورهای ناقل عوامل بیماری زا کنترل گردیده و حرکات و حمل و نقل حیوانات از طریق مرزها تا حد امکان کاهش یابد. برای جلوگیری از ورود بیماری های فرامرزی به کشور اقدامات قرنطین مرزی بهبود و ارتقا یابند. با انتخاب نسل های مقاوم، مقاومت جنیتیکی حیوانات در برابر بیماری ها بلند برده شود. فراهم سازی امکانات مصنوعیت حیاتی منظفوی با ظرفیت سیستم آگاهی دهی به موقع برای نظارت، کنترل و تشخیص بیماری. پالیسی های دولت برای افزایش تحقیقات و آموزش زراعتی و مال داری و انکشاف تکنالوژی بهبود یابد؛ زیرا وجوه مالی بیش تری برای این منظور نیاز است.

1. Otte MJ, Nugent R, and Mcleod A. Transboundary animal diseases: Assessment of Socioeconomic impacts and institutional responses. Livestock Policy discussion paper No.9.2004.
2. Food and Agriculture Organization, Experts meeting on climate related transboundary pests and disease including relevant aquatic species, FAO, Headquarter 25-27, Feb. 2008, Rome Italy.
3. Naqvi S, and Sejan V. Global Climate Change: Role of livestock. Asian J. Agriculture Sci. 2011; 3(1):19-25.
4. Getachew S, Hamid M, Review on transboundary animal diseases and their impacts on Int. trade, Int. J. Adv. Res. Bio. Sci. 2019; 6 (1):1-10.
5. Domench J, V broth J, Eddi C, et al., Regional and international approaches on prevention and control of animal transboundary and emerging diseases, Emerg. Infect. Dis., 2006; 10:2067-2072.
6. Ariful IM, Transboundary animal diseases: Concerns and management strategies, Res. Agri.livest. Fish, 2016; 3 (1)121-126.
7. Brown C, Immerging diseases, The global press, vet. Pathol. 2010;49: 9-14.
8. Chomel B, Belotto A, and Meslin F, Wild-life exotic pets and emerging zoonoses, Emerg. Infct. Dis. 2007; 10:2067-2072.
9. Gongal G, Thakuri K, and Knnady V, An overview of TADs. Of viral origen in South Asia: what needs to do, vet.sci. 2022; 9 (11): 586-594.
10. DFID, Animal Report, Department for International Development, <http://www.gov.uk.2002:1-73>.
11. Swai ES. Kapaga A, Kivaria F, et al, Prevalance and distribution of pest des petits ruminants virus antibodies in various district of Tanzania, Vet. Res.Communi. 2009; 33 (8):927-936.
12. Negesso G, Tschaya it, Albeush T et al, TADs., and their impacts on Int. trade, A review, Acad. J. of Anim. Dis.2016; 5 (3): 53-60.
13. Rich KM, Pery BD, and Kaitibie S, The economic and poverty impacts of animal diseases in developing countries: New roles, New demands for economic and epidemiology , Prev.Vet.Med. 2011; 101: 113-147.
14. Morga N, and Prakash A, International livestock Markets and impacts of animal diseases, Res. Sci: tech off. Int.epiz.2006; 25: 517-528.
15. Okello A, Paul E, Gibbs G, et al., One health and the neglected zoonoses, Vet. Record, 2011; 169:231-285.
16. Pearlberg PL, Setzinger Alt and Lee JG, Ecnomic impacts of regionalization of highly pathogenic avian influenza outbreak in the USA, J. Agri. Appl. Econo. 2007; 39(2):325-333.
17. Anand S, and Hanson K, Disability –adjusted life years; a critical review, J. Emerg. Inf, Dis, 2006; 16:1-7.
18. Catler S, Book A, and Vander P, Public Health Threat of New. Reemerging and neglected zoonoses in industrialized world. Emerg. Infet. Dis., 2010; 16:1-7.
19. Fauci A, Touch N, and Folkers G, Emerging Inf. Diseases; 10 years perspective from the national institute of Allergy and Infectious Diseases, Emerg. Infet. Dis. 2005; 11:519-525.

مروری بر وقوع افلاتوکسین M_1 در شیر خام و ضایعات اقتصادی ناشی از آن

پوهنوال سیدعارف احمدی

دیپارتمنت تکنولوژی و حفظ الصحه مواد غذایی، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: sayedarif.ahmadi@yahoo.com

چکیده

افلاتوکسین از جمله سموم خطرناک قارچی بوده که در وقت موجودیت رطوبت و گرمای زیاد و شرایط نامناسب نگهداری، تولید می شود و منیث موادی تهدیدکننده سلامتی انسان به شمار می رود. این مطالعه به هدف بررسی میزان افلاتوکسین M_1 در شیر خام، پاستوریزه و استریلیزه با استفاده از موضوع، مقالات، گزارش ها و سایت ها از جمله سایت های انترنی مانند دایرکت ساینس (direct science)، الزویر (Elsevier)، سیروس (Scirus)، پابمیت (PubMed)، سیت (SID) و سازمان جهانی صحت (WHO) مطالعه شده است. شیر از جمله کامل ترین ماده غذایی محسوب می گردد. لذا آلودگی این ماده غذایی ارزشمند و فرآورده های آلوده آن به عنوان یک خطر جدی برای صحت عامه بوده و اثرات نامطلوبی بر انسان، حیوانات و محصولات زراعتی دارد که منجر به ایجاد بیماری ها و زیان های اقتصادی برای آن ها می شود. توجه به روش های کاهش ورود افلاتوکسین M_1 در شیر و فرآورده های آن امری ضروری است.

اصطلاحات کلیدی: آلودگی؛ افلاتوکسین M_1 ؛ شیر خام؛ شیر پاستوریزه؛ اضرار اقتصادی

A Review of Aflatoxin M_1 Incidence in Raw Milk and its Economic Losses

Associate Prof. Sayed Arif. Ahmadi

Department of Food Technology & Hygiene, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: sayedarif.ahmadi@yahoo.com

Abstract

Aflatoxins, hazardous fungal toxins, pose serious health risks when produced under conditions of sufficient moisture, heat, and improper preservation. This study systematically reviews the incidence of Aflatoxin M_1 in raw, pasteurized, and UHT milk worldwide, along with its economic losses. Utilizing articles, guidelines, and specific databases such as SID, PubMed, Scirus, Elsevier, Science Direct, and WHO sites, relevant literature was examined. Contamination levels were found to be higher during cold seasons compared to warmer periods. Given milk's status as a staple food, its contamination poses a significant risk to public health, with adverse effects on humans, animals, and crops, leading to illnesses and economic losses. Consequently, methods for reducing Aflatoxin M_1 in milk and dairy products are imperative.

Keywords: Contamination; Aflatoxin M_1 ; Raw Milk; Pasteurized Milk; Economic Losses

مقدمه

از میان عوامل متعددی که سبب فساد مواد غذایی می‌شوند، سموم قارچی در درجه‌ی اول از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه قادر به کنترل و حذف کامل افلاتوکسین نبوده، میلیاردها انسان که در این کشورها زنده‌گی می‌کنند، بیش‌تر در معرض مقادیر زیاد و کنترل‌نشده‌ی افلاتوکسین قرار می‌گیرند. افلاتوکسین M_1 از جمله میتابولیت‌های حاصله از هایدروکسیلیشن (Hydroxylation) افلاتوکسین B_1 گفته شده است که به‌عنوان فراورده‌ی میتابولیکی در شیر، ادرار و مدفوع حیوان ظاهر می‌گردد (۲). چنانچه اگر حیوان با چیره آلوده به افلاتوکسین B_1 تغذیه شود، انزایم‌های موجود در جگر این سم را هایدرولیز نموده و آن را به افلاتوکسین M_1 تبدیل می‌نماید. مطالعات نشان داده است که تغذیه حیوانات با استفاده از خوراکی‌های آلوده به قارچ نه‌تنها باعث مسمومیت و تلفات حیوانات می‌شود، بلکه در محصولات جانبی آن مانند گوشت حیوان نیز ذخیره شده و وارد زنجیره غذای انسان می‌شوند. بخش اعظمی از افلاتوکسین M_1 پس در ترکیب ادرار دفع می‌گردد. اما ۱ تا ۳ درصد از مقدار افلاتوکسین B_1 در خوراکی حیوان پس از هایدروکسیلیشن به کازئین (Casein) شیر متصل شده و به داخل شیر ترشح می‌گردد (۲،۳،۴). تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که شیر بزرگ‌ترین منبع ورود افلاتوکسین M_1 به بدن انسان است (۵). بنابراین، در صورت عدم رعایت اصول بهداشتی در تولید با مصرف شیر و محصولات آن خطر مواجه شدن با افلاتوکسین M_1 افزایش می‌یابد (۶).

مداخله جدی نهادهای دولتی در بهبود فراوری و تولید بهداشتی محصولات زراعتی، سلامت مصرف‌کنندگان و حمایت از تولیدکنندگان دو موضوع مهمی است که باید در جهت بهبود امنیت و سلامت مواد غذایی مورد توجه قرار گیرند. عدم توجه به هر مورد باعث ضایع شدن سرمایه و کاهش دسترسی مصرف‌کنندگان به منابع غنی غذایی و یا صدمه به سلامت مصرف‌کننده می‌گردد. از این رو بسیاری از کشورها جهت ممانعت از تأثیر سرطان‌زایی و جهش‌زایی میکوتوکسین‌ها (Mycotoxin) برای انسان و حیوانات اقدامات جدی را جهت مصرف حداکثر و قابل تحمل آن برای آن‌ها تعیین نموده‌اند (۷). اتحادیه اروپا و وزارت غذا و داروی آمریکا به ترتیب حداکثر حد قابل قبول افلاتوکسین M_1 ، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ نانوگرم در هر کیلوگرم وزن بدن مشخص ساخته است (۸-۹).

تاریخچه

در سال ۱۹۶۰ میلادی بیش از یک‌هزار فیل مرغ جوان در کشور انگلستان از اثر یک بیماری جدید تحت عنوان بیماری نامعلوم در مدت چند ماه از بین رفتند. محققین پس از مطالعات و بررسی‌های دقیق

دریافتند که بیماری تنها محدود به فیل مرغ نبوده و در چوپه مرغابی و بونده‌های کوهی جوان نیز منجر به تلفات سنگینی شده است. چنین به نتیجه رسیدند که عامل بیماری از طریق تغذیه با ممپلی (۱) بارازیلی به طیور مزبور منتقل و باعث مرگ و میر آنها شده است. سرانجام بعد از آزمایشات متعدد مشخص گردید که خوراکی آنها به اثر آلوده‌گی با سم که منشأ قارچی داشت، باعث تلفات طیور گردیده اند. لذا در سال ۱۹۶۱ میلادی قارچ تولیدکننده بیماری را اسپرژیلوس فلاوس (*Aspergillus. Flavou*) و سم حاصله را افلاتوکسین (*Aflatoxin*) نام‌گذاری کردند. کشف این سموم موجب شد که مسئولین به زیان‌های حاصله از سموم قارچی به‌عنوان عامل آلوده‌کننده مواد غذایی و ایجاد بیماری و حتی مرگ در انسان و حیوانات توجه بیشتری نمایند (۷).

در زمستان ۱۹۷۴ م، بیماری افلاتوکسیکوزیس (*Aflatoxicosis*) در دو ایالات شمالی و ۱۵۰ روستای کشور هند اتفاق افتاد و در این همه‌گیری ۳۹۷ تن بیمار شدند که از این جمله ۱۰۸ تن شان جان باختند. در سال ۱۹۸۲ م، بیماری مزبور در کشور کنیا مشاهده گردید.

در سال ۱۹۸۸ م، نهاد تحقیقات بین‌المللی برای سرطان (*IARC*) افلاتوکسین B_1 را در لیست مواد سرطان‌زا برای انسان قرار داد (۱۰، ۴۴). براساس گزارش‌های سازمان خوراکی و زراعت سازمان ملل متحد (*FAO*) در هر سال میلیون‌ها تن مواد غذایی در اثر آلوده‌گی با میکوتوکسین‌ها از بین می‌رود. لذا در سال ۱۹۸۸ م برنامه‌ریزی‌های آموزشی زیادی برای کنترل بهداشتی مواد غذایی در سراسر جهان صورت گرفت (۳). در سال ۱۹۹۰ م، بنابر گزارش مرکز کنترل بیماری‌ها (۲) در کشور آمریکا عامل ایجاد بسیاری از موارد مسمومیت‌های غذایی میکروب‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا عنوان شده است.

در سال ۱۹۹۰ م، روش تعداد مجموع لیکوسایت (*TLC*) به‌عنوان یکی از روش‌های متداول جداسازی افلاتوکسین مورد توجه بوده و به‌منظور تشخیص و تعیین مقادیر کمی افلاتوکسین به کار رفته شده است. در این روش میزان سم بر حسب NG/G (۱ گرام) معادل با ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ نانوگرام (*nanogram*) گزارش می‌شود (۷، ۴۵).

افلاتوکسین‌ها، میکوتوکسین‌هایی هستند که توسط دو نوع قارچ به نام‌های *Aspergillus. Flavous* و اسپرژیلوس پارازیتیکوس (*Aspergillus. Parasiticus*) ایجاد می‌شوند. در کلمه *Aflatoxin* حروف A و F به ترتیب نماینده جنس قارچ یا *Aspergillus* و گونه آن *Flavous* می‌باشند که با کلمه *Toxin* ترکیب شده است (۴۰، ۴۱).

مطالعات زیادی در مورد گونه‌های این قارچ شامل *Aspergillus. Parasiticus*، *Aspergillus. Flavous*، *Aspergillus. niger* و *Aspergillus. nomius* در پوهنتون‌ها و مراکز تحقیقاتی جهان صورت پذیرفته است.

براساس این مطالعات در طبیعت چهار نوع افلاتوکسین اصلی شامل (G_2 و G_1 ، B_2 ، B_1) و دو نوع محصول میتابولیکی آن‌ها به نام‌های M_1 و M_2 وجود دارند که می‌توانند خوراکه‌های حیوانی و انسانی مانند (جواری، سورگوم، گندم، سویا، کنجاره، پنبه دانه، مپلی، میوه خشک) را آلوده سازند (۳۵، ۳۴).

افلاتوکسین‌های M_1 و M_2 برای اولین بار از شیر حیوانات که با خوراک آلوده تغذیه شده بودند، جدا شدند (۲۹، ۲۸). این سموم دارای ساختمان مالیکولی مشابهی بوده و یک گروه از ترکیبات اکسیجن دار هیتروسیکلیک (Heterocyclic) را تشکیل می‌دهند (۲۶، ۲۵).

اگر گاو شیر از خوراکه حیوان که آلوده به افلاتوکسین B (B_1/B_2) تغذیه نماید انزیم‌های موجود در جگر حیوان آن را به افلاتوکسین M_1 تبدیل نموده که در شیر وادرار را دفع می‌شود (۲۴، ۲۳).

این سموم در شیر، پنیر، مپلی، تخم پنبه دانه، مغز بادام، انجیر و در انواع مختلف خوراک‌های انسانی و حیوانی یافت شده می‌توانند و قابل اندازه‌گیری می‌باشند. گاهی تخم مرغ و محصولات گوشتی به علت استفاده از خوراکه آلوده، آلوده‌گی به افلاتوکسین را نشان می‌دهند. افلاتوکسین‌ها از مسائل مهم بهداشت عمومی به‌شمار می‌روند و می‌توانند در کلیه مراحل تولید، فرآوری، حمل و نقل و ذخیره به مواد غذائی آسیب برسانند (۱۸، ۱۷).

فاکتورهایی که می‌توانند زمینه‌های لازم جهت رشد قارچ و تولید افلاتوکسین را ایجاد نمایند و شامل آلوده‌گی محصولات زراعتی قبل از درو، به تعویق افتادن زمان خشک کردن محصولات و بالابودن درصدی رطوبت آن، آفات نباتی و انباری، شرایط نگهداری مواد غذایی در انبار (از نظر میزان درجه حرارت و رطوبت) می‌شوند. همچنین عواملی مانند استرس (Stress) ناشی از کمبود آب و خشک‌سالی، باروری ضعیف گیاهان و تراکم زیاد آن‌ها در مزرعه، وجود علف‌های هرزه، افزایش درجه حرارت محیط در ازدیاد قارچ‌ها و تولید سم نقش دارند (۳۸، ۳۷، ۳۶).

حساسیت فردی حیوانات به سم افلاتوکسین به‌طور قابل توجهی متفاوت بوده و به‌گونه، سن، جنس و تغذیه حیوان بستگی داشته طوری که حیوانات جوان‌تر دارای بیشترین حساسیت به این سم می‌باشند (۳۹).

عواملی چون وضعیت تغذیه، وجود عوامل بیماری‌زا مانند ویروس هپاتیت (Hepatitis Virus) و یا آلوده‌گی‌های پارازیتی در ایجاد بیماری در انسان نقش داشته و مواردی مانند محدودیت دسترسی به مواد غذایی، فراهم بودن وضعیت محیطی مناسب جهت رشد قارچ‌ها، نبود سیستم کنترولی و مراقبت به‌خصوص هنگامی که انسان برای مدت طولانی در معرض مقادیر کمی سم قرار می‌گیرد، می‌تواند موارد بروز بیماری را افزایش دهد (۴۰).

اثرات سم افلاتوکسین بالای سلامتی انسان و حیوان

انسان به وسیله ی مصرف غذاهای آلوده با سم های قارچی در معرض خطر قرار می گیرند و چون جلوگیری از رشد قارچ ها در مواد غذایی آسان نیست؛ بنابراین پیش گیری از بیماری های قارچی در انسان و حیوان مشکل می باشد.

در بعضی از کشورهای جهان از جمله تایوان، اوگاندا و هندوستان مواردی از بروز افلاتوکسیکوزیس انسانی از اثر مصرف غذاهای آلوده گزارش شده است. اما در کشورهای توسعه یافته به دلیل نبود وجود سیستم های کنترل دقیق، فروش مواد غذایی آلوده ممنوع بوده و بیماری به ندرت مشاهده می شود (۴۵، ۴۴، ۴۲).

علائم کلینیکی مشاهده شده در انسان و حیوان شامل اختلال در دستگاه هاضمه، جلوگیری از فعالیت سیستم ایمنی، کاهش تولید مثل، افزایش ضریب تبدیل غذا، کاهش شیر و تخم مرغ، کم خونی، یرقان و کاهش رشد می باشد. ایجاد سرطان توسط افلاتوکسین به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و جگر عضو اصلی است که در بیشتر گونه ها آسیب می بیند. نتایج حاصله از این مطالعات حاکی از آن است که افلاتوکسین های B_1 ، M_1 ، G_1 باعث ایجاد انواع سرطان در گونه های مختلف حیوانات می شود. حیواناتی که تحت تأثیر افلاتوکسین قرار گرفته اند، اشتهای شان کم شده و تلفات ناشی از این سموم قابل مشاهده است (۴۵). چنانچه میزان دریافتی افلاتوکسین در خوراکی خوک بین ۱۰۰-۴۰۰ PPB باشد، میزان رشد کاهش می یابد. اما اگر میزان دریافتی بیش از ۴۰۰ PPB گردد. ضایعات جگر، خونریزی در اعضای داخلی و حتی مرگ مشاهده خواهد شد؛ درحالی که علائم کلینیکی در گوساله و گاوها وقتی ظاهر می شود که به ترتیب میزان افلاتوکسین ۱۵۰ PPB و ۶۰۰ PPB در نمونه دریافت گردد (۴۴).

اگر انسان روزانه برای مدت طولانی کمتر از ۱۰ میکروگرام در برابر هر کیلوگرام وزن بدن افلاتوکسین B_1 دریافت نماید، به عوارض زود گذر و موقتی مبتلا می شود. اما چنانچه این میزان به ۵۰ میکروگرم برسد، اثرات کلینیکی مهمی رخ خواهد داد و تظاهرات اپیدمیولوژیکی اتفاق می افتد (۲).

مطالعات انجام شده در آسیا و آفریقا نشان می دهد که جیره های غذایی حاوی افلاتوکسین از عوامل ایجاد سرطان جگر در انسان هستند. بنابراین، محققین بیمارستان ها و مراکز درمانی سراسر جهان در جستجو و تلاش برای مشخص نمودن علل سرطان جگر می باشند. آن ها پس از بررسی های زیادی پی برده اند که افراد در معرض فاکتورهای خطر مانند التهاب جگر، سیروز جگر، افلاتوکسین ها، پیری و عوامل ارثی احتمال مبتلا شدن شان به سرطان جگر بیشتر است. فاکتورهای خطر عواملی هستند که چانس مبتلا شدن انسان را به یک بیماری افزایش می دهند (۴۳).

زیان‌های اقتصادی ناشی از افلاتوکسین M_1

زیان‌های اقتصادی ناشی از آلوده شدن مواد غذایی و خوراکی حیوانات و طیور به افلاتوکسین‌ها شامل خسارات اقتصادی وارده به صنعت مال‌داری، تلفات حیوانات و طیور، زیان‌های وارده به محصولات زراعتی، شیوع بیماری‌های حیوانی در فارم‌ها و مرغ‌داری‌ها، ضعیف شدن سیستم ایمنی حیوانات، کاهش رشد و تولید، افزایش ضریب تبدیل مواد غذایی و هزینه‌های برنامه‌ریزی جهت کاهش خطرات می‌گردد.

براساس گزارش‌های (FAO) سالانه ۲۰ درصد از محصولات غذایی تولید شده در جهان به‌وسیله سموم قارچی آلوده می‌شوند که در این نوع آلوده‌گی افلاتوکسین‌ها سهم بیشتری نسبت به سایر سموم دارند. همچنین میزان زیان‌های ناشی از حذف مواد غذایی آلوده و خسارات وارده به محصولات زراعتی آمریکا در هر سال ۱۰۰ میلیون دالر اعلام شده است (۴۴).

طبق بررسی‌های مراکز کنترل و جلوگیری امراض (CDC) و اداره دارو و غذای سازمان ملل (FDA) ۳- ۱۴ درصد از جمعیت آمریکا سالانه به مسمومیت غذایی مبتلا می‌شوند که از این تعداد تقریباً ۹۰۰۰ تن آن‌ها در سال در اثر مایکوتوکسین‌ها و باقی‌مانده‌های دارویی، مواد کیمیایی زراعتی و هورمون‌ها از بین می‌روند (۲).

بنابر آنچه ذکر گردید، در حال حاضر پیش‌گیری و خنثی‌سازی این سموم در خوراکی حیوانی و انسانی از مسایل مهمی اند که صنایع غذایی جهان به آن روبرو است و باید جهت حفظ بهداشت و سلامتی افراد جامعه با برنامه‌ریزی‌های دقیق نسبت به حذف آن‌ها از مواد در شکل مزمن علاوه بر تغییرات در جگر، کاهش در رشد، کاهش در راندمان تغذیه، تغییرات در گرده، اختلال در متابولیسم پروتئین‌ها و چربی‌ها دیده شده و در شکل حاد بیماری‌های علایمی چون بی‌حالی، درد ناحیه شکم، اسهال، سقوط راست روده (Rectal prolapse) و سرانجام مرگ مشاهده می‌شود (۵).

افلاتوکسین‌ها در جگر حیوانات دچار استقلاب (Metabolism) می‌شوند و غلظت زیاد آن می‌تواند باعث بیماری‌های جگر و سرانجام سبب مرگ حیوان گردد. اما در غلظت‌های کم می‌تواند عوارض گوناگونی مانند ایجاد نواقص مادر زادی، خون‌ریزی در عضلات و کاهش فعالیت‌های سیستم ایمنی را در بر داشته باشد (۱۰).

مروری آثار

مطالعات متعددی در خصوص ارزیابی میزان افلاتوکسین M_1 در شیر خام و پروسس شده در ایران انجام شده است (۱۱) و همکاران تعداد ۸۹ نمونه از شیر پاستوریزه موجود در سطح عرضه شهر اصفهان مورد

ارزیابی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که اوسط آلوده‌گی به افلاتوکسین M_1 ، ۳۰ نانوگرام بر لیتر بوده و شیر تولید شده در خارج از شهر اصفهان (۳۷.۵ درصد بیش از حد استاندارد اروپا) آلوده‌گی بیش‌تری نسبت به شیر پاستوریزه تولید داخل شهر (۳.۶۳ درصد بیش از حد استاندارد اروپا) داشتند (۱۲). در ارزیابی ۷۵ نمونه شیر پاستوریزه در شهر مازندران اوسط آلوده‌گی را ۶۳.۸۴ نانوگرام بر لیتر ارزیابی نمودند که ۱۳ درصد از نمونه‌ها آلوده‌گی بیش از حد استاندارد ایران را داشتند (۱۳). به‌طور کلی در مطالعاتی که طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ خورشیدی بر روی شیر پاستوریزه اهواز صورت گرفته، نشان می‌دهد که وضعیت شیر پاستوریزه از نظر آلوده‌گی به افلاتوکسین بهبود یافته است (Ghiasian Alborzi and) بیان می‌دارد که از که حضور افلاتوکسین M_1 در شیر متداول بوده و آثار زیان‌بار آن نیز نشان داده شده است. لذا ضرورت ارزیابی میزان افلاتوکسین در شیر و مقایسه وضعیت موجود با مطالعات گذشته که در شهرستان‌های شهر کرمان انجام شده است (۱۶، ۱۸)، محققین را بر آن داشت تا این مطالعه را با هدف اندازه‌گیری مقدار افلاتوکسین M_1 شیر پاستوریزه عرضه شده در شهر کرمان و رفسنجان در دو فصل زمستان سال ۱۳۹۷ خورشیدی (ماه دلو و حوت) و تابستان سال ۱۳۹۸ خورشیدی (ماه سرطان و اسد) به‌منظور بررسی وضعیت بهداشتی شیر توزیع شده در شهر کرمان محقق سازند (۱۷).

گزارش‌های مختلفی در مورد شیوع آلوده‌گی نمونه‌های شیر به افلاتوکسین M_1 وجود دارد و مطالعات قبلی در ایران نیز در بیشتر موارد درصد بلند آلوده‌گی را نشان داده‌اند (۴۶). (Unusan). در مطالعه‌ی ۸۲.۲ درصد و در مطالعه‌ی دیگر ۹۲.۳ درصد از نمونه‌های شیر تهران را آلوده به افلاتوکسین M_1 گزارش نمودند. مطالعه‌ی (۱۰) نشان داد که ۷۶ درصد نمونه‌های شیر مورد مطالعه به میکروتوکسین آلوده دریافت گردید. در مطالعه‌ی (Ghiasian)، میزان آلوده‌گی شیر خام به افلاتوکسین M_1 ، ۶۴ درصد گزارش گردید. همچنین در مطالعات مشابه (۱۵) ۶۲۴ نمونه شیر پاستوریزه شهر شیراز، (۱۶) ۱۲۸ نمونه شیر پاستوریزه شهر تهران، (۱۸) ۱۴۴ نمونه شیر خام و پاستوریزه شهر ارومیه و ۹۰ نمونه شیر پاستوریزه در اردبیل گزارش گردید که ۱۰۰ درصدی نمونه‌ها به افلاتوکسین M_1 آلوده بودند.

در مطالعه‌ی (Riazipour) و همکاران که روی شیر خشک سه کارخانه تهران، گرگان و مجتمع مغان در سال ۲۰۱۰ میلادی با استفاده از روش الایزا انجام گرفت، ۹۷ درصد از نمونه‌ها با اوسط ۷۷۰ نانوگرام در لیتر آلوده تشخیص داده شد (Riazipour). در مطالعه (ISIRI) در سال ۲۰۰۵ میلادی تمامی نمونه‌های مورد مطالعه از لحاظ آلوده‌گی به افلاتوکسین M_1 مثبت بودند و از میان ۸۰.۷ درصد از کل نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد استاندارد دریافت گردیده است.

(Kos) و همکاران (۱۹۷۷) میلادی اعلام کردند که افلاتوکسین M_1 در روند حرارتی پایدار است. در مراحل نگهداری ماست، سطح افلاتوکسین به میزان کمی کاهش می‌یابد و افزایش کمی در غلظت افلاتوکسین M_1 در ماست پس از تخمیر را گزارش کردند.

(Pour) و همکاران (۲۰۰۶) میلادی در یک مطالعه در منطقه آفیون کاراهیسار (Afyonkarahisar) ترکیه، سطح آلودگی افلاتوکسین M_1 را (در ۱۷۷ نمونه ماست صنعتی ۱۰۴ نمونه ماست معمولی، ۲۱ نمونه ماست میوه‌ی و ۵۲ نمونه ماست چکیده) به روش الیزا (ELISA) مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که ۱۱.۵۳ درصد از ماست‌های معمولی، ۹.۵۲ درصد از ماست‌های میوه‌ی و ۲۱.۱۵ درصد از ماست‌های چکیده بالاتر از حد استاندارد آلوده به افلاتوکسین بودند.

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۸ خورشیدی (۱۰) و همکاران روی شیر تحویلی به کارخانجات شیر پاستوریزه تهران و با استفاده از روش الیزا بر روی ۷۳ نمونه شیر انجام گرفت، ۸۲.۲ درصد از نمونه‌ها با اوسط آلودگی ۲۵۹ نانوگرام در لیتر تشخیص داده شد که این میزان حدود نصف استاندارد ملی و بین‌المللی است. در مطالعه (۲۴) در سال ۲۰۰۷ خورشیدی بر روی شیر خام انجام شد که ۵۴ درصد از نمونه‌ها آلوده تشخیص داده شدند. در مطالعه (۱۹) در سال ۲۰۰۷ مشخص شد که میزان آلودگی افلاتوکسین M_1 شیر پاستوریزه در ماه‌های دلو، حوت و حمل همگی ۱۰۰ درصد مثبت دریافت گردیده بود. بر اساس استاندارد (Food and Drug Association (FDA) آمریکا و نیز استاندارد کودکس (Codex Alimentarius) حداکثر مجاز باقی مانده افلاتوکسین M_1 در شیر ۵ میکروگرام در لیتر و خوراکی حیوان ۲۰ میکروگرام در لیتر می‌باشد (۲۷، ۳۱). جدول (۱) مطالعات انجام شده بر روی میزان آلودگی شیر گاو با افلاتوکسین M_1 در ایران و سایر کشورها جهان معرفی می‌دارد.

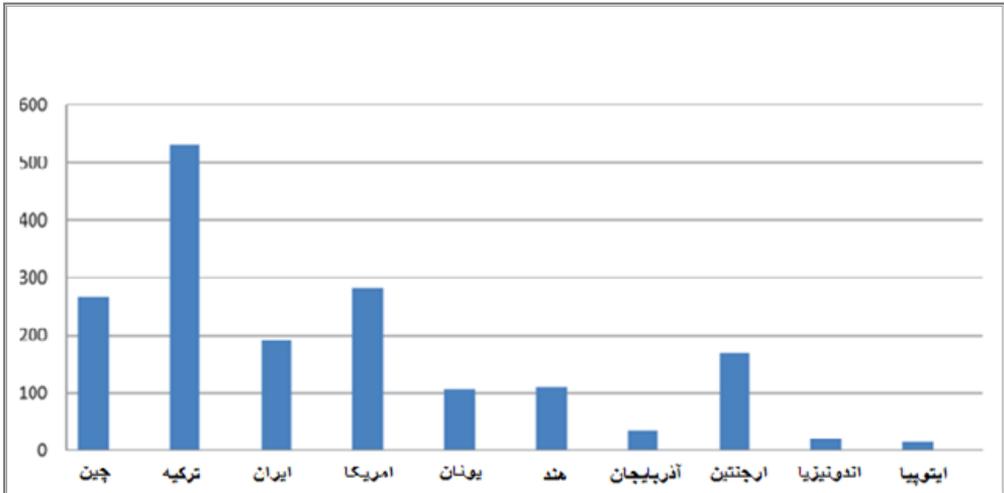
جدول ۱: مطالعات انجام شده بر روی میزان آلودگی شیر گاو با افلاتوکسین M_1 در ایران و سایر کشورها

https://jfh.tabriz.iau.ir/article_517460.html

منبع	درصد نمونه‌های (حاوی افلاتوکسین M_1 بیش از حد مجاز استاندارد اتحادیه اروپا)	تعداد نمونه	نوع شیر	مکان
۸	۹۹.۴	۱۶۸	خام	پاکستان
۲۵	۷۸	۱۲۰	پاستوریزه	تهران (ایران)
۲۸	۴۷	۱۲۹	استریلیز شده	ترکیه
۲۴	۳۱.۵	۹۸	خام	گرگان (ایران)
۳۲	۲۵.۱	۹۸	خام	تهران (ایران)
۳۳	۱۸.۳	۹۸	خام	رشت (ایران)
۱۵	۱۷.۸	۶۲۴	پاستوریزه	شیراز (ایران)
۳۰	۷.۴	۵۴	پاستوریزه	مراکش
۴۷	۵.۴	۱۱۰	پاستوریزه	مشهد (ایران)
۴۸	۳.۸	۱۰۵	استریلیز شده	کویت
۴۹	۲.۶	۴۰	استریلیز شده	بارازیل

(Lee) و همکاران در سال ۱۳۹۱ خورشیدی به تعداد ۹۰ شیر خام گاو اطراف شهر تبریز را با روش الیزا مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که درصد ۱۰۰ نمونه‌ها آلوده به AFM_1 بودند. تحقیقات (Lee) و همکاران در سال ۲۰۱۰ م، نشان داد که از ۸۴ نمونه شیر خام جمع آوری شده از شهر لاهور پاکستان، ۸۱ درصد نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد مجاز اتحادیه اروپا و آمریکا دریافت نمودند (Muhammedet al). در تحقیقی که توسط (Lee) و همکاران در سال ۲۰۰۹ م در کشور کوریا بر روی ۱۰۰ نمونه شیر خام انجام شد، ۴۸ نمونه آلوده به AFM_1 گزارش شد که در هیچ کدام از نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد مجاز از ستندرد کشور کوریا PPT ۵۰ دریافت نگردید.

در گراف (۱) تعداد اختراهای مربوط به افلاتوکسین توسط سیستم هشدار سریع غذا و خوراکی Rapid (RASFF) Alert System for Food and Feed در ۱۰ کشور با بالاترین تعداد اختار در محدوده زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ آمده است که البته سطح تولید در کشورهای نام برده باید در نظر گرفته شود و به صورت درصد مقایسه گردد.



گراف ۱: مقدار افلاتوکسین در ۱۰ کشور با بالاترین تعداد اختلال در محدوده زمانی ۲۰۱۵-۲۰۱۹
<https://www.farsnews.ir/news/s>

در آخر با توجه به خطرات این سم قارچی و آلوده شدن طیف وسیعی از مواد غذایی و حتی محصولات مراقبتی و آرایشی بر پایه گیاهی و بروز خطرات جبران‌ناپذیر روی سلامت انسان‌ها و از طرفی ایجاد خسارات اقتصادی به دلیل برگشت داده شدن اجناس صادراتی و به دلیل این‌که حتی به‌کار بردن راهکارهای صنعتی موجود برای کاهش میزان افلاتوکسین در محصولات زراعتی، نمی‌تواند باعث کاهش ۱۰۰ درصدی آلوده‌گی‌های افلاتوکسینی شوند، بهتر است اولاً با آگاهی از شرایط رشد و نمو قارچ و تولید افلاتوکسین در مراحل قبل و بعد از برداشت، از فراهم شدن شرایط لازم برای تولید این سم قارچی جلوگیری شود و ثانیاً تولیدکنندگان مواد غذایی، قبل از ورود محصولات به بازار میزان آلوده‌گی‌های افلاتوکسینی آن‌ها را در لابراتوارهای مواد غذایی بررسی کنند تا هم از بروز اثرات نامطلوب روی سلامت جامعه و هم از بروز زیان‌های اقتصادی آن جلوگیری شود
<https://www.farsnews.ir/news/s>

نتیجه‌گیری

افلاتوکسین‌ها میتابولیت‌های سمی قارچ‌ها هستند که توسط گونه‌های مختلف اسپرژیلوس تولید می‌شوند. این سموم در ایجاد بیماری‌زایی از قبیل سرطان جگر، هیپاتیت مزمن و سیروز نقش بسیار مهمی دارند. حضور افلاتوکسین در لبنیات یک مشکل بسیار جدی و مهم برای سلامت عمومی، مخصوصاً برای نوزادان و کودکان است که بیشترین مصرف‌کننده این محصولات به‌شمار می‌روند. برای کاهش میزان افلاتوکسین در شیر؛ کنترل تغذیه حیوانات شیرده که به نوعی از شیر آن‌ها استفاده می‌شود از لحاظ آلودگی به افلاتوکسین M_1 باید مورد توجه قرار گیرد.

استفاده از شیوه‌های مدیریتی در پرورش حیوانات و کنترل منظم میزان آلودگی خوراکه حیوان، واحدهای تولیدکننده خوراکه حیوانات و استفاده از سیستم‌های تشویقی برای واحدهای تولیدکننده شیر عاری از این سم و همچنین جریمه واحدهای تولیدکننده شیر با مقادیر سم بالاتر از حد مجاز می‌تواند به تولید شیر سالم کمک نماید. همچنین توصیه می‌شود که از تغییر مداوم مقادیر حد مجاز باقیمانده افلاتوکسین در خوراکه حیوانات و شیر پرهیز گردد.

1. IARC Mycotoxins maximum permissible level in food and feed. . 1st Revision of standard number 5925 .<http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/5925.pdf> :International Agency for Research on Cancer (1998).
2. Gigli I. Milk Proteins: From Structure to Biological Properties and Health Aspects: BoD–Books on Demand; (2016).
3. Yildirim E, Iline L, Laptev GY, Zaitsev SY. Influence of Zaslon®-Fito enterosorbent of mycotoxins on rumen microbiome and productivity of dairy cows (2019); *Agricultural Biology* ۵۴.(6): 53.- 144.
4. Tudu S, Ranjan A, Kumari P, Choudhary A. Aflatoxin M1 in Milk of Cow in Relation to Lactation Period and Yields.; (2020) *IJRESM* .10-10107: (10)3.
5. Van der Fels-Klerx H, Vermeulen L, Gavai A, Liu C. Climate change impacts on aflatoxin B1 in maize and aflatoxin M1 in milk: A case study of maize grown in Eastern Europe and imported to the Netherlands.; (2019) (*PloS One*14-1: (6)14.
6. Hussain I, Anwar J, Asi MR, Munawar MA, Kashif M. Aflatoxin M1 contamination in milk from five dairy species in Pakistan) .2010 ;(*Food control* .4-122: (2)221.
7. Rahimi E, Bonyadian M, Rafei M, Kazemeini H. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran .*FCT*- 31-129:(1)48:2010.
8. Set E, Erkmén O. The aflatoxin contamination of ground red pepper and pistachio nuts sold in Turkey .*FCT*.37,-2532:(9-8)48
9. Creppy EE. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe .*Toxicology letters*. 28-19:(3-1)127;2002
10. ISIRI. Mycotoxins maximum permissible level in food and feed. . 1st Revision of standard number 5925 .<http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/5925.pdf> :Institute of Standard and Industrial Research of Iran; 2009.[Farsi]
11. Rasti-Ardakany M, Ranjbari AR, Hydari MR. Aflatoxin M1 Contamination Rate in Pasteurized Milk in Isfahan City, Iran .(2018); *JHSR*; 271-265 :(2)14 .Farsi
12. Ali Nia F, Babae Z. Determination of aflatoxin M1 in Mazandaran Province at the first half of (2012); 0 .*JMUMS* 6-40 :(93)22.
13. Behfar A, Khorasgani ZN, Alemzadeh Z, Goudarzi M, Ebrahimi R, Tarhani N .Determination of Aflatoxin M1 levels in produced pasteurized milk in Ahvaz City by using HPLC) .(2012) ;*JINPP* ;(2)7 :
14. Ghiasian, S.A., Maghsood, A.H., Neyestani, T. and Mirhendi, S.H. Occurrence of Aflatoxin M1 in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Journal of Food Safety*;; (2007)27: 188-198.
15. Alborzi, S., Pourabbas, B. and Rashidi, M. Aflatoxin M₁ contamination in pasteurized milk in Shiraz. (2006)*Food Control*, 17: 582-594.
16. Tajik, H., Rohani, S.M. and Moradi, M., Detection of Aflatoxin M₁ in raw and commercial pasteurized milk in urmia, iran. *Pakistan Journal of Biological Science*, (2007) 10(22): 4103-4107.
17. Rohani FG, Aminaee MM, Kianfar M. Survey of aflatoxin M1 in cow's milk for human consumption in Kerman Province of Iran .*FAC* :Part B ;(2011) 4(3): 191-4.
18. Mohajeri A, Mohajeri F, Amiri A, Khorramdel Azad H, Ahmadi Z, Asadollahi Z, et al. Occurrence of aflatoxin M1 in raw and pasteurized milk produced in Ardabil, Iran .*Journal of Community Health Research*; (2015)9-215 :(3)4.
19. Gholampour, A.I., Khoushnevis, S.H. and Hashemi, S.J. Aflatoxin M₁ level in pasteurized and sterilized milk of Babol city. *Tehran University Medical Journal*, (2007). 65: 20-24 [In Farsi].

20. Muhammad K, Tipu MY, Abbas M, Khan AM, Anjum AA. Monitoring of aflatoxin M1 in market raw milk in Lahore City, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*. (2010); 42(6):697-700.
21. Lee JE, Kwak B-M, Ahn J-H, Jeon T-H. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk in South Korea using an immunoaffinity column and liquid chromatography. *Food Control*. 2009; 20(2):136-38.
22. Kos J, Lević J, Đuragić O, Kokić B, Miladinović I. Occurrence and estimation of aflatoxin M1 exposure in milk in Serbia. *Food Control*. (2014); 38:41-46.
23. Riazipour, M., Tavokoli, H.R., Razzaghi-Abyaneh, M., Rafati, H. and Sadr Momtaz, M.T. Measuring the amount of M₁ Aflatoxin in pasteurized milk. *Kowsar Medical Journal*, (2010); 15: 89-93 [In Farsi].
24. Tajkarimi M, Shojaee Aliabadi F, Salah Nejad M, Pursoltani H, Motallebi AA, Mahdavi H. Seasonal study of aflatoxin M1 contamination in milk in five regions in Iran. *Int J Food Microbiol* (2007); 116(3): 346-349.
25. Oveisi, M.R., Jannat, B., Sadeghi, N., Hajimahmoodi, M. and Nikzad, A. Presence of Aflatoxin M₁ in milk and infant milk production Tehran, Iran. *Food Control*, (2007); 18: 1216-1218.
26. Khaneghahi Abyaneh H, Bahonar A, Noori N, Yazdanpanah H, Shojaee Aliabadi MH. Aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk marketed in Iran. *FAC: Part B*. (2019); 44-236 :(4)12.
27. Hussein, H.S. and Brasel, J.M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals, *Toxicology* (2001), 167: 101-134.
28. Unusan, N. Occurrence of Aflatoxin M1 in Uht Milk in Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, (2006) 44, 1897-1900. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2006.06.010>
29. Pardakhti A, Maleki S. Risk Assessment of Aflatoxin M1 Contamination of Milk in Iran. *IJER* (2)13 (2019) .71-265 .
30. Zinedine A, Mañes J. Occurrence and legislation of mycotoxins in food and feed from Morocco. *Food Control*. ;(2009);20(4):334–44. doi: 10.1016/j.foodcont.2008.07.002
- Nabizadeh S, Shariatifar N, Shokoohi E, Shoeibi S, Gavahian M, Fakhri Y, et al. Prevalence and probabilistic health risk assessment of aflatoxins B 1, B 2, G 1, and G 2 in Iranian edible oils. *ESPR*; 2018.70-35562(35)25
31. Ismail, Y. and Ruston, S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chemistry*, (1996). 59(1): 57-67.
32. Tajkarimi M, Aliabadi-Sh F, Nejad AS, Pursoltani H, Motallebi A, Mahdavi H. Aflatoxin M1 contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran.; (2008) *FC*. 36-1033(11)19.
33. Pour noormohammadi Sh, Ansari M, Nezakati Alfata L. Determination of aflatoxin m1 in pasteurized milk consumed in Rashed province. *JKUMS-271*: (3)16;201.80 Farsi.
34. Akkaya L, Birdaney YO, Oguz H, Cemek M. Occurrence of aflatoxin M₁ in yogurt samples from Afyonkarahisar, Turkey. *Bull*; (2009)
35. Nazari A, Nourouzi H, Movahedi M, Khaksarian M. Measurement of aflatoxin m1 in raw and pasteurized cow milk samples by HPLC;(2007) *YAFTEH*. 56-49 :(3)9; Farsi.
36. Doster M, Michailides T. *Aspergillus* molds and aflatoxins in pis.:(1990) *PP*; 1994. 90-583 :(6)84.
37. Moretti A, Pascale M, Logrieco AF. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. *TFST*. 40-38:84.
38. Milićević D, Petronijević R, Petrović Z, Đjinović-Stojanović J, Jovanović J, Baltić T, Janković S. Impact of climate change on aflatoxin M1 contamination of raw milk with special focus on climate conditions in Serbia. ;(2019) *JSFA*. 10-5202 :(11)99.
39. Shekhar M, Singh N, Bisht S, Singh V, Kumar A. Effects of Climate Change on Occurrence of Aflatoxin and its Impacts on Maize in India. ;(2018) .*Int J Curr Microbiol App Sci*. 16-109 ;(6)7.

40. Yu J ,Wu F, Hennessy DA. The impact of climate change on aflatoxin contamination in US corn. ;(2018) Annual Meeting, August 5-7, Washington, D.C .,Agricultural and Applied Economics Association.
41. Gizachew D, Chang C-H, Szonyi B, De La Torre S, Ting W-tE. Aflatoxin B1 (AFB1)production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* on ground Nyjer seeds: The effect of water activity and temperature .;(2019) *IJFM*.13-8 :296.
42. Udomkun P ,Tirawattanawanich C, Ilukor J, Sridonpai P, Njukwe E, Nimbona P ,Vanlauwe B. Promoting the use of locally produced crops in making cereal-legume-based composite flours: An assessment of nutrient ,antinutrient, mineral molar ratios, and aflatoxin content .FC.8-651 :286; (2019).
43. Ansari F, Pourjafar H, Christensen L. A study on the aflatoxin M1 rate and seasonal variation in pasteurized cow milk from northwestern Iran.;(2019). *EMA-6* :(1)191.
44. Alizadeh-Choobari O, Najafi M. Extreme weather events in Iran under a changing climate .*CD* ;(2018). 60-249: (2-1)50.
45. FAO. Gateway to dairy production and products. Milk and milk products <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/en/>. 2017.
46. Ismail A, Akhtar S, Levin RE, Ismail T, Riaz M, Amir M. Aflatoxin M1 :Prevalence and decontamination strategies in milk and milk products; (2018) *CRM*.-418: (3) 42.27.
47. Karim, G. Study on the contamination of raw bulk milk with aflatoxin M1 in Tehran area using ELISA method. *J. of Paj.and Saz.* (1998) 40-42, 163-165.
48. Dashti B, Al-Hamli S, Alomirah H, Al-Zenki S, Bu Abbas A, Sawaya W. Levels of aflatoxin M1 in milk,cheese consumed in Kuwait and occurrence of totalaflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*; (2009) 686-690.
49. Shundo , Occurrence and estimative of aflatoxin M1 intake in UHT cow milk in Paraná State, Brazil *Food Control*, Volume 53, ; (2015), Pp. 222-225.



د لوگر ولایت پر سطحی اوبو باندې د اقلیمي بدلون د اغېزو ارزونه

پوهنوال محمد داود شیرزاد

د چاپیریالي علومو ډیپارټمنټ، د چاپیریالی پوهنې پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان
ایمیل: mshirzad.ku@gmail.com

لنډیز

په تېرو څو لسیزو کې د لوگر د نفوسو چټکې ودې، د اوبو ناسم مدیریت، چاپیریالي ستونزې، د هوا، اوبو او خاورې ککړتیا، اقلیمي بدلون، جگړو، مهاجرتونو او نورو بېلابېلو لاملونو د اوبو زېرمې له هره اړخه زیانمنې کړي دي، آن تر دې چې په ځینو سیمو کې وچې شوي یا د وچېدو په حال کې دي. په دې لیکنه کې د لوگر ولایت سطحی اوبو ته لنډه کتنه شوې او پر اوبو د اقلیمي بدلون اغېزې ارزول شوې دي. د هوا د تودوخې درجې، اورښت، لنډه بل او د اوبو د جریان اړوند څو کلن معلومات راټول، هر اړخیزه څېړنه یې شوې ده او پر یادو شویو پارامترونو د اقلیمي بدلون اغېزې ارزول شوې دي. د لیکنې په پای کې د اقلیم د بدلون له امله د لوگر سطحی اوبو ته ورپېښې ستونزې او زیانونه ارزول شوي دي او په هکله یې د مناسبو حل لارو وړاندیزونه شوي دي.

کلیدي اصطلاحات: سطحی اوبه؛ لنډه بل؛ د اوبو جریان؛ د هوا تودوخه؛ اورښت

Assessment of Climate Change Impacts on Logar Province's Surface Water

Associate Prof. Mohammad Dawod Shirzad

Department of Environmental Sciences, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: mshirzad.ku@gmail.com

Abstract

In recent decades, Logar Province has experienced rapid population growth, exacerbating challenges in water management. Environmental issues such as air, water, and soil pollution, compounded by factors like climate change, wars, and migrations, have severely impacted water resources, resulting in some areas becoming arid or undergoing desiccation. This article provides a concise examination of Logar Province's surface water and its susceptibility to climate change effects. Comprehensive research has been conducted, spanning several years of data collection on air temperature, rainfall patterns, and water flow. This research aims to evaluate the impacts of climate change on these parameters. The article concludes with an assessment of the problems and damages inflicted upon Logar Province's surface water by climate change, along with proposed solutions.

Keyword: Surface Water; Humidity; Water Flow; Air Temperature; Precipitation

سريزه

الحمد لله رب العلمين والعاقبة للمتقين والصلوة والسلام على خير خلقه محمد وآله واصحابه اجمعين. اما بعد: د الهی کلام پر بنسټ اوبه د ژونديو موجوداتو د پايښت سرچينه ده، چې له هغه څخه پرته ژوند که د فونا او يا فلورا په بڼه وي، شونې نه دی. له همدې امله که د بشریت تاريخ ته څير شو، ليدل کېږي چې انسانانو تل د استوگنې لپاره هغه ځايونه غوره کړي چېرې چې د اړتيا وړ اوبه وي. د نړۍ په کومو سيمو کې چې د اوبو کمښت راغلی، انسانان او نور ژوندي موجودات له هغې سيمې څخه گاونډيو سيمو ته کډوال شوي او په دې بهير کې ډېری وخت ځينو ژونديو موجوداتو خپل ژوند له لاسه ورکړی او نن ورځ د هغو ژوند بڼو کمښت او نشتوالی حس کېږي. په تېره يوه پېړۍ کې په هېواد کې د بېلابېلو لاملونو له امله اوبه په سمه توگه مدیریت نه شوې، چې له امله يې د اوبو د کمښت ستونزه د هېواد په بېلابېلو سيمو کې تر سترگو کېږي او د زياتو اوبيزو حوزو اړوند سيمو په تېره د لوگر اوبيزې حوزې اړوند سيمې له لويو ستونزو سره مخ دي چې له امله يې تر ځمکې لاندې اوبه هم په څرگنده توگه د کمښت په لوري روانې دي. ځکه اوبه د کرنې، مالدارۍ، صنعت، برېښنايي او کرنيزو بندونو او د ژوند په ډېرو اړخونو کې د خورا ډېر ارزښت لرونکي دي، چې کمښت يا نشتوالی يې د ژوند بېلابېلې برخې په کلکه زیانمنوي. په يوه سيمه کې د اوبو کمښت د ژوند زياتره برخې او چارې له ستونزو سره مخ کوي او بيا د اوبو نشت د ټولو ژونديو موجوداتو ژوند له گواښ او ستونزو سره مخ کوي او آن تر دې چې ژوند له منځه ځي. دا چې افغانستان يو کرنيز هېواد دي او ډېری خلک يې په کرنه او مالدارۍ بوخت دي او خپل ژوند له همدې لارې سمبالوي او د هغوی لپاره، د اوبو کمښت فوق العاده ستونزې رامنځته کوي. په تېره بيا د لوگر ولايت د سطحي اوبو کمښت، چې نږدې اتيا سلنه خلکو ژوند پر کرنې او مالدارۍ ولاړ دی، د اندېښنې او پاملرنې وړ دی. نه يوازې دا چې اقليمي بدلون د وچکالۍ لامل شوی د دې څنگ ته سيلابونو، بې وخته اورښتونو او سرې هوا د سيمې کرنه په مستقيم او مالداري په غير مستقيم ډول ډېره زیانمنه کړې ده، د خلکو اقتصاد ډېر کمزوری شوی او د اوبو د کمي ستونزه لا ډېره شوې ده. په تېرو څو لسيزو کې د لوگر ولايت کرنيز پيداوار د بېلابېلو اقليمي ستونزو له امله زیانمن شوی، د وچکالۍ او سيلابونو له امله د ځمکې سطحي برخه ويجاړه شوې او په ډېرو ولسواليو کې پر اقتصادي زيانونو سربېره د سر زيانونه هر کال تر سترگو کېږي. د سطحي اوبو د کمښت له امله، د ځمکې لاندې اوبو باندې فشار ډېر شوی، ان تر دې چې شاوخوا له ۶۰-۷۰ سلنې کرنه د ځمکې لاندې اوبو باندې خړوبېږي او دا يو بله ستونزه ده چې له بده مرغه د سطحي اوبو د مدیریت لپاره هېڅ ډول کار نه دی شوی. د مدیریتي سيستم نشتوالی له امله د نوموړي ولايت خلک د کرنې په وخت کې له وچکالۍ او د بې موسم اورښتونو له امله د سيلابونو څخه هر کال خورا ډېر مالي او ځاني زيانونه گالي.

دڅېړنې ارزښت

که څیر شو ټوله نړۍ د اقلیمي بدلون له امله د وخت په تېریدلو سره د اوبو له کمښت سره مخامخېږي په تېره هغه هېوادونه چې د وچ او نیمه وچ اقلیم لرونکي وي. افغانستان د جغرافیایي موقعیت له مخې د لوړ فشار په سیمه کې موقعیت لري چې له یاد بدلون څخه ډېر اغېزمنېږي. د لوگر اویزې حوزې په سیمو کې ورځ تر بلې د نفوسو وده، کرنیز او صنعتي کړنې مخ په زیاتېدو دي او پاکو اوبو ته تر هر څه زیاته اړتیا لیدل کېږي، چې له امله یې د لوگر په سطحې او ځمکې لاندې اوبو فشار زیاتېږي او د ژوند ټولې چارې له ستونزو سره مخ کېږي نو له دې امله دا څېړنه ارزښتناکه ده، چې په رڼا کې یې د حل لارې ولټول شي.

د څېړنې موخې

د لوگر ولایت سطحې اوبو باندې د اقلیمي بدلون اغېزې او د هغې لپاره حل لارو پیدا کول د څېړنې اصلي موخه ده.

دڅېړنې پوښتنې

آیا اقلیمي بدلون د لوگر سطحې اوبو باندې اغېزې کړې دي او حل لارې یې کومې دي؟

دڅېړنې مخینه

د شین کوپریزو غازونو ډېر والی په تېره د کاربن ډای اکساید غلظت په تېرو څو لسیزو کې د فوسیلی سونتوکو د سون په ترڅ کې زیات شوي چې د نوموړو غازونو غلظت په ۱۷۵۰م کال کې ۲۸۰ppm څخه تر ۲۰۰۵ کال پورې ۳۷۹ppm ته لوړ شو (۳). لکه چې پوهېږو اقلیمي بدلون دوه بنسټی (طبیعي او مصنوعي) لاملونه لري چې طبیعي لاملونه یې لکه لمري چودنې (سن سپاټ)، ملاتکوچ سایکل او داسې نور دي او مصنوعي لاملونه هغه دي چې د انساني کړنو په ترڅ کې د شین کوپریز غازونه خپرېږي او د نړیوالې تودیدنې لامل کېږي.

افغانستان په وچه محاط هېواد دی چې په منځنی آسیا کې موقعیت لری او وچ اقلیم لری (۶). د نړی د ورځنیو اړینو موضوعاتو څخه یوه اړینه موضوع د اقلیم بدلون او د ځمکې د کرې تودیدنه ده، چې د یوې مهمې ننگونې په عنوان په عمومي او تخصصي ناستو کې وړاندې کېږي (۱۱). ددې پدیدې اغېزې په هغو هېوادونو کې چې د ودې په حال کې دي، ډېرې څرگندې دي. اقلیمي بدلون د اوبو دوران بدلوي او کولای شي چې د سیمې پر اوبزېرمو ناوړه اغېزې ولري (۱۲). اقلیمي بدلون او پر اوبزېرمو یې اغېزې او د نور چاپیریالي او اقتصادي ستونزو د ټولې نړۍ پام ځانته را اړولی دی (۶).

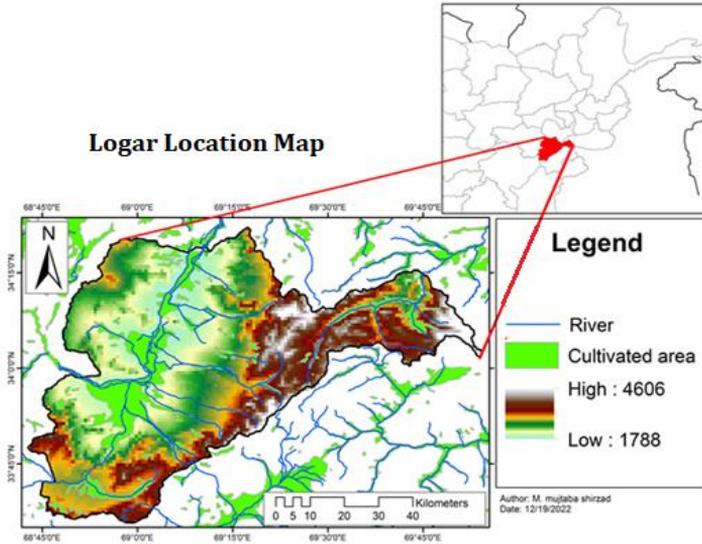
د اوږد مهال لپاره د متیورولوژیکي عناصرو په منځنی حالت کې بدلون ته اقلیم وايي، د یادو عناصر شمېر خورا ډېر دی، تر ټولو ځانگړې عنصرونه د هوا تودوخه، اورښت، لنډه بل، فشار او باد څخه عبارت دي. اوبه د ټولو ژوندیو موجوداتو او نباتاتو د ژوند اصلي او حیاتي ماده ده، چې له هغه پرته ژوند شونی نه

دی. هر کال په لوگر کې گڼ شمېر اوسېدونکو ته ډول ډول مالي او ځاني تاوانونه رسېږي او ژوند یې لا له ستونزو سره مخ کېږي. له همدې امله په دې لیکنه کې د لوگر په سطحي اوبو د اقلیمي بدلون اغېزې ارزول شوي دي. په سطحي اوبو د اقلیم بدلون اغېزو تر نامه لاندې په نړۍ کې ډېرې څېړنې شوې دي. همدغه راز په هېواد کې هم ځینو پوهانو لکه ښاغلی عبد الغیاث صافی (۱۳۹۲) پیش بینی سیلابها در حوزه دریایی کابل، (۱۳۸۷) د کابل سیند حوزې ته یوه کتنه، (۱۳۹۸) د کابل په اوبو باندې د هوا ککړتیا اغېزې، (۱۳۹۰) په افغانستان کې د اوبو زېرمو ساتنه، (۱۳۸۷) د کابل سیند حوزې ته یوه کتنه، (۱۴۰۰) په کابل سیند حوزه کې د اوبو ارزونه، ښاغلي محمد نعیم اقرار (۱۳۹۹) منابع، سیاست و ساختار نهادهای آبی افغانستان، او نورو پوهانو خپلې څېړنې تر سره کړې دي. خو تر دې دمه یوازې ښاغلي محمد هارون حیران (۱۳۹۸) د لوگر سیند پر حوزې د اقلیمي بدلون اغېزې تر عنوان لاندې څېړنه کړې چې بسنه نه کوي. د یادې موضوع ارزښت ته په کتو تمه کېږي چې پوهان به په راتلونکي کې لازياتې څېړنې تر سره او د هغې په ترڅ کې به د ستونزو حل لارې د هغه له وړاندیزونو څخه د اوبو د مدیریت لپاره ښې طرحې او ځوابونه تر لاسه شي.

څېړنځی

لوگر د افغانستان یو له مهمو او مرکزي ولایتونو څخه گڼل کېږي، چې د دویمې درجې ولایتونو په لیکه کې ځای لري او دغه راز بېلابېل تاریخي اثار لري او د هېواد له لرغونو ولایتونو څخه دی. لوگر د جغرافیایي موقعیت له پلوه د شمالي عرض البلد له ۳۳ درجو ۳۳ دقیقو نه تر ۳۴ درجو، ۲۰ دقیقو او د ختیځ طول البلد له ۶۸ درجو، ۴۴ دقیقو نه تر ۶۹ درجو او ۵۲ دقیقو تر منځ پروت دی (۱).

د لوگر مرکز د کابل ښار سوېل ته په ۶۴ کیلو مترۍ کې د کابل - گردېز لویې لارې په اوږدو کې موقعیت لري. چې په شمال کې له کابل، په سویل کې له پکتیا، په ختیځ کې له پکتیا او ننگرهار او په لوېدیځ کې له میدان وردگو ولایت او د غزني له زنخان ولسوالۍ سره گډه پوله لري. د دغه ولایت مساحت ۴۵۶۸ کیلومتر مربع اټکل شوی او د ۱۳۹۰ لمريز کال د احصایې له مخې یې نفوس ۳۷۳۱۰۰ تنه دی، چې ۱۸۹۸۰۰ تنه نارینه او ۱۸۳۳۰۰ تنه یې ښځینه دي، چې ۴۴۲۰۹ کورنۍ په کې شاملې دي، د اقلیم له پلوه په دویمې درجې کې تود او ژمي کې ډېر سوړ وي؛ په دې موسم کې د دې ولایت د هوا تودوخې درجه د سانتي گراد له منفي ۲۰ نه تر ۲۵ درجو پورې رسېږي. د کال په اوږدو کې ۱۸۸ ورځې په پرتله ایزه توگه تودې وي او هوا یې د لړم میاشتې نه تر غوايي میاشت پورې زیاتره سره او باراني وي. په لوگر کې د اورښت منځنۍ کچه یې نږدې ۲۳۰ ملي متره او د سمندر له سطحې څخه ۲۰۰۰ متره لوړ دی. لوگر ولایت د اداري ویش له مخې ۷ واحدونه لکه مرکز (پل عالم)، محمد آغه، برکي برک، ازره، خرڅ، خروار او خوښۍ ولسوالیو څخه عبارت دي (۱).



لمری انځور: د لوگر ولایت هایدرولوژیکی او توپوگرافیکي نقشه (محقق)

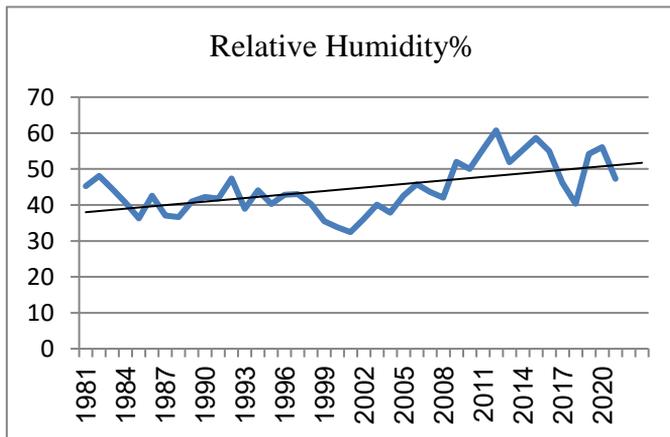
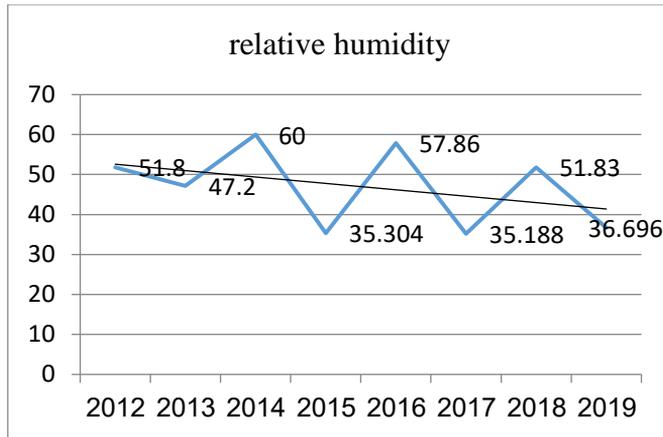
څېړنوکې او څېړندود

په هره څېړنه کې له بېلابېلو میتودونو یا لاروچارو څخه کار اخیستل کېږي چې خپلې موخې ترلاسه کړي چې په دې څېړنه کې له دویمې ډیټا څخه کار اخیستل شوی دی. په دې څېړنه کې له ۱۹۸۱م نه تر ۲۰۲۰ م کال پورې اقلیمي عنصرونه ارزول شوي او همدارنگه له بېلابېلو مقالو او راپورونو څخه کار اخیستل شوی دی. د یادو اقلیمي عنصرونو میلان ارزول شوی او په ارزونه کې یې له Excel څخه کار اخیستل شوی دی. د نقشو جوړولو لپاره له GIS څخه کار اخیستل شوې او په پای کې پایله لاسته راغلې ده. د دې څېړنې اړوند معلومات د اوبو او برېښنا وزارت، هوا پوهنې ریاست، بېلابېلو مقالو، راپورونو او انټرنیټي ساینټونو په مرسته برابر شوي چې تر ډېره بریده کتابتوني بڼه لري.

موندنې

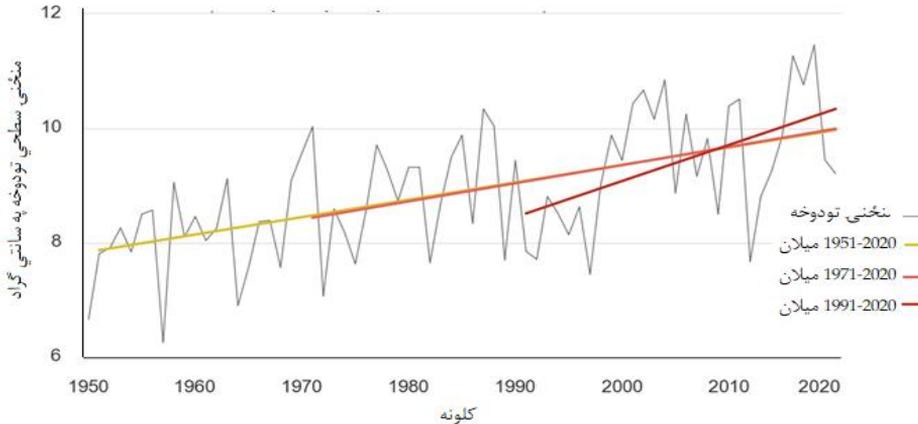
دا چې لنډه بل د لوندوالي او وچوالي انډیکس دی، نو هغه حالت ته وچ حالت ویلی شو چې د اورښت په پرتله د براسونو کچه لوړه وي. تودوخه د براس او اورښت په پرتله اغېزمن فکتور دی. د تودوخې لوړوالی د دې لامل شوی، چې براس شي له بل پلوه په اتموسفیر کې د لنډه بل جذبولو وړتیا هم ډېره شوې، چې په پایله کې د لنډه بل کچې بدلون موندلی او د بېلابېلو وچکالیو لامل شوی دی. په لاندې شکل کې د لوگر ولایت د لنډه بل منځنۍ کچه له ۱۹۸۱ م کال نه تر ۲۰۲۰ م کال پورې ښودل شوې

چې له ۱۹۹۷م کال نه تر ۲۰۰۴م کاله پورې د پام وړ کمښت لیدل کېږي، چې بیا له ۲۰۱۲م کال نه تر ۲۰۱۹م کال پورې په لنډه بل کې کمښت تر سترگو کېږي.



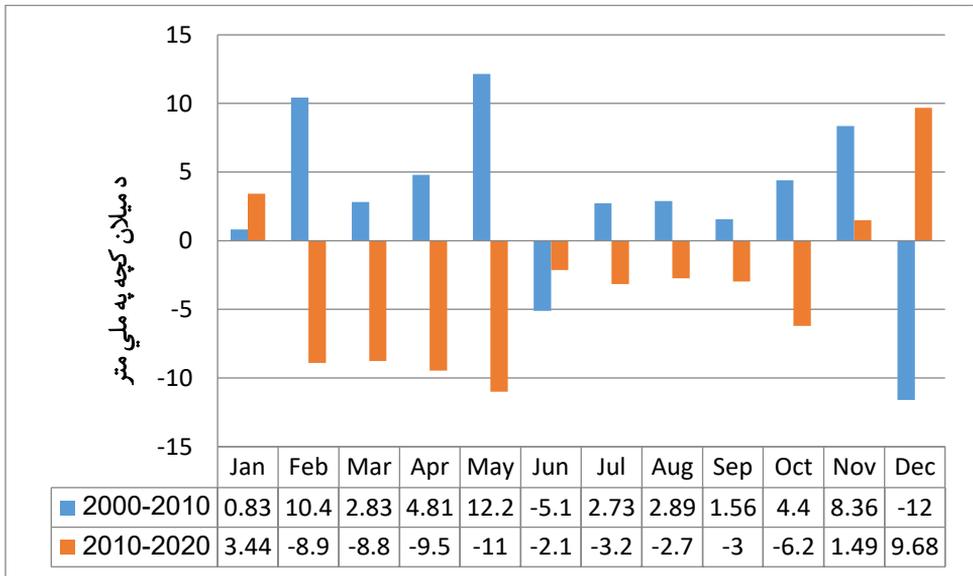
دویم انځور: په لوگر ولایت کې د بېلابېلو کلنو په اوږدو کې د منځنۍ لنډه بل کچه (MEW، ۱۴۰۱)

په لوگر ولایت کې په عمومي توګه د هوا تودوخې تر ټولو لوړه کچه په (Aug, Jun, Jul, May) میاشتو کې او د تودوخې تر ټولو ټیټه کچه په (Mach, Feb, Jan, Des) میاشتو کې رامنځته کېږي، چې د اقلیمي بدلون په پایله کې دا چاره هم اغېزمنه شوی ده. لاندې شکل ته په کتو له ۱۹۵۰م کال نه تر ۲۰۲۰م کال پورې د تودوخې میلان مخ په زیاتیدو ده او په بېلابېلو لسيزو کې د بدلون شدت څه نا څه توپیر لري، چې د ۱۹۹۱-۲۰۲۰م لسيزو کې توپیر ډېر زیات ښودل کېږي. تر ټولو ټیټه منځنۍ کلنۍ تودوخه د سانتي ګراد (۶،۲۶) درجې په ۱۹۵۷م کال کې رامنځته شوې او تر ټولو لوړه منځنۍ کلنۍ تودوخه د سانتي ګراد (۱۱،۴۶) درجې په ۲۰۱۸م کال کې رامنځته شوې ده. د تودوخې د زیادښت میلان له ۱۹۵۱-۲۰۲۰م کلونو په اوږدو کې د سانتي ګراد (۰،۳۲) درجې په داسې حال کې چې له ۱۹۷۱-۲۰۲۰م کال پورې (۰،۳۳) درجې او له ۱۹۹۱-۲۰۲۰م کال پورې د سانتي ګراد (۰،۶۹) درجې ده.



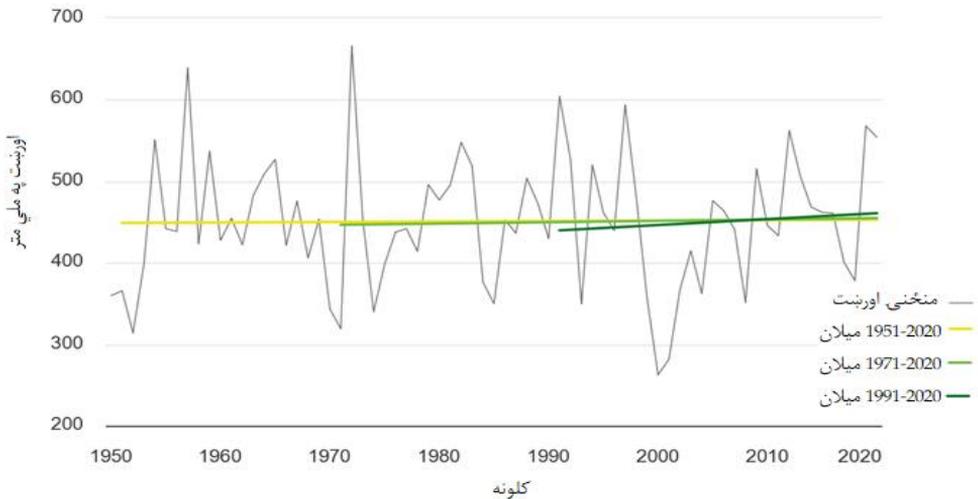
درېم انځور: په لوگر ولايت کې له ۱۹۵۱ - ۲۰۲۰ م کال پورې په هره لسيزه کې د تودوخې څرنگوالي (۱۶)

په لوگر ولايت کې د ژمي او د پسرلي لومړۍ مياشتې د اوربنت موسم دی، چې وچ موسم يې دوبي او منی بلل کېږي. خو ياد اوربنتي رژيم د اقليمي بدلون له امله غیر منظم شوی دی. لاندې شکل ته په کتو څرگنديږي چې د ۲۰۱۰-۲۰۰۰م لسيزه کې د مياشتنۍ منځنۍ اوربنت ميلان تر ډېره بريده مثبت دی خو په ۲۰۱۰ - ۲۰۲۰ م لسيزه کې د مياشتنۍ منځنۍ اوربنت ميلان زياتره منفي بڼه لري او دا جوتوي چې د اوربنت په منځنۍ کچه کې کمښت رامنځته شوی دی. په ټوله کې د اوربنتونو رژيم بدلون مومی، د هغه په ترڅ کې غیر موسمي سيلابونه رامنځته او ډېر زيانونه ورسره مل وي. په ځانگړي ډول په تېرو څو کلونو کې چې ډېر ځاني، مالي او چاپيريالي زيانونه درلودل.



څلورم انځور: په لوگر ولايت کې د ۲۰۱۰-۲۰۰۰ او ۲۰۲۰-۲۰۱۰م لسيزو کې د مياشتنۍ منځنۍ اوربنت ميلان (۱۶)

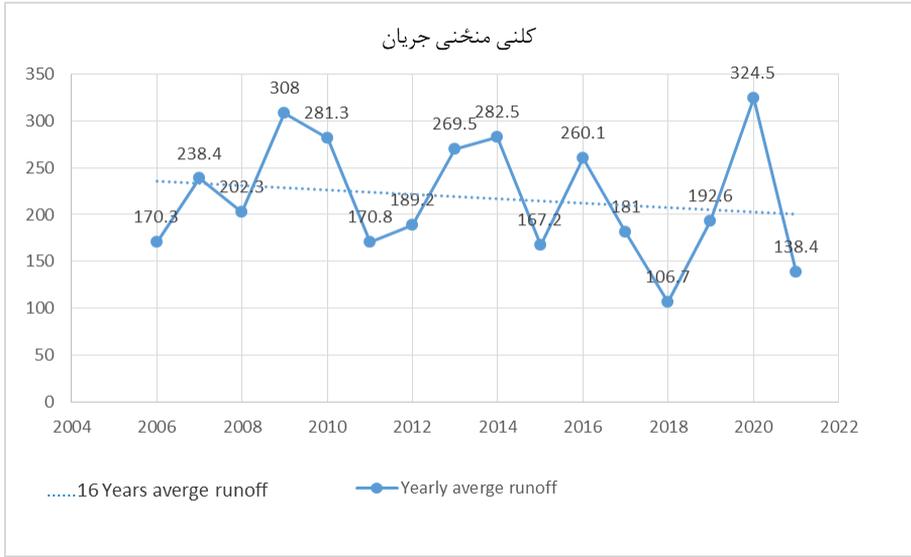
که لاندې شکل ته څیر شو، په څرگنده توګه لیدل کېږي چې تر ټولو لږ اورښت (۲۶۲،۳۸) ملي متره وه چې په ۲۰۰۰ م کال کې رامنځته شوی دی او تر ټولو ډېر اورښت (۶۶۵،۹۸) ملي متره دی چې په ۱۹۷۲ م کال کې رامنځته شوی دی. د تېرو څو لسيزو معلوماتو پر بنسټ په اورښت کې بدلونونه (Variability) په روښانه توګه لیدل کېږي خو له ۱۹۵۰ م نه تر ۲۰۲۰ م کال پورې د اورښت په منځنۍ کچه کې ډېر توپیر نه لیدل کېږي.



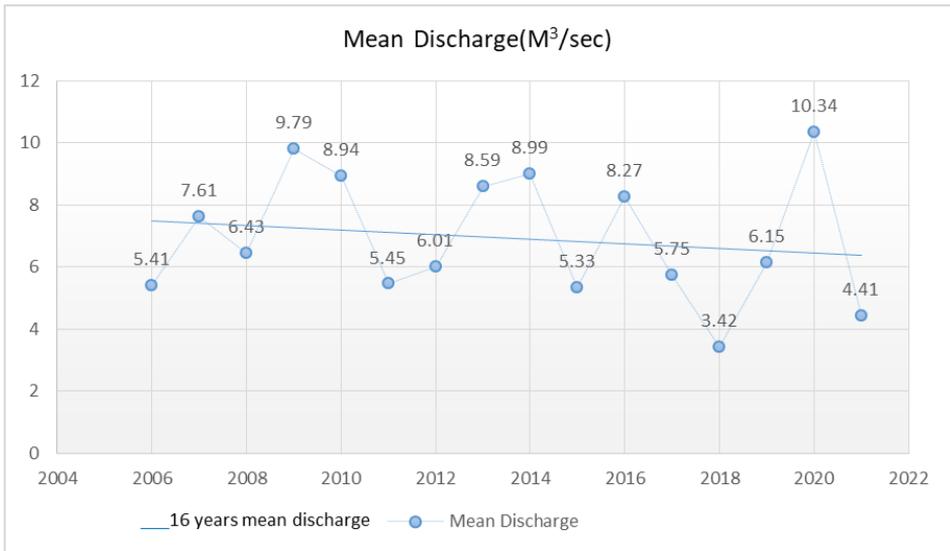
پنځم انځور: په لوګر ولایت کې له ۱۹۵۱ - ۲۰۲۰ م کال پورې په هره لسيزه کې د اورښت میلان (۱۶)

د لوګر سیند د اوبو رژیم د افغانستان د نورو سیندونو په څېر، د اقلیمي ځانګړتیاو او سیمه ایزو جغرافیایي جوړښتونو له مخې ځانګړی کېږي. د لوګر په سرخاو سیمه او د سپین غر په لمنو کې د باران کچه د واورو په پرتله لوړه تثبیت شوې ده، بیا هم د لوګر سیند په دوبي کې لږې اوبه لري خو کله ناکله د اوبو جریان په بشپړه توګه وچېږي (۸).

د لوګر سیند د ۳۲۰۰ متره لوړوالي څخه دایمیرداد او د بهسودو سیمو له غرنیو لږیو څخه سرچینه اخلي. د برکي برک تر سیمې پورې یې د جریان سرعت لوړ دی، چې په پورتنیو سیمو کې د لوګر سیند Up stream شامل دی، کله چې د لوګر سیند برکي برک سیمې ته ورسېږي، د سیند دره پراخېږي او د اوبو جریان د سرعت کچه کمېږي. له یو پلوه تودوخه لوړه شوې د اوبو او ځمکې له سطحې څخه پراسونه زیات شوي، له بل پلوه د اورښت کچه هم لږه شوې ده. دا دوه لاملونه دي چې د لوګر سیند د ورځني او کلني جریان کچه ټیټه شوې ده.



شپږم انځور: په سنگ نوشته ستیشن کې د اوبو کلنی منځنی جریان (MEW, ۱۴۰۱)



اووم انځور: په سنگ نوشته ستیشن کې د اوبو کلنی منځنی جریان په یو ثانیه کې (MEW, ۱۴۰۱)
 پورتنی گراف د سنگی نوشتې ستیشن کې د اوبو جریان منځنی کچه ښيي چې د جریان تر ټولو ټیټه کچه
 په ۲۰۰۶ م کال کې وه او تر ټولو لوړه کچه (10.34 m³/sec) په ۲۰۲۰ م کال کې رامنځته
 شوې ده.

پایلی

- د لوگر سیند چې د دغه ولایت د سطحې اوبو اصلي سرچینه ده، چې د اقلیمي بدلون په پایله کې یې د جریان کچه ډېره ټیټه شوې ده.
- د تودوخې درجه چې د اقلیم یو مهم عنصر گڼل کېږي، په ډاگه کوي چې له ۱۹۵۰ - ۲۰۲۰م کال پورې د لوگر ولایت په منځنۍ تودوخه کې څه کم ۲ درجې لوړوالی رامنځته شوی چې یاد لوړوالی له ۱۹۹۱ - ۲۰۲۰م کال پورې ډېر چټک دي.
- تر ټولو لږ اورښت (۲۶۲،۳۸) ملي متره په ۲۰۰۰م کال کې او تر ټولو زیات اورښت (۶۶۵،۹۸) ملي متره په ۱۹۷۲م کال کې رامنځته شوی دی. د تېرو څو لسيزو اقلیمي معلوماتو پر بنسټ په اورښت کې بدلولونونه (Variability) په څرگنده توگه لیدل کېږي خو له ۱۹۵۰م نه تر ۲۰۲۰م کال پورې د اورښت په منځنۍ کچه کې ډېر توپیر نه لیدل کېږي.
- د تودوخې لوړوالی او د اورښت په کچه کې کمښت د دې لامل شوی چې د لوگر په سیند کې د اوبو جریان کچه ټیټه شي او دا د اقلیمي اغېزو یوه څرگنده پایله گڼل کېږي.
- په یاد ولایت کې یې وخته درندو اورښتونو په پایله کې سیلابونه رامنځته او د پام وړ او نه جبرانیدونکي زیانونه یې خلکو ته اړولي دي.
- د لوگر په سیند کې د اوبو نورمال جریان کمښت کړی چې جریان یې په هغه موسم کې چې کرنه خړوبولو ته اړتیا لري شاوخوا صفر ته رسېږي او د بېلابېلو ستونزو لکه وچکالی، د ځمکې لاندې اوبو کمښت، د اوبو د ډولونو له منځه تلل او د گڼ شمېر کرنیزو او اقتصادي زیانونو لامل شوې دي.
- د کرنیزو ځمکو د خړوبولو اصلي سرچینه د ځمکې لاندې اوبه دي، چې په ترڅ کې یې د ځمکې لاندې اوبو سطحه ډېره ټیټه شوې ده.

وړاندیزونه

- د هېواد په کچه د پالیسيو جوړول، چې د اقلیمي د بدلانه پر وړاندې د مقابلي لپاره اغېزمن گامونه واخیستل شي.
- په کرنه کې د توافق (Adaptation) ستراتیژي پامنیوی او د هغه نباتاتو کر چې د وچکالی پر وړاندې پیاوړي وي.
- د خړوار او سرخ آب بندونو ترمیم او گټې ته وسپارل شي، چې د ځمکې لاندې اوبه تغذیه او په کرنه کې له سطحې اوبو څخه گټه واخیستل شي.

- د لوگر په سیند سروې شوي بندونه جوړ شي ، چې موسمي او غیر موسمي اوبه په اغېزمنه توگه مدیریت شي او د اړتیا په وخت کې ترې په کرڼه کې گټه واخیستل شي او سیلابونه به هم په ښه توگه مدیریت شي .
- د ځمکې لاندې اوبو څخه کار اخیستنه باید قانوني او د دولت تر نظارت لاندې ترسره شي .

سرچينې

۱. حيران، م. هـ. د لوگر سيند پر حوزې د اقليمي بدلون اغېزې - څېړنه. د کابل پوهنتون نشرات. کابل، افغانستان. ۱۳۹۸.
۲. صافی، ع. غ. او رښتين، ص. د هلمند په اوبيزه حوزه کې د سطحي اوبو ارزونه. د کابل پوهنتون د طبيعي علومو علمي - څېړنيزه مجله، کابل پوهنتون نشرات، کابل، افغانستان. ۱۴۰۲.
3. IPCC. Climate Change; Fourth assessment report. The physical Science Basis. 2007; 2, 580-595.
4. IPCC. Climate Change, The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013.
5. IPCC. Climate Change Synthesis Report. 2014. Available at: <http://www.ipcc.ch>.
6. Nasimi, MN., Sagin, J., & Wijesekera, NTS. Climate and Water Resources Variation in Afghanistan and the Need for Urgent Adaptation Measures. Int. J. Food Sci. Agric. 2020. 4, 49-64.
7. Luo, M., Liu, T., Meng, F., Duan, Y., Bao, A., Xing, W ... & Frankl, A. Identifying climate change impacts on water resources in Xinjiang, China. Science of the Total Environment. 2019. 676, 613-626.
8. Hagemann, S., Chen, C., Clark, DB., Folwell, S., Gosling, S. N., Haddeland, I., ... & Wiltshire, A. J. Climate change impact on available water resources obtained using multiple global climate and hydrology models. Earth System Dynamics. 2013. 4(1), 129-144
9. Mahaqi, A., Mehiqi, M., Rahimzadeh, M., Hosseinzadeh, J., Moheghi, MM., & Moheghi, M. A. Dominant geochemical reactions and hazardous metal contamination status in the Kabul's aquifers, Afghanistan. International Journal of Environmental Science and Technology. 2021. 18(12), 4043-4052.
10. Charlton, MB., & Arnell, NW. Adapting to climate change impacts on water resources in England—an assessment of draft water resources management plans. Global Environmental Change. 2011. 21(1), 238-248.
11. Sivakumar, B. Global climate change and its impacts on water resources planning and management: assessment and challenges. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2011. 25(4), 583-600.
12. Arnell, NW. Climate change and global water resources. Global environmental change. 1999. 9, S31- : S49.
13. Wilby, RL., Whitehead, PG., Wade, AJ., Butterfield, D., Davis, RJ., & Watts, G. Integrated modelling of climate change impacts on water resources and quality in a lowland catchment: River Kennet, UK. Journal of hydrology. 2006. 330(1-2), 204-220.
14. Brekke, LD. Climate change and water resources management: A federal perspective. Diane Publishing. 2009.
15. Thumas, V. Climate Change in Afghanistan: Perspectives and opportunities, Published, Heinrich boell foundation-Afghanistan, 2016. 15: NEPA 2016 A.D, Afghanistan climate change strategy and Action plan.
16. Available from: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/afghanistan/trends-variability-historical>

مطالعه تجربی اهتزازات هارمونیکي فنر و بررسی تغییرات ثابت فنر به تابع کتله آن

پوهنوال رجب علی خاوری

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

ایمیل: khavary81@gmail.com

چکیده

فنرها سیستم‌های ارتجاعی پرکاربرد در حوزه‌های مختلف است و دریافت ثابت فنر یک امر الزامی می‌باشد. ثابت فنر تابع متحول‌های زیادی است که در این جا روی اثر کتله فنر در تغییرات ثابت فنر اندازه‌گیری عملی انجام شده است. مفهوم کتله مؤثر و مقدار آن به صورت تجربی در انتروال‌های که کتله جسم خارجی بین 10 – 0.2 برابر کتله فنر وزن قرار دارد، مورد بررسی قرار گرفت. از تحلیل گرافیکی و عددی مشاهده می‌گردد که نتایج تجربی با نتیجه تیوریک 0.33 در یک محدوده در نظر داشت اثر جنسیت و هم چنین اثر اندازه و این که خاصیت رجعت فنر به حالت اولیه برای فنرهای مختلف فرق می‌کند، می‌توان به دلیل مغایرت جواب تجربی با جواب تیوریک در انتروال‌های زیاد پی برد. دیتاگیری در لابراتوار فزیک با تایمر نوری با دقت 0.001s و خط کش میلی متری انجام شده است. نتیجه اندازه‌گیری به صورت گراف خطی مربع پریود به تابع کتله آویخته در تمام انتروال‌های اندازه‌گیری، یک تقاطع 0.035 را نشان می‌دهد که برای ضریب کتله فنر مقدار 0.384 به دست می‌آید.

اصطلاحات کلیدی: کتله مؤثر؛ اهتزازات هارمونیکي؛ پریود اهتزاز؛ انرژی حرکتی اهتزازي؛ ثابت فنر

Experimental Study of Spring Harmonic Vibrations and Investigation of Changes, Spring Constant as a Function of Its Mass

Associate. Prof. Rajab Ali Khavari

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

Email: khavary81@gmail.com

Abstract

Springs are widely used elastic systems in various fields and it is necessary to obtain the spring constant. The spring constant is a function of many variables that have been experimentally measured on the effect of spring mass on spring constant changes. The concept of effective mass and its magnitude were experimentally explored within the range where the mass of an external object varies between 0.2 to 10 times the weight of the spring coil. From the graphical and numerical analysis, it can be seen that the experimental results are close to the theoretical result of 0.33 in a range of $m_s \leq M \leq 4m_s$, but the outside of this interval, the experimental results are different from the theoretical value. Without taking into account the effect of material composition, size effects, and the varying return properties of different springs, leading to contradictions between experimental and theoretical outcomes over larger intervals. Data collection in the physics laboratory utilized an optical timer with an accuracy of 0.001s and a millimeter ruler. The results, depicted as a linear graph of period squared against mass function across all measurement intervals, indicate an intersection at 0.035, yielding a spring mass coefficient value of 0.384.

Keywords: Effective Mass; Harmonic Vibration; Vibration Period; Vibration Kinetic Energy; Spring Constant

مقدمه

فنها ساختارهای ساده اما درعین حال پرکاربرد هستند. آن‌ها می‌توانند در تمامی ساحت‌های فزیک کاربرد داشته باشند. این موضوع به استفاده آن‌ها مرتبط نیست، بلکه به نقش جانمایی سیستم‌های ارتجاعی با فنر ارتباط دارد. در مبادله انرژی بین سیستم‌های ارتجاعی و محیط در نظرگیری سهم سیستم مهم می‌باشد که برای فنر این سهم به صورت ضریب یا ثابت فنر ظاهر می‌شود. اهمیت این موضوع در دریافت درست ضریب سختی فنر برای انجام محاسبات دقیق می‌باشد. مفهوم کتله مؤثر عبارت از کتله‌یی است که روی تحول فنر به علت اثر می‌کند و این اثر از قوانین میخانیک و معادلات لاگرانژ به آسانی قابل حصول است. مقدار کتله مؤثر فنر در تیوری یک برابر $\frac{1}{3}$ کتله فنر است (1) که در پریود اهتزاز فنر مؤثر می‌باشد (2). نتیجه $m_{eff} = \frac{1}{3} m_s$ که در محاسبات با کتله متصل به فنر جمع می‌گردد (3)، برای یک انتروال معینی برقرار است (4) و برای انتروال‌های دیگر شرط $m \rightarrow 4/\pi^2$ برقرار می‌باشد (5). تمامی سیستم‌های اتمی و مالیکولی و میکرو ذره به نوعی در قید یک پوتنشیل می‌باشد (6) که می‌تواند به صورت یک فنر فرض گردد (7). بنابراین، تعمیم سیستم کتله و فنر در تمام ساحت‌ها به سادگی امکان‌پذیر است و حل این سیستم با این فرض می‌تواند خیلی ساده باشد (8). بررسی سیستم‌های کتله و فنر از دیرباز مورد توجه بوده است و محققین تلاش نمودند. علاوه بر بحث ساختاری خود سیستم در باره تطبیق معیارهای این سیستم در دیگر ساحت‌ها مثل فزیک مالیکولی و فزیک مایعات جهت تعیین ضریب لزوجیت مایعات کم لزوج (9). حرکت‌های زردپی انسانی برای گرافیک کمپیوتری (10) و تغییر شکل‌های پوست پا (11) و غیره تحقیقات گسترده‌یی را انجام دهند.

مبانی نظری

معمولاً سیستم کتله و فنر با فنر بدون وزن و بدون ملاحظه جهت حرکت فنر تحت قوه خارجی در نظر گرفته می‌شود. در این حالت پریود اهتزازات فنر از رابطه ذیل دریافت می‌گردد:

$$T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{M}{k}} \quad (1)$$

که M کتله چسبیده به فنر و k ثابت فنر یا ضریب سختی فنر نامیده می‌شود. با وزنه‌های سنگین در نتیجه فرمول فوق تأثیر چندانی نخواهیم داشت؛ اما با در نظر داشت اثر کتله فنر رابطه فوق دچار تغییر می‌گردد. در این بررسی مسأله اهتزازات فنر وزن‌دار در دو جهت افقی و عمودی به صورت تیوری یک بررسی می‌گردد و در نهایت نتیجه هر دو یک‌سان خواهد بود (12).

سیستم کتله و فنر طبق قانون تحفظ انرژی و مبادله انرژی حرکتی به پوتنشیل و بالعکس در صورت عدم عامل بازدارنده خارجی مثل اصطکاک و یا ناخالصی‌های خود فرمی‌تواند تا مدت زیادی حرکت اهتزازی داشته باشد. انرژی میخانیکی حاکم بر حرکت اهتزازی فنر عبارت است از:

$$E = U + K = \frac{1}{2} kx_m^2 \quad (2)$$

که x_m بیجا شدگی اعظمی فنر از تعادل خودش و U انرژی پوتنشیل و K انرژی تحریک فنر است. در دو انتهای حرکت، فنر کمی متوقف می‌گردد، تمامی انرژی حرکتی آن به پوتنشیل تبدیل می‌گردد و در هنگام عبور از تعادل جسم متصل به فنر بیشترین سرعت را دارد. اما در هر حالت $U + K$ ثابت است (13).

اهتزازات عمودی فنر وزن دار و اثر وزن فنر بر تغییر مکان نقطه تعادل

طبق شکل یک فنر آویخته شده از یک نقطه ثابت که در انتهای آن یک کتله M آویزان را در نظر می‌گیریم. طول کل فنر l_0 و در ارتفاع y یک عنصر طولی کوچک dy را در نظر می‌گیریم. برای فنرهای مسلسل داریم:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_1} + \dots \quad (3)$$

که k_i ها ثوابت فنرهای متصل به هم می‌باشند. در صورت یک نواخت بودن و یک سان بودن تمامی فنرها رابطه (۳) می‌شود:

$$\frac{n}{k'} = \frac{1}{k}, n = \frac{l_0}{dy} \quad (4)$$

که k' ثابت یکی از فنرها و در واقع ثابت فنر عنصری dy و n تعداد عناصر است. بنابراین:

$$\frac{l_0}{dy k'} = \frac{1}{k}, k' = \frac{kl_0}{dy} \quad (5)$$

برای دیفرانسیل‌گیری حال فنر را به صورت ذیل در نظر می‌گیریم:

فنر وزن M و کتله فنر زیر dy را تحمل می‌کند. کتله قسمت زیر dy برابر با $\frac{m}{l_0}(l_0 - y)$ است. بنابراین، وزن کل عبارت است از:

$$Mg + \frac{m}{l_0}(l_0 - y)g \quad (6)$$

طبق قانون هوک با فرض کشیده‌گی در طول فنر به اندازه Δz ناشی از وزن آویزان داریم:

$$k' \Delta z = Mg + \frac{m}{l_0}(l_0 - y)g, k' = \frac{kl_0}{dy}$$

$$kl_0 \Delta z = \left(Mg + \frac{m}{l_0}(l_0 - y)g \right) dy \quad (7)$$

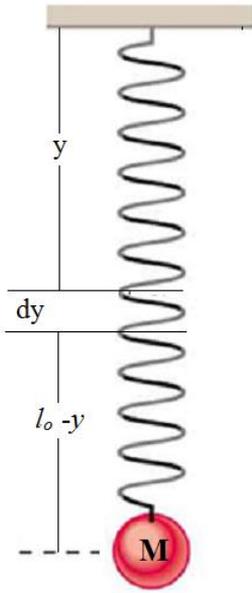
با انتیگرال‌گیری از طرفین معادله (۷) داریم:

$$kl_0 \int dz = \int_0^{l_0} \left(Mg + \frac{m}{l_0}(l_0 - y)g \right) dy = g \left(Ml_0 + \frac{m}{l_0} \right) \left(l_0^2 - \frac{l_0^2}{2} \right)$$

$$\therefore z = \frac{1}{k} \left(Mg + \frac{mg}{2} \right) \quad (8)$$

که Z کشیدگی از تعادل است. حال اگر کتله M کمی از تعادل خود به اندازه x خارج گردد، در این صورت سرعت و تعجیل برای کتله M روابط ذیل را خواهد داشت:

$$v_M = \frac{dx}{dt}, a_M = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (9)$$



شکل ۱: اثر کتله خارجی بر تغییر طول فنر

حال یک عنصر کوچک dy را برای دریافت انرژی حرکتی سیستم کتله و فنر ناشی از بیجاشدگی x در دو انتها در شکل اول در نظر می‌گیریم. در این حالت سرعت عنصر dy برابر \dot{x} نه بلکه $\frac{\dot{x}}{l'}y$ می‌باشد. بنابراین برای انرژی حرکتی این عنصر داریم:

$$dK = K_{dy} = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{l'} dy \right) \left(\frac{\dot{x}}{l'} y \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{l'} dy \right) \left(\frac{\dot{x}^2}{l'^2} y^2 \right) \quad (10)$$

انرژی کل فنر عبارت است از:

$$K = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{l'^3} \right) \dot{x}^2 \int_0^{l'} y^2 dy = \frac{1}{6} m \dot{x}^2 = \frac{1}{2} m_{eff} \dot{x}^2 \quad (11)$$

که m_{eff} منحنی کتله مؤثر فنر شناخته می‌شود که در حرکت اهتزازی آن نقش بازی می‌کند. انرژی کل شامل سهم کتله متصل و کتله مؤثر فنر می‌باشد. بنابراین، انرژی حرکتی کل عبارتند از:

$$K_{tot} = \frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} m_{eff} \dot{x}^2 \quad (12)$$

از طرفی تغییر در انرژی پوتنشیل سیستم کتله و فنر وزن دار نیز شامل سهم کتله M و کتله مؤثر فنر است که به صورت ذیل محاسبه می‌گردد. سهم بیجاشدگی کتله عبارت است از:

$$U_M = Mg \cdot x$$

هم چنین بی‌جاشدگی عنصر dy در ارتفاع y برابر $\frac{x}{l'} dy$ و کتله عنصر dy برابر $\frac{m}{l'} y$ می‌باشد. بنابراین، پوتنشیل حاصل از بی‌جاشدگی عنصر فنر به صورت ذیل است:

$$U_{spring} = \int_0^{l'} \frac{m}{l'} y g \frac{x}{l'} dy = \frac{m}{2} gx \quad (13)$$

همانند انرژی حرکتی باید انرژی پوتنشیل کل را به دست آوریم که می‌شود:

$$U = U_M + U_{spring} - U_{tension} = Mg \cdot x + \frac{m}{2} gx - \frac{1}{2} kx^2 \quad (14)$$

که جمله آخر ناشی از سقوط پوتنشیل به علت کشش است. معادله (۱۴) بهره در انرژی حرکتی را می‌دهد و بنابراین، از برابری دو انرژی در نقطه مفروض داریم:

$$\frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} m_{eff} \dot{x}^2 = Mg \cdot x + \frac{m}{2} gx - \frac{1}{2} kx^2 \quad (15)$$

با دیفرانسیل‌گیری از معادله (۱۵) نسبت به (t) داریم:

$$M \dot{x} \ddot{x} + m_{eff} \dot{x} \ddot{x} = Mg \dot{x} + \frac{1}{2} m g \dot{x} - k \dot{x} x$$

که حذف عامل مشترک \dot{x} از طرفین و مرتب‌سازی مجدد می‌دهد:

$$\ddot{x} (M + m_{eff}) = (Mg + \frac{m}{2} g - kx) \quad (16)$$

از رابطه (۸) برای نقطه تعادل Z داریم: $Mg + \frac{mg}{2} = kZ$ که در نتیجه با وضع در معادله (۱۶) داریم:

$$\ddot{x} (M + m_{eff}) = (kZ - kx) = k(Z - x) = -k(x - Z) \quad (17)$$

با وضع $x - Z = u$ و در نتیجه $\ddot{x} = \ddot{u}$ (زیرا Z متحول دلخواه است و می‌تواند در یکی از دو انتها نیز فرض گردد) حل معادله (۱۷) به صورت ذیل ساده می‌گردد:

$$\ddot{u} (M + m_{eff}) = -ku$$

$$\ddot{u} + \frac{ku}{M+m_{eff}} = 0 \quad (18)$$

در نظر گیری یک معادله حرکت هارمونیکي با فریکونسي ω برابر با معادله (۱۸) می دهد:

$$\ddot{u} + \omega^2 u = 0, \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m_{eff}}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m_{eff}}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m/3}{k}} \quad (19)$$

نتیجه نهایی نشان می دهد که پریود اهتزازات فنر وزن دار با کتله متصل به آن متفاوت از فنر بی وزن است. این نتیجه بدون ملاحظات عملی به دست آمده است (13).

ضریب $m/3$ برای کتله مؤثر فنر برای حالت های خاص برقرار است و حد دیگر برای این ضریب $\pi^2/4$ است (5).

در این جا کتله مؤثر فنر را به صورت کسری از کتله فنر در نظر می گیریم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M+fm}{k}} \quad (20)$$

که f ضریب کسری از کتله فنر است (14).

میتود عملی

برای اطمینان از درستی این نتیجه و این که دقت نتیجه در کدام حدود برقرار است، هم از طریق تجربه و هم از طریق شبیه سازی می توان عمل نمود. در روش تجربی فنری تقریباً یک نواختی را بدقت وزن کرده و قبل از آویزان کردن طول آن را به صورت خوابیده دریافت کرده و سپس در سیستم تعلیق قرار می دهیم. اثر وزن فنر در کشیدگی طول فنر آویزان را در نظر می گیریم. نتیجه را با نتیجه تیوریک (۶) مقایسه می کنیم. در ذیل دیتای فنر آورده شده است:

جدول ۱: دیتای مشخصات فنر

وزن فنر	طول فنر خوابیده	طول فنر ایستاده	تعداد حلقه های فنر	جنسیت فنر	قطر فنر	قطر سیم فنر
57 gr	26 cm	28 cm	25	اهن	3.5 cm	2.1 mm

کتله های معین را محل مربوطه قرار داده و زمان تناوب را به وسیله یک سنسور نوری شمارش پریود با دقت 0.001s سه مرتبه اندازه شده و اوسط آن ها انتخاب گردیده است.

اهتزازت خیلی کم انتخاب شده است تا از تغییرات سریع و اغتشاشات در فنر جلوگیری گردد. درجه حرارت محیط ثابت نگهداشته شده و اثرات محیطی به صورت یک ضریب و یا مقدار خطا منظور شده است.

برای استفاده از نتیجه در محاسبات گراف معادله (۱۹) را مربع و مرتب ساخته داریم:

$$T^2 = 4\pi^2 \left(\frac{M+m}{k} \right), \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{M}{k} + \frac{fm}{k}$$

$$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2}{k} M + \frac{4\pi^2}{k} fm \quad (21)$$

ملاحظه می‌گردد که گراف مربع پریود (T^2) به تابع کتله (M)، خطی می‌باشد. از قسمت ثابت خط کتله مؤثر فنر به دست می‌آید. ضریب M مقدار ضریب سختی فنر را می‌دهد. هم‌چنین در تحلیل عددی مقدار کتله مؤثر باید شکل معادله (۲۱) را به صورت ذیل تغییر بدهیم:

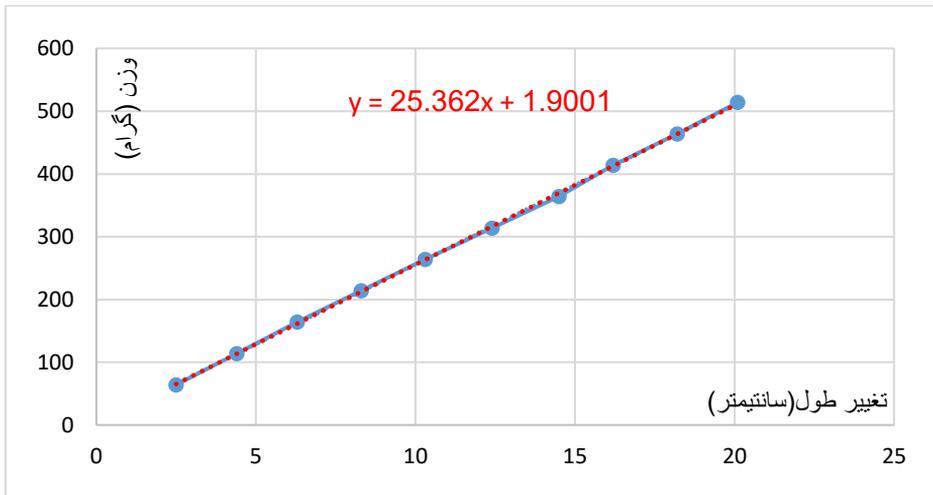
$$fm = m_{eff} = \frac{kT^2}{4\pi^2} - M \quad (22)$$

گراف تغییرات مربع پریود به تابع کتله سهم کتله فنر منفی بدست می‌آید و این یعنی در قسمت منفی محور y ها خط قطع می‌کند. این موضوع از مساوی به صفر قراردادن معادله (۲۱) نیز ملاحظه می‌گردد.

نتایج

دریافت ثابت فنر: از قانون هوک میدانیم که تغییرات طول فنر متناسب با قوه اعمال شده است. یعنی $F = k\Delta x$ که k ثابت فنر است. برای دریافت ثابت فنر استاتیک تغییرات وزن به تابع تغییر طول آورده شده است. از میل خط می‌توان ثابت فنر یا ضریب سختی فنر را تعیین نمود. فیت خطی گراف یک میل ۲۵،۳۶۲ می‌دهد. از روی آن می‌توان به صورت ذیل ثابت فنر را تعیین نمود.

$$k = 25.362 \frac{gr}{cm} = 25.362 \frac{10^{-3}kg}{10^{-2}m} = 2.5362 \frac{kg}{m} = 25.362 \frac{N}{m}$$



شکل ۲: گراف تغییرات طول فنر به تابع وزن جسم آویخته شده

دریافت پریود اهتزازات و ترتیب عملی

ترتیب اجرای تجربه در محل اجرای تجربه به صورت ذیل تنظیم شده است: سنسور نوری با دقت $0.001s$ در مرکز تعادل در هر حالت قرار گرفته و هر بار سه مرتبه برای هر وزنه اهتزاز در نظر گرفته شده و اوسط آن‌ها در جدول درج گردیده است. حرکت اهتزازی با بیجا شدگی کم منظور شده است و در هنگام اجرای تجربه شرایط محیط لابراتواری رعایت شده است.

دیتای کلی اهتزازات فنر

زمان‌ها و کتله‌ها بدقت $0.001s$ و $1gr$ در نظر گرفته شده است. هرگاه گراف تغییرات پریود به تابع کتله را ترسیم کنیم، یک منحنی با توان 0.5 به دست می‌آید. در بحث تیوری این موضوع هم بیان شده است. تطابق تیوری با تجربه در این جا به خوبی نشان داده شده است. هرگاه گراف تغییرات مربع پریود به تابع کتله را ترسیم کنیم، یک خط حاصل می‌گردد که از قسمت میلان می‌توان ثابت دینامیکی فنر را تعیین نمود. یعنی:

$$\frac{4\pi^2}{k} = 0.0016$$

که نتیجه مقدار $k = 24674$ را می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که قیمت دینامیک کمی متفاوت از قیمت استاتیک می‌باشد.

قسمت ثابت آن می‌تواند در استحصال ضریب کتله فنر f کمک کند. هرگاه به گراف توجه کنیم دیده می‌شود که این قسمت برابر 0.0351 است. هم‌چنین بر اساس معادله (۲۱) این قیمت برابر

$$m_{effec} = \frac{4\pi^2}{k} fm = \frac{4\pi^2}{k} fm \text{ می‌باشد که در نتیجه از برابری آن می‌توان داشت:}$$

$$\frac{4\pi^2}{k} m_{effec} = 0.0351$$

نتیجه حل مقدار ذیل را برای کتله مؤثر می‌دهد:

$$m_{effec} = \left(24674 \times \frac{0.0351}{4(3.14)^2} \right) = 21.94 \text{ gr}$$

و نسبت آن به کتله فنر برابر است با:

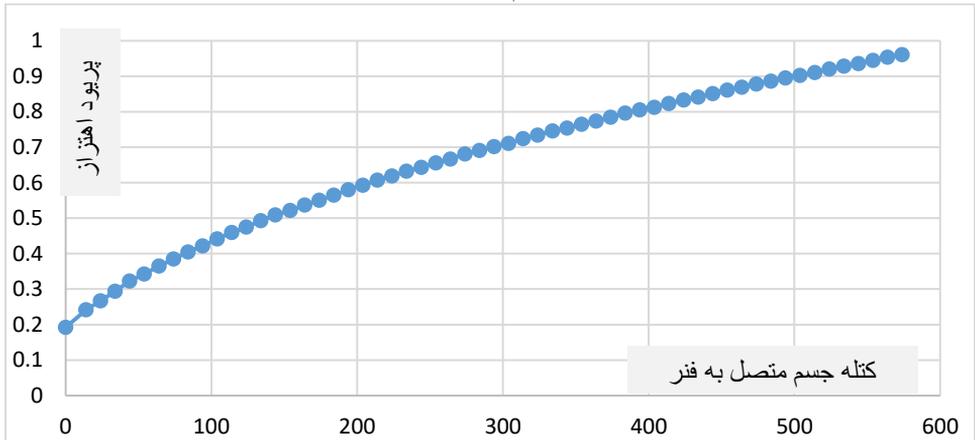
$$\frac{m_{effec}}{m} = 0.385$$

این مقدار از مقدار تیوریک 0.33 کمی متفاوت است.

در بررسی انتروالی دیده می‌شود که در هر انتروال قیمت‌های متفاوت است و نشان می‌دهد که مقدار تیوریک در هر انتروالی برقرار نیست.

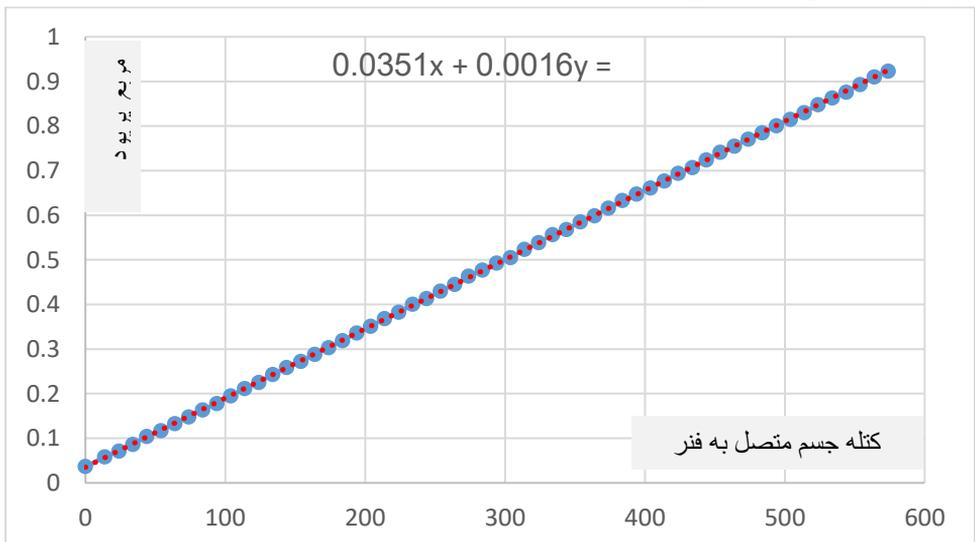
هرگاه به نتیجه تحلیل گراف ملاحظه گردد، دیده می‌شود که از مقدار تیوریک 0.3333 در بعضی از انتروال‌ها دور هستیم. هرگاه تغییرات در سه ناحیه پریودهای کم و متوسط و زیاد که متناسب با کتله‌های کم و متوسط و زیاد می‌باشد در نظر بگیریم در باره انتروال درستی نتیجه تیوری می‌توان اظهار نظر نمود.

هرگاه قسمت ثابت را برای هر گراف محاسبه کنیم:



شکل ۳: تغییرات پریود اهتزازات فنر به تابع کتله آویخته

ملاحظه می‌گردد که با تزیاید کتله معلق و تزیاید پریود اهتزازات فنر ضریب f زاید می‌گردد و این تزیاید روال منطقی ندارد. علت این ناهماهنگی در تغییرات کتله مؤثر به پاسخ فنر در مقابل تغییرات کشش ارتباط دارد. فنرها من حیث اجسام ارتجاعی در مقابل قوه خارجی پاسخ تابع زمان را دارد و این پاسخ با تزیاید کتله کندتر می‌گردد. پاسخ فنر هم چنین به طول فنر بستگی دارد. یعنی فنرهای طویل‌تر پاسخ کندتری دارد. در مدت پاسخ فنر به تغییر قوه خارجی که طبعاً غیر خطی می‌باشد، روابط قبلاً به دست آمده برقرار نیست. هم چنین هر حلقه در برابر تغییرات قوه خارجی متفاوت عمل می‌کند که این نیز کتله مؤثر را در هر مرحله آزمایش متفاوت می‌سازد.



شکل ۴: تغییرات مربع پریود به تابع کتله آویخته و یک فیت خطی مناسب بر آن

در یک تحلیل از گراف فوق در انتروال‌های می‌توان جدول ذیل را به دست آورد:
جدول ۲: دیتای حاصل از تحلیل گراف از تغییرات کتله مؤثر فنر به تابع کتله آویخته در انتروال‌ها از نسبت بین کتله فنر و کتله آویخته

$M \leq m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.423$
$m_s \leq M \leq 2m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.343$
$2m_s \leq M \leq 4m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.348$
$4m_s \leq M \leq 6m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.397$
$6m_s \leq M \leq 8m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.428$
$8m_s \leq M \leq 10m_s$	$m_{eff} = fm \approx 0.482$

ملاحظه می‌گردد که در انتروال‌های مختلف هم ثابت دینامیکی فنر و هم کتله مؤثر متفاوت است. علت این تفاوت در اثر متقابل کتله خارجی و کتله فنر در اعمال قوه برگرداننده می‌باشد و تنها انتروال منطبق بر مقدار تیوریک، انتروال کتله جسم خارجی بین یک برابر و چهار برابر کتله فنر است. در خارج از این انتروال از مقدار 0.33 خارج می‌گردیم.

نتیجه‌گیری

در انتروال نسبت کتله‌ها $1 \leq \frac{M}{m_{eff}} \leq 4$ نتیجه به دست آمده به قیمت تیوریک ۰,۳۳، نزدیک هستیم و در خارج از این انتروال نتایج تیوریک و تجربه متفاوت است.

به علت این که ثابت فنر به قطر بستگی دارد، از انتروال کتله صرف نظر گردیده و انتروال زمان را در نظر گرفتیم. دلیل این اختلاف می‌تواند در تخمین‌های که در محاسبات صورت گرفته و یا هم عدم ایدئال بودن و یک‌نواخت بودن فنر باشد. هم‌چنین موجودیت ناخالص‌های سطحی فلز می‌تواند در عکس‌العمل فنر مؤثر باشد.

انتروال وزنه‌های انتخابی در حدود ۲۰۰-۵۰۰گرم برای این فنر خاص است. با تزاید کتله انحراف در نتیجه به دست می‌آید که انحراف از تیوری را نشان می‌دهد. به‌طور نمونه هرگاه کتله‌های آویخته خیلی زیادتر از کتله فنر و یا نزدیک به کتله فنر باشد، انحراف از نتیجه تیوریک به خوبی مشاهده می‌گردد. نتیجه به دست آمده با نتایج ارائه شده توسط نویسندگان، مطابقت ضمنی ندارد و به شرایط تجربه بستگی دارد.

پیشنهادات

در نظرگیری شرط کتله مؤثر فنر $1/3$ کتله فنر برای همه فنرها درست نیست، زیرا قطر فنر در ثابت فنر مؤثر است. در نظرگیری شرط کتله مؤثر فنر $1/3$ کتله فنر برای همه کتله‌های آویخته برقرار نیست و در یک انتروال معین برقرار می‌باشد. اثر درجه حرارت و سایر شرایط فیزیکی در تغییرات ثابت فنر نیز مهم است که باید لحاظ گردد.



منابع

- (1) Galloni EE, Kohen M. Influence of the mass of the spring on its static and dynamic effect. Am.J.Phys. 1979; 47(12): 1076-78.
- (2) Cushing JT. The spring-mass system revisited. Am.J.Phys. 1984; 52(10): 925-33.
- (3) Ma Y, Chang H, Wu Z, Jiang Y, Li J, Yin X, et al. Theoretical Study of the Energies of the Oscillating System with a Well-Distributed Mass of the Spring. SV. 2019; 53(4): 139-49.
- (4) Ruby L. Equivalent mass of a coil spring. the physics teacher. 2000; 38(3): 140-41.
- (5) Rodriguez EE, Gesnoui G. Effective Mass Of An Oscillating Spring. 2007; 45(1).
- (6) Mahanty J, Fox JG. The Effective Mass of An oscilating Spring. AmJPH. 1970; 38(1): 98.
- (7) Christensen J. An improved calculation of the mass for the resonant spring pendulum. Am.J.Phys. 2004; 72.
- (8) yost S. The Effect of Spring Mass on the Oselation Frequency. Uneversity of Tennessee. 2002 feb.
- (9) رجب علی خ. دریافت مایعات کم لزوج با فتر. مجله علمی پوهنتون کابل. ۱۳۹۴؛ (۲)۱: ۳۰-۴۰.
- (10) Tang YM, Hui KC. 7- Tang, Y. M.; Hui, K. C. (2007-07-01). "The Effect Of Tendons On Foot Skin Deformation". Computer-Aided Design. Human Modeling And Applications. 39 (7): 583–597. AmJPh. 2012;; 583-597.
- (11) Tang YM, Hui KC. Simulating Tenden Motion with Axial Mass- Spring System. Computer & graphics. 2009; 33(2).
- (12) Young HD, Freedman RA. UNIVERSITY PHYSICS With Modern Physics. 14th ed.: Pearson; 2016.
- (13) J.W. SRA&J. "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS With Modern Physics 9 Edition" : CENGAGE Learning; 2014.
- (14) Walker J. FUNDAMENTALS OF PHYSICS : John Wiley Sons; 2014.

د موزل قانون له مخي د خاورې د رنگونو ارزونه

پوهنوال حفیظ الله رسولی^۱، پوهاند عبدالغیاث صافی^۲

^۱جیولوژی ډیپارټمنټ، د ځمکپوهنې پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان
^۲هایډرومیټیورولوژی ډیپارټمنټ، د ځمکپوهنې پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان
برېښلیک : hafizullah.rasouli133@gmail.com

لنډیز

د موزل رنگونو سیستم، یوله هغو مهمو میتودونو څخه شمېرل کېږي، چې د خاورو رنگونو معلومولو لپاره کارول کېږي، په هغه کې د رنگونو ترتیب او تنظیم بڼه کې شتون لري. دغه میتود د لومړي ځل لپاره د یو امریکایي هنر پوه او نقاش په واسطه چې د البیرت منزل (Albert H. Munsell) په نامه یادیده، رامنځته شوه. نوموړی بېلابېل رنگونه د یو ځانگړي مقیاس له مخې په یوه نقشه کې، د رنگونو شمېرې او څرگندتیا له مخې جوړ کړل. د رنگ څرگندتیا د موج د اوږدوالي له مخې، روښنایي د څرگندوالي او تازه والی له مخې برابر او ډیزاین شوي دي. د رنگونو دغه سیستم ددی لپاره کارول کېږي چې په نړیواله کچه د غیر شفاف رنگونو نه تر روښانه رنگونو پورې معلوم، او یوه منل شوي رنگمالي ترسره شي. هر رنگ باید په سایڼسي او فزیکي بڼه وڅېړل شي، د طبیعت سره پرتله شي، او هر رنگ چې د موزل په واسطه څېړل کېده، نو لومړی یی د طبیعت د رنگونو سره پرتله کاوه.

کلیدي اصطلاحات: موزل رنگونو سیستم؛ د خاورې رنگونه؛ د خاورې ډولونه؛ د خاورې پوړونه

Determination of Soil Color by Using Munsell System

Associate Professor Hafizullah Rasouli¹, Prof. Abdul Ghias Safi²

¹Department of Geology, Faculty of Geoscience, Kabul University, Kabul, Afghanistan

²Department of Hydrometeorology, faculty of Geoscience, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: hafizullah.rasouli133@gmail.com

Abstract

The Munsell color system is a vital method for assessing soil color, organized systematically with color charts and images. It was introduced by American educator and artist Albert H. Munsell. This system categorizes soil colors based on scales of value, intensity, and hue, depicted on a map. Intensity of color is arranged from low to high quality. The Munsell color system is employed internationally, spanning from opaque to vivid colors. Each color is scientifically categorized and corresponds to natural substances found in nature. When utilizing this system, it's imperative to compare colors to those found in nature. Soil research endeavors in natural environments necessitate an understanding of soil colors, as various soil hues exist in nature.

Keywords: Munsell Color System; Soil Colors; Soil Types; Soil Horizons

سريزه

د لومړي ځل لپاره د رنگونو یاد سیستم د مونزل په واسطه په ۱۹۱۳ م کال کې د رنگونو داتلس (Atlas) په نامه چاپ او په نړيواله کچه د مونزل سیستم په نامه نشر شو. پدې چارټ کې ۱۵ ډوله رنگونه شتون لري او هر رنگ د شدت د خاصیتونو له مخې په څوسوه فرعي رنگونو وېشل شوي دي. د رنگونو شدت د درې ډوله خاصیتونو له مخې لکه ظاهري بڼه، شمېرې او څرگندتیا له مخې تعینېږي. کله چې مونزل په ۱۹۱۸ م کال کې وفات شو، نو هغه له مرگ وروسته د مونزل په نامه یوه کمپنۍ جوړه او د رنگونو یاد میتود یې د نړۍ ټولو خلکو ته ولېږداده، چې ډېرو ساینس پوهانو پری کار وکړ او تراوسه یاده لري ادامه لري. د مونزل رنگونو څخه د صنعت په بېلابېلو برخو او مختلفو ځایونو کې گټه اخیستل کېږي. له هغې وروسته د نړۍ په لروبر کې په گڼ شمېر ځایونو کې له سره برابر په ډېرو ځایونو کې نوي اتلسونه هم چاپ شول. په پای کې د مونزل رنگونو کتاب (Munsell Book of Color) په ۱۹۲۹ م کال کې چاپ شو. په دغه کتاب کې د درې بعدی بڼه د رنگونو سیستم جوړ، چې هغې ته په ځینو وختونو کې د مونزل د رنگونو ونه (Munsell colour tree) هم ویل کېږي، چې په لاندې شکل کې ښودل شويدي (۱).

په عمومي توگه د مونزل رنگونو سیستم یو له مهمو سیستمونو څخه دی چې د رنگونو د وېش لپاره کارول کېږي، چې د هغې له مخې د خاورو بېلابېل رنگونه معلومېږي. دا سیستم لومړی ځل د امریکایي رنگمال او معلم البیرت مونزل (Albert Munsell) په واسطه کشف او د شلمې پېړۍ په پیل کې دا سیستم د زده کړې له مهمو اسبابو او موادو څخه گڼل کېده. په ټولیزه توگه د مونزل سیستم مخکنی تعبیر او تفسیر په زیاته پیمانته د له فزیکي سټنډرډونو څخه کار اخیستل دی او یو له هغو مهمو پرمختگونو څخه چې د مونزل په سیستم کې ورڅخه زیات کار اخیستل کېږي، د ۱۹۴۳ م کال پرمختگونه دی له هغه وخت وروسته تر اوسه پورې په یاده برخه کې گڼ شمېر پرمختگونه را منځته شوي دي. په دې هکله په زرگونو ارزونې د ۴۱ تنو څارونکو له لورې سرته رسېدلی دي، تر څو یې وکولای شول چې د رنگونو لپاره یو مناسب سیستم را منځته کړي. تراوسه په نړۍ کې د مونزل رنگونو ۲۷۴۵ خاصیتونه په ساینسي توگه مطالعه شويدي. دا ډول سیستمونه د سپیکټرومتر (spectrophotometer) په واسطه اندازه کېږي (۳)، او کېدای شي چې د درې اړخیز سیستم (coordinates) د رنگ په بڼه و ښودل شي، چې د هغه له مخې د رنگونو بېلابېل ډولونه و پېژندل شول، یو په بل باندې اضافی کېږي. تراوسه پورې د ۲۷۴۵ په شاوخوا کې د رنگونو ډولونه شته. مونزل سیستم په تیوریکي توگه بېلابېل حدونه لري او مشخص رنگونه منځته راوړي، لکه سوررنگ چې تنها خاص رنگ نه را منځته کوي، بلکې له نورو رنگونو سره یو ځای کېږي او نور مختلف خاص رنگونه منځته راوړي. هر رنگ باید په ساینسي توگه مطالعه شي چې د مونزل د سیستم سره سم یو ځانگړی رنگ را منځته شي. هر رنگ چې په ساینسي توگه څېړل کېږي باید د طبیعت د رنگونو سره پرتله شي، او همدارنگه کله چې رنگمالي تر سره کېږي باید د مونزل او طبیعت له رنگونو سره پرتله شي (۲).

کروموفیر (Chromosphere)

د اتومونو او الکترونونو له هغه گروپ څخه عبارت دی، چې یوه برخه یې عضوي مالیکولونه (Organic molecule) را منځته کوي او په پایله کې مختلف رنگونه (Coloured) را منځته شوي دي. د رنگونو د خاصیتونو ترمنځه دغه ډول پرتله چې په هغی کې د رنگونو جوړښتونه، کیمیاوي مرکبونه و پېژندل شول د لومړی ځل لپاره په ۱۸۷۰ میلادي کال څخه وپېژندل شول، چې هغه په کیمیا او اتومی جوړښت سره نژدې اړیکې لری. څرنګه چې د نایترو مرکبونه د ګڼ شمېر رنگونو لرونکی دي د بېلابېلو رنگونو په جوړولو کې ور څخه ګټه اخیستل کېږی، هغه وخت د دا ډول مرکبونو رنگ بدلون کوي، چې کله پکې د هایډروجن عنصر ځای ونیسی یا د هایډروجن په واسطه تخریب (Hydrogenated) شی. کله چې یو مرکب ددی وړتیا ولری او هایډروجن واخیستلی شی، نو هغه مرکب ته غیر مشبوع مرکب (Unsaturation) ویل کېږی، چې دهغې ځانګړی لامل بلل کېږی د الکترونونو شتون او یو له بله سره د کناوالینت رابطو (Covalent bonds) په واسطه په خپل منځ کی د دوه جوړه اتومونو په واسطه ډېر مستحکم نه وي، بلکه د هغی د مالیکولونو ترمنځه اوربیتالی (Molecular orbitals) فاصله شتون لری او هغه شاید د څو اتومونو په واسطه یو ځای شوي وي. دا ډول الکترونونه له بېلابېلو اړخونو د بېلابېلو موجونو او د روښانه رنگ لرونکی، چې اتومونه یې په خپل منځ کی په بېلابېلو سیمو کی د یو بل په واسطه جذبېږي او د انکسار او انعکاس څخه وروسته پاتې شوي نور په پراخه کچه د مختلفو مرکبونو په واسطه جذبېږي. په ژوره توګه د رنگونو په پایله کې څو ډوله کروموفور شته، چې یو له بله سره په عینی مالیکول کې یا د نورو گروپونو سره ډېر په نژدې واټن کې نښتی وي او دی ډول حالت ته اوزوکروم (Auxochrome) هم ویل کېږی (۴).

تور رنگ (Black Color)

که په فزیکي توګه وڅېړل شی، نو لومړي رنگ چې د انسان سترګو ته ژر رسېږي له تور رنگ څخه عبارت دی، چې د هغی روښنایی او د موجونو اوږدوالی (wavelengths) د نورو رنگونو په پرتله پراخه او د لیدو وړ سپیکتروم (visible spectrum) په واسطه ډېر ژر جذبېږي. خو برخلاف د سپیکتروم په رنگونو کې چې کله یو له بله سره پرتله شي نو مخلوط حالت کې د تور رنگ کچه خورا ډېره معلومېږی له همدې امله تور رنگ په کروماتیک رنگونو (chromatic colour) کې ډېر د پاملرنی وړ ګرځېدلی دی.

د رنگونو دوران

تور او سپین رنگونه د رنگونو او ژبی له ډېرو مهمو اصطلاح ګانو څخه بلل کېږی، د تور رنگ کلیمه له فوتوجرمانیک بلکاس (Proto-Germanic blakaz) څخه اخیستل شویدی، چې هغې ته په پخوانی انګلیسی کی له بلاک (Blæc) کلیمی څخه اخیستل شویدی، چې تور رنگ معنی ورکوي. له ډېرو پخوانیو لیکنو څخه چې له پخوانی انګلیسی متن څخه ژباړل شوي، یو له مشهورو تاریخ لیکونکو څخه هغه تور رنگونه په هیفدی بلک فیکس (hæfde blæc feax) یاد کړیدی، چې هغه د تورو وینښتانو معنا څخه اخیستل شویدی. د لومړی ځل لپاره د رنگونو په دوران کی تور رنگ له کاربن څخه اخیستل شوي،

چې هغه د لومړي ځل لپاره د رنگونو سوځېدلو او د هډوکو سوځېدلو او يا په مصنوعي توگه د کيمياوي مرکبونو څخه په لاس راغلی دی. تر ټولو ساده رنگ چې له چين څخه په لاس راغلی دی، له هغه څخه د بخاريو له لوگيو (soot) څخه چې د حيواناتو سرينسناکه توکي به يې ورسره يو ځای کول او په پايله کې به يې له هغه څخه رنگ جوړاوه، چې هغه په زياته پيمانه په هند کې د ډېر دوام او ډالی لپاره ځانگړی ارزښت (opacity) لري. سربېره پردې له څېر رنگ څخه د رنگونو په بېلابېلو سيستمونو کې د تورو رنگونو د وېش لپاره کارول کېږي. د فوتوگرافي له اختراع څخه دمخه وينر لومړی کس وه چې په ۱۸۱۴ م کال کې يې رنگونه په بېلابېلو گروپونو ووېشل. نوموړی زياتره په ساينسي توگه پاملرنه وکړه، چې په دقيقه توگه رنگونه په طبيعت کې په بېلابېلو گروپونو باندې ووېشل. همدارنگه هغې په دی اړوند يو کتاب هم وليکه او هغی ته يې تور کياخ (Raven Black) وويلو او هغه يې د ماهي له هگي (Berry) چې په توره تياره کې له منځه تللی وي او يا يې د اوليوين منرال له کان څخه لاسته راوړی وه. څرنگه چې د مونزل رنگونو سيستم له شلمې پېړۍ دمخه په سټنډرډ ډول رنگونه يو له بله جلا کړل او څرگنده يې کړه چې زياتره په صنعتي کارونو کې له بېلابېلو تورو رنگونو څخه گټه اخيستل کېږي (۵).

د نور تجزيه

په عمومي توگه د نور له تجزيې څخه اصلي هدف دادی چې کله يوه طبيعي پېښه منځته راځي نو په دی صورت کې نور تیت او پاشان کېږي او څپې يې په بېلابېلو سرعتونو حرکت کوي، چې نوموړی کړنه د موجودو له اوږدوالي سره تړاو لري. د مثال په توگه، کله چې سمندر څپې حرکت کوي د موجودو لويوالي او کوچنوالي يې دايروي ډوله وي او د موجودو اوږدوالي سرعتونو سره تړاو لري چې په ثانيه کې له ډېر کوچنی موج يعنی فوت څخه پيل او تر زرگونو كيلومترو پورې څپې را منځته کوي، او آن کله نا کله سونامی هم جوړ وي. د يوي روښنایي د موج سرعت د وخت په تېرېدو سره په متوسط ډول بدلون کوي او په معکوسه توگه له انکسار سره تړاو لري. په منځنۍ توگه د موجودو لېږدونه لکه د يو شیشه ای منشور (a glass prism) په څير ده، چې د لمر شعاع د اچولو سره موازی (beam) روښنایي سره برابر د انعکاس لارښود (refractive index) د بنسټي د هر مرکب د اوږدوالي سره موج يا رنگونه جوړوي (۶). د نور خپرېدا کله نا کله په جلا توگه نور په خپل منځ کې بېلابېل رنگونه خپروي، چې په ځانگړی توگه هغی ته زاويوي خپراوي (angular dispersion) هم ويل کېږي.

نصواری رنگ (Brown colour)

په فزيک کې نصواری رنگ، له هغه رنگ څخه عبارت دی، چې شدت يې کم او د موج اوږدوالي يې ۶۰۰ نانو متره وي او سپيکتروم يې د ليدلو وړ دی. په هنر کې، نصواری رنگ هغه رنگ دی چې د سور او ژيړ رنگونو په منځ کې دی او د تیت سپيکتروم لرونکی دی. نصواری رنگ هغه رنگ دی چې د نورو رنگونو لپاره بنسټ بلل کېږي او تل په هغه باندې نور رنگونه ور زياتوي لکه تور، سپين، سور، ژيړ، شين

او آبی او په پایله کې بېلابېل نوي رنگونه جوړوي. د نصوصاری رنگ کليمه له فوتو جرمانیک (Proto-Germanic brunaz) آلمانی ژبی څخه اخیستل شوي او د ډېر عمر لرونکی کس ته ویل کېږي. له لومړنيو لیکنو څخه دغه اصطلاح د یوه پخواني انگلیسی شاعر چې د کرسور موندی (Cursor mundi) په نامه یادېږي په ۱۳۰۰م کال کې چې د نړۍ له لومړي نقشه جوړونکي (Surveyor) څخه شمېرل کېده، داسی نظر ورکړیدی چې نوموړی ویبستان لکه د نصوصاری رنگه چهارمغز سره ورته وو او کله چې هغه د دا ډول چهارمغز څخه گټه اخیستنه کوله نو نور ورته رنگونه به منځته رامنځته کېدل. له همدې امله په نوموړي نوم سره یاد شول. د نصوصاری رنگ د اومو توکو څخه چې د ایتالیا په یوه ښار کې استفاده ور څخه کېده، او همدارنگه د لس پېښی لرونکی (Cuttlefish) د قرمز قهواي (sepia) رنگ او د مصنوعي کیمیاوي مرکبونو څخه اخیستل شويدي. په زیاته پیمانه له نصوصاری رنگ ډېری مخکی یعنی له تاریخ څخه دمخه په هنر کې گټه اخیستل شويده. په عمومي توگه نصوصاری رنگ په بېلابېلو برخو باندی وپشل شويدي، او فوتوگرافي (photography) او وارنر (Werner's) په ۱۸۱۴م کال کې رنگونه په بېلابېلو برخو وپشل شويدي، چې په زیاته پیمانه د ساینسپوهانو په واسطه وپشل شويدي، په ځانگړی توگه رنگونه د طبیعت مطابق تشریح کړل. نوموړی په خپل کتاب کې داسی لیکلی چې رنگونه د نصوصاری رنگه څېړي (Chestnut Brown) او سور رنگه د مصر د نیمه قیمتي ډبري (Egyptian Jasper) څخه اخیستل شويدي. نوموړی په شلمه پېړۍ کې ژوند کولو اوموړی مونزل رنگونو سیستم رنگونه په خپل منځ کې په سټنډارډ ډول سره وپشل په عمومي توگه په صنعت کې نصوصاری رنگ بدلون په حالت کې دی چې د هغې د معلومولو لپاره له 2.5Y 4/10 څخه گټه اخیستل کېږي (۷).

لومړنی رنگونه

په دی حالت کې اول هغه رنگونه په گوته کېږي چې لومړی د لیدلو وړ وي، او دا ډول رنگونه په گڼه توگه د شدت له مخی نوي رنگونه را منځته کوي. په عمومي توگه په دی ځای کې د دری ډوله رنگونو مودلونو شتون لری یعنی RGB (Red, Green, and Blue) سور، شین او آبی، CMY (Cyan, Magenta, and Yellow) ، یعنی آبی شنه ته مایل، قرمز او ژیر، RYB (red, yellow, and blue) یعنی سور، زیر او آبی رنگونه شتون لری. ددې رنگونو مودلونو ترمنځ د رنگونو د بدلونونو په منځ د بېلابېلو مثبتو او منفي رنگونو د یوځای کېدو له امله را منځته شوي دي.

د بېلابېلو رنگونو یوځای کېدل

کله چې ډېری رنگونه سره یو ځای شی، نو روښانه او څرگند څپې خپروي او رنگونه سره یی یو ځای شی نو زمونږ سترگو ته را رسېږي. کله چې ددی ډول رنگونو شعاع پر دیوال ولگېږي په سپین رنگه

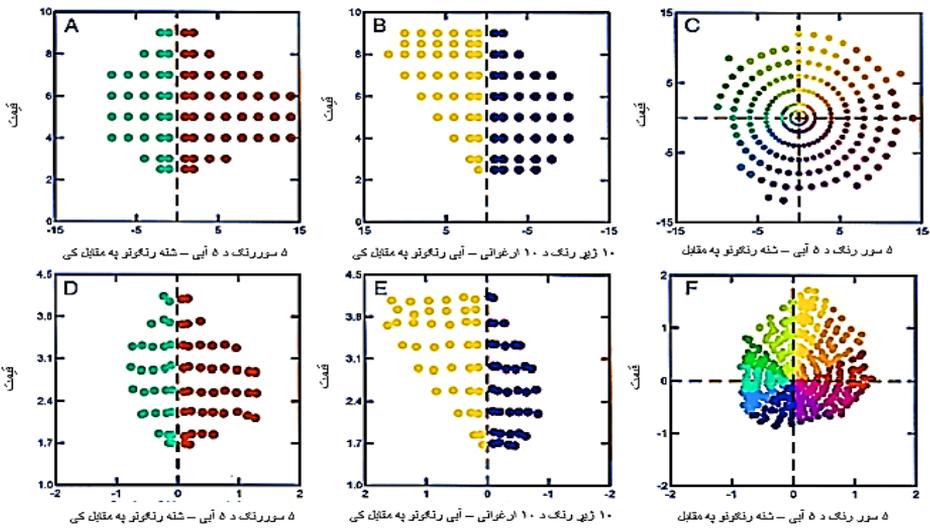
روښنایی سره معلومېږي. همدارنگه که د سور او شین رنگونو وړانګې یو له بله سره ګډې شې نو په پایله کې ژېړ رنگ رامنځته کوي (پدې صورت کې ژېړ رنگ د دویمې رنگ له جملې څخه شمېرل کېږي او د دوه لومړنیو رنگونو د یوځای کېدو په پایله کې رامنځته، خو له هغې څخه CMY او RYB د رنگونو مودلونه تفریق کېږي او ژېړ رنگ په خپل حال پاتې کېږي). که له سور رنگ څخه ډېر مشبوع او رامنځته شوي ژېړ رنگ ورسره یوځای شي، نو په پایله کې نارنجی ډوله روښنایی را منځته کېږي. د رنگونو دغه بنسټ یو انګلیسی فزیک پوه بېلابېل رنگونه سره یوځای کړل او نوموړی په دې تجربه کې د نیوټن له قوانینو څخه کار واخیست او دا ډول تجربه یې ۱۶۶۵ - ۱۶۶۶ م کلونو په اوږدو کې د تجربو له مخې په ځانګړې رڼا کې پیدا کړل، پدې تست کې هغې سپینه روښنایی د شیشه ای منشور په واسطه جلا کړل. نیوټن په خپل کتاب کې هغه نور چې روښانه سپین رنگ لري، له ټولو رنگونو یې سور، ژېړ، شین، آبی، نیلی یا Indigo او بنفش یا Violet سره یوځای کړل. له نولسمې پېړۍ راهیسې د روښانه رنگونو یوځای کول د یو انګلیسی فزیک پوه چې د تامس ینګ (Thomas Young) په نامه یادېده، په نظري توګه د انسان سترګې په واسطه داسې درک کړل چې رنگونه په خپل منځ کې په دريو ځانګړنو یعنې فوتورسپیکټور (photoreceptors)، د موجونو طول (wavelengths) او ځانګړې سپیکټروم (spectrum) سره تړاو لري. تقریباً ۵۰ کاله وروسته، یو جرمني فزیک پوه چې د هیرمن فون هیلمن هلوتز (Hermann von Helmholtz) په نامه سره یادېده (۸)، یوه نوي تیوري را منځته کړه او داسې وړاندیز یې وکړ چې ټول درې ډوله رسپیکټورونه (Receptors) کولای شي چې په یواځې توګه له لڼډو، منځنیو او اوږدو څپو سره تړاو ولري.

RGB رنگونو مودل

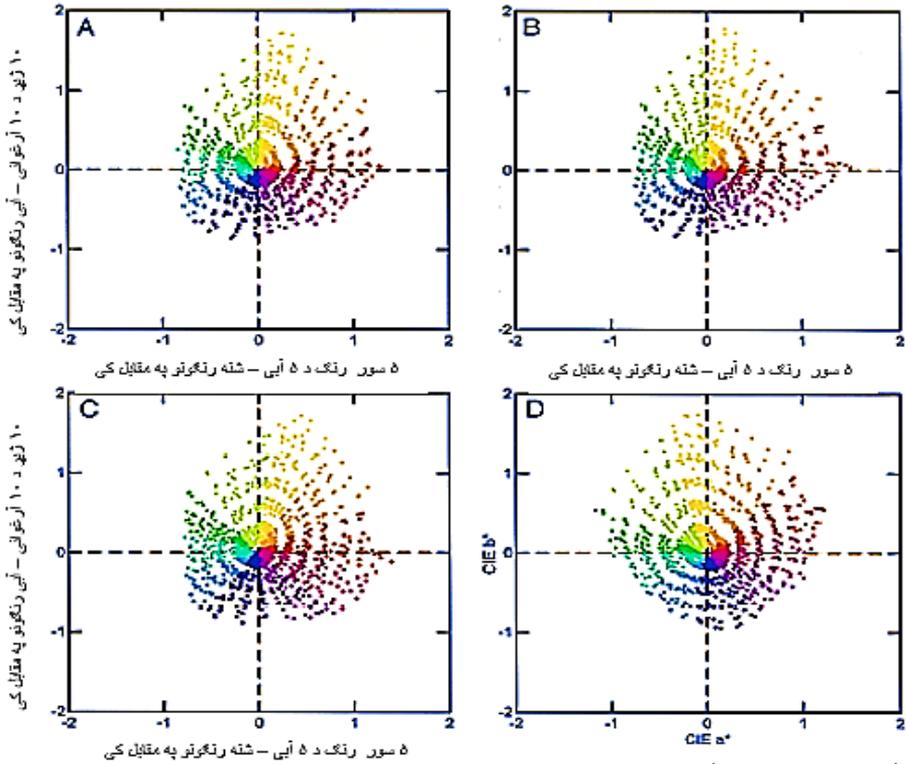
RGB colour model (red, green, and blue) د لومړي ځل لپاره د سکوتیش (Scottish) فزیک پوه او ریاضي پوه په ۱۸۶۱م کال په مودل کې د جیمز کلارک میکسوال (James Clerk Maxwell) د ترسیم څخه کار واخیست، چې زیاتره هغې ته فوتوګراف (photograph) هم وایي، ګټه واخیسته. له تجربو څخه څرګنده شوې، چې پوهنه له تجربو څخه را منځته شوې او له هغې څخه د څو رنگونو لکه د نخي رسی چې په څو رنگونو سره بنودل شوې، منځته راغلي دي. ځینی پوهان لکه میکسوال (Maxwell) چې یو انګلیسی عکس اخیستونکی (photographer) وو، او تامس سوټن (Thomas Sutton) تور او سپین عکسونه (photographs) د یوې موخې لپاره کارول، چې هغوي سوراو شین د آبی فیلټرونو (blue filters) څخه تیر او په عدسیه باندې یې له پاسه کیښودل او له پرینت کېدو وروسته یې پر ښیښه باندې یې یو تر بله سره ترسیم کړل.

ګډ رنگونه (colour mixing)

د RGB رنگونو مودل د هیل هولتز (Helmholtz's) د موج اوږدو تیوري په نوم یادېږي، چې په هغې کې سور، شین او آبی رنگونه د موجونو اوږدوالی له مخې د بېلابېلو ځانګړتیاوو لکه اوږد، منځنی او لنډ لرونکې او په بېلابېلو نسبتونو سره بنودل شويدي. کله چې په بېلابېلو نسبتونو سره رنگونه ګډ شي، فرضاً لومړني رنگونه لکه سور، شین او آبی د عرض، شدت له مخې په مساوي روښنایي سره یو ځای شي، د سپین رنگ په بڼه روښنایی را منځته کوي. په عمومي توګه RGB د رنگونو مودل په تلویزیونو او کمپیوترونو کې کارول کېږي. کله چې دا ډول رنگونه په یو ځایي توګه کارول کېږي، نو پدې صورت کې جذبېږي او یا په بېلابېلو زاویو سره انعکاس کوي. مونږ کولای شو چې دا حالتونه په هغه صورت کې وویږو چې رنگونه یو له بله څخه فیلتر کړو، په دې صورت کې به هغه په یوه شفاف جسم باندې ایښودل کېږي. کله چې د روښنایی د فیلتر لپاره تری کار اخیستل کېږي، نو پدې صورت کې ټول رنگونه دهغې په واسطه جذبېږي، خو یوازې ژېړ رنگ په روښانه توګه انعکاس پیدا کوي او په څرګنده توګه معلومېږي. په عمومي توګه ژېړ رنگ د جسم په واسطه جذبېږي (۹)، آبی او بنفش رنگونه په ژېړ رنگ سره انعکاس کوي، کله چې همدغه راز شین او سور رنگونه یو له بله سره یو ځای شي، په دې صورت کې ډېر روښانه ژېړ رنگ رامنځته کوي (شکل ۲-۱).



لمړی انځور: په بېلابېلو ځایونو کې د ډیاګرام له مخې د رنگونو ډولونه



دویم انځور: په بېلابېلو ځایونو کې د دیاگرام له مخې د رنگونو ډولونه

کله چې بېلابېل رنگونه لکه ژپر، نارنجی او سور رنگونه سره یوځای شی. په دی صورت کې آبی او ژپر رنگونه په شین رنگ باندې بدلیری، په پایله کې یو له بله سره یوځای کېږی، او د رنگونو مخلوط په تور رنگ بدلیری.

CMY رنگونو مودل (آبی شین، قرمز او ژپر)، دا موډل د ډېرو لومړنیو رنگونو یعنی سور، شین او آبی څخه شمېرل کېږی. له هغې څخه آبی شین جذبېږي او د سور رنگ پر څیر روښانایي رامنځته کوي. د دغه رنگونو له ډلې څخه تور رنگ له نورو ډېر د پاملرنې وړ او په پراخه کچه د عکاسی په برخه کې وړ څخه کار اخیستل کېږي. سره له دې چې د سور، ژپر او آبی رنگونو موډل د RYB په توگه د استعمال وړ دی او د لومړنیو اصلی CMY رنگونو مودل را منځته کوي. RYB رنگونو موډل ډېر پخوانی او کېدای شی چې په پراخه کچه سره د دريو رنگونو مودلونو په بڼه شتون ولری، دا ډول رنگونه له ډېرو پخوانیو وختونو راهیسی په رنگمالي هنر، او صنعت کې کارول کېږی. په عمومی توگه د RYB او CMY رنگونو موډل په پراخه کچه یوله بله سره مخالف رنگونه دی، له همدی امله کله چې یو ناسم تصویر (misconception) اخیستل کېږی، نو د آبی سور رنگ معادل رنگ آبی او سور رنگونه دی.

د RYB لومړنۍ رنگونه کولای شې چې د سور او قرمز رنگونو له یو ځای کېدو څخه سره ژیر رنگونه جوړ کړي او ژیر رنگونه د CMY رنگونو په یو ځای کېدو سره کېدای شي سور او آبی رنگونه را منځته کړي (شکل ۳).

ژیر رنگ (Yellow)

په فزیک کې ژیر رنگ له روښانه رنگونو څخه دی، چې د ۵۷۰-۵۸۰ نانو متر په اندازه د موج اوږدوالی لري. دا ډول رنگ د متوسط سپیکتروم په واسطه د لیدلو وړ دی. په عمومي توګه ژیر رنگ په هنر کې ډېر کارول کېږي، که څه هم شین رنگ د ماورای بنفش وړانګو له بشپړونکو رنگونو څخه دی، همدغه را ژیر رنگ هم یو له مهم او اساسی دی، چې په ډېرو ځایونو کې له شین رنگ څخه دمخه کارول کېږي، ژیر رنگ د تور، سپین او سور رنگونو وروسته ډېر کارول کېږي. ژیر رنگ یو له پخوانی انګلیسی کلیمې یعنی جیولو (geolwe) څخه اخیستل شوی دی، چې د لومړي ځل لپاره د پروتو جرمانیک (Proto-Germanic gelwaz) په واسطه کار ورڅخه اخیستل شوی دی. نوموړی لومړنی لیکونکی دی چې له لاتیني ژبې څخه له میلاد څخه ۹۰۰ کاله دمخه کار اخیستی دی. د لومړي ځل لپاره د ژیر رنگ هنر له د آرسینیک سلفایډ پاتې شونو څخه را منځته شوي او له هغې څخه په مصنوعي توګه د کیمیاوي مرکباتو په توګه کار اخیستل کېږي. په عمومي توګه په ۱۹م پېړۍ کې زیږ رنگ څخه په هندوستان ډېر کار اخیستل شوی دی. د لومړي ځل لپاره د ځینو پوهانو لکه تورنر (J.M.W. Turner)، د د پسونو پادې د متیازو (urine of cattle) څخه د ژیر رنگ جوړولو لپاره کار اخیستلو، همدغه راز له هغې وروسته یې په زیاته پیمانه د امو ونو له پانېو (mango leaves) څخه په هندوستان کې د ژیر رنگ لپاره کار اخیستل کېده. ژیر رنگ د بېلابېلو سیستمونو لرونکی دی او کېدای شي چې ژیر رنگ په خپل منځ کې په مختلفو ډولونو ووېشل شي. وارنر (Werner's) د رنگونو فوتوګرافي څخه په ۱۸۱۴ م کال کې کار واخیست او په ساینسي توګه دا ډول رنگ ته پاملرنه وکړه او رنگونه یې په دقیق ډول مطالعه کړل، کوم چې په طبیعت کې لیدل کېږي. هغه په خپل کتاب کې ژیر رنگ د ژیر کاشي (Gamboge Yellow) د سرورزو له سکې (Goldfinch) سره پرتله کړ، په مونزل رنگونو سیستم کې ۲۰ پېړۍ دمخه د سټنډرډ رنگونو سره ژیر رنگ برابرکړی دی. په صنعت کې زیاتره د ژيرو رنگونو بدلون د 5Y 9/18 قیمت له مخې معلومېږي (۱۰).

شین رنگ

په ټوليزه توګه په فزیک کې له شین تازه رنگ څخه ډېر کار اخیستل کېږي، چې د موج اوږدوالی یې له ۴۹۵ نه تر ۵۷۰ نانو مترو پورې رسېږي او د متوسط سپیکتروم په واسطه د لیدلو وړ دی. په هنر کې شین رنگ د ژیر او آبی رنگونو په منځ کې شتون لري او د سور رنگ مخالف رنگ دی. کله چې پورتنی

رنگونه سره یو ځای شی نو شین رنگ رامنځته کوي. پدی توگه له نوموړی رنگ څخه ډېره بریده په رنگمالي کی کار اخیستل کېږی.

شین رنگ هم له مهمو رنگونو څخه دی او له ژېړ رنگ څخه د مخه او وروسته په پراخه کچه کارول کېږی. په عمومي توگه شین رنگ په فوتوجرمانیک (Proto-Germanic) کې له گرونی (grōni)، او په زړه انگلیسی کې له گرینی (grene) څخه اخیستل شوي دي، چې د شین رنگ معنی ورکوي. دا ډول لیکنی د لومړی ځل لپاره د کاودین (Caedmon) په واسطه چې په خپله مقاله کی یی دا ډول څرگندونی له میلاد څخه ۱۰۰۰ کاله مخکی کړی وي. په عمومي توگه شین رنگ له ځینو مهمو منرالونو لکه ملخیت، کوبالت، جست اوکسایت او ځینو مصنوعی کیمیاوي مرکبونو څخه را منځته شوي دي.

په ۱۹ م پېړی کی شین رنگ د میسو او آرسینیک څخه جوړ شوي، چې له زهری توکو څخه شمېرل کېده، او ځینو هنرپوهانو لکه ناپیلون به شکایت کاوه چې شین رنگ د مرگ لامل کېږی، ځکه هغه له هلینا په ایالت کی چې په ایسلند هیواد کې موقعیت لری، گټه اخیستی وه چې په نتیجه کې یی هغه هم مړ شو. سربېره پردی هغه د کورونو په رنگولو کې له بېلابېلو شنو رنگونو څخه گټه اخیستله، له هغه د مخه ځینو عکاسانو لکه وارنر په ۱۸۱۴م کال کی شنه رنگونه په بېلابېلو ډولونو ووېشل او هغه په علمی توگه له طبیعت سره مطالعه کړل. نوموړی په خپل کتاب کې شین رنگ د شین رنگه هیلې (Duck Green) په نامه یاد او همداراز شین رنگ یی د اوږدغاړی ډینگ یا لگ لگ (Neck of Mallard) سره پرتله کړ، په هغه وخت کې په ډېرو ځایونو کی د میز پاسنی برخه به یې په شین رنگ سره رنگمالي کوله. د مونزل رنگونو په سیستم کې هغه له ۲۰م پېړی دمخه ستندلږد رنگونو پیدا، او په صنعت کې یې په برخه کچه له شین رنگ څخه گټه اخیسته، د مونزل په سیستم کی شین رنگ په 2.5G 5/24 سره بنودل شوی دی (۳).

نارنجی رنگ

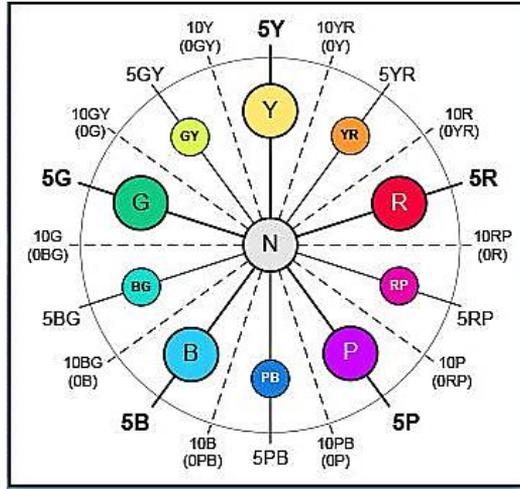
په فزیک کې نارنجی رنگ له روښانه رنگونو څخه بلل کېږی، چې د هغی د موج اوږدوالی ۵۸۵ نه تر ۶۲۰ نانو متر پوری د لیدلو وړ دی. د سور رنگ څخه وروسته دویم رنگ نارنجی رنگ دی، چې د موج اوږدوالی یی خورا ډېر اود انسان سترگو په مرسته د لیدلو وړ دی. په هنر کې نارنجی رنگ د سور او زېړ رنگونو په منځ کې شتون لری، د آبی رنگ مخالف او زیاتره د نارنجی شیانو د رنگولو لپاره کارول کېږی. په طبیعت کی ددی رنگ گڼ شمېر طبیعی رنگونه شتون لری لکه آرسینک سلفاید او ځینی نور مصنوعی کیمیاوي مرکبونه ددی ډول رنگ لرونکی دی. نارنجی رنگ هم له بنسټیزه رنگونو څخه دی، چې له ډېرو پخوانیو وختونو راهیسی د ودانیوو په رنگولو کی کارول کېږی. نارنجی رنگ د سانسیریت ژبی څخه د ناراینکا (Nāraṅga) څخه اخیستل شوي او د نارنجی رنگ معنی لری. په هسپانوي ژبه کې له نارنجا (Naranja) څخه اخیستل شوي او په لاتین کی ورته ارانشیا (Arantia) یا ارانگیا (Arangia) ویل کېږی، او په فرانسوي ژبه کې ورته اورنج (Orange) ویل کېږی، او انگلیسی ژبی ته د لومړی ځل لپاره

د ولدين كلود (Woolen cloth) په واسطه په ۱۵۵۷ - ۱۵۵۸ م كالونو كې دا اصطلاح را داخله شوي ده. شونې ده چې نارنجي رنگ په خپل منځ كې په بېلابېلو رنگونو سره ووېشل شي. د لومړي ځل لپاره د وارنر په واسطه نارنجي رنگ په ۱۸۱۴ م كال كې له طبيعت سره، او كوم شيان چې په طبيعت كې په نارنجي رنگ سره ليدل كېدل پرته او په خپل كتاب كې په نارنجي رنگ سره ياد كړي وي. د مونزل رنگونو په سيستم په 2.5YR 6/16 سمبول سره ښودل شويدي.

سپين رنگ

په فزيك كې سپين رنگ د انسان سترگو ته د موجونو په بېلابېلو اوږدوالو سره د ليدلو وړ دي. دا ډول رنگ د تور رنگ پر څير دي، خو ددې ډول رنگ سپيكتروم په مخلوطه بڼه د رنگ شدت يې ډېر کم او په څرگنده توگه ليدل كېږي. سپين او تور رنگونه له مهمو اساسي رنگونو څخه دي او په ډېرو ژبو كې له دا دوه ډوله رنگ څخه كار اخيستل شويدي. د سپين رنگ اصطلاح له تازخوا (Hwitaz) څخه اخيستل شوي، چې د سپين رنگ معنی ورکوي، او په زړه انگليسي كې هوايت (Hwit) څخه اخيستل شوي چې د سپين رنگ معنی ورکوي.

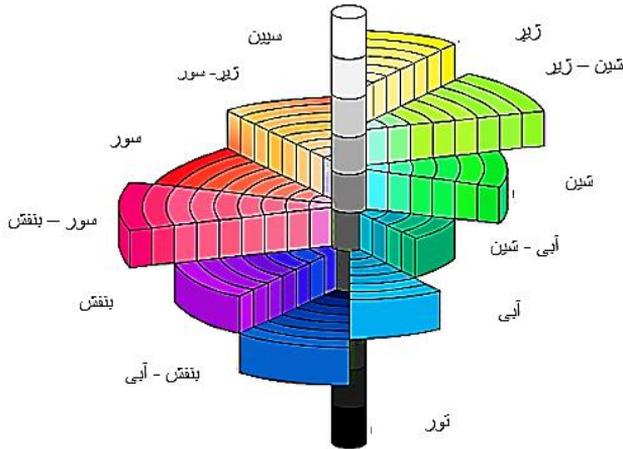
په طبيعت كې سپين رنگ له چوني، تټانيم اكسايډ او په مصنوعي توگه له ځينو كيمياوي مركبونو څخه رامنځته شوي دي. له ميلاد څخه ۲۰ پېړۍ مخكې د سپين رنگ څخه زياتره د ښكلا او سينگار لپاره كار اخستل كېده، په زياتو ودانيو كې د رنگماليو لپاره كارول كېده او په اوسني وخت كې هم په ډېرو ځايونو كې له سپين رنگ څخه كار اخيستل كېږي، مثلاً روغتونونو، كلينيكونو، مکتبونو او نورو. څرنگه چې سپين رنگونه زهري خاصيت لري نو په گڼ شمېر زهري توکو كې هم له سپين رنگ څخه كار اخيستل كېږي. كله چې سپين رنگ له خړ رنگ سره يو ځای شي نو د سپين رنگ بېلابېل ډولونه ورڅخه رامنځته كېږي. په ۱۸۱۵ ميلادي كال كې وارنر سپين رنگ د طبيعت د رنگونو له مخې په بېلابېلو رنگونو ووېشه. نوموړي پخپل كتاب كې د واورو او سپينو مرمرو رنگو سره پرته كړ (۴). همدارنگه د مونزل رنگونو سيستم هغې ته يو سټنډرډ شمېره د ۱۰ عدد و نوموله (شكل ۳).



درېم انځور: په دایروي دیاگرام کې رنگونو سمبولونه (۳)

دمونزل رنگونو سیستم د سطحی له مخی ووبشل او دری مهم خاصیتونه یعنی د رنگ شدت ، قیمت او ډول (hue, value and chroma) ور څخه معلومیږی. په ځینو وختونو کې یو رنگ د سور، ژیر او ارغوانی (purple) او نورو څخه جوړ شوي دی. د ځانگړتیاوو له مخی رنگونه په لسو رنگونو وېشل شوي دی (شکل ۴):

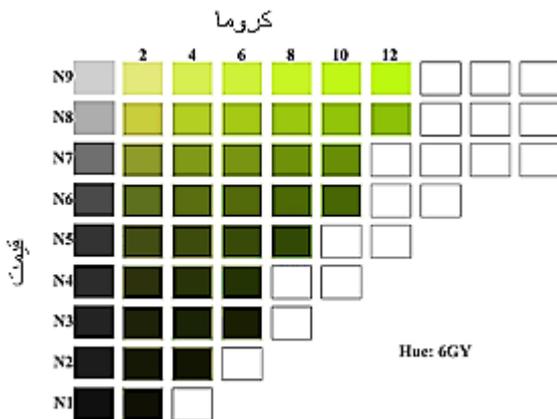
۱. سور، (R, red)
۲. ژیرو سور یا نارنجی، (YR, yellow-red, or orange)
۳. ژیر (Y, yellow)
۴. شین - ژیر (GY, green-yellow)
۵. شین، (G, green)
۶. آبی - شین، (BG, blue-green)
۷. آبی، (B, blue)
۸. بنفش، (PB, purple-blue)
۹. بنفش (P, purple)
۱۰. سور-بنفش (RP, red-purple).



څلورم انځور: په دایروي دیاگرام کې د رنگونو ډولونه (۲)

د رنگ هره پیاوړتیا په خپل منځ کې په څلورو ډولونو وېشل شوي، او له 2.5G, 5G, 7.5G او 10G څخه عبارت دی. 2.5G شین ډوله رنگ لپاره او هغه GY او BG له رنگونو سره ډېر ورته رنگ دی. 10G له آبی ډوله شین رنگ څخه عبارت دی، له BG رنگ پر نورو رنگونو GY ته ډېر ورته والی لری. څرنګه چې ۱۰ ډوله رنگونه شتون لری او کله ناکله پر نورو رنگونو بدلیری او ځانته دصفر شکل غوره کوي. د مثال په توګه، 10G - 0BG شکل سره لیکل کېری. مونزل رنگونو سیستم په ۴۰ ډوله رنگونو سره ښودل شوي (د ۴ پړاونو وروسته هر اساسي رنگ د څلا له مخی پر ۱۰ رنگونو وېشل کېری). په عمومي توګه رنگونه په ۴۰ مساوي ډولو وېشل شوي، چې دغه توپیر د 2.5G او 5G اوهمدغه راز د څلا له مخی د 5G او 7.5G ترمنځ بدلون کوي.

د مونزل رنگونه له مهمو خاصیتونو څخه دادی چې کله په ډېر نیژدی واټن کې ورته رنگونه سره پرتله شی نوحتماً له یوه رنگ سره ورته والی لری. د مثال په توګه، 6GY له شین ډوله زیر رنگ څخه دی، او هغه په خپل منځ کې 5GY او 7.5GY دی، ډېر ورته رنگ یی 5GY دی. سپین، تور او څر رنگونه په پراخه کچه د مونزل رنگونو سیستم د پاملرنې وړ ندی. په عمومي توګه د N سمبول د طبیعت لپاره کارول کېري، او یو تر بله د جلا کېدو وړ دی. ګڼ شمېر رنگونه د تفکیک له مخی یو ډول څلا لرونکی وي. د مثال په توګه، د پانی رنگ لپاره په عمومي توګه د 6GY رنگ کارول کېری. څرنګه چې پانی د بیلا بیلو رنگونو لرونکی وي، نو ځکه دهغی لپاره د رنگونو بېلابېل ډولونه د کارونې وړ دی (۵)، چې په لاندی شکل کې په څرګنده توګه تر سترګو کېری (۵ انځور).



پنجم انخور: د رنگونو شمېره او خلا (۴)

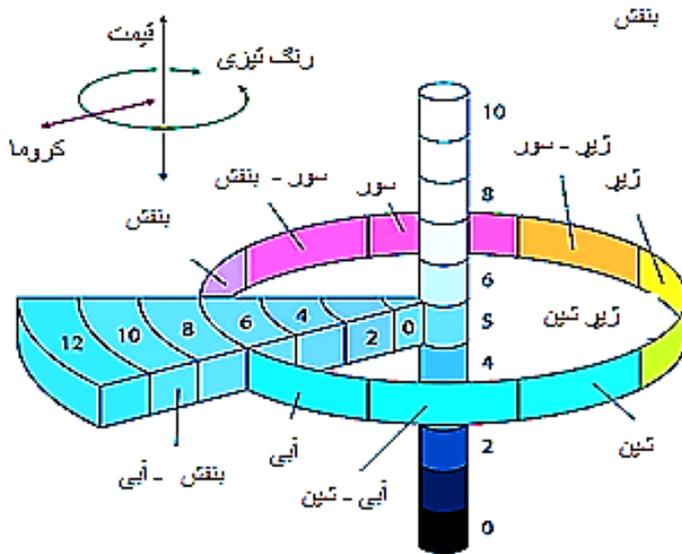
د مونزل شمېره په داسې توگه جوړه شوي، چې روښانه او تیاره رنگ لرونکې دي. په تیوريکی توگه تیاره تور رنگ له صفر شمېرې لرونکې، او هغه د N0 د سمبول په واسطه سره ښودل کېږي. په عمومي توگه N0 او N10 په تیوري توگه منځته راغلي دي. زیاتره هنر پوهانو تور رنگ د کاربن پر څیر په N1 په حرف سره ښودلی او هغه ته یې په N0 غوره والی ورکړیدی. دی ته ورته تیتانیم دی، چې د سپین رنگ لرونکې دی او یواځینې رنگ دی چې د N10 په ښکته کتگوري کی دی او هغه د N0 او N10 ترمنځه شتون لری چې د نهه ډوله خړو رنگونو لرونکې او هغه په N1, N2 سمبولونو سره ښودل کېږی او تر N9 پوری ادامه لری. په عمومي توگه د خاکستری رنگونو تر منځه مساوي واټن شتون لری او هر رنگ د مونزل د یوې ځانگړې شمېرې لرونکې دی. همدارنگه د روښانه آبی او تور رنگه آبی رنگونو لرونکې دی، چې د آبی رنگه قیمت 8.5 دی او دهغی مشابه سمبول له N8.5 څخه عبارت دی.

د مونزل د رنگونو پیاوړتیا د رنگ له مشبوعیت سره تړاو لری، په طبیعت په بېلابېلو ځایونو کی ورڅخه کار اخیستل کېږی. د مثال په توگه، لیمون (lemon) د ژیر رنگ لرونکې دی، او همدارنگه فیته (tape) هم د ژیر رنگ لرونکې ده. دا ډول رنگ تقریباً د طبیعت د خړ رنگ سره سمون لری. په عمومي توگه خاکستری رنگ د 0.A سمبول لرونکې او په ځینو حالاتو کی تر ۱۶ شمېرو رسېږي. هغه رنگ چې روښنایې لري نو شمېره یې ، ۴ او یا له څلورو څخه هم کوچېنی وي او هغه ته د تیتي شمېرې لرونکې رنگ ویل کېږی. په طبیعت کی ددی ډول رنگونه پېژندل ډېر ستونزمن دی ځکه رنگونه د شدت له مخی تقریباً یو له بله سره مساوي دي. د مثال په توگه، مونږه نشو کولای چې په هغی کی ژیر له نارنجی رنگ څخه په آسانی جلا کړو، ځکه هغه د پیاوړتیا له مخی تقریباً سره برابر دی. هغه رنگونه چې د ډېری

پیاوړتیا لرونکی دی، کولای شو چې په آسانې سره وپېژنو، په عمومي توګه د مونزل د رنگونو شکل د لاندې فورمول په واسطه تر سره کېږي.

$$\frac{HV}{C}$$

په پورتنۍ رابطه کې H د رنگ شدت، V رنگ د شمېره شدت او C د رنگ له شدت څخه عبارت دی. د مثال په توګه، هغه رنگ چې شمېره یې 10R 9/6 وي، د ډېر روښانه رنگ لرونکی دی، او په دی کې د V قیمت تل نهه وي، او هغه رنگونه چې د متوسط شدت لرونکی وي د C قیمت یې 6 او هغه رنگونه چې سور ډوله نارنجی رنگ لری نو د H قیمت یې 10R دی. هغه رنگ د 0 شمېری لرونکی دی، د خنثی خړ رنگ په نوم یادېږي، او هغه د NV په سمبول سره ښودل کېږي، د مثال په توګه، N5 له خړ رنگ څخه دی (۷)، چې د سپین او تور رنگونو تر منځه شتون لری (شکل ۶).

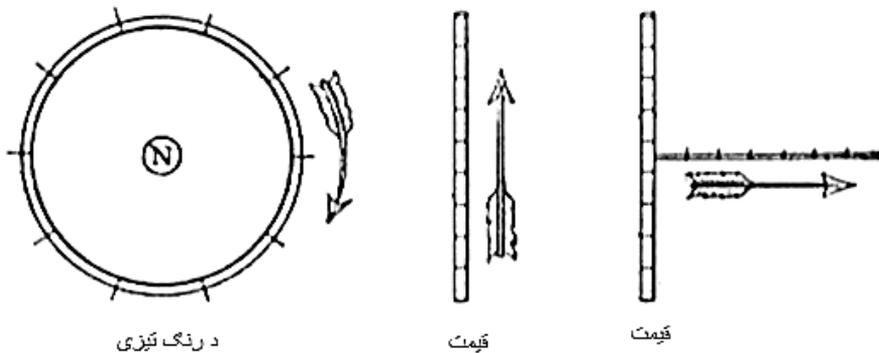


شیرم انځور: په دایروي، عمودي او افقي ډول د رنگونو پیاوړتیا او بڼه (۷)

د مونزل رنگونو د سیستم جوړښت

له ۱۹م پېړۍ، رنگمال، استاد چې البیرت مونزل نومیده، د مونزل د رنگونو یو سیستم را منځته او رنگونه یې په هر اړخیزه توګه تشریح کړل. نوموړی دهنر یو شاګرد لرلو چې د بوستون څخه وو، نوموړی رنگونه د شدت له مخی یو له بل څخه جلا او په علمی توګه یې رنگونه مطالعه او شرح کړل.

په پایله کې هغه د رنگونو یو پروفیسور و پېژندل شو، او په بوتون پوهنتون کې په تدریس پیل وکړ او هغه د طبیعت د رنگونو په هکله ډېرې څېړنې وکړې، چې تر اوسه د هغه آثار په نوموړی پوهنتون کې شتون لری او زیاتره محصلین له هغې څخه گټه اخلی (شکل ۷).



اووم انځور: په افقی، عمودي او دایروي ډولونو د رنگونو شمېره، ظاهری شکل او شدت (۲)

مونزل د رنگونو شرحه

د مونزل رنگونو په سیستم کې د رنگونو هغه بیلگي یادي شوې چې په طبیعت کې شتون لری. هغه په دی هڅه کې شو چې رنگونه په خپل منځ کې په بېلابېلو ډولونو ووېشی، نوموړې هر رنگ په بېلابېلو اعشاری شمېرو سره ونومولو، په ۱۸۹۸ م کال کې د رنگونو لپاره ځانگړی سیستم رامنځته کړ او په بېلابېلو ډولونو ووېشل. په ۱۹۰۵ م کال کې یې د موضوع په هکله خپل کتاب نشر او په همدغه کال هغه رنگونه په دری بعدی توگه د رنگونو ډولونه مطالعه او په بېلابېلو سمبولونو سره وښودل.

د رنگونو شدت

د مونزل رنگونو سیستم د رنگ شدت تشریح کوي او سور رنگ له ژیر، شین، آبی او بنفش رنگونو په واسطه یو له بله څخه جلا کوي.

قیمتونه (Value)

په مونزل رنگونو سیستم کې د رنگونو قیمتونه د کیفیت له مخې له روښانه رنگ څخه د تورو رنگونو پر لوری جوړ شوی دی. په طبیعي توگه د رنگونو شمېری له ۰ (تور) تر ۹ (سپین) رنگونو پوری شتون لری، چې په مجموعی توگه په ۱۰ برخو باندي وېشل شوی دی. په دی کې د N توری له مونزل څخه استازیتوب کوي. متوسط خړ رنگ 5 او د 5N په سمبول سره ښودل کېږی. په هغه صورت کې چې د رنگ شدت سره وصل کوي، نو په دی صورت کې له یوې کامی څخه هم گټه اخیستل کېږی. د مثال په توگه 5YR 3/5 شاید متوسط ژیر- سور رنگ قیمت لپاره تری گټه واخیستل شی.

کروما (Chroma)

کروما د رنگونو له قوت یا خالصیت څخه عبارت دی، چې له ضعیف رنگ څخه تر ډېر پیاوړی رنگونو پوری شتون لری. کله چې د مونزل په سیستم کې له عددي معادله څخه کار اخیستل کېږی نو د 5YR/5/10 فورمول له مشبوع شوي نارنجی رنگ څخه استازیتوب کوي. په عمومي توګه کروما په افقی توګه له خنثی قیمت څخه د محوره په شکل وي، مونزل په دی هڅه کې وه چې په تخیلی ډول رنگونه په درې بعدی ډول سره ترتیب او د سویزرلند د غرونو یوه بشپړ نقشه یې له چپ لوری څخه په بېلابېلو رنگونو برابره او د اوبو نژدې ژوروالی هم و ښودلو. د مونزل په سیستم کې د رنگونو مشبوعیت په عینی توګه سره نه دی، چې زیاتره په هغی کې کروما په خپر رنگ پوری اړه لری، چې د رنگونه له شدت سره لری.

مشبوعیت

په عمومي توګه د رنگونه د شدت او مشبوعیت له مخی خاصی اصطلاح گانی لری. هغه اصطلاح گانی چې د رنگونو لپاره کارول کېږي عبارت دی له: خنثی (۰)، ضعیف (۲)، متوسط (۵-۶)، پورته (۸)، قوي (۱۰-۱۲-۱۴) څخه دی.

د رنگونو اجزایو د دريو خصوصیاتو له مخی ترتیب شویدی:

۱. ظاهری بڼه،

۲. د رنگ شمېره،

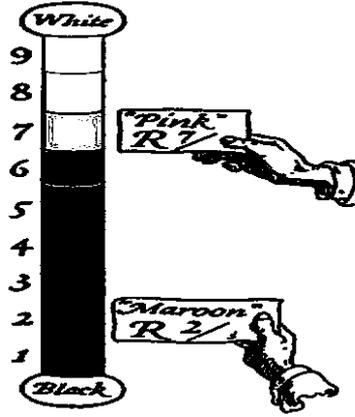
۳. د رنگ پیاوړتیا.

ظاهری بڼه: د رنگونو ظاهری شکل له ځانګړی خاصیتونو څخه شمېرل کېږی. د درجی مخی په سور، نارنجی، ژپ، شین، آبی او ارغوانی رنگونو باندی وېشل شویدي. د مونزل رنگونو سیستم کی رنگونه په ۱۰ ډولونو باندی وېشل شویدی، چې هغه عبارت دی له: سور (R)، سور - بنفش (RP)، بنفش (P)، بنفش - آبی (PB)، آبی (B)، آبی - شین (BG)، شین (G)، شین - ژپ (GY)، ژپ (Y)، ژپ - سور (TR) څخه دی.

د رنگ شمېره: د رنگ شمېره عبارت ده له تاریکی څخه تر روښنایی پوری اندازه گیری چې د ظاهری شکل په ساتلو سره صورت نیسی. د مونزل رنگونو سیستم کی له تاریک رنگونو څخه تر روښانه د رنگونو پوری د ۰-۱۰ عدادو په واسطه ښودل شویدی، کوم چې له خیره تاریک څخه تر خالص روښانه پوری ښودل شوې دي. دغه ډول په عمودی طریق له ښکته څخه تر پورته پوری ښودل شوي دی.

د رنگونو شدت: د مونزل رنگونو په سیستم کی د رنگونو ونی د شاخونو وسعت له مرکز څخه په افقی ډول سره ښودل کېږی، چې په مشخصه توګه د رنگونو هغه مقیاس چې له کم - پورته پوری ښی. د ځانګو په اوږدو کی عینی شکل د رنگونو شتون نلری، او زیاتره د ظاهری شکل د رنگونو څخه معلومېږی. چې هغه د ښکته خیره رنگونو څخه په پورته لوری روښانه رنگونو لرونکی دی، چې پدی کی 5R 5/10 نسبت

5R 5/7 قوي دي (۵). پدی کی روښانه رنگ په پورتنی برخه کی او خیره رنگ په ښکته برخه کی شتون لری (شکل ۸).



۸ شکل: په عمودی توگه تور او سپین رنگ معلومول (۷)

پایلی

د مونزل قیمت په داسی توگه جوړ شوي، چې روښانه یا تیاره رنگ لری، په تیوریکي توگه تیاره تور رنگ د صفر قیمت لرونکی وي، او د N0 سمبول په واسطه ښودل کېږي، چې هغه N0 او N10 په تیوری تیکي توگه په مخ ځی. هغه داسی چې د حقیقي رنگونو لرونکی یو بل ته نژدې پراته دی. زیاتره هنر پوهانو تور رنگ، لکه کاربن په N1 سمبول سره ښودلی، او هغه ته یی په N0 بهتری ورکړی ده. دی ته ورته، تیتانیم چې د سپین رنگ لرونکی دی او یواځینی رنگ دی چې د N10 په ښکته کتگوری کی شتون لری، او هغه په مابین د N0 او N10 ترمنځ شتون لری چې د نهه ډوله خړو رنگه روښنایو لرونکی دي، او هغه په N1، N2 سره ښودل کېږی، او تر N9 پوری ددی سمبول لرونکی دی. په عمومي توگه د خړو رنگونو تر منځ مساوي واټن شتون لری، او هر رنگ د مونزل د قیمت لرونکی دی، کوم چې په طبیعت کې شتون لری. همدارنگه د روښانه آبی او تاریک رنگه آبی رنگونو لرونکی دی، چې د آبی رنگ شمېره یی 8.5 او دهغی سمبول N8.5 څخه عبارت دی.

د مونزل کالر د رنگونو شدت د رنگ له مشبوعیت څخه عبارت دی، چې په بېلابېلو ځایونو کی په طبیعت کی ورڅخه کار اخیستل کېږی. د مثال په توگه، لیمون (lemon) له ژپړد رنگ څخه عبارت دی، او همدارنگه فیته (tape) هم د ژپړ رنگ لرونکی او دا ډول رنگونه تقریباً د طبیعت له خاکی رنگ سره ورته والی لری. په عمومي توگه خړ رنگ د 0. A سمبول لرونکی دی، چې د 10 ډوله رنگونو په قطار کی د شدید رنگ لرونکی دی، او په ځینو حالاتو کې یی قیمت له ۱۶ څخه هم لوی وي. هغه رنگ چې د کم شدت لرونکی دی، قیمت یی ۴ او یا له څلورو څخه کوچنی وي، چې هغی ته د تیتي شمېری رنگ ویل کېږی. دا ډول رنگونه په طبیعت کې په ډېر مشکل د پېژندلو وړ دی. ځکه د شدت له مخی تقریباً یو له بله سره مساوي دی. د مثال په توگه، مونږه نشو کولای چې په هغی کی ژپړ رنگ له نارنجی رنگ

څخه په آسانی جلا کړو، ځکه هغه د شدت له مخې تقریبا سره مساوي دی. خو هغه رنگونه چې د ډېر شدت لرونکي دي، کولای شو په آسانی سره وپېژنو.

واړندیزونه

۱- څرنګه چې رنگ د خاورو له مهمو خاصیتونو څخه دی، نو مهمه ده چې د افغانستان خاوري په دقیق ډول سره وڅېړل شي او د رنگونو له مخې یې بېلابېلې نقشي جوړی شي.

۲- د مونزل رنگونو چارت له مهمو برخو څخه د خاوره پوهنه ده، او د خاورو د څېړنو له نویو میتودونو څخه شمېرل کېږي، نو په دی هکله باید زیاتي څېړنې وشي.

۳- د ځمکپوهنې پوهنځي د مطالعي له مهمو برخو څخه خاوره ده، باید د خاورو ټسټونو لپاره مجهز لابراتوارونه شتون ولري تر څو د محصلینو لپاره په عملي کارونو کې ډېره مرسته وشي.

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.

ارزیابی آگاهی عامه و اثرات اجتماعی اقتصادی خشک‌سالی در ولایت بامیان

پوهنمل دکور لطف الله صافی^۱، پوهنپار حیات الله مشوانی^۲

^۱ دپارتمنت مدیریت منابع طبیعی، پوهنځی محیط زیست، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

^۲ دپارتمنت مدیریت حوادث، پوهنځی محیط زیست، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: lutfullahsafi7@gmail.com

چکیده

تحقیق هذا به مقصد تثبیت سطح آگاهی مردم و ارزیابی اثرات اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی در مرکز ولایت بامیان می‌باشد. ارقام و اطلاعات از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری شده و سپس به‌طور موضوعی بررسی شده است. در این تحقیق ۳۷۲ نفر باشندگان مرکز ولایت بامیان اشتراک نموده بودند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که آگاهی مردم نسبت به خشک‌سالی در حد مناسبی قرار دارد؛ اما در مورد چگونگی جلوگیری از آن اطلاعات کمی داشتند. براساس پاسخ‌ها، پیامدهای اجتماعی خشک‌سالی از جمله افزایش مهاجرت، کاهش منابع آب سالم، درگیری‌ها و منازعات بین خانواده‌ها در منطقه مورد مطالعه شده است. علاوه‌براین، یافته‌های تحقیق در مورد پیامدهای اقتصادی نشان می‌دهد که خشک‌سالی باعث کاهش درآمد خانواده، کاهش تولیدات زراعتی، افزایش مصارف مواد غذایی، کاهش درآمد، افزایش بیکاری و کاهش اشتغال شده است.

اصطلاحات کلیدی: خشک‌سالی؛ آگاهی عامه؛ اثرات اجتماعی اقتصادی؛ بامیان

Assessing Public Awareness and Socio-Economic Impacts of Drought in Bamyan Province

Sr. Teaching. Asstt. Lutfullah Safi (Ph.D)¹; Jr. Teaching. Asstt Hayatullah Mushwani²

¹ Department of Natural Resources Management, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

² Department of Disaster Management, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: lutfullahsafi7@gmail.com

Abstract

This research aimed to uncover the level of public awareness and evaluate the economic and social effects of drought in the center of Bamyan province. Data were collected through a questionnaire and subjected to thematic investigation. The study involved 372 residents from the central area of Bamyan province. The findings revealed that people's awareness of drought was at a reasonable level, but their knowledge about combating it was limited. Social consequences of the drought included increased migration, reduced sources of clean water, and conflicts among families in the area under study. Additionally, the economic consequences indicated a decrease in family income, agricultural production, and an increase in food consumption, unemployment, and job losses.

Keywords: Drought; Public Awareness; Socioeconomic Impacts; Bamyan

مقدمه

خشک‌سالی یکی از حوادث طبیعی است که انسان‌ها از زمانه‌های بسیار دور تا هنوز به آن مواجهه است. هیچ تعریف پذیرفته شده جهانی از خشک‌سالی وجود ندارد. خشک‌سالی یعنی کاهش غیر منتظره بارش در مدتی معین در یک منطقه می‌باشد که در حالت نورمال خشک نیست. میزان این کاهش آن قدر است که روند عادی رشد نباتات را در منطقه مختل می‌کند (۱). خشک‌سالی یک حادثه طبیعی است که خسارات زیادی به زندگی انسان‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی وارد می‌کند (۲).

خشک‌سالی اثرات زیاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی فاجعه بار در قبال دارد. اثرات این پدیده زمانی ملموس است که مدت درازی در حد چندین فصل و یا چندین سال پیایی به طول بینجامد و از شدت زیادی نیز برخوردار باشد (۳). آسیب به تنوع نباتی و حیوانی، تخریب زیست‌گاه و تنزل کیفیت هوا، ازدیاد آتش‌سوزی‌های جنگلی و فرسایش خاک اثرات محیط‌زیستی خشک‌سالی هستند. تأثیرات اجتماعی خشک‌سالی مهاجرت، کاهش منابع آب صحی، افزایش امراض، افزایش سوء تغذیه می‌باشد و تأثیرات اقتصادی شامل کاهش درآمد خانواده‌ها، افزایش نرخ بیکاری، کاهش محصولات زراعتی و حیوانی، افزایش قیمت مواد غذای و افزایش میزان مصارف خانواده می‌شود (۴).

بر اساس تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خشک‌سالی در افغانستان که مردم آن وابسته به زراعت هستند، یکی از حساس‌ترین کشورهای جهان شناخته می‌شود (۵). به‌طوری‌که حدود ۷۰ درصد افغان‌ها در قریه‌جات زندگی و کار می‌کنند، عمدتاً در مزارع، و ۶۱ درصد از کل خانواده‌ها برای امرار معاش خود به زراعت متکی هستند. خشک‌سالی در افغانستان باعث پایین آمدن محصولات زراعتی یا از بین رفتن زمین‌های زراعتی می‌شود، این کاهش باعث آسیب‌های جدی اقتصادی اجتماعی می‌شود (۴). چالش خشک‌سالی یکی از مهم‌ترین مسئله محیط‌زیستی است که افغانستان در سال‌های اخیر به آن مواجه شده است. به اساس گزارش سازمان زراعت و خوراکه ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۱۸ کاهش شدید بارندگی باعث کمبود آب و غذا در ۲۵ ولایت افغانستان شد و خشکسالی شدید را پشت سر گذاشتند، صدها هزار نفر را آواره کرد و میلیون‌ها نفر را دچار سوءتغذیه شدید کرد. ولایات کندهار، زابل و هلمند در جنوب، و ولایات هرات، بادغیس و غور در غرب، با شرایط خشک‌سالی شدید مواجه شدند. براساس راپورها، در سال ۲۰۲۱، به دلیل خشک‌سالی، محصول گندم کشور نزدیک به دو میلیون تن کاهش یافت و بیش از سه میلیون حیوانات اهلی نیز به دلیل کمبود علوفه و آب آسیب دیدند.

بامیان از جمله ولایات مرکزی افغانستان به حساب می‌آید که یک ولایت کوهستانی بوده، به اساس گزارش‌های ریاست زراعت بامیان در سال‌های اخیر، کمبود باران و برف در این ولایت باعث

خشک‌سالی شده است، که محصولات زراعتی کاهش داده است (۶). خشک‌سالی مناطق مرکزی از جمله ولایت بامیان باعث خسارات زیادی شده است که باعث افزایش مهاجرت‌های داخلی و خارجی، افزایش امراض، ابتلا به سوء تغذیه، کاهش منابع آبی صحی، کاهش درآمد خانواده‌ها، کاهش تولیدات زراعتی و حیوانی، افزایش قیمت‌های مواد غذایی شده است (۷). مرکز بامیان در سال‌های اخیر با کاهش تولیدات زراعتی و کاهش منابع آبی مواجه بوده که باعث تأثیرات زیادی در تمامی ابعاد زندگی مردم شده است. بخش‌های اقتصادی و اجتماعی آسیب جدی را متوجه ساکنان آن نموده است (۸). مردم این ولایت ۹۰ درصد به زراعت مشغول اند، محصولات زراعتی تولیدی در این ولایت، گندم، کچالو از جمله معروف‌ترین محصولات می‌باشد و محصولات دیگری زراعتی هم در این ولایت و مرکز این ولایت وجود دارد. وابستگی زیاد مردم به زراعت آسیب‌پذیری شان را در مقابل خشک‌سالی بیشتر می‌کند و عواقب مختلف اقتصادی اجتماعی را در هنگام خشک‌سال به بار می‌آورد. تحقیق‌ها به مقصد بررسی اثرات اجتماعی و اقتصادی خشک‌سالی در مرکز ولایت بامیان می‌باشد تا زیان‌های وارده را تحلیل نماید، ساحه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است. در این تحقیق کوشش شده که تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خشک‌سالی و میزان آگاهی مردم منطقه مورد بررسی قرار بگیرد.



شکل ۱: نقشه ساحه مورد مطالعه (۹)

پیشینه تحقیق

جاوید و خاجاوی (۲۰۱۹) در ولایت بامیان به بررسی تأثیرات خشک‌سالی بر مسایل اجتماعی اقتصادی مردم محل پرداخته و به این نتیجه دست یافته‌اند که خشک‌سالی بر میزان مهاجرت، افزایش قیمت، کاهش دسترسی به مواد خوراکی اثر داشته و خشک‌سالی در قدرت اقتصاد باشندگان محل تأثیر منفی گذاشته موجب کاهش میزان درآمد و فرصت‌های شغلی مردم محل شده است (۶).

هانیکان (۲۰۱۸) طی تحقیقی به تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خشک‌سالی در مقیاس بسیار بزرگ در استرالیا پرداختند. نتایج وی نشان می‌دهد که خشک‌سالی تأثیر منفی اقتصادی و اجتماعی بر زارعین و سایر بخش مرتبط به زراعت و مال‌داری داشته است. هم‌چنین نشان داده است که مردمی که در زراعت اشتغال ندارند، در مناطق تحت تأثیر خشک‌سالی و برخی از مجتمع حاشیه‌ای در بازار کار تحت تأثیر خشک‌سالی قرار می‌گیرند و اقتصاد محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۰).

میر و همکارانش (۲۰۱۸) در مورد تأثیرات محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی و راه‌های مقابله با آن در جامعه کوچی ایران را مورد بررسی قرار داده‌اند و مهم‌ترین تأثیرات را کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی، کاهش تنوع، فرش نباتی، فرسایش خاک، کاهش درآمد حاصل از تولیدات حیوانی و لبنی، افزایش هزینه‌های تولیدی و زندگی، افزایش قیمت‌ها، کاهش سرمایه‌های کوچی‌ها، افزایش اختلافات قومی قبیله‌ای و افزایش بیکاری در مناطق کوچی‌نشین نام شده است (۱۱).

اداره همانگ‌کننده کمک‌های بشری سازمان ملل متحد (۲۰۲۱) در یک تحقیق کاهش درآمد دهقانان، افزایش بیکاری و مهاجرت، کاهش قیمت زمین و افزایش قیمت غذا، کاهش تنوع و ضعیف شدن پوشش نباتی و کاهش کیفیت خاک را از جمله مهم‌ترین تأثیرات اقتصادی اجتماعی و محیط‌زیستی خشک‌سالی برشمرده است که افغانستان با آن مواجه است (۸).

روش تحقیق

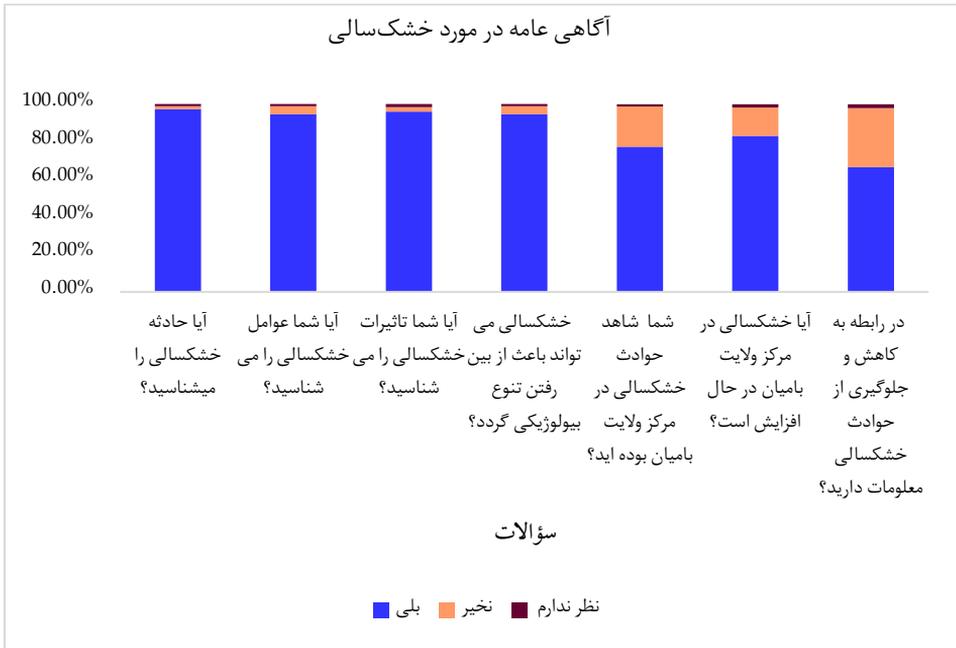
در این تحقیق تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خشک‌سالی در مرکز ولایت بامیان مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق از لحاظ هدف یک تحقیق تطبیقی و از لحاظ روش یک تحقیق توصیفی می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسش‌نامه استفاده شده است، که دارای سه بخش می‌باشد که بخش اول شامل آگاهی مردم از وقایع خشک‌سالی با گزینه‌های (بله و نخیر) می‌باشد، بخش اثرات اجتماعی گزینه‌های (کاملاً موافقم، موافقم، نظری ندارم، مخالفم و کاملاً مخالفم)، و قسمت تأثیرات اقتصادی با گزینه‌های (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم) می‌باشد.

پس از تدوین طرح مقدماتی پرسش نامه تلاش گردید تا میزان اعتماد و اعتبار پرسش نامه تعیین شود. که برای اعتماد پرسش نامه توسط هفت تن استادان پوهنځی مورد اعتماد سنجی قرار گرفته که مورد تأیید قرار گرفت و از الفای کروناخ استفاده شده است. جامعه آماری در این تحقیق ۴۰۰ نفر بوده است که فقط ۳۷۲ پرسش نامه جمع آوری شده است. روش نمونه گیری در این تحقیق نمونه گیری خوشه ای است. ساحة تحقیق مرکز ولایت بامیان می باشد. معلومات او ارقام بدست آمده به کمک برنامه Excel تجزیه و تحلیل شده است.

یافته های تحقیق

بخش اول این تحقیق سؤالات مربوط به آگاهی دانش مردم از وقایع خشک سالی بود که با جوابات بلی و نخیر مردم محلی پاسخ ارایه نموده اند. در این بخش هفت سؤال از باشندگان مطرح شده بود تا سطح آگاهی مردم تثبیت گردد که نتایج آن در چارت شماره (۱) نشان داده شده است.

نظر به پاسخ های ارایه شده اشتراک کننده ۹۷ درصد مردم خشک سالی را می شناسد و از تمامی ابعاد آن آگاهی لازم دارند. به همین قسم، بیش از ۹۴ درصد پاسخ دهندگان با عوامل خشک سالی آشنایی داشته اند. پاسخ دهندگان ۹۶ درصد از تمامی تأثیرات خشک سالی آگاهی لازم را دارند که این تأثیرات شامل تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی می باشد. مردم مرکز ولایت بامیان از تأثیرات خشک سالی بالای تنوع بیولوژیکی آگاهی داشته اند بیش از ۹۴ پاسخ دهندگان به این باور اند که خشک سالی باعث از بین رفتن تنوع بیولوژیکی گردد. نظر به پاسخ های ارایه شده توسط پاسخ دهندگان بیش از ۷۷ درصد پاسخ دهندگان در سال های اخیر شاهد خشک سالی بوده اند. به همین قسم بیش از ۸۳ درصد پاسخ دهندگان به افزایش وقایع خشک سالی جواب ارایه کرده اند. افزایش وقایع خشک سالی با راپورهای دولتی و مؤسسات بین المللی مطابقت داشته است؛ زیرا در سال های اخیر تمام افغانستان خشک سالی ها را تجربه کرد. نظر به پاسخ های ارایه شده فقط ۶۶ درصد پاسخ دهندگان در مورد طریق کاهش و جلوگیری از خشک سالی معلومات کافی داشته اند.

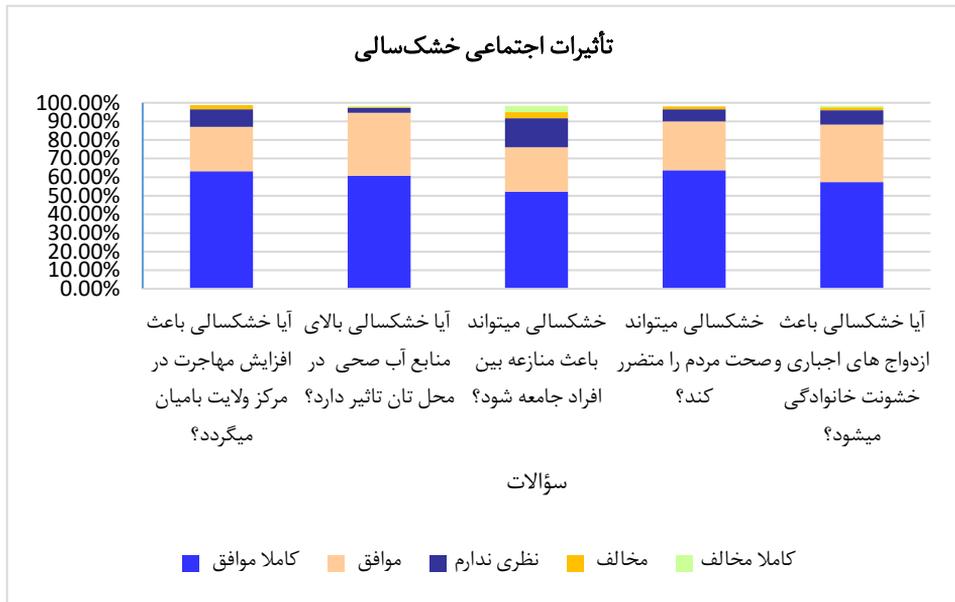


گراف ۱: آگاهی عامه در مورد خشک‌سالی

آگاهی پاسخ‌دهندگان از خشک‌سالی و تأثیر آن با طرح سؤالات مهم مطرح گردید. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد، اکثر مردم که در مرکز ولایت بامیان زندگی می‌کنند از وقایع خشک‌سالی آگاهی کامل داشته‌اند. افراد حاضر در این تحقیق ممکن است دلایل پیچیده خشک‌سالی را درک نکرده باشند؛ اما پاسخ آن‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها به‌طور کلی از مشکل ناشی از تغییر اقلیم و خشک‌سالی آگاه هستند. به گفته آن‌ها خشک‌سالی هر ساله به این منطقه می‌رسد و اکنون بخشی از زندگی آن‌ها شده است. بسیاری از پاسخ‌دهندگان معتقدند که دولت باید مسئول خسارات ناشی از خشک‌سالی باشد و دولت باید مشوق‌های کمکی کافی را برای غلبه بر آسیب‌های فزاینده ناشی از خشک‌سالی ارائه دهد.

بخش دوم این تحقیق مربوط تأثیرات اجتماعی خشک‌سالی بوده که مشمول پنج گزینه (کاملاً موافقم، موافقم، نظری ندارم، مخالفم و کاملاً مخالفم) برای هر سؤال بوده است. مهاجرت که مهم‌ترین تأثیر خشک‌سالی شمرده می‌شود، در ساحه مورد مطالعه مطرح و پاسخ‌دهندگان بیشتر از ۶۳ درصد به این سؤال موافق بوده که خشک‌سالی موجب مهاجرت در منطقه شان شده است. اثر خشک‌سالی نسبت به دسترسی مردم به آب صحتی نیز مطرح شده که در آن پاسخ‌دهندگان ۶۱ درصد به این سؤال پاسخ کاملاً موافق داده‌اند. اثرات خشک‌سالی، موجب جنگ و منازعات میان افراد جامعه در ساحه مورد مطالعه شده است که برای این سؤال ۵۲ درصد پاسخ‌دهندگان جواب کاملاً موافق داده‌اند. اثرات خشک‌سالی بالای صحت انسان‌ها نیز مطالعه شده که برای این سؤال نزدیک به ۶۴ درصد پاسخ‌دهندگان به این نظر

هستند که خشک‌سالی موجب منازعات و آشوب‌های اجتماعی در منطقه شده است. ازدواج‌های اجباری هنگامی اتفاق می‌افتد که فامیل‌ها قدرت تأمین مصارف خانواده مخصوصاً دختران بالغ را نداشته باشند و آن‌ها را مجبور به ازدواج می‌کنند تا از تأمین مخارج و اعاشه آن‌ها فارغ گردند.



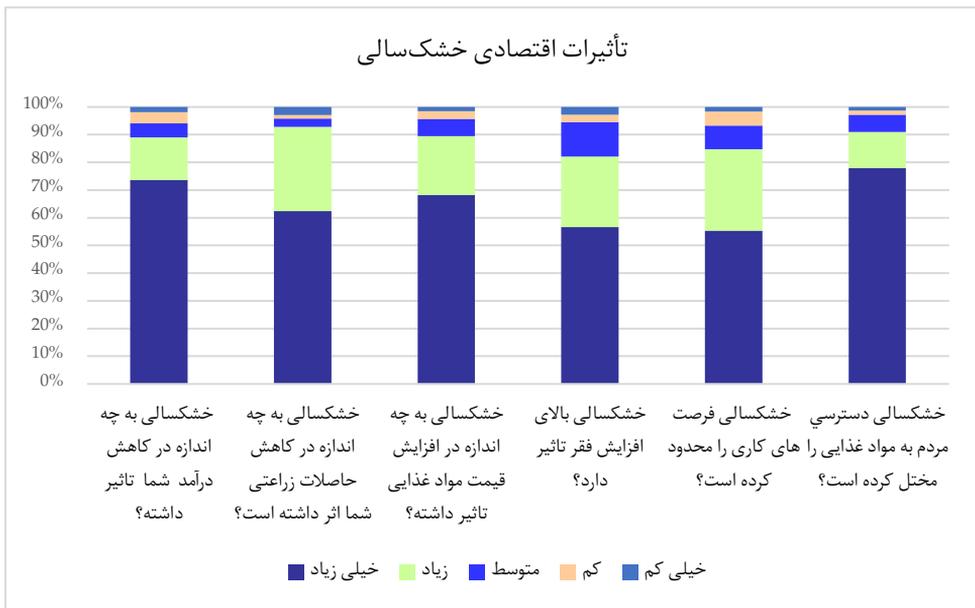
گراف ۲: تأثیرات اجتماعی خشک‌سالی

پاسخ‌دهندگان بین ۵۲ تا ۶۳ فیصد به اثرات اجتماعی خشک‌سالی در منطقه مورد مطالعه موافق نظر داده‌اند و به شکل جمعی برای بیانات کاملاً موافق و موافق از ۷۶ تا ۹۴ درصد پاسخ‌دهندگان برای اثرات خشک‌سالی بالای مؤلفه‌های اجتماعی رای داده‌اند. به همین قسم برای دو دیدگاه مخالف و کاملاً مخالف پاسخ‌دهندگان به طور متوسط از صفر تا پنج فیصد موافق بوده‌اند.

تأثیرات اجتماعی شامل امنیت اجتماعی، صحت مردم می‌شود. نتایج در این بخش نیز نشان می‌دهد که خشک‌سالی اثرات منفی مختلفی بر زندگی مردم منطقه مورد مطالعه داشته است. این بررسی نشان داد که از اثر خشک‌سالی مهاجرت در منطقه شدت یافته است. شرکت‌کنندگان بیان کردند که خشک‌سالی موجب کمبود آب، خدمات صحتی و چالش‌های صحتی را افزایش داده است. پاسخ‌دهندگان از تشدید خشونت علیه خانواده‌ها مانند ازدواج‌های اجباری و خشونت‌های خانوادگی خبر دادند.

در بخش سوم این تحقیق ما به تحلیل اثرات اقتصادی خشک‌سالی در مرکز ولایت بامیان پرداختیم. فعالیت‌های اقتصادی در این منطقه از آنجای که مرکز ولایت است بر زراعت، مال‌داری و کار در ادارات ولایتی متمرکز است. درآمد بیشتر فامیل‌ها در منطقه به زراعت ارتباط می‌گیرد. اثرات خشک‌سالی بالای

درآمد و عواید باشندگان از پاسخ‌دهندگان مطرح که بیشتر از ۷۳ درصد اشتراک‌کننده‌گان موافق بر اثر خشک‌سالی بالای عواید مردم منطقه مورد مطالعه بودند. همچنان کاهش حاصلات زراعتی از اثر خشک‌سالی بر بنیاد جوابات پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که ۶۲ درصد اشتراک‌کنندگان به کاهش حاصلات زراعتی در منطقه اشاره کرده است. به همین قسم، بیشتر از ۶۸ درصد پاسخ‌دهندگان جواب داده اند که خشک‌سالی تأثیر خیلی زیادی بر افزایش قیمت مواد خوراکی می‌گذارد. افزایش فقر که یکی از اثرات خشک‌سالی در این تحقیق مبین این است که خشک‌سالی ۵۷ درصد در افزایش فقر نقش داشته است. پاسخ‌دهندگان به کاهش ۵۵ درصد فرصت‌های کاری در منطقه اشاره کردند. در قدم بعدی که تأثیر خشک‌سالی در مقیاس زیاد مطرح است. اکثر پاسخ‌دهندگان به‌طور متوسط از ۱۳ تا ۳۰ فیصد به تأثیر خشک‌سالی بالای مؤلفه‌های اجتماعی تأکید کردند.



گراف ۳: تأثیرات اقتصادی خشک‌سالی

در منطقه مورد مطالعه اکثر مردم برای امرار معاش به زراعت وابسته هستند. خشک‌سالی موجب تغییر در سیستم کشت و تأثیرات منفی بر مردم منطقه مورد مطالعه داشته است. پاسخ‌دهندگان خشک‌سالی را دلیل مهم کاهش اشتغال و درآمد، کاهش تولیدات زراعتی، افزایش قیمت مواد غذایی، افزایش فقر و فشار معیشتی در منطقه مورد مطالعه دانسته اند.

نتیجه‌گیری

ماهیت این مطالعه ارائه اطلاعات در مورد آگاهی و درک مردم در مورد خشک‌سالی و اثرات آن در مرکز ولایت بامیان می‌باشد. در این تحقیق، ما سه موضوع وابسته به هم را تحت مطالعه قرار دادیم که شامل تثبیت سطح آگاهی مردم در مورد خشک‌سالی و تأثیرات اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی می‌باشند. برای جمع‌آوری ارقام و معلومات از پرسش‌نامه استفاده شده است، پرسش‌نامه‌ها تحلیل موضوعی شده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان در منطقه مورد مطالعه (مرکز ولایت بامیان) آگاهی خوبی نسبت به خشک‌سالی داشته است؛ لیکن در برابر جلوگیری از آن دانش نسبتاً کمتری دارند. در قسمت تأثیرات اجتماعی خشک‌سالی نظر به پاسخ‌های ارائه شده این پدیده تأثیرات مخربی مانند افزایش مهاجرت، کاهش منابع آب صحی، بروز منازعات و خشونت‌های خانوادگی و ازدواج‌های اجباری برای مردم این ولایت شده است، و هم‌چنین نتایج تحقیق در مورد تأثیرات اقتصادی مبین این است که خشک‌سالی موجب کاهش درآمد خانواده‌ها، کاهش محصولات زراعتی، افزایش قیمت مواد غذایی، افزایش بیکاری و کاهش فرصت‌های کاری و محدودیت دسترسی به مواد غذایی در بین مردم گردیده است.

مردم مرکز ولایت بامیان مصروف زراعت هستند، برای آبیاری به بارندگی نیاز دارند و نبود بارندگی و وقایع خشک‌سالی منجر به کاهش محصول زراعتی در این منطقه می‌شود و تأثیرات مخرب اجتماعی و اقتصادی بالای شان می‌گذارد. در این تحقیق اکثریت مردم افزایش و اثرات منفی خشک‌سالی را در پاسخ‌های شان ذکر نموده بودند. خشک‌سالی بالای قدرت خرید مواد غذایی ساکنان تأثیر داشته است و مردم به همین دلیل قدرت خرید خود را از دست داده و بیکار شده‌اند.

پیشنهادات

در منطقه مورد مطالعه مردم و دولت به سهم خویش جهت مقابله با اثرات اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی باید دست به کار شوند تا از خسارات وارده جلوگیری کنند.

مردم اصلاحات لازم در سکتور زراعت مانند کاشت مجدد محصولات بعد از خشک‌سالی به منظور جبران کاهش سطح محصول انجام دهند. در هنگام کشت دهقانان باید نباتات کشت کنند که در مقابل خشک‌سالی مقاوم اند و یا فصل نمویی کوتاه‌تری دارند، یعنی دهاقین تصامیم خود را مطابق شرایط جوی عیار سازند و از راهکارهای دیگری مانند مؤثریت استفاده از آب آبیاری را استفاده کنند. کشت‌های بدیل و ترویج نباتات مقاوم در برابر خشک‌سالی به‌حیث یک روش و استراتژی اثرگذار می‌تواند ذریعه

دهقانان تطبیق و عملی گردد. دولت در قسمت ذخیره‌سازی آب موسمی و عصری‌سازی سیستم‌های آبیاری برای ده‌ها قین باید کمک کند تا به‌طور دراز مدت اثرات اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی کاهش یابد. دولت برای مقابله با خشک‌سالی مقاومت و توافق‌پذیری جوامع را افزایش دهد و استراتژی مؤثری را جهت کاهش خطرات خشک‌سالی روی دست گیرد. سیستم‌های هشداردهی و روش‌های پیش‌بینی‌کننده دوره خشک‌سالی و نظارت‌های مداوم از وضعیت جوی می‌تواند برای کاهش اثرات خشک‌سالی مؤثر واقع گردد. آموزش مردم محل برگذاری ورکشاپ‌ها و برنامه‌های آگاهی‌دهی نیز می‌تواند خسارات خشک‌سالی را تا حدی کاهش دهد. دولت هم‌چنین می‌تواند برنامه‌های کوتا‌مدت را برای مقابله با خشک‌سالی را عملی نماید، مانند توزیع مواد غذایی، لباس، دوا و سایر اجناس کمکی رایگان، اثرات اقتصادی اجتماعی خشک‌سالی را کاهش دهد. راهکارهای مؤثر دیگر که موجب کاهش اثرات خشک‌سالی می‌شود باید حمایت گردد، مانند حمایت نقدی، تأسیسات ذخایر مواد غذایی.

1. Habiba U, Shaw R, Takeuchi Y. Farmer's perception and adaptation practices to cope with drought: Perspectives from northwestern Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 1(2012) (1): 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2012.05.004>
2. Muhammad A, Kumar Jha S, Rasmussen PF. Drought Characterization for a Snow-Dominated Region of Afghanistan. *Journal of Hydrologic Engineering* 22(2017) 8: 05017014. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001543](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001543)
3. Golmohammadi F. Drought and its environmental and socio-economic impacts in the viewpoint of farmers in south Khorasan province-East of Iran. *Indian Research Journal of Extension Education* 12(2016) 238-244.
4. Iqbal, M. W., Donjatee, S., Kwanyuen, B., & Liu, S. Farmers' perceptions of and adaptations to drought in Herat Province, Afghanistan. *Journal of Mountain Science*, 15(2018) (8), 1741–1756. doi:10.1007/s11629-017-4750-z
5. Eriyagama N, Smakhtin VY, Gamage N. Mapping drought patterns and impacts: a global perspective. Sri Lanka: International Water Management Institute, Colombo(2009).
6. Jawid, A., & Khadjavi, M. Adaptation to climate change in Afghanistan: Evidence on the impact of external interventions. *Economic Analysis and Policy*. (2019). doi:10.1016/j.eap.2019.07.010
7. Sam, A. S., Padmaja, S. S., Kächele, H., Kumar, R., & Müller, K. Climate change, drought and rural communities: Understanding people's perceptions and adaptations in rural eastern India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (2019). 101436. doi:10.1016/j.ijdr.2019.101436
8. OCHA 2021 Humanitarian Response Plan: Afghanistan: 2018–2021. Geneva. <https://www.Humanitarian response>.
9. Aliyar Q., Zulfikar F, Datta A, John K.M., Shrestha S Drought perception and field-level adaptation strategies of farming households in drought-prone areas of Afghanistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 72 (2022) 102862. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102862>
10. Hanigan, I. C., Schirmer, J., & Niyonsenga, T. Drought and Distress in Southeastern Australia. *EcoHealth*. (2018). doi:10.1007/s10393-018-1339-0
11. Mare, F., Bahta, Y.T., Van Niekerk, W. The impact of drought on commercial livestock farmers in South Africa. *Develop Practice* 8 (2018), 884–898. <https://doi.org/10.1080/09614524.2018.1493091>.
12. Adeniyi, O.V., Ajayi, A.I., Ter Goon, D., Owolabi, E.O., Eboh, A., Lambert, J. Factors affecting adherence to antiretroviral therapy among pregnant women in the Eastern Cape, South Africa. *Bmc Infectious Diseases* 18 (2018) (1). <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3087-8>.

مطالعه ویژه‌گی‌های کریستال‌های مایع

پوهنوال عبدالمحمد عزیز

دپارتمنت کیمیاى عمومی غیر عضوی، پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: abdulmohammadaziz44@gmail.com

چکیده

کریستال مایع مقدار از نظم جامدات و مقدار از سیال بودن مایعات را دارا است، کریستال‌های مایع در هر لحظه می‌توانند به یکی از چندین حالت ممکنه بین جامد و مایع موجود باشند. کریستال‌های مایع عبارت از مرکبات عضوی اند که دارای مالیکول‌های طویل بوده و در انتهای آن‌ها گروپ‌های قطبی (-OR, -NO₂, -NH₂, -CN) موجود بوده و در بعضی اوقات قطعات مانند حلقه بنزین را نیز شامل این مواد می‌سازند. مالیکول‌های این مرکبات دارای ساختمان خطی بوده؛ اما برای گروپ‌های مرکزی آن‌ها به‌طور مشخص موجودیت روابط دوگانه بین دو اتوم آن‌ها حتمی است. رابطه دوگانه مانع چرخش و سختی مالیکول‌ها را با در نظر داشت نسبت محور طویل آن‌ها تأمین می‌نماید. این مالیکول‌ها حاوی گروپ‌های باداشتن قطبیت بلند بوده، دپول مومنت آن‌ها بزرگ است. مالیکول‌ها در کریستال مایع به‌طور لازمی از لحاظ مکانی منظم نه‌بوده؛ اما در سه جهت می‌تواند آزادانه سمت‌گیری داشته باشند. در این مقاله مروری ویژه‌گی‌های چون خواص، ساختار و ترکیب کریستال مایع مورد بررسی قرار گرفته اند.

اصطلاحات کلیدی: دسپلی؛ جالی مانند؛ کولسترول؛ سمیتیک؛ حساس بودن؛ نماتیک؛ متراکم؛ پراکنده‌گی نور

Study Of The Properties Of Liquid Crystals

Associate prof. Abdul Mohammad Aziz

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

Email: abdulmohammadaziz44@gmail.com

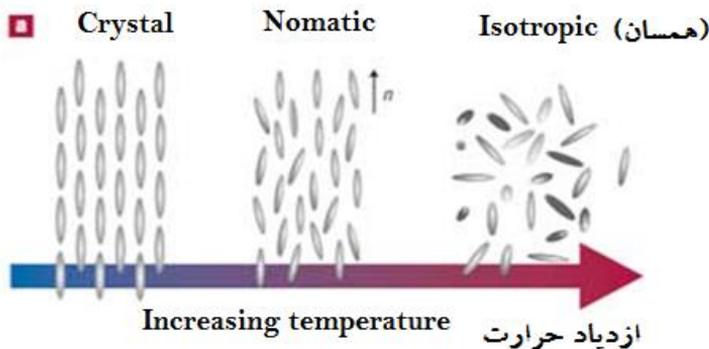
Abstract

Liquid crystals possess characteristics that blend the order of solids with the fluidity of liquids, allowing them to exist in various states between solid and liquid phases. These organic compounds typically consist of long molecules with polar groups (such as NO₂, -OR, -CN, -NH₂) located at their ends, often incorporating benzene rings. The molecules exhibit a linear structure with double bonds between certain diatoms in their central groups, inhibiting rotation and imparting stiffness. Due to their elongated shape and high polarization groups, liquid crystal molecules boast a significant dipole moment. While spatial order among molecules is not guaranteed, they can freely orient themselves in three dimensions. This review article explores their properties, structure, and composition, shedding light on their intriguing characteristics.

Keywords: Display; Lattice-Like; Cholesterol; Smectic; Sensitivity; Dense Nematic; Light Scattering

مقدمه

ماده به سه حالت جامد، مایع و گاز موجود است، تا اواخر قرن نوزدهم، دانش‌مندان براین باور بودند که این سه حالت پایان حالت ماده است؛ ولی در سال ۱۸۸۸ کیمیدان اتریشی بنام فردریش رینیتزر (Reinitzer) (۱۸۵۷-۱۹۲۷) موفق به کشف کریستال‌های مایع شد که به‌طور کامل حالتی دیگر از ماده را دارند و حالت بین مایع و جامد می‌باشند. کریستال‌های مایع حالتی ابهام‌آمیز داشته؛ ولی واقعیت این است که خاصیت بسیار مهم و هم‌مفیدی آزموده است. بلورهای مایع موادی اند که خواص ساختاری و مکانیکی آن‌ها بین خواص مایعات و بلورها است. فهم و درک این حالت ماده برای دانش‌مندان قرن‌های نوزدهم و بیستم کار ساده‌ نبوده است. در اوایل دهه ۱۹۷۰ م اولین دسته از مواد بلورهای مایع پایدار به‌صورت مصنوعی ساخته شدند و از آن در ساخت صفحه‌های (Liquid Crystal Display) نمایش کریستال مایع استفاده شد.



شکل ۱: تصویر کریستال‌های مایع (۴)

جامدات حالت متراکم ماده بوده که بر جای خود باقی مانده و اغلب اتم‌ها یا مالیکول‌های آن به‌شکل خیلی منظم و جدا به‌شکل کریستال کنار هم قرار گرفته‌اند. در مایعات نظم اتم موجود نبوده؛ اگر در یک ظرف انداخته شود، شکل همان ظرف را اختیار کرده، کنار هم قرار می‌گیرند و وقتی آن‌ها را بیرون ظرف بریزید؛ تقریباً به راحتی جریان پیدا می‌کنند. حال تصور کنید که ماده دارای یک ویژه از هر دوی این حالت است؛ یعنی مقداری از نظم جامدات و مقداری از سیال بودن مایعات را که در واقع دارا است؛ یک کریستال مایع است، کریستال‌های مایع در هر لحظه می‌توانند به یکی از چندین حالت ممکنه بین جامد و مایع باشند. دو فاز کریستال‌های مایع مهم عبارت از نماتیک و اسمکتیک نام دارد.

۱. کرسنال‌های مایع و تاریخچه کشف آن‌ها

کرسنال‌های مایع در سال ۱۸۸۸م توسط FriedrichReintzer هنگام مطالعه و بررسی کولسترول در نبات زردک کشف شد؛ اما موصوف از ماهیت آن‌چه که مشاهده کرده بود، به‌طور کامل آگاه نبود؛ بلکه تا دههٔ اخیر همین سال به‌صورت یک پدیدهٔ جالب قابل توجه به آن نگاه می‌شد (۸).

موصوف هنگام کار در پوهنتون آلمانی پراگ، کولسترول را از زردک استخراج کرد و فورمول‌کیمیایی آن را به‌دست آورد. خواص کیمیای فیزیکی مشتقات مختلف کولسترول را آزمایش کرد. چند تن از محققان و همکاران وی تا پیش از آن، اثرات رنگی متمایزی را هنگام سرد کردن مشتقات کولسترول، به‌طور دقیق بالای نقطه انجماد مشاهده کرده بودند. راینیتزر خودش پدیدهٔ مشابه را در کولسترول بنزوات یافت؛ ولی رنگ‌ها در نزدیکی نقطه انجماد به کولسترول بنزوات، در ویژه‌ترین شکل شان نبودند. راینیتزر دریافت که بنزوات کولسترول مانند سایر مرکبات ذوب نمی‌شود؛ بلکه به‌طور واضح دو نقطهٔ ذوب دارد. در ۱۴۵٫۵ درجه سانتی‌گراد ذوب شده و به یک مایع مکدر تبدیل می‌شود، در ۱۷۸٫۵ درجه سانتی‌گراد دوباره ذوب شده، و مایع مکدر به یک‌باره گی شفاف می‌گردد. برعلاوه، این پدیده برگشت‌پذیر بود. راینیتزر در ۱۴ مارچ ۱۸۸۸، برای جلب کمک، نامهٔ را به یک فزیک‌دان به‌نام اوتولهمان فرستاد. این دو عالم نامه‌های باهم مبادله کردند، در نتیجه لهمان هم بر مکدر بودن حالت وسطی کولسترول بنزوات اشاره کرده، تجاری را در این مورد انجام داد و گزارش داد که در این حالت بلوری شدن را مشاهده کرده است. راینیتزر هم به همین نتایج دست یافته بود. مبادلهٔ نامه‌ها بین این دو عالم باعث شد تا راینیتزر در ۲۴ اپریل با تعداد کثیری از سؤالات بی‌پاسخ پایان دهد. راینیتزر نتایج خودش را که با نتایج لهمان مطابقت داشت، در سه می ۱۸۸۸، در یک نشست در انجمن کیمیای وین ارائه کرد. تا این زمان راینیتزر سه سیمای متفاوت از کریستال‌های مایع کولستریک را کشف کرده بود (۹). (که این مواد را بعدها در سال ۱۹۲۲ جرج فریدل نام‌گذاری کرد).

لهمان در این صورت یک مطالعهٔ سیستماتیک را شروع کرد. در ابتدا با کولسترول بنزوات و سپس با مرکبات مرتبط به آن که آن‌ها هم پدیدهٔ دو نقطهٔ ذوبان را به‌طور مشخص نشان می‌دادند. او توسط میکروسکوپ پلاریزیشن نور را در این مرکبات مطالعه کرد و هم خواص این مواد را در حرارت بلند مشاهده کرد. فاز وسطی مکدر را که موصوف دیده بود، یک مایع بود و جاری می‌شد؛ ولی سایر فازهای دیگر، حالت جامد داشتند. در پایان او در سال ۱۸۸۹ مقاله خودش را برای یک نشریه آلمانی فرستاد. تا آغاز قرن بیستم، کریستال‌های مایع، توسط دانش‌مندان شناخته نشده بودند (۳).

Reinitzer نتایج خود را با Lehmann و Von zepharovich در یک ملاقاتی در انجمن شیمیای وین در میان گذاشت. در آن زمان Reinitzer سه ویژگی مهم از کریستال‌های مایع کولستریک را مطرح کرد که توسط Lehmann در ۱۹۲۴ ابلاغ شد.

۱. موجودیت دو نقطه ذوبان؛

۲. چرخش نور پلاریزه مکدر؛

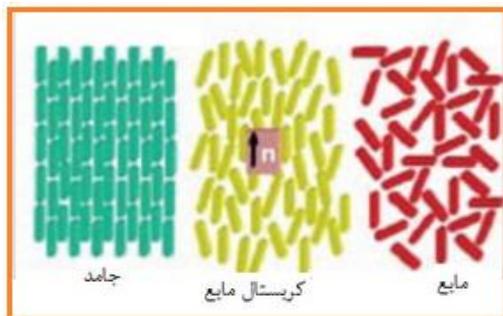
۳. توانایی چرخش به سمت قطب کوچک.

Reinitzer پس از کشف اتفاقی خود، مطالعه بیشتری در مورد کریستال‌های مایع را تعقیب نه کرد. این تحقیق توسط Lehmann کسی پی برد که با یک پدیده جدید مواجه شده‌است، ادامه یافت. موصوف قادر به مشاهده نور قطبی شد و سپس میکروسکوپ خود را با یک (نگهدارنده دستگاه مجهز به بخاری) گرم نگه داشت که موصوف را قادر ساخت تا تجارب خود را در حرارت بلند انجام دهد. موصوف در سال 1911م نتایج خود را منتشر کرد (۱۷).

یکی از شیمیادانان ایالات متحده ابتدا در سال ۱۹۳۵ در پوهنتون Cincinnati و سپس در پوهنتون Kent state شروع به مطالعه کریستال‌های مایع کرد. در سال ۱۹۹۵ او با حضور بیش از ۱۲۲ دانش‌مند اولین کنفرانس بین‌المللی کریستال مایع را در کنت اوهایو برگزار کرد. این کنفرانس آغاز تلاش در سراسر جهان برای انجام تحقیقات در مورد این مواد بود. فزیک‌دانی به نام Richard Williams مشاهده کرد که هنگامی یک میدان الکترونیکی به یک لایه نازک از یک کریستال مایع نماتیک در ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد اعمال شود، یک نمونه منظم که او به نام دامنه نام‌گذاری کرده بود، شکل گرفت (۴).

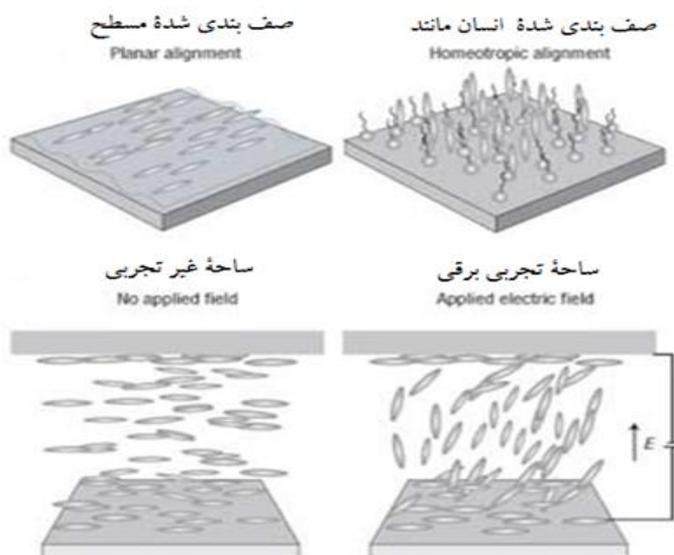
۲. خواص برجسته بلور مایع

در مواد مایع اتوم‌ها و مالیکول‌ها به‌طور تقریبی آزادانه حرکت می‌کنند و روی یک‌دیگر می‌لغزند و در مقیاس میکروسکوپی بسیار نامنظم‌اند؛ اما به دلیل نیروی دافعه کوتاه‌برد میان اتوم‌ها یا مالیکول‌های مایع، تا اندازه‌ای نظم کوتاه‌بردی دیده می‌شود. از آن‌جا که نظم مکانی دور برد در مایع وجود ندارد، مایعات در مقابل تغییر شکل خود، مقاومتی از خود نشان نمی‌دهند و تحت تأثیر وزن یا قوه‌های دیگر آزادانه جریان می‌یابند (۱۷). نظم ساختاری کرسنال‌های مایع، نظم ساختاری بین‌بینی مایع و جامد را نشان می‌دهند. شکل زیر تفاوت بین سه حالت مختلف جامد، کرسنال مایع و مایع را نشان می‌دهد:



شکل ۲: تفاوت بین سه حالت مختلف جامد، کریستال مایع و مایع (۶)

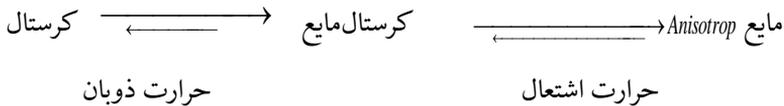
بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۸۸۸ محققان در تحقیقات که در زمینه فزیک، کیمیا، زیست‌شناسی و طبابت انجام می‌دادند، متوجه شدند که بعضی مواد در حرارت نزدیک به حرارت ذوب شان عمل عجیبی از خود نشان می‌دهند. آن‌ها مشاهده کردند که خواص نوری (اوپتیکی) این مواد با افزایش حرارت به طور غیر مسلسل تغییر می‌کند؛ به طور مثال: ستیارین (stearin) در حرارت ۵۲ درجه سانتی‌گراد از جامد به مایع ابری شکل ذوب می‌شود و تا حرارت ۵۸ درجه سانتی‌گراد به حالت مایع لزوج باقی می‌ماند و در حرارت ۶۲.۵ به یک مایع شفاف تبدیل می‌شود (۲۱). به همین ترتیب مرکبات سنتز شده از کولسترول، وقتی سرد می‌شوند، به رنگ آبی دیده می‌شوند. زیست‌شناسان در مواد بیولوژیکی مایع، رفتار غیر مشابه نوری را که فقط در بلورهای مایع دیده می‌شود، مشاهده کردند:



شکل ۳: تصویر رفتار غیر مشابه نوری در بلورهای مایع (۱۱)

این مواد (بلورهای مایع) شامل مالیکول‌های عضوی بوده که دارای شکل طویل با یک ساحه مرکزی ثابت و لبه‌های انعطاف‌پذیر اند. مالیکول‌ها در کریستال مایع از لحاظ مکانی منظم نبوده؛ اما در سه جهت می‌تواند آزادانه سمت‌گیری داشته باشند. خواص غیرمتوازن بلور مایع ناشی از طویل بودن مالیکول‌های آن است. خواص فیزیکی مالیکول‌ها در امتداد موازی با خواص فیزیکی در امتداد عمود بر صفحه مالیکول متفاوت است. این تفاوت خواص مالیکول‌ها باعث تفاوت خواص متراکم آن ماده حجیم نیز می‌شود (۲۰).

فاز تیره مایع سیال با مایعات عادی در سیالیت و جذب سطحی نزدیک می‌باشد و به همراهی کریستال‌ها در یک سلسله خواص اویپتیکی که مربوط به نظم قسمی مالیکول‌های آن است، نیز نزدیک است، این خاصیت اصطلاح کریستال مایع را می‌رساند. در عده زیادی از کریستال‌ها سرعت نور و ضریب انکسار به تمام جهات یک‌سان بوده که این نوع کریستال‌ها را به نام ایزوتروپی (Isotropy) یاد می‌کند (ایزوتروپی کلمه یونانی بوده و به معنی یک‌سان (مساوی) + چرخش می‌باشد). کریستال‌های دیگری طور مثال سنگ چونه $CaCO_3$ (انایزوتروپی (Anisotropy) بوده، در آن‌ها سرعت نور به جهات مختلف یک‌سان نیست، این کریستال‌ها خواص دوگانه‌گی انکسار اشعه (Refraction) را نشان می‌دهد، اگر ما از طریق این نوع کریستال به شی نظر اندازیم در این صورت تصویر دوگانه را ملاحظه می‌نمایم (۵). علاوه بر کریستال‌های ایزوتروپی که شکل ظاهر شده تداخلی را در نور قطبی شده در سطح به وجود می‌آورد، کریستال‌های می‌آورد مایع *Anisotrop* می‌باشد. ساحه موجودیت کریستال مایع را حرارت دوگانه محدود می‌سازد و آن حرارت ذوبان و حرارت اشتعال است.



کریستال‌های مایع عبارت از مرکبات عضوی است که دارای مالیکول‌های طویل بوده و در انجام آن‌ها گروه قطبی موجود می‌باشد، گروه‌های قطبی عبارت از: $-NH_2$ ، $-CN$ ، NO_2 ، $-O-R$ است و بعضی اوقات قطعات مانند حلقه بنزین را شامل این مواد می‌سازند. مالیکول‌های این مرکبات دارای ساختمان خطی بوده؛ اما برای گروه‌های مرکزی آن‌ها به طور مشخص موجودیت روابط دوگانه حتمی است. رابطه دوگانه مانع چرخش و سختی مالیکول‌ها را با در نظر داشت نسبت محور طویل آن‌ها تأمین می‌نماید، این مالیکول‌ها حاوی گروه‌های با داشتن قطبیت بلند بوده، دیپول مومنت آن‌ها بزرگ است. به آسانی تصور شده می‌تواند این‌که: به کدام ترتیب مرکباتی با هم‌چو عمل متقابل دیپول - دیپول موجب

ظاهر شدن کشش قوه بین مالیکولی می شود؟ این قوه‌ها مالیکول‌ها را طوری تشکیل می‌نمایند که محور طویل آن‌ها موازی معلوم گردد (۱۱).

۳. انواع کرسنال‌های مایع

کرسنال‌های مایع سه نوع است؛ که عبارت از: smectic (مشابه به صابون)، Nematic (جالی مانند) Cholesterol (کولسترول) است (۱۵).

1- بلور مایع نماتیک (Nematic)

تصور کنید که تعداد زیادی دندان خلال در یک جعبه مستطیل شکل به شکل نامنظم قرار داده شده است. وقتی شما جعبه دندان خلال را باز می‌کنید، دندان خلال‌ها تقریباً هم جهت اند؛ اما در یک امتداد نیستند؛ یعنی زاویه بین هر دندان خلال با محور معین با هم فرق می‌کند. (دقیقاً در امتداد یک خط نیستند فقط جهت آن‌ها؛ به طور مثال: متمایل به شمال است). آن‌ها آزادانه حرکت می‌کنند؛ اما جهت حرکت آن‌ها یکسان است، این نوع کریستال مایع به نماتیک معروف اند.

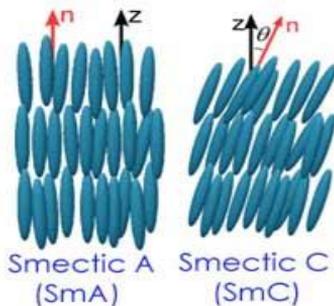


شکل ۴: کرسنال مایع نماتیک (۱۲)

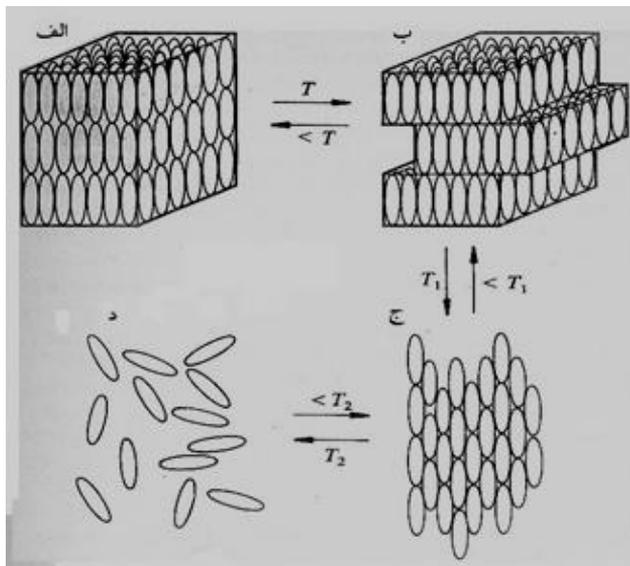
در شکل ۴ نشان داده شده است که به کدام ترتیب فازهای smectic و Nematic با هم دیگر تناسب دارند. smectic مایع آزادانه جاری نمی‌باشد، آن‌ها در یک سطح لغزش می‌نمایند. آنالیز ساختمان رونتینگین به ساختمانی اشاره می‌نماید که متشکل از طبقه مسطح مسلسل بوده و فاصله بین آن‌ها نسبت به فاصله بین مالیکول‌ها در کرسنال بزرگ است. smectic می‌تواند ذوب گردد و به مایع Isotrop تبدیل گردد و یا با حرارت کافی عبور داده شده، فاز Nematic را تشکیل دهد (۲۰). آنالیز ساختمان رونتینگین فاز Nematic سیال را نشان می‌دهد که آن به مایع عادی مشابه باشد، در نتیجه مشاهده کرسنال‌های مایع در نور پولاریزیشن شده تحت میکروسکوب ساختمان‌های رنگه مشخص دیده می‌شود. فاز Nematic دارای ساختمانی به شکل جالی می‌باشد (۱۴).

۲. بلور مایع سمکتیک (smectic)

سمکتیک کلمه لاتین بوده و معنی مورد استعمال غرض پاکی (مشابه به صابون) را می‌رساند. بلورهای مایع smectic نسبت به nematic این تفاوت را دارند که بعضی از آن‌ها دقیقاً موازی با همدیگر اند. بلورهای مایع smectic به دو نوع A و C تقسیم می‌شوند، نوع A همه مالیکول‌ها در یک جهت تقریباً موازی اند اما نوع C در هر ردیف مالیکول‌ها موازی اند و جهت‌گیری ردیف‌ها با هم کمی متفاوت است. به شکل زیر توجه کنید (۲۲).



شکل ۵: تصویر بلور های مایع سمکتیک (۷)



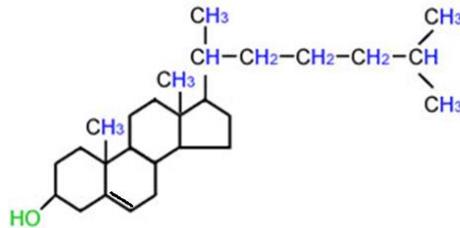
شکل ۶: ساختمان‌های تنظیم شده در کرسنال‌های مایع (۵)

توضیح شکل ۶ مالیکول‌های کش شده، به شکل بیضوی نشان داده شده است، به استثنای حالت مایع ایزوتروپی، آن‌ها طوری قرار گرفته اند که محورهای طویل آن‌ها به هم موازی می‌باشند.

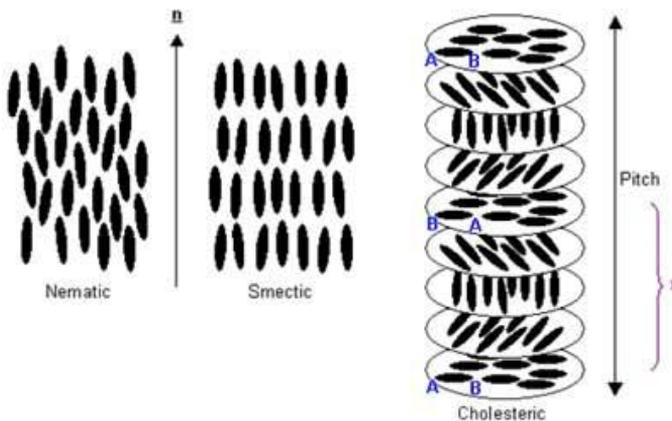
که T عبارت حرارت انتقالی است. الف. فاز جامد ساختمان سه بعدی سخت؛ ب. کرسنال مایع smectic است که فاز چسپناک غیر شفاف هر طبقه به دو جهت تنظیم شده است؛ ج. کرسنال مایع nematic است، این فاز سیال غیر شفاف بوده، ساختمان آن به یک سمت در تنظیم ساختمانها موجود نمی باشد؛ د. مایع ایزوتروپیک امفوتیر است.

۳. کرسنال مایع کولسترولی

بعضی مشتقات کولسترولی (در بین دیگر چربی های کولسترولی ساده) شناخته شده اند که کریستال مایع و فاز کولسترولی تولید می کند. فاز کولسترولی، در حقیقت، یک فاز نماتیک کایرال است و رنگ آن با تغییر حرارت تغییر می کند (۵).



کرسنال مایع Cholesteric شکل پیچیده بلور مایع نماتیک بوده و کایرال آن است. در این نوع بلور مایع اگر مالیکول های چند قشر را در نظر بگیریم. مثل این است که در هر قشر یک نمونه از نماتیک را داریم به ترتیب که در لایه ها پیش می رویم جهت مالیکول ها نسبت به لایه قبلی می چرخد و در نهایت در لایه آخر به جهت لایه اول می رسد، فاصله بین این چند قشر را یک گام (pitch) می نامند. (مطابق شکل ۶) جهت مالیکول در قشر اول از الف به ب بوده و در قشر آخر نیز همین طور است (۱۱).



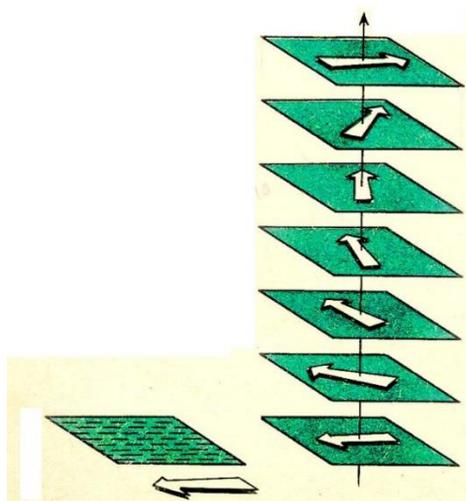
شکل ۷: تصویر بلورهای مایع سمکتیک، نماتیک و کولستریک (۵)

کرسنال مایع نوع سوم (فاز نیمای تغییر شکل داده شده) را به نام cholesterol یاد می نمایند. تمام مرکباتی که خواص کولسترولی را ظاهر می سازد، فعالین اوپتیکی اند. مثال آن کولسترولی ایتراست که در

فورمول‌های ساختمانی ذیل ملاحظه می‌گردد: هرگاه کرسنال‌های مایع کولسترولی توسط نور عادی روشن گردد، نوری دارای رنگ‌های مختلف را انعکاس داده می‌تواند، این پدیده با ساختار قشری دارای مالیکول‌های ۵۰۰-۵۰۰۰ مربوط می‌شود، هریک از این نوع اقشار - عبارت از دسته طبقات مونومالیکولی می‌باشد، محور طویل مالیکول‌ها در هر طبقه به یک جهت به طبقه دیگر محور طویل مالیکول آهسته جهت خود را تغییر می‌دهد، این نوع انحراف به سمت عقربه ساعت حرکت می‌نماید یا در بعضی از مرکبات خلاف عقربه ساعت حرکت می‌کند که موجب ظاهر شدن ساختمان‌های مارپیچی می‌شود فاصله بین طبقه که در آن محور طویل مالیکول‌ها به جهت معین دیده می‌شوند و با طبقه نزدیک می‌باشد که در آن محورها به همین سمت جهت‌گیری نموده باشد، به نام قدم مارپیچ یاد می‌گردد (۵).

این فاصله ضخامت طبقه را تعیین می‌نماید که ابتدا درباره آن سخن گفته شده است، این نوع ساختمان به درجات متفاوت نور را با داشتن طول موج مختلف انکسار می‌دهد، اگر نور منکسر شده در ساحة قابل دید ملاحظه شود، در این صورت کرسنال‌های مایع کولسترولی رنگه به نظر می‌رسد. طول امواج نور منکسر شده متناسب به قدم مارپیچ است، نور منکسر شده با نور قبلی به‌طور اضافی پدیدار و آن در رنگ‌های قشنگ و دلپذیر همچو کرسنال‌های مایع ظاهر می‌شوند، در نتیجه تغییرات حرارت گام مارپیچ تغییر می‌خورد و رنگ نور شکل منکسر شده تبدیل می‌گردد؛ از این سبب کرسنال‌های مایع کولسترولی می‌تواند به حیث ماده حساس در مقابل حرارت «Sensus حساسیت» استعمال گردد. Sensus از کلمه لاتین گرفته شده، به معنی حس - حواس می‌باشد)، تغییر رنگ تمام ساحة احاطه شده سپکتر قابل دید از رنگ بنفش تا سرخ بعضی مواد به‌صورت عموم در انتروال حرارت 0.1°C به وقوع پیوسته، از بعضی دیگر در انتروال بالاتر از 40°C صورت می‌گیرد؛ لکن نوع کرسنال‌های مایع نیز موجود است که در واقع به‌شکل مایع باقی مانده و سپکترهای نوری آن تمام رنگ‌های لازمه قابل دید را می‌دهد.

مخلوط ایتراهای کولسترولی که برای آن‌ها عبور تمامی سپکتر در ساحة قابل دید را که به انتروال 37°C (حرارت بدن) مطابقت دارد، در مطالعات ترموگرافیکی سطح جلد استفاده می‌نمایند، قسمت جلد تحت ورید و شیریان چندین مراتبه نسبت به دیگر قسمت‌ها گرم می‌باشد و این تفاوت می‌تواند به کمک کرسنال‌های مایع کولسترولی درک گردد (۴).

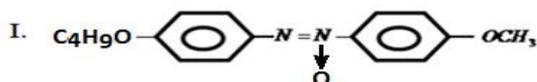


شکل ۸: ساختمان کرسنال مايع کولسترولی (۵)

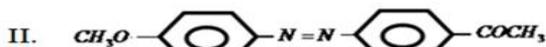
تير سمت محور طويل ماليکول را در هر طبقه نشان می دهد.

۴. مرکبات مهم تشکیل دهنده کرسنال های مايع

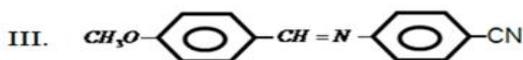
تحقیقات نشان داده است که ماده خالص کرسنالی با حرارت معین ذوب می گردد که تا هنوز پایدار باقی مانده و تمامی کرسنال ها ذوب نمی شوند؛ لاکن مواد کرسنالی دیگری نیز موجود است که در اثر حرارت انتقالی مخصوصه معین، آن ها فاز مايع غلیظ را تشکیل می دهد و بالاخره تا اخير ذوب شده مايع شفاف را تشکیل می دهد، بعضی از این نوع مرکبات در ذیل ارائه می گردد(۵).



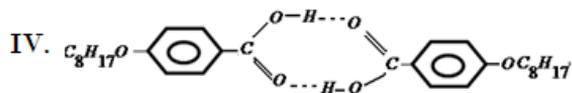
4-acetyl-4- butoxi azobenzol



4,4- dimethoxi azoxi benzol

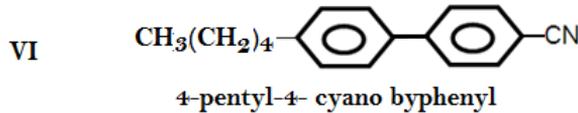
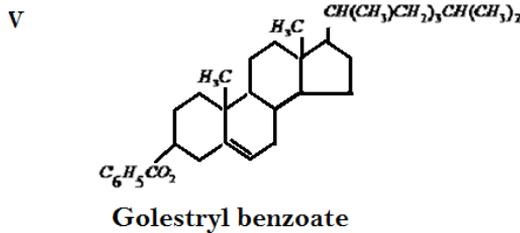


N-(4- methoxi benzyliden)-4 - cyano phenyl amin



Dimerpara octyl oxi benzoic acide

اولین کریستال مایع کشف شده:



به حرارت اطاق حالت مایع را دارا است.

نتیجه‌گیری

۱. کریستال مایع مقداری از نظم جامدات و مقداری از سیال بودن مایعات را دارا است، کریستال‌های مایع در هر لحظه می‌توانند به یکی از چندین حالت ممکنه بین جامد و مایع باشند.
۲. کریستال‌های مایع را مرکبات عضوی تشکیل می‌دهد که دارای مالیکول‌های طویل بوده و در انجام آن‌ها گروپ قطبی موجود می‌باشد، گروپ‌های قطبی عبارت از: $-O-R$ ، $-NO_2$ ، $-CN$ ، $-NH_2$ می‌باشد و بعضی اوقات قطعات مانند حلقه بنزین نیز شامل این مواد بوده می‌تواند .
۳. کریستال‌های مایع سه نوع بوده و آن عبارت از: smectic (مشابه به صابون) ، Nematic (جالی مانند) (کولسترول) Golesterol است .
۴. مالیکول‌ها در کریستال مایع به‌طور لازم از لحاظ مکانی منظم نبوده؛ اما در سه جهت می‌تواند آزادانه جهت‌گیری داشته باشند.
۵. کریستال مایع در برابر روشنایی نور عکس‌العمل‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند. یک کریستال معمولی وابسته به ساختار مالیکولی خود می‌تواند نور را در جهات مختلف منعکس سازند.
۶. ویژه‌گی‌های مالیکول‌های کریستال مایع عبارت از: جهت‌گیری مالیکول‌های بوده که به اطراف خود تأثیر انداخته، این خاصیت آن‌ها در ساختمان معرف‌ها که از اهمیت خاصی برخوردار اند، جفت‌های مشارکتی نامیده می‌شوند.

پیشنهادات

۱. چون کرسنال های مایع در صنعت و طبابت رول اساسی را دارا بوده و از اهمیت خاصی برخوردار اند؛ بنابراین اگر محتوای این مقاله در مفردات مضمون کرسنال شمی کنجانیده شود، این مضمون غنی و با عصر جدید مطابقت خواهد داشت.
۲. از خواص کرسنال های مایع به محصلان کیمیا آگاهی داده شود.

1. Banqui Wu; Ramana.G. Reddy & Robin D. Rogers (2001). "Novel ionic liquid thermalstorage for solar thermal electric power systems". International Solar Energy Conference.445-451:
2. Barghi S.H.; Adibi M.; Rashtchian D. (2010). " An experimental study on permeability, diffusivity, and selectivity of CO₂ and CH₄ through [bmim][PF₆] ionic liquid supported on an alumina membrane: Investigation of temperature fluctuations effects" .Journal of Membrane Science. 352-346:362 .Doi:10 .1016/j.memsci. 2010.06.047.
3. Ch. Jagadeeswara Rao, R. Venkata krishnan, K. A. Venkatesan, K. Nagarajan, 332 - 334, Feb. 4-6, Sixteenth national symposium on thermal analysis(Thermans 2008).
4. D. R. MacFarlane; J. Golding; S. Forsyth; M. Forsyth & G. B. Deacon (2001). "Low viscosity ionic liquids based on organic salts of the dicyanamide anion". Chem. Commun. (16): 1430–1431. doi / .1038.10 : b103064g.
5. E.N. Ramsden B.Sc.,Ph. D. DPhil A- level Chemistry Wolfreton School ,Hull 1988(pp141-145) (322-352)(365-391).
6. H. L. Chum; V. R. Koch; L. L. Miller; R. A. Osteryoung (1975). "Electrochemical scrutiny of organometallic iron complexes and hexamethylbenzene in a room temperature molten salt". J. Am. Chem. Soc. 97 (11): 3264–3265. doi:10.1021/ja00844a081.
7. Hegmann, t., qi, h., marx, v.m. "nanoparticles in liquid crystals: synthesis, self-assembly, defect formation and potential applications", journal of inorganic and organometallic polymers and materials, vol. 17, pp. 483-508, (2007).
8. 7- J. M. Crosthwaite; M. J. Muldoon; J. K. Dixon; J. L. Anderson & J. F. Brennecke (2005). "Phase transition and decomposition temperatures, heat capacities and viscosities of pyridinium ionic liquids". J. Chem. Thermodyn. 37 (6): 559–568. doi:10.1016/j.jct.2005.03.013.
9. J. S. Wilkes; J. A. Levisky; R. A. Wilson; C. L. Hussey (1982). "Dialkylimidazolium chloroaluminate melts: a new class of room-temperature ionic liquids for electrochemistry, spectroscopy and synthesis". Inorg. Chem. 21 (3): 1263–1264. doi:10.1021/ic00133a078.
10. James P. Armstrong; Christopher Hurst; Robert G. Jones; Peter Licence; Kevin R. J. Lovelock; Christopher J. Satterley & Ignacio J. Villar-Garcia (2007). "Vapourisation of ionic liquids". PhysicalChemistry Chemical Physics. 9 (8): 982–90. Bibcode: 2007 PCCP 9.. 982 A. doi:10.1039/b615137j. PMID 17301888.
11. K. J. Fraser; D. R. MacFarlane (2009). "Phosphonium-Based Ionic Liquids: An Overview". Aust J. Chem. 62: 309–321. doi:10.1071/ch08558. , [https://www. researchgate.net /publication /225089857_Phosphonium-Based_Ionic_Liquids_An_Overview](https://www.researchgate.net/publication/225089857_Phosphonium-Based_Ionic_Liquids_An_Overview)
12. Marek Kosmulski; Jan Gustafsson & Jarl B. Rosenholm (2004). "Thermal stability of low temperature ionic liquids revisited". Thermochimica Acta. 412: 47–53. doi:10.1016/j.tca .2003 .08.022.

13. Martyn J. Earle; José M.S.S. Esperança; Manuela A. Gilea; José N. Canongia Lopes; Luís P.N. Rebelo; Joseph W. Magee; Kenneth R. Seddon & Jason A. Widegren (2006). "The distillation and volatility of ionic liquids". *Nature*. 439 (7078): 831–4. Bibcode :2006Natur .439..831E. doi :10.1038/nature 04451 . PMID 16482154.
14. Mota-Martinez M. T.; Althuluth M.; Berrouk A.; Kroon M.C.; Peters Cor J. (2014). "High pressure phase equilibria of binary mixtures of light hydrocarbons in the ionic liquid 1-hexyl-3-methylimidazolium tetracyanoborate". *Fluid Phase Equilibria*. 362: 96–101. doi:10 .1016/j .fluid .2013.09.015.
15. Paul Walden (1914), *Bull. Acad. Sci. St. Petersburg*, pages 405-422.
16. Peter Wasserscheid (2006). "Volatile times for ionic liquids". *Nature*. 439 (7078): 797. Bibcode:2006Natur.439.. 797W. doi:10.1038/439797a. PMID 16482141..
17. R. J. Gale; R. A. Osteryoung (1979). "Potentiometric investigation of dialuminium heptachloride formation in aluminum chloride-1-butylpyridinium chloride mixtures". *Inorganic Chemistry*. 18 (6): 1603–1605. doi/10.1021:ic50196a044.
18. R. M. Barrer (1943). "The Viscosity of Pure Liquids. II. Polymerised Ionic Melts". *Trans. Faraday Soc.* 39: 59–67. doi:10.1039/TF9433900059.
19. Reiter, Jakob (2 Sep 2012). "Fluorosulfonyl-(trifluoromethanesulfonyl)imide ionic liquids with enhanced asymmetry". *Physical Chemistry Chemical Physics*. 15: 2565–2571. Bibcode:2013PCCP... 15.2565R. doi:10.1039/c2cp43066e. Retrieved 2012-12-12.
20. S. Gabriel; J. Weiner (1888). "Ueber einige Abkömmlinge des Propylamins". *Ber.* 21 (2): 2669–2679. doi:10.1002/cber.18880210288.
21. Sugiyama J, Vuong R, Chanzy H. Electron diffraction study of the two crystalline phases occurring in native cellulose from an algal cell wall. *Macromol.*1991;24:4168–4175. doi.org/10.1016/j.carbpol. 2018.03.003.
22. Wilkes J. S.; Zaworotko M. J. (1992). "Air and water stable 1-ethyl-3-methylimidazolium based ionic liquids". *Chemical Communications* (13): 965–967. doi:10.1039/c39920000965.

بررسی اثرات انرژی مایکروویو بر سنتز مرکبات عضوی

پوهنیاړ محمد طاهر امین زی^۱، نامزد پوهنیاړ عبدالکریم ژوند^۲

^{۱،۲} دپارتمنت کیمیا یی عضوی، پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: mt.aminzai@gmail.com

چکیده

تشعشعات مایکروویو نوع از انرژی الکترومقناطیسی بوده که فریکوینسی آن بین ۰.۳ گیگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز و طول موج آن بین ۱ میلی متر تا ۱ متر می باشد. انرژی مایکروویو به عنوان یک تکنالوژی حرارتی در سنتز عضوی محبوبیت زیادی پیدا کرده است که عمدتاً به دلیل افزایش سرعت تعامل، مصرف انرژی کم تر، فیصدی محصول بالاتر، افزایش انتخاب پذیری، سهولت کار و سازگاری با محیط زیست است. از سال ۱۹۸۰ به این سو استفاده از سیستم های تعامل مایکروویو در کیمیا به عنوان یک منبع انرژی قوی و قابل اعتماد گسترش یافته و طیف وسیعی از پروسه های کیمیاوی از جمله دی هایدریشن، پولیمرایزیشن، استخراج، سنتز مرکبات صنعتی و سنتز عضوی را شامل می شود. تأثیر تشعشعات مایکروویو بر سرعت تعامل، فیصدی محصول، زمان تعامل و انتخاب پذیری انواع خاص از تعاملات عضوی، تأکید اصلی این مقاله مروری خواهد بود.

اصطلاحات کلیدی: تشعشعات مایکروویو؛ سنتز عضوی؛ استخراج؛ انتخاب پذیری؛ سرعت تعامل

Investigating the Effects of Microwave Energy on Synthesis of Organic Compounds

Jr. Teaching Asst. Mohammad Tahir Aminzai¹, Jr. Teaching Asst. Abdul Karim Zhwand²

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

Email: mt.aminzai@gmail.com

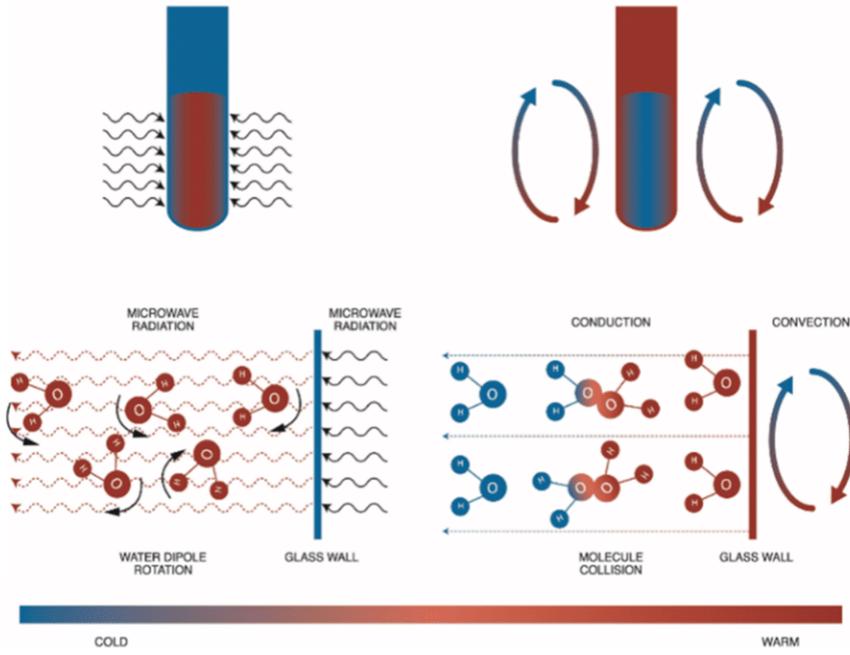
Abstract

Microwave radiation is a kind of electromagnetic energy that has a frequency between 0.3 GHz and 300 GHz and a wavelength between 1 mm and 1 m. Microwave energy has grown in popularity as a heating technology in organic synthesis, mainly due to its increased reaction rate, lower energy consumption, higher yields, enhanced selectivity, ease of operation, and environmental friendliness. Since 1980, the usage of microwave reaction systems in chemistry as a strong, dependable energy source has expanded to include a wide range of processes, including dehydration, polymerization, extraction, synthesis of fine compounds, and organic synthesis. The influence of microwave radiation on reaction rates, yields, reaction times, and selectivity of particular types of organic reactions will be the main emphasis of this review paper.

Keywords: Microwave Radiation; Organic Synthesis; Extraction; Selectivity; Reaction Rates

مقدمه

حرارت در سنتز کیمیاوی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا باعث افزایش سرعت تعاملات کیمیاوی می‌شود. اکثراً سنتز عضوی بدون حرارت دادن نتیجه نمی‌دهد و یا هم اگر نتیجه بدهد، ممکن روزها یا حتی هفته‌ها را در درجه حرارت اطاق طول بکشد، در حالی که چنین تعاملات در درجه حرارت بالا در مدت چند دقیقه صورت می‌گیرد. در سنتز کیمیاوی از دو روش معمولی برای اعمال حرارت استفاده می‌شود، حرارت دادن با استفاده از منقل حرارتی (بنسن برنر) و مایکروویو (۱). حرارت دادن با استفاده از منقل حرارتی و یا بنسن برنر زمانی که به درون مواد مورد تعامل هدایت داده می‌شود، باید ابتدا از دیواره‌های ظرف عبور کند تا به محلل و مواد تعامل‌کننده برسد (شکل ۱).



شکل ۱: حرارت مایکروویو در مقابل حرارت معمولی (منقل حرارتی و یا بنسن برنر) (۲)

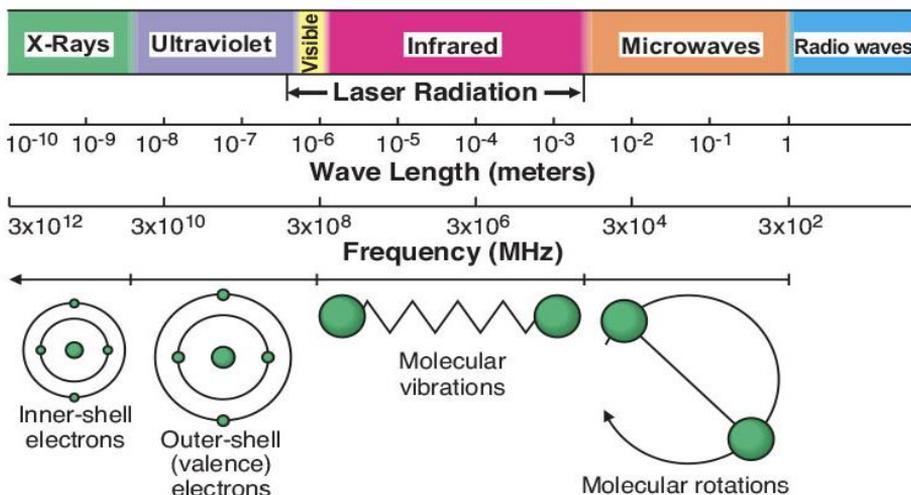
این یک روش کُند و ناکارآمد برای انتقال انرژی به داخل سیستم است؛ زیرا بیشتر به خواص هدایت حرارتی مواد بستگی دارد که باید در آن‌ها نفوذ کنند. این باعث می‌شود که درجه حرارت ظرف بالاتر از درجه حرارت مخلوط تعامل‌کننده در داخل باشد تا زمانی که زمان کافی سپری شود تا ظرف و محتویات داخلی ظرف به تعادل حرارتی برسند و در نتیجه این باعث می‌شود که پروسه تعاملات کیمیاوی ساعت‌ها طول بکشد (۳). از طرف دیگر، حرارت دادن با مایکروویو یک پروسه بسیار متفاوتی است. همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است، امواج مایکروویو مستقیماً با مالیکول‌های که در مخلوط

تعامل وجود دارند، جذب می‌شوند که منجر به افزایش سریع درجه حرارت مواد تعامل‌کننده می‌گردد. از آنجایی که این پروسه به هدایت حرارت مواد تعامل‌کننده بستگی ندارد، در نتیجه باعث سوپرگرمی فوری موضعی می‌شود.

انرژی میکروویو را می‌توان جهت پروسس از انواع مختلف مواد کیمیاوی استفاده کرد. البته بیشتر برای گرم کردن مواد غذایی استفاده می‌شود و هم‌چنین به‌طور گسترده برای استحصال مرکبات عضوی، دواها، پولیمرها، سرامیک، فلزات، مواد معدنی و کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. هدف این مقاله مروری بر استفاده از انرژی میکروویو سازگار با محیط زیست برای سنتز مرکبات عضوی و مقایسه اثرات آن بر زمان تعامل و فیصدی محصول نسبت به حرارت معمولی است.

اصل عملکرد گرمایش میکروویو در تعاملات کیمیاوی

تشعشعات میکروویو نوع از انرژی الکترومقناطیسی است که دارای فریکوینسی بین ۰,۳ گیگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز و طول موج بین ۱ میلی‌متر تا ۱ متر می‌باشد (شکل ۲). تمامی میکروویوهای خانگی "آشپزخانه" و میکروویوهای خاص موجود در بازار برای سنتز کیمیاوی در فریکوینسی ۲,۴۵ گیگاهرتز کار می‌کنند. از آنجایی که انرژی امواج میکروویو برای شکستادن روابط مالیکولی بسیار کم است، بنابراین واضح است که امواج میکروویو نمی‌توانند با جذب مستقیم تعاملات کیمیاوی را القا کنند (۴).

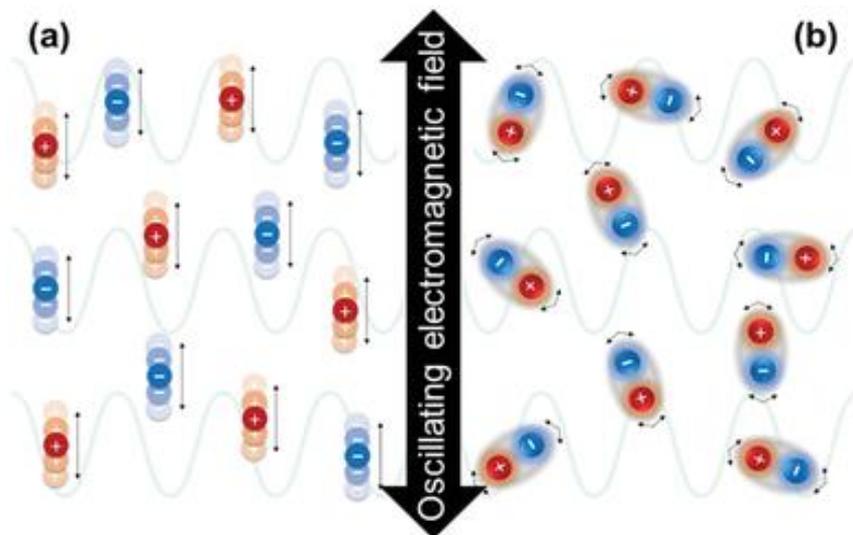


شکل ۲: طیف الکترومقناطس (۵)

در حالی که امواج میکروویو اثرات حرارتی بی‌نظیر را ایجاد می‌کنند که برای سنتز کیمیاوی بسیار مفید می‌باشد. انرژی موجود در فوتون‌های میکروویو (0.037 kcal/mole) نسبت به انرژی مورد نیاز برای

شکستادن رابطه اشتراکی مالیکولی (80-120 kcal/mole) بسیار کم است. بنابراین، امواج میکروویو بر ساختار یک مالیکول عضوی تأثیر نمی‌گذارد.

گرمایش میکروویو شامل دو میخانیکیت مهم بوده، یعنی هدایت ایونی (برای ایون‌ها) و چرخش دوقطبی (برای مرکبات دوقطبی) (۶). چرخش دوقطبی اثر متقابل است که در آن مالیکول‌های قطبی سعی می‌کنند تا خود را با ساحه الکتریکی میکروویو که به سرعت در حال تغییر است، هماهنگ کنند. حرکت چرخشی یک مالیکول هنگامی که سعی می‌کند تا خود را با ساحه الکتریکی جهت‌گیری کند که منجر به انتقال انرژی می‌شود. لهذا امکان‌پذیری این میخانیکیت به قطبیت مالیکول‌ها و توانایی آن‌ها در هماهنگ شدن با ساحه الکتریکی مربوط می‌شود (شکل ۳). راه دوم برای انتقال انرژی هدایت ایونی است که در صورت موجودیت ایون‌های آزاد در مواد در حال گرم شدن، امکان‌پذیر می‌گردد. ساحه الکتریکی حرکت ایونی ایجاد می‌کند؛ زیرا ایون‌های تشکیل شده از یک مالیکول سعی می‌کنند تا خود را به سمت ساحه به سرعت در حال تغییر هم جهت کنند (شکل ۳). این باعث تصادمات بین اتوم‌ها و ایون‌ها شده که در نتیجه باعث ایجاد گرمای فوق‌العاده‌ی آنی می‌شود.



شکل ۳: میخانیکیت تولید حرارت در نتیجه تشعشعات میکروویو، الف) هدایت ایونی، ب) چرخش دوقطبی (۶)
ویژگی‌های گرمایش یک ماده خاص (به‌عنوان مثال یک محلول) در شرایط تابش امواج میکروویو به توانایی آن برای تبدیل انرژی الکترومقناطیسی به حرارت بستگی دارد. گرمایش میکروویو مستقیماً به خواص دای الکتریک یک ماده وابسته است. توانایی یک ماده برای تبدیل انرژی الکترومقناطیسی به انرژی حرارتی در فریکوینسی و حرارت معین توسط $\tan \delta$ تعیین می‌شود و با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود که (ϵ') در آن ثابت دای الکتریک و (ϵ'') تلفات دای الکتریک می‌باشد.

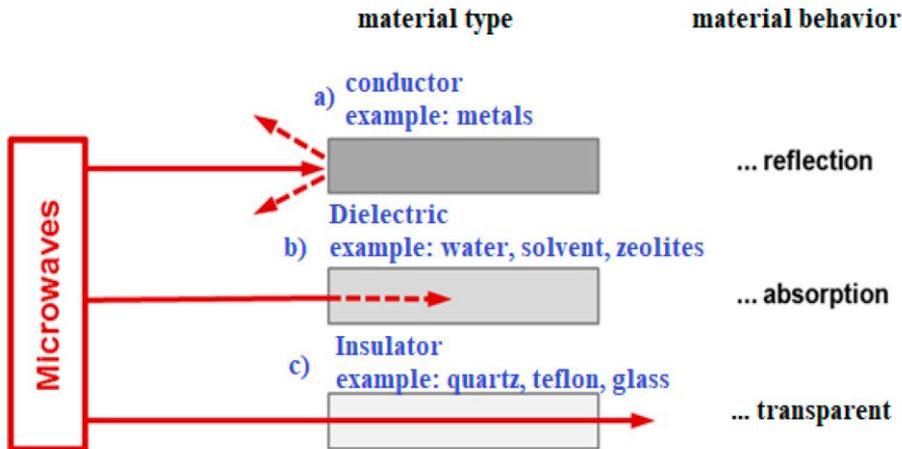
$$\tan \delta = \frac{\epsilon''}{\epsilon'}$$

مقادیر $\tan \delta$ برای برخی از رایج‌ترین محلول‌های عضوی در جدول ۱ خلاصه شده است. این جدول طبقه‌بندی محلول‌ها را بر اساس جذب بالای انرژی میکروویو ($\tan \delta > 0.5$)، متوسط ($\tan \delta < 0.1$) تا ۰.۵ و کم جذب میکروویو ($\tan \delta < 0.1$) نشان می‌دهد. محلول‌های بدون مومنت دوقطبی، مانند بنزین و دای‌اکسان کم و بیش در میکروویو شفاف بوده و انرژی میکروویو را جذب نمی‌کنند ($\tan \delta < 0.01$). محلول و یا مواد تعامل‌کننده با $\tan \delta$ بلند، در ساحه الکترومقناطیسی سریع‌آگرم می‌شود. با این حال، این بدان معنا نیست که محلول‌های با مقادیر $\tan \delta$ پایین نمی‌توانند برای سنتز به کمک میکروویو استفاده شوند.

جدول ۱: پرکاربردترین محلول‌های عضوی طبقه‌بندی شده بر اساس کارایی گرمایش ($\tan \delta$) در ساحه میکروویو (۷)

پایین ($\tan \delta < 0.1$)		متوسط ($\tan \delta = 0.1-0.5$)		بلند ($\tan \delta > 0.5$)	
$\tan \delta$	محلول	$\tan \delta$	محلول	$\tan \delta$	محلول
0.091	کلوروفارم	0.447	۲-بیوتانول	1.350	ایتایلین گلایکول
0.062	اسیتونایتراپیل	0.280	دای کلوروبنزین	0.941	ایتانول
0.059	ایتایل اسیتیت	0.275	میتایل پایرولیدین (NMP)	0.825	دای میتایل سلفکساید (DMSO)
0.054	اسیتون	0.174	اسیتیک اسید	0.799	۲- پروپانول
0.047	تتراهایدروفوران	0.161	دای میتایل فارماید (DMF)	0.722	فارمیک اسید
0.042	دای کلورومیتان	0.127	دای کلوروایتان	0.659	میتانول
0.040	تلوین	0.123	آب	0.589	نایترو بنزین
0.020	هگزان	0.101	کلورو بنزین	0.571	۱- بیوتانول

گرمایش در حفره‌های میکروویو بر اساس توانایی برخی مایعات و جامدات برای جذب و تبدیل انرژی الکترومقناطیسی به حرارت است. به‌طور کلی، در صورت تصادم امواج میکروویو با مواد می‌توان سه نوع رفتار متفاوت از یک ماده را مشاهده کرد. هنگامی که امواج الکترومقناطیسی با یک جسم مواجه می‌شوند، امواج می‌توانند منعکس شوند، جذب شوند و یا کاملاً عبور کنند.



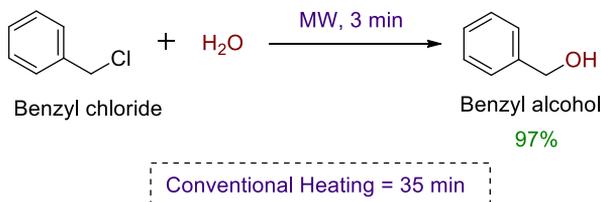
شکل ۴: تصادمات امواج الکترومقناطیسی با مواد مختلف (۸)

انواع مختلف تعاملات عضوی به کمک مایکروویو

تعاملات عضوی به کمک مایکروویو معمولاً با استفاده از محلول‌های عضوی صورت می‌گیرد، چون محلول‌های عضوی مواد تعامل‌کننده را در بین خود حل کرده و در نتیجه باعث جفت شدن مؤثر تشعشعات مایکروویو با مواد تعامل‌کننده می‌شود (۹). هم‌چنین برای تعاملات عضوی به کمک مایکروویو از آب در درجه حرارت بسیار بالا نیز استفاده صورت می‌گیرد. در درجه حرارت بالاتر از ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد آب شبیه محلول عضوی (استون) عمل می‌کند که این می‌تواند یک جایگزین ممکن برای محلول‌های عضوی باشد. در زیر نمونه‌یی از تعاملات عضوی به کمک مایکروویو با استفاده از محلول‌ها آورده شده است. اما قابل ذکر است که تعاملات کیمیای عضوی به کمک مایکروویو در محلول (عضوی و یا آب) و هم‌چنان در شرایط بدون محلول نیز صورت گرفته می‌تواند.

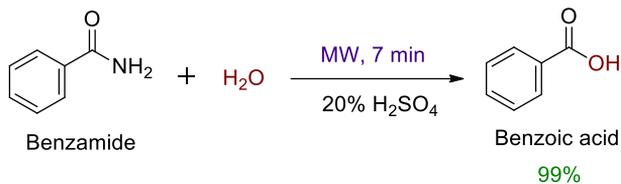
هایدرولیز

بنزایل کلوراید با استفاده از آب در مایکروویو در مدت ۳ دقیقه به بنزایل الکل با فیصدی محصول ۹۷٪ هایدرولیز می‌گردد (۱۰). درحالی‌که تعامل هایدرولیز معمولی در حالت عادی حدود ۳۵ دقیقه طول می‌کشد (شکل ۵).



شکل ۵: تعامل هایدرولیز بنزایل کلوراید تحت شرایط مایکروویو

هایدرولیز کلاسیک بنزآماید در حدود یک ساعت طول می‌کشد، در حالی‌که در شرایط مایکروویو هایدرولیز در ۷ دقیقه تکمیل می‌شود و ۹۹ درصد بنزویک اسید را تولید می‌کند (شکل ۶).

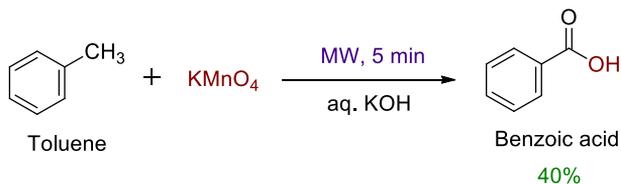


Conventional Heating = 60 min

شکل ۶: تعامل هایدرولیز بنزآماید تحت شرایط مایکروویو

اکسیدیشن

اکسیدیشن تلومین با KMnO_4 در شرایط رفلاکس عادی در مقایسه با تعامل در شرایط مایکروویو (۱۱) که تنها ۵ دقیقه طول می‌کشد و فیصدی محصول آن ۴۰ درصد است، ۱۰-۱۲ ساعت طول می‌کشد (شکل ۷).



Conventional Heating = 10-12 h

شکل ۷: تعامل اکسیدیشن تلومین تحت شرایط مایکروویو

بوگدال و همکارانش یک روش سریع و کارآمد را برای اکسیدیشن انتخابی الکل‌های اولی، دومی و بنزالیلیک به مرکبات کاربونیل (الدهاید و کیتون) مربوطه با استفاده از اکسیدانت Magtrievee در شرایط مایکروویو ایجاد کرده‌اند (شکل ۸) (۱۲). بنزایل الکل با استفاده از این اکسیدانت و شرایط مایکروویو در مدت ۵ دقیقه به بنزالدهاید تبدیل می‌گردد.



Conventional Heating = 120 min, 78%

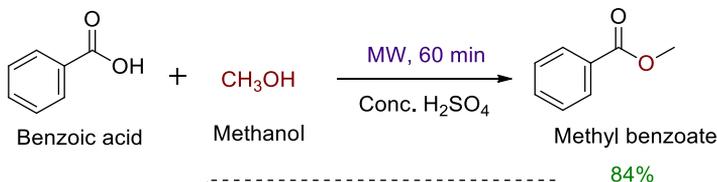


Conventional Heating = 120 min, 63%

شکل ۸: تعامل اکسیدیشن انتخابی الکل‌های اولی تحت شرایط مایکروویو

ایستریفکشن

مخلوط از بنزوئیک اسید و پروپانول با حرارت دادن در مایکروویو به مدت ۶ دقیقه در موجودیت مقدار از سلفوریک اسید غلیظ به‌عنوان کاتالست، به پروپیل بنزوات به فیصدی محصول ۹۹ درصد تبدیل می‌گردد (شکل ۹) (۱۳، ۱۴).

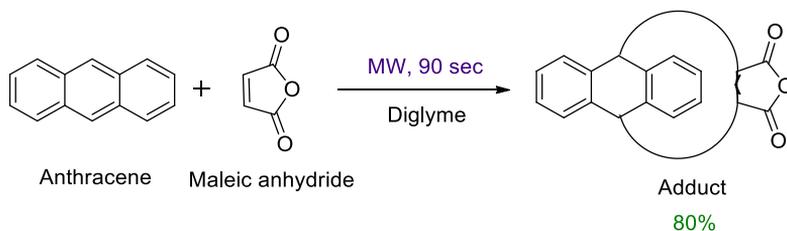


Conventional Heating = 8 h, 74%

شکل ۹: تعامل ایستریفکشن بنزوئیک اسید تحت شرایط مایکروویو

تعامل دایلز-ایلدز

تعامل دایلز-ایلدز یک نوع از تعامل جمعی 1,4-addition بین یک الکن (مالیک انهایدراید) و یک دایین (انتزاسین) بوده که در نتیجه یک شش ضلعی ساخته می‌شود. در شرایط معمول برای انجام تعامل به رفلاکس ۹۰ دقیقه نیاز می‌باشد (شکل ۱۰). اما در شرایط مایکروویو در موجودیت محلل این تعامل در مدت ۹۰ ثانیه تکمیل می‌شود که فیصدی محصول آن ۸۰ درصد می‌باشد (۱۵).



Conventional Heating = 90 min, 80-90%

شکل ۱۰: تعامل دایلز - ایلدر تحت شرایط مایکروویو

دی کاربوکسلیشن

دی کاربوکسلیشن معمولی کاربوکسلیک اسیدها (۶-میتوکسی ایندول-۲-کاربوکسلیک اسید) شامل رفلکس کردن در کینولین به مدت ۲۴ دقیقه در درجه حرارت ۲۲۰ درجه سانتیگراد در موجودیت کنتلست کاپرکرومیت صورت می‌گیرد (شکل ۱۱). محصول به‌دست آمده توسط این میتود بسیار کم بوده، یعنی ۶۵٪ می‌باشد. در حالی‌که در حضور امواج مایکروویو، دی کاربوکسلیشن در زمان بسیار کوتاه‌تری و فیصدی محصول بالاتر صورت می‌گیرد (۱۶).

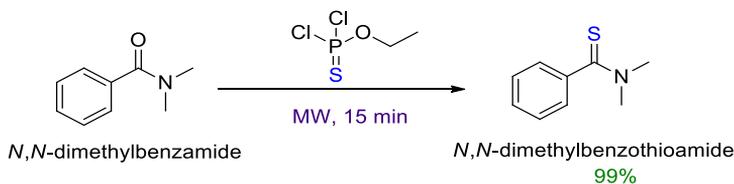


Conventional Heating = 24 min, 65%

شکل ۱۱: تعامل دی کاربوکسلیشن مشتقات اندول تحت شرایط مایکروویو

تیونیشن

لی و همکاران اش طریقه جدید، سریع و کارآمد را برای استحصال تیواماید از امیدهای معمولی در شرایط مایکروویو پیشنهاد نمودند (۱۷). این تعامل در یک زمان بسیار کوتاه در مقایسه با حرارت معمولی صورت می‌گیرد. البته قابل ذکر است که فیصدی محصول هر دو روش یک‌سان و بسیار بلند می‌باشد (شکل ۱۲).

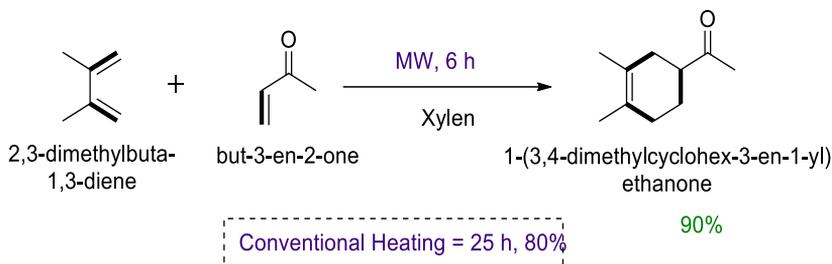


Conventional Heating = 30 h, 99%

شکل ۱۲: تعامل تیونیشن بنزاماید به تیواماید تحت شرایط مایکروویو

سایکلوآدیشن

برلان و همکاران اش دریافتند که سرعت تعامل سایکلوآدیشن در شرایط مایکروویو خیلی سریع تر از زمانی است که از روش های حرارتی کلاسیک تحت عین شرایط تعامل استفاده شود (۱۸). آن ها دریافتند که در صورت انجام تعامل سایکلوآدیشن تحت شرایط مایکروویو سرعت تعامل و فیصدی تعامل افزایش میابد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: تعامل سایکلوآدیشن تحت شرایط مایکروویو

نتیجه گیری

مایکروویو روش مناسب برای رسیدن به هدف کیمیای سبز است و اکیداً استفاده از آن در آماده سازی و استحصال مرکبات عضوی توصیه می شود. انرژی مایکروویو باعث می شود که مالیکول های قطبی در مخلوط تعامل کیمیای بچرخند و با یک دیگر تصادم کنند و باعث تولید حرارت شوند که در نتیجه سرعت تعامل را تسریع می بخشند. انرژی مایکروویو را می توان به طور انتخابی به موقعیت های خاص در مخلوط تعامل هدایت کرد که امکان کنترل بهتر بر تعامل و افزایش انتخاب پذیری محصولات را فراهم می کند. علاوه براین، استفاده از انرژی مایکروویو در تعاملات کیمیای مزایایی مانند افزایش سرعت تعامل، فیصدی بلند محصول، کاهش زمان تعامل و مصرف انرژی کم تر را به همراه دارد. مثال های ذکر شده در فوق مانند هایدرولیز، تحمض، الکیلشن، ایستریفکشن، تعاملات تعویضی نکلیوفیلی آروماتیک، اسایلشن، سایکلوآدیشن و غیره تعاملات خیلی مؤثر و بینش خوبی در مورد کارایی مایکروویو در سنتز عضوی را ارائه می دهند. به صورت کل گفته می توانیم که استفاده از انرژی مایکروویو باعث افزایش سرعت تعامل، فیصدی بلند محصول و انتخاب پذیری خوب، کاهش مصرف انرژی و زمان تعامل کیمیای، روش خیلی آسان و سازگاری با محیط زیست نیز می باشد.

1. Gaba M, Dhingra N. Microwave chemistry: General features and applications. *Ind J Pharm Edu Res*. 2011 Apr 1;45(2):175-83.
2. Kappe CO. Controlled microwave heating in modern organic synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*. 2004 Nov 26;43(46):6250-84.
3. Sweygens N, Kamali M, Aminabhavi TM, Dewil R, Appels L. Efficient microwave-assisted production of furanics and hydrochar from bamboo (*Phyllostachys nigra* "Boryana") in a biphasic reaction system: effect of inorganic salts. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022 Jan;12(1):173-81.
4. Ameta SC, Punjabi PB, Ameta R, Ameta C, editors. *Microwave-assisted organic synthesis: a green chemical approach*. CRC Press; 2014 Dec 22.
5. Kingston HM, Jassie LB. *Introduction to microwave sample preparation: theory and practice*. 1988.
6. Głowniak S, Szczęśniak B, Choma J, Jaroniec M. Advances in microwave synthesis of nanoporous materials. *Advanced Materials*. 2021 Dec;33(48):2103477.
7. Keglevich G, editor. *Milestones in Microwave Chemistry*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016 Mar 22.
8. Palma V, Barba D, Cortese M, Martino M, Renda S, Meloni E. Microwaves and heterogeneous catalysis: A review on selected catalytic processes. *Catalysts*. 2020 Feb 18;10(2):246.
9. Surati MA, Jauhari S, Desai KR. A brief review: Microwave assisted organic reaction. *Archives of Applied Science Research*. 2012;4(1):645-61.
10. Gedye RN, Rank W, Westaway KC. The rapid synthesis of organic compounds in microwave ovens. II. *Canadian journal of chemistry*. 1991 Apr 1;69(4):706-11.
11. Gedye RN, Smith FE, Westaway KC. *Canadian journal of chemistry*. 1988: 66:17.
12. Bogdal D, Lukasiewicz M, Pielichowski J, Miciak A, Bednarz S. Microwave-assisted oxidation of alcohols using Magtrieve™. *Tetrahedron*. 2003 Jan 27;59(5):649-53.
13. Zhang Z, Zhou L, Zhang M, Wu H, Chen Z. One billion hertz microwave a thermal action on the synthesis of aromatic esters at normal pressure. *Synthetic Communications*. 2001 Jan 1;31(16):2435-9.
14. Zhou XS, Liu BJ, Luo FW, Zhang WY, Song H. Novel Brønsted-acidic ionic liquids based on benzothiazolium cations as catalysts for esterification reactions. *journal of the serbian chemical society*. 2011;76(12):1607-15.
15. Kokel A, Schäfer C, Török B. Microwave-assisted reactions in green chemistry. *Green Chemistry and Chemical Engineering. A Volume in the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. 2018:573-612.
16. Jones GB, Chapman BJ. Decarboxylation of indole-2-carboxylic acids: improved procedures. *The Journal of Organic Chemistry*. 1993 Sep;58(20):5558-9.
17. Ley SV, Leach AG, Storer RI. A polymer-supported thionating reagent. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*. 2001(4):358-61.

18. Laurent R, Laporterie A, Dubac J, Berlan J, Lefeuvre S, Audhuy M. Specific activation by microwaves: myth or reality?. *The Journal of Organic Chemistry*. 1992 Dec;57(26):7099-102.

مطالعه و بررسی بی ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم چندین جزئی با گاز رقیق

پوهندوی سیدسرور ابتکار

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

ایمیل: ebtekar.sarwar@gmail.com

چکیده

سیستم‌های هایدروکاربونی از نظر تخنیکي با گاز چند جزئی مرتبط است؛ زیرا برای کاربرد در علم و تکنالوژی مخصوصاً برای غنی سازی مخلوط‌های گاز با اجزای خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه نقض و عدم تعادل میخانیکی در هنگام مخلوط کردن انتشار سیستم‌های چند جزئی و هم چنین مطالعه مناطق اختلال تعادل میخانیکی در یک مخلوط گاز سه جزئی با گاز رقیق است. در این مقاله با توجه به شرایط و قاعده انتقال کتله گاز، مروری بر نتایج گرافیکی، پیشرفت‌های نظری، ریاضیکی و تخنیکي عدم تعادل میخانیکی گازات چندین جزئی با پارامترهای طراحی شده که عملکرد پدیده‌های انتقال کتله گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهند و هم چنان چالش‌ها و محدودیت‌های به دست آمده از تجارب، مورد بحث قرار می‌گیرند. در نهایت مؤثریت گاز آرگون، نایتروجن، هلیوم، اکسیجن و گاز کاربن در نقض تعادل میخانیکی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند.

اصطلاحات کلیدی: بی ثباتی تعادل میخانیکی؛ گاز رقیق‌کننده؛ انتشار گاز؛ انتقال کتله؛ چند جزئی

Experimental Study of Mechanical Equilibrium Instability in a Dilute Gas Multi-Component System

Assistant Prof. Sayed Sarwar Ebtekar

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

Email: ebtekar.sarwar@gmail.com

Abstract

Hydrocarbon systems are closely associated with multi-component gases due to their widespread use in science and technology, particularly in the enrichment of gas mixtures with specific components. This study aims to investigate mechanical imbalances that occur during the mixing of emissions from multi-component systems and to explore areas of mechanical imbalance within partial gas mixtures containing dilute gases. The paper presents a comprehensive review of graphical, theoretical, mathematical, and technical advancements in accordance with the conditions and principles of gas mass transfer. Insights derived from experiments are discussed, and the effects of argon, nitrogen, helium, oxygen, and carbon dioxide on mechanical equilibrium violations are examined.

Keywords: Mechanical Equilibrium Instability; Diluent Gas; Gas Emission; Mass Transfer; Multicomponent

مقدمه

بررسی جریان‌های مختلف طبیعی و تکنالوژی ناشی از ویژگی‌های انتقال کتله چندجزئی (احتراق)، از بین بردن عمل متقابل حرارتی، وارد شدن فشار در صورت عدم انتقال حرارت در دستگاه‌های راکتور و احیای مجدد گاز طبیعی)، امکان بررسی تأثیر شرایط مختلف جریان بر روی مشخصات محصولات نهایی را فراهم می‌کند. شرح جریان انتقال کتله نه تنها شامل انتشار مالیکولی، بلکه انتقال کتله توسط انتقال حرارتی نیز می‌باشد. در مقابل مطالعات گسترده انتشار در مخلوط‌های دوجزئی و سه جزئی با طبقه‌بندی کثافت پایدار، وقتی حالت تعادل میخانیکی در سیستم به هم به خورد، عملاً هیچ انتقالی وجود ندارد (۶). در این حالت پروسه انتشار چندجزئی می‌تواند با تأثیراتی همراه باشد که در جریان نفوذ مشاهده نمی‌شود. این موارد شامل "اثرات مانع" یا "ضد نفوذ"، "مانع نفوذ"، "انتشار اسموتیک" و سایر ویژگی‌های مرتبط با ظهور در شرایط خاص پروسه انتقال است که منجر به عدم ثبات تعادل میخانیکی در سیستم می‌شوند (۹).

توضیح تغییر در حالت انتقال کتله، برای انتقال حرارت و عواملی که این انتقال را تعیین می‌کنند و هم‌چنان در تعیین جریان‌های صنعتی که به انتقال کتله در هنگام برخورد با جریان گاز چندین جزئی بستگی دارند، نقش تعیین‌کننده‌ی دارند (۷).

مسئله مطالعه نظری و تجربی، یکی از فکتورهای اندک که نه تنها در طول انتقال سیستم از منطقه انتشار مالیکولی به منطقه انتقال جاذبه‌ی غلظت، بلکه در پروسه انتقالی که همراه با بی‌ثباتی تعادل میخانیکی ظاهر می‌شود، قابل بررسی است. این کار بر مطالعه عدم ثبات تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندجزئی با گاز رقیق متمرکز است (۴).

سؤالات تحقیق

۱. گاز رقیق بر ماهیت انتقال کتله در سیستم‌های هیدروکاربنی چه نقش دارند؟
۲. شرایط محیطی بالای ثبات تعادل میخانیکی گاز در سیستم چندجزئی چه تأثیر دارند؟

فرضیه‌های تحقیق

۱. محتمل است که قاعده‌های انتقال کتله در سیستم‌های چندجزئی گاز سهم خاصی در نظریه انتقال کتله داشته باشد.
۲. ممکن عدم ثبات تعادل میخانیکی مخلوط‌های دوتایی گاز با حرارت یک‌سان در محیط گاز سوم متأثر از شرایط باشد.

پیشینه‌ی تحقیق

در رابطه با موضوع بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندین جزئی با گاز رقیق مطالعات متعدد صورت گرفته‌اند که در ابعاد مختلف به خصوص مخلوط گاز چندجزئی با گاز آرگون، هلیوم و آکسجن توسط عده‌ی از دانشمندان که در زیر متذکر می‌شویم، در مقالات و صفحات تحقیقی به رشته تحریر در آمده است.

در سال ۲۰۱۳ تحقیقی در مورد نقش تغییر حرارت روی رقت گاز آکسجن، توسط U. E. Gefarinim و D. O. Kasfim در مرکز تحقیقات انرژی شهر آلماتی قزاقستان انجام یافت. در سال ۲۰۰۱ دو دانشمند بریتانیایی Dr. Mason و Millar در تجاربی روی مطالعه اثر حرارتی انتشار در مخلوط‌های گازی سه‌جزئی با گاز رقیق در یک تیم تحقیقاتی، تحقیق کردند.

همین‌طور در سال ۱۹۹۸ روی شرایط محیطی بالای ثابت تعادل میخانیکی گاز در سیستم چندجزئی، توسط D. M. Лифшим و D. Э. Линдофф در مسکو، تحقیق تجربی صورت گرفت (۴).

روش تحقیق

در این مقاله، تحقیق ساحوی و انجام تجربه به‌طور مستقیم صورت نگرفته ولی به‌شکل تیوری و توصیفی تاحدی تلاش گردیده تا پروسه انتقال کتله گاز و انتشار مالیکول‌های که همراه با بی‌ثباتی تعادل میخانیکی ظاهر می‌شود، از منظر غلظت، فشار، درجه حرارت و برخی دیگر از پارامترهای مورد نیاز با دیتاهای به‌دست آمده‌ی قبلی، مورد بررسی قرار گیرد، و به‌طور مشخص؛ تجاربی که در رابطه با موضوع بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندین جزئی با گاز رقیق صورت گرفته بود، مطالعه گردید.

با در نظر داشت اصول پیشینه‌نویسی شامل ساختن مأخذ در متون به‌روش Vancouver و درج صفحه‌های استفاده شده در فهرست منابع، با حفظ اصول و قواعد مقاله رعایت گردیده اند و موضوع مقاله علمی که تحت عنوان (مطالعه تجربی بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم چندین جزئی با گاز رقیق) تحریر گردیده است، تاحد ممکن کاربردهای واقعی و عینی سیستم‌های چندجزئی گاز و اثرگذاری غلظت آن روی انرژی حرارتی انعکاس داده شده است.

۱. بی‌ثباتی تعادل میخانیکی

Dr. Millar و Dr. Mason در تجاربی که روی مطالعه اثر حرارتی انتشار در مخلوط‌های گازی سه‌جزئی با گاز رقیق انجام شد، برخلاف افزایش یک‌نواخت پیش‌بینی شده یک ویژگی متناوب از تغییر درجه حرارت را پیدا کردند. نتایج بدست آمده از تجارب به نویسندگان مقاله (۶، ۷) اجازه داد تا جهت تعیین بی‌ثباتی تعادل میخانیکی، پروسه جریان‌های انتقال را هنگام انتشار مخلوط دوتایی به یک جز خالص تبدیل کنند.

شروع یک سیستم متناوب در هنگام اختلاط منجر به بی‌ثباتی پروسه انتشار می‌شود. در اثر نامتجانس بودن غلظت اجزای مخلوط گاز، جریان‌های حجمی مشاهده شده به‌وجود می‌آیند که به‌عنوان جریان انتقال حرارتی به انتقال غلظت معروف شده‌اند.

مطالعه تجربی بیشتر در مورد شروع انتقال غلظت در مخلوط‌های گازی چندکاره ماهیت پیچیده‌ی این پدیده و وابستگی آن به بسیاری از عوامل را نشان داد. محل قرارگیری اجزای مختلف کثافت در یک دستگاه وابسته به ساحه جاذبه، اثر فشار و درجه حرارت مورد تجربه، غلظت اولیه و اجزای منتشره‌ی گاز می‌باشد (۵).

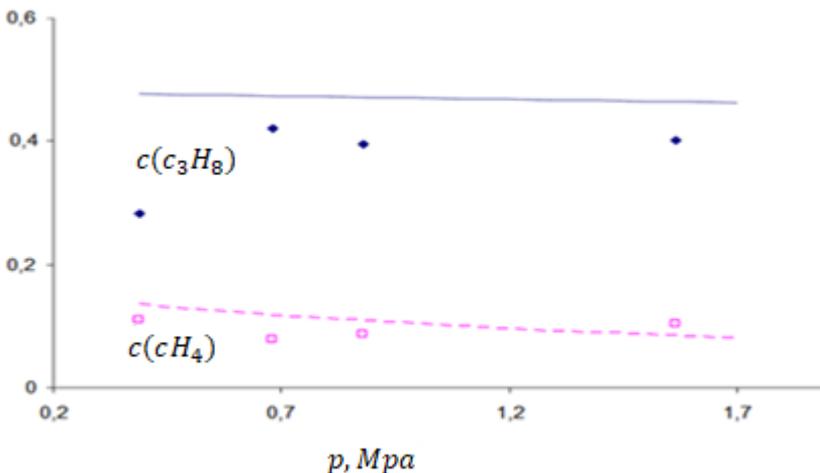
تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات بی‌ثباتی انتشار نشان می‌دهد که داده‌های کیفی برای ارزیابی کامل میزان تأثیر پروسه انتقال بر روی انتشار کافی نیستند. در این تجربه، ما پروسه اختلاط نفوذ در یک مخلوط گاز سه‌جزئی ایزوترمال

حاوی پروپان، هلیوم و میتان را با استفاده از روش استفان-ماکسول، وابسته به فشار تجزیه و تحلیل کردیم. استفاده از روش استفان-ماکسول برای مطالعه اختلاط انتشار از مخلوط‌های چندجزئی به شما امکان می‌دهد تا داده‌های کیفی را در مورد تعیین نوع انتقال کتله در مخلوط‌های گازی با ثبات جاذبه‌ی بدست آورید که هم در سطح مالیکولی و هم در حالت انتقال می‌تواند رخ دهد که فشار خود یکی از ویژگی‌های مهم انتقال کتله در سیستم‌های چندجزئی است.

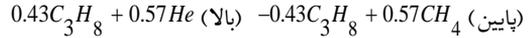
افزایش فشار می‌تواند منجر به اختلال در پروسه انتشار پایدار و وقوع انتقال شود. نویسندگان قاعده ناپایداری‌ها در انتشار سه‌بعدی "Mason E.A, Spurling T.H, Miller L." از اولین کسانی بودند که به تأثیر فشار توجه کردند و با جزئیات بیشتری مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از این تجربه توصیف نظری تأثیر فشار بر غلظت ماده منتشرکننده‌ی مخلوط در هنگام انتشار ایزوترمی است (۴).

مطالعات با سیستم (پایین) $-0.43C_3H_8 + 0.57CH_4$ (بالا) $0.43C_3H_8 + 0.57He$ در درجه حرارت $k = 298$ انجام شد. محاسبات نشان داد که افزایش فشار منجر به تشدید پروسه ناپایدار می‌شود (۲).

نوع انتقال کتله را می‌توان از طریق یک تجربه مشخص کرد که کاملاً طاقت فرسا است و به هزینه‌های قابل توجهی از مواد نیاز دارد، یا شبیه‌سازی عددی جریان‌های انتقال کتله در کانال‌های انتشار تراکم محدود، با در نظر گرفتن خصوصیات واقعی اجزای مخلوط این تجربه با استفاده از روش دو لامپ انجام شد. این شکل نتایج مطالعه انجام شده در درجه حرارت $k = 298$ را نشان می‌دهد. از شکل ۱ می‌توان دریافت که با افزایش فشار در محدوده $0.387Mpa - 1.564Mpa$ غلظت C_3H_8 منتشر شده در حد پایین افزایش می‌یابد و در حد بالایی اهتزاز می‌کند. این شکل خطوط نظری محاسبه شده مطابق با معادلات استفان-ماکسول را با فرض انتقال کتله مالیکولی نشان می‌دهد (۳).

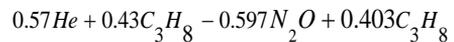


شکل ۱: انتقال کتله در سیستم گاز (۹)



تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده مبهم است. اگر جریان را با مقدار میتان منتشر شده از حد پایین به بالایی در نظر بگیریم، جریان اختلاط مربوط به یک انتشار است. نقاط تجربی در محدوده خطا، با یک خبط نظری توصیف می شود. اگر محتوای پروپان را در حد بالایی تجزیه و تحلیل کنیم، جریان مخلوط کردن نوعی انتقال است. هیچ توافقی بین نتایج تجربی و محاسبات نظری مخصوصاً در فشارهای کم که ممکن نتیجه‌ی از شروع بی ثباتی انتشار باشد، وجود ندارد (۶).

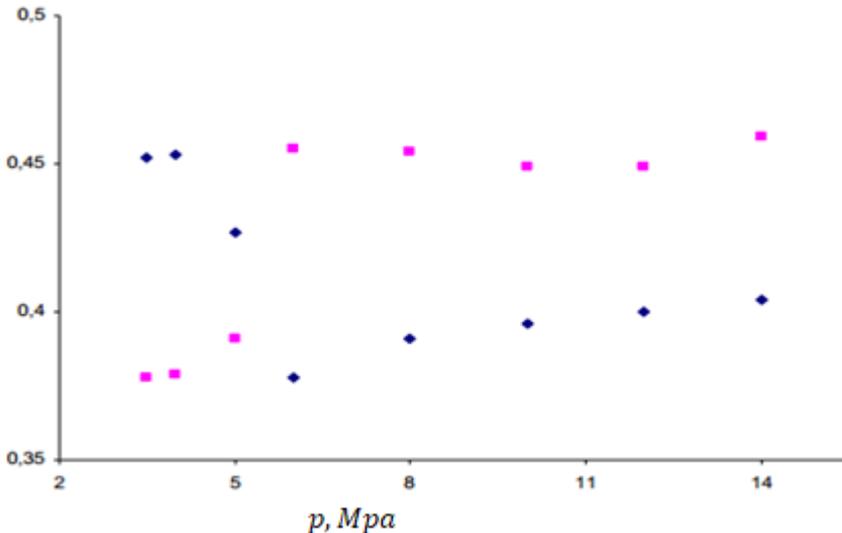
برای روشن شدن این موضوع، سیستم گاز:



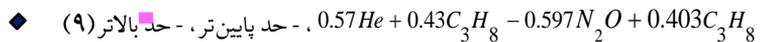
مورد بررسی قرار می گیرد، با مخلوط باینری $0.57He + 0.43C_3H_8$ در ناحیه بالایی دستگاه انتشار و مخلوط $0.597N_2O + 0.403C_3H_8$ در ناحیه پایین تر سیستم مورد مطالعه قرار گرفت (۳).

درجه حرارت همه تجربه‌ها $T = 298k$ و مدت زمان آن‌ها $t = 7200sec$ است، فشار از $p = 4atm$ تا $p = 15atm$ متفاوت است (۷).

نتایج اندازه‌گیری غلظت گاز رقیق کننده C_3H_8 را در هر دو ناحیه دستگاه وابسته به فشار نشان می دهد.



شکل ۲: وابستگی غلظت C_3H_8 گاز رقیق کننده در فشار در بی ثباتی سیستم



همان طور که از شکل ۱ مشاهده می شود، در فشار اضافی تا $p = 5atm$ ، غلظت گاز رقیق کننده که به طور یک نواخت در زمان اولیه در محدوده دستگاه توزیع می شود، ثابت می ماند. این مربوط به پروسه انتشار مخلوط

گازها است. افزایش بیشتر فشار منجر به این واقعیت می‌شود که غلظت پروپان در حد پایینی دستگاه افزایش می‌یابد. در حد بالایی، غلظت گاز رقیق‌کننده به ترتیب کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده نقض ماهیت پایدار انتشار و ظهور جریان‌های انتقال بی‌ثباتی انتشار است. همان‌طور که از شکل فوق مشاهده می‌شود، اختلاط انتقال دارای خاصیت پیچیده‌یی است: در فشار تقریباً $p = 0.8 \text{ atm}$ ، جهت جریان انتقال بر عکس تغییر می‌کند، سپس در فشار $p = 14 \text{ atm}$ ، جهت جریان گاز رقیق دوباره تغییر می‌کند. این میزانی از انحراف در اندازه خطای تجربی 3-5% نمی‌گنجد.

بنابراین، از مطالعات به دست آمده نتیجه می‌شود که در مخلوط‌های گازی با گاز رقیق و با افزایش فشار، مناطق انتشار پایدار و اختلاط انتقالی ناپایدار مشاهده می‌شود که جهت جریان گاز رقیق با فشار متفاوت است. این ظاهراً با طبیعت پیچیده جریان انتشار ناپایدار مخلوط کردن و تجلی خواص واقعی مخلوط‌های گاز قابل اختلاط همراه است (۵).

۲. تأثیر گاز رقیق‌کننده بالای انتقال کتله

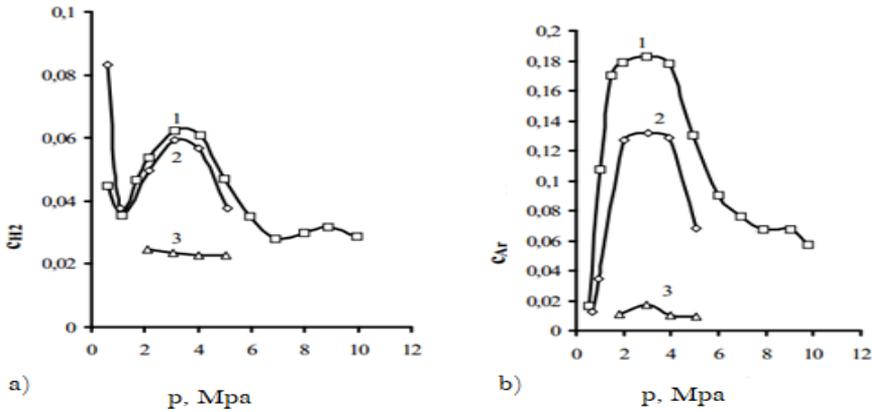
تأثیر گاز رقیق بر ماهیت انتقال کتله قسمی که مطالعات جریان انتقال کتله در مخلوط‌های گاز نشان داده است، یکی از پارامترهایی که انتقال سیستم را از انتشار به انتقال تعیین می‌کند، فشار است. نویسندگان Miller L., Spurling T.H., Mason E.A. (۴) از اولین کسانی بودند که به تأثیر فشار بر ثبات جریان انتشار توجه کردند و در ضمن با جزئیات بیشتری مورد مطالعه قرار گرفت. به‌عنوان مثال، انتقال کتله در یک سیستم باینری با جزئیات مورد بررسی قرار گرفت، فشارهای اساسی مشخص‌کننده تغییر از جریان انتشار به انتقال کتله تعیین شد. نشان داده شد که اگر یک مخلوط باینری در یکی از ناحیه‌های دستگاه داده شود و یک جز خالص از این مخلوط در ناحیه دیگری قرار گیرد، در نتیجه فشار بحرانی به موقعیت نسبی مخلوط و جز خالص نسبت به کانال انتشار و غلظت مخلوط باینری بستگی دارد (۹).

بر اساس نتایج مطالعه تجربی، نویسندگان نتیجه گرفتند که هرچه اختلاف در تراکم مخلوط‌های گاز در ناحیه‌های مختلف کمتر باشد، فشار بحرانی بیشتر است. در بالا نشان داده شد که در سیستم سه‌جزئی $0.3\text{He} + 0.7\text{Ar} - 0.2\text{N}$ ، انتقال از مخلوط شدن انتشار به مخلوط انتقال حرارت با فشار $p = 1.07 \text{ Mpa}$ رخ می‌دهد (۱).

شکل ۳ وابستگی مقدار گاز منتقل شده از ناحیه پایین به بالایی را وابسته به فشار نشان می‌دهد.

نقاط داده‌های تجربی، (الف) هایدروجن، (ب) آرگون است. ترکیب اولیه مخلوط‌های دوجزئی:

$$1 - 0.4051H_2 + 0.5949Ar; 2 - 0.4870H_2 + 0.5230Ar; 3 - 0.5994H_2 + 0.4002Ar;$$

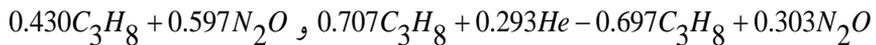


شکل ۳: تأثیر غلظت گاز رقیق در یک مخلوط باینری و فشار بر انتقال اجزا در یک سیستم سه جزئی $H_2 + Ar - N_2$ (۳)

محتوای شکل بالا نشان می‌دهد که مقدار فشار که مربوط به حداکثر مقدار هایدروجن منتشرشده و آرگون است، نظر به مقدار آرگون در مخلوط متفاوت است؛ اما حداکثر مقدار مربوط به فشار $p = 3.2 \text{ Mpa}$ است. تجزیه و تحلیل نتایج ارائه شده در این کار نشان داد که دو غلظت مهم از مؤلفه سنگین در یک مخلوط دوجزئی وجود دارد، که در دامنه آن یک جریان انتشار ناپایدار مشاهده می‌شود که یکی از غلظت‌های مرزی از شرایط مساوی بودن کثافت مخلوط و ماده خالص، یافت می‌شود.

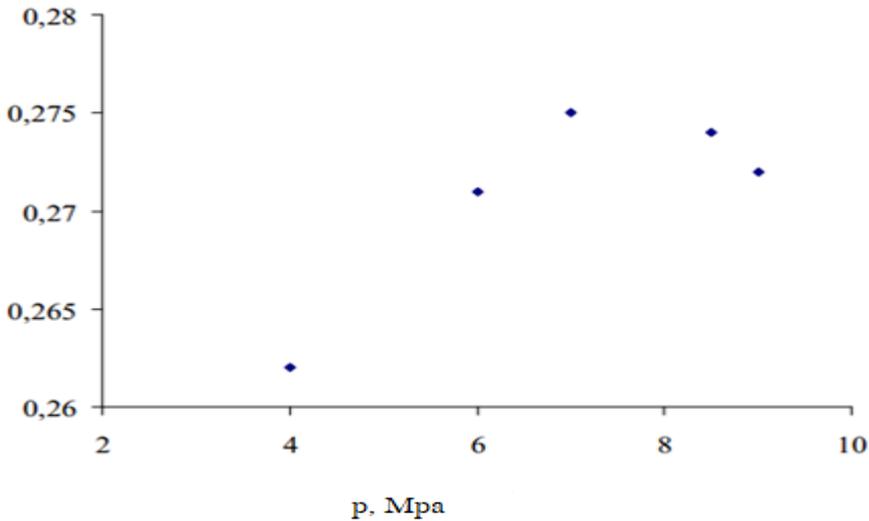
برای سیستم $He + Ar - N$ ، این مقدار غلظت ۰،۶۶۷ مول از آرگون بود و مقدار دیگری از غلظت آرگون، مربوط به بازگشت سیستم به یک حالت پایدار، به‌طور تجربی پیدا شد و معلوم شد که در محدوده ۰.۳ تا ۰.۴ مول آرگون است.

هدف از این مطالعه تعیین نوع انتقال کتله مشاهده شده در کانال انتشار و تأثیر فشار بر شدت آن بود. این تجربه‌ها با در نظر داشت شرایط با سیستم‌های



در یک زمان ثابت و با درجه حرارت اتاق واحد انجام شده است.

زمان تجربه در غلظت ۷۰٪ گاز رقیق‌کننده ۲۴۰ دقیقه و در محتوای آن حدود ۴۰٪ مدت زمان تجربه ۱۲۰ دقیقه بود و فاصله زمانی توسط ما از شرط یافتن غلظت منتقل شده از اجزا با خطای بیش از ۵٪ انتخاب شده است. شکل ۴ و ۵ نتایج این مطالعات را به‌صورت وابستگی غلظت اکساید نایتروجن نشان می‌دهد که با تغییر فشار از ناحیه پایین به ناحیه بالا منتقل می‌شود.



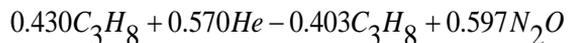
شکل ۴: وابستگی غلظت اکساید نایتروجن به فشار موجود در سیستم

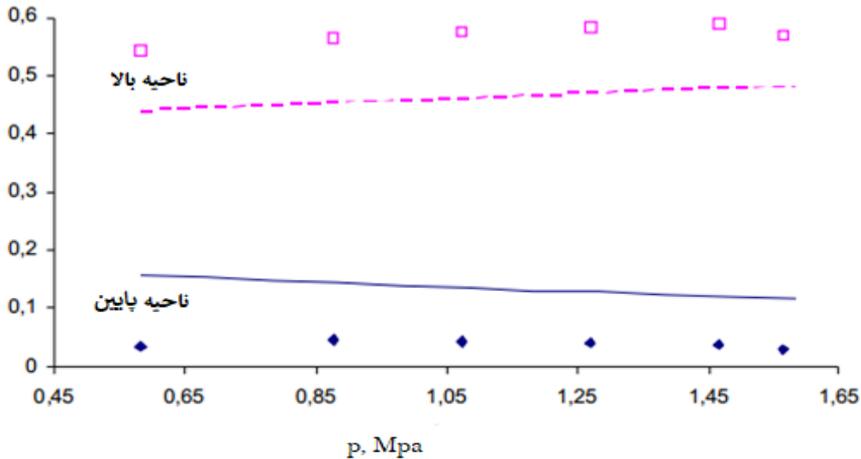
$$(9) T = 298K \text{ و } t = 240 \text{ sec در } 0.707C_3H_8 + 0.293He - 0.697C_3H_8 + 0.303N_2O$$

همان طور که از شکل های ۴ و ۵ مشاهده می شود، با افزایش فشار محتوای اکساید نایتروجن در ناحیه فوقانی دستگاه پخش به صورت غیرخطی تغییر می کند، دارای حداقل و حداکثر مقدار است. برای سیستم، حداقل انتقال در فشار اتفاق می افتد و در آن به حداکثر مقدار خود $p = 4atm$ می رسد.

برای سیستم $0.430C_3H_8 + 0.570He - 0.403C_3H_8 + 0.597N_2O$ حداقل در یک فشار $p = 5atm$ و حداکثر فشار برابر با $p = 12.5atm$ اتفاق می افتد. هم چنین باید توجه داشت که پس از رسیدن به حداکثر مقدار، با افزایش بیشتر فشار مقدار اکساید نایتروجن کاهش می یابد. این وابستگی مقدار مؤلفه منتقل شده به فشار، مشخصه پدیده بی ثباتی انتشار در سیستم های گازی چندجزئی با طبقه بندی کثافت پایدار است که در بالا در نظر گرفته شده است.

همان طور که مشخص است، با انتقال کتله پیچیده دو مکانیسم انتقال کتله در جریان کلی، نفوذ و همرفت دخیل هستند. برای تعیین سهم هر نوع جریان، از روش مقایسه نتایج یک مطالعه تجربی با داده های نظری استفاده گردیده است. نتایج نظری در نتیجه محاسبه مطابق روش بالا که با فرض انتقال کتله مالیکولی پیچیده توسط تأثیرات درجه حرارت و فشار شرح داده شد، به دست آمد (۲). شکل ۵ چنین مقایسه ای را برای یک سیستم پایدار از نظر جاذبه نشان می دهد.





شکل ۵: وابستگي غلظت اکساید نایترجن به فشار موجود در سیستم

$$(9) T = 298K \text{ و } t = 120 \text{ sec در } 0.430C_3H_8 + 0.570He - 0.403C_3H_8 + 0.597N_2O$$

همان‌طور که از شکل ۵ مشاهده می‌شود، غلظت اکساید نایترجن در ناحیه پایین کاهش می‌یابد و به ترتیب در قسمت بالایی با افزایش فشار افزایش می‌یابد و هرچه فشار بیشتر باشد، مقدار جز منتقل شده نیز کاهش می‌یابد. در همان شکل می‌بینیم که انتقال کتله مالیکولی و انتقال حرارتی شدت آن‌ها را همزمان تغییر می‌دهد، اما مقدار انتقال چندین برابر بیشتر است. این امر هنگام مقایسه داده‌های نظری و تجربی در مورد وابستگی محتوای اکساید نایترجن در ناحیه بالایی با تغییر فشار به وضوح دیده می‌شود.

با تجزیه و تحلیل داده‌های نتایج تجربه‌های (شکل ۴ و ۵)، می‌بینیم که انتقال کتله در کانال انتشار مشاهده می‌شود. شدت جریان انتقال حرارتی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم گاز، فشار و غلظت بستگی دارد. با افزایش غلظت گاز رقیق، فشاری که در آن حداکثر شدت جریان انتقال حرارت مشاهده می‌شود کاهش می‌یابد. این وابستگی حداکثر شدت انتقال کتله به فشار، مشخصه‌ی پدیده‌ی بی‌ثباتی انتشار است که خود را در سیستم‌های گاز سه‌جزئی نشان می‌دهد.

بنابراین، با توجه به نتایج مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که پدیده‌ی بی‌ثباتی انتشار در مخلوط‌های گازی مورد نظر مشاهده می‌شود. شدت انتقال مقدار حرارتی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت اولیه اجزا بستگی دارد (۸).

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات و بررسی‌های که از نتایج تحقیقات انجام شده است، می‌توان نتیجه‌گیری زیر را انجام داد:

- مطالعات با استفاده از روش دو ناحیه‌ی برای بررسی تغییر در حالت اختلاط دو گاز اصلی در محیط گاز سوم - گاز رقیق انجام شد.

- مطالعات با استفاده از روش دو ناحیه‌یی برای بررسی تغییر حالت‌ها در سیستم‌های گاز سه‌جزئی، با گاز رقیق‌کننده پروپان و اکساید نایتروجن و آنالوگ آن، در محدوده فشار (1.5-3) میگا پاسکال و درجه حرارت (292-303) کالوین انجام شد.
- در نتیجه مشخص شد که در سیستم‌های مورد بررسی در پروسه اختلاط، انتشار و انتقال کتله به‌شکل کانویکشن مشاهده می‌شود. تغییر در حالت اختلاط بستگی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت دارد.
- با استفاده از روش گاز رقیق‌کننده، مشخص شده است که در سیستم‌های مورد بررسی، انتشار و انتقال کتله به‌طور کانویکشن هنگام اختلاط مشاهده می‌شود. تغییر در حالت اختلاط، بستگی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت دارد.
- تشابه رفتار انتقال کتله اجباری از یک عمل خارجی با انتقال کتله سازمان یافته در یک کانال انتشار در یک ساحه‌ی جاذبه نشان داده شده است. تغییر از سیستم نفوذ مشابه تغییر از جریان آرام به یک تلاطم است.
- براساس نظریه خطی پایداری مخلوط‌های گازی سه‌جزئی، با در نظر گرفتن سیستم چندمصرفی، یک مدل ریاضی از جریان اختلاط در نظر گرفته شده است. برای سیستم‌های بررسی شده در صفحه اعداد جزئی ریلی، توافق متقابل بین خط نظری ثبات و داده‌های کیفی منعکس‌کننده‌ی نتایج مطالعات نشان داده شده است.
- همان‌طور که در این مقاله تذکر رفته است، جریان اختلاط در سیستم‌های گاز با گاز رقیق‌کننده می‌تواند هم در سطح مالیکولی و هم در حالت انتقال رخ دهد. این را می‌توان از طریق یک تجربه که کاملاً طاقت‌فرسا است و به هزینه‌های قابل توجهی از مواد نیاز دارد، یا با استفاده از روش عددی ارائه شده، در اثر محاسبات آشکار کرد.

1. Адипбаев Б.М., Новосад З.И. Прикладная и теоретическая физика. – Алма-Ата, 2012.– С. 35-38.
2. Лапин Ю. В., Стрелец М.Х. Внутренние течения газовых смесей. – М.: Наука. Г. ред. физ.-мат. лит., 2000. –С. 368.
3. Селезнев В.Д., Смиров В.Г. Диффузия в трехкомпонентной смеси газов в системе двух колб. - 2007. – Т. 51, №4. – С. 79-80.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц В.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. – 4-е изд. стер. – М.: Наука. Гл. ред, физ.-мат. лит., 1998. –С.13.
5. Косов Н.Д. К определению коэффициента диффузии газов в различных системах отсчета. АН КазССР, сер. физ.-мат. – 1999. №6. – С. 15-20.
6. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Семидоцкая Н.И. Тепломассоперенос в жидкостях и газах: сб. науч. тр. – Алма-Ата, 2003. – С. 3- 12.
7. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Тарасов С.Б. Влияние давления на устойчивость диффузии в некоторых трехкомпонентных газовых смесях. – 2006. – Т. 54, № 5. – С. 943-947.
8. Мейсон Э., Милинаускас А. Перенос в пористых средах: модель запыленного газа. –1989. – С. 20.
9. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилке Ч. Массопередача: Пер. с англ. – М.: Химия, 2005. –С. 6.

بررسی تیوری و عملی قضیه‌های مومنت عطالت اجسام سخت با استفاده از رقاوه فزیک

پوهنیا محمد اجمل خیشکی^۱، پوهنوال رجب علی خاوری^۲

^۱دپارتمنت فزیک هسته‌یی، پوهنځی فزیک، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
^۲دپارتمنت فزیک و الکترونیک، پوهنځی فزیک، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: khishkaiajmal@gmail.com

چکیده

قضیه‌های مومنت عطالت از اهمیت زیادی در تعیین مومنت عطالت اجسام سخت با اشکال مختلف برخوردار است که در یک تحلیل تجربی با استفاده از رقاوه فزیک در لابراتوار میخانیک پوهنځی فزیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی تجربی نشان می‌دهد که قضایای محوره‌های موازی و جمع پذیری مومنت عطالت با دقت زیادی می‌تواند توسط تجربه رقاوه فزیک تایید گردد. رقاوه فزیک منحصیث یک میتود ارزشمند در تمامی لابراتوارهای میخانیک فزیک و انجینری برای تعیین مومنت عطالت و تعجیل جاذبه زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به میتود رقاوه فزیک برای بررسی تجربی قضایای مومنت عطالت لازم است تا به تجارب دید متفاوت داشته و با تحلیل ارقام به نتایج ارزشمندی دست یافت.

اصطلاحات کلیدی: محوره‌های موازی؛ محوره‌های عمود؛ جمع مومنت‌ها؛ رقاوه فزیک؛ پرپود اهتزاز؛ مومنت؛ عطالت

Theoretical and Practical Investigation of the Theorems of the Moment of Inertia of Rigid Bodies Using the Physical Oscillator

Jr. Teaching Asst. Mohammad Ajmal Khishkai¹, Associate Prof. Rajab Ali Khawari²

¹Department of Nuclear Physics, Faculty of Physics, Kabul University, Kabul, Afghanistan

²Department of Physics and Electronic, Faculty of Physics, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: khishkaiajmal@gmail.com

Abstract

The moment of inertia theorems, crucial for determining the moment of inertia of objects with diverse shapes, were assessed through experimental analysis using a physical oscillator in the Mechanics Laboratory at the Faculty of Physics. Results from this study demonstrate that the theorems of parallel axes and the additivity of moment of inertia can be accurately validated through the oscillator experiment. The physical oscillator emerges as a valuable tool in mechanics, physics, and engineering labs, facilitating precise determination of moment of inertia and acceleration due to Earth's gravity. Employing the physical oscillator method for experimental investigations of moment of inertia theorems necessitates adopting a unique perspective on experiences, yielding valuable results through comprehensive data analysis.

Keywords: Parallel Axes; Vertical Axes; Sum of Moments; Physical Oscillator; Vibration Period; Moment; Inertia

مقدمه

مومننت عطالت دورانی در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های تحقیقاتی ظاهر می‌شود. به‌عنوان مثال، به ساختار هسته اتم (1)، مالیکول‌ها (2) و ستاره‌های نوترونی (3) مربوط می‌شود. علاوه براین، مومننت عطالت دورانی در طراحی توربین‌های بادی (4)، اندام‌های مصنوعی (5)، ربات‌ها (6)، اشیاء برای چاپ سه‌بعدی (7) و در کاربردهای بی‌شماری دیگر نقش مهمی را ایفا می‌کند.

تجارب مومننت عطالت اجسام جزء تجارب اساسی در لابراتوارهای فزیک و انجینری میخانیک می‌باشد. بعضاً تجارب برای تأیید نتایج تیوریک اجرا می‌گردد که تطابق بین تجربه و تیوری بعضاً صورت نمی‌گیرد. در این مقاله سعی کردیم تا با استفاده از امکانات لابراتواری فزیک و در نظر داشت دقت در اندازه‌گیری و محاسبه سه قضیه مهم تعیین مومننت عطالت اجسام که عبارت از قضیه محورهای موازی، قضیه محورهای متعامد و قضیه جمع مومننت‌ها را که در تیوری برقرار است، به‌صورت عملی اجرا و نتیجه‌گیری نماییم.

تیوری

اجسام طبق قانون اول نیوتن تمایل به حفظ حالت خود دارد و برای ایجاد تغییر در حالت جسم باید قوه اعمال گردد. در حرکت‌های دورانی اجسام تحت قوه دورانی که تورک نامیده می‌شود، حول یک محور دلخواه دوران می‌کند. مومننت عطالت اجسام عبارت از مقاومت در برابر اعمال قوه دورانی است که اجسام از خود بروز می‌دهد. این مقاومت تابع کتله جسم و فاصله‌ی نقطه اثر قوه از محور دوران است. مومننت عطالت اجسام از طریقه‌های مختلف بدست می‌آید. در بیان انرژی حرکتی داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2, \quad v = r\omega$$

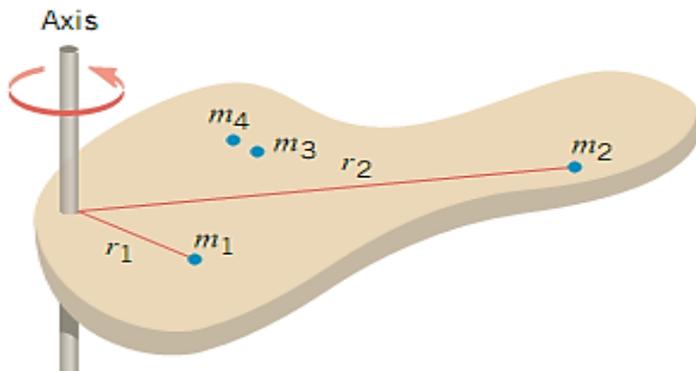
$$K = \frac{1}{2}m(r\omega)^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2 = \frac{1}{2}I\omega^2 \quad (1)$$

که در آن $I = mr^2$ ، مومننت عطالت دورانی جسم حول محوری به فاصله r است. برای یک سیستم از ذرات ساکن در جسم می‌توان فرم مومننت عطالت را به‌صورت ذیل نوشت:

$$I = \sum m_i r_i^2 \quad (2)$$

در صورتی که ذرات در جسم به‌صورت متمادی قرار داشته باشد، فرم جمع‌بندی به انتیگرال‌گیری تبدیل می‌گردد که عبارتند از:

$$I = \int r^2 dm \quad (3)$$



شکل ۱: میله حول محور تعلیق خارج از مرکز ثقل (۹)

در حرکت‌های اهتزازي مثل رقاصه فزيکي که جسم حول یک نقطه تعلیق اهتزاز يا حرکت پريودیک انجام می‌دهد، پريود حرکت با مومنت عطالت رابطه ذیل را دارد:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (4)$$

که در آن m کتله، I مومنت کلي سیستم و d فاصله مرکز ثقل سیستم از نقطه تعلیق و يا دوران می‌باشد. برای ذراتي که از محور دوران به اندازه l دور است و مقدار مومنت عطالت به صورت $I = ml^2$ می‌باشد. هم چنین برای میله‌های باریک یک‌نواخت به طول l مقدار این مومنت عطالتی حول محور عمود بر میله از نقاط مختلف متفاوت است، طوری که از مرکز $\frac{1}{12} ml^2$ و از رأس $\frac{1}{3} ml^2$ متفاوت می‌باشد (۸). برای ساده سازی محاسبات در تعیین مومنت عطالت اجسام از قضیه‌های مهمی استفاده می‌گردد. این قضایا در محاسبه تیوریک مومنت عطالت حول هر محوری می‌تواند مؤثر باشد. قضایای مومنت عطالت در محاسبه مومنتم دوران سیستم‌های میخانیکي به کار می‌رود؛ اما به طور کل برای هر سیستم (همانند مالیکول‌ها و مولتی ذرات) مسأله محاسبه مومنت عطالت یک پارامتر مهم در تعیین خواص دینامیکي آنها به حساب می‌آید.

قضیه محورهای موازی

مومنت عطالت حول هر محور موازی با محور عبور نموده و از مرکز دوران جسم به صورت $I_{CM} + md^2$ می‌باشد که d فاصله بین دو محور است. بسته به نوعیت مومنت عطالت مرکزی محور جدید نیز به همان صورت تعریف می‌گردد. در بیان کل طبق شکل (۲) یک نقطه دل‌خواه (x, y) را در نظر

می‌گیریم که از مبدأ مختصات به فاصله r قرار دارد. هم‌چنین مرکز ثقل جسم نیز به فاصله d از مبدأ مختصات فرضی قرار دارد.

رابطه بین کمیت‌های قدیم و جدید قرار ذیل است:

$$x = x' + x_{cm}, \quad y = y' + y_{cm}, \quad z = z' = 0 \quad (5)$$

بنابراین:

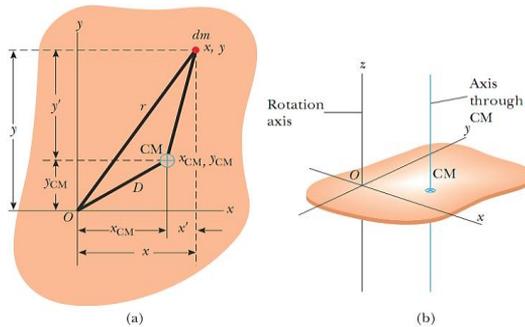
$$\begin{aligned} I &= \int r^2 dm = \int [(x' + x_{cm})^2 + (y' + y_{cm})^2] dm \\ &= \int (x'^2 + y'^2) dm + 2x_{cm} \int x' dm + 2y_{cm} \int y' dm \\ &\quad + \int (x_{cm}^2 + y_{cm}^2) dm \end{aligned} \quad (6)$$

انتیگرال اول از طرف چپ به راست مقدار مومنت عطالت I_{CM} است که از مرکز کتله و موازی با محور Z عبور می‌کند. انتیگرال دو حد بعدی صفر است. زیرا مشخصه مرکز کتله را می‌دهد و طبق تعریف مرکز کتله باید صفر باشد. انتیگرال حد اخیر مومنت عطالت مرکز ثقل نسبت به محوری به فاصله d را می‌دهد.

بنابراین:

$$I = I_{CM} + md^2 \quad (7)$$

از این می‌تود برای دریافت مومنت عطالت اجسام غیرمنظم و یا محورهای خارج از جسم استفاده اعظمی می‌شود و یک قضیه خیلی مهم در دریافت و محاسبه مومنت عطالت اجسام می‌باشد.



شکل ۲: a- قضیه محورهای موازی همراه با مومنت عطالت مرکز I_{CM} و مومنت حول محور عبور کننده از O و عمود بر مستوی جسم $I_z = I_{CM} + md^2$. b- نمای افقی محور دوران Z و موازی با محور عبورکننده بر مرکز (9).

قضیه جمع مومنت‌های عطالت

مومنت عطالت یک خاصیتی از جسم است که اثرهای هر ذره‌ی جسم (مثلاً جسم غیر متمادی) به‌طور مستقل روی دروان کلی جسم وارد می‌گردد. به‌همین دلیل است که در حالت اجسام غیر متمادی مومنت عطالت به‌صورت رابطه ذیل بیان می‌گردد (10):

$$I = I_1 + I_2 + \dots \quad (8)$$

از خاصیت جمع‌پذیری مومنت‌های عطالت در تعیین مومنت عطالت جسم نامنظم هندسی می‌توان استفاده نمود. هم‌چنین در مورد اجزای یک سیستم که شکل‌ها و یا جنس‌های متفاوتی دارند و در صورتی که شکل و یا جنسیت روی هم‌دیگر اثر نداشته باشد، به‌صورت مستقیم جمع‌بندی می‌گردد. به‌طور مثال مومنت عطالت یک دیسک دایروی نازک با موجودیت یک حفره عبارت از فرق مومنت عطالت دیسک کامل و مومنت عطالت حفره است. از این خاصیت جمع‌پذیری مومنت‌ها می‌توان در تحلیل و محاسبه حالت‌های خیلی پیچیده‌تر استفاده نمود.

توجه: قضیه محورهای متعامد چون در سه بعد برقرار نیست؛ بنابراین، در این تحلیل شامل نمی‌گردد.

سیستم رقااصه

برای ثبوت عملی قضایای فوق از سیستم رقااصه استفاه می‌گردد. رقااصه ساده شامل یک جسم کوچک و سنگین است که تو سط یک تار باریک و غیر قابل ارتجاع از یک نقطه تحت نام نقطه تعلیق آویزان است و تحت زوایه کوچک حرکت پریودیکی را انجام می‌دهد که رابطه بین پریود T و طول تار l و جاذبه g به‌صورت ذیل است:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (9)$$

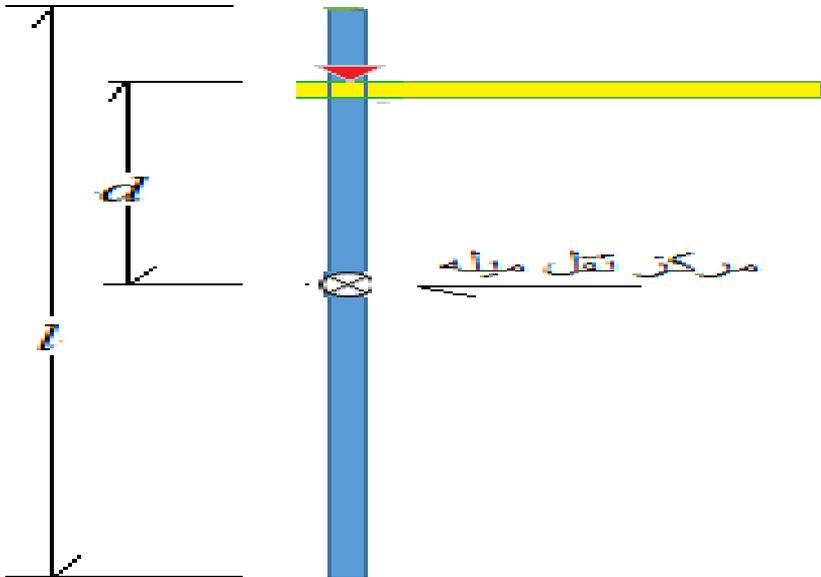
سیستم دیگر اهتزازی رقااصه فزیکي است. رقااصه فزیکي یک سیستم اهتزازي است که حول یک نقطه تعلیق خارج از مرکز ثقل جسم حرکت رفت و برگشتی انجام می‌دهد. جسم بر اثر وزن خودش بعد از خارج شدن از تعادل به حالت تعادل برمی‌گردد و در این پروسه انرژی حرکتی به پوتنشیل و بالعکس تبدیل می‌گردد. پریود حرکت اهتزازي رقااصه فزیکي با مشخصه‌های جسم که عبارت از مومنت عطالت، وزن و فاصله مرکز ثقل از نقطه تعلیق ارتباط دارد و به‌صورت ذیل است:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (10)$$

هرگاه جسم فزیکى شامل میله باریک باشد، مومنت عطالت میله حول محور تعلیق خارج از مرکز ثقل برابر است با:

$$I_{beam} = I_{cm} + md^2 \quad (11)$$

هرگاه یک جسم دیگر با کتله M روی میله سوار گردد، مومنت عطالت سیستم در این حالت به صورت ذیل است:



شکل ۳: میله حول محور تعلیق خارج از مرکز ثقل (9)

$$I_{mass-beam} = I_{beam} + I_{mass} = I_{cm} + md^2 + Ml^2 \quad (12)$$

که l فاصله مرکز ثقل جسم از نقطه تعلیق است. قضیه فوق تحت نام قضیه جمع مومنت‌ها بیان می‌گردد. به‌طور کل مومنت اجسام مختلف حول یک محور دل‌خواه با هم جمع بسته می‌شود. یعنی هر جسم اثر مستقل خود را روی مومنت عطالت کل دارد. مومنت عطالت میله حول محور عمود بر میله طبق رابطه (۱۰) می‌تواند به‌صورت ذیل تبدیل گردد:

$$T^2 d = \frac{4\pi^2 I_{cm}}{mg} + \frac{4\pi^2}{g} d^2 \quad (13)$$

که در صورت ترسیم گراف $T^2 d$ به تابع d^2 قسمت تقاطع خط با محورها در یک فیت خطی با معلوم بودن کتله میله مقدار I_{cm} را می‌دهد.

تغییرات T به تابع فاصله d یک منحنی را می‌دهد که در یک نقطه تحت عنوان T_{min} و d_{min} دارای مقدار اصغری می‌باشد و خصوصیت این نقطه این است که پیروی در این نقطه کم‌ترین و در دو طرف آن

زیاد می‌گردد. برای دریافت این نقطه از تابع $T(d)$ نسبت به d مشتق گرفته و مساوی به صفر قرار می‌دهیم که نتیجه آن می‌شود (11) :

$$T_{min} = 2\pi \sqrt{\frac{2d_{min}}{g}}, d_{min} = \sqrt{\frac{I_{cm}}{m}} \quad (14)$$

مقدار مومنت عطالت حول مرکز میله باریک از این نتیجه نیز به دست می‌آید. از طرفی پریود رقاوه فزیکي یک میله باریک زمانی می‌تواند برابر پریود اهتزاز رقاوه ساده گردد که طول تار رقاوه ساده یا طول معادل آن در شرط ذیل صدق کند:

$$T_{S.P} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{and} \quad T_{Ph.P} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{cm} + md^2}{mgd}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{\frac{mL^2}{12} + md^2}{mgd}}$$

$$l = \frac{\frac{L^2}{12} + d^2}{d} \quad (15)$$

با داشتن فاصله مرکز ثقل از نقطه تعلیق و طول میله می‌توان طول رقاوه ساده معادل را تعیین نمود. در سیستم رقاوه فزیکي و جسم که می‌تواند من‌حیثیت میتود عملی دریافت قضیه جمع مومنت‌ها عمل نماید، لازم است تا مرکز ثقل سیستم تعیین گردد که هم به صورت تیوریک و یا هم تجربی به وسیله اویزان کردن بدست آید.

رابطه پریود اهتزاز سیستم همان رابطه (15) است که به صورت ذیل تبدیل شده است:

$$T_{r-b} = 2\pi \sqrt{\frac{I_{rb}}{(M+m)gd}}, \quad I_{rb} = (I_r + I_b) \quad (16)$$

که d همان مرکز ثقل سیستم می‌باشد. در این نتیجه قضیه جمع مومنت‌های عطالت به صراحت دیده می‌شود.

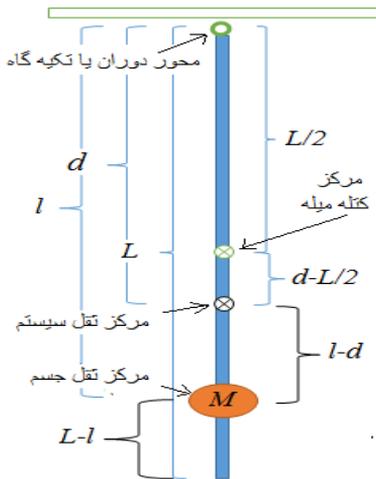
در تحلیل تیوریک دریافت مرکز ثقل سیستم، طبق شکل مرکز ثقل سیستم میله+جسم روی مرکز ثقل میله قرار ندارد؛ زیرا کتله M تورک اضافی را ایجاد می‌کند.

تورک حاصل از جسم M برابر تورک حاصل از مرکز

ثقل میله است یعنی:

$$M(l - d) = m \left(d - \frac{L}{2} \right)$$

$$d = \left(\frac{ML + \frac{mL}{2}}{M + m} \right) \quad (۱۷)$$



شکل (۴): میله حول محور تعلیق خارج از مرکز

این مقدار d همان مقداری است که در رابطه (۱۳) قرار می‌گیرد و معادله قابل حل است.

در حد $M = 0$ مقدار $d = L/2$ حاصل می‌گردد که توقع می‌رود. پریود اهتزاز سیستم میله جمع جسم عبارت است از:

$$T_{beam+mass} = 2\pi \sqrt{\frac{ML^2 + \frac{mL^2}{3}}{g(M + \frac{mL}{2})}} \quad (۱۸)$$

در تحلیل تجربی از میتود آویزان کردن برای دریافت مرکز ثقل سیستم استفاده می‌گردد. هرگاه نتیجه تجربی و تیوریک باهم مطابقت داشته باشد، می‌توان درستی نتیجه تیوریک را تأیید نمود (۱۲). در صورتی که $l = L/2$ باشد سه مرکز ثقل برهم منطبق بوده و پریود اهتزاز در یک بیان به صورت:

$$T_{rb} = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{ML^2}{4} + \frac{mL^2}{3}}{g(\frac{ML}{2} + \frac{mL}{2})}} \quad (۱۹)$$

حاصل می‌گردد و در بیان دیگر از تعریف مومنت عطالت میله و جسم داریم:

$$T_t^2 = T_{\text{میله}}^2 + T_{\text{جسم}}^2 = 4\pi^2 \left(\frac{M \frac{L^2}{4}}{MgL} + \frac{m \frac{L^2}{3}}{mgL} \right) = 4\pi^2 \frac{M \frac{L^2}{4} + \frac{mL^2}{3}}{g \left(\frac{ML}{2} + \frac{mL}{2} \right)}$$

$$T = \sqrt{T_{\text{میله}}^2 + T_{\text{جسم}}^2} = 2\pi \sqrt{\frac{M \frac{L^2}{4} + \frac{mL^2}{3}}{g \left(\frac{ML}{2} + \frac{mL}{2} \right)}} \quad (۲۰)$$

یعنی سیستم جسم و میله مثل دو قسمت مجزا با هم جمع می‌گردد. این به علت قرارگیری دو مرکز ثقل جسم و میله روی هم می‌باشد. در این حالت نیز طول معادل رقاچه ساده برای سیستم رقاچه میله جمع جسم تعیین نمود که باز هم از برابری دو پریود اهتزاز داریم:

$$T_{S.P} = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = T_{Ph.P} = 2\pi \sqrt{\frac{Ml^2 + \frac{mL^2}{3}}{g \left(Ml + \frac{mL}{2} \right)}} \quad (21)$$

$$l' = \frac{Ml^2 + \frac{mL^2}{3}}{\left(Ml + \frac{mL}{2} \right)}$$

که طول رقاچه ساده معادل تابع کتله‌های میله و جسم و هم چنین طول میله و فاصله جسم از نقطه تعلیق است. با فرضیاتی $l = \frac{L}{2}$, $M = \frac{m}{2}$ این نتیجه می‌تواند ساده گردد. مثلاً $l' = \frac{11}{18}l$ برای محاسبه و دریافت مومنت عطالت اجسام به صورت تجربی روش‌های متعددی وجود دارد که به صورت ذیل طبقه‌بندی می‌گردد (13):

جدول ۱: طبقه‌بندی میتودهای تجربی برای دریافت مومنت عطالت اجسام

شماره	نوع تئوری و یا قانون به کار رفته	وسیله مورد استفاده	نوع میتود و یا روش تطبیق شده
۱	اهتزاز	فنر	رقاچه تورزیونی
			فنر خطی
		رقاچه	رقاچه فیزیکی
			ریل خمیده
			رقاچه چند رشته ای
			مرکز متغیر کتله
۲	تعجیلی		غلطیدن
			ارتفاع جسم سقوط کننده
			تیزی دروانی جسم سقوط کننده

طرز العمل تجربی

برای بررسی تجربی صحت قضایای مومنت عطالت از سیستم رقاچه استفاده شده است که زمان پریود توسط یک سنسور نوری با دقت 0.001s اندازه‌گردیده است. اندازه‌گیری در لابراتوار میخانیک پوهنځی فزیک صورت گرفته و هر مرحله به صورت مجزا بررسی شده است. سعی شده است تا برای تقلیل خطا از اصطکاک و دیگر عوامل مخرب تجربی تا حد زیادی دوری گردد. هم چنین تمام جداول و گراف‌ها در ایکسل ترسیم گردیده و نتیجه‌گیری شده است.

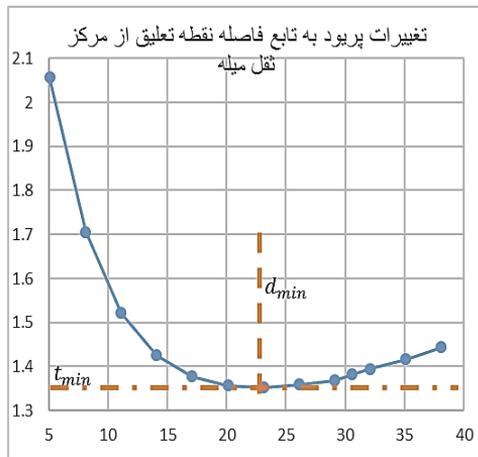
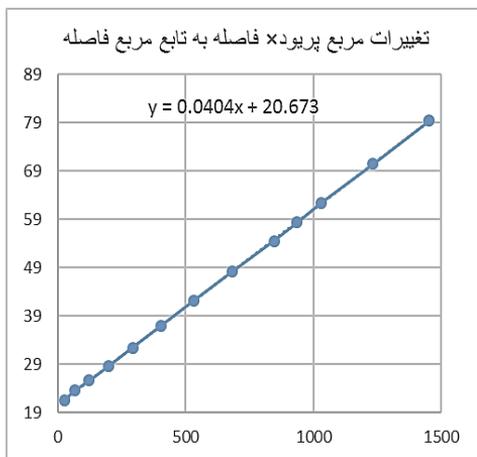
نتایج

در مرحله اول میله به طور جداگانه از یک رأس اهتزاز داده شده و با در نظر داشت رابطه (۱۵) و طول معادل، پریود اهتزاز با رقا صه فزیکى و رقا صه ساده اندازه و با هم مقایسه گردیده است. جدول ۲ این اندازه‌گیری‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲: اندازه‌گیری پریود اهتزاز میله به صورت مستقیم و هم چنین دریافت طول معادل براساس رابطه (۱۵) و پریود رقا صه با طول معادل برای ثبوت تجربی قضیه محورهای موازی

پریود اهتزاز میله	فاصله تکیه‌گاه تا مرکز ثقل میله	$l = \left(\frac{l^2}{12} + d^2\right)/d$	پریود اهتزاز رقا صه ساده با طول معادل	اختلاف دو اندازه‌گیری	فیصدی اختلاف
۱,۴۵۳	۳۹,۲۵	۵۲,۳۳۳۳۳۳۳	۱,۴۶۳	۰,۰۱	۱
۱,۴۱۶	۳۵	۴۹,۶۷۲۰۲۳۸۱	۱,۴۱	۰,۰۰۶	۰,۶
۱,۳۸۶	۳۱	۴۷,۵۶۵۱۸۱۱۷	۱,۳۸۳	۰,۰۰۳	۰,۳
۱,۳۶۲	۲۷	۴۶,۰۱۹۲۹۰۱۲	۱,۳۵۷	۰,۰۰۵	۰,۵
۱,۳۵۳	۲۳	۴۵,۳۲۶۹۹۲۷۵	۱,۳۴۹	۰,۰۰۴	۰,۴
۱,۳۶۴	۱۹	۴۶,۰۲۷۴۱۲۲۸	۱,۳۵۷	۰,۰۰۷	۰,۷
۱,۴۱۱	۱۵	۴۹,۲۳۴۷۲۲۲۲	۱,۴۰۷	۰,۰۰۴	۰,۴
۱,۵۲۷	۱۱	۵۷,۶۸۳۷۱۲۱۲	۱,۵۲۱	۰,۰۰۶	۰,۶

ملاحظه می‌گردد که میزان فیصدی اختلاف کمتر از واحد بوده و می‌تواند درستی تیوری را نشان دهد. در مرحله بعد برای بررسی قضیه محورهای موازی میله از مرکز به طرف یک رأس با تغییر تکیه‌گاه اهتزاز داده شده و پریود اهتزاز اندازه شده است. طبق رابطه (۱۸) هرگاه فیت خطی صورت گیرد، قضیه محورهای موازی درست است که نتیجه اندازه‌گیری و وضع در رابطه (۱۶) یک فیت خطی خوبی را نشان می‌دهد. هم چنین مومنت مرکز ثقل در میتود رقا صه فزیکى قابل تعیین نیست. اما با استفاده از روابط (۱۷) و نقاط پریود و فاصله اصغری براساس شکل (۴) این مومنت قابل تعیین است. هرگاه این مقدار با مقدار $\frac{1}{12} ml^2$ با توجه به $m = 156\text{ gr}$, $l = 78\text{ cm}$ مقایسه گردد و ملاحظه می‌گردد.



شکل ۵: a- فیت خطی T^2d به تابع d^2 که اشاره به درست بودن قضیه محورهای موازی براساس رابطه (۱۵) دارد. b-

تعیین نقاط d_{min} و T_{min} برای دریافت مومنت عطالت مرکز ثقل براساس رابطه (۱۶)

که تطابق خوبی برقرار است. در مرحله سوم قضیه جمع مومنت‌ها بررسی می‌گردد که در این مرحله سیستم میله و جسم در فواصل مختلف جسم از رأس آزاد میله باهتزاز در آمده و پریود اهتزازات تعیین گردیده است. مقدار تیوریک از رابطه (۱۸) و مقدار تجربی مربع پریود با هم مقایسه گردیده و نتیجه آن یک تطابق خوب بین نتایج تیوری و تجربه می‌باشد. نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: اندازه‌گیری تجربی مربع پریود و رابطه (۱۸) جهت مقایسه در مسئله قضیه جمع مومنت‌های عطالت

فاصله از رأس	پریود اهتزاز	فاصله مرکز ثقل رأس	فاصله مرکز ثقل از آویز	مربع پریود	$\frac{4\pi^2(\frac{1}{3}mL^2 + ML^2)}{(m + M)gd}$	اختلاف	فیصدی اختلاف
۳,۰۰۰	۱,۵۹۶	۲۹,۹۰۰	۴۸,۶۰۰	۲,۵۴۷۲	۲,۵۶۲۳	۰,۰۱۵۰	۱,۵۰۴۸
۷,۰۰۰	۱,۵۶۹	۳۱,۰۰۰	۴۷,۵۰۰	۲,۴۶۱۸	۲,۴۷۴۱	۰,۰۱۲۴	۱,۲۳۷۸
۱۱,۰۰۰	۱,۵۴۴	۳۲,۲۰۰	۴۶,۳۰۰	۲,۳۸۳۹	۲,۳۹۵۲	۰,۰۱۱۳	۱,۱۲۷۸
۱۵,۰۰۰	۱,۵۱۸	۳۳,۴۵۰	۴۵,۰۵۰	۲,۳۰۴۳	۲,۳۲۳۱	۰,۰۱۸۸	۱,۸۷۹۲
۱۹,۰۰۰	۱,۴۹۵	۳۴,۷۰۰	۴۳,۸۰۰	۲,۲۳۵۰	۲,۲۵۵۶	۰,۰۲۰۶	۲,۰۵۸۱
۲۳,۰۰۰	۱,۴۷۲	۳۵,۹۰۰	۴۲,۶۰۰	۲,۱۶۶۸	۲,۱۹۰۵	۰,۰۲۳۷	۲,۳۷۳۰
۲۷,۰۰۰	۱,۴۵۱	۳۷,۱۰۰	۴۱,۴۰۰	۲,۱۰۵۴	۲,۱۳۰۹	۰,۰۲۵۵	۲,۵۴۵۶
۳۱,۰۰۰	۱,۴۳۵	۳۸,۳۰۰	۴۰,۲۰۰	۲,۰۵۹۲	۲,۰۷۷۱	۰,۰۱۷۹	۱,۷۸۹۵
۳۵,۰۰۰	۱,۴۱۷	۳۹,۵۰۰	۳۹,۰۰۰	۲,۰۰۷۹	۲,۰۲۹۹	۰,۰۲۲۰	۲,۱۹۶۱

هم چنین مومنت عطالت تجربی و مومنت عطالت تیوریک در جدول ۴ به مقایسه در آمده است که باز هم تطابق خوب تیوری و تجربه را نشان می دهد. هردوی این نتیجه مقایسه بین قیمت های تیوریک و تجربی است و میزان اختلاف نسبی کم تر از میزان خطای لابراتواری می باشد.

جدول ۴: اندازه گیری فواصل و زمان اهتزاز برای تأیید قضیه جمع مومنت ها براساس مومنت عطالت تجربی و مومنت عطالت تیوریک گرفته شده از رابطه (۱۶) و میزان فیصدی خطا در حدود ۰,۳

فاصله	فاصله مرکز	مربع پرپود	$I_{exp-rb} = \frac{(M-m)}{4\pi^2} T_{rb}^2$	$I_{the-rb} = I_r + I_b$	اختلاف دو مقدار	فیصدی اختلاف
فاصله جسم از تکیه گاه	پرپود اهتزاز	ثقل از تکیه گاه				
۷۵,۵۰۰	۱,۵۹۶	۴۸,۶	۲,۵۴۷۲۱۶	۰,۱۶۰۰۰۶۹۶۷	۰,۱۶۳۰۷۶۳۰۸	۰,۰۰۳۳۰۷۱۶۶
.	.	.	.	.	۲	۰,۳۰۷۱۱۶۶
۷۱,۵۰۰	۱,۵۶۹	۴۷,۵	۲,۴۶۱۷۶۱	۰,۱۵۱۱۳۶۷۳۹	۰,۱۵۳۹۰۳۵۰۸	۰,۰۰۲۷۶۶۷۶۹
.	.	.	.	.	.	۰,۲۷۶۶۷۷
۶۷,۵۰۰	۱,۵۴	۴۶,۳	۲,۳۸۳۹۳۶	۰,۱۴۲۶۶۱۲۸۶	۰,۱۴۵۲۲۹۹۰۸	۰,۰۰۲۵۶۸۶۲۲
.	۴	.	.	.	.	۰,۲۵۶۸۶۲
۶۳,۵۰۰	۱,۵۱	۴۵,۰۵	۲,۳۰۴۳۲۴	۰,۱۳۴۱۷۴۱۶۲	۰,۱۳۷۰۵۵۵۰۸	۰,۰۰۲۸۸۱۳۴۷
.	۸	.	.	.	.	۰,۲۸۸۱۳۵
۵۹,۵۰۰	۱,۴۹	۴۳,۸	۲,۲۳۵۰۲۵	۰,۱۲۶۶۲۲۸۱۱۸	۰,۱۲۹۳۸۰۳۰۸	۰,۰۰۲۸۵۲۱۹۱
.	۵	.	.	.	.	۰,۲۸۵۲۱۹
۵۵,۵۰۰	۱,۴۷	۴۲,۶	۲,۱۶۶۷۸۴	۰,۱۱۹۳۰۴۲۱	۰,۱۲۲۲۰۴۳۰۸	۰,۰۰۲۹۰۰۰۹۸
.	۲	.	.	.	.	۰,۲۹۰۰۱
۵۱,۵۰۰	۱,۴۵	۴۱,۴	۲,۱۰۵۴۰۱	۰,۱۱۲۶۵۸۹۵۵	۰,۱۱۵۵۲۷۵۰۸	۰,۰۰۲۸۶۸۵۵۴
.	۱	.	.	.	.	۰,۲۸۶۸۵۵
۴۷,۵۰۰	۱,۴۳	۴۰,۲	۲,۰۵۹۲۲۵	۰,۱۰۶۹۹۴۲۴۲	۰,۱۰۹۳۴۹۹۰۸	۰,۰۰۲۳۵۵۶۶۶
.	۵	.	.	.	.	۰,۲۳۵۵۶۷
۴۳,۵۰۰	۱,۴۱	۳۹	۲,۰۰۷۸۸۹	۰,۱۰۱۲۱۲۶۶۵	۰,۱۰۳۶۷۱۵۰۸	۰,۰۰۲۴۵۸۸۴۴
.	۷	.	.	.	.	۰,۲۴۵۸۸۴

نتیجه گیری

این تحلیل تجربی برای سؤالی که امکان استفاده از رقاصه فزیک برای بررسی صحت تجربی قضایای مومنت عطالت برقرار است، صورت گرفته و نتیجه آن مثبت می باشد. با استفاده از میتودهای مختلف محاسباتی و تجربی در باره قضایای مومنت عطالت که در نتایج به صورت گراف و جداول آمده است، دیده می شود که میزان اختلاف در انتروال دقت تجربه (دقت کتله $1gr$ و دقت طول $1mm$ و دقت زمان $0.001s$) بوده و نشان از درستی نتایج تیوریک دارد. مهم تر از همه این که رقاصه فزیک

منجیث وسیله یی مورد اندازه گیری در تمام مراحل ، اهمیت عملکرد خود را نشان داده و دیده می شود که تجارب در صورت نگرش متفاوت می تواند نتایج خیلی مفید و ارزشمندی را ارائه دارد .

1. Alhassid Y, Bertsch GF, Liu S. Nuclear moment of inertia and spin distribution of nuclear levels. *Phys. Rev. C*. 2005; 72(6).
2. Townes CH, Schawlow LS. *Microwave Spectroscopy*: Courier Corporation; 2013.
3. Bejger M, Haensel P. Moments of inertia for neutron and strange stars: Limits derived for the Crab pulsar. *Astron. Astrophysics*. 2002; 396(3): 917-921.
4. Ran L, Bumby JR, Tavner PJ. Use of turbine inertia for power smoothing of wind turbines with a DFIG. in *IEEE 11th International Conference on Harmonics and Quality of Power*. 2004;: 106-111.
5. Y. S. Narang VMAaAGW. The effects of prosthesis inertial properties on prosthetic knee Moment and hip energetics required to achieve able-bodied kinematics. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabili. Eng.*. 2016; 24(7): 754-763.
6. Feder T, Vittek J, Sindler P. T. Fedor, J. Vittek, and P. Sindler, "Influence of variable moment of inertia in robot servo motor control: *IEEE ELEKTRO*; 2014.
7. Bacher M, Whiting E, Bickel B, Storkin O. Spin-it: Optimizing moment of inertia for spinnable objects. *ACM Trans. Graph*. 2014; 33(4).
8. Cutnell JD, Johnson KW. *Physics*. 9th ed.: John Wiley & Sons, Inc.; 2012.
9. Serway RA, Jewett, Jr. JW. *PHYSICS for Scientists and Engineers with Modern Physics*. 7th ed.: Brooks/cole THOMSON.
10. Fowles GR, Cassiday GL. *Analytical Mechanics*: Thomson Learning / Brooks/Cole; 2004.
11. Russeva GB, Tsutsumanova GG, Ressev SC. An experiment on a physical pendulum and Steiner's theorem. *PHYSICS EDUCATION*. 2010; 45 (1).
12. Richardson TH, Brittle SA. Physical pendulum experiments to enhance the understanding of moments of inertia and simple harmonic motion. *PHYSICS EDUCATION*. 2012; 47(5): 537-544.
13. Genta G, Delprete C. Some Considerations on the Experimental Determination of Moment of Inertia. *Meccanica*. 1994; 29(1): 125-141.

مروری بر نقش افلاتوکسین ها در ایجاد کارسینومای حجرات جگر

پوهنمل محمد سنگری

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

ایمیل: mohammad123sangary@gmail.com

چکیده

در کشورهای در حال توسعه مانند افغانستان سرطان دومین عامل مرگ و میر در انسان ها شمرده می شود. سرطان اولیه جگر تقریباً ۴% کل موارد سرطانی جدید تشخیص شده در سطح جهان را تشکیل می دهد. کارسینومای حجرات جگر در حدود ۸۰% تمامی موارد سرطان جگر در جهان را تشکیل می دهد. در ایجاد سرطان جگر به شمول ویروس های هیپاتیت B و C، فکتورهای مختلف دخیل دانسته می شوند. یکی از فکتورهای که در سال های اخیر نقش آن در ایجاد کارسینومای حجرات جگر نه تنها در انسان ها بلکه در اکثر حیوانات اهلی و تجربوی برجسته تر شده می رود، مایکوتوکسین ها است. از میان مایکوتوکسین ها، افلاتوکسین و مخصوصاً افلاتوکسین B₁ از شناخته ترین عوامل کارسینومای حجرات جگر است که توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به حیث سرطانزای گروپ یک طبقه بندی شده است. هدف این مطالعه مروری، بررسی نقش افلاتوکسین ها در کارسینومای حجرات جگر و میکانیزم سرطان زایی آن ها است.

اصطلاحات کلیدی: افلاتوکسین؛ کارسینومای حجرات جگر؛ حیوانات؛ میکانیزم سرطان زایی؛ فکتورهای خطر

An Overview on the Role of Aflatoxin in the Development of Hepatocellular Carcinoma

Sr. Teaching Asst. Mohammad Sangary

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

Email: mohammad123sangary@gmail.com

Abstract

In developing countries such as Afghanistan, cancer is the second leading cause of death in humans. Primary liver cancer accounts for approximately 4% of all newly diagnosed cancers worldwide. Around 80% of all liver malignancies globally are hepatocellular carcinomas (HCC). Several factors, including the hepatitis B and C viruses, are involved in the development of liver cancer. In recent years, mycotoxins have contributed to the development of hepatocellular carcinoma in both humans and the majority of domestic and laboratory animals. Among mycotoxins, aflatoxin, and especially aflatoxin B₁, is the most well-known carcinogenic agent of hepatocellular carcinoma, classified as group 1 carcinogen by the International Agency for Research on Cancer (IARC). The aim of this review is to look into the carcinogenesis of aflatoxins and how they relate to hepatocellular carcinoma.

Keywords: Aflatoxin; Hepatocellular Carcinoma; Animals; Carcinogenesis; Risk Factors

مقدمه

در کل چهار جنس قارچی به حیث فلورای طبیعی مواد خوراکه محسوب می‌شوند: اسپرجیلوس (*Aspergillus*) (۱)، فوزاریوم (*Fusarium*)، پنی‌سیلیوم (*Penicillium*) و کلاویسیپس (*Claviceps*) (۲). ساختار کیمیاوی مایکوتوکسین‌های تولید شده توسط این قارچ‌ها بسیار متنوع است. واژه مایکوتوکسین در سال ۱۹۶۲ پس از مرگ توضیح نشده حدود یک لک (۱۰۰۰۰۰) فیلمرغ به کار رفت. بعداً مشخص گردید که بیماری مرموز فیلمرغ‌ها به خوراکه آنها که حاوی موم‌پلی آلوده به متابولیت‌های ثانویه اسپرجیلوس فلاووس (*Aspergillus flavus*) یا افلاتوکسین بود، ارتباط داشت (۲، ۳).

با توجه به این نکته که بعضی از پوپنک‌ها (*Mold*) قادر به تولید بیش از یک نوع مایکوتوکسین هستند و برخی مایکوتوکسین‌ها توسط بیش از یک نوع قارچ تولید می‌شوند، مهم است. مایکوتوکسین‌ها با پخت و پز و با پروسس نمودن معمولی مواد غذایی از بین نمی‌روند، چون همه آنها در برابر حرارت مقاوم هستند (۲) و حتی حرارت بالاتر از 100°C نیز این توکسین‌ها را به شکل درست تخریب کرده نمی‌تواند. این ویژگی، غیرفعال‌سازی افلاتوکسین‌ها را در مواد غذایی مخصوصاً شیر و محصولات فارم توسط حرارت مشکل می‌سازد که حتی پاستورایزیشن (*pasteurization*) در تخریب این توکسین‌ها بسیار کم مؤثر واقع می‌شود (۴).

مایکوتوکسین

مایکوتوکسین متابولیت‌های زهری ثانویه اند که توسط قارچ‌های موجود در محیط تولید می‌شود (۱)، (۵). این متابولیت‌ها دارای وزن مالیکولی پائین اند و برای رشد و زنده ماندن قارچ‌های تولید کننده مهم نیستند. در عین حال بعضی مطالعات بیان می‌دارند، برای اینکه قارچ‌ها در رقابت با دیگر میکروارگانیزم‌ها در محیط طبیعی زنده بمانند، مایکوتوکسین‌ها را به حیث سلاح مالیکولی استفاده می‌نمایند (۱). مایکوتوکسین‌ها مالیکول‌های نامرئی و بی‌بو هستند که توسط حس ذایقه قابل تشخیص نیستند. مایکوتوکسین‌ها عمدتاً توسط میسلیوم (*mycelia*) رشته پوپنک تولید می‌شوند. آنها برای رشد و توسعه خود قارچ هیچ اهمیت بیوشیمیکی ندارند. تا حال بیش از ۴۰۰ نوع مایکوتوکسین شناسایی و از نظر کیمیاوی تشخیص شده‌اند، اما تحقیقات بیشتر روی اشکالی متمرکز شده که خطر قابل توجه را متوجه انسان‌ها، حیوانات و محصولات زراعتی و حیوانی می‌سازد (۲).

حدود ۶۰ درصد غلات جهان به مایکوتوکسین‌ها آلوده هستند. قرار گرفتن در معرض توکسین، مانند افلاتوکسین و موجودیت همزمان عفونت‌های ویروسی جگر و وضعیت التهاب مزمن جگر با ایجاد کارسینوما (hepatocellular carcinoma) مرتبط دانسته شده‌اند. افلاتوکسین، منحنی

یک متابولیت پوپنک در محیط، به طور گسترده در طبیعت وجود دارد و قدرت آن برای ایجاد آسیب بدیهی است (۶). تقریباً ۱۸ نوع افلاتوکسین شناسایی شده‌اند؛ اما افلاتوکسین‌های AFB_1 ، AFB_2 ، AFG_1 ، AFM_1 ، AFM_2 خطرناک‌ترین آن‌ها اند. قرار گرفتن هیپاتوسایت‌ها در معرض افلاتوکسین و تشکیل ترکیب‌های اضافی DNA و تحریک جهش‌های p53 به درستی شناخته شده است، این حالت از تصور فعلی که افلاتوکسین یکی از علل احتمالی کارسینومای حجرات جگر است، حمایت می‌کند. AFB_1 قوی‌ترین سرطان‌زا است و آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در اوایل سال ۱۹۹۳ AFB را به عنوان سرطان‌زای صنف یک برای انسان طبقه‌بندی کرد (۲، ۶).

افلاتوکسین

افلاتوکسین‌ها یک گروه از ۲۰ متابولیت وابسته به قارچ‌ها است که اساساً توسط قارچ‌های اسپرجیلوس فلاوس و اسپرجیلوس پارازیتیکوس (*Aspergillus parasiticus*) تولید می‌شوند (۷-۹). افلاتوکسین B_1 و B_2 توسط هردو نوع اسپرجیلوس (فلاوس و پارازیتیکوس) تولید می‌شوند، در حالی که افلاتوکسین G_1 و G_2 تنها توسط اسپرجیلوس پارازیتیکوس تولید می‌شوند. افلاتوکسین‌های M_1 و M_2 در شیر با تزریق افلاتوکسین B_1 و G_1 در خوراک حیوان تشکیل می‌شوند (۱۰).

افلاتوکسین‌ها سرطان‌زاهای طبیعی‌اند که بیشتر اوقات در غذاهای آلوده انسانی و حیوانی موجود اند (۳). افلاتوکسین‌ها به دلیل پخش وسیع در غذاها و خوراکی‌های حیوانات و زهرینگی شدید شان، میکوتوکسین‌هایی‌اند که بیشترین نگرانی را برای امنیت مواد غذایی ایجاد نموده‌اند. در سراسر جهان، در حدود ۴٫۵ میلیارد انسان در معرض مواجهه مزمن با غذاهای آلوده به افلاتوکسین قرار دارند (۸). افلاتوکسین‌ها از زمان کشف آن‌ها با سرطان جگر مرتبط بوده‌اند و موم‌پلی، جواری و مشتقات آن‌ها حاملین اصلی این توکسین به شمار می‌روند. از نظر جغرافیایی، بیشترین خطر ناشی از افلاتوکسین‌ها به عنوان آلوده‌کننده‌های غذا و خوراک حیوانی متوجه مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر می‌باشد (۷، ۱۱). سطوح بلند افلاتوکسین در بروز تعداد زیاد بیماری‌های مزمن‌کننده و شیوع افلاتوکسیکوز (aflatoxicosis) نقش دارد (۱۱).

از نگاه کیمیاوی، افلاتوکسین‌ها به گروه دایفورانوکومارین‌ها (difuranocoumarins) مربوط‌اند که به اساس ساختار کیمیاوی شان به دو گروه بزرگ که شامل سلسله دایفوروکوماروسیکلوپنتنون (*difurocoumarocyclopentenone*) و دایفوروکومارولاکتون (*difurocoumarolactone*)‌اند، تقسیم می‌شوند. در گروه اولی AFB_1 ، AFB_2 ، AFB_{2A} ، AFM_1 ، AFM_2 ، AFM_{2A} و aflatoxicol‌اند و در گروه دومی AFG_1 ، AFG_2 ، AFG_{2A} ، AFM_1 ، AFM_2 ، AFM_{2A} و AFB_3 شامل‌اند (۳). چهار افلاتوکسین طبیعی

مشهور که توسط انواع اسپرگیلوس تولید می‌شوند عبارت از AFB_1 ، AFB_2 ، AFG_1 و AFG_2 اند که "B" و "G" از رنگ‌های فلوروسین آبی و سبز شعاع ماورای بنفش گرفته شده‌اند که در پلیت‌های لایه باریک کروماتوگرافی تولید می‌شوند (۱۰) و اعداد ۱ و ۲ به ترتیب ترکیبات بزرگ و کوچک را نشان می‌دهد (۳، ۱۰). افلاتوکسین‌های M_1 و M_2 که محصولات میتابولیک افلاتوکسین‌ها است، برای بار اول از شیر حیوانات شیرده که توسط دانه‌های آلوده به افلاتوکسین تغذیه شده بودند، تجرید گردید که از همینرو بنام M شناخته می‌شوند (۳).

افلاتوکسین، به ویژه افلاتوکسین B_1 ، B_2 ، G_1 ، G_2 (۸، ۹) و M_1 ، تنها میکوتوکسین‌هایی هستند که توسط پروژه‌های تحقیقی IARC به عنوان گروه ۱ سرطان‌زا برای حیوانات و انسان‌ها طبقه‌بندی شده‌اند (۵). AFB_1 معمول‌ترین و زهری‌ترین این چهار نوع است (۴، ۹). با وجودیکه افلاتوکسین‌ها عمدتاً با بیماری‌های سرطانی مرتبط هستند، اما اکنون ثابت شده که آن‌ها باعث ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن مختلف دیگر نیز می‌شوند که بیشتر آن‌ها کشنده هستند. سرطان جگر مدت‌ها است که با افلاتوکسین‌ها مرتبط دانسته شده، جایی که آن‌ها به‌طور اولیه میتابولایز می‌شوند تا متابولیت‌های میانی (intermediate) فعال را آزاد نمایند. علاوه بر این، مطالعات اپیدمیولوژیک و تجربی روی حیوانات، بعد سرطان‌زایی آن‌ها را برای اعضای غیر از جگر نیز نشان داده است (۴).

AFB_1 -exo 8,9-epoxide، که در نتیجه اولین مرحله میتابولیزم AFB_1 توسط آنزیم سیتوکروم (CYP450) تولید می‌شود، مسوول نهای سمیت جنتیکی در نمونه افلاتوکسین B_1 است. سترس اکسیداتیف (Oxidative stress) ناشی از AFB_1 نقش برابر یا حتی بالاتر در سمیت جنتیکی افلاتوکسین دارد (۴، ۱۱). یک مطالعه اخیر نشان داد که افلاتوکسین B_1 ، انواع واکنشی اکسیجن (Reactive oxygen species) و سترس اکسیداتیف را تحریک نموده و مسیرهای سیگنال وابسته به انواع واکنشی اکسیجن مایتوکاندریایی را فعال ساخته، که این‌ها باعث تحریک آپاپتوز (apoptosis) از طریق مسیر سیگنال مایتوکاندریایی می‌شود (۴).

سرطان جگر

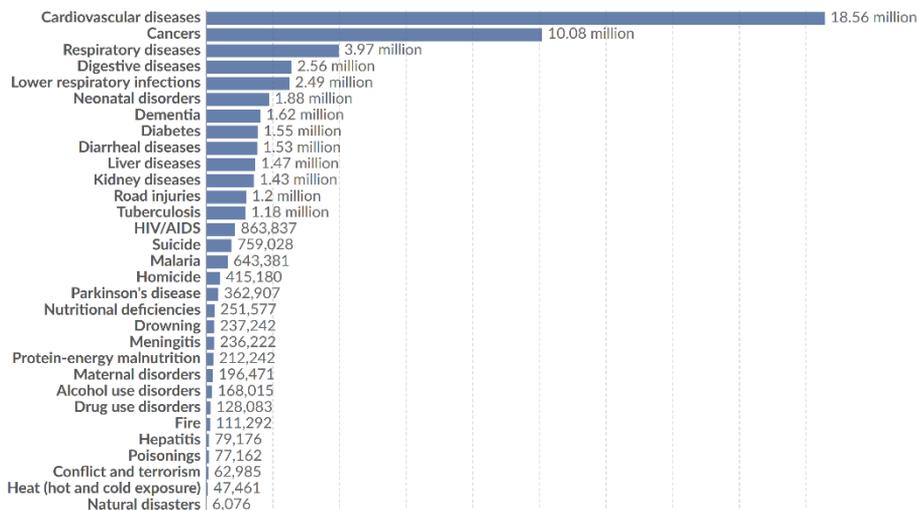
سرطان دومین عامل مرگ‌ومیر (شکل ۱) در کشورهای توسعه‌یافته و سومین عامل مرگ‌ومیر در کشورهای در حال توسعه است. سرطان‌ها در اعضا و انساج مختلف بدن دیده می‌شوند که از آن جمله سرطان اولیه جگر تقریباً ۵٪ کل موارد سرطانی جدید تشخیص شده در سطح جهان را تشکیل می‌دهد (۱۲). انواع مختلف سرطان‌های اولیه جگر مانند کولانجیوکارسینوما (cholangiocarcinoma)، انجیوسارکوما (angiosarcoma) و کارسینوما حجرات جگر (HCC) وجود دارند که کارسینوما حجرات جگر الی

۹۰٪ اینها را تشکیل می‌دهد (۹). بروز سرطان جگر با سرعت نگران‌کننده در حال افزایش است و به یک مشکل کلینیکی در سراسر جهان تبدیل شده است. اما سرطان جگر نهمین سرطان شایع (شکل ۲) و پنجمین سرطان کشنده (شکل ۳) در افغانستان گزارش شده است که به این اساس ۴,۲٪ تمامی بیماران سرطانی را تشکیل می‌دهد. HCC در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر است. در حدود ۸۰٪ موارد سرطان جگر از کشورهای آسیایی و آفریقایی گزارش شده است (۸، ۱۳).

Causes of death, World, 2019



The estimated annual number of deaths from each cause. Estimates come with wide uncertainties, especially for countries with poor vital registration¹.



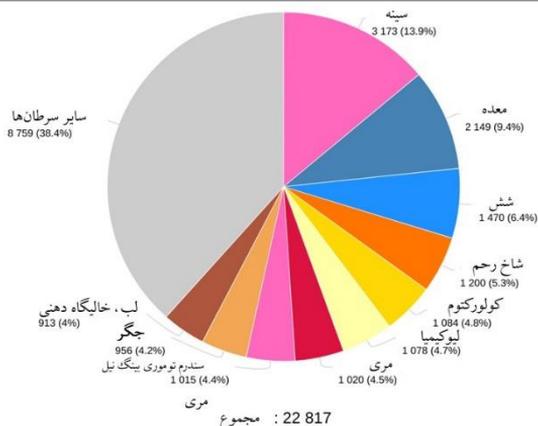
Data source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death | CC BY

1. Civil and Vital Registration System: A Civil and Vital Registration System (CVRS) is an administrative system in a country that manages information on births, marriages, deaths and divorces. It generates and stores 'vital records' and legal documents such as birth certificates and death certificates. You can read more about how deaths are registered around the world in our article: How are causes of death registered around the world?

شکل ۱: سرطان‌ها بعد از بیماری‌های قلبی-رگی دوهمین عامل مرگ‌ومیر در سطح جهان محسوب می‌شود (۱۹)

واقعات تخمین شده جدید سرطان‌ها در سال ۲۰۲۰ در افغانستان؛ هر دو جنس، تمامی ستین

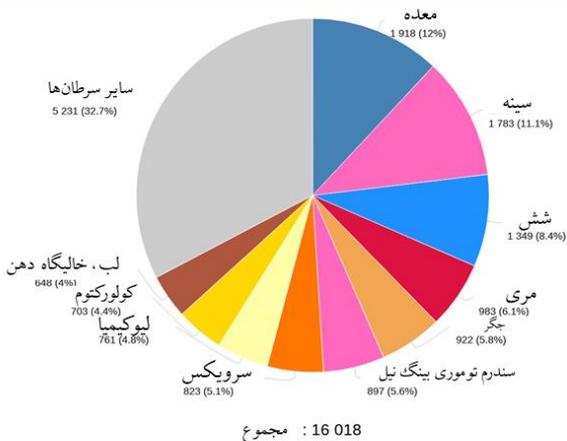


Data source: GLOBOCAN 2020
Graph production: Global Cancer Observatory (http://gco.iarc.fr)

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization

شکل ۲: واقعات تخمین شده سرطان‌های مختلف در سال ۲۰۲۰ در افغانستان (۲۰)

واقعات تخمین شده مرگ‌ومیر سرطان‌ها در سال ۲۰۲۰ در افغانستان؛ هر دو جنس، تمامی ستین



Data source: GLOBOCAN 2020
Graph production: Global Cancer Observatory (http://gco.iarc.fr)

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization

شکل ۳: واقعات مرگ‌ومیر ناشی از سرطان‌های مختلف در سال ۲۰۲۰ در افغانستان (۲۰)

سرطان جگر ششمین سرطان شایع در سطح جهان شناسایی شده است که به این اساس سالانه نزدیک به یک میلیون انسان در سراسر جهان به آن مبتلا می‌شوند که از این میان در حدود هشت صد هزار نفر در اثر آن جان‌های خود را از دست می‌دهند (۲۰). تخمین می‌شود که ۴۰٪ (۵۹۹۰۰۰ از ۱۵۵۰۰۰۰) موارد جهانی سالانه سرطان جگر ناشی از افلاتوکسین در آفریقا رخ می‌دهد. کشورهای جنوب صحرائی آفریقا از جمله کشورهای مهم برای سرطان جگر مرتبط با افلاتوکسین هستند، زیرا شرایط آب‌وهوا و شیوه‌های ضعیف نگهداری مواد غذایی در آفریقا به رشد و تکثیر انواع اسپرگیلیوس مؤلف افلاتوکسین کمک می‌کند

(۹). در میان فکتورهای متعدد خطر برای کارسینومای حجرات جگر عفونت‌های ویروس‌های هیپاتایت B و C، مواجهه با افلاتوکسین B_1 ، مصرف زیاد الکل در انسان‌ها و اضافه‌باری آهن از جمله فکتورهای اند که بیشتر ثبت شده اند (۸، ۹، ۱۳). ارزیابی‌ها دریافته اند که تا ۲۸،۲ درصد از موارد سالانه سرطان جگر، در سطح جهان، با مواجهه افلاتوکسین مرتبط است (۴، ۹). مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که آلودگی مواد خوراکی با افلاتوکسین B_1 یکی از بزرگترین فکتورهای خطر انکشاف سرطان جگر در انسان‌ها است. مناطق که بیشترین شیوع افلاتوکسین B_1 را دارند، بیشترین شیوع سرطان جگر را گزارش کرده‌اند. بر اساس اداره غذا و ادویه ایالات متحده آمریکا، افلاتوکسین B_1 به حیث آلوده‌کننده‌ی غیرقابل جلوگیری غذا شمرده می‌شود؛ اما می‌توان آلودگی آن را کاهش داد. با وجودی آن هم سرطان جگر وابسته به افلاتوکسین B_1 یکی از سرطان‌های قابل جلوگیری شمرده می‌شود که از همینرو فهم می‌کانش عمل افلاتوکسین B_1 و شناخت منابع خطر سرطان جگر در کاهش میزان بروز این سرطان بسیار مهم اند (۸).

نقش افلاتوکسین در ایجاد سرطان

طیف وسیع اثرات نامطلوب ناشی از افلاتوکسین، افلاتوکسیوز نامیده می‌شوند و به دو شکل گزارش شده است: ۱- "مسمومیت حاد" ناشی از قرار گرفتن کوتاه مدت در معرض مقادیرهای زیاد زهر که مشخصه آن آسیب شدید جگری، زردی، خونریزی، ادیما و سرانجام مرگ است؛ و ۲- "مواجهه مزمن تحت کشنده" که منجر به سرکوب سیستم دفاعی، اختلالات تغذیه و سرطان می‌شود (۴).

قرار گرفتن مکرر (طولانی مدت) در معرض دوزهای پائین افلاتوکسین در طول زندگی باعث بیماری‌های مزمن مانند سرکوب سیستم دفاعی و غیره می‌شود که شایع‌ترین و شدیدترین آن‌ها سرطان است (۱، ۲، ۹، ۱۳). به‌طور کلی برای افلاتوکسین کدام دوز مشخص وجود ندارد که پائین‌تر از آن دوز هیچ سرطان تشکیل نشود. به عبارت دیگر، هر گاه سطح آلودگی به افلاتوکسین به صفر رسید در آن صورت بی‌خطر محسوب می‌شود (۲). اگرچه گرفتن افلاتوکسین در جیره به طور کلاسیک با سرطان اولیه جگر (۲، ۱۱) ، یعنی کارسینومای هیپاتوسایت‌ها و هایپرپلازی مجرای صفراوی مرتبط بوده است، دیگر اعضا مانند گرده، پانقراس، مثانه، استخوان، احشاء و غیره نیز پس از قرار گرفتن در معرض این مایکوتوکسین‌ها به سرطان مبتلا می‌شوند (۱۱). علاوه براین، افلاتوکسین‌ها به ترتیب از طریق استنشاق و تماس مستقیم باعث ایجاد سرطان‌های شغلی شش و پوست نیز می‌شوند. در حقیقت، مواجهه مزمن به افلاتوکسین‌ها باعث ایجاد طیف از بیماری‌های شدید دیگر از جمله سرکوب سیستم دفاعی، نواقص در جنین (teratogenicity)، جهش‌زایی (mutation) و سمیت حجروی در پستانداران نیز می‌شود. عقیده براین است که افلاتوکسین‌ها در بی‌نظمی‌های تغذیه‌ی مانند کواشیورکور (Kwashiorkor) (۲، ۱۳) و کندی

رشد، احتمالاً با تداخل در جذب مواد مغذی کوچک (مانند زینک، آهن و ویتامین‌ها)، تولید پروتین و فعالیت آنزیم‌های متابولیک نقش دارند (۱۱).

مطالعات اپیدمیولوژیک متعدد در مورد جمعیت‌های انسانی که به طور طبیعی در معرض رژیم‌های غذایی آلوده به افلاتوکسین قرار گرفته‌اند، نشان دهنده ارتباط بین مصرف افلاتوکسین در جیره غذایی و بروز کارسینومای هیپاتوسایت‌ها اند. دو عامل محدودکننده اکثراً چنین مطالعاتی را در شک قرار می‌دهند: (الف) عدم ارزیابی دقیق مصرف مزمن افلاتوکسین، و (ب) موجودیت اندمیک ویروس هیپاتیت B در مناطق که بروز سرطان جگر و آلودگی افلاتوکسین در آن بالا است (۱۴). به این اساس گفته می‌توانیم که بروز سرطان جگر با مواجهه افلاتوکسین‌ها در جیره مرتبط است که در صورت موجودیت دیگر فکتورها خطر آن افزایش می‌یابد. قابل ذکر است که عفونت‌های مزمن با ویروس هیپاتیت B باعث افزایش قدرت سرطانیابی AFB₁ تا ۶۰ برابر می‌شود (۱۱).

نقش افلاتوکسین در ایجاد سرطان در حیوانات

در حقیقت، به تعقیب شیوع زهریت جگر در فیل مرغ‌ها و طیور در اوایل دهه ۱۹۶۰، محققین دریافتند که آلودگی افلاتوکسین مسوول شیوع سرطان جگر در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورش یافته در فارم نیز است، نوع حیوانی که تاریخچه میزان تومور برای آن بسیار کم بود. اثبات قدرت قابل ملاحظه افلاتوکسین به عنوان سرطانی‌زای جگر توسط وگان و نیوبی (Wogan & Newbeme) ارائه شد، که وقوع ۱۰۰٪ تومورهای جگری را در موش‌هایی که جیره حاوی 15ppm ($\mu\text{g}/\text{kg}$) افلاتوکسین را به طور مداوم برای ۶۸-۸۰ هفته تغذیه کردند، گزارش کرد. اگرچه یک مطالعه بعدی دوز-پاسخ، فقط ۲۰ درصد بروز تومورها را در 15ppm نشان داد، بروز ۱۰۰ درصد تومورها در 100ppm به مدت ۵۴ تا ۸۸ هفته به دست آمد. اگرچه قدرت سرطانی‌زایی افلاتوکسین‌ها در موش‌های صحرایی بسیار بالا است، اما قزل‌آلای رنگین‌کمان از نظر حساسیت نسبت به اثرات سرطانی‌زایی جگری افلاتوکسین‌ها از موش‌ها بیشتر است و عموماً حساس‌ترین نوع به سرطانی‌زایی افلاتوکسین محسوب می‌شود. به عنوان مثال، قرار گرفتن در معرض جیره که حاوی 20ppm افلاتوکسین باشد در سترین شستای (shasta) قزل‌آلای رنگین‌کمان تنها به مدت ۴ هفته منجر به بروز تومور ۶۲٪ شد (۱۴). بیش از ۲۰ مطالعه مزمن (طولانی‌مدت) مختلف روی موش‌ها به تنهایی اثرات سرطانی‌زایی قوی افلاتوکسین‌ها را نشان داده است (۱۴). بسیاری از معلومات نشر شده در مورد سرطانی‌زایی AFB₁ از مطالعات انجام شده روی موش‌ها که شدیداً به این زهر حساس هستند، به دست آمده است (۱۶).

در حیوانات اهلی، خوراک‌های آلوده با دوزهای تحت‌کشنده افلاتوکسین باعث کاهش تولید محصولات و تولید مثل، افزایش حساسیت در مقابل بیماری‌ها و کاهش کیفیت غذاهای تولیدی آن‌ها می‌شود (۱۱). در مطالعات تجربی اثرات سرطان‌زایی AFB_1 و AFG_1 را بالای حیوانات مشاهده کردند، اما برعکس برای اثرات سرطان‌زایی AFB_2 و AFG_2 شواهد کافی تا حال دریافت نشده است (۵). تا حال هیچ مدل حیوانی که به افلاتوکسین مواجه شده باشد و کارسینومای حجرات جگر در آن انکشاف نکرده باشد، گزارش نشده است (۱۵). سرطان‌زایی و ظرفیت سرکوب سیستم دفاعی افلاتوکسین B_1 به طور گسترده در انواع مختلف حیوانات از جمله پرند‌ها، ماهی (قرزل آلا)، گاو، موش (۴)، جوندگان و پستانداران غیرانسانی با بروز متفاوت در انواع، جنس و سن گزارش شده است (۴، ۱۶).

میکانیزم سرطان‌زایی افلاتوکسین

این حقیقت که بسیاری از میوتیجن‌های (mutagens) کیمیاوی باعث میوتیشن و غیرفعال ساختن جین‌های سرکوب‌کننده سرطان (cancer suppressor genes) مانند $p53$ ، $BRCA1$ و $BRCA2$ می‌شوند، به اثبات رسیده است. یکی از تأثیرگذارترین مرکبات کیمیاوی که می‌تواند باعث میوتیشن در این جین‌ها شود، مایکوتوکسین‌ها هستند که از میان آن‌ها افلاتوکسین‌ها بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (۱۳، ۱۷). افلاتوکسین‌ها اساساً در جگر دچار تغییر شکل بیولوژیک (biotransformation) شده و میتابولایز می‌شوند (۴، ۶، ۷). تغییر شکل بیولوژیک (متابولیزم) پروسه‌ای است که در آن یک ماده کیمیاوی توسط یک سلسله عکس‌العمل‌های انزیمی یا کیمیاوی در بدن از یک شکل کیمیاوی به شکل دیگر تغییر می‌کند (تبدیل می‌شود) و در نتیجه محصولات جانبی یا متابولیت‌های نهایی آن‌ها از بدن بیرون می‌شوند. در توکسیکولوژی، تغییر شکل بیولوژیک در از بین بردن زینوبیوتیک‌های زهری (موادی کیمیاوی به ویژه مصنوعی‌اند، که به‌طور نورمال داخل بدن تولید نمی‌شوند) و مواد زائد بدن به حیث میکانیزم دفاعی مهم ایفای نقش می‌کند که در نتیجه آن‌ها به مواد کمتر مضر و قطبی تبدیل می‌شوند که می‌توانند به راحتی دفع شوند (۷).

تجارب نشان داده که میتابولیت‌های افلاتوکسین از طریق الکیلایشن پایه‌های نایتروجنی (Nitrogenous base) به DNA متصل می‌شوند، که باعث تغییرات در سایکل حجروی و میوتیشن جین $p53$ که یک جین سرکوب‌کننده تومور است، می‌گردد. تقریباً نصف سرطان‌های انسانی ناشی از جهش در جین $p53$ واقع می‌شوند (۸). هر چندی که میکانیزم سرطان‌زایی بسیار پیچیده است، اما محققین بیان می‌دارند که میوتیشن جین $p53$ یک میکانیزم احتمالی برای ایجاد HCC ناشی از افلاتوکسین است. تا حال هیچ شواهد تجربی مستقیمی وجود ندارد که نشان دهد جهش $p53$ باعث HCC می‌شود (۶). بعضی تحقیقات از فعال

شدن جین‌های پروتو-اونکوژن (proto-oncogenes) حجروی توسط افلاتوکسین نیز گزارش کرده اند (۱۳). مثلاً؛ میوتیشن اونکوژن c-KRAS در کارسینومای حجرات جگر ناشی از AFB₁ در موش صحرایی و فعال‌سازی پروتو-اونکوژن HRAS انسانی در لابراتور گزارش شده اند؛ که دخیل بودن این جین‌ها در سرطان‌زایی جگر را نشان می‌دهد (۴). همچنین پیش‌نهاد شده است که افلاتوکسین باعث ایجاد انحرافات کروموزومی مختلف، تولید DNA نامنظم و شکستن رشته‌های کروموزومی در حجرات انسانی نیز می‌شود (۱۳).

حیوانات و انسان‌ها معمولاً از دو راه بزرگ افلاتوکسین‌ها را می‌گیرند (الف) اخذ مستقیم افلاتوکسین‌ها توسط بلع مواد غذایی آلوده یا اخذ افلاتوکسین توسط گوشت، تخم، شیر و محصولات فرعی آن مانند پنیر و شیرخشک که از طریق خوراکی حیوانات وارد این محصولات می‌شود، که در این صورت معمولاً به شکل AFB₁ می‌باشد و مواجهه غیرمستقیم نامیده می‌شود (۴)؛ (ب) اخذ آن توسط استنشاق ذرات گرد افلاتوکسین که در این صورت معمولاً به شکل AFB₁ می‌باشد (۳). از جمله افلاتوکسین‌ها، افلاتوکسین B₁ یک سرطان‌زای بسیار قوی به حساب می‌رود (۱۷) که این توکسین پس از گرفتن توسط مواد غذایی از قسمت دودینوم روده کوچک به جریان خون جذب شده و به جگر می‌رسد (۱۰، ۱۱). از نگاه طبیعت کیمیاوی، افلاتوکسین‌ها یک ترکیب بسیار منحل در شحم دارند که بنابر این خاصیت، آن‌ها از طریق سیستم تنفسی نیز به راحتی وارد جریان خون شده و به شمول جگر در سراسر بدن پخش می‌شوند (۲، ۱۷).

بعد از رسیدن به جگر، افلاتوکسین وارد هیپاتوسایت‌ها می‌شوند (۱۷) که در آن‌جا این توکسین‌ها با عمل آنزیم‌های سیتوکروم میکروزومی مختلف (CYP450)، که یک سوپرفامیلی آنزیم‌ها است و دواها و زینوبیوتیک‌ها (xenobiotic) را میتابولایز می‌کنند، فعال می‌شود (۴، ۱۱). چندین مطالعه لابراتواری نشان داده که سرطان‌زایی AFB₁ معمولاً پس از فعال شدن توسط سیتوکروم P450 در جگر آغاز می‌شود (۴). ایزوانزیم‌های مختلف CYP450 نظر به میزبان، عضو و اجزای تحت حجروی مسوول فعال‌سازی بیولوژیک AFB₁ هستند. در انسان، از بین ۵۷ ایزوانزیم شناسایی شده CYP450، ایزوانزیم‌های میکروزومی CYP1A2، 3A4، 3A5، 3A7، 2A3، و 3A3 هیپاتوتوکسیک و CYP2A13 ششی، ایزوانزیم‌های اصلی فعال‌کننده اعضا برای AFB₁ هستند. در جگر، فعال‌سازی بیولوژیک اساساً توسط CYP1A2 یا 3A4 کتلاز می‌شود (۴، ۱۱، ۱۸). در حیوانات و حشرات، ایزوانزیم‌های مختلف CYP450، به شمول CYP1A1، 1A2، 2A5، 2A6، 3A، 3A4، 3A13، و 321A1 نظر به نوع و عضوی که در آن تولید می‌شوند، مرحله فعال‌سازی بیولوژیک را کتلاز می‌کنند (۱۱).

در جگر، AFB_1 یا به مالیکول‌هایی هایدروکسلیت می‌شوند که با سرطان‌زایی مرتبط نیستند یا در موقعیت ۸،۹ اکسیدایز می‌شوند تا هم آگرو (exo) و هم اندو (endo) اپوکسیدها را تشکیل دهند که اثرات بیولوژیکی قابل توجهی دارند (۱۸). تشکیل aflatoxin-8,9-exo-epoxide در جگر به مقدار بیشتر اما تشکیل aflatoxin-8,9-endo-epoxide به مقدار کمتر صورت می‌گیرد (۱۵).

افلاتوکسین در داخل حجرات جگر در مسیر متابولیک بی‌زهرسازی افلاتوکسین‌ها به افلاتوکسین-۸، ۹-اپوکسید (aflatoxin-8,9-epoxide) میتابولایز می‌شود (۴، ۱۷). افلاتوکسین-۸، ۹-اپوکسید بسیار واکنش‌پذیر و ناپایدار است (۱۷) و برای پایدار شدن نیاز به اتصال به مکررومالیکول‌های حجروی، مانند نیوکلیک اسیدها (DNA و RNA) پروتئین‌ها و فسفولیپیدها دارد (۱۱). در این سلسله افلاتوکسین-۸، ۹-اپوکسید به DNA حجره وصل می‌شود و ترکیب افزایشی DNA را می‌سازد (۸). افلاتوکسین-۸، ۹-اپوکسید بعد از وصل شدن به DNA سبب قطع زنجیر DNA و میوتیشن‌های برگشت‌ناپذیر جنتیکی (۸، ۱۷) و هم‌چنین اختلالات میتابولیکی، سیگنال‌دهی و ساختار حجروی در آن‌ها می‌شود (۱۱).

بعد از اینکه افلاتوکسین-۸، ۹-اپوکسید بسیار ناپایدار با میل ترکیبی بالا به مالیکول DNA متصل می‌شود، افلاتوکسین- N^7 -گوانین (aflatoxin- N^7 -guanine) را تشکیل می‌دهد که باعث میوتیشن‌های انتقالی گوانین به تایمین می‌شود که مستقیماً با تأثیر روی جین p53 که حامل کودهای پروتئین‌های سرکوبگر تومور است و به منظور مهار توسعه تومورها و سرطان‌ها است، بر سایکل حجروی تأثیر می‌گذارد (۱۳، ۱۵، ۱۷). مایکوتوکسین مانند افلاتوکسین بوسیله آسب DNA حجره جین p53 را غیرفعال می‌سازد. میوتیشن این جین باعث تقسیمات غیرکنترولی حجره می‌شود (۱۵). میوتیشن‌های که جین p53 را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از نظر ماهیت و موقعیت متفاوت هستند. به طور مثال، میوتیشن‌هایی مانند انتقال (Transversion) در کودون ۲۴۹ (AGG به AGT) جین p53، که باعث جایگزینی ارجین (R) به سرین (S) می‌شود، در ۵۰٪ از سرطان‌های جگر وجود دارد (۸، ۱۳، ۱۵، ۱۸).

نتیجه‌گیری

مایکوتوکسین‌ها میتابولیت‌های زهری ثانویه اند که توسط قارچ‌ها موجود در محیط تولید می‌شود. مایکوتوکسین‌ها مالیکول‌های نامرئی و بی‌بو هستند که توسط حس ذایقه قابل تشخیص نیستند. حدود ۶۰ درصد غلات جهان به مایکوتوکسین‌ها آلوده هستند. یکی از مشخصات مایکوتوکسین‌ها مقاوم بودن آن‌ها در مقابل حرارت است که بر اساس گزارشات حرارت $100^{\circ}C$ نیز در تخریب مایکوتوکسین‌ها بسیار موثر نیست. انواع مختلف مایکوتوکسین توسط انواع مختلف قارچ‌ها تولید می‌شوند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها افلاتوکسین‌ها اند. تقریباً ۱۸ نوع افلاتوکسین شناسایی شده‌اند؛ اما افلاتوکسین‌های AFB_1 ، AFB_2 ،

AFM_1 ، AFG_2 ، AFG_1 و AFM_2 خطرناک‌ترین آن‌ها اند. از جمله افلاتوکسین‌ها، افلاتوکسین B_1 زهری-ترین سرطان‌زا است که در اوایل سال ۱۹۹۳ آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان آن را به عنوان سرطان‌زای صنف یک برای انسان طبقه‌بندی کرد. افلاتوکسین‌ها اساساً در جگر میتابولایز می‌شوند. قرار گرفتن هیپاتوسایت‌ها در معرض افلاتوکسین و تشکیل ترکیب‌های اضافی DNA و تحریک جهش‌های p53 یکی از علل احتمالی کارسینومای حجرات جگر است که تقریباً در ۵۰٪ از کارسینوماهای حجرات جگر گزارش شده است. میوتشین جین p53 در میکانیزم اکثر تومورهای دخیل است و به اساس گزارش‌ها تقریباً نصف سرطان‌های انسانی ناشی از جهش در جین p53 اند.

1. Alkhayyat F, Yu J. Upstream Regulation of Mycotoxin Biosynthesis [Internet]. 1st ed. Vol. 86, *Advances in Applied Microbiology*. Copyright © 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.; 2014. 251–278 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800262-9.00005-6>
2. Ferrante M, Sciacca S, Gea OC. Carcinogen Role of Food by Mycotoxins and Knowledge Gap. 2012;(June).
3. Bbosa GS, Kitya D, Lubega A, Ogwal-okeng J, Anokbonggo WW, Kyegombe DB. Review of the Biological and Health Effects of Aflatoxins on Body Organs and Body Systems. In p. 239–45.
4. Marchese S, Polo A, Ariano A, Velotto S, Costantini S. Aflatoxin B1 and M1: Biological Properties and Their Involvement in Cancer Development. *Toxins (Basel)*. 2018;10(6):1–19.
5. Claeys L, Fervers B, Saeger S De, Romano C, Korenjak M, Boevre M De, et al. Mycotoxin exposure and human cancer risk : A systematic review of epidemiological studies. *Compr Rev I N FOOD Sci FOOD Saf*. 2020;19:1449–64.
6. Cai P, Zheng H, She J, Feng N, Zou H, Gu J, et al. Molecular Mechanism of Aflatoxin-Induced Hepatocellular Carcinoma Derived from a Bioinformatics Analysis. *Toxins (Basel)*. 2020;1–13.
7. Bbosa GS, Kitya D, Odda J, Ogwal-okeng J. Aflatoxins metabolism , effects on epigenetic mechanisms and their role in carcinogenesis. *Health (Irvine Calif)*. 2013;5(10):14–34.
8. Hamid AS, Tesfamariam IG. Aflatoxin B1-induced hepatocellular carcinoma in developing countries : Geographical distribution , mechanism of action and prevention (Review). 2013;1087–92.
9. Kimanya ME, Routledge MN, Mpolya E, Ezekiel N, Shirima CP, Yun Y, et al. Estimating the risk of aflatoxin-induced liver cancer in Tanzania based on biomarker data. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(3):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0247281>
10. Salim M, Masroor MS, Parween S. An Overview on Mycotoxins Causing Cancer in Human. 2020;11(1000364):1–9.
11. Benkerroum N. Chronic and Acute Toxicities of Aflatoxins : Mechanisms of Action. 2020;1:1–28.
12. Santos NP, Colaço AA, Oliveira PA. Animal models as a tool in hepatocellular carcinoma research : A Review. 2017;
13. Magnussen A, Parsi MA. Aflatoxins , hepatocellular carcinoma and public health. 2013;19(10):1508–12.
14. Eaton DL, Gallagher EP. Mechanisms of aflatoxin carcinogenesis. 1994;
15. Kew MC. A toxins as a Cause of Hepatocellular Carcinoma. 2013;22(3):305–10.
16. Kensler TW, Roebuck BD, Wogan GN, Groopman JD. Aflatoxin : A 50-Year Odyssey of Mechanistic and Translational Toxicology. 2011;120:28–48.
17. Adam M, Adam A, Tabana YM, Musa KB, Sandai DA. Effects of different mycotoxins

- on humans , cell genome and their involvement in cancer (Review). 2017;1321–36.
18. Mccullough AAK, Lloyd RS. Mechanisms Underlying Aflatoxin-associated Mutagenesis–Implications in Carcinogenesis. *DNA Repair (Amst)* [Internet]. 2019;1(77):76–86. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2019.03.004>
 19. OurWorldinData. Causes of death, World, 2019 [Internet]. 2019. Available from: <https://ourworldindata.org/grapher/annual-number-of-deaths-by-cause>
 20. IARC. (2020). *Cancer Today*. WHO. https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-pie?v=2020&mode=cancer&mode_population=continents&population=900&populations=4&key=total&sex=0&cancer=39&type=1&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&nb_items=10&group_cancer=1&include_nmsc=1&include_nmsc_other=1&half_pie=0&donut=0#collapse-by_countryhttps:%2F%2Fwww.google.com



مؤثریت استفاده روش سپکترفوتومتر برای کشف تقلب روغن‌ها

پوهنوال دکتور محمدظاهر سخا

د دیپارتمنت تکنالوژی و حفظ الصحه مواد غذایی، پوهنځی علوم و ترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: drzaher1@gmail.com

چکیده

سپکترفوتومتري عبارت از تخنيکي است که برای شناسایی و اندازه‌گیری مقدار نور که توسط مواد منحل‌ه‌ی یک محلول که از آن عبور می‌نماید، اطلاق می‌گردد. معمولاً بین طیف نوری ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر، جذب نوری انجام می‌شود. آزمایش سپکترفوتومتري در ساحات مختلف کاربرد وسیع دارد، که یکی آن جهت دریافت تقلب در روغن‌های خوراکی است. تقلب در بسیاری از مواد غذایی از جمله روغن‌های خوراکی صورت می‌گیرد که واقعات آن در سطح جهان تا به ۲۴ درصد گزارش شده است که می‌توان از یک‌جا نمودن روغن ارزان قیمت با قیمت بیع و یک‌جا نمودن روغن خوک یا لارد در روغن نباتی و محصولات لبنی نام برد. جهت تشخیص تقلبات مواد غذایی از جمله شحمیات طریقه سپکترفوتومتري یک روش حساس و دقیق بوده و می‌تواند کم‌ترین مقدار تقلب را شناسایی نماید.

اصطلاحات کلیدی: سپکترفوتومتر؛ روغن؛ تقلب؛ لارد؛ روغن زیتون

The Role of Spectrophotometer Efficiency Method in Detecting Oil Adulteration

Associate Prof. Mohammad Zaher Sakha

Department of Food Technology & Hygiene, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: drzaher1@gmail.com

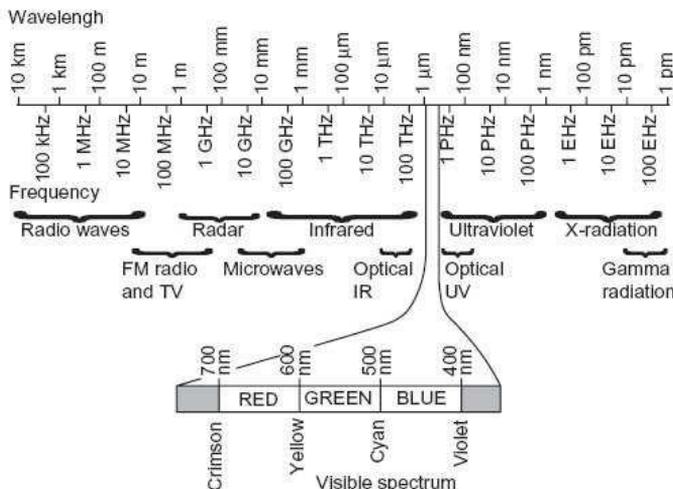
Abstract

Spectrophotometry is a method utilized for detecting and measuring the light absorbed by molecules within a solution or passing through it. Typically, absorbance is measured within the range of 400-700nm. Spectrophotometers find applications across various fields. Worldwide reports indicate that 24% of edible oils are adulterated, involving the addition of cheaper oils to expensive ones or the inclusion of lard in vegetable oils and dairy products. In the context of detecting food fraud, particularly in oils, the spectrophotometer emerges as a precise and sensitive method. It enables the determination of even minor additions of adulterants in a sample, thereby aiding in maintaining the integrity of food products.

Keywords: Spectrophotometer; Oil; Adulteration; Lard; Olive Oil

مقدمه

سپکتروفوتومتری عبارت از یک تخنیک در جهت شناسایی و اندازه‌گیری مقدار نور که توسط مواد منحل‌ه یک محلول از آن عبور می‌نماید، می‌باشد. بیشتر طول موج که بین 400-700nm قابل دید است، آزمایش می‌شود. این موضوع در شکل (۱) واضح دیده می‌شود (۱).



شکل ۱: طیف الکترومگنتیک (۲)

معلومات حاصله از سپکتروفوتومتر به دو بخش تقسیم می‌شوند: فیصدی عبور نور یا percent transmission و جذب نور یا absorbance و توسط فورمول ذیل فیصدی عبور نور معلوم می‌گردد:

$$\% \text{ Transmission} = \frac{\text{photons out}}{\text{photons in}} \times 100$$

جذب یا absorbance عبارت از یک فیصدی نور که مساوی به $-\log T$ است. هر ماده به یک طول موج مشخص نور را جذب می‌نماید. رنگ که توسط ماده نمایان می‌گردد، طول موج بوده که بازتاب داده شده است (۱). طور عموم نور با طول موج و انرژی خاص به نمونه تابانده شده و مقدار مشخص از انرژی آن جذب می‌شود، پس با اندازه‌گیری انرژی عبور شده از نمونه توسط یک فوتودیکتور، مقدار جذب تعیین می‌گردد. مقدار گراف بیان‌کننده مقدار عبور یا مقدار جذب است سپکتروفوتومترهای امروزی دیجیتال بوده و به‌وسیله مایکروپروسسور کنترل می‌شوند (www.azshimi.com).

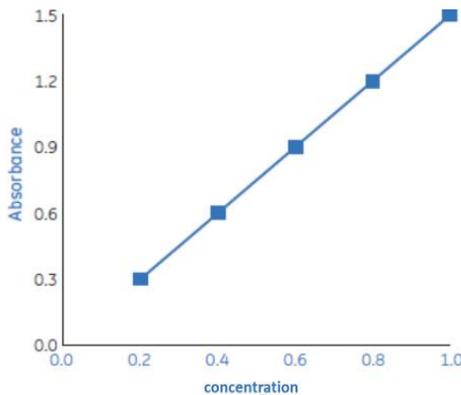
رابطه بين غلظت و جذب، قانون بير

در سال ۱۸۵۹ عالمی به نام بیر رابطه بين غلظت نمونه جاذب و مقدار جذب را به دست آورد. در این قانون که شباهت به قانون بوگير دارد، کاهش شدت شعاع قابل عبور را با ازدیاد غلظت نور می توان توضیح نمود. در اینجا اشعه مونوکروماتیک به کار برده می شود، که جذب نور A با مسیر ضخامت مسیر نور که به نام b یاد می شود و هم چنان نمونه جاذب نور که به c یاد می شود، تناسب مستقیم دارد.

$$A = h * C * E$$

$$C = \frac{A}{h} \times E$$

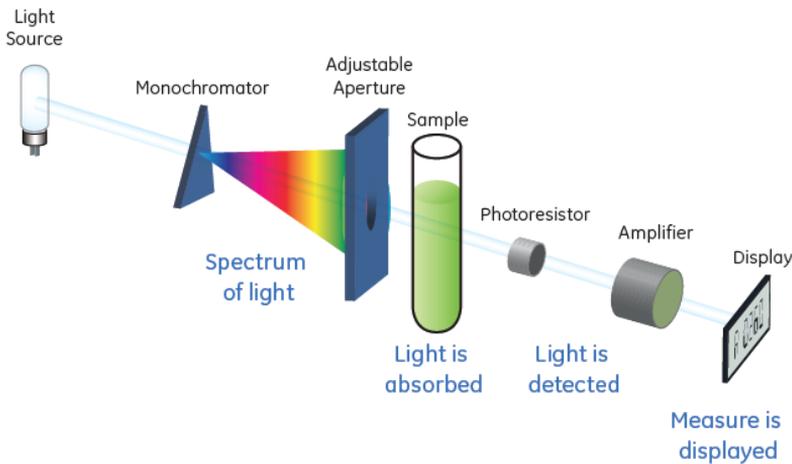
در این رابطه A عبارت از مقدار جذب نور، h عبارت از قطر کویت، C عبارت از غلظت و E عبارت از ضریب جذب است. رابطه جذب و غلظت در شکل ۲ دیده می شود.



شکل ۲: وابستگی غلظت را در جذب نشان می دهد (www.gelifesciences.com/spectros)

طوری که قبلاً بیان شد نوری که در یک طول موج مشخص جذب می شود در حقیقت متناسب به آن نمونه کیمیایی است که مورد آزمایش قرار گرفته است. سپکتروفوتومتر که بیشتر در لابراتوارها مورد استفاده قرار می گیرد، عموماً از دو بخش ساخته شده است. سپکترومتر و فوتومتر در جریان استفاده از دستگاه به کمک منشور منبع نور به یک نور تبدیل می شود که تابش نور دوام دار است. فوتومتر نقش تجزیه کننده نور یا مونوکروماتور را دارا بوده، که در قسمت سپکترومتر منبع نور عدسیه، منفذ و فلتر قرار داشته و منشور وظیفه فلتر نمودن را دارد. اما فوتومتر قسمت از دستگاه است که شدت نور توسط آن اندازه گیری می گردد. طور عموم دستگاه سپکتروفوتومتر از ۶ قسمت ساخته شده است، که همچنان ساختمان داخلی ماشین در شکل ۳ نشان داده شده است.

- ۱- منبع نور (light source)
- ۲- فلتر نوری (monochromator)
- ۳- متمرکزکننده نور (focusing device)
- ۴- ظرف نمونه (cuvette)
- ۵- نشاندهنده (detector)
- ۶- کامپیوتر (display device) (۳).



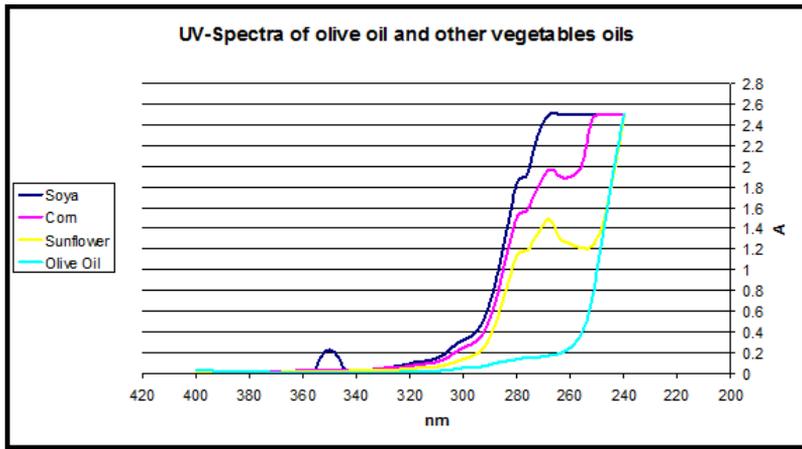
شکل ۳: ساختمان داخلی سپکتروفوتومتر (www.gelifesciences.com/spectros)

طرز استفاده از دستگاه

برای اندازه‌گیری هر نمونه مورد آزمایش طول موج مشخص ضرورت است که دستگاه باید مجهز به آن باشد. برای استفاده از دستگاه اول باید آن را روشن نمود و به مدتی ۵-۱۰ دقیقه صبر نمود تا گرم گردد. برای عیار سازی یا calibration باید کویت حاوی آب گردد و طول موج به صفر عیار شود. کویت از جایگاه خود خارج شده و توسط تکه پاک و نرم پاک گردد تا کدام لکه بروی آن باقی نماند. نمونه به داخل کویت انتقال شده و در جایگاه خود به احتیاط انتقال شده و سر آن محکم گردد. با وقفه‌های مختلف مثلاً 10nm از کمترین طول موج شروع و آهسته آهسته زیاد می‌گردد تا به peak جذب نهایی برسد که تفسیر آن یا توسط سافت‌ویر کامپیوتر تحلیل شده و گراف تشکیل می‌گردد یا در صورتی که سیستم سابقه باشد جذب طول موج را یادداشت نموده و گراف آن را تشکیل می‌دهیم (۱).

تفسیر گراف های مهم جذب نور، غلظت، پیک

سپکتر فوٹو مترها فوتون های خروجی را به اشکال مختلف نمایش می دهند که با وصل شدن به کمپیوتر انجام می یابد، که آن را بر اساس طول موج نمایش می دهند (۱). طول موج لامدا (λ) عبارت از فاصله بین پیک دو موج متوالی که بر اساس ($1nm=10^{-9}M$) اندازه می گردد، می باشد که (peak) است. فرکانس V عبارت از تعداد پیک peaks متوالی که در یک ثانیه از نقطه خاص عبور می کند. میان فرکانس و طول موج رابطه ذیل بر قرار است $V=1/\lambda$ (۴). در تجزیه روغن ها همیشه توجه بالای حداکثر طول موج صورت می گیرد و بر اساس peaks جذب نور که به نام λ نیز یاد می شود، انجام می آید. که با در نظر داشت جذب طول موج تشخیص خالصیت روغن یا دیگر مواد مورد آزمایش قرار می گیرد، طوری که در شکل (۴) مشاهده می گردد جذب نهایی یا peaks انواع مختلف روغن (روغن سویا، جواری، گل آفتاب پرست و زیتون) و تشکیل گراف آن ها به وضاحت ترسیم گردیده است (۵).



شکل ۴: تفسیر گراف جذب نور در روغن های مختلف (۵)

تقلب در روغن

از زمان های قدیم موضوع تقلب همیشه مورد بحث بوده است که در مورد آن محققین و دانشمندان تحقیقات زیادی را انجام داده اند. مطالعات متعددی که در سطح جهان صورت گرفته در حدود ۲۴ درصد از مجموع تقلبات در مورد روغن های خوراکی بوده است (۶).

شحمیات بدن حیوانات مانند لارد یا روغن خوک، گاو و چربی گوسفند از لحاظ تولید زیاد بوده و نسبت به شحم نباتی ارزان استند. لارد منبع اصلی شارتیننگ در امریکای شمالی و اروپا است. قسمتی از این روغن می تواند به روغن نباتی، شحمیات و محصولات لبنی مخلوط گردد. زیرا از لحاظ قیمت ارزان است. طوری که لارد با روغن پالم یا نخل از نگاه بعضی خواص فیزیکی و ترکیبات کیمیایی شباهت های

دارند و به آسانی باهم مخلوط می‌گردند. مخلوط نمودن شحم حیوانی و نباتی از چندین لحاظ ممکن برای مصرف‌کننده مورد قبول نباشد، مثلاً از لحاظ اقتصادی، صحتی از همه مهم‌تر مسایل دینی و مذهبی است، از همین خاطر کوشش صورت گرفته و تحقیقات متعدد انجام می‌شود تا برای کشف تقلبات اقدامات جدی صورت گیرد (۷).

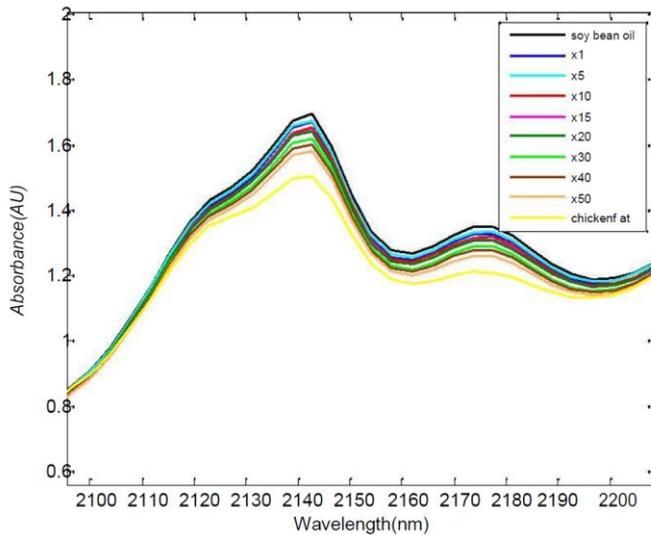
در بعضی کشورها تقلبات صورت می‌گیرد؛ اگر روغن‌های نباتی باهم مخلوط گردند توسط طریقه کروموتوگرافی تشخیص شده می‌تواند؛ اما اگر روغن نباتی و شحم حیوانی یک‌جا شوند تشخیص آن یک اندازه مشکل است. بسیاری از فابریکات روغن‌های نباتی را با لارد یک‌جا می‌نمایند تا قیمت تولید کاهش یابد؛ زیرا قیمت لارد نازل‌ترین قیمت را دارا است. فابریکات لارد را تغییر شکل داده که به آسانی می‌تواند با روغن‌های نباتی مخلوط شده و از آن شارتیننگ، مارگارین و دیگر روغن‌های غذایی تولید گردد (۸).

کاربرد سپکتروفوتومتر برای تشخیص تقلب روغن مایع

طوری که در فوق بیان شد انواع مختلف روغن‌ها نظر به این که حرارت دیده یا حرارت ندیده اند، رنگ‌های مختلف را از خود منعکس نموده و عناصر مختلف در داخل آن‌ها می‌باشند، و می‌توانند طول موج‌های مختلف را جذب نمایند. بین عوامل یاد شده جذب نور از هم فرق می‌نماید که همین تمایز می‌تواند برای تشخیص نوع روغن، تقلب و دیگر موارد کمک نماید. شما در تصویر ذیل روغن‌های مختلفی را با جذب طول موج‌های مختلف مشاهده می‌نمایید. اگر چه اندازه‌گیری و تعیین تقلب روغن نیاز به دقت و تجربه کافی دارد؛ اما دستگاه‌های هم وجود دارند که دارای دقت و حساسیت بالا در تفسیر و تحلیل و تجزیه نمونه‌های مورد آزمایش به کار برده می‌شوند.

قبلاً تذکر یافت که روش خوبی برای تعیین خالصیت و دریافت تقلب در شحمیات مایع است. ساده و درست‌ترین روش ایجاد منحنی عبور نمودن شعاع بین طول موج ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر است. روغن و چربی‌های خام دارای جذب طول موج خاص به خود است که مربوط همان روغن می‌گردد. یک مشکل وجود دارد در صورتی که روغن رنگ خود را یا در جریان پروسس یا کدام عامل دیگر از دست داده باشد در تشکیل peak دچار مشکل می‌گردند (۹).

طوری که قبلاً توضیح گردید، تجربه کاری و دقت در تفسیر تحلیل نمونه مورد آزمایش برای نیل به یک نتیجه مطلوب امر ضروری است در شکل ۵ تقلب روغن سایبین که مایع است توسط روغن مرغ که ارزان‌تر است را مشاهده می‌نمایید که اندازه طول جذب نور به فیصدی‌های مختلف افزودن روغن مرغ تفاوت اندکی را نمایان می‌سازد (۱۰).



شکل ۵: تفاوت فیصدي های مختلف روغن مرغ علاوه شده به روغن سايين (۱۰)

نتیجه گیری

افراد نا مناسب و سودجو برای به دست آوردن منفعت بدون تکلیف همیشه دست به تقلب می زنند که این عمل یک پدیده غیر انسانی، جرمی، غیر صحتی و معیاری بوده، نتایج ناگوار بر حیثیت شرکت تولیدکننده و صحت عامه دارد که صحت مصرف کننده را تهدید می نماید. طوری که بارها تذکر داده شد در جهان انواع مختلف روغن های برای مصرف انسان تولید می گردد. انواع تقلبات متعدد در سطح جهان به منظور به دست آوردن منفعت بیشتر، عده بی از اشخاص سودجو بدون در نظر داشت صحت مردم به چنین عمل ناگوار دست می زنند. بنابراین، مسئولیت نهادهای ذی ربط است تا جهت جلوگیری از پدیده تقلب بررسی های دوام دار در واردات، صادرات و عرضه روغن های مصرفی انسان ها داشته خصوصاً طوری که بیان شد روغن خوک ارزان بوده و در اکثر محصولات علاوه می گردد و در کشورهای اسلامی نسبت محدودیت های دینی و حرام بودن آن توجه جدی صورت گیرد. جلوگیری تقلب ضامن صحت مردم بوده می تواند.

منابع

1. Vernier. Using spectrophotometer to determination concentration .2006; Venier software and Technology.
2. Megnani AG, Ciaccheri L, Mencaglia AA, and Cimato. Optical absorption spectroscopy for quality assessment of extra virgin olive oil, chapter 3rd, 2006; Istituto per la Valorizzazione Del Legno e delle Specie Arboree, Italy.
۳. پوپلزی ن ر. میتود های فزیک و کیمیایی تحلیل. ۱۳۹۶، انتشارات پوهنتون کابل، افغانستان.
۴. اصل خ ش ا. شیمی تجزیه مواد غذایی. ۱۳۷۶، انتشارات دانشگاه ارومیه، ایران.
5. Amereih S, Barghouthi Z, and Marowan O. Detection and quantification of adulteration in olive oil using a UV- spectrophotometric method, Palestine technical University research journal, 2014; 2 (1) 14-19.
6. Moore JC, Spink J, and Lipp M. Development and application of database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980-2010, Journal of food science, 2012; 77, 4, 108-116.
7. Marikar JMN, Mirghani MES, and Jaswir I. Application of chromatographic and Infra-Red spectroscopic techniques for detection of adulteration in food lipids, 2016; A Review, J of food chemistry & Nanotechnology.
8. Che Man YB, Syahariza ZA, Mirghani MES, Jinap S, and Bakar J. Analysis of potential lard adulteration in chocolate and chocolate products using Fouier transform infrared spectroscopy, 2004; Food chemistry 90, 815-819.
۹. ضیابری س ح م ن و شریعت پناهی م ص. روش های متداول تجزیه چربی ها و روغن ها. ۱۳۷۴، نشر مشهد، ایران.
10. Tuhaima NA, Marzuki NZS, Basri KN, Hussain MN, and Abdul Khair MF. Feasibility of detecting soybean oil adulteration with chicken fat by using NIR spectroscopy combined with chemometrics analysis, international conference on Agriculture and food engineering, 2016; 23-25 August.

مروری بر مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلیروزس

پوهندوی احمد فرید حبیب یار^۱، عبدالصبور نوری^۲

^۱دپارتمنت فارماکولوژی، پوهنځی فارمسی، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
^۲محصل دپارتمنت فارماکولوژی، پوهنځی فارمسی، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: drfaridhabibyar@gmail.com

چکیده

اتیروسکلیروزس یک مرض التهابی مغلق شرایین است که اکثراً باعث حمله قلبی و سکتہ دماغی نزد افراد مستعد می شود و سالانه جان هزاران تن را می گیرد. مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلیروزس در قسمت درک مریضی مذکور و کشف ادویه جدید برای آن از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از تحریر این مقاله، مطالعه‌ی نقش مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلیروزس می باشد. مطالعه هذا کتابخانه‌یی بوده و در تهیه آن از منابع معتبر علمی استفاده گردیده است. به اساس یافته‌ها چنین نتیجه‌گیری می شود که مدل‌های حیوانی اتیروسکلیروزس شامل ایجاد اتیروسکلیروزس با استفاده از رژیم‌های غذایی غنی از کولسترول، هایپرلیپیدیمی ارثی نزد خرگوش‌ها و موش‌ها، تغییرات جنتیکی نزد حیوانات، ارزیابی عملکرد اندوتیل نزد خرگوش‌های مبتلا به اتیروسکلیروزس و غیره می باشد. جهت کشف ادویه جدید از مدل‌های حیوانی خصوصاً مدل‌های موش‌های کوچک با منشأ ارثی بیشتر استفاده می گردد.

اصطلاحات کلیدی: اتیروسکلیروزس؛ مدل‌های حیوانی؛ کولسترول؛ مدل‌های جنتیکی؛ کشف ادویه جدید

A Review of the Animal Models of Atherosclerosis

Assistant Prof. Ahmad Farid Habibyar¹, Abdul Sabor Noori²

Department of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Department of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: drfaridhabibyar@gmail.com

Abstract

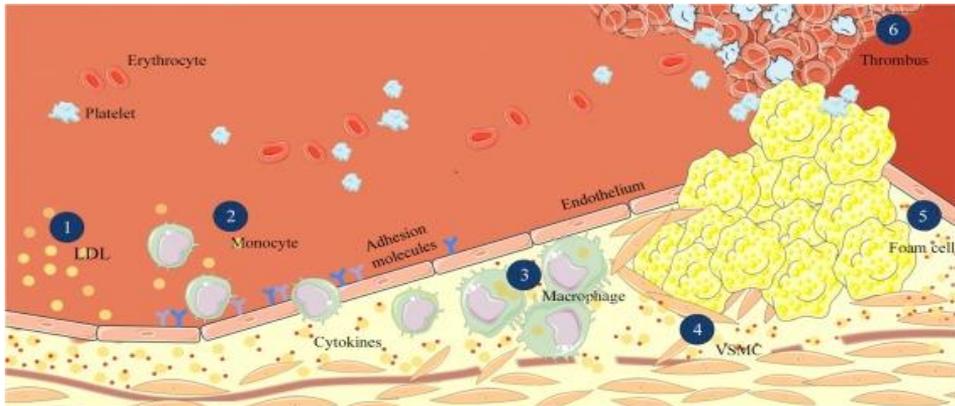
Atherosclerosis, a complex inflammatory disease of the arteries, poses a significant risk for cardiac attacks and strokes, claiming thousands of lives annually. Animal models of atherosclerosis have significantly contributed to our understanding of the disease and facilitated the discovery of new treatments. This study aims to review the pivotal role of animal models in drug research for atherosclerosis treatment, drawing upon pertinent literature sources. The findings of the study revealed several animal models utilized in atherosclerosis research, including those induced by cholesterol-rich diets, hereditary hyperlipidemia in rabbits and mice, genetic modifications, endothelial function alterations in rabbits with atherosclerosis, and intimal reactions following endothelial damage. Among these models, genetic variants are extensively employed. Animal models have played a crucial role in the discovery of new medications, leading to positive advancements in the treatment and comprehension of atherosclerosis progression. Through their contributions, animal models continue to be invaluable tools in advancing therapeutic interventions for this disease.

Keywords: Atherosclerosis; Animal Models; Cholesterol; Genetic Models; Discovering New Medicines

مقدمه

مریضی قلبی وعایی اتیروسکلروزس عامل اصلی مرگ‌ومیر در بین انسان‌ها شمرده می‌شود. مودل‌های حیوانی نشان داده اند که کولسترول و التهاب در روند مریضی نقش دارند (۱). اتیروسکلروزس یک مریضی التهابی مزمن است که اوعیه‌های بزرگ و متوسط را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر دو سیستم معافیتی ذاتی و کسبی دخیل هستند و اغلب در پاسخ به هایپرلیپیدمی فعال می‌شوند. اتیروسکلروزس با سخت شدن و باریک شدن لومن شریانی به دلیل رسوبات شحمی به نام پلاک‌هایی که در جدار داخلی شریان‌ها تشکیل می‌شود، مشخص می‌گردد. اتیروسکلروزس هسته‌ی اصلی مریضی‌های قلبی وعایی است که منجر به احتشای میوکارد، سکته دماغی و مریضی اوعیه محیطی می‌شود. اتیروسکلروزس همه روزه بیشترین آمار قضیه‌های مرگ‌ومیر را در سطح جهان تشکیل می‌دهد. در این مرض در تحت و یا خود طبقه انتیما صفحات سخت زرد رنگ و شکنند تشکیل می‌نماید که به نام اتیروما یاد می‌شود، یک پلک اتیروما دارای هسته‌ی متمرکز زرد لپیدی بوده و از کولسترول و ایسترهای آن تشکیل شده و از طرف محیط توسط یک پوش سخت سفید رنگ فیروزی پوشیده شده است (۲،۳).

علت دقیق اتیروسکلروزس هنوز مورد بحث است. از دیدگاه پتالوژیک، اتیروسکلروزس به عنوان یک مریضی التهابی مزمن زیدخل در اختلال عملکرد حجرات اندوتیلیال، ارتشاح لپیدی، جذب ماکروفاژها و مهاجرت حجرات عضله ملسا وعایی تعریف شده است. حجرات اندوتیلیال وعایی تحت اثر عوامل متعدد مانند استرس میخانیکی، اکسیداتیف استرس دچار اختلال عملکرد می‌شوند. لپید تغییر یافته در خون وارد لایه اندوتیلیال می‌شود و حجرات اندوتیلیال را تنبیه می‌کند تا کیموکین‌ها و مالیکول‌های چسپنده را آزاد کنند که مونوسیت‌های خون را برای مهاجرت به انتیما و تبدیل به ماکروفاژها استخدام می‌کند (شکل ۱). دواهای مختلف از جمله ستاتین‌ها، ریزین‌ها و غیره باعث کاهش شحم خون (کولسترول و ترای گلیسریدها) شده و سبب کنترل مریضی اتیروسکلروزس می‌گردد. با این حال، ادویه فعلی بعضاً دارای عوارض جانبی جدی بوده و می‌توانند مشکلات جدی را به بار بیاورند. بنابر این، لازم است تا تحقیقات جدید پیرامون پتالوژی و تأثیرات ادویه جدید انجام گردد. از همین جاست که نیاز مبرم به استفاده از مودل‌های حیوانی در این مریضی احساس می‌گردد.



شکل ۱: پیشرفت معمول اتیروسکلروزس در انسان، (۱) مرضی به طور کلی با تجمع و شروع تغییر ذرات لیپوپروتئین تحت فعال شدن سایتوکین های موضعی، (۲) چسب و نفوذ مونوسیت ها در سراسر اندوتیل، (۳) تبدیل مونوسیت ها به ماکروفاژها و جذب LDL تغییر یافته به واسطه آخذه علت تشکیل فوم سل های مملو از شحم، (۴) VSMC (حجرات عضله مسلما اوعیه) مهاجرت به داخل انتیما و ایجاد متریکس خارج حجروی، (۵) تجمع فوم سل ها و مهاجرت و تکثیر VSMC، پیشرفت ضایعات رگ های چربی به ضایعات فیبرواتیروما با یک کلاه فایبری، (۶) در میان ضایعات پیچیده، برخی از ضایعات آسیب پذیر ممکن پاره و سبب ایجاد ترومبوز روی هم (۴)

علاوه بر آن مدل های حیوانی برای تحقیقات در جهت درک بهتر اتیروسکلروزس انسانی مهم هستند. به همین دلیل تلاش های زیادی برای شناسایی و مشخص کردن انواع مناسب به عنوان مدل های حیوانی انجام شده است. یک مدل حیوانی مطلوب اتیروسکلروزس انسانی باید دارای چندین ویژگی مهم باشد، از جمله به دست آوردن و نگهداری آن با هزینه معقول باشد. کار کردن بالای آن آسان باشد، و اندازه مناسب برای انجام تمام دست کاری های آزمایشی پیش بینی شده باشد. در حالت مطلوب، حیوان باید در یک محیط تجربی تولید مثل کند و ویژگی های جنتیکی کاملاً مشخصی داشته باشد. در نهایت مدل حیوانی باید مهم ترین جنبه های روند مرضی را با انسان به شکل مشترک داشته باشد (۴). اولین مدل حیوانی که برای تحقیقات اتیروسکلروزس مورد استفاده قرار گرفت، خرگوش بود که توسط ایگناتوفسکی ایجاد شد. در این مدل تشکیل قرحه در جدار ابهر خرگوش های را که از رژیم غذایی غنی شده با پروتئین حیوانی (عمدتاً گوشت، شیر و زردی تخم مرغ) تغذیه می کردند، نشان داد. انواع مختلف حیوانات؛ مانند موش، موش صحرائی، خوک چه هندی، همستر، پرندگان، سگ ها و پستانداران غیر انسانی به عنوان مدل های آزمایشی برای تصلب شرایین مورد استفاده قرار گرفته اند (۵، ۶). در کشور عزیز ما بنابر مشکلات زمینه تحقیقات روی مدل های حیوانی کم تر فراهم بوده و معلومات اندک پیرامون مدل های حیوانی به السنه ملی موجود می باشد. لذا ایجاب می نماید تا معلومات پیرامون مدل ها به السنه

ملی تهیه و مفهوم ایجاد زمینه تحقیقات روی حیوانات فراهم گردد. بنابراین، هدف از تحریر این مقاله، مروری بر مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلروزس می‌باشد.

مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلروزس

اتیروسکلروزس ناشی از تغییر رژیم غذایی نزد حیوانات

از جمله شایع‌ترین مدل‌های حیوانی مریضی اتیروسکلروزس یکی آن ایجاد این مریضی با استفاده از رژیم غنی از مواد شحمی خصوصاً کولسترول می‌باشد. چنانچه در یکی از تحقیقات مرتبط دریافت گردیده است که مصرف شحمیات اشباع شده با تعداد کالوری نورمال برای متابولیزم گلوکوز و لیپید مضر بوده و حتی بدون چاقی نیز باعث ایجاد اختلالات مشابه به سندروم متابولیک می‌شود. این اختلالات متابولیک باعث افزایش اتیروسکلروزس می‌شود (۷).

۱. ایجاد اتیروسکلروزس نزد خرگوش‌ها و سایر حیوانات با استفاده از رژیم غذای غنی از کولسترول

هدف و علت

اگر خرگوش‌ها توسط مواد غنی از کولسترول تغذیه شوند، به زودی نزد شان هایپرکولسترولیمی و اتیروسکلروزس دیده می‌شود. این باعث شده تا اکثریت دانشمندان برای تحقیقات خود این حیوانات را انتخاب نمایند و آن‌ها می‌خواهند که پوتانشیل و تأثیر ادویه ضد اتیروسکلروزس را مطالعه نمایند.

طرز العمل

در این تجربه خرگوش‌های سفید زیلاند جدید که دارای عمر ۱۰-۱۸ هفته باشند، استفاده گردیده و از بین این حیوانات آن‌هایی انتخاب می‌شوند که تغییرات وزنی نزد شان کم باشد. در آغاز تجربه برای تعیین سویه کولسترول، کولسترول مجموعی، گلسیرید مجموعی و سویه شکر خون از ورید گوش این حیوانات یک مقدار خون اخذ می‌گردد.

رژیم این خرگوش‌ها از غذای تجارتي به یک رژیمی که ۳، ۰، ۲- فیصد کولسترول داشت، تغییر داده می‌شود. رژیم فوق توسط این حیوانات به مدت ۱۰-۱۲ هفته گرفته می‌شود. گروپ دیگر از این حیوانات به رژیم نورمال قرار داده می‌شود. بعد از ختم این دوره، خون این خرگوش‌ها جهت آنالیز لابراتواری گرفته شد و دیده می‌شود که سویه کولسترول و ترای گلسیرید نزد این حیوانات چندین برابر نسبت به حالت اولی افزایش پیدا کرده است. جهت آنالیز شریان ابهر این حیوانات را کشته و ابهر قفس سینه شان را بیرون نموده، انساج اطراف را پاک و به صورت طولانی قطع می‌گردد و به خاطر تثبیت ابهر از فورم الدیهاید استفاده می‌شود. انساج توسط روغن سرخ رنگ آمیزی می‌شود. فیصدی سطح انتیما که توسط ضایعات مثبت روغن سرخ پوش شده توسط (planimeter) وسیله اندازه‌گیری کمپیوتری محاسبه

می گردد و دیده می شود حیواناتی که توسط غذای نارمل تغذیه شده اند، در آن‌ها هیچ رنگ آمیزی دیده نمی شود، ولی آن‌های که توسط رژیم غنی از کولسترول تغذیه شده بودند، نزد آن‌ها رنگ آمیزی دیده می شود.

تغییرات روش

خروس‌ها از حیوانات مستعد به ایجاد اتیروسکلیروزس ناشی از رژیم‌های غنی از کولسترول هستند. هم‌چنان نزد این حیوانات می‌توان اتیروسکلیروزس را با دوزهای بلند ایستروجن و بدون گرفتن رژیم غنی از کولسترول ایجاد کرد (۸).

پیگن و همکارانش (۱۹۸۷) ضایعات مقداری اتیروسکلیروزس را در موش‌ها توصیف کردند. این حیوانات دارای ضایعات اتیروسکلیروزس در شریان ابهر نزدیک قلب خود بودند، بعد از دریافت رژیم غنی از کولسترول توسط این حیوانات به مدت ۱۴ هفته تغییر مذکور دیده می‌شود و پس از گذشت ۹ هفته دریافت این رژیم نزد این حیوانات ضایعات اتیروجنیک افزایش می‌یابد.

ارزیابی

یافته‌های ارزیابی به صورت انحراف معیاری (Standard division) بیان شده و ارزیابی احصائیوی توسط تست‌های Dunnett و یا Scheffes انجام می‌شود و مقدار $p < 0.05$ از نظری آماری معنی دار در نظر گرفته می‌شود.

۲. ارزیابی عملکرد اندوتیل در خرگوش‌های مبتلا به اتیروسکلیروزس

هدف و علت

تغذیه خرگوش‌ها با استفاده از غذاهای حاوی کولسترول باعث ایجاد اختلال در اندوتیل شده که این اختلال ناشی از استیل کولین به میان می‌آید. از این پدیده برای بررسی چگونگی تأثیر دواهای توسعه‌دهنده وعایی و هم‌چنان برای وقایه با ACE inhibitor می‌توان استفاده کرد (۵).

طرز العمل

برای این تجربه از خرگوش‌های سفید زیلانند جدید با وزن ۳-۴ کیلو گرام استفاده می‌گردد. برای این حیوانات رژیم غنی از کولسترول در نظر گرفته می‌شود. این رژیم حاوی ۱ فیصد کولسترول، ۳ فیصد روغن ناریال می‌باشد، گروه دیگر از حیوانات در این وزن برای شان رژیم استاندارد در نظر گرفته شده و از آن‌ها به عنوان شاهد یاد می‌شوند. بعد از گذشت چندین هفته، سویه کولسترول در گروه اول ۳۰-۴۰ میلی گرام فی دیسی لیتر و در گروهی که به عنوان شاهد قبول شده بود ۹۰۰-۱۰۰۰ میلی گرام فی دیسی لیتر افزایش می‌یابد. در ختم دوره تداوی این حیوانات درحالی که سودیم پینتوباریتال را از طریق وریدی

دریافت می‌کردند، از بین برده می‌شوند. نمونه از قسمت پروکسیمال شریان ابهر قفس سینه گرفته شد، طوری که شریان ابهر قفس سینه به حلقه‌های ۲ میلی متر عرض برش شده و در دو وسیله اندازه‌گیری حاوی ۲۵ ملی لیتر مواد بفری شامل ۷،۴ میلی مول NaHCO_3 ، ۲۰ میلی مول NaCl ، ۱۱۳،۸ میلی مول KH_2PO_4 ، ۱،۲ مول KCl ، ۵،۵ میلی مول glucose همراه ۹۵ فیصد آکسیجن، ۵ فیصد کاربن‌دای‌اکساید، در pH ۷،۴ معلق شدند و دو ساعت بعد از ایجاد یک تنش پایدار، نوراپی نفرین به مقدار قابل ملاحظه (1×10^{-8} مولر) به آن اضافه می‌شود که باعث ایجاد یک انقباض ایزوتونیک زیر حد اکثر پایدار می‌شود، بعداً استیایل کولین به اندازه ۱۰ برابر دوز افزایشی اضافه می‌شود. استرخای وابسته به غلظت ناشی از استیایل کولین در حلقه ابهر از خرگوش‌های حاوی کولسترویل بسیار مختل می‌شود، درحالی که انقباض به نوراپی نفرین فقط کمی کاهش می‌یابد.

ارزیابی

یافته‌ها توسط $\text{Mean} \pm \text{SEM}$ بیان می‌شود و با t -test Students برای یافته‌های غیر زوج مقایسه می‌شود. استفاده رژیم‌های غذایی غنی از کولسترویل باعث ایجاد اختلال در اندوتیل اوعیه شده که در این جا نقش استیل کولین نیز مهم است. از این گونه مودل‌ها برای بررسی تأثیرات ادویه توسعه‌دهنده وعایی و ادویه نهی‌کننده‌های انزیم تبدیل‌کننده انجیوتانسین استفاده می‌گردد. علاوه بر آن استفاده از بالون کتیتز نیز باعث آسیب اندوتیل و انتیما گردیده، تغییرات مشابه به اتیروسکلیروزس را نشان می‌دهد و از جمله حیواناتی که به این منظور استفاده می‌شود، خرگوش‌ها می‌باشند (۹).

۳. عکس‌العمل‌های انتیما پس از آسیب اندوتیل

هدف و علت

تلاش‌های زیادی برای آسیب رساندن به انتیمای حیوانات توسط دانشمندان مختلف صورت گرفته است. هدف از تلاش‌ها این بود که آن‌ها تشکل شحم و تغییرات انتیما که مشابه به اتیروسکلیروزس انسانی بود را مشاهده می‌کردند. یکی از تلاش انجام شده عبارت از تطبیق بالون کتیتز می‌باشد.

طرزاعمال

درین تجربه از خرگوش‌های مذکر زیلانند جدید با وزن ۲ - ۳،۵ کیلوگرام و موش‌های مذکر از نژاد Sprague- Dawley با وزن ۳۵۰ - ۴۰۰ گرم استفاده می‌گردد. نزد این حیوانات از Embolectomy Catheter (تطبیق کتیتز با استفاده از عمل جراحی) استفاده شده است. سایز این کتیتز برای خرگوش‌ها ۴ French و برای موش‌ها در حدود ۲ French در نظر گرفته می‌شود. برای انجام این تجربه، حیوانات مذکور انسیتیژی عمومی را دریافت کردند، کتیتز از شریان فیمورال طرف راست به قوس ابهر منتقل

می شود. پس از داخل شدن هوای اتاق در داخل کتیتر، این کتیتر به قسمت انشعاب Iliac (شریانی که قسمت‌های تحتانی بدن را خون‌رسانی می‌کند) کشیده شده، تخلیه شده و خارج می‌شود. بعد از یک‌جا کردن $[3H]$ Thymidine با DNA خرگوش یا موش صحرایی ۴۸ ساعت بعد از تطبیق بالون کتیتر ابهر این حیوانات اندازه‌گیری می‌شود و حیوانات ۴۵ دقیقه بعد از تزریق داخل وریدی $[3H]$ Thymidine کشته می‌شوند. قسمت انتیما، میدیا از بقیه ابهر توسط خراشیدن با فورسپس جدا می‌شود، فعالیت خاص $[3H]$ Thymidine در DNA پس از استخراج DNA در انساج Homogenate شسته شده با اسید پرکلوریک داغ تعیین می‌شود و DNA به روش Diphenylamine گفته می‌شود. برای بررسی تست‌های هستولوژیک و برای حیوانات ۲ هفته بعد از تطبیق بالون کتیتر به صورت داخل وریدی هیپارین ۵۰۰ یونت فی کیلوگرام تزریق می‌شود. سپس برای آنالیز کشته می‌شوند و بعداً Fixative (۲ glutaraldehyde) فیصد در بفر فسفات (۱،۰ مولر و ۷،۴ pH) با فشار ثابت ۱۰۰ ملی لیتر جیوه از طریق یک کنول کاروتید تزریق می‌گردد. درین حالت فشار ابهر در محل برای مدت ۶۰ دقیقه ثابت می‌شود. تکثر انتیما در ابهر فوقانی بطنی و در ابهر تحتانی بطنی و نیمه راه بین این نقاط اندازه‌گیری می‌شود.

ارزیابی

ترکیب کردن $[3H]$ Thymidine و تکثر انتیما بین حیوانات تحت معالجه با دوا و حیوانات شاهد مقایسه می‌شود.

در کنار مودل‌هایی که در فوق ذکر گردید انواع مودل‌های دیگر نیز وجود دارد که در این اواخر جهت انجام تحقیقات از آن‌ها استفاده می‌گردد. از آن جمله مودل‌سازی اتیروسکلیروزس در حیوانات اصلاح شده جنتیکی می‌باشد. مودل‌های حیوانی جنتیکی موجود تا به امروز می‌توانند تمام مراحل رشد پلاک را شبیه‌سازی کنند. این مودل‌ها فرصتی برای مطالعه پتوجنیز تشکیل قرحه، میکانیزم‌های آسیب‌پذیری پلاک و ارزیابی تخنیک‌های تداوی و تصویربرداری جدید فراهم می‌کنند. هر مودل از نظر پوتانشیل و امکانات کاربردی متفاوت است. درک خوب شباهت‌ها و تفاوت‌های بین مودل حیوانی و مریضی انسانی خیلی مهم است (۱۰). حیواناتی که به این منظور استفاده می‌شوند؛ شامل موش‌ها و خرگوش‌ها بوده که در تعداد زیادی از مودل‌های ارثی مریضی اتیروسکلیروزس استفاده می‌شوند.

اتیروسکلیروزس ناشی از تغییرات جنتیکی نزد حیوانات

چندین مودل حیوانات ترانس جنیک در دهه‌های گذشته ایجاد شده است. زیادتر درین تجارب از خرگوش‌ها و موش‌ها استفاده شده است. این مودل‌ها استفاده وسیع دارند که با حذف شدن APO-E تشریح می‌گردد، چون نزد این حیوانات آخذه‌های APO-E حذف گردیده است. بنابراین، سویه

کولسترول پلازما به صورت خودبخودی نزد این حیوانات بلند می‌رود. حتی می‌توانند که در جریان ۳-۴ ماه به طور منظم اتیروسکلیروزس را ایجاد کنند. دیده می‌شود که انکشاف اتیروسکلیروزس نزد این‌ها مشابه به اتیروسکلیروزس است که به صورت هستولوژیک نزد انسان‌ها به وجود می‌آید.

Walsh و همکارانش (۱۹۸۹) و Rubin و همکارانش (۱۹۹۱) جن اپولیپوپروتین A-1 انسان را در موش انتقال کردند و در نتیجه دیده شد که سویه HDL پلازما نزد این موش‌ها بلند شده است.

Linton و همکارانش (۱۹۹۳) وقتی که اپولیپوپروتین B48 و اپولیپوپروتین B100 انسان را به موش‌های که نزد آن‌ها آخذهای APO-E حذف گردیده بود و انتقال دادند، این حیوانات هایپرلیپیدیمی و اتیروسکلیروزس شدید را نشان دادند (۱۱).

۱. هایپرکولسترولیمی ارثی نزد موش‌ها

هدف و علت

این مدل توسط مولر و همکارانش در سال ۱۹۷۹ شرح داده شده است. هایپرکولسترولیمی نزد این حیوانات ناشی از کم کردن کتابولیزم شیلومایکرون و LDL است که در اثر کم کردن کتابولیزم این لیپوپروتین‌ها سویه آن‌ها در خون افزایش می‌یابد. از این مدل برای مطالعه دواهای کاهش‌دهنده شحم خون، به ویژه دواهای که برای کاهش غلظت پلازما از شیلومایکرون و LDL طراحی شده‌اند، استفاده می‌گردد.

۲. هایپرکولسترولیمی ارثی نزد خرگوش‌ها

هدف و علت

این مدل توسط Wantana و همکارانش در سال ۱۹۷۷-۱۹۸۰ تشریح گردید. خرگوش‌های که این مدل نزد آن‌ها تجربه شد، به نام WHHL یاد می‌شدند. بسیاری از دانشمندان این مدل را بالای حیوانات تجربه کردند، هدف مدل این بود که دانشمندان می‌خواستند چگونگی پیشرفت اتیروسکلیروزس و هم‌چنان تغییرات نسجی و وظیفوی شریان ابهر را بدانند. دیده می‌شود که در سن ۱۰-۱۴ ماهگی حیوانات هوموزایگوت (حالتی در انتقال صفات جنیتیکی که در آن لیل‌ها به صورت یک‌سان و خالص به ارث می‌رسد) یک پلک اتیروماتوز را نشان می‌دهند که به صورت ناهم‌آهنگ در سطح لومن ابهر توزیع شده است و کولسترول سیروم ۴۰۰-۶۰۰ میلی‌گرام فی دیسی لیتر افزایش می‌باشد.

مدل‌های حیوانی کوچک بیش‌تری در مورد میکانیزم اساسی ایجاد اتیروسکلیروزس اولیه فراهم کرده‌اند، اما به طور فزاینده‌یی استراتژی‌ها و ابزارهای تحقیقاتی جدید برای ترجمه این اکتشافات به پیش‌گیری و درمان بهتر اتیروسکلیروزس در انسان نیاز می‌باشد. چالش‌های کلیدی شامل درک بهتر پروسه‌های

اتیروسکلیروزس مؤخر، عوامل مؤثر بر بستر کرونری و انکشاف ابزار بیومارکر تصویربرداری قابل اعتماد برای نظارت بر اثرات دوا در انسان می‌باشد. مودل‌های حیوانی بزرگ کارآ اتیروسکلیروزس ممکن به مقابله با این مشکلات کمک کند. سال‌های اخیر شاهد پیشرفت‌های چشم‌گیری در ابزارهای ویرایش جین برای حیوانات بزرگ بوده‌ایم (۱۲).

۳. مودل‌های حیوانات بزرگ (خوک و پستانداران غیر انسانی)

اگرچه مودل‌های حیوانی کوچک بینشی در مورد میکانیسم که اتیروسکلیروزس را پیش می‌برند، ارائه کرده‌اند. استراتژی‌های بیشتر برای ترجمه این یافته‌ها به وقایه و تداوی بهتر اتیروسکلیروزس در انسان نیاز است. مودل‌های حیوانی بزرگ کارآ اتیروسکلیروزس ممکن برای مقابله با این چالش‌ها مفید باشد. در واقع، ترجمه دانش به‌دست آمده از مطالعات روی موش‌ها به توسعه دواهای اتیروسکلیروزس انسانی می‌تواند از ابزاری مانند مودل‌های خوک اتیروسکلیروزس استفاده کند. لذا نه تنها اثرات تداوی‌های دوايي اتیروسکلیروزس را می‌توان در چنین مودل‌ها مطالعه کرد، بلکه می‌توان نقاط پایانی تصویربرداری کلینیکی را نیز به‌عنوان ابزار رهنمایی برای آزمایش‌های کلینیکی فاز دوم ارزیابی کرد. ابزار ویرایش جینی برای حیوانات بزرگ امکان ایجاد خوک‌های کوچک اصلاح‌شده جینی را فراهم کرده‌اند که به اتیروسکلیروزس مبتلا می‌شوند و شباهت‌های زیادی به انسان‌ها از نظر تمایل به محل زخم و هستوپتالوژی دارند. به‌طور مثال، خوک‌های کوچک با بیان خاص کبدی D374Y-PCSK9 انسانی هایپرکولسترولیمی شدید و ایجاد ضایعات اتیروسکلروتیک پیشرونده را نشان می‌دهند. همراه با مودل‌های موجود اتیروسکلیروزس خوک که مبتنی بر جهش‌های خودبه‌خودی یا دیابت شدید هستند، چنین مودل‌ها ممکن رویکردهای جدیدی را برای تحقیقات ترجمه در اتیروسکلیروزس ارائه کنند. با این حال، کار با شادی‌ها سخت و بسیار تنظیم شده بوده و به مهارت‌های بسیار تخصصی در علوم آزمایشگاهی حیوانات نیاز دارد. بنابراین، این مودل‌ها زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. با این حال، چند سال پیش پستانداران غیر انسانی حذفی (Knock out) نیز ایجاد شده‌اند که ممکن علاقه به مودل‌های حیوانی بزرگ مبتلا به تصلب شرایین تسریع شده را تقویت کند (۱۳).

جدول ۱: مزایا و محدودیت‌های گونه‌های حیوانی پرکاربرد برای تحقیقات اتیروسکلیروزس (۱۳)

نوع	فواید	محدودیت‌ها	استفاده معمول
موش	اطلاعات صریح جینومی، دستکاری آسان جین، کم هزینه، پرورش آسان	میتابولیزم لیپوپروتئین با انسان متفاوت است. محل پلاک با مکان انسان متفاوت است. نمونه‌های حیوانی محدود برای مطالعه؛ مشکل در تحقیق اوعیه کرونر	بررسی عملکرد جین، مطالعات بر روی انواع سلول‌های خاص، مطالعات مسیر سیگنال دهی
خرگوش‌ها	تشکل خودبخودی پلاک، بیان CETP، پرورش آسان، امکان مانتیورینگ قرحات توسط سونوگرافی یا ام آر آی	خرگوش‌های همزاد که به راحتی به دست نمی‌آیند، اصلاح جین محدود است. کمبود لیپاز کبدی	مطالعه فارمکولوژیک
پستانداران غیر انسانی	پروسه آسیب‌شناسی انسان را حداکثر شبیه‌سازی می‌کند. تصویربرداری غیر تهاجمی امکان‌پذیر است	قیمت، مسایل اخلاقی و رفاهی، زمان طولانی مدل‌سازی	مطالعه فارمکولوژیک، مطالعه اجتماعی و رفتاری
خوک یا سگ	پروفایل لیپیدی مشابه بدن انسان، محل پلاک نزدیک به آن در انسان. تصویربرداری غیر تهاجمی امکان‌پذیر است	اصلاح جین محدود، قیمت، هزینه‌های تغذیه	مشاهده مداوم قرحات

CETP، پروتئین انتقال ایستر کولسترول.

همه مدل‌های تشریح شده اتیروسکلیروزس بر کولسترول خون به‌عنوان یک عامل محرک اصلی تکیه دارند و این یکی از محدودیت‌های حیاتی است؛ زیرا مریضی واقعی معمولاً چند عاملی است. در مطالعات آینده، گنجاندن سایر عوامل خطر اتیروسکلیروزس ممکن به مدل‌های بهتری از این مریضی پیچیده با اعتبار ترجمه بالاتر منجر شود. علاوه بر این، هدف قرار دادن تداوی کاهش لیپوپروتئین با کثافت پایین برای افراد در معرض خطر به دلیل فقدان روش‌های حساس تشخیصیه و خاص که بتواند اتیروسکلیروزس خاموش را قبل از رویدادهای کلینیکی تهدیدکننده‌ی حیات تشخیص دهد، چالش برانگیز است. برای حل این مشکل به مطالعات بیشتری نیاز می‌باشد (۱۴).

نتیجه‌گیری

اتیروسکلیروزس یک مرض التهابی مغلق است که اکثراً باعث حمله قلبی و سکتہ دماغی نزد افراد مستعد می‌شود. چون مرگ و میر ناشی از این مرض سالانه بسیار بلند است، ایجاب می‌کند که برای تداوی آن دواهای جدید با میکانیزم‌های مختلفه کشف شود. برای کشف دواهای جدید خصوصاً در مراحل ما قبل کلینیکی نیاز مبرم به مودل‌های حیوانی احساس می‌گردد. مودل‌های حیوانی زیادی برای اتیروسکلیروزس، توسط دانشمندان پیشنهاد شده است. این مودل‌ها توسط مواد کیمیاوی و تغییرات جنتیکی به وجود می‌آیند. از حیوانات مختلف در مودل‌های تحقیقاتی استفاده به عمل می‌آید، از بین آن‌ها زیادتر از موش‌ها و خرگوش‌ها، خوک و حتی شادی استفاده می‌گردد. دیده می‌شود که بیشترین استفاده را مودل‌هایی دارد که نزد موش‌ها با استفاده از تغییرات جنتیکی باعث ایجاد اتیروسکلیروزس نزد حیوانات می‌شوند.

1. Gisterå A, Ketelhuth DF, Malin SG, Hansson GK. Animal models of atherosclerosis—supportive notes and tricks of the trade. *Circulation Research*. 2022 Jun 10; 130(12):1869-87.
2. Kamal A. *Pathophysiology*. (2021) Sareer publications. 2(3); 120-124.
3. Getz, G. S., & Reardon, C. A. (2012). Animal Models of Atherosclerosis. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 32(5), 1104. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.111.237693>.
4. Animal models in atherosclerosis research. *Experimental and Molecular Pathology*, 1983 42(1), 1-28. [https://doi.org/10.1016/0014-4800\(85\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0014-4800(85)90015-2).
5. Zhang, Y., Fatima, M., Hou, S., Bai, L., Zhao, S., & Liu, E. (2021). Research methods for animal models of atherosclerosis. *Molecular Medicine Reports*, 24(6). <https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12511>
6. Emini Veseli B, Perrotta P, De Meyer GRA, Roth L, Van der Donckt C, Martinet W, De Meyer GRY. Animal models of atherosclerosis. *Eur J Pharmacol*. 2017 Dec 5; 816:3-13. doi: 10.1016/j.ejphar.2017.05.010. Epub 2017 May 5. PMID: 28483459.
7. Waqar, A. B., Koike, T., Yu, Y., Inoue, T., Aoki, T., Liu, E., & Fan, J. (2010). High-fat diet without excess calories induces metabolic disorders and enhances atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 213(1), 148-155. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2010.07.051>.
8. Emini Veseli B, Perrotta P, De Meyer GRA, Roth L, Van der Donckt C, Martinet W, De Meyer GRY. Animal models of atherosclerosis. *Eur J Pharmacol*. 2017 Dec 5; 816:3-13. doi: 10.1016/j.ejphar.2017.05.010. Epub 2017 May 5. PMID: 28483459.
9. Vogle HG. Drug discovery and evaluation: pharmacology assays.
10. Mushenkova, N. V., Summerhill, V. I., Silaeva, Y. Y., Deykin, A. V., & Orekhov, A. N. (2019). Modelling of atherosclerosis in genetically modified animals. *American Journal of Translational Research*, 11(8), 4614-4633. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6731422/>.
11. Poznyak, A. V., Bharadwaj, D., Prasad, G., Grechko, A. V., Sazonova, M. A., & Orekhov, A. N. (2021). Renin-Angiotensin System in Pathogenesis of Atherosclerosis and Treatment of CVD. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 6702. <https://doi.org/10.3390/ijms22136702>
12. Shim, J., Al-Mashhadi, R. H., Sørensen, C. B., & Bentzon, J. F. (2016). Large animal models of atherosclerosis--new tools for persistent problems in cardiovascular medicine. *The Journal of pathology*, 238(2), 257–266. <https://doi.org/10.1002/path.4646>.
13. Zhao, Y., Qu, H., Wang, Y., Xiao, W., Zhang, Y., & Shi, D. (2020). Small rodent models of atherosclerosis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 129, 110426. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110426>.
14. Mushenkova, N. V., Summerhill, V. I., Silaeva, Y. Y., Deykin, A. V., & Orekhov, A. N. (2019). Modelling of atherosclerosis in genetically modified animals. *American Journal of Translational Research*, 11(8), 4614-4633.
15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6731422/>.

د لوگر ولایت پر برکي برک ولسوالۍ د سیلابونو د اغېزو ارزونه

نامزد پوهنیار شریف الله پیروز^۱، پوهنیار کاوون سهاک^۲، پوهنیار مجیب الله مجیب^۳

^۱د پېښو د مدیریت ډیپارټمنټ، د چاپیریالي علومو پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان

^۲د چاپیریالي علومو ډیپارټمنټ، د چاپیریالي علومو پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان

^۳د طبیعي زیرمو ډیپارټمنټ، د چاپیریالي علومو پوهنځی، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان

ایمیل: sharifbuarki@gmail.com

لنډیز

سیلاب یوه طبیعي پېښه ده چې د ډیرو او دوامداره اوربښتونو، واورو ویلې کېدو او یا د دواړو د یو ځای کېدو په پایله کې رامنځته کېږي او د گڼو اقتصادي، ټولنیزو، چاپیریالي او روغتیايي ستونزو سبب کېږي. د دې څېړنې موخه په برکي برک ولسوالۍ باندې د سیلابونو د اغېزو ارزونه ده. د څېړنې میتود ساحوي بڼه لري او د پوښتنیايي پوسيله چې د ۱۴ معیاري پوښتنو ټولگه ده مالومات د نوموړې ولسوالۍ له ۲۷۰ تنو اوسیدونکو څخه راټول او د اکسیل پروگرام په وسیله تحلیل او تجزیه شويدي. پایله په ډاگه کوي چې نوموړې ولسوالۍ د لوگر په کچه له مرکز پل علم وروسته دویمه ولسوالۍ ده چې په زیاته اندازه نفوس یې د سیلابونو پر وړاندې زیانمن دی. د دې ولسوالۍ کرنیزې ځمکې، استوگنځایونه، څاروي، اوسېدونکي او مواصلاتي لاري د سیلابونو پر وړاندې زیاتي اغېزمنې دي او دې پایلې ته په کتو وړاندیز کېږي چې باید دولت د لوگر سیند په حریم کې د خلکو د مداخلې مخه ونیسي، ځنګلونه پرې نه شي او د سیلابونو پر وړاندې د خبرورکونې او وړاندوینې سیستمونه رامنځته کړي.

کلیدي اصطلاحات: سیلاب؛ اغېزې؛ ارزونه؛ برکي برک؛ د وړاندوینې سیستمونه

Assessing the Impacts of Floods on Baraki Barak District of Logar Province

Jr. Teaching Asst. Sharifullah Peroz¹, Jr. Technig Asst. Kawon Sahak², Jr. Technig Asst. Mujeebullah Mujeeb³

¹Department of Disaster Management, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

²Department of Environmental Sciences, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

³Department of Natural Resources, Faculty of Environmental Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: sharifbuarki@gmail.com

Abstract

Floods, natural occurrences stemming from heavy rainfall, snowmelt, or their combination, pose significant economic, social, environmental, and health challenges. The objective of this research is to evaluate the effects of floods on the Baraki Barak district. The research methodology employed is field-based, utilizing a questionnaire comprising 14 standardized questions. Data were collected from 270 district residents and analyzed using Microsoft Excel. Results indicate that Baraki Barak ranks as the second most vulnerable district to floods after Pul-e-Alam. Croplands, residential structures, livestock, habitation, and small connecting roads are particularly susceptible to flood damage. Based on these findings, it is recommended that the government take preventive measures to discourage human encroachment in the Logar River basin, implement initiatives to curb deforestation, and establish flood warning and forecasting systems.

Keywords: Flood; Impacts; Assessing; Baraki- Barak; Forecasting Systems

سريزه

په سيندونو کې د اوبو د کچې لوړېدل او د هغه وتل له اصلي لارې څخه په غير معمولي توگه چې د ټولنيزو، اقتصادي او چاپيريالي زيانونو لامل وگرځي د سيلاب څخه عبارت دی. اوبه که ډېرې شي د سيلاب او که کمې شي د وچکالي لامل کېږي (۱). بايد داسې مديريت شي چې د دواړو طبيعي پېښو د رامنځته کېدو سبب نه شي. له هغه وخت را هيسې چې انسانانو د ځمکې پر مخ ژوند پيل کړي، د بېلابېلو پېښو د رامنځته کېدو سبب هم شويدي. چې د ځنگلونو پرې کول يې يو تر ټولو ښه مثال دی چې په مستقيمه توگه د سيلابونو په رامنځته کېدو کې مهم رول لري (۲). افغانستان هغه هېواد دې چې د بېلابېلو طبيعي پېښو سره لاس او گريوان دی. چې مهمې يې له زلزلې، سيلابونه، ځمکښوېدنې، واورې ښوېدنې، وچکالي او شگلنو طوفانونو څخه عبارت دي. سيلابونه په افغانستان کې تر پينځو لسيزو مخکې له خطر څخه ډکې موسمي پديدې بلل شوي دي. دا چې سيلاب يوه طبيعي پېښه ده چې د دوامدارو، شديدو اورښتونو، واورې ويلې کېدو او يا د دواړو د يو ځای کېدو په پايله کې رامنځته کېږي (۱).

دا هېواد د هغو هېوادونو له ډلې څخه دی چې د سيلابونو پر وړاندې زيانمن دی. د ۳۴ ولايتونو له جملې څخه يې ۲۱ ولايتونه د سيلاب له گواښ سره مخامخ دي. سيلابونه په منځني ډول هرکال ۵۴ ميليونه ډالر مالي زيانونه دې هېواد ته اړوي. دا په داسې حال کې ده چې لوی سيلابونه له ۵۰۰ ميليونو ډالرو زيات زيانونه زيربناوو ته رسوي (۳). هغه اووه ورځني سيلابونه چې په ۲۰۱۸ او ۲۰۱۹ کال کې په هرات، کندهار، فراه، بلخ، سمنگان، تخار، کاپيسا، بغلان، بدخشان، بادغيس، غور، پنجشير، سرپل، غزني او پروان ولايتونو کې رامنځته شوی وو په پايله کې يې په سلگونو کسانو خپل ژوند له لاسه ورکړی او د ډيرو نورو د تپي کېدو لامل شويدي (۴). بل دا چې نه يوازې د څو لسيزو جگړو او وړانيو قرباني وو بلکې د طبيعي پېښو په وسيله هم ځپل شوی دی، چې سيلاب او وچکالي ورته د پام وړ زيان اړولی دی. هغه سيلابونه چې په ۲۰۰۵ او ۲۰۰۶ م کلونو کې په دې هېواد کې پېښ شول په زرگونو کورنۍ يې بې کوره کړې او کرنيزې ځمکې، اهلي حيوانات او زيرمې يې ويجاړې کړې (۱).

لوگر ولايت د هغو ولايتونو له ډلې څخه دی چې سيلابونه په کې په زياته پيمانه رامنځته کېږي. دا چې د نوموړي ولايت ۸۵ سلنه خلک په کرنه بوخت دي (۵). سيلابونه هم د کرنيزو ځمکو د تخريب لامل کېږي. په دې څېړنه کې د برکي برک په ولسوالۍ باندې د سيلابونه داغزو ارزونه ترسره شويده. په زيانمنو سيمو کې پخپل سر د کورونو جوړول، د ځنگلونو پرې کول، د چاپيريال تخريب، د ودانيو په جوړولو کې د انجنيزي سټنډرډونو ته نه پاملرنه، د سيندونو په حریم کې مداخله، شديد اورښتونه، بيچلی جغرافيوې جوړښت، او د عامه پوهاوي نشتوالی هغه لاملونه دي چې نوموړې ولسوالۍ يې د سيلابونو پر وړاندې زيانمنه کړيده (۶). او سيلابونه په کې د ډيرو مالي، ځاني، اقتصادي او کرنيزو زيانونو سبب شويدي.

شالید

سیلاب طبیعي پېښه ده. چې د مالي، ځاني، اقتصادي او کرنیزو زیانونو سبب کېږي (۷). په نړیواله کچه د نورو پېښو په نسبت له سیل څخه زیات خلک اغیزمن کېږي (۸). سیل د ۲۰۱۴م کال د اپریل میاشتې له ۲۴-۳۰ نېټې پورې د افغانستان په شمال کې (۱۰۰۰۰) کورنۍ او (۷۰۰۰۰) کسان په لسو شمالي، شمال شرقي او شمال غربي ولایتونو کې زیانمن کړل (۹). د یوې ارزونې په پایله کې معلومه شوه چې ۴۵۰ کسان مړه، ۲۱۴ زخمي او له ۸۰۰۰ زیات کورونه وړان شوي وو. څېړنې ښيي هغه سیلابونه چې (۱۸ اپریل ۲۰۲۰) میلادي کال په بغلان ولایت کې رامنځته شول د پام وړ ویجاړیو اومالي زیانونولامل شول (۱۰). په افغانستان کې د سیلابونو او د هغو د لاملونو په اړوند معلومات خورا کم دي، د نظارت سیستم شتون نلري او تر اوسه پورې د باران شدت په دقیق ډول ندی اندازه شوی. څېړنې ښيي چې اقلیمی بدلونونه په ځانگړي ډول د تودوخې لوړوالی او بې وخته بارانونه هغه څه دي چې په افغانستان کې د سیلابونو د پېښیدو سبب کېږي (۱۱). هغه څېړنې چې په ویتنام هېواد کې تر سره شوې ښيي چې له ۱۹۹۶ تر ۲۰۱۵ م کال پورې ویتنام په اسیا کې هغه هېواد وو چې ټایفون او سیلابونو زیات زیانمن کړی وو (۱۲).

سیلابونه د ډیرو انساني او ټولنیزو زیانونو لامل شوی وو. د ویتنام حکومت له سیلابونو سره د مقابلي لپاره جوړښتیزو اقداماتو، بندونو او خبرورکونې له سیستم څخه استفاده کوله. ولې وروسته په ډاگه شوه چې بنسټیزه ستونزه د سیلابونو د خطر ارزونې لپاره په ملي او سیمه ایزه کچه د چارچوب او خطر ارزونې میتودونو نشتوالی دی. چې وروسته بیا نوموړې ستونزې ته د حل په موخه چارچوبونه او د خطر ارزونې میتودونه رامنځته شول. یوه بله څېړنه ښيي چې کمبودیا د ویتنام گاونډی هېواد دی چې گډه پوله ورسره لري. لومړني کرنیز تولیدات یې وریجې او دوهم یې سبزیجات دي. په دې وروستیو کلونو کې یې د سختو سیلابونو له امله پاخه او خاورین بندونه، د اوبو د توزیع سیستمونه تخریب شول. کرنه او کورنۍ یې زیانمنې شوې، کورونه وړان شوي، مکتبونه، لارې، سړکونه، روغتونونه او ټولنیز بنسټونه یې تخریب او انسانان ووژل شول. چې له امله یې نوموړی هېواد د اقتصاد له ضعف، غذا کموالي، روغتیايي ستونزو او بالاخره د لوړې او فقر سره مخامخ کړ (۱۳).

موخې

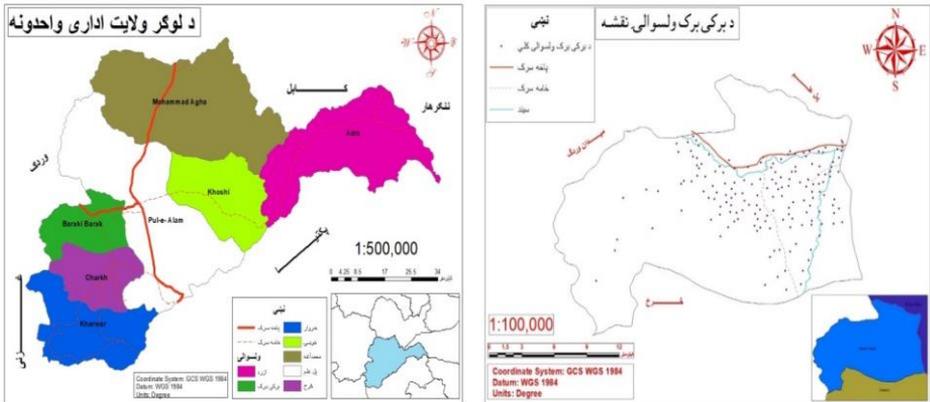
له دې څېړنې څخه هدف د سیلابونو پر وړاندې د برکي برک ولسوالۍ د زیانمنې کچې ارزونه ده. همدارنگه د هغو لاملونو پېژندل دي چې د سیلابونو پر وړاندې د نوموړې ولسوالۍ د زیانمنیدو لامل کېږي. او په نوموړې ولسوالۍ باندې د سیلابونو اغېزې ارزول کېږي تر څو ورته حل لارې ولټول شي.

د څېړنې کړنلاره

دا څېړنه د ساحوي څېړنې بڼه لري. چې د لوگر ولايت برکي برک ولسوالۍ کې ترسره شويده. د نوموړې ولسوالۍ نفوس ۹۷۴۷۱ تنو ته رسيږي. چې له ډلې يې له ۲۷۰ تنو څخه ۱۴ معياري پوښتنې د پوښتنپاڼې په بڼه تر سره شويدي. په پوښتنپاڼه کې په نوموړې ولسوالۍ کې د سيلابونو راوتلو لاملونه، اغېزې، ډير زيانمن قشر، د زيان کچه، له سيلاب تر مخه وړاندوينه، د تخليپ لپاره امن ځای او د دولت او ټولني لخوا د سيلابونو پر وړاندې اخيستل شوي گامونه په کې ځای پرځای شويدي. د څېړنې نتايج ۹۰ سلنه مطمئن او يواځې ۵ سلنه تيروتنې لري چې د مورگن فرمول پر اساس باندې نمونه گيری ترسره شوې. سربيره پر دې له کتابخانه اي مدارکو (مقالې، ژورنالونو، راپورونو او کتابونو) څخه هم په کې گټه اخيستل شوې. لاس ته راغلي معلومات د Excel او GIS برنامو په وسيله تحليل او تجزيه شويدي.

د څېړنې ساحه

د دې څېړنې ساحه د لوگر ولايت برکي برک ولسوالۍ ده. نوموړې ولسوالۍ د ۹۷۴۷۱ تنه نفوس او ۲۴۰ کيلو متر مربع مساحت درلودونکې ده.



لمړی انځور: د لوگر ولايت د اداري واحدونو او برکي برک ولسوالۍ نقشه (GIS)

د څېړنې پوښتنې

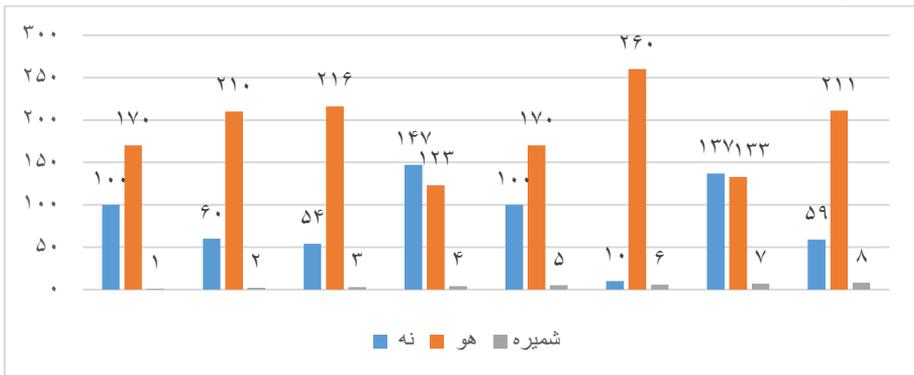
۱. په برکي برک ولسوالۍ باندې د سېلابونو منفي اغېزې څه دي؟
۲. په برکي برک ولسوالۍ باندې د سېلابونو د اغېزو لاملونه کوم دي؟
۳. په برکي برک ولسوالۍ باندې د سېلابونو اغېزو د کمونې او مخنيوي لپاره له کومو لارو چارو کار واخيستل شي؟

موندنې او مناقشه

د لوگر ولايت اقليمي او طبيعي جوړښت ته په کتو له يوشمېر طبيعي پيښو لکه وچکالي، غرښويدنې، ځمکښويدنې، واورې ښويدنې او زلزلو سره لاس او گريوان دی. چې د نوموړي ولايت زلزلې تر ډيره د

چمن- مقر له فعالې ماتې څخه رامنځته کېږي (۱۴). د نوموړي ولایت تاریخچې ته په کتو سیلاب هغه طبیعي پېښه ده چې وخت نا وخت په دې ولایت کې رامنځ ته کېږي. دغوايي (ثور) د میاشتې سیلابونه یې مشهور سیلابونه دي چې د پسرلي په موسم کې به رامنځته کېدل. ولې وروستيو څو کلونو کې د سیلابونو راوتلو موسم کې ښکاره بدلون راغلی او د جوزا، سرطان او اسد میاشتو کې د سیلابونو راوتلو گڼې ستونزې راولاړې کړې دي. په برکي برک ولسوالۍ باندې سیلابونو د اغېزو د ښې او هر اړخيزې ارزونې او د کره معلوماتو راټولولو په موخه مو یوه پوښتنیانه چمتو کړه چې په ۹۷۴۷۱ نفوس کې له ۲۷۰ تنو څخه ۱۴ معیاري پوښتنې د پوښتنیاني په بڼه ترسره شوي دي. د گواښ لاندې سیمو کې په خپل سر د کورونو جوړول، د ځنگلونو پرې کول، د چاپېریال تخریب، په غیر پلانی توگه د ودانیو جوړول چې په کې هیڅ ډول انجینری سندرودونه په نظر کې نه نیول کېږي، اقلیمی بدلونونه، د خلکو نه پوهاوی او د سیندونو په حریم کې د خلکو لاس وهنه، نوموړې سیمې ته د دولت نه پاملرنه او د سیمې پیچلی جغرافیوي جوړښت هغه لاملونه دي چې نوموړې ولسوالۍ یې د سیلابونو له گواښ سره مخامخ کړې ده (۱۴). د یادولو وړ ده چې نوموړې ولسوالی له مرکز پل علم څخه وروسته د لوگر په کچه دوهمه ولسوالۍ ده چې زیات نفوس لري. د سیلابونو پر وړاندې د نوموړې ولسوالۍ د زیانمنیدو کچه لوړه ده. د نفوس له ډلې یې ۱۲۰۶۶ تنه په ټیټه کچه، ۱۲۶۰۵ تنه په منځنۍ کچه او ۸۱۲۹ تنه په لوړه کچه د سیلابونو پر وړاندې زیان منونکي دي (۱۴). پر دې بنسټ ویلای شو چې له مرکز پل علم وروسته دوهمه ولسوالۍ ده چې په زیاته اندازه نفوس یې د سیلابونو له گواښ سره مخ دی. همدارنگه د نوموړې ولسوالۍ د ۲۴۰ کیلو متر مربع مساحت له جملې څخه یې ۱۸،۱ کیلومتر مربع له کم، ۲۰،۶ کیلومتر مربع یې له منځني او ۱۳،۴ کیلومتر مربع مساحت یې د سیلابونو پر وړاندې له زیات گواښ سره مخامخ دی (۱۴).

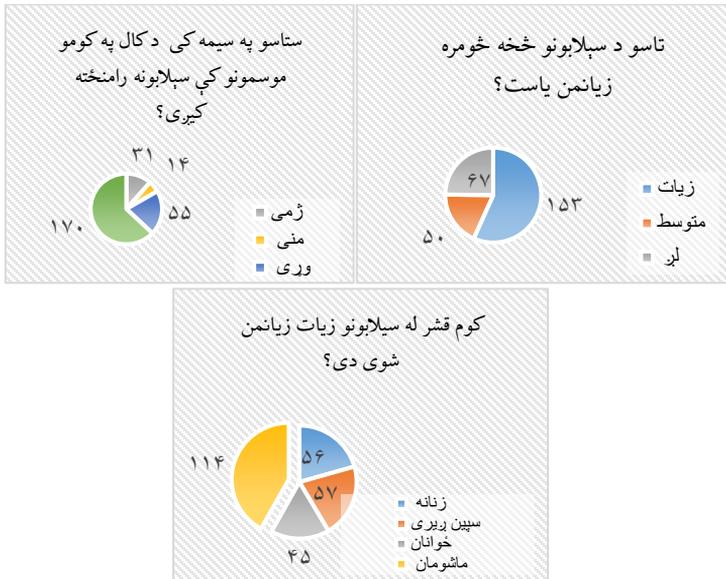
د پوښتنیاني تحلیل



لمړی گراف: په ترتیب سره د سیلابونو پېښیدل، له سیلابونو زیانمنیدل، عامه پوهاوی، د سیلابونو وړاندوینه، د سیلابونو پر مهال امن ځای، د سیلابونو پر وړاندې شخصي او دولتي کړنې او د دولت له لوري د ویجاړو شویو سیمو بیارغونه ښيي

په (۱) گراف کې په مجموعي ډول اته پوښتنې د برکي برک ولسوالۍ د وگړو له لوري ځواب شوي دي. لومړي پوښتنه چې ايا ستاسو په سيمه کې سيلابونه رامنځته کېږي ورته ۱۷۰ کسانو ځواب ويلي دي. دا د دې ښکارندويي کوي چې ډيری ځواب ويونکي د هغو سيمو اوسيدونکي وو چې د سيلابونو له گواښ سره مخ شوي وو په دې ولسوالۍ کې سيلابونه له مهمو پېښو شميرل کېږي چې هر کال د مړينې، تپي کېدنې، ورک کېدنې، بيخايه کېدنې او کرنيزو محصولاتو د له منځه تلو سبب کېږي. دوهمه پوښتنه دا ده چې له سيلابونو څخه زيانمن ياست په ځواب کې يې ۲۱۰ تنو ځواب ويلي مانا دا چې ډيری گډونوال له سيلابونو څخه زيانمن وو. هغو زيرمو ته چې زيان رسيدلی وو زياتره يې کرنيزې ځمکې، استوگنځايونه، څاروي او د تگ راتگ لارې وې. دريمه پوښتنه د عامه پوهاوي په اړه وه چې ۲۱۶ کسانو ورته د هو ځواب ويلي او دا په ډاگه کوي چې د نوموړې ولسوالۍ اوسيدونکي د سيلابونو اړوند پوهه لري، سيلاب پېژني، ورسره مخامخ شوي او په ټولنيزه توگه يې د مخنيوي پر وړاندې اقدامات هم ترسره کړي ولې په علمي او تخنيکي توگه يې د مديريت په لارو چارو نه پوهيږي. څلورمه پوښتنه د سيلابونو د وړاندوينې په هکله مطرح شوې چې گډونوالو له ډلې ۱۴۷ تنو ورته د نه ځواب ويلي او دا ښيي چې ډيری خلک د سيلابونو له وړاندوينې نه خبريږي او ځينې نور بيا ډيرو ابتدايي وسايلو ته د سيلابونو د وړاندوينې په موخه لاس رسې نه لري. پنځمه پوښتنه د سيلاب څخه د تخليي (ايستني) لپاره د کوم خوندي ځاي اړوند شوې چې ډيرو گډونوالو بيا ورته د هو ځواب ورکړي چې شمير يې ۱۷۰ تنو ته رسيږي. په کليوالو ټولنو کې زياتره خلک د پېښې پر مهال د غرونو، غونډيو، مکتبونو، جوماتونو، عمومي سالونونو، خپلوانو او د مخورو خلکو له کورونو څخه چې د سيلاب پر وړاندې خوندي وي يا په لوړه سيمه کې موقعيت ولري د تخليي لپاره گټه اخلي او خپل مال او اولادونه د سيلاب د پېښې پر مهال هلته بيايي. شپږمه پوښتنه د سيلاب پر وړاندې د شخصي اقداماتو په هکله ترسره شويده چې ډيری ځواب ويونکو ورته د هو ځواب ويلي مانا دا چې خلک په ټولنيزه توگه د سيلابونو څخه د مخنيوي، ځواب ورکونې او يا يې د گواښ کمونې لپاره په شخصي ډول کړنې ترسره کوي دا کار په ځانگړي ډول هغه ټولني هم په ښه ډول ترسره کوي او ترسره کولای يې شي چې د پېښې له گواښ سره لاس او گريوان وي هغه څېرې چې په ۲۰۱۸ م کال کې د هندوستان هېواد په جنوب غربي ايالت کيرالا کې ترسره شويدي ښيي چې د ټولنو گډون د پېښو مديريت په پروسو کې په ځانگړي ډول د ځواب ورکونې او بيارغونې په برخه کې خورا ارزښت وړ دي (۱۵). اوومه پوښتنه د دولت د کړنو او اقداماتو په اړه تر سره شويده چې د سيلابونو پر وړاندې يې په نوموړې ولسوالۍ کې ترسره کړيدي. له ډلې يې ۱۳۷ کسانو د نه ځواب ويلي ځکه چې دولت د سيندونو د حريم ساتنې لپاره د استنادي ديوالونو، کانکريټي ويالو، وړو بندونو کړنې سرته رسولي دي

ولې بیا هم په کافي اندازه ندي. او همدارنگه اتمه پوښتنه هم د دولت کړنو په اړوند ترسره شویده چې ایا د سیلابونو په وسیله وران او ویجاړ شوي ځایونه یې بیرته رغولي او کنه چې ډیری کسانو ورته د هو ځواب ویلی دي چې شمیر یې ۲۱۱ کسانو ته رسېږي. له سیلابونو وروسته ډیری ویجاړ ځایونه د دولت لخوا رغول شوي چې د لارو پر سر د پلونو ، عمومي لارو او استنادي دیوالونو څخه یادونه کولای شو.



دویم گراف: له سیلاب څخه د زیانمنیدو کچه، سیلابي موسم او له سیلابونو ډېر زیانمن قشر ښيي. په دویم گراف کې د سیمې له وگړو دري پوښتنې مطرح شويدي چې لومړی یې د سیلاب څخه د زیانمنیدو کچه ښيي چې لوړه ده او ډیری د سیمې وگړي د سیلابونو څخه زیانمن شويدي خو هغه څوک چې زیات زیانمن دي له هغو کورنیو څخه عبارت دي چې استوگنځایونه یې کرنزې ځمکې د سیند دواړو غاړو ته نږدې پرتې دي دا خلک د ژوند نور امکانات کم لري او ډیری یې په کرنه بوخت دي. فقر او په معیاري ډول د کورونو نه جوړول هم یو له هغو لاملونو څخه دی چې د وگړو د زیانمنیدو سبب کېږي. سیلابونه په پرمختللو او مخ پرودې هېوادونو کې هم یو له مهمو پېښو څخه شمیرل کېږي او همدارنگه په نړیواله کچه د ناروغیو او مړینې اصلي لامل هم دي (۱۶).

دویمه پوښتنه د سیلابي موسم اړوند ترسره شوې او په زیاته اندازه وگړو د اوږي موسم د سیلابونو د رامنځته کېدو اصلي موسم بللی دی. د نوموړې ولسوالۍ او په ټوله کې د لوگر ولایت د غوايي میاشتي اورښتونه ډیر مشهور دي چې په عامه اصطلاح ورته خلک ثوري بارانونه وايي کوم چې د ثور په میاشت کې رامنځته کېږي او د سیلابونو لامل هم کېږي خو اوس مهال د سیلابونو راتولو موسم هم تر ډیره بدلون کړی او دا سیلابونه د اقلیمي بدلونونو په پایله کې اوس د اوږي په موسم کې رامنځته کېږي او د خورا

زیاتو کرنیزو ځمکو د زیانمنیدو سبب کېږي. څېړنې ښيي چې اقلیمي بدلونونو د افغانستان د اوبو زیرمو، کرنې، ځنگلونو، ژوند بڼو او چاپیریال ته د پام وړ زیانونه اړولي دي (۱۶). هغه څېړنې چې په زیمبابوې هېواد کې تر سره شويدي په ډاگه کوي چې نوموړی هېواد له دوه ډوله سیلابونو سره مخامخ دی. یو سیمه ایز موسمي اوربنتونه دي چې په پایله کې یې اوبه د سیند له اصلي مسیر څخه زیاتیري او د سیلابونو سبب کېږي دویم ډول یې د سایکلون سره مل اوربنتونه دي چې د سیلابونو سبب کېږي ولې مهم او ډیر وړاندوینکی یې لومړی ډول دی چې د موسمي سیلابونو بڼه لري. او تر ډیره د جنوري او فبروري په میاشتو کې رامنځته کېږي چې د کال په اوږدو کې په دې میاشتو کې د اوربنتونو اندازه لوړې کچې ته رسیري (۱۷).

دریمه پوښتنه د هغو کسانو اړوند معلومات وړاندې کوي چې د سیلابونو پر مهال زیات زیانمن کېږي. دلته تر ټولو زیات زیانمن قشر ماشومان ښودل شوي دي. د ۲۷۰ تنو گډونوالو له ډلې ۱۱۴ تنو ماشومان زیات زیانمن ښودلي په دوهمه زیانمنه ډله کې سپین ږیري او په دریمه زیانمنه ډله کې ښځو ته یادونه شویده. دا درې ډلې چې پورته ورڅخه یادونه وشوه د زیانمنونکو ډلو څخه شمیرل کېږي او په مجموعي ډول یې د بدن وړتیا د پیښو پر وړاندې په ټیټه کچه وي. د یادولو وړ ده چې ماشومان له سیلابونو څخه په مستقیمه توگه ندي اغېزمن شوي ولې په غیر مستقیمه توگه ترې زیات اغېزمن شويدي. د دې اغېزو له ډلې یو هم په بېلابېلو ناروغیو د ماشومانو اخته کېدل دي چې نس ناستې، کولرا او تنفسی ناروغیو څخه یادونه کولای شو. هغه لاملونه چې د پیښو پر مهال د ماشومانو د زیانمنې سبب کېږي د بې ځایه کېدنې، بیروبار، نامناسب چاپیریال، د پاکو اوبو او د یوه سالم حفظ الصحوي سیستم د نشتوالی څخه عبارت دي (۱۸). سیلابونه په یوه سیمه کې اوسیدونکي ټول وگړي یو شان نه زیانمنوي. د زیان کچه د زیانمنې په کچه پورې تړلې ده معنا داچې زیاتره هغه وگړي زیات زیانمن کېږي چې د زیانمنې کچه یې لوړه وي. د حامله ښځو ژوند گواښي او په ماشومانو کې د رواني، فزیولوژیکي او تناسلي ناروغیو د ډیرېدو سبب کېږي (۱۹).

لمړی جدول: په ترتیب سره د سیلاب اړوند خبرتیا سیستم، زیاتې زیانمنې برخې او د سیلاب ډول په گوته کوي

شمیره	پوښتنې	راډیو	تلویزون	نور
۱	ستاسو په سیمه کې د سیلاب د خبرتیا په اړه، کومې رسنۍ رځنډه رول لوبولی دي؟	۵۲	۱۴۹	۶۹
۲	سېلابونه ستاسو د ژوندانه کومې برخې زیاتې تر اغېز لاندې راوستي؟	ټولنیز ژوند	کرهنیزی ځمکې	څاروی
		۴۵	۱۸۹	۳۸
۳	کوم ډول سېلاب زیات خلک زیانمن کړي دي؟	فصلی	ناڅاپی	
		۱۵۶	۱۱۴	

په لومړي جدول کې لاس ته راغلې پایلې ښيي چې په نوموړې ولسوالۍ کې د سیلابونو راوتلو اړوند معلومات د سیمې خلک په زیاته اندازه د ټلويزيونونو له لارې تر لاسه کوي چې ۱۴۹ کسانو غوره کړي دی په دویمه درجه کې بیا خلک له نورو خواله رسنیو خبریږي تر ټولو مهم یې د فیسبوک بېلابېلې رسمي پاڼې دي چې وخت پر وخت د اوبو او هوا، اورښت او همدارنگه د سیلابونو راوتلو په اړه مالومات خپروي او راډیو هم له سیلاب څخه د خلکو په خبرولو کې مهم رول لري چې تر ټولو ټیټه درجه کې راغلې ده مانا دا چې د ټکنالوژي په پرمختګ سره خلک اوس په کمه اندازه راډیو اوري. همدارنگه له سیلابونو څخه زیاتې زیانې برخې کومې دي د پوښتن پاڼې پایلې څرګندوي چې زیاتره خلکو یعنې د ۲۷۰ تنو ګډون کوونکو له ډلې یې ۱۸۷ تنو د سیلابونو پر وخت کرنیزې ځمکې او محصولات له لاسه ورکړي دي، ولې ټولنیز ژوند، څاروي او استوګنځایونه یې هم له ناوړه اغېزو خوندي ندي. د طلوع نیوز د راپور پر اساس کوم سیلابونه چې د لوګر ولایت په خوشې ولسوالۍ کې په ۲۰۲۲م کال کې رامنځته شوي وو ښيي چې په پایله کې یې ۲۰ تنه مړه شوي وو چې له ډلې یې ۹ تنه ښځې، ۹ تنه ماشومان او ۲ نور نارینه وو. همدارنگه ۳۰ تنه ټپیان او په زرګونو هکتاره کرنیزه ځمکه او په سلهاوو کورونه هم په کې تخریب شوي او له منځه تللي وو (۲۱). څېړنې ښيي کوم سیلابونه چې د ۲۰۱۴م کال په سپتمبر میاشت کې د پاکستان هېواد په پنجاب، گلګت بالتستان او ازاد جمو - کشمیر سیمو کې رامنځته شوي وو له یو ملیون هکتاره زیاته کرنیزه ځمکه او ۲۵۰۰۰۰ تنه بزګر ترې اغېزمن شوي وو (۲۰). دا چې کوم ډول سیلابونه زیات زیان خلکو ته اړوي پایلې ښيي چې موسمي سیلابونه له ناڅاپي سیلابونو زیات خطرناک دي او د نوموړې ولسوالۍ خلکو ته په درانه قیمت تمامیږي.

پایلي

سیلاب یوه طبیعي پېښه ده چې د ګڼو ستونزو سبب کېږي. برکي برک ولسوالۍ د سیلابونو پر وړاندې ډیره زیانمنه ده او له مرکز پل علم وروسته دویمه ولسوالۍ ده چې په زیاته اندازه نفوس یې د سیلابونو تر ګواښ لاندې دی. په دې ولسوالۍ کې د سیلابونو وړاندوینې لپاره کوم سیستم تر اوسه پورې شتون نلري. د نوموړې ولسوالۍ د ۲۴۰ کیلو متر مربع مساحت له جملې څخه یې ۱۸،۱ کیلومتر مربع له کم، ۲۰،۶ کیلومتر مربع یې له منځني او ۱۳،۴ کیلومتر مربع مساحت یې د سیلابونو پر وړاندې له زیات ګواښ سره مخامخ دی (۱۴). په زیانمنو سیمو کې پخپل سر د کورونو جوړول، د ځنګلونو پرې کول، د چاپېریال تخریب، د ودانیو په جوړولو کې انجینري ستندونو ته نه پاملرنه، د سیندونو په حریم کې مداخله، شدید اورښتونه، پېچلی جغرافیوي جوړښت، او د عامه پوهاوي نشتوالی هغه لاملونه دي چې نوموړې ولسوالۍ یې د سیلابونو پر وړاندې زیانمنه کړیده. سیلابونه بېلابېلې اقتصادي، ټولنیزې، چاپېریالې او صحي

ستونزې د نوموړې ولسوالۍ اوسیدونکو ته پېښوي. ماشومان، سپین ریري او ښځینه زیات تر اغېز لاندې راوړلي همدارنگه د څارویو، انسانانو، استوګنیزو کورونو او کرنیزو ځمکو د تخریب او له منځه تلو سبب هم کېږي. همدا د کرنیزو ځمکو تخریب د نوموړې ولسوالۍ اوسېدونکي د غذايي موادو د کمښت، ضعیف اقتصاد، فقر، بیکاری، بیخایه کېدنې او ناروغیو سره لاس او ګریوان کړيدي.

وړاندیزونه

۱. دولت باید د سیند په حریم کې د خلکو د مداخلې مخه ونیسي او د لوګر سیند حریم خپل اصلي حالت ته وګرځوي.
۲. د پېښو پر وړاندې د مبارزې ملي اداره باید د طبیعي پېښو په ځانګړي ډول د سیلاب پر وړاندې د خبر ورکونې او وړاندوینې سیستم رامنځته کړي تر څو خلکو ته پر وخت او کره مالومات ورسیري.
۳. دولت باید د سیلابونو پر وړاندې له کرهڼیزو سیمو د ساتنې پلانونه ترتیب او عملي کړي او همدارنگه د سیلابونو له اوبو څخه د ګټې اخیستې لپاره ستراتیژي جوړې کړي.
۴. دولت باید له سیلابونو څخه په زیان منونکو سیمو کې په خپل سر د ودانیو جوړولو مخه ونیسي.

1. Flooding In Afghanistan: A Crisis E. Hagen 1,2 * And J.F. Teufert 1 1. 2009;179–80.
2. Gentry Ah, Lopez-Parodi J. Deforestation And Increased Flooding Of The Upper Amazon. Science (80-). 1980;210(4476):1354–6.
3. Mena R, Hilhorst D. The (Im) Possibilities Of Disaster Risk Reduction In The Context Of High-Intensity Conflict: The Case Of Afghanistan. Environ Hazards. 2021;20(2):188–208.
4. Afghanistan Disaster Risk Reduction Strategy In Sendai Framework. Smdm. 2018;
5. Burian P, Macek R, Krepl Vr. Letter To The Editor Concept Of Agriculture Development In Logar Province , Afghanistan. 2010;43(4):366–72.
6. Rafiq F, Ahmed S, Ahmed S, Khan Aa. Urban Floods In India. 2016;(January).
7. Doocy S, Daniels A, Murray S, Kirsch Td. The Human Impact Of Floods: A Historical Review Of Events 1980-2009 And Systematic Literature Review. Plos Curr. 2013;5.
8. Mccallum I, Liu W, See L, Mechler R, Keating A, Hochrainer-Stigler S, Et Al. Technologies To Support Community Flood Disaster Risk Reduction. Int J Disaster Risk Sci. 2016;7(2):198–204.
9. Cross Cr, Cross Cr. After Action Review Of Dref Operation # Mdrafo02 – Afghanistan Floods And Landslide (2014). 2014;(September).
10. Fiddes J, Fiddes J. Flood And Drought - The Afghan Water Paradox Flood And Drought - The Afghan Water Paradox.
11. Development I. Socio-Economic Impacts Of Climate Change In Afghanistan A Report To The Department For International Development. 2009;
12. Luu C, Tran Hx, Pham Bt, Al-Ansari N. Framework Of Spatial Flood Risk Assessment For A Case Study In Quang Binh Province , Vietnam. 2020;1–17.
13. Le-Huu Etjzt. Cbdrrm And Poverty Reduction. 2007;35.
14. Andma. Afghanistan Disasters Risk Atlas. 2019;276.
15. Joseph Jk, Anand D, Prajeesh P, Zacharias A, Varghese Ag, Pradeepkumar Ap, Et Al. Community Resilience Mechanism In An Unexpected Extreme Weather Event: An Analysis Of The Kerala Floods Of 2018, India. Int J Disaster Risk Reduct. 2020;49:101741.
16. Imehrad At. Assessment Of Climate Change Impacts On Environmental Sustainability In Afghanistan. In: E3s Web Of Conferences. Edp Sciences; 2020. P. 1001.
17. Igwimbi P. The Effectiveness Of Early Warning Systems For The Reduction Of Flood Disasters: Some Experiences From Cyclone Induced Floods In Zimbabwe. J Sustain Dev Africa. 2007;9(4):152–69.
18. Charter H, Response D. The Sphere Project [Internet]. Vol. 1, Response. 2011. 402 P. Available From: www.practicalactionpublishing.org/sphere
19. Mallett Lh, Etzel Ra. Flooding: What Is The Impact On Pregnancy And Child Health? Disasters. 2018;42(3):432–58.
20. Rehman A, Jingdong L, Du Y, Khatoon R, Wagan Sa, Nisar Sk. Flood Disaster In Pakistan And Its Impact On Agriculture Growth (A Review). Environ Dev Econ. 2016;6(23):39–42.