



بررسی تأثیر انتقال انرژی بر محیط زیست و انسان

سید حسین عالمی پور^۱، سید مجید کشاورز^۲

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر انتقال انرژی بر محیط زیست و انسان می‌باشد و با توجه به اینکه امروزه انرژی و استفاده از آن جزء لاینفک زندگی است به طوری که حتی یک دقیقه قطعی انرژی باعث خسارات میلیاردی خواهد شد. اگر خطوط انتقال انرژی تاکنون کشف و ابداع نشده بود چه بسا بشر هیچ گاه به چنین سطحی از رفاه نمی‌رسید و هنوز هم مجبور به استفاده از گاری و اسب بود. این تحقیق به بررسی خصوصیات محیط‌های شهری و اثرات خطوط انتقال انرژی بر محیط زیست و انسان پرداخته است. در کنار همه فوایدی که انرژی دارد به طبع اثرات زیان‌باری را نیز بر روی انسان و محیط زیست خواهد داشت و به همین دلیل افرادی که در معرض جریان‌های عبوری خطوط انتقال انرژی قرار دارند بیشتر از سایرین در معرض احتمال ابتلا به انواع خسارات قرار دارند. با توجه به پیشرفت‌های بشر می‌توان راه‌کارهای مقابله با آن را پیدا کرد برای مثال می‌توان خطوط انتقال انرژی را از زیرزمین رد کرد که اثرات مخرب آن‌هم از لحاظ سلامت جسمانی و هم سیمای محیطی در مقابل انتقال خطوط به صورت هوایی کمتر است.

کلید واژه ها: محیط زیست شهری، خطوط انتقال انرژی، اثرات محیطی، آلودگی

۱- مقدمه

روند فعلی مصرف انرژی در جهان، بشر را با دو بحران بزرگ آلودگی محیط زیست و شتاب فزاینده در تهی نمودن منابع انرژی روبرو نموده است. آلودگی محیط زیست، پدیده تغییر اقلیم و تجدید ناپذیری که از چالش‌های اصلی استفاده از منابع انرژی فسیلی به شمار می‌روند در اثر توسعه ناپایدار، الگوهای نادرست مصرف انرژی، افزایش جمعیت و ... در سال‌های اخیر با شدت بیشتری ادامه داشته‌اند. چگونگی تولید و استفاده از حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده، از عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی محیط زیست در مقیاس محلی، منطقه‌ای و بین‌المللی می‌باشد. یکی از مناسب‌ترین انرژی‌های تجدید پذیر که از زمان‌های بسیار گذشت مورد استفاده بوده و علاوه بر تجدید پذیر بودن و سازگاری با محیط زیست دارای منافع اقتصادی

^۱ نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی، رشته برق قدرت، دانشگاه فنی حرفه ای یاسوج، Mr.HosseinAlmipour1567@gmail.com
^۲ دپارتمان مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه فنی و حرفه ای استان یاسوج، ایران، Skeshavarz.tvu@ac.i

اجتماعی نیز می‌باشد، انرژی بیوماس (بیوگاز) می‌باشد که پس از انرژی آب در جایگاه دوم قرار دارد. در حال حاضر الکتریسیته تولیدی برخی کشورهای جهان، عمدتاً از انرژی هسته‌ای تأمین می‌گردد. (بهزاد فر، ۱۳۸۴)

با رشد جوامع بشری و صنعتی شدن آن‌ها نیاز به انرژی نیز افزایش پیدا کرد. سوختی فسیلی سیال جزو مهم‌ترین حامل انرژی بودند که در قرن ۱۹ مورد استفاده گسترده قرار گرفته در صنایع مختلف به تأمین‌کننده اصلی انرژی تبدیل شدند. با گذشت زمانی استفاده از انرژی برق نیز در جوامع بشری گسترش پیدا کرد. در ایران نیز نخستین بار از برق برای روشنایی معابر عمومی در سال ۱۲۸۳ هجری شمسی استفاده شد. در سال ۱۲۸۷ نخستین چاه نفت در مسجد سلیمان به نفت رسید و برای انتقال نفت از مسجد سلیمان به پالایشگاه آبادان، یک نیروگاه بخاری برای راه‌اندازی تلمبه‌خانه و روشنایی ساختمان‌ها ساخته شد که مبدأ ورود برق به خوزستان است. (شیعه، ۱۳۷۸).

در حال حاضر نفت خام، گاز طبیعی و برق به صورت غیرمستقیم یا مستقیم به عنوان تأمین‌کننده‌های اصلی انرژی در ایران کاربرد دارند. نفت خام از طریق خطوط لوله برای پالایش به پالایشگاه‌های مختلف در کشور فرستاده می‌شود. گاز طبیعی نیز از طریق خطوط لوله به پالایشگاه (تصفیه‌خانه) منتقل و پس از تصفیه و فراوری باز از طریق خطوط لوله برای مصرف به شهرها، نیروگاه‌ها و کارگاه‌های صنعتی ارسال می‌شود. برق به عنوان منبع انرژی در بسیاری از مراکز صنعتی، تجاری، عمومی و خانگی استفاده می‌شود نقطه اتصال خطوط انتقال نفت و گاز و برق، نیروگاه‌های حرارتی هستند. نیروگاه‌ها کار تبدیل انرژی شیمیایی سوخت ای فسیلی به انرژی الکتریکی را به عهده دارند. نکته‌ای که در چند دهه اخیر بیشتر و به صورت جدی‌تر مورد توجه قرار گرفته است آثار زیست محیطی انتقال سوخت و انرژی از طریق خطوط لوله و کابل از تحقیق حاضر سعی شده تا وضعیت خطوط انتقال انرژی در کشور به صورت اجماعی شرح داده شود در این تحقیق به بررسی تأثیر انتقال انرژی بر محیط زیست و انسان پرداخته می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

امینی، (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان «اثر خطوط انتقال برق بر محیط زیست شهری و انسان» به این نتیجه رسید که امروزه صنعت برق و استفاده از آن جزء لاینفک زندگی ست به طوری که حتی یک دقیقه قطعی برق باعث خسارات میلیاردی خواهد شد. اگر برق تا کنون کشف و ابداع نشده بود چه بسا بشر هیچ گاه به چنین سطحی از رفاه نمی‌رسید و هنوز هم مجبور به استفاده از گاری و اسب بود. در کنار همه فوایدی که صنعت برق دارد به طبع اثرات زیان باری را نیز بر روی انسان و محیط زیست خواهد داشت و به همین دلیل افرادی که در معرض جریان‌های عبوری خطوط انتقال برق قرار دارند بیشتر از سایرین در معرض احتمال ابتلا به انواع سرطان‌ها قرار دارند. با توجه به پیشرفت‌های بشر می‌توان راه کارهای مقابله با آن را پیدا کرد برای مثال می‌توان خطوط انتقال برق را از زیر زمین رد کرد که اثرات مخرب آن هم از لحاظ سلامت جسمانی وهم سیمای محیطی در مقابل انتقال خطوط به صورت هوایی کمتر است.

محمدی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان «اثرات زیست محیطی استفاده از منابع مختلف انرژی» به این نتیجه رسیدند که روند فعلی مصرف انرژی در جهان، بشر را با دو بحران بزرگ آلودگی محیط زیست و شتاب فزاینده در تهی نمودن منابع انرژی روبرو نموده است. آلودگی محیط زیست، پدیده تغییر اقلیم و تجدید ناپذیری که از چالش‌های اصلی استفاده از منابع انرژی فسیلی به شمار می‌روند در اثر توسعه ناپایدار، الگوهای نادرست مصرف انرژی، افزایش جمعیت و ... در سال‌های اخیر

با شدت بیشتری ادامه داشته اند. چگونگی تولید و استفاده از حامل های انرژی در بخش های مختلف مصرف کننده، از عوامل موثر در ایجاد آلودگی محیط زیست در مقیاس محلی، منطقه ای و بین المللی می باشد. یکی از مناسب ترین انرژی های تجدید پذیر که از زمان های بسیار گذشت مورد استفاده بوده و علاوه بر تجدید پذیر بودن و سازگاری با محیط زیست دارای منافع اقتصادی اجتماعی نیز می باشد، انرژی بیوماس (بیوگاز) می باشد که پس از انرژی آب در جایگاه دوم قرار دارد. در حال حاضر الکتریسیته تولیدی برخی کشورهای جهان، عمدتاً از انرژی هسته ای تامین می گردد. تولید الکتریسیته هسته ای در واقع هیچیک از گازهای گلخانه ای را منتشر نیم سازد. بی تردید، انرژی یکی از مهم ترین عوامل در پیشرفت و توسعه پایدار جوامع بشری است که تولید، انتقال و مصرف انواع گوناگون آن بزرگ ترین عامل انهدام و آلودگی محیط زیست در میان عوامل انسان ساخت نیز می باشد. عدم تجدیدپذیری، افزایش قیمت و اثرات مخرب و شدید زیست محیطی مصرف سوخت های فسیلی از عوامل مهمی است که ضرورت استفاده از انرژی های نو را نمایان می سازد. یکی از این منابع، انرژی خورشید می باشد که با توسعه نگرشهای زیست محیطی و راهبردهای صرفه جویانه در بهره وری از انرژی های تجدید ناپذیر، استفاده از آن در بسیاری از کشورهای جهان رو به فزونی گذاشته است.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۷)، در پژوهشی با عنوان «اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران» به این نتیجه رسیدند که در دهه های اخیر، خطرات و آسیب های محیط زیست بیشتر نمایان شده است. این آسیب ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت های صنعتی است. بر اساس نتایج، یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی باعث افزایش ۰٫۹۲ درصدی انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن و آلودگی محیط زیست شده است. همچنین، با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن به مقدار ۱٫۳۱ درصد افزایش داشته است.

روزا ویورک (۲۰۰۰) نظریه کوزنتس را برای آلاینده ی مهم هوا، برای کشور اسپانیا بررسی نموده . نتیجه گیری کرده اند که در مورد میزان انتشار دی اکسید سولفور با نظریه زیست محیطی کوزنتس سازگاری دارد. اما در خصوص سایر آلاینده ها این تطابق و هم خوانی وجود ندارد.

۳- مبانی نظری

۳-۱- وضعیت خطوط انتقال انرژی در کشور

۳-۱-۱- شبکه انتقال و توزیع برق

خطوط انتقال برق شامل خطوط فشارقوی و فشار ضعیف می شود. پست های برق با ظرفیت های ۱۳۲، ۴۰۰، ۲۲۰، ۶۳/۲ کیلوولت در شبکه سراسر توزیع برق نصب شده اند. طول خطوط انتقال مدار شبکه برق در سراسر کشور حدود ۹۱۴۱۷ کیلومتر و طول خطوط شبکه فشار ضعیف و توسط حدود ۵۳۶۰۰۰ کیلومتر است.

۳-۱-۲- خطوط انتقال برق هوایی^۳:

خط انتقال هوایی نوعی از خط انتقال است که در آن از دکل ها و تیرها برای نگه داشتن کابل ها بالای سطح زمین استفاده می شود. از آنجایی که در این گونه خطوط از هوا به عنوان عایق کابل ها استفاده می شود این روش انتقال یکی از کم هزینه ترین و رایج ترین روش های انتقال است. دکل ها و تیرهایی که برای نگه داشتن کابل ها استفاده می شود می تواند از جنس چوب، فولاد، بتون، آلومینیوم و در برخی موارد پلاستیک مسلح باشند. به طور کلی کابل های مورد استفاده در خطوط هوایی از جنس آلومینیوم هستند (که البته با نواری از فولاد در داخل مسلح شده اند). از کابل های مسی در برخی خطوط انتقال ولتاژ متوسط و ولتاژ پایین و محل اتصال به مصرف کننده استفاده می شود.

اختراع مقرهای جداکننده نقش مهمی در امکان افزایش ولتاژ انتقال در خطوط هوایی داشت. در سال های پایانی قرن ۱۹ میلادی بیشینه ولتاژ قابل انتقال با مقرهای سوزنی به ۶۹ کیلوولت می رسید اما امروزه امکان انتقال انرژی الکتریکی در ولتاژهای بالاتر از ۷۶۵ کیلوولت و حتی ولتاژهای بالاتر نیز وجود دارد. خطوط انتقال هوایی معمولاً با توجه به سطح ولتاژشان طبقه بندی می شوند: ولتاژهای پایین تر از ۱۰۰۰ ولت، مورد استفاده در اتصالات و ارتباطات به مصرف کننده های خانگی و تجاری کوچک (ولتاژ پایین). ولتاژهای بین ۱ تا ۳۳ کیلوولت، مورد استفاده برای انتقال در مناطق شهری یا روستایی (ولتاژ متوسط (توزیع)). ولتاژهای بین ۳۳ تا ۲۳۰ کیلوولت، مورد استفاده برای خطوط انتقال میانی (ولتاژ بالا (انتقال میانی)). ولتاژهای بین ۲۳۰ تا ۸۰۰ کیلوولت، مورد استفاده برای خطوط انتقال طولانی (ولتاژ خیلی بالا (انتقال)). (برک پور، ۱۳۸۳).

۳-۱-۳- خطوط انتقال برق زیرزمینی^۴

برق می تواند به جای خطوط هوایی توسط کابل های زیرزمینی منقل شود. کابل های زیرزمینی نسبت به خطوط هوایی کمتر در سر راه قرار دارد، کمتر جلوی چشم هستند و کمتر تحت تأثیر بدی آب و هوا قرار می گیرند. با این حال هزینه کابل روکش دار و حفاری بسیار بیشتر از ساخت خطوط هوایی می باشند. یافتن و تعمیر خرابی در خطوط انتقال مدفون نیاز به زمان بیشتری دارد. خطوط زیرزمینی به شدت توسط ظرفیت حرارتی آنها محدود هستند و امکان اضافه بار کمتری نسبت به خطوط هوایی دارند. (حاجی خانی و صالحی، ۱۳۷۲).

۳-۱-۴- خطوط انتقال نفت خام

ایران اولین روزانه حدود ۴ میلیون بشکه نفت خام از چاه های نفت خود را استخراج می کند که حدود ۱/۲ میلیون بشکه به مصرف داخلی می رسد و مابقی صادر می شود. [Reservoir Optimization Confrence] در حال حاضر حدود ۹ پالایشگاه در کسور فعال هستند که کار تصفیه و پالایش نفت خام را انجام می دهند. محصولات این پالایشگاه ها از طریق خطوط لوله به طول حدود ۳۹۰۰ کیلومتر منتقل می شود. بیشتر این پالایشگاه ها در نیمه غربی کشور قرار گرفته اند که احتمالاً به خاطر وجود چاه های استخراج در این قسمت می باشد. طول مسیر خطوط انتقال نفت خام حدود ۵۹۰۰ کیلومتر می باشد.

³ overhead power transmission

⁴ underground power transmission

۳-۱-۵- خطوط انتقال گاز طبیعی

ایران روزانه ۳۲۰ میلیون مترمکعب گاز استخراج می‌کند. در حال حاضر حدود ۴ تصفیه‌خانه کار تصفیه و فراوری گاز طبیعی را انجام می‌دهند. بیشتر تصفیه‌خانه‌ها در نیمه غربی کشور مستقر هستند. البته تصفیه‌خانه‌ها مربوط به منطقه سرخس در خراسان شمالی نیز از جمله تصفیه‌خانه‌های مهم مستقر در کشور است. طول خطوط انتقال گاز طبیعی حدود ۴۵۵۰ کیلومتر می‌باشد.

۳-۲- آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از توزیع و انتقال انرژی

به‌طور کلی اثرات ناشی از توزیع و انتقال انرژی به محیط به‌صورت زیر قابل تفکیک است.

- محیط فیزیکی
- محیط بیولوژی
- محیط اقتصادی-اجتماعی
- محیط فرهنگی

اثرات و پیامدهای ناشی از احداث و بهره‌برداری خطوط انتقال انرژی دارای تفاوت‌هایی از نظر شدت، اهمیت و دامنه در هر مرحله می‌باشد. در این باره می‌توان طبقه‌بندی زیر را در نظر گرفت:

- اثرات برگشت‌ناپذیر و غیرقابل جبران
- مانند تخریب زیستگاه‌های منحصربه‌فرد گونه‌های جانوری در معرض تهدید یا تخریب آثار باستانی.
- اثرات قابل برگشت و تجدید پذیر مانند بهره‌برداری از رودخانه یا آب‌های زیرزمینی
- اثرات مفید مانند ایجاد اشتغال و فرصت‌های شغلی، کاهش میزان بیکاری
- اثرات مشخص و هم مانند تخلیه یا نشت مواد زائد خطرناک در رودخانه یا دریا
- اثرات کوتاه‌مدت مانند ایجاد سروصدا در زمان ساخت خطوط انتقال
- اثرات بلندمدت مانند تخریب جنگل‌ها در مسیر نصب خطوط انتقال
- اثرات استراتژیکی مانند تغییر ساختارهای قوی و محلی
- اثرات اولیه مانند افزایش رسوبات یا گردوغبارهای ناشی از فعالیت‌های ساختمانی
- اثرات ثانویه مانند به هم خوردن تعادل اکولوژیک
- اثرات ثالثیه مانند کاهش درآمد اقتصادی جوامع صیادی منطقه در اثر کاهش میزان صید به دلیل آلودگی آب
- اثرات غیرمستقیم مانند تغییر درآمد جوامع محلی
- اثرات مستقیم مانند ایجاد اشتغال و پدید آمدن فرصت شغلی جدید
- اثرات تجمعی یا تراکمی مانند نشت نفت خام در آب‌های پذیرنده با اکسیژن محلول کم

۳-۳-۳- اثرات عمده خطوط انتقال انرژی بر محیط

۳-۳-۳-۱- محیط فیزیکی:

• اثرات بر اقلیم و کیفیت هوا

اثرات مشخصی برخی از فعالیت‌ها مانند استفاده از وسایل نقلیه احداث ساختمان‌ها و افزایش خروجی‌های آلاینده می‌توانند موجب بروز تغییرات اقلیمی به‌ویژه در میکروکلیم‌های محل جایگاه و پیرامون آن شوند. پدید آمدن آسموگ در هوا موجب بیماری احتمالاً مرگ در افرادی می‌شود که ناراحتی‌های ریوی و قلبی دارند. افزایش گردوغبار بر کاهش میدان دید می‌تواند در فعالیت‌هایی تأثیر گذارد. کاهش تابش نور خورشید در رابطه با خروجی‌های مقاوم موجب آسیب و خسارات بر گیاهان می‌شود. اثرات آلودگی هوا را می‌توان از لحاظ بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و تأثیرات آن بر فضای سبز و پوشش گیاهی طبقه‌بندی نمود.

• اثرات بر کمیت و کیفیت منابع آب

اقدامات فیزیکی نظیر تغییر مسیر جریان آب رودخانه موجب تغییرات اکولوژیکی می‌شود. به‌اضافه، رسوب‌گیری و افزایش رسوبات در رودخانه، باعث تغییر مسیر جریان آب شده و عمق آن را کاهش می‌دهد. تخلیه آب‌ها در فاضلاب نیز بر ماهیان تأثیر می‌گذارد که اثرات تجمعی آن قابل توجه است. با برداشت آب جهت مصارف مختلف، ذخایر سفره‌ای آب زیرزمینی دچار کاهش می‌شوند. کاهش مقدار آب می‌تواند مسائل جدی از نظر تجارب، حیات وحش و موارد تفریحی ایجاد نماید. جریان غیرمنظم آب‌ها نیز موجب سیل‌گیری و یا خشک شدن آب رودخانه می‌گردد. گیاهان به تغییر و یا کاهش جریان آب بسیار حساس بوده و سریعاً واکنش نشان می‌دهند. با توجه به فعالیت‌های پروژه در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، تغییرات کمی و کیفی ایجاد شده باید از لحاظ اثراتی که در محیط زیست ایجاد می‌کنند بررسی شوند. از این لحاظ باید این اثرات را در رابطه با گزینه‌های مختلف در مراحل ساختمانی و نیز در مرحله بهره‌برداری پیش‌بینی نمود (مهدی زاده، ۱۳۸۳).

• اثر بر صدا

سروصدا در مراحل ساختمانی و احتمالاً بهره‌برداری بیش از تراز وضعیت موجود خواهد بود. منابع خطی سروصدا می‌توانند شامل تردد وسائط نقلیه برای ورود و خروج به جایگاه و محدوده پیرامونی آن باشد. در محل استقرار یک دستگاه سنگ‌شکن اثرات مختلفی ناشی از آلودگی صوتی در محدوده محل پروژه ایجاد می‌شود. در مرحله بهره‌برداری نیز سیستم حمل‌ونقل و شبکه راه‌های منتهی ب جایگاه تحت تأثیر وسائط نقلیه که مواد خام، محصول و کارکنان را حمل می‌نمایند قرار می‌گیرند. لذا ساکنین محلی به دلیل افزایش سروصدا که منجر به آلودگی صوتی می‌گردد در معرض مزاحمت و سلب آسایش قرار خواهند گرفت. (شعیه، ۱۳۷۸).

۳-۳-۲- محیط بیولوژیکی:

• اثرات بر گیاهان

اثرات مستقیم پروژه بر گیاهان می‌تواند ناشی از برداشت خاک محل و یا احداث جاده دسترسی جدید در مرحله ساختمانی باشد. برش گیاهان جهت پاکت‌رشی و یا مصرف سوخت از دیگر فعالیت‌هایی است که معمولاً در مرحله ساختمانی انجام

می‌گیرد. اثرات غیرمستقیم تخریب و پاک‌تراشی گیاهان ممکن است شامل آلودگی خاک، آب، تغییر سطح سفره‌های آب زیرزمینی و شیمی آب (تغییر حالت قلیایی به اسیدی) باشد. دگرگونی احتمالی در میکرو اقلیمات محل نیز به دلیل تحت تأثیر قرار گرفتن اقدامات تخریب پوشش گیاهی صورت می‌پذیرد.

گیاهان می‌توانند به‌طور مشخص در اثر فعالیت‌های مختلف پروژه تحت تأثیر واقع شوند. ایجاد گردوغبار در عملیات ساختمانی نمونه‌ای از اثرات پروژه پیشنهادی در محیط بیولوژیکی است. کاهش پوشش گیاهی باعث تغییر در جمعیت‌های انسانی و جانوری می‌شود و موجب مهاجرت تعدادی از آن‌ها می‌گردد. برخی از اهالی به دلیل وابستگی به جنگل و از دست دادن این منابع جهت امرارمعاش و یا استفاده‌های دیگر در مواجهه با تغییر شغل و معیشت قرار گرفته و یا اقدام به مهاجرت به مناطق دیگر می‌نمایند. گونه‌های جانوری نیز به دلیل از دست دادن زیستگاه‌های خود یا از بین رفته و یا ناگزیر به یافتن زیستگاه‌ها و پناهگاه‌های جدیدی که بتواند شرایط اکولوژیکی خویش را در آن بیابند خواهند بود (امیرحاجلو، ۱۳۸۵).

• اثرات بر جانوران

در اکثر مواقع، یک اثر محیطی علاوه بر ایجاد ناسازگاری جهت یک جانور، می‌تواند برای گونه‌های دیگری که در زنجیره‌های غذایی مرتبط با جانوران دیگری می‌باشند خسارت‌بار محسوب شود. آبریزان به تغییر در شیمی آب که در رابطه با نشت سوخت‌های فسیلی از خطوط انتقال است شدیداً حساس می‌باشند. پدیدار شدن آلودگی و تخریب زیستگاه‌ها در رودخانه، به‌عنوان عوامل مخرب و زیان‌بار باید مورد بررسی قرار گیرند. اثرات غیرمستقیم تغییرات جمعیت ماهیان که تحت الشعاع صید زیاد و بی‌رویه، شکار مفراط، برهم زدن تعادل زیستگاه و محل‌های زادآوری و... است پیامدهای ثانویه آلودگی و تغییرات اکولوژیکی زیستگاه‌های آبریزان محسوب می‌گردد. به‌طور کلی، در صورت امکان اثرات بیولوژیکی گزینه‌ها را باید با استفاده از روش‌های کمی تشریح نمود. چنان‌چه کاربرد این روش‌ها میسر نباشد می‌توان از تحلیل‌های کیفی استفاده کرد (Sander, J. & Brinkmann, B. 1982).

۳-۳-۳- محیط اقتصادی، اجتماعی

محیط‌های اقتصادی، اجتماعی در مراحل ساختمانی، بهره‌برداری و یا پس‌از آن دستخوش تغییرات مشخص می‌شوند. آلودگی فیزیکی ناشی از فعالیت پروژه می‌تواند بر جمعیت منطقه تأثیر گذارد. نهایتاً کاهش و یا افزایش جمعیت بر اقتصاد محلی تأثیر می‌گذارند. در پروژه پیشنهادی امکان دارد که نیازی به جاده دسترسی جدید وجود نداشته باشد لذا از جاده‌های موجود جهت حمل‌ونقل استفاده می‌نمایند. بدیهی است مشکلات ترافیکی، تصادفات و سوانح جاده‌ای اثرات متعددی بر منطقه خواهد گذارد. ازدیاد میزان تصادفات، راه‌بندان‌ها، دیر رسیدن اهالی به محل کار و یا منزل از مشکلات عمده و از اثرات مهم احتمالی پروژه پیشنهادی محسوب می‌گردند. در مثال دیگر ساخت خانه‌های متعدد برای کارکنان پروژه، افزایش میزان فاضلاب و کاهش کارکرد تصفیه‌خانه فاضلاب محلی را به دنبال خواهد داشت. (مشتاق، ۱۳۶۹).

از دیگر اثرات پروژه بر محیط اجتماعی اقتصادی، کاهش قیمت مستغلات، اراضی و نحوه‌ی مالکیت‌ها خواهد بود. منازل واقع در مجاورت جاده‌ها و یا محل فعالیت پروژه احتمالاً به دلیل ایجاد آلودگی صوتی و هوا دچار کاهش قیمت خواهند شد. منازل واقعی در مجاورت جاده‌ها و یا محل فعالیت پروژه احتمالاً به دلیل ایجاد آلودگی صوتی و هوا دچار کاهش قیمت خواهند شد. لیکن احتمال افزایش قیمت منازل و واحدهای مسکونی در مجاورت برخی پروژه‌ها وجود دارد.

۳-۳-۴- محیط فرهنگی:

محیط‌های فرهنگی می‌توانند در اثر اجرای پروژه پیشنهادی دچار خسارت و لطمات جدی شوند. مراکز توریستی تفریحی، یادمان‌های باستانی، تاریخی، فرهنگی و مذهبی به‌ویژه از نخستین مکان‌هایی هستند که فعالیت پروژه اثرات سوء بر آن‌ها ایجاد می‌نماید. لذا پیش‌بینی این اثرات به دلیل وجود باورها، آداب، عادات و رسوم مردم در سطوح محلی، منطقه‌ای و یا ملی باید ارزیابی شود و میزان اهمیت و دامنه این اثرات به‌دقت مورد بررسی قرار گیرد. اثرات بر چشم‌اندازها در رابطه با خاک، آب، گیاه و جانور قرار می‌گیرد و از نظر زیبایی‌شناختی اهمیت ویژه برای انسان‌ها دارد. تغییر در مورفولوژی سواحل نیز می‌تواند موجب کاهش جاذبه‌های طبیعی از نظر جذب توریسم شود. قطع درختان، برش یکسره جنگل‌ها و یا پوشش گیاهی، سبب کاهش کیفیت چشم‌اندازهای طبیعی می‌گردد (مهدی زاده، ۱۳۸۳).

۳-۴-۴- اثرات محیط زیستی

اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از نشت یا تخفیف خطوط انتقال نفت خام و گاز طبیعی عمدتاً شامل خروجی‌های گازی، بو، اثرات دیداری و زیبایی‌شناختی است.

۳-۴-۱- آلودگی هوا

آلودگی هوای ناشی از خطوط انتقال سوخت‌های فسیلی عمدتاً در مرحله بهره‌برداری و برحسب عمر تأسیسات، فرآیندهای مورد استفاده، آتش‌سوزی مخازن و حوضچه‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها، مخزن‌های ذخیره، تعدادی از تجهیزات دیگر تولید می‌شود، مهم‌ترین آلاینده‌های هوا در این بخش‌ها شامل مونواکسید کربن، اکسید گوگرد، ذرات و هیدروکربن‌ها می‌باشند. هیدروکربن‌های خروجی از خطوط انتقال را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین منبع تولید آلودگی محسوب نمود. خروجی هیدروکربن عمده‌ترین آلودگی هوا را تولید می‌نماید. بخشی از هیدروکربن‌ها در اثر نشت، تبخیر یا سوانح آتش‌سوزی ایجاد می‌شود البته در صورت آتش‌سوزی اکسیدهای گوگل نیز وارد جو خواهند شد. ایجاد بوی نامطلوب و آزاردهنده همواره به‌عنوان یکی از پیامدهای نشت نفت و گاز طبیعی مطرح می‌باشد. مرکاپتان‌ها، سولفید هیدروژن، گازهای گوگرددار آلی، آلدئیدها و آمونیاک را می‌توان از عوامل عمده تولید بو محسوب نمود. در اثر تبخیر نفت خام پخش شده در محیط و تجزیه ترکیبات گوگردی بسیاری از گازها و ترکیبات فوق در هوا انتشار می‌یابند. (مشتاق، ۱۳۶۹).

۳-۴-۲- آلودگی آب

در صورتی که خطوط انتقال سوخت فسیلی از دریا یا رودخانه عبور کرده باشند نشت آن‌ها درون آب ممکن است سبب آلودگی وسیعی در محیط شود آلاینده‌های مهم و عمده می‌توانند موجب تغییر در کل کربن آلی گردند. نشت نفت خام در محیط باعث آلودگی آب‌های سطحی، خاک و آب‌های زیرزمینی می‌شود. از مهم‌ترین اثرات نشت لوله‌های انتقال نفت بارگیری در اسکله‌ها و یا بروز حوادث اتفاقی، آلودگی محیط‌های آبی است که پیامدهای متعددی بر آبریان و غیرقابل استفاده شدن منابع آب برای مصارف مختلف دارد به‌اضافه در شرایط بروز آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی به‌طور بالقوه ایجاد می‌شود. بروز چنین وضعیتی در اثر نشت مخازن و یا خطوط لوله همواره امکان‌پذیر است. (بهباد فر، ۱۳۸۴).

۳-۴-۳- مخاطرات و حوادث

نشت نفت خام یا گاز طبیعی در محیط زیست، به ویژه در محیط‌های دریایی یا اکوسیستم‌های آبی در اثر فرسودگی خطوط انتقال می‌تواند فاجعه‌آمیز باشد. تحت تأثیر قرار گرفتن مناطق حساس اکولوژیک و یا منابع طبیعی آسیب‌پذیر که در مجاورت خطوط انتقال واقع شده‌اند نمونه‌ای از اثرات زیست محیطی به شمار می‌روند که جبران‌پذیری خسارات وارده به این مناطق امکان‌پذیر نیست. از این رو مسیریابی صحیح خطوط انتقال برای کاهش اثرات و پیامدهای مخاطره‌آمیز و به‌دوراز احتمال آسیب‌رسانی به منابع آب مصرفی جوامع محلی، الگوهای زیستی حیات وحش و نیز بهره‌برداری‌های شیلات اهمیت خاصی برای کاهش اثرات سوء احتمالی این واحدها دارد. بروز انفجار و یا آتش‌سوزی نفت خام و گاز طبیعی از خاصیت انفجاری و آتش‌سوزی بالایی برخوردارند. وقوع این حوادث می‌تواند حیات کارکنان و سلامت و بهداشت اهالی ساکن در مجاورت پالایشگاه را در معرض مخاطره قرار دهند. (دلایلی، ۱۳۸۴).

۳-۴-۴- تخریب اکوسیستم‌ها

یکی از مشکلات زیست محیطی خطوط انتقال که در محدوده‌های ساحلی و یا در مجاورت اکوسیستم‌های آبی استقرار دارند، ایجاد آلودگی گسترده با پیامدهای زیانبار بر این محیط‌ها می‌باشد. نشت نفت خام در محیط‌های آبی به دلیل دارا بودن هیدروکربورهای نفتی علاوه بر ایجاد اختلال در اکوسیستم‌ها در پیامد خود محیط زیست انسان را نیز دچار خسارت جدی می‌نماید.

پیامدهای مهم ورود نفت خام بر محیط‌های آبی را می‌توان به شرح زیر معرفی نمود:

- خطرات ناشی از مصرف مواد غذایی دریایی توسط انسان
- مرگ و میر آبزیان و از بین رفتن علف‌های دریایی
- مرگ و میر پرندگان مهاجر و خطر انقراض گونه‌های نادر در پرندگان
- خسارات جدی به سیستم گردش غذایی دریایی به وسیله هست یا کاهش جمعیت گونه‌های خاص
- آلوده شدن بنادر و تفنگک تفریح گاه‌های ساحلی
- خسارات به الگوهای معیشتی مرتبط با شیلات و ماهیگیری

با توجه به اینکه نفت به صورت لایه‌نازکی سطح آب را می‌پوشاند اثرات زیانباری بر زیست پرندگان آبی به جای می‌گذارد. به‌اضافه، بخشی از مواد نفتی در بستر دریا ته‌نشین شده و موجب از بین رفتن تعداد زیادی از ارگانسیم‌های کفزی می‌گردد. مواد نفتی غیر محلول نیز می‌توانند برای موجودات زنده مرگبار باشند.

این مواد موجب گرفتگی سیستم تنفسی موجودات آبی و خفگی آن‌ها می‌شوند و برخی از ماهیان نیز در صورت آلوده شدن آب‌زیستگاه خود را تغییر می‌دهند که بر وضعیت اقتصادی اجتماعی ناحیه از لحاظ وابستگی به سه و ماهیگیری تأثیر منفی و درازمدت ایجاد می‌کند. مهم‌ترین اثر آلودگی احتمالی ناشی از نشت ناشی از خطوط لوله انتقال پوشیده شدن سنگ‌ها، گیاهان و جانداران در سواحل با لایه‌ای از نفت است. (شیعه، ۱۳۸۱).

۳-۵- اثر کربن برای نیروگاه‌های مبتنی بر سوخت فسیلی:

اثر کربن برای این گونه نیروگاه‌ها هم به طور مستقیم در طول فرایند کارکرد نیروگاه و هم به طور غیرمستقیم در حین عملیات استخراج و تولید تجهیزات است ولی اثرات غیرمستقیم آن در مقایسه با اثرات مستقیم سهم کمتری را در اختیاردارند. در این بین زغال‌سنگ دارای بیشترین میزان اثر کربن در بین تمامی موارد عنوان شده به عنوان سوخت تولید برق می‌باشد؛ که اثر کربن آن رقمی در حدود $1000 \text{ gr } \text{CO}_2 \text{ eq/kWh}$ > کمتر برای که سوخت‌های جدیدتر با تکنولوژی‌های کمتر توسعه یافته در بخش سوخت‌های فسیلی که کمتر توسعه یافته‌اند اثر کربن آن رقمی در حدود $800 \text{ gr } \text{CO}_2 \text{ eq/kWh}$ < خواهد رسید. دیگر نوع موجود از سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در فرایند تولید الکتریسیته نفت سبک می‌باشد؛ با اینکه این نوع از سوخت فسیلی سهم اندکی در نیروگاه‌های تولید برق دارد ولی اثر کربن آن رقمی در حدود $650 \text{ gr } \text{CO}_2 \text{ eq/kWh}$ ~ می‌باشد و همچنین اثر کربن نیروگاه‌های با سوخت مستقیم گاز هم حدود نصف این اثر با استفاده از سوخت زغال‌سنگ بوده و برابر $500 \text{ gr } \text{CO}_2 \text{ eq/kWh}$ گزارش شده است (حاجی خانی، صالحی، ۱۳۷۲).

۳-۵-۱- اثر کربن برای نیروگاه‌های فتوولتائیک:

همانطور که عنوان شد ماده‌ی پایه سلول‌های فتوولتائیک (pv) مواد نیمه‌رسانای کریستال سیلیکون (crystalline silicon) و نیمه هادی‌های مشابه است. پیش‌تر گفته شد که استخراج سیلیکون از کوارتز یکی از موارد پایه برای تهیه سلول‌های فتوولتائیک است که در دمای بسیار بالا حدوداً ۶۰٪ انرژی کل مورد نیاز برای فرآیند تولید سلول‌ها را به خود اختصاص می‌دهند (برک پور، ۱۳۸۳).

بر طبق گزارشات CO_2 خروجی برای نیروگاه‌های فتوولتائیک با تکنولوژی موجود در کشورهای پیشرفته صنعتی از جمله انگلستان اثر کربنی در حدود $58 \text{ gr } \text{CO}_2 \text{ eq/kWh}$ را رقم می‌زند. شکل ۲، البته این رقم هم با گسترش سلول‌های مبنی بر فیلم نازک با صرف کمتر میزان سیلیکون و استفاده از دیگر مواد نیمه‌هادی‌ها امید به همین مقدار اثر کربن برای این دست از نیروگاه‌ها به ارمغان بیاورد ولی چیزی که هست این اطلاعات گواه این می‌دهد که نیروگاه‌های خورشیدی هم به دلیل فرایند تولید مواد اولیه کاملاً پاک نیستند.

با گسترش منابع انرژی تجدید پذیر و سبز همچون خود انرژی خورشید و بادی برای مراحل استخراج مواد اولیه این اثر کربن هم کاهش چشم‌گیری خواهد داشت (منبع post13).

سلول‌های فتوولتائیک انواع مختلفی دارند و موارد بررسی شده در بین همین چند نوع هم نیز متفاوت است؛ چهار نوع اصلی پنل‌های فتوولتائیک تجاری: مولتی کریستال، سیلیکون، مونو کریستال سیلیکون و نوار سیلیکون (ribbon silicon) و سلول‌های فیلم نازک مبتنی بر کادمیم تلورید. برای تعیین چرخه‌ی عمر با استفاده از مقدار میانگین تخمین زده شده در اروپا و آمریکا و در طول تولید مواد اولیه و مدول‌ها برای هر سیستم (pv) در نظر گرفته شده است؛ که خروجی آن گواهی بر کمترین میزان انرژی مورد نیاز و در نتیجه حداقل میزان آلودگی خروجی در طول فرآیند تولید می‌دهند. البته باید عنوان نمود که مهم‌ترین عامل مؤثر بر این میزان آلودگی در مدت طول عمر یک سلول به سوخت فرایند تولید مواد اولیه تا رسیدن به تولید سلول وابسته است.

در طول زمان از سال ۱۹۹۰ تاکنون میزان آلاینده‌گی‌های تولیدی با نازک‌تر شدن سلول‌های خورشیدی کمتر شده است و در حال حاضر به‌طور میانگین $270 \mu\text{m}$ طول ضخامت سیلیکون موردنیاز و بازدهی عموم سلول‌های خورشیدی در حدود ۱۴٪/۵ می‌باشد و در مجموع با این شرایط دوره‌ی بازگشت انرژی (EPBT) میانگین ۳-۶ سال و همچنین اثر کربن $110-39 \text{ g}^{\text{CO}_2 \text{ eq}}$ در نظر گرفته‌اند.

۳-۶- GHG و سایر آلودگی‌ها:

بررسی میزان $\text{GHG}, \text{SO}_2\text{t}, \text{NOx}$ خروجی در طول عمر تخمین زده‌شده و بعد از آن فلزات سنگین تولیدی به‌عنوان موارد نهایی آلاینده‌گی‌های زیست‌محیطی تولید پنل‌های فتوولتائیک در این مقاله در نظر گرفته‌شده است. ضرری که سیستم فتوولتائیک برای انسان و محیط زیست دارد تنها و تنها در مرحله استخراج و تولید از مواد اولیه است. عوامل مؤثر برای این ضررها به پارامترهایی همچون بازدهی سیستم (E)، تابش خورشیدی (I)، تابش مؤثر (PR) و طول عمر (L) وابسته است؛ به‌طوری که مجموع انرژی الکتریسته‌ی تولیدی در طول عمر پنل فتوولتائیک (G) به ازای هر مترمربع از آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G = E \times I \times PR \times L$$

۳-۷- انتشارات فلزات سنگین:

با بررسی میزان خروجی فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیوم، کروم، سرب، جیوه و نیکل) به‌طور مستقیم و غیرمستقیم (اثرات ناشی از استفاده‌ی انرژی) در طول عمر برای چهار نوع تکنولوژی PV که در حال حاضر رایج است، آمار قابل توجه مربوط به نتیجه‌ی سلول‌های فیلم نازک مبتنی بر کادمیوم تلورید باعث نشر فلز کادمیوم به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌شوند ولی این مورد برای نوع سیلیکونی تنها به‌صورت غیرمستقیم می‌باشد. با بررسی در شرایط تابش $1800 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ و در طول عمر ۳۰ سال و بازدهی ۹٪ به میزان 0.015 g/wh کادمیوم در فرایند تولید از معادن به‌صورت خالص یا ترکیبات وابسته تولید می‌شود و طی ساخت مدول هم این آمار رقم 0.004 g/wh را نشان می‌دهد که مجموع 0.02 g/wh برای تولید کادمیوم به‌عنوان فلز سنگین گزارش شده است.

۳-۸- سیستم خطوط انتقال برق در فضاهای شهری

اکثر خطوط انتقال برق از جریان متناوب (AC) سه فاز ولتاژ بالا استفاده می‌کنند. جریان مستقیم ولتاژ بالا تکنولوژی است که برای بهره‌بری بیشتر در مسافت‌های بسیار طولانی در حد ۱۰۰ کیلومتر و یا کابل‌های برق زیردریایی در حد بیش از ۵۰ کیلومتر استفاده می‌شود. به‌منظور کاهش انرژی اتلافی در انتقال راه دور، برق با ولتاژ بالا (۱۱۰ کیلوولت و بالاتر) انتقال می‌یابد. برق معمولاً به‌صورت خطوط هوایی انتقال برق (lines overhead power) جابه‌جا می‌شود. انتقال برق به‌صورت زیرزمینی (transmission underground power) دارای هزینه بسیار بالاتری نسبت به خطوط هوایی است اما گاهی در مناطق شهری و حساس استفاده می‌شود (محمدی، حسن و کاظمی، ۱۳۹۶).

۴- یافته‌ها

۴-۱- اثرات ناشی از خطوط انتقال انرژی بر محیط شهری و انسان

خطوط انتقال انرژی در فضاهای شهری به موازات سودمندی‌های زیادی که دارند مشکلاتی را نیز به وجود می‌آورند. تعدادی از این موارد شامل تولید میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، تولید پارازیت‌های رادیویی، ایجاد چشم‌اندازی نامناسب در طبیعت، تخریب بافت طبیعی محیط زیست، تخریب باغات و زمین‌های کشاورزی در مسیر احداث، اشغال بخش قابل توجهی از زمین‌های موجود در طول مسیر، ایجاد خطراتی برای ساکنین مستقر در نزدیکی حریم از منظر استقرار در حوزه مغناطیسی شبکه و ... (Bonnell, J. A. Maddock, B. J. Cabanes, J. Gary, C. Conty, R. & Noline, P. 1995)

با توجه به خطرات و اثرات گسترده خطوط انتقال انرژی و از طرفی اهمیت حضور انسان در مسیر توسعه، اثرات ناشی از خطوط انتقال انرژی بر روی انسان با توجه و اهمیت بالاتر بررسی می‌گردد. امروزه انرژی به‌عنوان یک آلاینده مهم محیط زیستی بشمار می‌آید و به همین علت ترس از پیدایش امراض ناشناخته، دگرگونی‌های ژنتیکی، تغییر ترکیبات خون، تأثیر بر سیستم عصبی و ایجاد بیماری‌های مزمن و لاعلاج مانند رشد سلول‌های سرطانی در اثر قرارگیری انسان در معرض نیروها و میدان‌های مغناطیسی و خطوط انتقال انرژی وجود دارد.

اثر میدان مغناطیسی در بدن موجود زنده بسته به فرکانس و شدت میدان و نیز نفوذپذیری و قابلیت هدایت الکتریکی جسم متغیر است. القای الکترومغناطیسی در فرکانس‌هایی با قدرت پایین در بدن افراد، کمتر مورد توجه بوده است. به دلیل پایین بودن سطح القادقت عمل درباره این موضوع مستلزم در نظر گرفتن مسائل پیچیده‌ای مثل شکل بدن انسان و مقاومت پیچیده آن است که در سیستم فیزیولوژیکی موجود زنده تغییر می‌کند بخصوص مقاومت پوست و عدم تشابه بافت‌ها روی مسیرهای جریان اثر می‌گذارند. از قسمت‌های مختلف بدن انسان خون دارای کمترین مقدار مقاومت و پس از آن کمر، سینه، دست‌ها و پاها تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Bernhardt, J.H. Haubrich, H.J. Newi, G. Krause, N. & Schneider, K.H. 1986) از حدود چهل سال پیش پژوهش‌هایی در مورد زیان‌بار بودن و نبودن امواج الکترومغناطیسی بر روی سلامت انسان به‌عمل آمده است که نتایج آن به شرح زیر می‌باشند:

۱- خطر ابتلا به سرطان مغز استخوان برای مهندسان مخابرات و کسانی که با امواج رادیویی سروکار دارند ۲/۶ برابر بیشتر از اشخاص معمولی است.

۲- اشخاصی که در برابر تشعشعات غیر یونیزه هستند در مقایسه با اشخاصی که در معرض چنین امواجی نیستند، هفت برابر بیشتر دچار سرطان خون، چهار برابر بیشتر دچار اختلالات غده تیروئید می‌شوند و برای اشخاص بین ۲۰ تا ۲۹ ساله امکان ابتلا به سرطان ۵/۵ برابر بیشتر است.

۳- خطر ابتلا به سرطان برای بچه‌هایی که منازل آن‌ها نزدیک به سیم‌های انتقال جریان است پنج برابر بیشتر از بچه‌های دیگر است.

۴- در زنان بارداری که در زمستان از تشک‌های آبی یا پتوهای برقی استفاده می‌کنند امکان سقط جنین وجود دارد.

۵- میدان‌های خطوط فشارقوی دارای فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز مانع ایجاد گلوبول‌های سفید خون شده در نتیجه بدن در مقابله با بیماری‌ها ضعیف می‌گردد.

۶- امکان سقط جنین در زنان بارداری که اپراتور کامپیوتر هستند دو برابر بیشتر از زنان باردار دیگر است. این نتیجه از یک آزمایش روی ۱۵۹۳ نفر به دست آمده است.

۷- غشاء سلول نسبت به میدان‌های کم فرکانس حساس است. این فرکانس‌ها برخی از مکانیسم‌های زیست-شیمیایی مانند مبادله پتاسیم و کلسیم از طریق غشاء سلولی را تغییر می‌دهند. نکته مهم و خطرناک‌تر این است که به نظر می‌رسد این امواج موجب بی‌نظمی در ساخت DNA و انتقال خصوصیت‌های ارثی از کروموزم‌های سلولی به اسید ریبونوکلیک (RNA) می‌گردند (مشتاق، ۱۳۶۹).

۴-۲- مقایسه کمی و کیفی روش‌های انتقال خطوط انرژی

در حال حاضر روش مورد استفاده جهت انتقال نیروی انرژی، استفاده از خطوط هوایی است که موجب بروز مشکلاتی از قبیل سرطان خون، بیماری قلبی، تومور مغزی، آب مروارید و خطر ابتلا به سرطان مغز و... می‌شود. سازمان بهداشت جهانی (WHO) شاخص‌هایی را به منظور سنجش قابلیت زیستن در شهرها از نظر تفاوت در خطوط انتقال نیروی انرژی ارائه داده است. بر اساس مطالعات و الگوبرداری از نمونه‌های موفق که طی مستندات سازمان بهداشت جهانی به عنوان شهرهای سالم یاد شده‌اند، روش مورد استفاده جهت انتقال نیروی انرژی، بهره‌گیری از کابل‌های زیرزمینی بوده است (مهرتاش، ۱۳۸۴). جدول ۱ به بررسی و تشریح روش جاری (خطوط هوایی انتقال انرژی) و روش پیشنهادی (کانال‌های زیرزمینی انتقال انرژی) جهت انتقال نیروی انرژی پرداخته است.

جدول ۱- مقایسه کمی و کیفی روش‌های انتقال انرژی (مهرتاش، ۱۳۸۴).

شاخص	روش	
سازگاری با محیط	خطوط هوایی	کانال زیرزمینی
آسایش و ایمنی شهروندان	ندارد	دارد
کارایی	درصد پایین	درصد بالا
تأثیر بر محلات	ناکارآمد	کارآمد
حریم سطحی	باعث جدایی محلات می‌شود	یکپارچگی حفظ می‌شود
هزینه اجرا	لازم دارد	لازم ندارد
نوع تأثیر بر سیمای شهر	نسبت به روش زیرزمینی پایین	هزینه بالایی دارد
اولویت اجرا	بد	خوب
نوع تأثیر بر تعاملات اجتماعی	در صورت غیرعملی بودن روش زیرزمینی در اولویت قرار می‌گیرد	با توجه به نیاز کشور به زیرساخت‌ها باید در اولویت قرار گیرد
	با توجه به ایجاد محدودیت‌ها دارای تأثیر منفی	باعث حفظ و حتی گسترش تعاملات می‌گردد

چند مورد از کمبودها و ضعف‌هایی که منجر به بروز مشکلاتی در زمینه توسعه خطوط انتقال نیروی انرژی می‌گردند، موارد زیر هستند: نقص در قوانین و مقررات فنی موجود در ارتباط با شهرسازی و انتقال انرژی، موجود نبودن زیرساخت مناسب برای انتقال خطوط، در نظر نگرفتن استانداردها و معیارهای لازم برای انتقال انرژی، در نظر نگرفتن کامل ایمنی، آسایش و سلامت

شهروندان، نبود اطلاع رسانی خوب و تخصصی، توجه نکردن به منظره و سیمای شهری و همچنین نبود هماهنگی و مشارکت و تعامل بین سازمان و وزارتخانه‌ها و نهادهای مسئول (Sander, & Brinkmann, 1982)، (عباس زادگان، ۱۳۸۴). در همین راستا به عنوان راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از این ضعف‌ها موارد زیر قابل انجام می‌باشند: اجرای قوانین و مقررات مناسب شهرسازی و انتقال انرژی با توجه به زمان و میزان توسعه صنعتی، در صورت امکان در مناطق شهری و صنعتی و مناطق پرجمعیت و بزرگ به جای خطوط هوایی از خطوط زیرزمینی استفاده شود، مشارکت دادن مردم و سرمایه‌های در دست آن‌ها و استفاده از توانمندی‌های بخش خصوصی در توسعه توان احداث خطوط انتقال انرژی زیرزمینی، تهیه برنامه‌های فرهنگی مناسب و پخش رسانه‌ای اطلاعات ضروری در مورد خطوط انتقال نیرو خصوصاً در مورد دور شدن از خطوط انتقال به هنگام وقوع رعدوبرق، وضع قوانین سختگیرانه و جرائم سنگین برای متخلفین، رعایت فاصله مناسب مسیر خطوط انتقال نیرو از مناطق مسکونی و آموزشی، تعمیر و بازسازی خطوط انرژی قدیمی و فرسوده و اختصاص هزینه مورد نیاز آن، برگزاری جلسات بین سازمان‌ها، وزارتخانه‌ها و نهادهای مسئول به منظور هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات مفید و راهبردی و حفظ سیمای شهری با احداث خطوط زیرزمینی (امیر حاجلو، ۱۳۸۵).

۵- بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از خطوط انتقال سوخت‌های فسیلی بیشتر از خطوط انتقال انرژی الکتریکی است. خطوط انتقال انرژی الکتریکی شیشه‌ممکن است که موجب خسارت به پوشش گیاهی، تأثیر به روند فرسایش خاک به دلیل آسیب پوشش گیاهی، آلودگی دیداری و زیبایی‌شناختی مناظر طبیعی و آسیب به مناطق باستانی شوند. ولی از نظر آلودگی آب هوا و خاک تقریباً تأثیر مستقیم و قابل توجهی ندارند. درحالی‌که خطوط انتقال سوخت‌های فسیلی علاوه بر موارد بالا در صورت نشت سوخت از خطوط انتقال یا بروز حوادث و سوانح ممکن است اثرات چشمگیری بر محیط فیزیکی و اکولوژیکی بگذارند که تا مدت بسیار زیادی ماندگار باشد. در مورد گاز طبیعی در بخش صادرات می‌توان از فناوری LNG به جای خطوط لوله برای انتقال گاز طبیعی استفاده نمود تا پیامدهای زیست‌محیطی کمتری در برداشته باشد. البته استفاده از این فناوری خود نیاز به مطالعات زیست‌محیطی و امکان‌سنجی فنی اقتصادی دارد برای مبارزه با سوانح ای که در خطوط انتقال انرژی اتفاق می‌افتد و کنترل سلامت خطوط انتقال می‌توان از ماهواره استفاده نمود تا در صورت بروز مشکل سریع‌تر از آن مطلع و برای رفع آن اقدام نمود.

با توجه به توسعه شهری و افزایش جمعیت شهرنشین نیاز به شبکه‌های انتقال انرژی روز به روز بیشتر شده و نیازمند طراحی مناسب و بهینه برای انتقال انرژی می‌باشیم. در حال حاضر احداث خطوط انتقال انرژی در کشور مغایر با قوانین و مقررات مربوط به طراحی خطوط انتقال و همچنین متضاد با رعایت مسائل محیط زیستی می‌باشد. برای جلوگیری از خطرات و مشکلات خطوط انتقال انرژی یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی استفاده از خطوط انتقال انرژی زیرزمینی به جای خطوط انتقال انرژی هوایی می‌باشد. انتقال انرژی به روش زیرزمینی بهترین راه‌حل به منظور برطرف کردن مشکلات موجود در خطوط انتقال انرژی هوایی است که البته در کنار مزایا، معایبی نیز ممکن است داشته باشد برای نمونه هزینه اجرای آن نسبت به روش هوایی بیشتر خواهد بود اما یکی از زیرساخت‌های مناسب کشور است که در صورت احداث و بهره‌برداری طی سالیان متمادی کشور و شهروندان از مزایای آن بهره می‌برند.

با توجه به حمایت گسترده و هدفمند دولت در سال‌های اخیر و روند رو به رشد ورود سرمایه‌گذاران خارجی به کشور جهت احداث کارخانه سل و مدول فتوولتائیک، همچنین تدوین و تصویب قوانین بین‌المللی بر کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از احداث خطوط تولید بیشتر توجه شود تا در آینده کشور ما نیز مشمول قوانین بازدارنده و جرایم ناشی از آلودگی حاصل از فرایند خطوط تولید سل و مدول‌ها نگردد.

۶- منابع

- امیرحاجلو. ع، (۱۳۸۵) "برنامه‌ریزی، احداث و اصلاح خطوط انتقال برق در هماهنگی با ضوابط و معیارهای شهرسازی"، پایان‌نامه دانشگاه علم و صنعت ایران.
- امینی، ملیحه. (۱۳۹۹) اثر خطوط انتقال برق بر محیط زیست شهری و انسان. *انسان و محیط زیست* -49: 56. (۱۸)
- برک پور، ن، (۱۳۸۳) "دانش‌نامه مدیریت شهری"، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۱۷
- بهبودی، داوود، برقی گلعدانی، اسماعیل، (۱۳۸۷)، در پژوهشی با عنوان «اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران» مستان (۱۳۸۷)، دوره ۵، شماره ۴ (پیاپی ۱۹)؛ از صفحه ۳۵ تا صفحه ۵۳.
- بهزاد فر. م، (۱۳۸۴) "زیرساخت‌های شهری"،
- حاجی‌خانی. ق؛ و صالحی. ا، (۱۳۷۲) "معیارهای برنامه‌ریزی ایده شهر سالم". پایان‌نامه دانشکده هنر و معماری دانشگاه تهران.
- دلایلی. ر. (۱۳۸۴) "مسیریابی بهینه خطوط انتقال برق فشارقوی در منطقه ۲ تهران"، پایان‌نامه دانشگاه تربیت مدرس.
- شیعه. ا. (۱۳۷۸) "با شهر و منطقه در ایران"، دانشگاه علم و صنعت ایران
- شیعه. ا، (۱۳۸۱) "معیارهای شهرسازی و نقش آن در تأمین سلامت اجتماعی جمعیت"، مجله بین‌المللی علوم مهندسی جلد ۱۳ شماره ۲، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- شیعه، ا. "مقدمه‌ای بر اصول برنامه‌ریزی شهری". پایان‌نامه دانشگاه علم و صنعت ایران. ۱۳۷۱
- عباس زادگان. م. "ابعاد اجتماعی روان‌شناختی فضای شهری"، مجله بین‌المللی علوم مهندسی ۱۳۸۴. جلد ۱۶. شماره ۱. دانشگاه علم و صنعت ایران.
- عسگری، م (۱۳۸۵) خطوط انتقال انرژی و محیط زیست، مجله انسان و محیط زیست دوره جدید پاییز و زمستان، شماره ۲ (پیاپی ۱۳)
- کمالی‌نیا. سعید. (۱۳۸۳) "بررسی مسائل مربوط به حریم و پیشنهاد تغییر ساختار استانداردهای موجود در ایران"، سمینار تخصصی حریم خطوط انتقال نیرو،
- مجتهد زاده. غ. (۱۳۷۵) "برنامه‌ریزی تأسیسات شهری"، دانشگاه تهران،

- محمدی، حسن و کاظمی، آزاده، (۱۳۹۶)، اثرات زیست محیطی استفاده از منابع مختلف انرژی، اولین همایش بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و HSE، همدان
- محمدی، حسن و کاظمی، آزاده، (۱۳۹۶)، اثرات زیست محیطی استفاده از منابع مختلف انرژی، اولین همایش بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و HSE، همدان، <https://civilica.com/doc/678854>
- مشتاق. ج. (۱۳۶۹) "اثرات بیولوژیکی خطوط فشارقوی بر محیط زیست"، نشریه علمی و فنی برق،
- مهدی زاده. ج. (۱۳۸۳) "تحول در مفهوم، نقش و ساختار کلان شهرها". فصل نامه مدیریت شهری. شماره ۳
- مهرتاش. ا. (۱۳۸۴) "بررسی حریم خطوط انتقال نیرو و بهینه سازی آن"، پایان نامه دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

- Bernhardt, J.H. Haubrich, H.J. Newi, G. Krause, N. & Schneider, K.H. 1986. Limits for Electric and Magnetic Fields in DIN VDE Standards: Considerations for the Range 0 to 10 kHz. CIGRE. International Conference on Large High Voltage Electric Systems. Paris, August 27th-September 4th.
- Bonnell, J. A. Maddock, B. J. Cabanes, J. Gary, C. Conty, R. & Nicoline, P. 1995. Reserch on Biological Effects of Power Fereqency Fields. NIH GUIDE. Vol. 24, No. 6, pp: 17.
- Sander, J. & Brinkmann, B. 1982. laboratory Studies on animals and human Beings Exposed to 50 Hz Electric and Magnetic Fields. National Center for Biotechnology Information. Vol. 36, No. 1.

Investigating the effect of energy transfer on the environment and humans

The purpose of this study is to investigate the impact of energy transfer on the environment and humans, and given that today energy and its use is an integral part of life, so that even a minute of energy interruption will cause billions in losses. If energy transmission lines had not yet been discovered and invented, perhaps mankind would never have reached such a level of well-being and would still have to use carts and horses. This study investigates the characteristics of urban environments and the effects of energy transmission lines on the environment and humans. In addition to all the benefits that energy has, it will naturally have detrimental effects on humans and the environment, and therefore people who are exposed to the currents of energy transmission lines are more likely than others to suffer from all kinds of damage. According to human progress, solutions can be found to deal with it. For example, energy transmission lines can be crossed from the basement, which have less destructive effects on both physical health and environmental appearance than airborne transmission lines.

Keywords: urban environment, energy transmission lines, environmental effects, pollution