

شاپا: ۴۲۵۵-۲۵۸۸
فصلنامه علمی مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار
سال چهارم، شماره ۲ (پیاپی: ۱۲)، تابستان ۱۳۹۹

مطالعات محیط زیست منابع طبیعی و توسعه پایدار

مروری بر ویروس های گیاهی و حشرات ناقل آن ها
محمد حیدری، حسنعلی واحدی، هادی خاطری

ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه زیست محیطی
شرکت سیمان لارستان (از نظر آلودگی هوا) با
استفاده از روش های William Fine و TOPSIS
یعقوب آشنا، ایرج محمد فام، مریم کامیاب

بررسی حوادث هسته ای در راکتورهای نسل جدید
علی اشرف باقری، کوثر زاهدی لاله دشتی

نقش مالی اقلیم در رشد اقتصادی و توسعه
پایدار
میلاذ شاهواروقی فراهانی



نشریه

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: منیژه ملائی

زیر نظر شورای سردبیری

مدیر اجرایی: معصومه دانش

اعضای شورای علمی و داوری تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

- دکتر محمدجواد امیری، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
- دکتر ماندانا بی مکر، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان
- دکتر حمیدرضا حاجی قنبر، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
- دکتر مهرناز حاتمی، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر جهانگیر خواجه علی، عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
- دکتر محمد رفیعی الحسینی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد
- دکتر محمدکاظم سوری، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
- دکتر محمدحسن صالحی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد
- دکتر عنایت عباسی، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
- دکتر مصطفی قاسمی، هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین
- دکتر منصور قربانپور، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر سعید کریمی، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
- دکتر داود کولیوند، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان
- دکتر محمد مشاری، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
- دکتر رضا معصومی، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان
- دکتر مهنوش مقدسی، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر علی اصغر مقدم، عضو هیئت علمی دانشگاه رازی کرمانشاه
- دکتر زهرا مینوش سیاوش حقیقی، عضو هیئت علمی دانشگاه رازی
- دکتر اکبر نیکخواه، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان

فراخوان پذیرش مقاله:

نشریه «مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار» توسط موسسه مطبوعاتی مطالعات کاربردی شباک و با همکاری علمی اساتید برجسته دانشگاه‌های کشور به انتشار مقالات علمی در زمینه حسابداری و اقتصاد می‌پردازد. از این رو از تمام اساتید، صاحب نظران، کارشناسان، دانشجویان و پژوهشگران دعوت می‌شود با ارسال مقالات علمی خود از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.ENSJ.ir در پربارتر کردن این نشریه، ما را یاری نمایند.

برای ارسال مقاله کافی است تا در وبسایت ثبت نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید.

محورها و موضوعات پذیرش مقاله:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| • مهندسی کشاورزی | • مهندسی اقتصاد کشاورزی |
| • منابع طبیعی، مرتع و | • علوم باغبانی |
| • آبخیزداری | • ترویج و آموزش کشاورزی |
| • جنگل و صنایع چوب | • علوم خاک |
| • شیلات | • علوم دام و طیور |
| • محیط زیست | • مهندسی صنایع غذایی |
| • مدیریت مناطق بیابانی | • مکانیزاسیون کشاورزی و |
| • آبیاری و زهکشی | • مکانیک بیوسیستم |
| • زراعت و اصلاح نباتات | • توسعه روستایی |

نشانی: کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری، کوچه شهید سبحانی، پلاک ۲۸، واحد ۴
کدپستی: ۳۱۴۳۹۵۳۵۹۵
www.ENSJ.ir
@Shij.journals@gmail.com

چاپ

نشانی: تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۳۹۳
انتشارات هنر و علوم دانشگاهی، تلفن: ۰۲۱ ۳۳۸۴۰۷۹۲

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	مروری بر ویروس‌های گیاهی و حشرات ناقل آن‌ها محمد حیدری، حسنعلی واحدی، هادی خاطری
۱۱	ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه زیست‌محیطی شرکت سیمان لارستان (از نظر آلودگی هوا) با استفاده از روش‌های William Fine و TOPSIS یعقوب آشنا، ایرج محمد فام، مریم کامیاب
۲۳	بررسی حوادث هسته‌ای در راکتورهای نسل جدید علی اشرف باقری، کوثر زاهدی لاله دشتی
۳۱	نقش مالی اقلیم در رشد اقتصادی و توسعه پایدار میلاذ شاهواروقی فراهانی

مروری بر ویروس‌های گیاهی و حشرات ناقل آن‌ها

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۱۲

کد مقاله: ۲۴۰۷۱

محمد حیدری^۱، حسنعلی واحدی^{۲*}، هادی خاطری^۳

چکیده

ویروس قطعه‌ای از نوکلئیک اسید است که درون یک پوشش پروتئینی محصور شده و اطلاعات ژنتیکی آن‌ها کم‌وبیش در سه پروتئین ویروسی خلاصه شده و اندازه آن‌ها بسیار کوچک که با میکروسکپ الکترونیک و یا اشعه ایکس قابل‌رؤیت هستند. تا کنون در مجموع ۶۵۹۰ گونه ویروس متعلق به ۱۶۸ خانواده کشف و شناسایی شده است. از این تعداد بیش از ۲۰۰۰ گونه که در بیش از ۲۱ خانواده قرار دارند، ویروس گیاهی هستند. اغلب ویروس‌های گیاهی برای زنده ماندن و انتشار خود به حشرات ناقل وابسته هستند. هفت راسته از ۳۲ راسته حشرات، جزء ناقلین ویروس‌های گیاهی هستند. حدود ۸۰٪ حشرات ناقل دارای قطعات دهانی زنده‌مکنده و متعلق به نیم بالان هستند. این حشرات ویروس‌های گیاهی را به روش‌های مختلف از میزبان آلوده به میزبان غیرآلوده منتقل می‌کنند. در این مقاله مختصراً رابطه ویروس و حشره ناقل، رابطه تعاملی و تکاملی ویروس و گیاه میزبان و علائم بیماری‌های ویروسی گیاهان زراعی نیز توضیح داده می‌شود.

واژگان کلیدی: بیماری‌های گیاهی، میکروارگانیسم‌ها، محصولات زراعی، خسارت اقتصادی

۱- استاد سابق مبارزه بیولوژیک، دانشگاه لندن و مسئول تولید انبوه پرازیتوئیدها و شکارگران شپشک‌های نباتی وایاگز انگلستان

۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه (نویسنده مسئول) Vnassah@yahoo.com

۳- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۱- مقدمه

ویروس‌شناسی در چند دهه اخیر با پیشرفت‌های علم ژنتیک موکولی و مهندسی ژنتیک در شناسایی و استفاده بهینه از ویروس‌ها در کشاورزی، بهداشت و درمان و موارد بسیار دیگر قدم‌های بسیار مؤثری برداشته است. امید می‌رود که در دهه‌های آینده بسیاری از مسائل پیچیده مبتلابه امروزین را در مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی و به‌ویژه در رابطه با سلامت و طول عمر بشر و درمان بیماری‌های صعب‌العلاج را قابل حل و از آزمایشگاه‌ها و کلینیک‌ها خارج و در دسترس عامه مردم قرار دهد. مثلاً ژن درمانی یکی از دست‌آوردهای خیره‌کننده علوم مذکور در درمان پیری، در میکانیزم فرسودگی ماهیچه‌های قلب، عروق و اعصاب، پیشگیری و معالجه بیماری‌های صعب‌العلاج مانند سرطان و غیره از این دست آورده است (Peaper and Landry, 2014). امید می‌رود به‌زودی وارد تمام شئون زندگی انسان گردد. باید متذکر شد که هنوز ما در پگاه علم ژنتیک موکولی و مهندسی ژن به‌ویژه در ویروس‌ها هستیم و دلیل ما در این شاخه از علم حیات، فقدان دانش و آگاهی مطلوب در ساختمان ژنی و احتمالاً متابولیسم منحصر به فرد ویروس‌ها به دلیل وابستگی و تکثیرشان به سلول‌های میزبان است.

موتاسیون یا جهش‌های ژنی نوعی تغییرات ژنتیکی است که به‌طور اتفاقی و یا اجباری در ژنوم ویروس‌ها رخ می‌دهد و باعث تغییرات در اطلاعات ژنتیکی ویروس‌ها می‌شود و سپس به‌طور بادوام در نسل‌های بعدی ظاهر می‌شود. معمولاً موتاسیون بسیار نادر است و احتمالاً از بین میلیون‌ها سلول در یکی از آن‌ها ظاهر می‌گردد. متأسفانه موتاسیون‌های اجباری تحت عوامل و آلودگی‌های محیطی مانند آلودگی‌های شیمیایی و آلیشگرهای ناشی از کارخانجات و نیروگاه‌های اتمی و اشعه‌های مرگبار آن‌ها که بطور تصادفی یا عمدی محیط بسیار زیبای خدادادی ما را می‌آلودند و حتی مواد پاک‌کننده و ضدعفونی‌کننده‌ها در بیمارستان‌ها، محیط کار تا آشپزخانه‌های هتل‌ها، رستوران‌ها و منازل و موارد دیگر رخ می‌دهد. که ممکن است مصیبت‌های عیدیه و ناخواسته‌ای را سبب شوند که همه به دست این موجود دو پا، انسان به ارمغان آورده می‌شود.

هنوز منشأ تکاملی ویروس‌ها مورد بحث عالمان بیولوژی است. برخی ریشه آن‌ها از تکامل باکتریایی و عده‌ای اصلاً هرگونه ارتباط تکاملی از باکتری‌ها را رد می‌کنند. درحالی‌که عده‌ای دیگر احتمال می‌دهند از قطعات دی‌ان‌ای یا پلاسمیدها بوده که قادر به جابجایی در بین سیتوپلاسم سلول‌ها و یاخته‌های موجودات می‌باشند. از ماشین سنتز سلولی آن‌ها برای تکثیر و انتشار حداکثر استفاده را می‌کنند و قادر به موتاسیون و تکامل در سلول‌های میزبان هستند (Dimmock et. al., 2007; Awata et. al., 2020 and Domibgo, 2020). هر چند که بسیار ریزند، بشکن بین چه تیزند. آن‌ها به دلیل ماهیت عفونی‌شان، باعث بیماری و خسارات مالی و جانی به انسان، دام، گیاهان و موجودات زنده دیگر می‌شوند. علیرغم این مضار فواید هم در تولید واکسن‌های بی‌خطر (یا کم خطر) و ارزان بر علیه بیماری‌های خطرناک و کشنده انسان و دام می‌کنند (Grill et.al., 2005 and Tiwari et. al., 2009).

۲- انواع ویروس‌ها

ویروس‌ها انواع مختلف موجودات زنده اعم از حیوانات، گیاهان و میکروارگانیسم‌ها، از جمله باکتری‌ها را آلوده می‌کنند. عموماً ویروس‌ها بر اساس میزبان به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند (Koonin et. al., 2006).

(۱) ویروس‌های حیوانی

(۲) ویروس‌های باکتریایی

(۳) ویروس‌های گیاهی

۲-۱- آشنایی با ویروس‌های گیاهی^۱

در کل ویروس‌ها شامل ۶۵۹۰ گونه، ۱۴۲۱ جنس و ۱۶۸ خانواده هستند (Walker, et. al., 2020 and ICTV., 2020). تاکنون بیش از ۲۰۰۰ گونه ویروس گیاهی که به ۲۱ خانواده و ۸ جنس (که جایگاه خانوادگی آن‌ها هنوز تعیین نشده) (۲) تعلق دارند. بسیاری از این ویروس‌ها باعث بیماری‌های مهم گیاهان زراعی می‌شوند (Hull, 2009, 2014, Saha et. al., 2010 and Walker, et. al., 2020). در مجموع ده نوع مهم ویروس که به گیاهان زراعی خسارت اقتصادی وارد می‌کنند شامل ویروس موزائیک تنباکو، ویروس پژمردگی گوجه فرنگی، ویروس پیچیده گی زرد برگ گوجه فرنگی، ویروس موزائیک خیار، ویروس Y سیب زمینی، ویروس موزائیک کلم، ویروس موزائیک کاساوا آفریقایی، ویروس آبله‌ای آلو، ویروس موزائیک جaro

1- Replenish to plant Virology

2- Unassigned genera

علفی و ویروس X سبب زمینی هستند (Scholthof et. al., 2011 and Hosseinzadeh et. al., 2012b). بسیاری از ویروس‌ها در حیات وحش بر روی گیاهان غیر زراعی هنوز نا شناخته مانده اند.

بطور خلاصه یک ویروس ساده قطعه ای از نوکلئیک اسید است که درون یک پوشش پروتئینی محصور شده و اطلاعات ژنتیکی آن‌ها کم‌وبیش در سه پروتئین ویروسی خلاصه شده و اندازه آن‌ها بسیار کوچک که فقط با میکروسکپ الکترونیک و یا أشعه ایکس قابل رؤیت هستند. اندازه تقریبی ویروس‌ها از ۲۰-۳۰۰ نانومتر^۱ متغیر است. امروزه ویروس‌های بزرگتری با کمک میکروسکپ الکترونیک تشخیص داده اند. ویروس‌ها پارازیت اجباری هستند و برای تکثیر به ماشین سلولی و سنتز میزبان نیاز دارند. به عبارت دیگر سیستم تکثیر و تولید میزبان را به نفع خود تغییر می‌دهند و کارگاه پروتئین سلول، پروتئین و آنزیم‌های آن را بنفع خود به کار می‌گیرند. چون قادر نیستند بدون داشتن میزبان از خودشان تکثیر یا شبیه سازی کنند. ویروس‌ها در خارج از میزبان فاقد فعالیت هستند. از این‌رو برخی از دانشمندان آن‌ها را جزء موجودات زنده نمی‌دانند (Domibgo, 2020). اکثر موجودات زنده مانند حیوانات، گیاهان و میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچ‌ها و باکتری‌ها قادر به میزبانی ویروس‌ها هستند. اکثر ویروس‌ها فقط آلیشگر یک نوع میزبان هستند.

اولین بار محقق در دانشگاه کالیفرنیا-پرکلی بنام استانیلی در سال ۱۹۳۵، ویروس موزاییک توتون^۲ را که خسارت اقتصادی آن به بیش از شصت بلیون دلار در سال بر آورده شده بود، خالص و موفق به دریافت جایزه نوبل شد. در تاریخ ویروولوژی، ویروس‌ها موجوداتی خطرناک برای سلامتی انسان، دام و گیاهان معرفی شده اند. ولی با توسعه دانش بیولوژی ماکولی نشان داده شده که از آن‌ها می‌توان در بیومدیسین و بیوتکنولوژی، به‌ویژه در نانو تکنولوژی بر اساس پروتئین‌های آن‌ها در زیست پزشکی، شیمی دارویی، در مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و تولید مواد بیولوژیکی استفاده شایانی بعمل آورد (Grasso et. al., 2013). خداوند همه چیز را نکو آفریده و این انسان دو پا بنام اشرف مخلوقات است که با دخالت‌های نابکار خود این تعادل زیبای حاکم بر جهان را مختل کرده و نهایتاً خودش اولین دریافت کننده زیان بار ناشی از این دخالت‌های بی‌مورد است.

۳- خصوصیات و ساختمان ویروس‌ها

ساختمان ظاهری و ساده ویروس‌ها کم‌وبیش شبیه بهم است. قطعات ویروسی (ویریون) از دو قسمت اصلی: ژنوم از جنس نوکلئیک اسید و جلد حفاظتی پروتئینی تشکیل شده است. برخی از ویروس‌ها بوسیله یک پاکت حفاظتی^۳ از جنس لیپوپروتئین و پلی سکارید پوشیده شده اند. ویروس‌ها بسیار ریزند و با میکروسکوپ‌های نوری دیده نمی‌شوند. میکروسکوپ‌های الکترونیک یکی از بهترین وسائل است که می‌شود آن‌ها را ملاحظه کرد و پی به ساختمان آن‌ها برد. مثلاً ویروس موزاییک میله ای و واستوانه ای تنباکو با طول و عرض تقریبی ۱۸x۳۰۰ نانومتر که دارای یک ژنوم RNA که خود حاوی ۶۴۰۰ نوکلئوتید با ۲۱۳۰ کپی پوشش پروتئینی (با زیر واحد پروتئینی یکسان) است (Gergerich and Dolja, 2006; Steinmetz and Manchester, 2009). قطعات ایزومتریکی ویروسی نوعی ساختمان ویروسی است که اکثراً فاقد پوشش پاکتی هستند. ژنوم ویروس‌ها از جنس اسید نوکلئیک هستند که بخاطر آن ویروس‌ها را در دو باند RNA و DNA قرار می‌دهند. غالباً دارای یک باند ژنوم RNA و یا DNA هستند. گاهی هم حاوی دو باند dsRNA^۴، ssDNA^۵ و dsDNA و نمونه معروف آن ویروس موزاییک تنباکو است، گاهی اوقات ژنوم ویروس‌ها از یک غلاف پروتئینی بنام کاپسید که از کاپسوم‌های متعدد که از جنس پلی پپتید ساخته شده پوشیده شده‌اند و اتصال ویروس را به رستپورهای خارجی یاخته‌ها و سلول‌های میزبان تسهیل می‌کنند. معمولاً طرز چینش کاپسوم‌ها شکل کلی ویروس را مشخص و مهندسی می‌کند که برای هر ویروس ثابت است. کپسیدها ویروس را از تأثیر سوء عوامل خارجی حفظ می‌کنند. ویروس‌ها عموماً فاقد ساختمان سلولی و عاری از هرگونه فعل و انفعالات شیمیایی و متابولیسم هستند. معمولاً سلول‌های جانوری و گیاهی از پذیرش آن‌ها خوداری می‌کنند. ولی برخی ویروس‌های آشنا را پذیرا هستند. وقتی ویروس با غشاء سلول ناقل تماس پیدا کند، گیرنده‌ها (رستپورها)^۶ سبب جذب و اتصال ویروس شده است. به این صورت شروع یک عفونت پایه گذاری می‌شود.

ویروس‌های ناقص آنهایی هستند که بدون ویروس یا پروتئین کمک کننده قادر به تکثیر نبوده و قادرند تکثیر ویروس‌های معمولی را مختل کنند. از این‌رو در بهبود بیماری‌های ویروسی میتوان از آن‌ها کمک گرفت.

1- $1 \text{ nanometer to meters} = 0.0000000010 \text{ m}$: $1000 \text{ nm} = 1 \mu\text{m}$ یک بیلیونیم متر: نانومتر

2- Tobacco mosaic virus (TMV)

3- Envelope

4- Double-stranded (ds) RNA

5 - Single-stranded (ss) DNA

6- Receptors

باکتریوفازها گروه دیگری از ویروس‌ها هستند که در داخل سلول باکتری‌ها زندگی می‌کنند و پس از تکثیر باعث مرگ باکتری می‌شوند. هر باکتریوفاز فقط در بدن یک باکتری زندگی می‌کند. هر باکتری، باکتریوفاز مخصوص به خودش را داراست و امروزه در پزشکی سعی می‌شود از آن‌ها بر علیه باکتری‌های مقاوم و ضد عفونی بیمارستان‌های آلوده به باکتری‌های ام.آر.اس.^۱ استفاده کنند. انتقال ویروس‌های گیاهی بوسیله تماس، بذرها، آلوده و ناقلین انجام می‌شود که در این میان حشرات ناقل ویروس‌ها رل بسیار مهم و کلیدی در انتقال و تکثیر ویروس را از گیاهان آلوده به گیاهان فاقد ویروس، اشاعه و انتشار سریع آن دارند. جالب است بدانیم که انتقال ویروس بوسیله ناقلین یک انتقال ویژه اختصاصی است. مثلاً شته‌ای که ویروس خاصی را منتقل می‌کند قادر به انتقال ویروسی که بوسیله سفید بالکان منتقل می‌شود نیست و یا شته سبز هلو قادر به انتقال بیماری‌های ویروسی منتقله از کنه های اریوفید نیست. درحالی که همه این ویروس‌ها شباهت خاصی نسبت به هم دارند.

حشرات بزرگترین و مهمترین گروه انتقال دهنده ویروس‌های گیاهی هستند. هر چند کنه ها، نماتد ها و قارچ ها نیز ناقل این ویروس ها محسوب می شوند. هفت راسته از ۳۲ راسته حشرات، جزء ناقلین بیماری‌های ویروسی هستند که ۸۰٪ حشرات ناقل دارای قطعات دهانی زنده-مکنده و متعلق به نیم بالان^۲ هستند. در این میان سهم شته ها و سفید بالکان ۵۰٪ است که بیش از ۵۰۰ ویروس گیاهی را منتقل می‌کنند. بطور کلی ۳۰۰ گونه از نیم بالان، ۳۰ گونه از تیزانوپترا (تریپس ها) و در بین حشرات دیگر از قاب بالان ۳۰ گونه، راست بالان ۱۰ گونه، بالولکداران ۴ گونه، دو بالان ۲ گونه و از درماپترا (گوشخیزکان) یک گونه عامل انتقال بیماری‌های ویروسی هستند (Raccach and Fereres, 2009 & Fereres and Raccach, 2015).

۴- رابطه ویروس و حشره ناقل

یک رابطه تکاملی و دو جانبه بین آنهاست. مثلاً یک ویروس میتواند رفتار حشره ناقل را بنفع خود تغییر دهد تا سبب انتشار خودش را تسهیل کند. آزمایشات نشان داده که در شرایط آزمایشی حشره ناقل آلوده به ویروس به طرف گیاه سالم و بدون ویروس جلب می‌شود. درحالی که حشره غیر آلوده به ویروس به طرف گیاه آلوده به ویروس می‌رود تا ویروس را اخذ و سپس به گیاه دیگر منتقل نماید (Heidari, 2014). این تغییر و تحول در برخی از ویروس‌ها بسیار مستقیم و فاقد پیچیدگی است. مثلاً پاتی ویروس-ها وارد استیله حشره میزبان شده و در جدار کوتیکول استیله بوسیله نوعی پروتیین^۳ به آن چسبیده و بلافاصله حشره ناقل می‌تواند آنرا به گیاه دیگر منتقل کند. درحالی که برخی دیگر باید وارد أمعاء و أحشاء مانند حفره داخلی و خونی (هموسل^۴) حشره ناقل شده که ممکن است در آنجا تکثیر شده و یا بدون تکثیر به غدد بزاقی رسیده و از آنجا به گیاه میزبان تزریق شوند (Pirone & Balanc, 1996) از آن جمله ویروس های خانواده لوتیوویریده^۵ هستند که پس از عبور از جدار سلول‌های روده حشره میزبان و ورود به هموسل حداقل به ۱۲ ساعت زمان و بیشتر نیاز دارند تا وارد غدد بزاقی و از آنجا به میزبان گیاهی تزریق شوند (Gray and Gildow, 2003)، معمولاً ناقلین اینگونه ویروس ها مانند ویروس پژمردگی ابلق گوجه فرنگی پس از تکثیر در بدن میزبان در طول حیات خود ناقل ویروس هستند و گیاه آلوده نیز در طول عمر خود حامل ویروس خواهد بود.

۵- رابطه تعاملی و تکاملی ویروس و گیاه میزبان

ویروس‌ها آلاینده تمام گیاهان زراعی و غیر زراعی با دامنه میزبانی محدود و یا خیلی وسیع هستند. مثلاً ویروس تریستیای مرکبات^۶ فقط تعداد معدودی از مرکبات را آلوده می‌کند. درحالی که ویروس موزاییک خیار آلاینده هزار و دویست گونه در ۸۵ خانواده از گیاهان است (Hosseinzadeh et. al., 2012a).

گیاهان غالباً بوسیله ویروس‌های آر-ان-اسی^۷ سیئوپلاسمی آلوده می‌شوند. در گیاهان میزبان که آلوده به ویروس‌های دائمی هستند، ممکن است طی سال‌ها و نسل‌های متمادی در آن‌ها باقی‌مانده که با ضریب ۱۰۰٪ آلودگی با انتقال عمودی است که بدون هیچگونه علائم ظاهری بوده و معمولاً در تقسیمات سلولی گیاه میزبان وارد شده و بذرها را آلوده می‌کنند. عمدتاً ویروس های آلاینده گیاهان بدو گروه عمده زیر تقسیم میشوند:

(۱) بیماری‌های ویروسی حاد^۷

(۲) بیماری‌های ویروسی دائمی^۸

1- *Meticillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)* : or superbug.

2- *Hemiptera*

3- *Helper proteins*

4- *Hoemocel*

5- *Luteoviridae*

6- *Citrus tristeza virus (CTV)*

7- *Acute viral infection*

در گروه اول علائم حاد ویروسی مانند لکه های ویروسی نامنظم و موزاییکی تا لکه های نکروتیک و حتی در آلودگی های شدید مرگ گیاه میزبان را به همراه دارند. مطالعه ویروس های بیماری زای حاد توسط حشرات ناقل از سال ۱۹۵۱ بطور وسیع تر و علمی تر شروع شد و نشان داد که شته سیاه باقلا رشد و افزایش جمعیت بیشتری در گیاه چغندر آلوده به ویروس در مقایسه با گیاهان فاقد ویروس داشته است. آزمایشات همچنین نشان دادند دو ویروس از خانواده لوتیوویرید مانند ویروس بیماری زای زردی و کوتولگی چغندر قند و بیماری ویروسی پیچیدگی و لوله ای شدن برگ سیب زمینی سبب کاهش مدت زمان رشد و افزایش تولید مثل شته سیاه باقلائی ناقل ویروس داشته است. این ویروس ها شته را تشویق به تغذیه بیشتر از گیاهان آلوده به ویروس کرده و باعث ازدیاد سریع جمعیت شته در یک زمان کوتاه و انتشار بیشتر و سریع تر آن شده است (Heidari and Haq., 2014). همچنین هر دو ویروس باعث افزایش مواد آلی فرار (ولتایل^۲) در گیاه میزبان می شود. بدین صورت گیاه میزبان شته های ناقل حامل ویروس و فاقد آن را بیشتر به خود جلب می کند (Bosque-Pérez and Eigenbrode, 2011 and Laura et al., 2012).

در گروه دوم یا ویروس های دائمی، گیاه میزبان هیچ گونه علامت ظاهری از خود نشان نمی دهد و با گیاه میزبان همزیستی رفاقت آمیزی دارد. لازم بذکر آکید است که نامگذاری دائمی در آن ها با ویروس های بیماری زای پایا و چرخشی غیر افزایشی فرق اساسی دارد. ویروس از بزاق شته ناقل به اندام های گیاه میزبان منتقل نمی شود و اصلاً فاقد ژن انتقال افقی است. چون که در سیستم بیولوژیک سلول های میزبان و در تقسیم سلولی آن حاضراست و انتقال آن از طریق بذر یک انتقال عمودی است. ممکن است هزاران سال در نسل های متعدد گیاه بیادگار باقی بماند و شته های ناقل هیچگونه دخالتی در انتقال آن ندارند. تاکنون هیچگونه شواهدی از انتقال افقی این نوع ویروس ها مشاهده نشده است. حتی قادر نیستند از سلولی به سلول یاخته های دیگر گیاه منتقل شوند. از طریق پیوند هم قابل انتقال نمی باشند. تنها راه انتقال از طریق ژن مربوطه و بوسیله بذر یعنی انتقال عمودی است. هنوز هم هیچ نوع گزارشی نشده که مانند ویروس های پایای جانوری و گیاهی به ویروس بیماری زای حاد تغییر رفتار دهند (Safari et al., 2019). معمولاً ویروس های دائمی در تمام سلول های گیاه حتی در مریستم هم وجود دارند چون انتقال آن ها همانطور که قبلاً ذکر شد از طریق گامت ها یک انتقال عمودی است (Blanc, 2007).

لازم ب یاد آورiest که بعضی از ویرولوژیست ها معتقدند که ایپیزنی در ویروس های دائمی تحت تأثیر عوامل خارجی توانایی بالقوه تولید ویروس های جدید را دارا هستند، که نیاز به کارهای تحقیقاتی آینده را می طلبد. از آنجاییکه در علوم به ویژه در علوم زیستی هیچ وقت پایانی برای ابداعات جدید وجود ندارد. همچنین ثابت شده است که تغییرات رفتاری که این نوع ویروس های دائمی در گیاه و حشره ناقل بوجود می آورند، به کلی با نوع تغییرات ویروس های ایجاد کننده بیماری های ویروسی حاد متفاوت است. چون در ویروس های حاد قصد انتشار سریع و وسیع خود به میزبان های بیشتر مورد نظر است. نتایج آزمایشات دکتر ملیحه صفری و همکاران در دیارتمان بیماری های گیاهی و محیط زیست دانشگاه پنسیلوانیا نشان داد که ویروس کریپتیک-۱- فلفل سبز جالاپینو^۳ مؤید رابطه مثبت و مستقیم بین ویروس و میزبان ناقلش^۴ است. شته های ناقل ویروس کریپتیک-۱، ویروس های بیماری زای حاد را نه پذیرفته و یا باعث کاهش نیا تخواری شته های ناقل آن ها می شوند. این ایده ممکن است در کنترل و مدیریت آفات و بیماری های ویروسی مفید باشد. شته روپالسیفوم میدیس^۵ مدت بیشتری روی بوته های غیر آلوده سویا می ماند تا در بوته های آلوده به ویروس که مؤید انتشار بیشتر ویروس از گیاهان آلوده به گیاهان فاقد ویروس است (Ingwell et. al., 2012).

شته های ناقل ویروس موزاییک خیار که حدوداً ۱۲۰۰ گونه میزبان گیاهی برای آن ها ذکر شده پس از نیش زدن بسرعت به سراغ گیاه میزبان دیگر می روند و در گیاه آلوده به این ویروس غلظت مواد قندی و اسید آمینه های آزاد افزایش پیدا میکند که نهایتاً ایجاد یک کیفیت مطلوب برای شته میزبان می شود. همچنین در گیاهان کدوی آلوده به این ویروس افزایش مواد آلی فرار (ولتایل) بیشتر شده تا شته های بیشتری را جلب و آلوده نماید و پس از مدتی که گیاه ضعیف شد و مواد غذایی آن کاهش یافت ناچار به مهاجرت و آرایش گیاهان دیگر می شوند.

لازم به یاد آورiest که حساسیت و مقاومت و یا تحمل پذیری گیاه میزبان در وحله اول به ژنوتایپ گیاه میزبان بستگی دارد. حساسیت و یا مقاومت آن ها ممکن است از طرق زیر انجام شود:

(۱) مقاومت فعال: سیستم دفاع عمومی؛ گیاه باید اول سلول های آلوده را پیدا و محصور کند. سپس آنرا منهدم نماید که بخاطر حضور یک ژن مقاوم در گیاه است که فقط در حضور ویروس های خاصی فعال می شوند. ازاین رو برخی ویرولوژیست ها

1- Permanent viral infection

2- Volatile

3- Jalapeño peppers (*Capsicum annum*) which infected with Pepper cryptic virus 1 (PCV 1, family Partitiviridae)

4- *Myzus persicae* (Aphididae)

5- *Rhopalosiphum maidis*

معتقدند که گیاهان مانند حیوانات دارای یک سیستم ایمنی در خود بوده و قادر به دفاع عوامل خارجی در خود هستند. با این تفاوت که در حیوانات پروتئین های ویروسی مورد هدف قرار دارند.

۲) مقاومت انفعالی: در گیاهان از سیستمی بنام (Gene silencing) انجام میشود که RNAs ویروس را منهدم میسازد و ممکن است هیچگونه آثار ظاهری نداشته باشد و یا در حالت دفاعی شدید با ایجاد مناطق نکروتیک سلول و یا سلول های آلوده را محاصره و منهدم نماید. چنانچه این عمل ممکن نه شود نهایتاً تصمیم به مرگ گیاه میزبان می گیرد. گاهی اوقات به ویژه در مرحله تحمل پذیری ویروس در تمام طول عمر گیاه با آن همراه است که ممکن است بعنوان یک کانون آلودگی محسوب شود. ویروسها تمام اندام ها و بافت های گیاهان را از قبیل برگ، ساقه، شاخه، ریشه و حتی گل و میوه بجز بافت های مریستم را آلوده می کنند.

۶- علائم بیماری های ویروسی گیاهان

بیماری ویروسی موزاییک یکی از شایع ترین علائم گیاهان آلوده به ویروس در میوه و برگ هاست. مثال ویروس موزاییک برگ سیب زمینی و میوه هلو که حضور لکه های زرد و نقاط زرد و نکروزه در سطح برگ، نوارهای زرد و منقطع و غیرمنقطع در امتداد رگبرگ اصلی، سبز ماندن رگبرگ ها، کوتولگی و فرم رُزت، تغییر رنگ گلبرگ ها، دفورمه شدن و بد شکلی میوه ها، ظهور حلقه های زرد در میوه ها و بسیاری علائم دیگر بیان گر این بیماری در گیاه میزبان است. ولی بدلائل شباهت علائم با سایر علائم بیماری های گیاهی بهترین راه تأیید و تشخیص آن ها آزمایشات سرولوژیک است. بیماری های ویروسی اکثراً باعث کاهش محصول و عدم بازار پسندی آن ها می شود. در اینجا به چند مورد آن باختصار اشاره میشود: بیماری ویروسی (CSSV) در کاکائو باعث کاهش سالیانه ۵۰ هزار تن محصول کاکائو در آفریقا شده است. بیماری ویروسی تانگرو ۲ در آسیای جنوب شرقی سالیانه ۱،۵ بیلیون دلار به کشاورزان برنج کار خسارت وارد میکند. زبان ناشی از بیماری های ویروسی گوجه فرنگی در جهان به بیش از یک بیلیون دلار در هر سال بر آورد شده است (Gergerich and Dolja, 2006). نهایتاً با جمع آوری مطالب منتشره سعی شده است تا مراحل آلائش گیاهان میزبان و استفاده از ساخت و ساز سلولی در گیاه میزبان و آزاد شدن ویروس از سلول های میزبان را بطور خلاصه بیان شود.

هر ویروس برای تکثیر و ادامه حیات چهار مرحله زیر را طی میکند (Gergerich and Dolja, 2006):

- (I) چگونگی تماس با اپیکوتیکول گیاه میزبان
- (II) نفوذ بدخل سلول میزبان
- (III) دخالت در موتور ساخت و سنتز گیاه و تولید اجزاء ویروین
- (IV) تکمیل و آزاد شدن از سلول میزبان و آمادگی برای آلائش میزبان های جدید

استراتژی مبارزه با بیماری های ویروسی گیاهان:

برای نقشه راه در مبارزه علیه بیماری های ویروسی گیاهان اقدامات اساسی زیر لازم الاجرا است:

۱. باید مطمئن شد که علائم در گیاه میزبان ویروسی است
۲. چگونه گیاهان میزبان آلودگی به ویروس ویژه را دریافت کرده اند؟
۳. چگونگی انتشار ویروس از گیاهی به گیاه دیگر عملی شده است؟
۴. چگونه ویروس آلاشگر بدون حضور میزبان مزروعی ادامه حیات می دهد؟
۵. استفاده و کشت بذور و نهال عاری از ویروس
۶. انهدام میزبان های حاشیه مزارع و حضور میزبان های آلترناتیو در مزارع و باغات مورد کشت
۷. تغییر در کشت نوع محصول زراعی و عملیات کاشت، داشت و برداشت مناسب با بیماری ویروسی مورد نظر
۸. کنترل حشرات، کنه ها، قارچ ها، نماتدها و سایر ناقلین با استفاده از عوامل بیولوژیک در سیستم IPM
۹. استفاده از واریته های مقاوم طبیعی، اصلاح شده و یا مهندسی شده
۱۰. در صورت وجود گیاهان مقاوم طبیعی شناسایی و انتقال ژن های مقاوم از طریق ژنتیک مولکولی

1- Cacao swollen shoot virus (CSSV)

2- Rice tungro virus

۷- زنجربک‌های (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Membracoidea: Cicadellidae) ناقل

بیماری تانگرو و ویروس

طبق گزارش محققین مختلف تا کنون چندین اسپیس زنجربک در لیست ناقلین ویروس برنج شناخته شده اند. برای مثال جنس ماده، نر و پوره های زنجربک های زیر قادر به انتقال ویروس هستند:

1. *Nephotettix virescens* (Distant),
2. *N. nigropictus* Motsh
3. *N. malayanus* (Ishihara et Kawase)
4. *N. parvus* (Ishihara et Kawase)
5. *N. Cincticeps* (Uhler)
6. *Recilia dorsalis* Motsch

ولی زنجربک سبز *N. virescens* در انتقال ویروس تانگرو از همه مؤثرتر و عمومی تر است. این زنجربک قادر است به تنهایی ویروس تانگروی RTSV^۱ را مستقلاً از گیاه میزبان اخذ و آنرا به گیاه دیگر منتقل کند. ولی هیچگونه علائم ویروسی در گیاه ظاهر نشده و اگر آبیانه ظاهر شود، بسیار ضعیف است. اما اگر ویروس تانگرو RTBV^۲ با حضور ویروس تانگروی RTSV که نقش ویروس کمکی وابسته را داراست همراه باشد تا به گیاه میزبان منتقل شود و هر دو ویروس دارای گیاهان میزبان متعدد از خانواده گرامینه و پوآسه هستند. انتقال بیماری تانگرو بطریق نیم پایا و پایای موقتی (Transient persistent) و یا از طریق پایای غیر چرخشی و غیر افزایشی انجام میشود. مدت زمان نگهداری (Retention)، ویروس بوسیله ناقلین در RTSV بین ۲-۴ روز و برای RTBV کمی بیشتر ۴-۵ روز است. اگر در این مدت ویروس را منتقل نکنند عاری از ویروس می‌شوند. مگر اینکه دو باره از گیاه آلوده تغذیه کنند. در انتقال نیمه پایا لازم است که زنجربک از گیاه آلوده تغذیه کند و انتقال آن به گیاه سالم کوتاه مدت، حداکثر تا یکساعت طول میکشد و در این مدت دوره کمون (اینکو بیشن) در بدن ناقل دیده نشده است. درحالی که زنجربک های *Recilia dorsalis* and *R. impecticeps* از بافتهای phloem به‌ویژه از شیر آوندی نشاهای جوان تغذیه کرده و در حالت انبوه ضایعات اقتصادی زیاد به بار می‌آورند.

آزمایشات سرولوژیک (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction=RT-PCR) از ۳۶ هزار بذر جمع آوری شده از نقاط مختلف برنجکاری‌های جهان نشان داده که این بیماری از طریق بذر قابل انتقال نیست و این بدین معنی است که آلودگی باین ویروس فاقد انتقال عمودی است. بلکه انتقال میکائیکی و انتقال نیم پایا فقط بوسیله زنجربک ها انجام میشود و در صورت احتمال وجود انتقال پایا، زنجربک های آلوده احتیاج به اخذ مجدد ویروس ندارند. ولی قطعاً نیاز به مدت طولانی تر و روزهای بیشتر برای دوره کمون (انکوباسیون) دارند تا بتوانند آنرا به گیاه دیگر منتقل کنند (Hassanuddin and Baco, 1997) و زند و جهانسوز، (۱۳۹۴).

۸- علائم بیماری تانگرو در گیاه برنج:

ویروس تانگرو RTBV به تنهایی علائم بسیار کم و غیر مشخص همراه با کوتوکی و ضعیف در ارقام حساس برنج، مانند خزر ایجاد می کند (اسکندر زند و رضا جهانسوز، ۱۳۹۴). این ویروس باعث کاهش گلدهی و حتی ممکن است گیاه اصلاً گلدهی نداشته باشد و در ارقام مقاوم کمی تاخیر در خوشه دهی را سبب می‌شود. علائم ناشی از عکس‌العمل این ویروس همراه با ویروس RTSV ممکن است با علائم متعددی ناشی از سایر بیماری‌های برنج اشتباه شود که بستگی به نوع ارقام برنج، حضور اجسام ویروسی، مراحل رشدی گیاه میزبان، شرایط رشد و نمو و عوامل اقلیمی دارد و علائم بارز آن کوتولگی اندازه بوته ها، تغییر رنگ برگها به زرد تا زرد نارنجی که از نوک برگها شروع و بطرف پایین امتداد پیدا میکند؛ ظهور لکه های زرد کثیف زنگ مانند، کاهش تعداد پنجه ها، ایجاد لکه های باریک سوزنی نا منظم و یا لکه های قهوه ای تیره (درانتهای مراحل رشد)، زردی برگهای جوان و کمی دیرتر، ایجاد زردی کامل (کلروسیس) در بین رگبرگها با اندازه های متفاوت، تاخیر در زمان گل دهی، کاهش تعداد خوشه ها (سنبله ها)، ظهور لکه های تیره در خوشه ها، بیدانگی و یا پوکی دانه ها، حتی عقیم ماندن خوشه ها و یا نیم دانگی بذرها، اگر آلودگی ویروس محدود و کم باشد این علائم بتدریج از بین می‌روند، برای اطمینان کامل از حضور ویروس در گیاه تست های سرولوژیک از جمله تست الایزا و روشهای دیگر مورد نیاز است، تست PCR معمولاً بسیار دقیق تر و با حساسیت خیلی بالا تر از تست الایزا است.

1- Rice tungro spherical virus

2- Rice tungro bacilliform virus

۹- مدیریت مبارزه با بیماری ویروسی تانگرو:

پس از آلودگی بوته های شالی در خزانه و مزرعه به ویروس متاسفانه درمان بیماری ویروسی تانگرو غیر ممکن است. از طرف دیگر مبارزه شیمیایی با زنجبرک های ناقل علاوه بر ضایعات خطرناک محیط زیست، انسان و دام بدلیل حرکت و جابجایی سریع آنها به مزارع و میزبان های حواشی مزارع و با تغذیه هرچند کوتاه مدت و آلودگی سریع و انتقال ویروس اقدامی ناکارآمد، غیر موثر، هزینه بر و خطر آفرین است. بنابراین راه های پیشگیری و مدیریت این بیماری قبل از آلودگی ویروس تانگرو یک راه حل عقلانی و اقتصادی است. خوشبختانه وارته های مقاوم به ویروس و زنجبرک ناقل در فیلیپین و کشورهای برنج خیز با موفقیت معرفی شده و در کشورهای برنج خیز آسیا و آسیای جنوب شرقی، آمریکا، آفریقا و ژاپن مورد استفاده برنجکاران قرار گرفته است. تولید انبوه و رها سازی و انبوه زنبور پارازیتوید تخم زنجبرک *Anagrus flavelus* و یا زنبور پارازیت نمف زنجبرک ها بنام علمی *Ecthodolpax fairchidii* به همراه عملیات بهزراعی دیگر توأم با کاشت ارقام مقاوم به ویروس و حشره ناقل شامل:

۱. تنظیم زمان تهیه خزانه و نشاکاری با عدم ظهور زنجره ناقل و یا ظهور بسیار کم و محدود آنها
۲. تنظیم زمان کاشت و استفاده از وارته های زود رس با آگاهی از الگوی فصلی چرخه زندگی زنجره و تنظیم زمان کاشت که مصادف با زمان ظهور حشره ناقل و همزمان با بلوغ بوته های برنج باشد برای تغذیه زنجره نا مناسب است.
۳. همکاری زارعین مجاور و در منطقه در انجام همزمان عملیات کاشت، داشت و برداشت و پس از برداشت
۴. ریشه کنی و انهدام نشاهای آلوده، البته این زمانی مفید واقع میشود در صد آلودگی و جمعیت زنجبرک ناچیز است
۵. کاشت مستقیم بذر که منجر به کاهش تراکم نشاها، که امکان کاهش جمعیت زنجره ناقل را بدنبال دارد
۶. عدم برداشت دیر و عدم کشت وارته های دیر رس که باعث باقیماندن ویروس و حشره ناقل در میزبانهای ثانوی خطری جدی برای کشت سال بعد است
۷. عدم کشت وارته های حساس مانند خزر
۸. شخم و زیر خاک کردن سریع بقایای محصول پس از برداشت بطوریکه جایی برای رشد دوباره راتون یا شایب (دوباره سبز شدن ساقه های برداشت شده) که در ایران معمول است، بهر طریق باید از رشد راتون و سبز شدن بذور ریخته شده و باقیمانده جلوگیری کرد تا کانونی برای ویروس و زنجبرک به ویژه تخم های زمستان گذاران آن باقی نماند

خلاصه

- I- ویروس تانگرو در بدن زنجبرک دائمی و پایا نیست و خاصیت بیماریزایی آن بتدریج در طول چند ساعت و یا چند روز از بین میرود که پس از آن قادر بایجاد بیماری در گیاه میزبان نخواهد بود
- II- مدت ماندگاری در بدن زنجبرک ناقل کمتر از یک هفته است و بستگی به حرارت محیط دارد در هوای سرد دوام آن ها بیشتر و در هوای گرم کمتر است
- III- ویروس تانگرو در بدن ناقل، نیازی به دوره لانتنت (دوره خواب) برای بیماریزایی ندارد
- IV- در زمان تغییر جلد حشره ناقل، ویروس خود را از دست می دهد
- V- حشره ناقل پس از تغییر جلد نیاز به تغذیه مجدد از گیاهان آلوده برای یابش (اخذ) ویروس دارد
- IV- در حالت پایای گذرا (Transient persistent) برای انتقال بیماری نیاز به تغذیه از منابع آلوده دارد.

منابع

۱. زند، الف. و جهانسوز، ر. ۱۳۹۴. راهنمای برنج، کاشت داشت برداشت و ویژه طرح بسیج همگام با کشاورز، وزارت جهاد کشاورزی، ۵۲۰ ص.
2. Awata, L. A. O., Ifie, B. E., Tongoon, P., Danquah, E., Offei, S. and Marchelo D'ragga, P. W. (2020). The Central Question in Virology: The Origin and Evolution of Viruses. Agri Res & Tech: Open Access J 25(1): ARTOAJ.MS.ID.556288.
3. Blanc, S. (2007). Virus transmission-getting in and out in: Viral transport in plants (ed. Waigman, M., Heinlein, M.) pp. 1-28 Berlin, Heidelberg, Germany: Springer [google scholar].
4. Bosque-Pérez, N. A. and Eigenbrode, S. (2011). The influence of virus-induced changes in plants on aphid vectors: Insights from luteovirus pathosystems. Virus Research; 159, 201-205.
5. Dimmock, N. J., Easton, A. J. and Leppard, K. N. (2007). Introduction to Modern Virology. Edn 6. USA: Blackwell Publishing Ltd.

6. Domingo, E. 2020. Introduction to virus origins and their role in biological evolution. Virus as Populations. Elsevier Inc. All rights reserved, 1-34. doi: [10.1016/B978-0-12-816331-3.00001-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816331-3.00001-5) PMID: PMC7173561
7. Fereres, A., and Raccach, B. (2015). *Plant Virus Transmission by Insects*. eLS [Online]. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. Google Scholar
8. Gergerich, R.C. and Dolja, V. V. (2006). Introduction to Plant Viruses, the Invisible Foe. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2006-0414-01
9. Grasso S., Lico C., Imperatori F. and Santi L. (2013). A plant derived multifunctional tool for nanobiotechnology based on Tomato bushy stunt virus. *Transgenic Research* 22: 519-535.
10. Grill, L.K., Palmer, K.E. and Pogue, G.P. (2005). Use of plant viruses for production of plant-derived vaccines. *Journal Critical Reviews in Plant Sciences*;24: 309–323. [Google Scholar].
11. Gray, S. and Gildow, F. E. (2003). Luteovirus–aphid interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.* 41, 539–566. [Crossref CAS PubMed Web of Science®Google Scholar](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12500000/)
12. Hassanuddin, A. and Baco, D. 1997. Rice tungro virus in Indonesia. Present status and current management strategy. In Chancellor, T. C. B. and Thresh, J. M. (Eds.), *Epidemiology and management of rice tungro disease* (pp. 94-102). National Resources Institute: Chatham, U.K.
13. Heidari, M. (2014). Cucumber mosaic virus (CMV) transmission by *Myzus persicae* Sulz. Unpublished data.
14. Heidari M and Haq, S. (2014). Transmission of Cauliflower virus by *Myzus persicae* Sulzberger. Unpublished data.
15. Hosseinzadeh H., Nasrollanejad S. and Khateri H. 2012a. First report of cucumber mosaic virus subgroups i and ii on soybean, pea, and eggplant in Iran. *Acta virologica*, 56 (2), 145-148.
16. Hosseinzadeh H, Nasrollanejad S and Khateri H. 2012b. Serological detection of Cucumber mosaic virus on some important host crops in the north region of Iran. *Archives of phytopathology and plant protection*, 45 (16), 1884-1890.
17. Hull, R. (2009). *Comparative Plant Virology*, 2nd (edn), Elsevier Academic Press, London, UK, pp. 1-393.
18. Hull, R. (2014). *Matthew's Plant Virology*, Academic Press, USA 1-1056. [View Record in Scopus Google Scholar](https://www.google.com/scholar?hl=en&as_sitemap=1)
19. ICTV. (2020). International Committee on Taxonomy of Viruses. <https://talk.ictvonline.org/> Accessed on 27. Aug. 2020
20. Ingwell, L. L., Eigenbrode, S. D., and Bosque-Pérez, N. A. (2012). Plant viruses alter insect behavior to enhance their spread. *Sci. Rep.* 2:578. doi: 10.1038/srep00578. PubMed Abstract | CrossRef Full Text | Google Scholar
21. Koonin, E. V., Senkevich, T. G. and Dolja, V. V. (2006). The ancient Virus World and evolution of cells. *Biology Direct*. 1 (1): 29. doi: 10.1186/1745-6150-1-29. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
22. Laura L. I., Sanford D. E., Nilsa A., Bosque-Pérez. (2012). Plant viruses alter insect behavior to enhance their spread. *Nature Scientific Reports*. 2:578-582.
23. Leppard, K. N., Dimmock, N. J. and Andrew, E. (2007). *Introduction to Modern Virology*. Blackwell Publishing Limited. ISBN 978-1-4051-3645-7.
24. Peaper, D. R. and Landry, M. L. (2014). Laboratory diagnosis of viral infection. *Handbook of Clinical Neurology*;123:123–147
25. Pirone, T.P. and Blanc, S. (1996). Helper-dependent vector transmission of plant viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34, 227–247.
26. Safari, M., Ferrari, M.J. and Roossinck, M.J. (2019). Manipulation of aphids behaviour by a persistent plant virus. *Journal of Virology, American Society for Microbiology*. DOI:10.1128/JVI.1781-18.
27. Saha A., Saha B. and Saha S. (2010). Major plant viruses: an overview. *NBU Journal of Plant Sciences*. 4: 11-19. ISSN 0974-6927
28. Scholthof, K. B., Adkins, S., Czosnek H, et al. (2011). Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 12(9):938-954. doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00752.x.
29. Steinmetz, N. F. and Manchester, M. (2009). Pegylated viral nanoparticles for biomedicine: the impact of PEG chain length on VNP cell interactions in vitro and ex vivo. *Biomacromolecules* 10: 784- 792.

30. Tiwari, S., Verma, P. C., Singh, P. K. and Tuli, R. (2009). Plants as bioreactors for the production of vaccine antigens. *Biotechnol. Adv.* 27: 449–467.
31. Walker P. J., Siddell S. G., Lefkowitz E. J., Mushegian A. R., et. al. 2020. Changes to virus taxonomy and the Statutes ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Archives of Virology*; 1-12. doi.org/10.1007/s00705-020-04752-x.

ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه زیست محیطی شرکت سیمان لارستان (از نظر آلودگی هوا) با استفاده از روش های William Fine و TOPSIS

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۰۱

کد مقاله: ۱۹۸۵۴

یعقوب آشنا^{۱*}، ایرج محمد فام^۲، مریم کامیاب^۳

چکیده

فرآیند تولید سیمان، شامل مخاطرات زیست محیطی است که پتانسیل آسیب به اجزای سیستم را دارد. در این مقاله غالب ریسک های زیست محیطی فعالیت این کارخانه جزء ریسک های بالا تلقی می شود که می تواند با برنامه ریزی، کاهش یابد. مطالعه کنونی با هدف شناسایی قسمت هایی از خط تولید با بار آلودگی بالا به انجام رسید. ابتدا جهت تشخیص منابع آلاینده تأثیرگذار از روش مصاحبه مستقیم، بررسی سوابق، نمونه برداری های گذشته استفاده گردید. با استفاده از نتایج اندازه گیری از ۲۰۰ ایستگاه آلاینده هوا، میانگین آلودگی در هر منبع، محاسبه و ۱۰ منبع آلاینده که در مقایسه با استاندارد؛ بیش از حد مجاز است، مشخص گردید. نمره دهی توسط ۲۰ کارشناس خبره به روش ویلیام فاین صورت پذیرفت و رتبه بندی منابع و اولویت بندی ریسک انجام شد. سپس با جمع بندی پیشنهادها ۱۵ کارشناس با بهره گیری از روش دلفی، ۳۵ مورد کنترلی پیشنهاد و با استفاده از فرم های نظرسنجی تنظیم شده به روش مقیاس لیکرت، نهایتاً شش روش کنترل آلودگی هوا انتخاب گردید. در نهایت از طریق روش تاپسیس مناسب ترین روش کنترل آلودگی شامل جایگزینی سوخت گازی با فسیلی، فیلترهای هیبرید، مدرنیزاسیون بارگیری سیمان، تعمیر و نگهداری به موقع غبارگیرها، محصور کردن محوطه سنگ شکن و لوازم حفاظت فردی؛ پیشنهاد شد.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، تکنیک تاپسیس، صنعت سیمان، روش دلفی، روش ویلیام فاین

۱- کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست-MPH سیاست گذاری سلامت، دانشکده علوم پزشکی لارستان (نویسنده مسئول)
Ashena_a108@yahoo.com

۲- استاد مهندسی بهداشت حرفه ای، گروه مدیریت سلامت ایمنی و محیط زیست HSE دانشکده بهداشت همدان

۳- کارشناس بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی لارستان

رشد تکنولوژی و صنعت در دوره‌های مختلف تاریخی هرچند، در ظاهر راحتی را برای بشریت به ارمغان آورده است، اما در اصل به دلیل برهم زدن تعادل طبیعی محیط‌زیست و ایجاد آلاینده‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و شرایط ارگونومیکی نامساعد در محیط کار، اساس و بنیادهای حیات و زندگی سالم را خصوصاً در تمدن اخیر به مخاطره انداخته است. انسان‌ها در محیط زندگی خود و به‌منظور کسب درآمد و بر اساس تخصص‌ها هر کدام کار و پیشه‌ای را انتخاب می‌نمایند اما نیروی کار ملی کشور در مسیر توسعه؛ به‌عنوان سرمایه‌ای گران‌بها در معرض انواع آسیب‌ها و بیماری‌های شغلی در بخش‌های مختلف تولیدی و خدماتی قرار دارند که به دلیل عدم رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی و وجود مشکلات مختلف در محیط‌های کاری همه‌ساله تعداد زیادی از کارکنان به دلیل بیماری‌های شغلی و حوادث و سوانح ناشی از کار جان خود را از دست داده و یا دچار مسمومیت‌ها و معلولیت‌های گوناگون می‌شوند (غلامحسین ثنایی، ۱۳۸۶).

بیماری‌های شغلی و حوادث ناشی از کار مشکلی نیست که به‌تازگی رخ نموده باشد، بلکه از زمانی که بشریت با کار آشنا گردید و با آن دست به‌گیریان شد و در نقاط مختلف جهان اتفاق می‌افتاده است، اما در حال حاضر نکته مهم و اساسی؛ توجه به علل و عواملی است که باعث بیماری‌های شغلی و حوادث ناشی از کار و یافتن راه‌حلهایی به‌منظور پیشگیری و یا کاهش آن‌ها می‌شوند (ایرج علی محمدی، ۱۳۸۷). سیمان لارستان نامی آشنا در صنعت سیمان بوده و با پیشینه پانزده سال سابقه درخشان، همواره حفظ حقوق مشتریان را در سر لوحه کار خویش قرار داده و این باور را به عمل نشان داده است که کیفیت اتفاقی به دست نمی‌آید. داشتن منابع انسانی بسیار ماهر و کارآزموده، تجهیزات و دستگاه‌های مدرن، مواد اولیه غنی و خالص و همچنین دانش فنی روز دنیا در یک نقطه گرد هم آمده تا محصولی مطمئن در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد. با پیشرفت فن‌آوری و افزایش کاربرد ماشین‌آلات روند خطرناکی و احتمال بروز حوادث و آلودگی‌های زیست‌محیطی فزونی یافته است.

محل احداث کارخانه سیمان لارستان در استان فارس، شهرستان لارستان در ۱۸ جاده لار به جهرم، جنب روستای کورده در زمینی به وسعت ۴۸ هکتار بنا شده که با ظرفیت ۲۱۸۴۰۰ تن سیمان خاکستری در سال برای سه شیفت کاری فعال می‌باشد. این شرکت با ظرفیت تولید روزانه ۷۰۰ تن و سالانه ۲۱۰ هزار تن کلینکر در (۳۰۰ روز کاری) در سال احداث گردیده است.

تعداد کارکنان تولیدی ۱۳۴ نفر، خدماتی و عمومی ۵۲ نفر و اداری ۳۷ نفر که جمعاً ۲۲۳ نفر شاغل دارد و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم حدود ۱۰۰۰ نفر مشغول به کار هستند. فاز اول کارخانه به ظرفیت ۷۰۰ تن در شهریور ماه ۱۳۸۵ فعالیت خود را آغاز نمود و در حال حاضر فاز دوم کارخانه در آینده با احداث طرح توسعه به ظرفیت ۳۳۰۰ تن در روز دست پیدا خواهد کرد، با این وصف کارخانه مزبور در آینده به بزرگ‌ترین کارخانه سیمان استان فارس تبدیل خواهد شد. کارخانه سیمان لارستان نیز همگام با تولید خود، با بهره‌گیری از نیروهای متخصص تلاش مستمر در برپایی و حفظ این سیستم دارد. بدین منظور در این مرحله به‌منظور پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی و ایمنی و بهداشتی کارخانه خود را به‌عنوان یکی از پارامترهای موردنظر در دستیابی به استانداردها را آغاز نموده است (محمدتقی صمدی، ۱۳۷۳). ارزیابی خطر، رتبه‌بندی آن و مدیریت بر آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای در صنایع برخوردار است. در این مقاله تلفیق روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین با روش مدیریت ریسک تاپسیس که نقطه عطف و دستاورد علمی و فنی پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های انجام‌شده در این تحقیق بوده است. روش تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که گزینه‌ها از قبل تعیین شده باشند و هدف آن، انتخاب یکی از گزینه‌های موجود از طریق مقایسه آن‌ها در حضور شاخص‌های متعدد تأثیرگذار بر ارجحیت گزینه‌ها می‌باشد. برخلاف روش تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه که برای یک مسئله بهینه‌سازی تعداد اهداف متفاوت (و در بعضی موارد متناقض) وجود دارد. از بین روش‌های متعددی که در حوزه تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه وجود دارد، روش اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ ایدئال در تاپسیس به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به روش‌های دیگر داراست، برای این مقاله انتخاب گردید (سید علی جوزی، ۱۳۹۰: ۵۳-۶۶).

ارزیابی اثرات زیست محیطی صنعت سیمان می‌تواند زمینه ساز توسعه باشد. تولیدکنندگان بزرگ جهانی این محصول با انجام اقدامات اصلاحی و رعایت اصول زیست محیطی به‌سازی صنایع خود و اعمال مدیریت فنی با بهره‌برداری صحیح از منابع خویش توانسته‌اند، بخش زیادی از درآمد تجاری خود را از این صنعت بدست آورند. در کشور ما ارزیابی اثرات زیست محیطی در عین حال که موضوع و مفهوم جدیدی است ولی به لحاظ سابقه تاریخی می‌توان نشانه‌ها و احکامی را با عناوین دیگر و به شکل ساده‌تر در مقررات زیست محیطی قبلی ایران جستجو نمود. هر چند موضوع آلودگی‌های محیط زیست از قرن‌ها پیش مورد توجه بوده است ولی تنها از چندین دهه اخیر بود که با معرفی انرژی‌های جدید و بکارگیری تکنولوژی‌های مدرن و در نتیجه افزایش روز افزون تهدیدات محیط زیست، مسئله حفاظت از آن بطور جدی مطرح گردید. وقوع انقلاب‌های صنعتی اول (انرژی بخار و موتورهای انفجاری)، دوم (انرژی برق و تجهیزات الکتریکی)، سوم (انرژی هسته‌ای و تجهیزات الکترونیکی) و چهارم (عصر اطلاعات) در کنار فراهم آوردن آسایش و رفاه نسبی برای نسل بشریت، پیام دیگری نیز به همراه داشت و آن اینکه معرفی

انرژی‌های نوین هر چند می‌تواند در بعضی از عرصه‌ها آسایش و رفاه به ارمغان بیاورد ولی از جهت دیگر ممکن است با بخطر انداختن عناصر متعدد محیط زیست حتی ماهیت وجودی انسان‌ها را به صورت تهدیدی جدی به مخاطره افکند (محمود مطلبی، ۱۳۹۰).

۲- روش تحقیق

این پژوهش با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست محیطی شرکت سیمان با تأکید بر ریسک‌های ناشی از آلودگی هوا طی مراحل ذیل اجرا شد: ابتدا با انجام مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای از پروسه تولید سیمان در کارخانه سیمان لارستان منابع آلاینده هوا در قسمت‌های مختلف کارخانه شناسایی و تعیین گردید. سپس جهت تحلیل اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های آلودگی هوا نتایج اندازه‌گیری‌های آلودگی هوا شرکت سیمان لارستان که توسط شرکت‌های معتبر مهندسی بهداشت حرفه‌ای مورد تأیید وزارت بهداشت انجام شده بود، جمع‌آوری گردید و برحسب استاندارد آلودگی هوای محیط کار، میزان غیر مجاز و آسیب رسان شناسایی و از بین تمامی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده، نقاطی از شرکت که از لحاظ آلودگی هوا دارای آلودگی بالاتر از حد مجاز بود، مشخص گردید. قابل ذکر است در هر منطقه به دلیل تعدد ایستگاه‌ها (۱۸ منبع با ۲۰۰ ایستگاه) در همان منطقه، میانگین نقاط به‌عنوان معرف میزان آلودگی هوا در آن منطقه در نظر گرفته شد که در یافته‌ها (جدول ۶) آورده شده است.

۲-۱- روش ویلیام فاین

سیس جهت ارزیابی ریسک در مناطق دارای آلودگی بیش‌ازحد مجاز با استفاده از روش ویلیام فاین با بهره‌گیری از نظرات ۲۰ نفر کارشناس خبره در این زمینه ماتریس‌های شدت پیامد خطر، احتمال وقوع خطر، میزان مواجهه خطر بطور جداگانه بر اساس حدود تعیین شده در جداول روش ویلیام فاین نمره دهی شد و در نهایت میانگین نظرات به‌عنوان نمره پذیرفته شده در جدول نهایی آورده شد. نمونه ماتریس نمره دهی ارزیابی ریسک توسط کارشناسان در زمینه‌های شدت پیامد خطر (جدول شماره ۱)، میزان مواجهه خطر (جدول ۲)، احتمال وقوع خطر (جدول ۳) آورده شده است. سپس با توجه به نمره ریسک محاسبه شده (فرمول ۱) امتیازات بدست آمده و بر طبق طبقه بندی روش ویلیام فاین مناطق با ریسک بالا، متوسط و پایین (جدول ۴) تعیین گردید (سید علی جوزی، ۱۳۸۹: ۸-۱).

جدول ۱- معیار شدت پیامد حوادث

معیار شدت پیامد حوادث C		
نرخ	طبقه بندی حادثه	معادل ریالی حوادث
۱۰۰	فاجعه بار، مرگ و میر متعدد و توقف بسیار طولانی مدت فعالیت‌ها	خسارات بیش از ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۵۰	چندین مورد مرگ و میر	خسارات بیش از ۴۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۲۵	مرگ و میر	خسارات بین ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تا ۴۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۱۵	جراحات فوق العاده شدید مثل قطع عضو، ناتوانی دائمی	خسارات بین ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۵	جراحات ناتوان کننده	خسارات تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۱	جراحات یا خسارات اندک	خسارات زیر ۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال

جدول ۲- میزان مواجهه

میزان مواجهه (E)	
نرخ	طبقه بندی
۱۰	به طور مداوم (چندین بار در روز)
۶	بطور مکرر (حدود یکبار در روز)
۳	گاه به گاه (یکبار در هفته یا در ماه)
۲	به طور غیر معمول (یکبار در ماه یا سال)
۱	بندرت (ممکن است در طول عمر سازمان رخ دهد)
۰.۵	احتمال وقوع آن فوق العاده اندک است (به نظر غیر قابل وقوع می‌آید)

جدول ۳- احتمال وقوع

احتمال وقوع (P)	
نرخ	طبقه بندی
۱۰	پیامدهای کامل حادثه: در صورت وقوع رویداد خطر کاملاً محتمل و مورد انتظار است.
۶	کاملاً ممکن است، غیر معمول نیست شانس ۵۰-۵۰ است.
۳	یک تصادف و امر غیر معمول خواهد بود.
۰,۵	پس از چندین سال مواجهه رخ نداده است ولی گاهی ممکن است به وقوع پیوندد.
۰,۱	عملاً یک پیامد غیر محتمل است (هرگز رخ نداده است).

۲-۲- محاسبه نمره ریسک

$$R = C \times E \times P \quad (۱)$$

حال از مقایسه نمره ریسک بدست آمده با داده های جدول ذیل می توان جهت تصمیم گیری درباره ضرورت اجرای برنامه های حذف و کنترل خطرات و حوادث استفاده کرد.

جدول ۴- رتبه بندی سطح خطر در روش ویلیام فاین

رتبه	اقدامات	سطح ریسک
$200 <$	اصلاحات فوری برای کنترل خطر مورد نیاز است یا نیازمند توقف فعالیت واحد تحت بررسی می باشیم.	بالا (H)
۹۰-۱۹۹	وضعیت اضطراری است یا در اسرع وقت می باید اقدامات لازم به انجام رسد.	غیرطبیعی (M)
$89 <$	عامل خطرناک بالقوه تحت نظارت و کنترل می باشد.	طبیعی (L)

۳-۲- روش تاپسیس

روش رتبه بندی نزدیکی به راه حل ایده آل مثبت ، این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. که یکی از بهترین مدل های تصمیم گیری چند شاخصه می باشد و از آن استفاده زیادی می شود، در این روش نیز گزینه به وسیله شاخص مورد ارزیابی قرار می گیرد. اساس این تکنیک، بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی ، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به طور یکنواخت افزایش یا کاهش یابد. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می گیرد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به طور یکنواخت افزایشی یا کاهش می باشد. حل مساله با این روش، مستلزم طی مراحل زیر است:

۱- کمی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس (N): برای بی مقیاس سازی، از بی مقیاس سازی نرم استفاده می شود.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{l=1}^M X_{il}^2}} \quad (۲)$$

۲- وزن دهی با تکنیک آنتروپی شانون

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (۳)$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \times \ln(P_{ij}) \quad k = \frac{1}{\ln(N)} \quad (۴)$$

$$D_j = 1 - E_j \quad (۵)$$

$$w_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \quad w_j = 1 \quad (6)$$

D_j = درجه انحراف اطلاعات موجود هر یک از شاخص‌ها از مقدار آنتروپی آن شاخص w_j = محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها

۳- به دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) را در ماتریس قطری وزن‌ها ($wn \times n$) ضرب می‌کنیم.

$$V = N \times W_{n \times n} \quad (7)$$

تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی: راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی، به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس: $V =$ راه حل ایده آل مثبت ($+V_j$)
 - بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس: $V =$ راه حل ایده آل منفی ($-V_j$)
- بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر و «بدترین» برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی بزرگ‌ترین مقادیر است.

۴- به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل‌های مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل مثبت ($+dj$) و فاصله هر گزینه تا ایده آل منفی ($-dj$).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (8)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (9)$$

۵- تعیین نزدیکی نسبی (CL^*) یک گزینه به راه حل ایده آل.

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (10)$$

۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها: هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است (۲)

۲-۴- روش دلفی

پژوهشگرانی نظیر لیندستون و تاروف ۱۹۷۵ شیوه دلفی را بدین صورت تعریف کرده‌اند: روشی برای شکل‌گیری فرایند ارتباطات گروهی است. این فرایند به افراد گروه به‌عنوان یک کل این اجازه را می‌دهد که مسایل پیچیده را حل و فصل کنند. یکی از مهمترین جنبه‌های شیوه دلفی آن است که درمورد هر موضوعی از طریق کار فردی مشارکت کنندگان، بدون اینکه آن‌ها واقعاً رودرروی هم قرارگیرند، میتوان به آرای یکسان و اتفاق نظر دست یافت. (فضل اله احمدی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۷۵-۱۸۵)

نحوه تعیین معیارهای لازم و انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا کارخانه سیمان لارستان با استفاده از روش دلفی: پرسشنامه مقدماتی بین ۱۵ کارشناس توزیع شد که موارد کنترلی زیر پس از پرسشنامه دور اول و دوم اخذ گردید.

جدول ۵- تعیین معیارها و روش‌های کنترلی

معیارهای لازم جهت انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا (از ۱۵ معیار)	تعیین روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا (از ۳۵ مورد پیشنهادی)
X1- میزان سرمایه‌گذاری اولیه (منفی)	A1- استفاده از فیلترهای هیبرید (الکتروفیلتر و یک فیلترها با هم) برای بالا بردن راندمان به ۹۹/۹۹ درصد
X2- امکان تعمیر و نگهداری	A2- توزیع لوازم حفاظت فردی (انواع ماسک تنفسی) جهت کنترل اثرات انسانی گردوغبار بر کارکنان
X3- قابلیت بکارگیری روش	A3- تعمیر و نگهداری اساسی و بموقع از کلیه سیستم‌های غبارگیر
X4- در دسترس بودن روش	A4- جایگزین کردن سوخت‌های گازی با سوخت‌های قسیمی
X5- مدت زمان لازم برای کنترل آلاینده (منفی)	A5- مدرنیزه کردن سیستم بارگیری سیمان
X6- راندمان کاهش آلاینده	A6- محصور کردن محوطه سنگ شکن

X7- سهولت استفاده از روش	قابل ذکر است: * پرسشنامه مقدماتی بین ۱۵ کارشناس توزیع شد که موارد کنترلی زیر پس از پرسشنامه دور اول و دوم اخذ گردید. * نظرسنجی به روش پرسشنامه مقیاس لیکرت انجام شد. * کلیه نتایج حاصل از نظرسنجی توسط نرم افزار excel انحراف معیار گرفته که نتایج کمتر از یک مورد قبول می باشند .
X8- میزان ایمن بودن انجام روش	
X9- امکان پایش و ارزیابی روش	
X10- میزان اختلال بکارگیری روش در پروسه (منفی)	
X11- هزینه نگهداشت روش (منفی)	
X12- به روز بودن و نوآوری روش	
X13- میزان رضایتمندی از روش	

بر اساس سوابق موجود ۱۵ معیار جهت انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا شناسایی شد که با استفاده از روش دلفی، بر اساس نظر ۱۵ نفر از کارشناسان خبره در این زمینه از ۱۵ معیار توسط نظرسنجی به روش مقیاس لیکرت ۱۳ معیار در انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا کارخانه سیمان لارستان در نظر گرفته شدند سپس برای مقایسات معیارها و روش کنترلی جدول ماتریس طراحی گردید و در اختیار ۱۵ نفر از کارشناسان مربوطه قرار گرفت. در این پرسشنامه‌ها به مقایسه معیارها و روش‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان پرداخته شد و که در جدول ماتریس اولیه تاپسیس جدول شماره ۸ آورده شده است.

- وزن معیارها تعیین گردیده و در ماتریس نرمال شده ضرب می‌شود. سپس از آن جدول بالاترین عده‌ها را ایده آل مثبت و کمترین ها ایده آل منفی می باشند. براساس فرمول زیر نزدیکی نسبی محاسبه می‌شود.
مرحله پایانی اولویت‌بندی روش‌های کنترلی بر اساس بالاترین نمره یا همان نزدیکی به ایده آل مثبت است، می باشد.
در نهایت بهترین روش کنترل آلودگی هوا انتخاب و جهت بکارگیری به مدیریت پیشنهاد شد.

۳- اهداف تحقیق

۳-۱- هدف کلی

شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی ریسک محیط زیستی (آلودگی هوا) ناشی از فعالیت در کارخانه سیمان لارستان با استفاده از تکنیک ویلیام فاین و اولویت‌بندی روش‌های کنترلی توسط تکنیک تاپسیس

۳-۲- اهداف جزئی

- ۱- شناسایی منابع مولد ریسک آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان
- ۲- محاسبه و ارزیابی نمره ریسک آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان
- ۳- درجه بندی و رتبه‌بندی جنبه های بارز و پیامدهای زیست محیطی (آلودگی هوا) در بخش‌های مختلف کارخانه سیمان لارستان
- ۴- اولویت‌بندی روش های کنترل و کاهش آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان

۳-۳- فرضیه های تحقیق

- ۱- پیش بینی می‌شود، غالب ریسک های زیست محیطی (آلودگی هوا) ناشی از فعالیت در کارخانه سیمان لارستان در زمره ریسک های بالا تلقی می‌شوند.
- ۲- با استفاده از یک برنامه مدیریت و پایش ریسک زیست محیطی (آلودگی هوا) منسجم می توان نسبت به کاهش مخاطرات زیست محیطی و بهبود شاخص‌های زیست محیطی هوا در محدوده های تحت تاثیر کارخانه سیمان لارستان اقدام نمود.
- ۳- روش بکارگیری فیلتر های مناسب با بازدهی بالا (الکتروفیلترها) میتواند روش مناسبی برای کنترل آلودگی هوا باشد.
- ۴- روش ایزوله کردن کارکنان با استفاده از وسایل حفاظت فردی می تواند بهترین روش برای کنترل آلودگی هوا باشد.

۴- یافته‌ها

۴-۱- نتایج اندازه‌گیری آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان

جدول ۶- مناطق دارای آلودگی هوا بیش از حد مجاز پس از ارزیابی نهایی ایستگاه های اندازه‌گیری بر اساس استاندارد آلودگی هوا در ایران

دیف	منبع آلاینده	میزان آلودگی	استاندارد
۱	دودکش اصلی	(بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)	۱۵۰
۲	ضلع غربی (مجاور درب فرعی)	(۱۷۵ میکروگرم بر متر مکعب گردوغبار)	۱۵۰
۳	خروجی یک فیلترسیلوی سیمان	(بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)	۲۵۰
۴	کارگاه تعمیرات و نوسازی	(۸/۵ میلی گرم بر متر مکعب فیوم فلزی)	۵
۵	بارگیرخانه پاکتی	(۱۰/۱ میلی گرم بر متر مکعب)	۱۰
۶	سنگ شکن - همکف	(۱۱/۲ میلی گرم بر متر مکعب)	۱۰
۷	ضلع شرقی (پشت سیلوی سه گانه)	(۱۷۲ میکروگرم بر مترمکعب)	۱۵۰
۸	سنگ شکن - زیر نوار A2	(۶۲ میلی گرم بر متر مکعب)	۱۰
۹	زیرزمین گریدکولر	(۱۳/۲ میلی گرم بر متر مکعب)	۱۰
۱۰	خروجی یک فیلتر سیلوی سه گانه	(بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)	۲۵۰

۴-۲- اولویت‌بندی ریسک ها براساس میانگین نمره خطر به روش ویلیام فاین

بر طبق جداول شماره (۱)(۲)(۳)(۴) با اظهار نظر ۲۰ کارشناس

براساس میانگین نمره خطر در روش ویلیام فاین اولویت‌بندی ریسک ها انجام شد که نتایج تقسیم بندی خطرات در (جدول ۵) آورده شده است.

جدول ۷- اولویت‌بندی ریسک ها براساس میانگین نمره خطر

سطح ریسک	رتبه	میانگین	نوع ریسک
سطح ریسک بالا و اقدامات فوری باید صورت پذیرد.	۱	۳۸۵,۵	دودکش اصلی
سطح ریسک بالا و اقدامات فوری باید صورت پذیرد.	۲	۲۶۰,۲۰	بارگیرخانه پاکتی
سطح ریسک بالا و اقدامات فوری باید صورت پذیرد.	۳	۲۱۸,۲۰	سنگ شکن - زیر نوار A2
سطح ریسک غیرطبیعی اقدام در اسرع وقت	۴	۱۵۹,۶۰	کارگاه تعمیرات و نوسازی
سطح ریسک غیرطبیعی اقدام در اسرع وقت	۵	۱۱۳,۴۰	ضلع غربی (مجاور درب فرعی)
سطح ریسک غیرطبیعی اقدام در اسرع وقت	۶	۹۱,۸۵	خروجی یک فیلتر سیلوی سه گانه
سطح ریسک طبیعی عامل خطرناک بالقوه تحت نظارت و کنترل می‌باشد.	۷	۷۳,۸۵	ضلع شرقی (پشت سیلوی سه گانه)
عامل خطرناک بالقوه تحت نظارت و کنترل می‌باشد.	۸	۶۷,۲۰	خروجی یک فیلترسیلوی سیمان
عامل خطرناک بالقوه تحت نظارت و کنترل می‌باشد.	۹	۴۲,۰۵	زیرزمین گریدکولر
عامل خطرناک بالقوه تحت نظارت و کنترل می‌باشد.	۱۰	۳۶,۵۰	سنگ شکن - همکف

۴-۳- نتایج حاصل از اولویت‌بندی مدیریت ریسک توسط روش تاپسیس

پس از طی مراحل تهیه جدول ماتریس اولیه، وزن دهی با تکنیک آنتروپی شانون (فرمول های ۳-۴-۵)، محاسبات ضرب وزن در ماتریس نرمال شده (فرمول ۷)، تعیین راه حل ایده آل مثبت و منفی (فرمول ۸)، نزدیکی نسبی به ایده آل مثبت (فرمول ۹)، اولویت‌بندی روش های کنترلی با روش تاپسیس انجام گرفت و نتیجه زیر حاصل گردید که در (جدول ۹) آورده شده است .

جدول ۸- جدول ماتریس اولیه جهت تاپسیس

X13	X12	X11	X10	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	
۹	۸	۳	۷	۸	۸	۵	۹	۳	۵	۸	۷	۲	A1
۶	۵	۵	۸	۸	۷	۵	۶	۸	۹	۷	۸	۵	A2
۵	۳	۳	۳	۶	۵	۷	۷	۴	۵	۸	۶	۳	A3
۶	۵	۲	۳	۷	۷	۶	۷	۵	۵	۷	۷	۲	A4
۸	۹	۴	۶	۷	۸	۴	۶	۳	۵	۵	۶	۳	A5
۶	۵	۵	۳	۷	۶	۳	۶	۳	۵	۵	۳	۴	A6
۴۰	۳۵	۲۲	۳۰	۴۳	۴۱	۳۰	۴۱	۲۶	۳۴	۴۰	۳۷	۱۹	جمع

جدول ۹- اولویت بندی روشهای کنترلی با روش تاپسیس

اولویت بندی روش های کنترلی با روش تاپسیس	نزدیکی نسبی با ایده آل مثبت
A4 جایگزین کردن سوخته های گازی با سوخته های فسیلی	۰/۶۶۶
A1 استفاده از فیلترهای هیبرید (الکتروفیلتر و بک فیلترها با هم)	۰/۶۴۰
A5 مدرنیزه کردن سیستم بارگیری سیمان	۰/۶۳۲
A3 تعمیر و نگهداری اساسی و بموقع از کلیه سیستم های غبارگیر	۰/۶۲۵
A6 محصور کردن محوطه سنگ شکن	۰/۵۷۱
A2 توزیع لوازم حفاظت فردی (انواع ماسک تنفسی) جهت کنترل اثرات انسانی گردوغبار بر کارکنان	۰/۳۱۶

۴- نتیجه گیری

هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی کارخانه سیمان است. روش های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط زیستی وجود دارد از جمله این روش ها می توان به HAZAN, William Fine, FMEA غیره اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه اند. بنابراین نمی توان روشی را با اطمینان رد یا تأیید کرد این امر که یک روش در یک صنعت تا چه حد از کارایی برخوردار است به شرایط بسیاری از جمله طراحی، ساختار، نوع فعالیت های آن صنعت و شرایط زیست محیطی منطقه مورد مطالعه و دیگر عوامل محیطی دارد.

با توجه به وسعت پروژه های صنعت سیمان، تعداد زیادی ریسک وجود دارد که بعضاً در طول سپری کردن مراحل مطالعات ممکن است تمامی این ریسک ها شناسایی نشود، ولی مسئله ای که واضح و مشخص است معمولاً سازمان ها قادر به برنامه ریزی برای تمامی ریسک ها نیستند و این امر نشان دهنده لزوم اولویت بندی و کمی نمودن مقادیر ریسک ها است. یکی از روش هایی که تا کنون کمتر از آن استفاده شده است، ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین و مدیریت ریسک و الویت بندی مراحل کنترلی آن با تاپسیس می باشد. این دو روش بسیار ساده و منطقی می باشند که رابطه معنی داری را با هم تشکیل می دهند. استفاده از فناوری های نو با اظهار نظرهای موثر کارشناسان با تکمیل پرسشنامه های دلفی و لیکرت، جهت اجرای راهکارهای بهتر و کاراتر از مزیت های این روش ها می باشد.

۴-۱- مقایسه نتایج اندازه گیری آلودگی هوا در مناطق دارای آلودگی بیش از حد مجاز با نتایج

ارزیابی ریسک با استفاده از روش ویلیام فاین

فرایند تولید در کارخانه سیمان لارستان همانند سایر محیط های صنعتی به دلیل ماهیت و نوع فعالیت با مخاطرات مختلفی از نظر ایمنی، سلامت، بهداشت و محیط زیست همراه می باشد، در نتیجه امکان آسیب به انسان، تجهیزات و محیط زیست در صورت وقوع حادثه وجود دارد. از اینرو مطالعه کنونی در زمینه ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه های زیست محیطی شرکت سیمان لارستان در زمینه آلودگی هوا با هدف شناسایی قسمت هایی از خط تولید که آلودگی زایی بیشتری دارند، تخمین میزان خطر، کنترل و کاهش سطح خطر و در راستای حفظ سلامت پرسنل، تجهیزات، سرمایه و محیط زیست تحت تاثیر، به انجام رسید. طی اندازه گیری هایی که از شرکت سیمان لارستان از کلیه منابع آلاینده هوا که حدود ۲۰۰ ایستگاه بوده، انجام گرفته است، که میانگین آلودگی در هر منبع محاسبه شده و بر اساس آن، تعداد ۱۰ منبع که از نظر ذرات معلق و گاز و بخار منتشره، طبق استاندارد

آلودگی هوای ایران، بیش از حد استاندارد می باشند، و نیاز به کنترل دارند مشخص گردیده است. منابع تولید آلودگی و میزان آن عبارتند از: ۱- دودکش اصلی (بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)، ۲- ضلع غربی (مجاور درب فرعی) (۱۷۵ میکروگرم بر متر مکعب گردوغبار)، ۳- خروجی یک فیلترسیلوی سیمان (بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)، ۴- کارگاه تعمیرات و نوسازی (۸/۵ میلی گرم بر متر مکعب فیوم فلزی)، ۵- بارگیرخانه پاکتی (۱۰/۱ میلی گرم بر متر مکعب)، ۶- سنگ شکن همکف (۱۱/۲ میلی گرم بر متر مکعب)، ۷- ضلع شرقی (پشت سیلوی سه گانه) (۱۷۲ میکروگرم بر مترمکعب)، ۸- سنگ شکن زیر نوار A2 (۶۲ میلی گرم بر متر مکعب)، ۹- زیرزمین گریدکولر (۱۳/۲ میلی گرم بر متر مکعب)، ۱۰- خروجی یک فیلتر سیلوی سه گانه (بیشتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب گردوغبار)

در این مقاله از روش ویلیام فاین که از فنون سازمان یافته و نظام مند ارزیابی خطر در شناسایی خطرات بالقوه و برآورد سطح خطر، در راستای مدیریت خطر و کاهش آن به سطحی قابل قبول است، استفاده شد. به این منظور پس از شناسایی فعالیت ها و فرایندهای کارخانه و نمونه برداری از آلودگی هوا، کلیه مناطق آلوده و آسیب رسان شناسایی و سپس با توجه به شدت اثر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه آن با انسان و محیط زیست طبق جدول استاندارد که توسط ۲۰ کارشناس نمره دهی صورت گرفته، ارزیابی و طبقه بندی خطرات انجام شد و سپس براساس ضرب پازامترها ($R=C \times E \times P$) و میانگین آن ها با هم، منابع آلاینده بر اساس میانگین نمره خطر رتبه بندی و اولویت ریسک براساس سطح ریسک بالا، غیرطبیعی و طبیعی انجام شد.

۴-۲- تعیین مناسب ترین روش کنترل و کاهش آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان براساس

روش دلفی و نزدیکی به پاسخ ایده آل مثبت (TOPSIS) و وزن دهی با آنتروپی شانون

روش تصمیم گیری با شاخص های چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که گزینه ها از قبل تعیین شده باشند و هدف آن، انتخاب یکی از گزینه های موجود از طریق مقایسه آن ها در حضور شاخص های متعدد تأثیرگذار بر ارجحیت گزینه ها می باشد. برخلاف روش تصمیم گیری با اهداف چندگانه که برای یک مساله بهینه سازی تعداد اهداف متفاوت (و در بعضی موارد متناقض) وجود دارد، از بین روش های متعددی که در حوزه تصمیم گیری با شاخص های چندگانه وجود دارد، روش اولویت بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ ایده آل به دلیل مزیت هایی که نسبت به روش های دیگر دارا است، برای این مقاله انتخاب گردید. روش اولویت بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ ایده آل برای حل مسائل تصمیم گیری با معیارهای چندگانه توسط هوانگ و یونگ ابداع شده است. بر اساس نظریه آن ها می توان مساله تحلیلی در تصمیم گیری با معیارهای چندگانه را به عنوان سامانه ای هندسی در نظر گرفت که در آن m گزینه با n معیار مورد ارزیابی قرار می گیرند. در بکارگیری تکنیک های موجود در ارزیابی پروژه های اقتصادی با مشکلاتی روبرو می باشد و ممکن است استفاده از این تکنیک ها منجر به نتایج ضد و نقیضی گردد، در چنین مواقعی تصمیم گیری دچار مشکل می شود که بعضاً پیشنهاد می شود از شعور متعارف برای انتخاب پروژه ها استفاده شود. برای رفع چنین تناقضی و اینکه بتوانیم از تمام معیارهای مورد توجه استفاده کنیم، تکنیک های چند معیاره پیشنهاد می شود و همچنین برای آن که در نظر داشته باشیم که هم به جنبه های مالی و هم به جنبه های و معیارهای غیر مالی (که منظور از جنبه های غیر مالی مثلاً: تاثیر یک پروژه در روحیه کارکنان، رضایت آنان، کیفیت مدیریت پروژه و... می باشد) توجه کنیم، بکارگیری روش تاپسیس پیشنهاد می شود که این روش جامع تر بوده و درصد اشتباه کمتری را در پی خواهد داشت.

در ادامه با اجرای تکنیک دلفی پرسشنامه هایی بین ۱۵ کارشناس توزیع می شود که در نهایت ۳۵ مورد کنترلی از کارشناسان اخذ می گردد، سپس توسط فرم های نظرسنجی که به روش مقیاس لیکرت تنظیم گردیده، نظرسنجی انجام شده و روش های کنترلی و این نتایج از روش دلفی بدست آمد: استفاده از فیلترهای هیبرید (الکتروفیلتر و بک فیلترها با هم)، توزیع لوازم حفاظت فردی (انواع ماسک تنفسی) جهت کنترل اثرات انسانی گرد و غبار بر کارکنان، تعمیر و نگهداری اساسی و به موقع از کلیه سیستم های غبارگیر، جایگزین کردن سوخت های گازی با سوخت های فسیلی، مدرنیزه کردن سیستم بارگیری سیمان و محصور کردن محوطه سنگ شکن.

برای تعیین معیارها نیز از روش دلفی نظرسنجی شده است، که ۱۵ معیار نظرسنجی شد که ۱۳ معیار که با تمامی روش ها تناسب داشته باشد نیز انتخاب گردید. پس از این مرحله که داده های ما مشخص گردید اولویت بندی مدیریت ریسک توسط روش تاپسیس انجام می گیرد که در آن روش های کنترلی بطور جداگانه با معیارها توسط کارشناسان مقایسه و امتیازدهی می شود. مرحله بعدی بی مقیاس سازی و سپس وزن دهی است که با تکنیک آنتروپی شانون انجام گرفته است سپس محاسبات ضرب وزن در ماتریس نرمال شده، جهت تعیین ایده آل های مثبت و منفی صورت می پذیرد و در نهایت با تعیین نزدیکی نسبی هر روش اولویت بندی روش های کنترلی با تکنیک تاپسیس پایان می پذیرد که نتایج زیر حاصل می شود: از جمله این راهکارها برترتیب اولویت: جایگزین کردن سوخت های گازی با سوخت های فسیلی (با نزدیکی نسبی ۰/۶۶۶)، استفاده از فیلترهای هیبرید (الکتروفیلتر و بک فیلترها با هم) برای بالابردن راندمان (۰/۶۴۰)، مدرنیزه کردن سیستم بارگیری سیمان (۰/۶۳۲)، تعمیر و

نگهداری اساسی و بموقع از کلیه سیستم های غبارگیر (۰/۶۲۵)، محصور کردن محوطه سنگ شکن (۰/۵۷۱)، توزیع لوازم حفاظت فردی (انواع ماسک تنفسی) جهت کنترل اثرات انسانی گردوغبار (۰/۳۱۶)

۴-۳- ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا در کارخانه سیمان لارستان

- پایش روزانه و مداوم پارامترهای موثر بر کیفیت هوا و بررسی میزان آلاینده ها و ذرات معلق و سرمایه گذاری برای بروز رسانی خروجی دودکش ها، استفاده از سیستم های غبار گیر، اندازه گیری ادواری گازهای ترکیبی هوا، استفاده از سوخت های پاک، توسعه فضای سبز داخل و اطراف کارخانه و افزایش مداوم درختکاری.
- با ورود کشور به سازمان تجارت جهانی و لازمه همسو شدن با تجارت جهانی، قیمت انرژی اعم از برق و سوخت باید در این صنعت مورد تعدیل قرارگیرد و زمینه حذف یارانه فراهم شود.
- آموزش و تحقیقات با توسعه فیزیکی این صنعت اهمیت بیشتر پیدا نماید، و هرگونه غفلت در این زمینه موجب اختلال جدی در تأمین نیرو و منابع انسانی خواهد بود.
- امکانات نقل و انتقال سیمان، اعم از ابزار وسیله حمل و نقل مانند کامیون، تریلر... و همچنین بستر حمل و نقل مانند جاده و راه آهن و ... به موازات رشد ظرفیت کارخانه سیمان از نگرانی دست اندر کاران این صنعت در مراحل مختلف تولید است که باید مرتفع گردد.
- تلاش در جهت کاهش قیمت تمام شده این محصول با بکارگیری روش های علمی و فنی و بالا بردن سطح کیفی تولیدات و همچنین تنوع محصول برای کسب موقعیت بهتر در بین کارخانجات سیمان کشور جهت صادرات در بازارهای رقابتی از مواردی است که باید در این زمینه برنامه ریزی گردد.
- تدوین خط مشی، اهداف ایمنی و برنامه های لازم جهت دستیابی به اهداف به صورت سالیانه.
- تشکیل کمیته های حفاظت فنی و بهداشت کار جهت شناسایی خطرات و مشخص نمودن نقاط باخطر بالقوه بالا.
- اجرای دوره های آموزش ایمنی و بهداشت عمومی برای کلیه کارکنان شرکت و پیمانکاران.
- برای مدیریت آسان تر حوادث و شبه حوادث پیشنهاد می شود خطرات بر اساس جداول خطر اولویت بندی شوند.
- شناسایی نقاط تماس خطر و تدوین آن ها به صورت دفترچه و قراردادن در اختیار کارکنان و پیمانکاران
- اجرای برنامه مدیریت زیست محیطی EMS

منابع

- ۱- احمدی، فضل اله و همکاران، ۱۳۸۷، تکنیک دلفی ابزاری در تحقیق، مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی تهران
- ۲- بحرانی، روح اله، دهقانی، مهدی، ۱۳۸۵، آنالیز ریسک پروژه بر اساس الگوریتم تاپسیس و تحلیل ضرایب همبستگی در صنعت توزیع گاز، نشریات ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه
- ۳- تیرگر، آرام و همکاران، ۱۳۸۷، بهداشت حرفه ای، موسسه انتشاراتی اندیشه رفیع
- ۴- ثنایی، غلامحسین، ۱۳۸۶، سم شناسی صنعتی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران
- ۵- جوزی، سیدعلی و همکاران، ۱۳۸۸، ارزیابی و مدیریت خطر ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی شرکت لوله سازی اهواز به روش ویلیام فاین
- ۶- جوزی، سیدعلی و همکاران، ۱۳۸۹، تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روش تاپسیس، مجله محیط شناسی
- ۷- صمدی، محمد تقی، ۱۳۷۳، ارزیابی اثرات زیست محیطی نیروگاه برق آلستوم تهران از نظر آلاینده های هوا
- ۸- مطلبی، محمود، ۱۳۹۰، کتابچه جایگاه محیط زیست درمجمع کارخانجات سیمان مشهد، مدیریت منابع انسانی سیمان شرق
- 9- Antonie, stam; Durate silva,. 1997. Stochastic Judgments in the AHP: The Measurement of Rank Reversal; Decision Science, Volume: .28
- 10- Arielpinto C,. 2004. The security Incident cycle of ports, University Norfolk Virginia Press.
- 11- Bahr, NJ,. 1997. System Safety Engineering and Risk Assessment: A Practical Approach. London: Taylor and Francis.
- 12- Burke, R,. 2006. Project Management Planning and Control Techniques, Third Edition, John willey and Sons.
- 13- Cornelsin, J.D,. 1999. MORT Based Root Cause Analysis, WP-27, system safety Development Center, EG and G Idaho, INC.,
- 14- Cothorn, C.Richard,. 1993. Environmental Risk Assessment, Lewis Publication.

- 15- Environment Protection Agency. 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment, Published on May 14, 1998, Federal Register 63 (93): 26846 – 26924
- 16- Friedman, L.J., 2005. The Utility Analysis of Choices Involving Risk. Journal of Political Economy; vol: 56.
- 17- Gillian Lawson,. 1999. Project Management for Industries, First Edition, Icheme.
- 18- Hammer, K2002. Handbook of safety and Product Safety, Mc Graw – Hill.
- 19- Henley, E.J., 2003. Probablistic Risk Assessment, Reliability Engineering, Design and Analysis. Newyork: IEEE Press.
- 20- Hilson, D., 2002. Extending the Risk Process to Manage Opportunities, International Journal of Project Management, Vol:20.
- 21- Judith, P., 2007. Handbook of Environmental Impact Assessment, Center for Hazard and Risk Management, Oxford: 484 pp.
- 22- Kerzner, H., 2003. Project Management a system Approach to Planning Scheduling and Controlling, Vth Edition, New Jersey; John Willy and Sons.
- 23- Kletz, T.A., 2001. HAZOP and HAZOP, Identifying and Assessing Process Industry Hazards, 3d CD. Bristol, PA; Hemisphere:9
- 24- Muhlbauer, W.K., 1999. Pipeline Risk Management Manual, Gulf Professional Publishing, Second Edition: 42 App.
- 25- Palady, Paul,. 1995. Failure Modes and Effects Analysis, PT Publications.
- 26- Prugh, R.W., 2007. Guidelines for Chemical Engineers, New York Antington Press: 250 pp.
- 27- Rowe, W.D., 2006. An Anatomy of Risk, Newyork: John Willey and Sons.
- 28- The Joint Risk Management Program Standard Team. 2006
- 29- Risk Management Program Standard, The office of Pipeline Safety, American Petroleum Institute.
- 30- UNDP. 2002. An Overview of Disaster Management, Training Modules, UN. Disaster Management Training Program. 335 P.
- 31- Voorhees, J., 2005. International Environmental Risk Management, ISO 14000 and the systems Approach, New York LEWIS Publishers.
- 32- World Bank. 2003. Guide Line for Environmental Assessment of Energy and Industry Project, Environment Department.
- 33- U.S.EPA,1994 Environmental Impact Statement. Us Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
- 34- 68-World Bank, 1991, Environmental Assesment, Sourcebook,Vol.1,2and 3.,World Washington,D.C.
- 35- Bojkov, R.D. The Change Ozon Layer.1995.
- 36- World Health Organization Health Hazards of The Human Environment,1974.
- 37- Hitt, M. B, S. et. al. 2005. Management. Prentice Hall Book Company, 154pp.
- 38- Rosen, R. 2003. Strategic Management. Pearson Education Limited: 123.130 pp.
- 39- Accident/ Incident Investigation Manual, SSDC 27, DOE/ SSDC 27/45-76. 1999. Third Edition, U.S Department of Energy.
- 40- Wever, G. 1996. Strategic Environmental Management. John Wiley & Sons Inc: 87.108 pp.

بررسی حوادث هسته‌ای در راکتورهای نسل جدید

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۵

کد مقاله: ۵۱۰۶۲

علی اشرف باقری^{۱*}، کوثر زاهدی لاله دشتی^۲

چکیده

راکتورهای هسته‌ای نسل جدید از ایمنی بالایی برای محیط زیست برخوردارند. لذا بررسی راکتورهای هسته‌ای از لحاظ ایمنی برای حفاظت محیط زیست همیشه مورد بحث بوده است و پژوهش‌های زیادی بر روی تحلیل انواع حوادث هسته‌ای و تأثیر آن‌ها بر محیط زیست صورت گرفته است. لذا در این پژوهش به بررسی حادثه از دست رفتن آب خنک‌کننده قلب راکتور Nuscale توسط نرم افزار PCTran پرداخته شده است. همچنین قلب راکتور دارای مقادیر زیادی بور، همراه با خنک‌کننده برای کندکنندگی در راکتور بوده است. لذا در شرایط حادثه از دست رفتن آب خنک‌کننده قلب راکتور بخار شده یا از طریق دیگر به محیط وارد شده لذا به بررسی تأثیر بور بر سلامت انسان نیز پرداخته شده است. نتایج این پژوهش نشان داده است بر اثر حادثه از دست رفتن آب خنک‌کننده قلب راکتور میزان آب فشارنده راکتور کاهش یافته و باعث از دست رفتن آب حاوی بور شده است؛ که نمودارهای بور و تأثیر آن بر محیط زیست بررسی شد.

واژگان کلیدی: راکتور، حوادث، محیط زیست، بور

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، ایران (نویسنده مسئول)
aliashrafbaghri1371@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، ایران

۱- مقدمه

یکی از قوی‌ترین انرژی‌های کشف شده توسط بشر انرژی هسته‌ای می‌باشد. به‌طوری‌که انسان از این انرژی برای پیشرفت و همچنین برای نابودی استفاده می‌کند. امروزه به دلیل محدودیت‌های منابع فسیلی تمامی کشورهای پیشرفته از انرژی هسته‌ای برای تولید برق و تأمین انرژی استفاده می‌کنند؛ اما هنوز بشر نتوانسته است بررسی و تحلیل کاملی از حوادث هسته‌ای و کاهش آلودگی ناشی از مواد پرتوزا ارائه بدهد؛ زیرا اثر مواد پرتوزا بر بدن انسان تا نسل‌ها بعد و حتی قرن‌ها بر محیط‌زیست باقی می‌ماند. یکی از مهم‌ترین منابع‌های پرتوزا در نیروگاه‌های هسته‌ای آب خنک‌کننده قلب راکتور است چون که به‌طور مستقیم با قلب راکتور سروکار دارد و دارای مواد پرتوزای زیادی است همچنین این آب نیز دارای بور زیادی است که در شرایط حادثه این آب یا به بیرون می‌ریزد یا تبخیر می‌شود و به محیط‌زیست وارد می‌شود که بور خروجی از نیروگاه‌های هسته‌ای در پژوهش‌ها کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش در طی حادثه و خیم از دست رفتن آب خنک‌کننده به قلب راکتور نسل جدید Nuscale میزان بور خروجی و عنصر بور مورد بررسی قرار داده شد که این پژوهش در شرایط حادثه اطلاعات مفیدی ارائه می‌دهد.

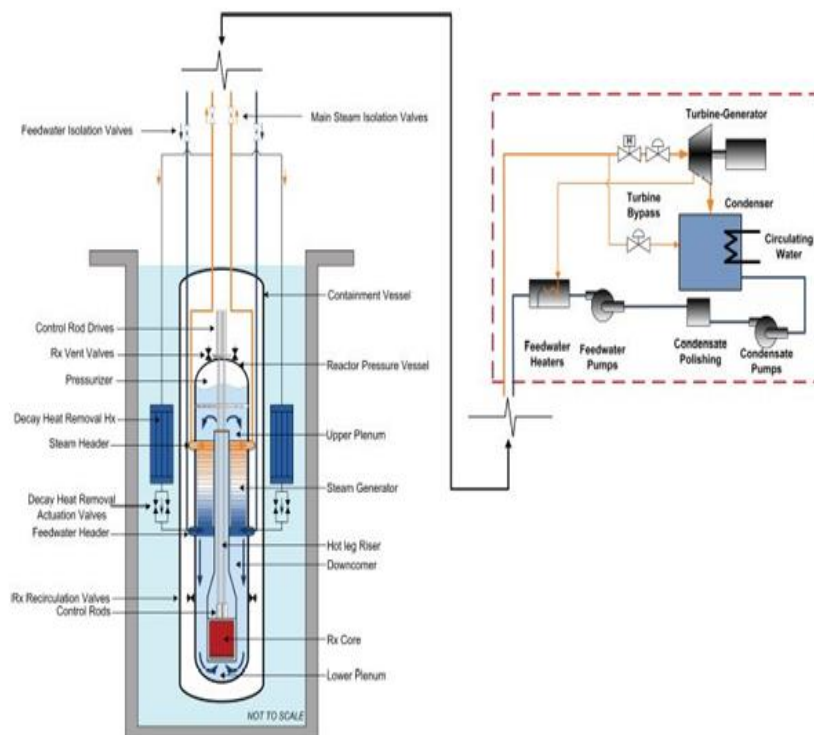
۲- تاریخچه

در طی پژوهشی مروری بر سیستم‌های ایمنی غیرفعال پیشرفته طراحی‌شده برای نیروگاه هسته‌ای NuScale و نقش آن‌ها در پرداختن به حوادث شدید پرداخته شد. نیروگاه NuScale دارای ۱۲ ماژول قدرت می‌باشد و هر ماژول از یک محفظه فشار راکتور (هسته، ژنراتور بخار و فشارنده) و یک مخزن محافظ که محفظه راکتور را احاطه کرده است، تشکیل شده است. در طول کارکرد عادی، هر مخزن محافظ به‌طور کامل در یک مخزن بتونی پر از فولاد ضدزنگ که در زیر زمین ساکن است، غوطه‌ور است. این استخر به اندازه کافی بزرگ است که ۳۰ روز قلب راکتور و خنک‌کننده قلب راکتور را بدون اضافه کردن آب تأمین کند. پس از ۳۰ روز، تولید گرمای هسته به‌قدری کم است که انتقال حرارت جابجایی طبیعی به هوا در سطح بیرونی محفظه راکتور، به‌طور کامل برای از بین بردن حرارت واپاشی هسته‌ای برای یک دوره نامحدود کافی است. این سیستم‌های ایمنی منفعل می‌تواند عملکرد خود را بدون نیاز به تأمین خارجی آب یا توان الکتریکی انجام دهد [۱]. نیروگاه‌های هسته‌ای منبع انرژی جذاب برای نمک‌زدایی از آب در مقیاس بزرگ هستند چون انرژی گرمایی تولیدشده در یک راکتور هسته‌ای می‌تواند هم الکتریسیته و هم بخار را بدون تولید گاز گلخانه‌ای و هم از آب‌نمک بگیرد. لذا تولید آب شیرین بدون تولید گازهای گلخانه‌ای، یک گزینه بسیار جذاب این نوع نیروگاه‌ها است. راکتور NuScale که برای تولید برق و آب‌نمک زدا مناسب است، با توجه به ایمنی افزایش‌یافته، قابلیت بهبودیافته و توسعه انعطاف‌پذیری‌ها طرح NuScale را یک روش مقرون‌به‌صرفه برای توسعه ظرفیت نمک‌زدایی در جهان فراهم می‌کند. مطالعات پارامتریک برای ارزیابی گزینه‌های تکنیکی جفت کردن یک نیروگاه NuScale به انواع فن‌آوری‌های نمک‌زدایی مختلف انجام شده است؛ زیرا استفاده از این نوع راکتور برای محیط‌زیست بسیار حائز اهمیت است [۲]. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود پایداری تولید انرژی، مهم‌ترین سیاست انرژی سال ۲۰۵۰ شیلی است. این امر با وجود این که جغرافیای کشور شامل بسیاری از مناطق دور افتاده است که عملاً خارج از شبکه هستند لذا، SMR ها می‌توانند در مناطق دور افتاده واقع شوند و در این زمان این راکتورها در آرژانتین، ایالات متحده، برزیل، روسیه، چین، کره جنوبی، ژاپن، هند و آفریقای جنوبی بطور فعال توسعه می‌یابند. زلزله سال ۲۰۱۰ شیلی و فاجعه هسته‌ای فوکوشیما در سال ۲۰۱۱ و مخالفت با انرژی هسته‌ای برای عواقب احتمالی مواد پرتوزا در زندگی مردم به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این مقاله با هدف بررسی مقاومت لرزه ای یک سازه هسته‌ای معمولی که در راکتورهای ماژولار کوچک ارائه شده است که یک راکتور NuScale از ایالات متحده در این شرایط مورد بررسی قرار داده شد. هدف از این مطالعه یک مدل ساختاری دقیق برای تعیین تقویت سیستم قاب بندی بتن آرمه راکتور NuScale است. تجزیه و تحلیل برای ارزیابی پاسخ مکانیکی کلی ساختار انجام شد. براساس آنالیز تعامل خاک سازه، مشخص شد که سیستم قاب بندی NuScale قادر به حفظ سطح کم تنش در سطح تعامل بین پایه و خاک است که مشخص شد سیستم قادر به مقاومت قابل توجه در برابر زلزله است [۳].

۳- راکتور Nuscale

نیروگاه هسته‌ای Nuscale دارای ۱۲ ماژول NSSS است که هر ماژول NSSS یک راکتور PWR کوچک با آب خنک‌کننده سبک است. هر ماژول NSSS در استخر راکتور مشترک، در زیر آب واقع شده است. تمام استخرهای آب از فولاد ضد زنگ برای جلوگیری از عدم نشت مواد پرتوزا است. هراستخر آب دارای یک پوشش بتونی است که به عنوان سپر بیولوژیکی عمل می‌کند. این پوشش همچنین برای جلوگیری از رسوب مواد خارجی بر روی ماژول NSSS کمک می‌کند [۴]. جدول شماره (۱) مشخصات قلب راکتور Nuscale را نشان می‌دهد که هر ماژول دارای یک سیستم تولید بخار هسته‌ای NSSS که از یک قلب

راکتور، یک فشارنده و دو ژنراتور بخار در مخزن تحت فشار راکتور تشکیل شده و در یک محفظه کانتینمنت فولاد فشرده قرار دارد که مجموع اجزای تشکیل دهنده راکتور Nuscale را تشکیل می‌دهد که مشخصات یک ماژول راکتور در جدول شماره (۲) آورده شده است. همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است. اجزای ماژول ها NSSS در خارج از نیروگاه ساخته شده و به محل نیروگاه منتقل می‌شوند. ماژول NSSS به گونه ای طراحی شده است که در شرایطی با قدرت کامل و با استفاده از گردش طبیعی به عنوان وسیله ای برای تأمین جریان خنک کننده قلب راکتور عمل کند و نیاز به گردش آب خنک کننده قلب راکتور توسط پمپ را از بین ببرد. هر واحد تقریباً ۴۵ مگاوات بازده خالص تولید می‌کند. مفهوم مدولار اجازه می‌دهد تا چندین ماژول NSSS در یک محل واحد قرار بگیرند. ماژول های منفرد NSSS می توانند بطور تدریجی در برنامه ریزی قرار گیرند تا برنامه های ساخت و ساز را برآورده سازند ماژول های NSSS همچنین می توانند بصورت جداگانه برای قطع سوخت گیری و تعمیر و نگهداری آنها خارج شوند [۵].



شکل (۱): نمای یک ماژول راکتور Nuscale [۱]

جدول (۱): پارامترهای قلب راکتور Nuscale [۶]

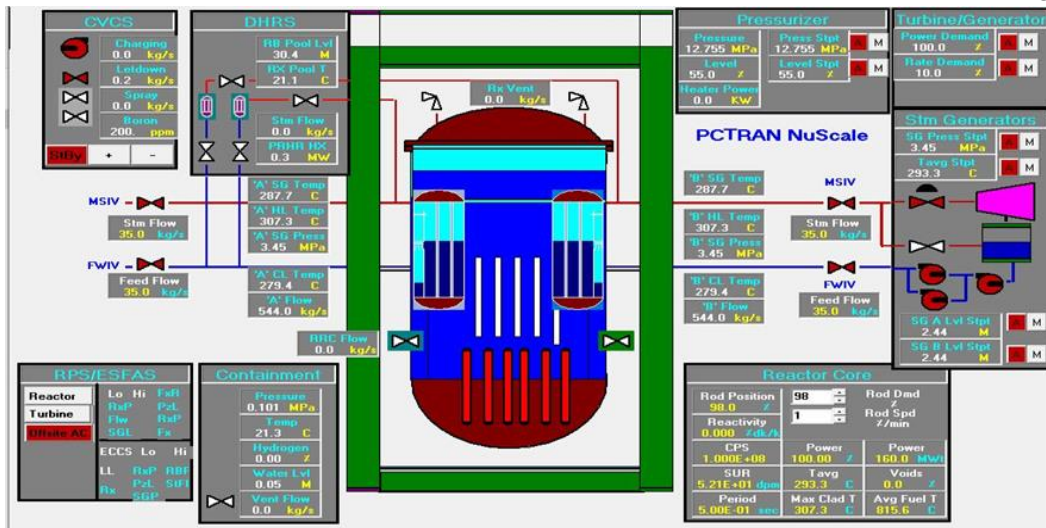
Core Parameters	Dimensions
Fuel Pins (Standard 17 x 17 PWR Enriched UO₂ Fuel with Zircaloy Cladding)	
Rod outside diameter	0.374 inches
Pellet outside diameter	0.322 inches
Clad thickness	0.0224 inches
Active height	1/2 standard height
Fuel Assembly (17x 17 Square Array)	
Assembly pitch	8.466 inches
Pin pitch	0.496 inches
Control Rods (B₄C Absorber)	
Absorber material diameter	0.339 inches
Control rod outside diameter	0.378 inches
Control rod length	1/2 standard height

جدول (۲): مشخصات یک ماژول [۶]

Power Unit	
Number of reactors	One
Net nominal power rating	45 MWe
Steam generator number	Two, independent tube bundles
Steam generator type	Vertical helical tube
Steam cycle	Rankine – subcritical regenerative with superheat
Turbine type	3600 rpm, condensing, with extraction
Thermal power rating	160 MWt
Operating pressure	1850 psig

۴- نرم افزار Pctran Nuscale

این شبیه ساز برای طراحی و شبیه سازی برخی از حوادث هسته ای ساخته شده است، همچنین شبیه ساز Pc-Tran با تنظیم ماژول در وسط، طراحی راکتور زیر را از نزدیک دنبال می کند. فشارنده و توربین مولد بخار و کنترل راکتور در طرف راست قرار دارند. این شبیه سازی ها مبتنی بر آموزش اپراتور اتاق کنترل می باشد. شکل (۲) نمایی از شبیه ساز راکتور Nuscale را نشان می دهد.



شکل (۲): محیط نرم افزار pctran

۵- LiveChart of Nuclides

LiveChart یک نمودار تعاملی است که ساختار هسته ای و ویژگی های فروپاشی همه نوکلئیدهای شناخته شده را از طریق رابط گرافیکی نشان می دهد. بیشتر داده های در دسترس از پرونده ارسالی ساختار داده هسته ای (ENSDF) گرفته شده است که معتبرترین و به روزترین پایگاه داده در این زمینه است. علاوه بر این، سایر داده های مورد علاقه، به عنوان مثال مقطع نوترون حرارتی را نیز بدست می آورد.

۶- اثرات بور

بور ماده مهمی برای گیاهان و حیوانات می باشد بدین معنی که مقادیر بسیار کم بور برای رشد آنها لازم و ضروری است و هم مزاد آن برای بسیار از گیاهان مضر است؛ و فاصله این دو مقدار بسیار کم است. در انسانها مقدار بسیار کمی بور در تمام بافت ها وجود دارد؛ اما مقدار اضافی بور ممکن است منجر به آسیب سیستم عصبی شود. از این جهت بسیاری از کشورها غلظت بور در آب آشامیدنی و فاضلاب کنترل می شود که مقدار مجاز بور در آب آشامیدنی طبق توصیه سازمان بهداشت جهانی ۰/۵ میلی گرم بر لیتر

است. بر این اساس حذف بور از آب یکی از دغدغه های بزرگ بهداشت عمومی و محیط زیست می باشد. جدول (۳) گستره غلظت بور در محیط های مختلف را نشان می دهد.

جدول (۳) گستره غلظت بور در محیط های مختلف

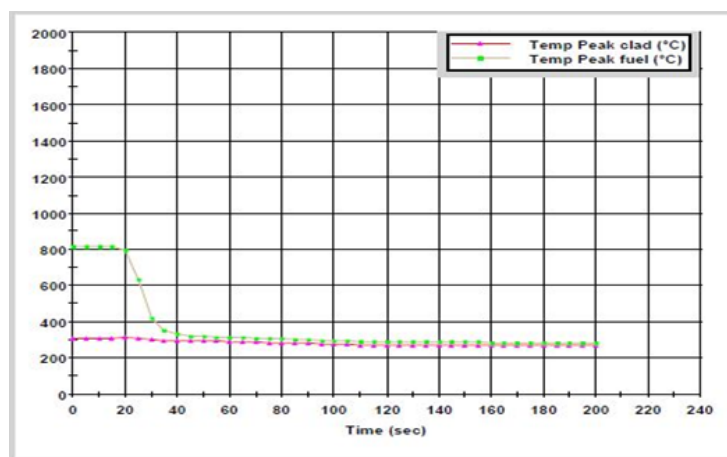
نوع لیتوسفر	غلظت متوسط بور mg/L	نوع هیدروسفر	غلظت متوسط بور mg/L
پوسته زمین	۱۰	آب دریا	۹/۶ - ۰/۵
خاک	۲۰ - ۱۰	آب زیرزمینی	۱۰۰ - ۰/۳
صخره	۵	آب تازه	۱/۵ - ۰/۱
بازالت	۱ - ۰		

۷- روش کار

در این پژوهش به بررسی حادثه از دست رفتن آب خنک کننده در ورودی قلب راکتور Nuscale توسط نرم افزار Pctran پرداخته شد سپس میزان سطح آب فشارنده و مولد بخار گزارش شد. سپس توسط نرم افزار LiveChart of Nuclides عنصر بور که برای کند کنندگی در قلب راکتور استفاده می شود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۸- بحث و تحلیل نتایج

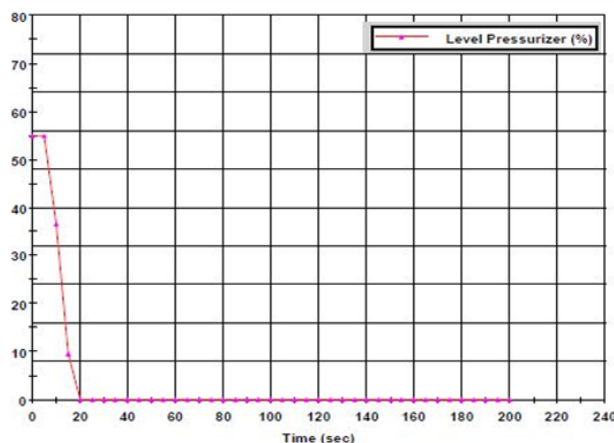
ابتدا توسط نرم افزار Pctran حادثه از دست رفتن آب خنک کننده در ورودی قلب راکتور شبیه سازی شد. از آنجایی که سیستم های ایمنی در ابتدای آغاز حادثه وارد می شوند نتایج حادثه تا ۲۰۰ ثانیه بعد از اعمال حادثه گزارش شد.



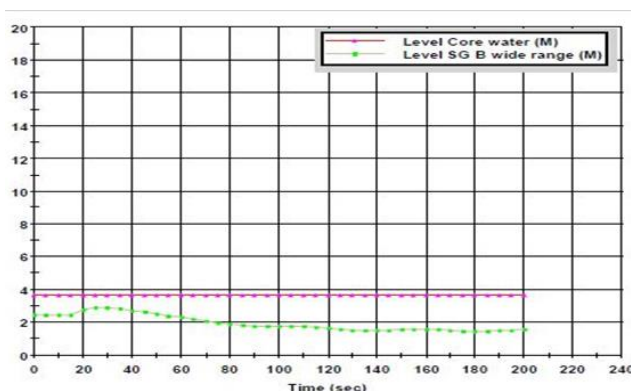
نمودار (۱): درجه حرارت غلاف و قرص سوخت

در نمودار (۱) ابتدا دمای قرص سوخت و غلاف سوخت به عنوان مهم ترین لایه های ایمنی مورد بررسی قرار دادیم؛ زیرا اگر دمای قرص سوخت و غلاف سوخت بالا برود باعث ذوب قلب راکتور و انتشار مواد پرتوزا به محیط زیست می شود که در نمودار بالا دیده می شود دمای قرص سوخت کاهش می یابد اما دمای غلاف سوخت ثابت می ماند که بسیار ایمن است و خطر ذوب، قلب راکتور را تهدید نمی کند.

همانطور که از نمودار (۲) دیده می شود، سطح آب فشارنده از ۵۵ درصد مقدار خود در حالت کارکرد عادی به صفر درصد در شرایط حادثه از دست دادن آب خنک کننده می رسد؛ که این آب حاوی بور زیاد است که در اثر شکستگی در ورودی قلب راکتور یا بخار می شود به محیط زیست وارد می شود یا از قلب راکتور خارج می شود که آب حاوی بور پرتوزا است و برای محیط زیست و انسان بسیار زیان بار است.



نمودار (۲): سطح آب فشارنده



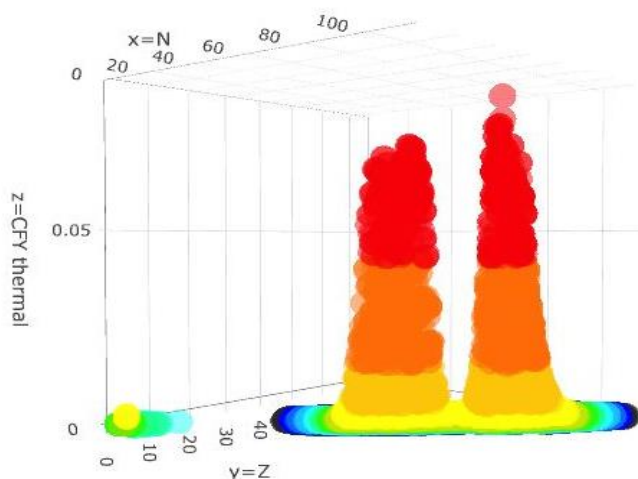
نمودار (۳): سطح آب قلب و مولد بخار

در نمودار (۳) دیده می شود که سطح آب قلب ثابت است اما سطح آب مولد بخار بعد از اعمال حادثه با ورود سیستم های ایمنی ابتدا افزایش می یابد سپس با کاهش مواجه می شد؛ که این آب در مدت زمان ۳۰ روز بعد از اعمال حادثه بخار می شود و حاوی مقادیر زیادی بور است که بخار می شود و به محیط زیست وارد می شود. سپس در قسمت دوم نتایج به تحلیل و بررسی عنصر بور ۱۰ پرداخته شده است که در راکتورهای هسته ای استفاده زیادی می شود.

جدول (۵) عملکرد شکافت تجمعی تعداد کل اتم های تولید شده در طول زمان پس از یک شکافت

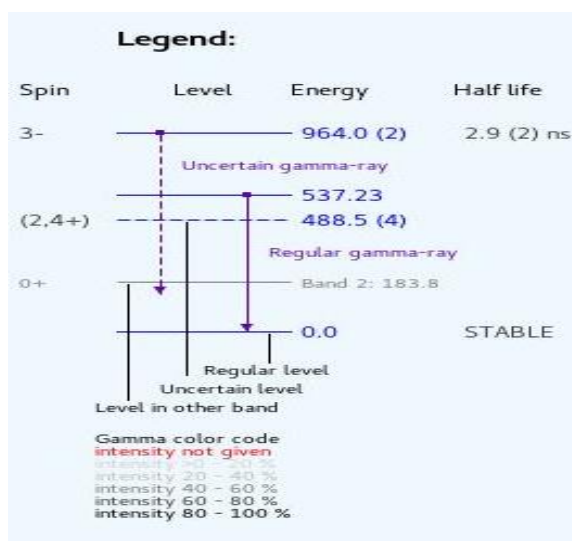
Cumulative Fission Yield				
Total number of atoms produced over all time after one fission				
Nuclide	Parent	Thermal	Fast	14 MeV
$^{10}_5\text{B}$	$^{235}_{92}\text{U}$	5.201E-06	2.5485E-07	

در جدول (۵) عملکرد شکافت تجمعی تعداد کل اتم های تولید شده در طول زمان پس از یک شکافت را نشان می دهد. عنصر بور در سطح زمین به صورت آزاد یافت نمی شود و همیشه با ماده ای دیگر ترکیب شیمیایی شده است. در صنعت تهیه بور بسیار خالص با سختی روبرو است چون این عنصر تمایل زیادی به تشکیل پیوند پایدار با دیگر عناصرها مانند کربن (بتازها) دارد از این رو با افزایش انرژی در محدوده ی خاصی واپاشی صورت میگیرد.



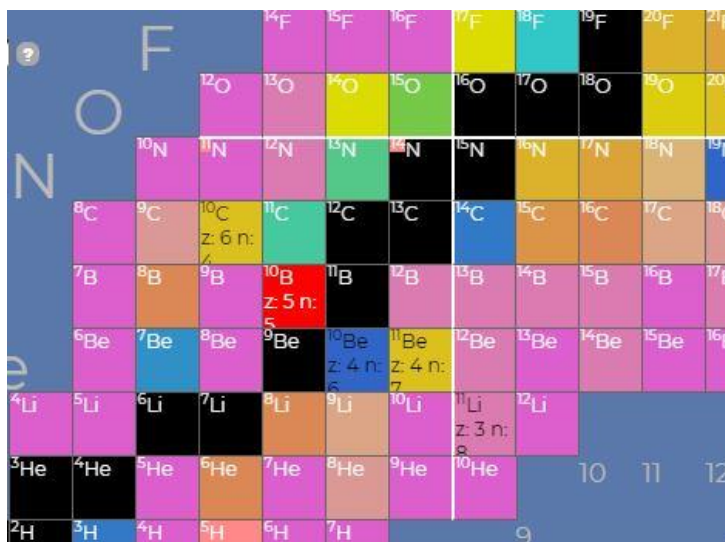
نمودار (۴) طرح ۳ بعدی بازده شکاف

در نمودار (۴) طرح ۳ بعدی بازده شکاف را نشان می‌دهد؛ که (بورون) میکرو مغذی بسیار مهمی برای گیاهان و حیوانات میباشد فاصله بین این دو مقدار بسیار محدود است. در انسان ها نیز مقادیر بسیار کمی از بورون در تمام بافت ها وجود دارد، اما مقدار اضافی بور ممکن است منجر به آسیب سیستم عصبی شود، از این جهت در بسیاری از کشورها غلظت بور در آب آشامیدنی و فاضلاب کنترل میشود. مقدار مجاز بور در آب آشامیدنی طبق توصیه سازمان بهداشت جهانی مقدار ۰/۵ است و بر این اساس، حذف بور از محلولها و آب ها یکی از دغدغه‌های بزرگ بهداشت عمومی و محیط‌زیستی می‌باشد.



نمودار (۵) نمودار انرژی بور

نمودار (۵) نمودار انرژی بور را نشان می‌دهد که در مکانیک کوانتومی سیستم یا ذره تنها می‌تواند میزان معینی انرژی دریافت نماید که این موضوع در مکانیک کلاسیک معکوس است. این میزان معین انرژی، تراز انرژی نام دارد. تراز انرژی همچنین برای اشاره به الکترون‌های درون اتم که در حوضه الکتریکی هسته اتم قرار دارند نیز اشاره می‌شود همچنین این عبارت می‌تواند به معنای تراز انرژی هسته و تراز انرژی لرزشی و چرخشی در مولکول‌ها استفاده شود. بنا به اصل طرد پائولی در یک سیستم با برهمکنش معین هیچ دو الکترونی نمی‌توانند دارای حالت کوانتومی یکسان باشند. پس باید ترازهای انرژی مجزا از اتم‌های منفرد به ترازهای جدید متعلق به هر دو اتم و نه یکی آن‌ها تقسیم شوند. اگر انرژی پتانسیل در فاصله بینهایت از هسته اتم یا مولکول صفر باشد، در این حالت الکترون‌های ثابت دارای پتانسیل منفی خواهند بود. اگر بیش از یک حالت کوانتومی کلاسیک انرژی برابر با هم داشته باشند، اصطلاحاً گفته می‌شود که ترازهای انرژی رو به انحطاط گذارده‌اند که منجر به ایجاد چندگانگی می‌شود. اگر به یک تراز انرژی، دو یا چند تابع موج متمایز، متناظر شود می‌گوییم تراز انرژی تبهگن است.



نمودار (۶): نیمه عمر بور ۱۰

در نمودار شکل (۶) مدت زمانی که برای واپاشی یا استحاله ی نیمه از هسته های یک ماده پرتولازم است نیمه عمر نام دارد. معمولاً نیمه عمر نمونه های پرتوزا از چند میکروثانیه تا چند میلیارد سال می باشد. معمولاً واپاشی هسته های ناپایدار در یک نمونه از تابع زیر تبعیت می کند:

$$N = N_0 e^{\lambda t}$$

۹- نتیجه گیری

از آنجایی که راکتورهای هسته ای نسل جدید به خصوص راکتور Nuscale از ایمنی بالایی برای جلوگیری از ذوب قلب راکتور و عدم انفجار هسته ای هستند. لذا همانطور در شبیه سازی نیز نشان داده شد در شرایط حادثه وخیم هسته ای از دست دادن آب خنک کننده قلب راکتور، دمای قرص سوخت نه تنها افزایش نمی یابد بلکه کاهش نیز می یابد که نشان می دهد این راکتور برای محیط زیست بسیار ایمن است؛ اما در شبیه سازی نشان داده شد که آب حاوی بور در فشارنده و مولد بخار کاهش می یابد که این آب یا بخار می شود یا از نیروگاه خارج می شود؛ که در نتیجه به طریقی وارد محیط زیست می شود. لذا این آب حاوی بور زیادی است؛ اما از آنجایی که در حال حاضر پژوهش های بالینی و اثر بور بر بیماران در شرایط حوادث هسته ای غیر ممکن است. لذا بررسی دقیق و کامل عنصر بور و واپاشی آن اطلاعات مفیدی در اختیار پزشکان در شرایط حوادث هسته ای در بیمارانی که در اطراف نیروگاه هسته ای هستند می گذارد. لذا اطلاعات مربوط به عنصر بور نیز گزارش و تحلیل شد. در نتیجه می توان در مواقع حوادث هسته ای اثرات این حوادث هسته در محیط زیست را بیشتر شناخت.

منابع

- [1] Reyes Jr, J. N. (2012). NuScale plant safety in response to extreme events. Nuclear technology, 178(2), 153-163.
- [2] Ingersoll, D. T., Houghton, Z. J., Bromm, R., & Desportes, C. (2014, April). Integration of NuScale SMR with desalination technologies. In ASME 2014 Small Modular Reactors Symposium. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.
- [3] Markou, G., & Genco, F. (2019). Seismic assessment of small modular reactors: NuScale case study for the 8.8 Mw earthquake in Chile. Nuclear Engineering and Design, 342, 176-204.
- [4] Ingersoll, D. T., et al. "NuScale energy supply for oil recovery and refining applications." Proc. ICAPP. 2014.
- [5] Reyes Jr, José N. "Introduction to NuScale Design." NuScale Pre-Application meeting. July. Vol. 24. 2008.
- [6] Ingersoll, D. T. "Overview of NuScale technology." 33rd Annual CNS Conference. 2012.

نقش مالی اقلیم در رشد اقتصادی و توسعه پایدار

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۴

کد مقاله: ۴۴۹۵۵

میلاد شاهواروقی فراهانی^۱

چکیده

یکی از سنگ بناهای اصلی و چارچوبهای مورد توجه در مذاکرات اتحادیه اروپا در ارتباط با تغییرات جوی و آب و هوایی، مالی اقلیم می باشد که این تأمین مالی از طریق تأمین مالی عمومی و تأمین مالی خصوصی در جهت کاهش آلاینده ها و افزایش تاب آوری علیه اثرات منفی تغییرات آب و هوایی صورت می گیرد. تغییرات جوی همواره چالشی اساسی طی زمان بوده است. مدت زمان طولانی است که به یک تهدید تبدیل شده است و این نوعی واقعیت است. انتشار گازهای گلخانه ای به شدت رو به افزایش است. با عدم تصمیمات و اقدام ضروری و به هنگام، اقوام و ایالات با چالش هایی اساسی مانند خشکسالی، طوفان های سهمگین تر، کاهش سطح آب اقیانوس ها، سیل های ناگهانی و در نهایت خطر امنیت غذایی مواجه خواهند شد. اقدامی که اکنون مسئولان انجام می دهند، اثراتش در بلندمدت در راستای توسعه پایدار مشاهده خواهد شد. در این میان نقش مالی اقلیمی بسیار درخشان خواهد بود. کشورهایی که در این زمینه اقدام به سرمایه گذاری کرده اند (مانند چین، آمریکا، هلند، استرالیا و ...) و از ابزارهای نوین مالی مانند مالی سبز و محصولاتش بهره برده اند، نتایج بسیار درخشانی کسب کرده اند. هدف اصلی از ارائه این مقاله، توجه به اهمیت موضوع مالی اقلیمی و توجه به سرمایه گذاری در این بخش و در نهایت، تأثیراتش در اقتصاد و رشد اقتصادی می باشد. از جنبه های نوآوری این مقاله، می توان به نوین بودن موضوع و بررسی آن در ابعاد گسترده و جامع اشاره کرد که سعی شده تمامی جوانب با اهمیت پوشش داده شوند. از جنبه های ضروری بودن موضوع نیز می توان به پیامدهای زیان بار در صورت غفلت از آن دانست که پرداختن به این موضوع ضروری به نظر می رسد.

واژگان کلیدی: مالی اقلیم، تغییرات اقلیم، صندوق های سرمایه گذاری عمومی و خصوصی، تاب آوری اقلیم، توسعه پایدار

۱- کارشناس ارشد مالی (مهندسی مالی و مدیریت ریسک)، دانشگاه خاتم، ایران، تهران، m.shahvaroughi@khatam.ac.ir
ORCID: 0000-0002-1588-7914

۱- مقدمه

عدم توانایی پاسخ به موقع در برخورد با خطرات جوی و آب و هوایی می‌تواند پیامدهای ناگواری برای زندگی ما داشته باشد. زندگی بشر می‌تواند تحت تأثیر این وقایع و برخی اوقات فجایع مانند بلایای طبیعی، مشکلات مربوط به سلامتی و بحران‌های آب و غذایی مانند جریانات مهاجرت قرار گیرد. شواهد تجربی گویای آن است که کشورهای کمتر توسعه یافته بیشتر در معرض این خطرات قرار دارند. بعلاوه اینکه، مخاطرات مربوط به تغییرات آب و هوایی می‌تواند منجر به زیان‌های اقتصادی در سیستم مالی شود. سناریوها، براساس طرز چگونگی برخورد و سرعت واکنش به این تغییرات تغییر یافته و به سمت اقتصاد جدید مبتنی بر کربن پایین در حرکت است (بانگا، ۲۰۱۹). از سویی دیگر، جریان حرکت به سمت اقتصاد با کربن پایین، فرصت‌های سرمایه‌گذاری مهمی را بوجود آورده است. سرمایه‌گذاری‌های مالی مستقیماً اثرات تغییرات اقلیمی را کاهش داده و سازگاری و پرداختن به این اثرات و پیامدهای منفی، مالی اقلیمی برعهده دارد. هم بخش عمومی و هم بخش خصوصی نیازمند هستند که سرمایه‌گذاری در این حوزه را جهت تحقق توسعه پایدار گسترش دهند (آگدن و همکاران، ۲۰۱۶). در نتیجه، همکاری و مشارکتی جهت هماهنگی بین بخش عمومی و خصوصی جهت حداکثرسازی بهره‌مندی از منابع و هم‌افزایی، بسیج منابع در راستای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی و مهاجرت‌ها امری حیاتی به نظر می‌رسد (پاتل و همکاران، ۲۰۲۰). بدون این همکاری، با خطرهایی مواجه خواهیم بود. جهت مشارکت بخش خصوصی و انتقال موفقیت آمیز وجوه به این سمت، باید نیازها و انتظارات آن‌ها را برطرف کرد. شرکتی با عنوان BlueOrchard پیمایشی میان سرمایه‌گذاران بخش خصوصی انجام داده است. یافته‌های مهم این پیمایش بدین شرح است:

۱. درک و فهم محدود و پایین حاصل از گزارشگری خطرات اقلیمی
۲. در معرض خطر بودن نسبتاً پایین بخش خصوصی با مالی اقلیمی
۳. علاقه بیشتر به گسترش پورتفوی سرمایه‌گذاری با مالی پایدار از جمله مالی اقلیمی
۴. نیاز بخش‌های عمومی و خصوصی جهت همکاری در حوزه مالی اقلیمی

Source: Rethinking Climate Finance, Taking Action against Climate Change, Opportunities and Challenges for Financial Players. (2020)

سرمایه‌گذاران همواره به محاسبه سود و زیان پورتفوی خویش می‌پردازند و خطرات ناشی از اقلیم را باید یکی از مخاطرات پورتفوی خویش قرار دهند. یکی دیگر از جنبه‌های با اهمیت این موضوع، اشاره بانک جهانی است و این نکته که باید تریلیون دلاری و نه میلیارد دلاری صرف امور مالی اقلیمی شود (Financing Climate Futures, 2020). از این جمله اینگونه استنباط می‌شود که به مالی اقلیمی باید بیش از پیش توجه شود تا زیان ناشی از آن به حداقل برسد.

در ادامه ساختار مقاله به شرح زیر می‌باشد:

در بخش اول به تعریف مالی اقلیمی و شش اصل مالی اقلیمی پرداخته ایم. در بخش دوم به بسط اصولهای مالی اقلیمی می‌پردازیم. در بخش سوم به معرفی مکانیزم مالی اقلیمی می‌پردازیم. در بخش چهارم به ارقام حاصل از بکارگیری مالی اقلیمی در کشورهای مختلف و وضعیت آن‌ها از نظر مالی اقلیمی می‌پردازیم. در بخش پنجم به درسهایی که میتوان از مالی اقلیمی گرفت اشاره کرده و در بخش نهایی به نتیجه‌گیری و پیشنهادات پرداخته می‌شود.

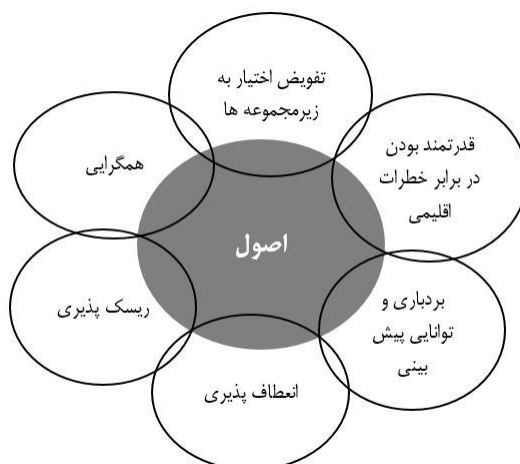
۲- مالی اقلیم

۲-۱- تعریف مالی اقلیم

مالی اقلیمی، تأمین مالی است که با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تقویت آزادسازی گازهای گلخانه‌ای سبز می‌باشد و اهدافی مانند کاهش آسیب‌پذیری و نگهداری و بقا و بهبود اکوسیستم در راستای کاهش اثرات مخرب را دارد (الیس و همکاران، ۲۰۱۳). این تعریفی است که براساس اتحادیه اروپا و کمیته مالی مربوطه بیان شده است. این به معنای انتقال جریان منابع عمومی از کشورهای توسعه یافته به سمت کشورهای در حال توسعه در راستای ایفای تعهد ایجاد منابع نوین مالی کمکی به منظور سازگاری و کاهش این خطرات است (استوارت و همکاران، ۲۰۰۹). از نمونه خطرات حاصل از تغییرات اقلیمی می‌توان به ۲درجه گرمتر شدن کره زمین و بالا آمدن آب اقیانوس‌ها و سایر مخاطرات اشاره کرد که منجر به سوق دادن منابع به سمت پروژه‌ها و برنامه‌های راهبردی می‌شود (استکل و همکاران، ۲۰۱۷). این برنامه‌ها شامل مکانیزم‌های خاص، کمک‌های مالی و پشتیبانی جهت گسترش فعالیت‌ها و توسعه ظرفیتهای کاهش مخاطرات تغییرات اقلیمی مانند کربن کم، تحقیق و توسعه، توسعه پایدار و توسعه اقتصادی می‌باشد. تا ماه نوامبر سال ۲۰۲۰، بانک‌های توسعه یافته و بخش‌های خصوصی در مجموع به ۱۰۰ میلیارد دلار در سال برای اتحادیه اروپا سرمایه‌گذاری نکرده‌اند. گرچه با وجود ظهور و بروز بیماری کووید ۱۹، ۴۵۰ بانک توسعه یافته جهت بازیابی سبز سرمایه‌گذاری کرده‌اند. (Word Bank Update, 2020).

۲-۲- اصول مالی اقلیمی

در جدول زیر شش اصل حاکم بر مالی اقلیمی که باید به عمل منجر شود به قرار شکل زیر می باشد:



شکل ۱- اصول شش گانه مالی اقلیم (Source: Climate Finance for Global Impact. 2020)

۳- اصول مبنی بر مالی اقلیمی

جهت کاهش ریسک‌های مبتنی بر شرایط اقلیمی، سازمان‌ها و مؤسسات (بخش‌های عمومی و خصوصی) اقدام به سرمایه‌گذاری می‌کنند. برای افزایش بهره‌وری و هماهنگی بین بخش‌ها، اصول‌هایی در نظر گرفته شده است که به قرار زیر می‌باشد:

۳-۱- تفویض اختیارات به زیرمجموعه‌ها^۱

اصل تفویض اختیار به زیرمجموعه‌ها فرض می‌کند که مداخلات تاب‌آوری تغییرات اقلیمی و یا تصمیمات مربوطه، باید در پایین‌ترین سطح دولتی ایجاد و بعد به بالاترین رده‌ها ابلاغ شود تا اثربخشی آن افزایش یابد. در واقع نگاهی پایین به بالا دارد. این اصل در واقع حمایت و پشتیبانی از مؤسسات و مکانیزم دولتی جهت ایجاد فضا برای سطح خرد می‌کند تا تصمیمات مربوط به تاب‌آوری اقلیمی با جدیت بیشتری دنبال شود.

- مالی اقلیمی قابل دسترسی و گسترش توسط مسئولان مربوطه سطوح پایین است.
- مشارکت افراد و مهارت رهبران و پیشروان آن را قوی‌تر می‌کند.
- مشارکت محلی (بخش عمومی) نیز مؤثر است.

این مشارکت و اقدام محلی (بومی سازی) می‌تواند در طیف‌های مختلفی در نظر گرفته شود. در جدول زیر طیف‌های مختلف این مشارکت آورده شده است:

جدول ۱- طیف‌های مختلف بومی سازی

عنوان بومی سازی	توضیحات
۱ بدون بومی سازی ^۲	سازمان‌های ملی و بین‌المللی مستقیماً بدون دخالت سازمان‌های بومی و محلی اقدامات مربوطه را انجام می‌دهند.
۲ بومی سازی محدود ^۳	سازمان‌های بومی و افراد آسیب‌پذیر به صورت سیستماتیک در چارچوب تصمیم‌گیری‌های داخلی در ارتباط با کانال توزیع مالی اقلیمی قرار می‌گیرند.
۳ بومی سازی بخشی ^۴	سازمان‌های بومی و افراد آسیب‌پذیر به صورت سیستماتیک به صورت برابر در چارچوب تصمیم‌گیری‌های داخلی در ارتباط با کانال توزیع مالی اقلیمی قرار می‌گیرند.
۴ بومی سازی قوی ^۵	سازمان‌های بومی و افراد آسیب‌پذیر با تشریک مساعی تصمیمات را از طریق توزیع و بکارگیری مالی اقلیمی با سازمان‌های ملی و بین‌المللی می‌گیرند.
۵ بومی سازی کامل ^۶	سازمان‌های محلی و افراد آسیب‌پذیر در تشخیص بکارگیری مالی اقلیمی که بوسیله سازمان‌های ملی و بین‌المللی پیشنهاد می‌شود پشتیبانی شده و بوسیله مسئولان بومی و محلی درخواست داده شده یا دعوت می‌شوند.

¹ Subsidiarity

² No Localization

³ Limited Localization

⁴ Partial Localization

⁵ Strong Localization

⁶ Full Localization

۴. مکانیزم مالی اقلیمی

جهت تسهیل مفاد مالی اقلیمی، مجمع مکانیزم مالی را جهت تهیه منابع مالی برای کشورهای درحال توسعه ایجاد کرده است. این مکانیزم در پروتکل کیوتو و معاهده پاریس بکاربرده شده است (وینکلر و همکاران، ۲۰۱۶).

مجمع بیان می کند که عملیات مکانیزم مالی به یک یا چند سازمان بین المللی موجود سپرده شده است. تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF)، به عنوان سازمان عملیاتی مکانیزم مالی خدمت می کند از زمانی که مجمع در سال ۱۹۹۴ به رسمیت شناخته شد. در کنفرانس احزاب ۱۶ در سال ۲۰۱۰ احزاب، صندوق اقلیمی سبز را تأسیس کردند و در سال ۲۰۱۱ نیز آن را به عنوان سازمان عملیاتی مکانیزم مالی طراحی کردند. مکانیزم مالی به کنفرانس احزاب پاسخگو است بگونه ای که بر مبنای رویه ها، اولویت های برنامه ای و معیارهای شایستگی جهت تأمین مالی تصمیم گیری می کند (ناخودا و همکاران، ۲۰۱۵).

ضمن ارائه رهنمودهایی برای GEF و GCF، احزاب دو صندوق مخصوص را تأسیس کردند اند که صندوق تغییرات اقلیمی خاص (SCCF) و صندوق کشورهای حداقل توسعه یافته (LDCF) هر دو بوسیله GEF و صندوق تطبیق (AF) تأسیس شده تحت پروتکل کیوتو در سال ۲۰۰۱ مدیریت می شوند.

در کنفرانس تغییر اقلیم پاریس در سال ۲۰۱۵، احزاب توافق کردند که سازمان های عملیاتی مکانیزم مالی، GCD و GEF، بعلاوه SCCF و LDCF باید به خدمت معاهده پاریس درآیند. در کنفرانس احزاب ۱۶ سال ۲۰۱۰، احزاب تصمیم گرفتند که کمیته دائمی مالی (SCF) را جهت همکاری و کمک به COP در اعمال وظایف در ارتباط با مکانیزم مالی مجمع تأسیس کنند.

اخیراً SCF چهار وظیفه خاص دارد:

- ۱- کمک به COP جهت بهبود انسجام و هماهنگی در تسلیم کمک مالی
- ۲- کمک به COP در عقلایی سازی مکانیزم مالی
- ۳- NFCCC پشتیبانی از COP در بسیج منابع مالی جهت تأمین مالی اقلیمی
- ۴- پشتیبانی از COP در اندازه گیری، گزارشگری و تأیید پشتیبانی ایجاد شده برای بخش های مربوط به کشورهای درحال توسعه.

همچنین کمیته وظیفه دارد که انجمن های سالانه ای را در ارتباط با مالی اقلیمی سازماندهی کرده و دستورالعملهایی را برای بخش های عملیاتی گردآوری و ارائه کند، از متخصصان کمک گرفته و گزارشات دوره ای را بررسی کنند. در نتیجه، SCF جهت تقویت پیوند و ترویج همکاری با بخش های مختلف مالی اقلیمی در داخل و خارج از مجمع ایجاد شده است. در کنفرانس احزاب سال ۲۰۱۵، احزاب تصمیم گرفتند که SCF باید در خدمت معاهده پاریس قرار گیرد.

فرایند تأمین مالی بلندمدت با هدف پیشرفت در بسیج منابع در ابعاد وسیع و گوناگون عمومی و خصوصی، دوسویه و چندسویه که شامل منابع جایگزین می باشد، جهت بکارگیری در مالی اقلیمی هدف گذاری شده است. فعالیت هایی که COP در سال ۲۰۲۰ دنبال می کند بدین شرح است: برگزاری کارگاه های آموزشی سالانه توسط دبیرخانه تحت نظارت سازمان، کشورهای در غالب برنامه دوساله اطلاعاتی را درباره راهبردها و رویکردهای خود پیرامون مالی اقلیمی ارائه می دهند و تشکیل گفتگوی دو ساله وزیران سطح بالا در مورد امور مالی اقلیم.

از طریق معاهده کانکون در سال ۲۰۱۰ کشورهای احزاب توسعه یافته متعهد شدند که در قالب اقدامات مهم جهت کاهش اثرات اقلیمی و شفافیت در بکارگیری، در راستای برطرف ساختن نیازهای کشورهای توسعه یافته سالی ۱۰۰ میلیارد دلار جمع آوری کنند. زمانی که احزاب معاهده پاریس این هدف را برگزیدند، تصمیم گرفتند که تا سال ۲۰۲۰ این هدف و نقشه راه را دنبال کنند و تا قبل از سال ۲۰۲۵ کنفرانسی جهت تحقق احزاب معاهده پاریس به خدمت گرفته شود که این کنفرانس به CMA معروف است. لازم به ذکر است که UNFCCC در وب سایت خود دارای پورتال داده های مالی اقلیمی با توضیحات، جداول و تصاویر جهت درک بهتر فرایند مالی اقلیمی است و درواقع دروازه ای جهت آگاهی نسبت به فعالیت های سرمایه گذاری در کشورهای درحال توسعه و اقدامات اقلیمی می باشد. پورتال مالی دارای ۳ ماژول است که هریک شامل اطلاعات موجود درباره احزاب و سازمان های عملیاتی مکانیزم مالی می باشد. (Gender_Climate_Change_Training Module 5 Finance, 2017).

اولین ماژول، ماژول انجمن های ملی می باشد که اطلاعاتی را پیرامون مشارکت کشورها در مفاد منابع مالی، در قالب گزارشگری منظم به مجمع ارائه می دهد. ماژول دوم، ماژول تأمین مالی با شروع سریع می باشد که شامل اطلاعاتی درباره منابع گردآوری شده توسط کشورهای توسعه یافته در قالب تعهداتشان در زمینه گردآوری تقریباً ۳۰ میلیارد دلار طی سال ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۲ است. ماژول سوم، درباره وجوه مدیریت شده بوسیله GEF می باشد و درواقع تلاشی گروهی بین دبیرخانه UNFCCC و GEF است و شامل اطلاعاتی درباره جریان های مالی اقلیمی GEF و نقش آن به عنوان یکی از سازمان های عملیاتی مکانیزم مالی مجمع می باشد. بعلاوه اینکه، اطلاعاتی پیرامون پروژه ها و برنامه های AF ارائه می دهد که می تواند در پورتال مالی یافت شود. این صندوق تحت پروتکل کیوتو در راستای تأمین مالی پروژه ها و برنامه های کشورهای در حال توسعه ای که از احزاب پروتکل کیوتو هستند، تأسیس شده است.

۵- گزارشاتی پیرامون بکارگیری مالی اقلیمی در کشورهای مختلف

در این بخش به ارائه جزئیاتی پیرامون مالی اقلیم در کشورها و مناطقی که موفق به بکارگیری شده اند پرداخته ایم. کشورهایی که از مشاوران بهره مند شده و پیوسته بدنیاال یادگیری درارتباط با این موضوع هستند. (Source: Climate Finance for Global Impact. 2020)

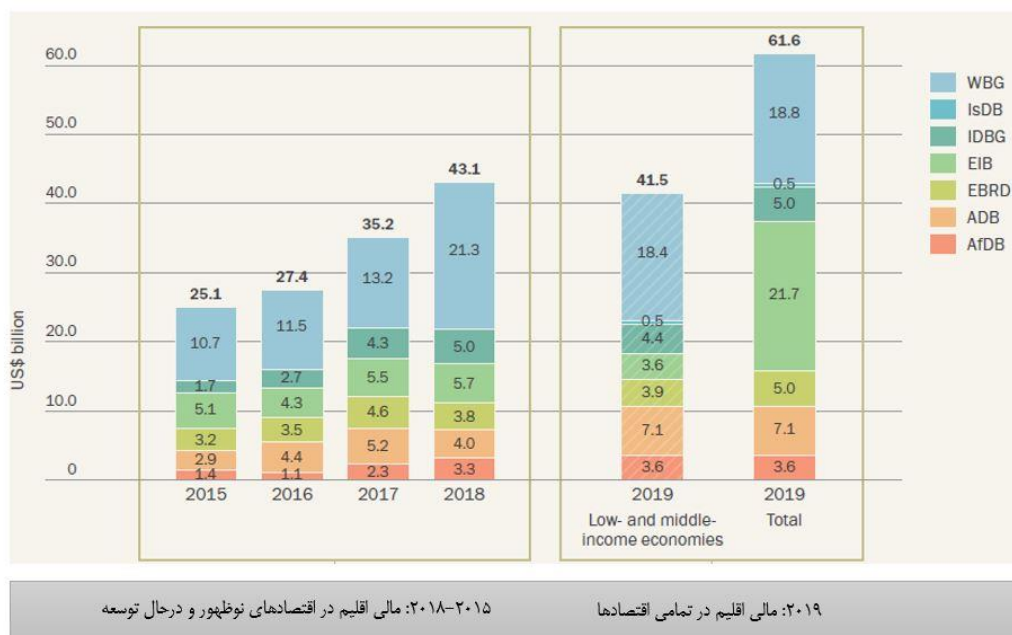
جدول ۲- نمونه پروژه‌های انجام شده در کشورهای مختلف

ردیف	منطقه	موضوع	سرمایه گذار	سازمان اجرایی	کشورها	سال تأیید	تأمین مالی سرمایه گذار	مبلغ کل پروژه
۱	کارائیب شرقی	تقویت تاب آوری	GC F	سازمان محیط زیست	آنتیگوا و باربودا، دومینیکا و گرنادا	۲۰۱۸	۲۰ میلیون دلار طی چهارسال	۲۲.۶ میلیون دلار
پروژه	یکپارچه سازی سازگاری فیزیکی و تاب آوری جامعه از طریق بخش عمومی، خصوصی و شهروندی در کارائیب							
۲	نامیبیا	ایجاد تاب آوری اقلیمی	GC F	صندوق سرمایه گذاری زیست محیطی	نامیبیا	۲۰۱۶	۱۰ میلیون دلار طی پنج سال	۱۰ میلیون دلار
پروژه	قدرت برای سازگاری: ایجاد تاب آوری اقلیمی از طریق مدیریت منابع طبیعی انجمن در نامیبیا							
۳	آفریقای جنوبی	توانمندسازی کشاورزان روستایی و انجمن های آسیب پذیر در برابر تغییرات اقلیمی	AF	موسسه ملی تنوع زیستی آفریقای جنوبی	آفریقای جنوبی	۲۰۱۴	۲۰ میلیون دلار طی پنج سال	۲۰ میلیون دلار ۲۰ میلیون دلار
پروژه	بکارگیری سازگاری: اعطای تسهیلات جهت توانایی پاسخگویی سطح بومی با تغییرات اقلیمی							
۴	کاستاریکا	افزایش تاب آوری اقلیم	AF	سازمان حمایت از توسعه پایدار	کاستاریکا	۲۰۱۴	۱۰ میلیون دلار طی پنج سال	۱۰ میلیون دلار
پروژه	کاهش آسیب پذیری با تمرکز بر بخش های حیاتی (کشاورزی، منابع آبی و...) جهت کاهش آثار منفی تغییرات اقلیم و تقویت تاب آوری این بخش ها							
۵	بوتان	یکپارچه سازی دانش کلاسیک با دانش اقلیم	GC F	سازمان بین المللی WWF	بوتان	۲۰۱۷	۲۶.۵ میلیون دلار طی ده سال	۱۸.۳ میلیون ن دلار
پروژه	بوتان برای زندگی							
۶	غنا، نیجریه و اوگاندا	تأمین مالی ریسک بلندمدت	GC F	AF	غنا، نیجریه و اوگاندا	۲۰۱۸	۲۶ میلیون دلار طی ۱۲ سال	۵۶ میلیون دلار
پروژه	صندوق سرمایه گذاری تاب آوری کشاورزی (ARAF)							
۷		برنامه ریزی سرمایه گذاری تاب آوری مشارکتی و توسعه یافته	PPC R	بانک جهانی، AFDB، سازمان مالی بین المللی	زامبیا	۲۰۰۹	۹۲ میلیون دلار	۱۴.۸ میلیون ن دلار
پروژه	PPCR زامبیا							
۸	تاجیکستان	برنامه ریزی سرمایه گذاری تاب آوری مشارکتی و توسعه یافته	PPC R	ADB، بانک جهانی و EBRD	تاجیکستان	۲۰۱۰	۷۴ میلیون دلار	۸۷.۲ میلیون دلار
پروژه	PPCR تاجیکستان							

آنچه از این جدول استنباط می شود به قرار زیر می باشد:

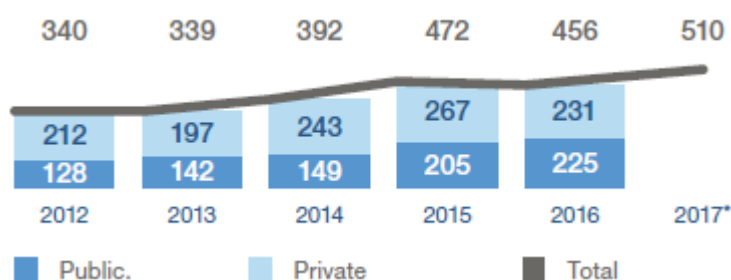
۱. پروژه ها در سه قالب اهداف کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت دنبال شده اند.
۲. تمامی سطوح از جمله بخش عمومی، خصوصی و حتی شهروندی در این پروژه ها مشارکت می کنند.
۳. پروژه ها براساس ظرفیت ها برنامه ریزی شده است.
۴. توجه به موضوع تاب آوری اقلیم و اهمیت آن در بخش های مختلف از جمله بخش کشاورزی

همانگونه که بیان شد در مالی اقلیم سازمان‌های بین‌المللی مختلفی مشارکت می‌کنند. در جدول‌های زیر، میزان سرمایه‌گذاری هریک از این سازمان‌ها و مؤسسات و مشارکت آن‌ها در مالی اقلیم طی سال ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۹ نمایش داده شده است:



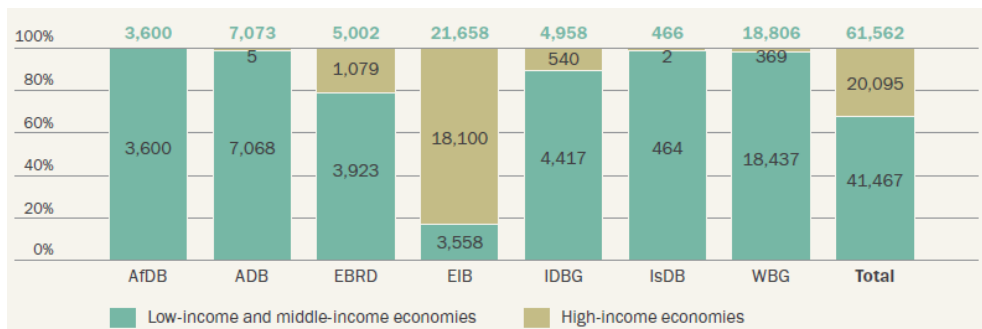
شکل ۲. سرمایه‌گذاری بخش‌های مختلف در مالی اقلیم از سال ۲۰۱۵ الی ۲۰۱۹
(Source: JOINT REPORT ON MULTILATERAL DEVELOPMENT BANKS 'Climate Finance-2019)

WBG: World Bank Group
IsDB: Islamic Development Bank
IDBG: Inter-American Development Bank Group
EIB: European Investment Bank
EBRD: European Bank for Reconstruction and Development
ADB: Asian Development Bank
AfDB: African Development Bank
MDB: Multilateral Development Bank



شکل ۳- سرمایه‌گذاری بخش عمومی و خصوصی در مالی اقلیم طی سال ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۶
(Source: UNFCCC Standing Committee Finance, 2018; Climate Policy Initiative, 2018)

همانطور که قابل مشاهده است، میزان سرمایه‌گذاری بخش‌های مختلف طبق گزارش MDB از سال ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۸ (با توجه به اشکال) افزایش یافته است. در شکل زیر، میزان سرمایه‌گذاری بخش‌های مختلف به تفکیک آورده شده است:

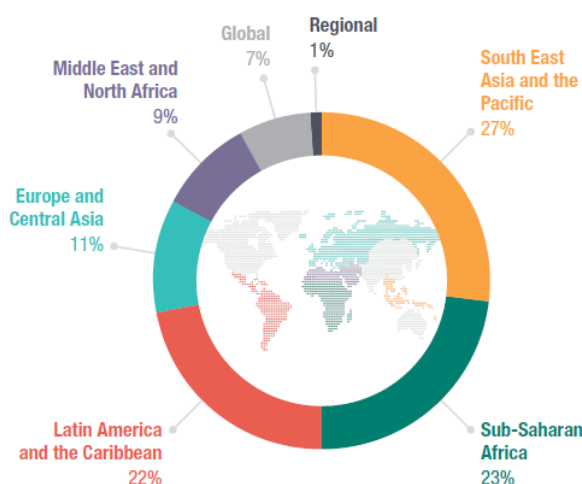


شکل ۴. سرمایه گذاری سازمان‌های مختلف در مالی اقلیم به تفکیک
(Source: JOINT REPORT ON MULTILATERAL DEVELOPMENT BANKS 'Climate Finance-2019)

نکاتی که از جدول ۲ و ۱ استنباط می شود به قرار زیر است:

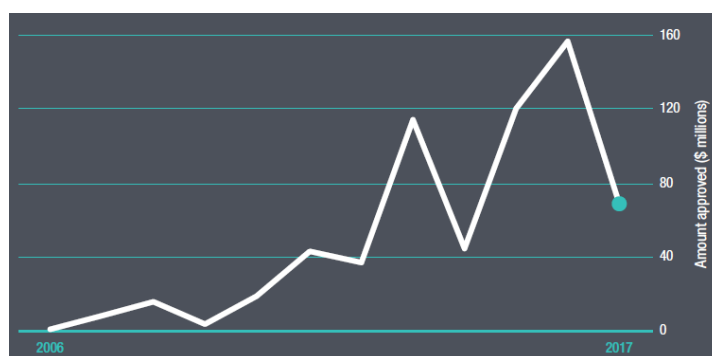
- در شکل ۱، مجموع مالی اقلیم شامل اقتصادها در سه سطح با درآمد پایین، درآمد متوسط و درآمد بالا می باشد. تا حد امکان پروژه های مالی اقلیمی به دودسته تقسیم می شود: ۱. درآمد کم و متوسط ۲. درآمد بالا. مالی اقلیم که جهانی است یا نمی تواند به گروهی خاص اختصاص یابد، تحت گروه با درآمد بالا گزارش می شوند.
- گزارشات IsDB به غیر از عملیات اعطای گروه IsDB از جمله ICD، JTFC، ICIEC است.
- در گزارش مالی اقلیم MDB چاپ ۲۰۱۸-۲۰۱۱، شکلهای مالی اقلیم EIB محدود به اقتصادهای نوظهور و درحال توسعه و برخی اقتصادهای اتحادیه اروپا (مانند بلغارستان، کرواسی، قبرس، مجارستان، لهستان، رمانی، اسلواکی و ... به همراه گزارش یونان از چاپ ۲۰۱۶ و جمهوری چک تنها در چاپ ۲۰۱۵) بوده است دربرگیرنده سایر اقتصادهای اتحادیه اروپا که EIB اقدامات اقلیمی را حمایت می کرده، نمی باشد. تعهدات مالی اقلیم EIB در سال ۲۰۱۹ شامل تمام اقتصاد اتحادیه اروپا است بعلاوه آنهایی که قلا پوشش داده شده اند.

اما نکات دیگری نیز در ارتباط با این سرمایه گذاری ها در بخش های مختلف از نظر آماری وجود دارد: (واتسون و همکاران، ۲۰۱۰) در سال ۲۰۱۷، صندوق های سرمایه گذاری چندوجهی اقلیم رقمی نزدیک به ۲ میلیارد دلار برای ۱۵۲ پروژه و ۷۰ کشور را ثبت کرده اند. سهم GCF مبلغ ۱ میلیارد دلار بوده است. در سالهای اخیر، SIDS حمایتهای فراوانی را از سوی صندوق های سرمایه گذاری چندوجهی دریافت کرده است. بیش از دوسوم از ۴۰ کشور از سال ۲۰۰۳ از وجوه پروژه های SIDS بهره مند شده اند. کشورهای با حداقل توسعه یافتگی که براساس UNFCCC قرار بود سهم بیشتری را از سرمایه گذاری ببرند، از صندوق اقلیم چندوجهی کمترین بهره را برده اند. ماهیت مالی اقلیم بین نواحی مختلف یکسان نیست در حالیکه هم آسیا و هم آمریکای لاتین کارائیب حدود ۴۰٪ از وام های با امتیاز و زیرمجموعه آفریقا حدود ۷۵٪ از تأمین مالی را به خود اختصاص داده اند.



شکل ۵. میزان اختصاص صندوق سرمایه گذاری چندوجهی به بخش های مختلف در جهان
(Source: Climate Funds Update, 2017)

کسری از وجوه صندوق‌های چندوجهی اقلیم به پروژه‌های آبی تنها به مبلغ ۶۳۹ میلیون دلار یا ۴٪ اختصاص داده شده است. برنامه‌های GCF و سایر برنامه‌های مربوطه بیش از نصف این مبلغ را تشکیل می‌دهد. موضوع آب بسیار حائز اهمیت است که باید بیش از این‌ها به آن توجه شود.



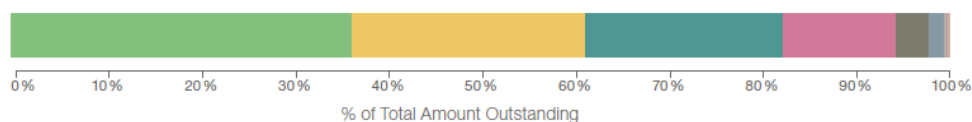
شکل ۶. مبلغ تثبیت شده جهت سرمایه‌گذاری در مالی اقلیم طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷
(Source: Climate Funds Update, 2017)

□ تأمین مالی جهت کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای و جنگل زدایی به رقم ۱,۷ میلیارد دلار را از ۲۰۰۳ تشکیل می‌دهد که یک پنجم از این مبلغ را محقق ساخته‌اند. اما در سال ۲۰۱۷، این رقم به مبلغ ۵۴ میلیون دلار تثبیت شده است درحالی‌که کاستاریکا به تنهایی ۱,۵ میلیارد دلار جهت تحقق اهدافش نیاز دارد. GCF رقم ۵۰۰ میلیون دلار جهت افزایش امیدها در سال‌های اخیر اختصاص داد. وجوه حاصل از سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌های غیراقلیمی افزایش یافته است. بین سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵، کشورهای عضو G20 مبلغ ۷۲ میلیارد دلار را سالانه صرف تولید انرژی سوخت‌های فسیلی کرده‌اند.

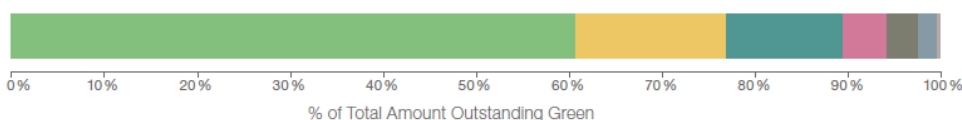


شکل ۷. میزان سرمایه‌گذاری کشورها در سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های تجدیدپذیر
(Source: Climate Funds Update, 2017)

در شکل‌های زیر، میزان سرمایه‌گذاری در هر بخش از جمله مالی قهوه ای و مالی سبز آورده شده است:

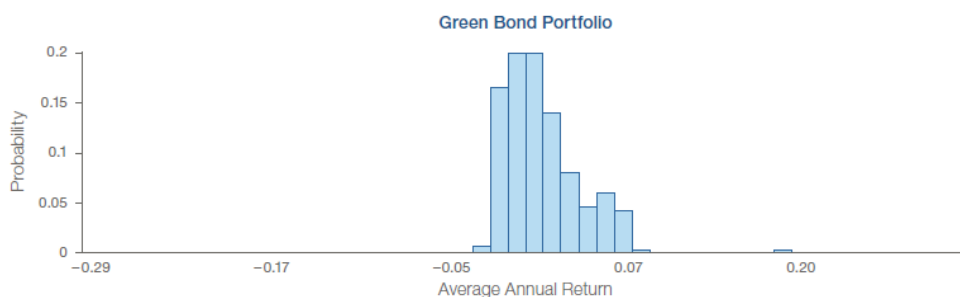


شکل ۸- میزان سرمایه‌گذاری در مالی قهوه ای (سوخت‌های فسیلی)
(Source: UNFCCC Standing Committee on Finance, 2018)

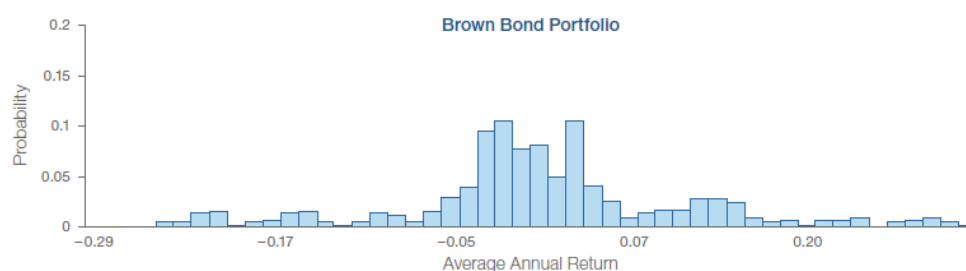


شکل ۹- میزان سرمایه‌گذاری در مالی سبز (سوخت‌های تجدیدپذیر)
(Source: UNFCCC Standing Committee on Finance, 2018)

از شکل‌های بالا می‌توان متوجه شد که سهم بیشتر سرمایه‌گذاری در مالی قهوه ای و مالی سبز به ترتیب به استخراج سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته و صنایع همگانی اختصاص داده شده است و کمترین آن مربوط به معدن زغال سنگ و آب و فاضلاب می‌باشد. درضمن، میزان بازدهی هریک از اوراق قرضه سبز و اوراق قرضه قهوه‌ای به ترتیب در قالب نمودار توزیع هیستوگرام آورده شده است:

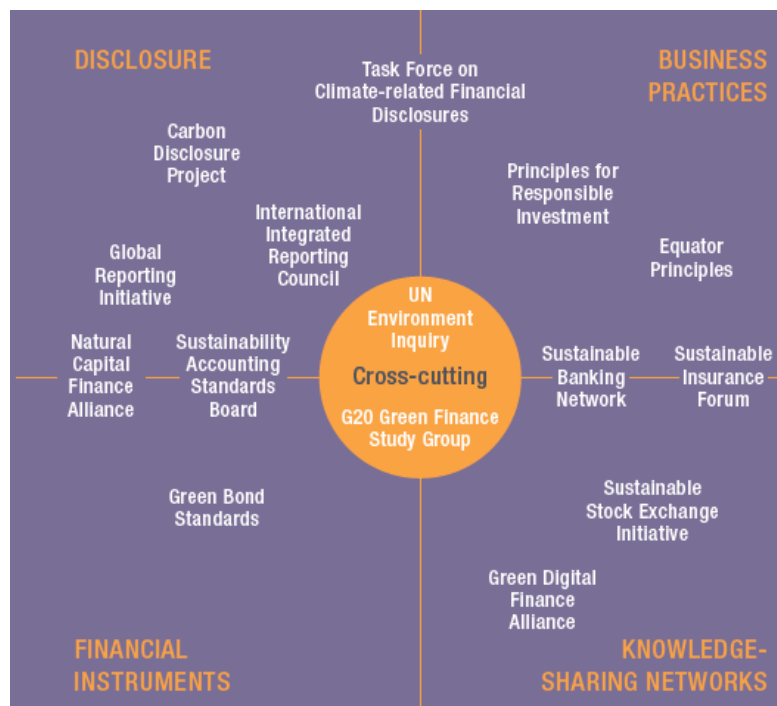


شکل ۱۰- میزان بازدهی حاصل از سرمایه‌گذاری در اوراق مالی سبز (سوخت‌های تجدیدپذیر)
(Source: UNFCCC Standing Committee on Finance, 2018)



شکل ۱۱- میزان بازدهی حاصل از سرمایه‌گذاری در اوراق مالی قهوه ای (سوخت‌های فسیلی)
(Source: UNFCCC Standing Committee on Finance, 2018)

همانطور که مشخص است بازده حاصل از سرمایه‌گذاری در مالی سبز بین -0.05 الی 0.07 است در حالیکه میانگین حاصل از سرمایه‌گذاری در مالی قهوه ای کمتر است و دارای پراکندگی بیشتری است. طی سالیان اخیر، امیدها نسبت به توسعه پایدار و حرکت از مالی قهوه ای به مالی سبز افزایش یافته است. اقدامات ملی از طریق صنعت بانکداری، بازار سهام، سرمایه‌گذاری و بیمه افزایش داشته است. در سال ۲۰۱۷، بازار بورس لندن دستورالعمل‌هایی را درباره چگونگی بکارگیری مالی اقلیمی و نحوه افشا بیان کرد. بانک مرکزی برزیل دستورالعمل‌هایی را جهت یکپارچه سازی مدیریت ریسک صادر کرد و بخشی در بورس اوراق بهادار کشور هند نیازمندی‌هایی را جهت صدور و بکارگیری اوراق بهادار سبز منتشر کرد.



- اما پیامدهای کلی که از مالی اقلیمی استنباط می شود به شرح زیر است: (ناخودا و همکاران، ۲۰۱۰)
۱. از خط مشی ها، رهنمودها و دسترسی های ساده و بومی اطمینان حاصل کنید.
 ۲. از تصمیم گیری بیش از حد سلسله مراتبی خودداری کنید.
 ۳. رهنمودهایی را برای اصول سازگاری بومی مرتبط و قوی تهیه کنید.
 ۴. از تأمین مالی بلندمدت بیشتر استفاده کنید.
 ۵. شاخص هایی ایجاد کنید که از اقدامات محلی پشتیبانی می کنند.
 ۶. از همان ابتدا در چارچوب های ظرفیت سازی و یادگیری کافی سرمایه گذاری کنید که به ترک میراث نهادی کمک می کند و رسومات قدیمی و منسوخ را از بین ببرد.
 ۷. فعالسازی انعطاف پذیری بیشتر بودجه

۷. نتیجه گیری و پیشنهادات

ریسک های مرتبط با اقلیم بیش از این نمی تواند مورد غفلت قرارگیرد. به عبارتی دیگر، ما با شرایطی مواجه هستیم و خواهیم شد که زندگی بشر، محیط زیست و اقتصاد جهان را آسیب پذیر کرده و آسیب پذیرترین قشر، بیشترین تأثیر را خواهند پذیرفت. به نظر انتقال به اقتصاد با کربن پایین ضروری به نظر می رسد. گرچه هرائتقالی از سنتی شدن به مدرنیته شدن نیاز به منابع مالی دارد و اغلب با مخالفت هایی روبرو می شود. اگر ریسک های اقلیم توجه نشود، و زیان های حاصل از این تغییرات اقلیمی ایجاد شود، مدیران در عملکرد با شکست مواجه خواهند شد. درضمن، بسیاری از مسئولین در کشورهای توسعه یافته اکنون نیازمند هستند که صاحبان مالی ریسک ها و راهبردهای اقلیمی خود را گزارش کنند. با وجود روندی مثبت به سمت مالی اقلیم در جهان، شکافی مهم در رسیدن به اهداف معاهده پاریس باقی مانده است (ساهنی و همکاران^۱، ۲۰۱۶). بخش خصوصی نقشی حیاتی را در رسیدن به این اهداف ایفا می کند. در این مقاله درباره نقش و مشارکت تمامی بخش ها (عمومی، خصوصی و حتی شهروندی) در کاهش تأثیرات تغییرات اقلیم سخن گفتیم. مطالعات نشان می دهد که هنوز بخش خصوصی با نقطه ایده آل فاصله زیادی دارد و می تواند به صورت معناداری به بخش عمومی کمک کند. هنوز گام های طولانی جهت حرکت به سمت جلو وجود دارد.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود نتایج حاصل از بکارگیری مالی اقلیم را در کشورهای مختلف بوسیله هوش مصنوعی^۲ مدلسازی کنند. به عنوان مثال، متغیرهای مختلف مانند اثر گازهای گلخانه ای، سوخت های فسیلی، سیل، طوفان، خشکسالی و ... را به شبکه داده و وزن هریک را بوسیله شبکه تخمین زده و خروجی شبکه را بوسیله الگوریتم های مختلف مانند الگوریتم های فراابتکاری^۳ و ابتکاری^۴ یا تکاملی^۵، بهینه سازی کنند تا در آن بخش ها تجمع و تمرکز منابع صورت گیرد.

منابع

1. Ballesteros, A., Nakhooda, S., Werksman, J., & Hurlburt, K. (2010). Power, responsibility, and accountability: Rethinking the legitimacy of institutions for climate finance. *Climate Law*, 1(2), 261-312.
2. Banga, J. (2019). The green bond market: a potential source of climate finance for developing countries. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(1), 17-32.
3. Bowen, A. (2011). Raising climate finance to support developing country action: some economic considerations. *Climate policy*, 11(3), 1020-1036.
4. Clapp, C., Ellis, J., Benn, J., & Corfee-Morlot, J. (2012). Tracking climate finance: what and how?
5. Climate Finance for Global Impact. (2020)
6. Concept Paper on Climate Transition Finance Principles. (2020). Study Group on Environmental Innovation Finance in Japan.
7. Ellis, J., Caruso, R., & Ockenden, S. (2013). Exploring climate finance effectiveness.
8. Fankhauser, S., Sahni, A., Savvas, A., & Ward, J. (2016). Where are the gaps in climate finance? *Climate and Development*, 8(3), 203-206.
9. Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure, Policy Highlights. (2020).
10. Gender_Climate_Change_Training Module 5 Finance, 2017
11. Ha, S., Hale, T., & Ogden, P. (2016). Climate finance in and between developing countries: an emerging opportunity to build on. *Global Policy*, 7(1), 102-108.
12. Jakob, M., Steckel, J. C., Flachslan, C., & Baumstark, L. (2015). Climate finance for developing country mitigation: blessing or curse? *Climate and Development*, 7(1), 1-15.

1 Sahni et al (2016)

2 Artificial Intelligence (AI)

3 Meta-Heuristic Algorithms

4 Heuristic Algorithms

5 Evolutionary Algorithms

13. Joint-Report-on-MDBS-Climate-Finance-2019-Final
14. Nakhooda, S., Watson, C., & Schalatek, L. (2015). The global climate finance architecture. Overseas Development Institute.
15. Patel, S., et al. (2020). Good climate finance guide, Lessons for strengthening devolved climate finance. Working paper.
16. Rethinking Climate Finance, Taking Action against Climate Change, Opportunities and Challenges for Financial Players. (2020).
17. Steckel, J. C., Jakob, M., Flachsland, C., Kornek, U., Lessmann, K., & Edenhofer, O. (2017). From climate finance toward sustainable development finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(1), e437.
18. Stewart, R. B., Kingsbury, B., & Rudyk, B. (Eds.). (2009). *Climate finance: Regulatory and funding strategies for climate change and global development*. NYU Press.
19. Watson, C., et al. (2017). 10 Things to know about climate finance in 2017.
20. Winkler, H., & Dubash, N. K. (2016). Who determines transformational change in development and climate finance? *Climate Policy*, 16(6), 783-7.

مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار

مروری بر ویروس های گیاهی و حشرات ناقل آن ها
محمد حیدری، حسنعلی واحدی، هادی خاطری

ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه زیست محیطی
شرکت سیمان لارستان (از نظر آلودگی هوا) با
استفاده از روش های William Fine و TOPSIS
یعقوب آشنا، ایرج محمد فام، مریم کامیاب

بررسی حوادث هسته ای در راکتورهای نسل جدید
علی اشرف باقری، کوثر زاهدی لاله دشتی

نقش مالی اقلیم در رشد اقتصادی و توسعه
پایدار
میلاذ شاهواروقی فراهانی

ENSD.ir
ISSN: 2588-4255

کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری،
خیابان شهید سبحانی، پلاک ۴۸، واحد ۴
کدپستی: ۳۱۴۳۹۵۳۵۹۵

☎ ۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴ ۸۷
☎ ۰۲۱ ۳۴ ۴۵ ۳۱ ۳۱
📠 ۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴