

Life Cycle Assessment of Flood Spreading System Daefeh Watershed in Rafsanjan Plain

FAHIME JAFARI MEHDIABAD¹, MOHAMMAD JAFARI^{1*}, ALI REZA MOGHADDAM NIA¹,
MAZAHER MOEINADDINI², EBRAHIM ALAIE³, MOHAMMAD REZA SABOUR⁴,
MOHAMMAD ABDOLAH EZZATABADI⁵

1. Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Department of Environmental Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran.
4. Department of Environment Engineering, Faculty of Civil Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
5. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran.

(Received: Sep. 13, 2020- Revised: Dec. 19, 2020- Accepted: Dec. 28, 2020)

ABSTRACT

Nowadays, around the world, environmental impacts, as one of the most important dimensions of sustainable development, play a significant role in strategic decision makings. Water resources management is one of the most sensitive measures due to its bi-directional relationship with sustainable development and also as a facilitator of this path, especially in arid and semi-arid regions. One of the main purpose of the LCA approach is to assess the environmental impact of emissions. In this study, environmental compatibility of mechanical watershed management measures to manage water resources is investigated by using this approach. Therefore, material flow, energy and environmental impacts of all stages of the life cycle of one unit of flood spreading system (located in Daefeh watershed in Rafsanjan plain) were analyzed based on IMPACT 2002+ method available in the Simapro software. The results showed that the earthen structure of the flood spreading system with 8.37 kPt environmental impact is the hot spot of this system (Mostly due to the earthworks), including 91.34% of environmental burdens in the construction phase and 55.2% of the total emission effects. The findings of this research showed that the environmental consequences of emissions during the life cycle of this system were 15.2 kPt. Construction process stage (with the highest amount of environmental burdens in each impact category except for resource depletion) 39.2%, use stage 31.3%, extraction and productivity of materials 23.3% and transportation stage 0.93% of Environmental burdens were allocated in this study. The environmental consequences of emissions in the categories of adverse effects on human health, climate change, resource depletion and ecosystem depletion of the flood spreading system are 6.63, 3.54, 3.06 and 1.94 kPt, respectively. Also the results of this study will be useful for evaluating the environmental effects of different structures. Finally, it is suggested that in the integrated watershed management, which is responsible for protecting our nation's natural resources, life cycle assessment approach be developed and the green building approach could be implemented, such as selecting the design discharge with environmental considerations, selecting quantities and types of environmentally friendly materials.

Keywords: Life Cycle Assessment, Environment, Flood Spreading System, Daefeh Watershed of Rafsanjan Plain.

ارزیابی چرخه حیات (LCA) سامانه پخش سیلاب حوزه آبخیز دثفه رفسنجان

فهیمة جعفری مهدی آباد^۱، محمد جعفری^{۱*}، علیرضا مقدم‌نیا^۱، مظاهر معین‌الدینی^۲، ابراهیم علایی^۳، محمدرضا صبوری^۴، محمد عبدالهی عزت‌آبادی^۵

۱. گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. گروه مهندسی محیط‌زیست، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران.

۴. گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

۵. پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۳ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۹/۲۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۰/۸)

چکیده

امروزه در سراسر جهان اثرات محیط‌زیستی به عنوان یکی از مهمترین ابعاد توسعه پایدار، تأثیرات به سزایی در تصمیم‌گیری‌های راهبردی دارد. مدیریت منابع آب به دلیل رابطه دوسویه با توسعه پایدار و تسهیل‌کننده این مسیر، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از جمله حساس‌ترین اقدامات است. یکی از اهداف اصلی LCA ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی انتشارات است. در این مقاله با استفاده از این رویکرد به این مسئله پرداخته می‌شود که انتخاب اقدامات مکانیکی آبخیزداری جهت مدیریت منابع آب، تا چه حد با محیط‌زیست سازگار است. لذا جریان مواد و انرژی و اثرات محیط‌زیستی تمامی مراحل چرخه حیات یک واحد سامانه پخش سیلاب (واقع در حوزه آبخیز دثفه در دشت رفسنجان) با استفاده از رویکرد چرخه حیات و بر اساس روش IMPACT 2002+ در نرم‌افزار سیمپرو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد سازه خاکی موجود در سامانه پخش سیلاب، با تعلق ۹۱/۳۴ درصد از بارهای محیط‌زیستی مرحله ساخت و ۵۵/۲ درصد از کل اثرات به میزان ۸/۳۷ kPt، به عنوان نقاط داغ یک سامانه پخش سیلاب محسوب می‌شود. یافته‌های مطالعه نمایان ساخت که پیامدهای محیط‌زیستی انتشارات در طی چرخه حیات این سامانه ۱۵/۲ kPt است. مرحله ساخت با بیشترین مقدار اثرات محیط‌زیستی در تمامی طبقات اثر به جز تخریب منابع ۳۹/۲ درصد، مرحله استفاده ۳۱/۳ درصد، استخراج و بهره‌وری مواد ۲۳/۳ درصد و مرحله حمل و نقل ۰/۹۳ درصد از بارهای محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهند. مقادیر پیامدهای محیط‌زیستی در طبقات اثر سوء بر سلامت انسان، تغییر اقلیم، تخریب منابع و تخریب اکوسیستم سامانه پخش سیلاب به ترتیب ۶/۶۳، ۳/۵۴، ۳/۰۶ و ۱/۹۴ است. نتایج این تحقیق جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سازه‌های مختلف نیز مفید خواهد بود. در نهایت پیشنهاد می‌شود توسعه ارزیابی چرخه حیات و رویکرد ساختمان سبز در مدیریت جامع حوزه آبخیز که برای خود رسالت حفاظت از منابع طبیعی کشورمان را قائل هستند، از جمله انتخاب دبی طرح با ملاحظات محیط‌زیستی، مقادیر و نوع مواد و تجهیزات سازگار با محیط‌زیست پیاده‌سازی گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چرخه حیات، محیط‌زیست، سامانه پخش سیلاب، حوزه آبخیز دثفه رفسنجان.

مقدمه

خشک و نیمه‌خشک است. این راهکار ضمن کاهش خسارات ناشی از سیل، در افزایش تغذیه سفره آب زیرزمینی و در نتیجه کاهش اثرات خشکسالی درون فصلی و جلوگیری از تبخیر آب مؤثر است (Gado and El-agma, 2019). پخش سیلاب نمونه‌ای از روش‌های ذخیره‌سازی آب باران است که با ایجاد تعادل بین آب سطحی و آب زیرزمینی، نتایج مذکور را به دنبال خواهند داشت (Ghazavi et al., 2012). همچنین یک روش ارزان‌قیمت برای کاهش خسارات سیل و تغذیه مصنوعی آبخوان است که با سرمایه‌گذاری

آب یکی از منابع طبیعی آسیب‌پذیر و به شدت حساس به آلودگی است که تأمین آن برای سلامتی، رفاه و بقای انسان ضروری است (Gandhidasan et al., 2018). برای بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، تعادل بین تغذیه و حداکثر بهره‌برداری از این منابع با کمترین اتلاف و ضایعات ضروری است (Bierkens and Wada, 2019). ذخیره‌سازی و استحصال آب باران راه‌حلی مناسب و کارآمد برای بهینه‌سازی استفاده از رواناب به‌ویژه در مناطق

اثرات محیط‌زیستی در طی مراحل ساخت‌وساز با چالش برآورده کردن ملزومات نوظهوری روبرو هستند (Qi et al., 2010). لذا ارزیابی کمی اثرات محیط‌زیستی سازه‌های موجود در سامانه پخش سیلاب در این مطالعه برای پیمانکاران مفید خواهد بود، زیرا به آنها امکان می‌دهد عوامل اصلی اثرات محیط‌زیستی را شناسایی کرده و مراحل مورد تمرکز انتشار (نقاط داغ) را هدف قرار دهند.

به طور کلی در راستای رسیدن به هدف در نظر گرفته‌شده و انتخاب گزینه‌های مناسب‌تر در آینده، نیاز به ابزارهای حمایت تصمیم‌گیری وجود دارد. ارزیابی چرخه حیات (LCA)^۲ یکی از این ابزارهای حمایت تصمیم‌گیری است که در دهه اخیر معرفی شده و مورد استفاده قرار گرفته است و توانسته نگرش ذینفعان و تصمیم‌گیرندگان را نسبت به سامانه‌ها و فرایندها تحت‌الشعاع قرار دهد. این رویکرد با عنوان تحلیل چرخه حیات، تعادل اکولوژیکی و همچنین تحلیل زگهواره تا گور تحت استاندارد ایزو ۱۴۰۴۲ است که برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی برای تمامی مراحل گوناگون تولید محصول و بهره‌برداری از آن از قبیل؛ استخراج مواد خام تا فرآوری مواد، تولید، توزیع، استفاده، تعمیر و نگهداری و همچنین دفع و بازیافت کاربرد دارد و می‌تواند برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در طول زمان، هنگامی که داده‌های فهرست موجودی^۳ با کیفیت مناسب در دسترس است، انجام شود. داده‌های فهرست موجودی برای یک سازه شامل کلیه مواد، محصولات و خدمات مورد استفاده در طول عمر ساختمان آن است (Islam et al., 2011). چنانچه Aygenc (2019)، در مطالعه خود از ابزار ارزیابی چرخه حیات (LCA) برای تحلیل اثرات محیط‌زیستی ساختمان‌های سبز در ارتباط با یکی از سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز جهانی (GBRS) با نام راهنمای انرژی و طراحی محیط‌زیست (LEED) استفاده نموده است. نتایج وی نشان داد که بعد از مصرف انرژی در فعالیت‌های عملیاتی، روکش فلزی آلومینیوم، فولاد و بتن بیشترین سهم را دارند و باید در طول دوره طراحی ساختمان‌ها به تفصیل مورد بررسی قرار گیرند. ارزیابی چرخه حیات جهت مدیریت منابع آب نیز بسیار مفید خواهد بود. چنانچه در مطالعه Liu et al (2013)، در کشور چین، پروژه‌های بزرگ سدهای بتونی که قرار است پاسخگوی تقاضای فزاینده منابع آب و انرژی در کشورهای در حال توسعه باشد را با استفاده از این رویکرد مورد توجه قرار دادند. نتایج ارزیابی ایشان نشان می‌دهد که انرژی زیادی در چرخه حیات یک سد مصرف می‌شود و میزان زیادی گازهای گلخانه‌ای را تولید

نسبتاً اندک منجر به برگشت بودجه‌ای بزرگ می‌گردد (Ghayoumian et al., 2005).

یکی از مناطق کشور که با بحران شدید آب مواجه است، دشت رفسنجان در استان کرمان است که افت آب‌های زیرزمینی علاوه بر ایجاد هزینه‌های مختلف بهره‌برداری، باعث کاهش میزان آبدهی چاه‌ها در این منطقه شده است (Abdollahi-Ezzatabadi and Javanshah 2007). طرح احداث سامانه پخش سیلاب دئغه در این دشت با هدف بهبود وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی منطقه و برطرف نمودن معضلات مربوطه اجرا گردید (Ministry of Agriculture Jihad, 2008).

در مطالعات بسیاری از محققین از جنبه‌های مختلف به بررسی سامانه پخش سیلاب پرداخته شده است. از جمله تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات حاصل خیزی خاک (Kamali et al., 2011; Payab et al., 2015; Javadi et al., 2014)، تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک (Rezaie et al., 2018)، تاثیر پخش سیلاب بر روی کیفیت منابع آب (Moslemi et al., 2018)، تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات پوشش گیاهی و خاک سطحی (Jahantigh Dahmarde Ghaleno et al., 2019) and Jahantigh., 2020؛ تاثیر پخش سیلاب در دبی قنات پایین‌دست (FazelPouraghdai et al., 2018) و مکان‌یابی مناطق مناسب پخش سیلاب (Teimouri et al., 2020) مورد بررسی قرار گرفته است. Getnet et al (2020) در مطالعه خود در اتیوپی تبدیل سیلاب‌ها به یک محصول تولیدی را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها نشان دادند سیل‌هایی که در منطقه پخش می‌شوند قادر به تولید زیست‌توده در اراضی تخریب‌شده به دلیل چرای شدید هستند. همچنین اشاره می‌کند، بهره‌وری این زیست‌توده به مراتب بیشتر از یک چراگاه طبیعی است.

همانگونه که در مطالب فوق‌الذکر با مروری که بر مطالعات گذشته انجام شد می‌توان نتیجه گرفت مسئله‌ای که در سامانه پخش سیلاب به آن پرداخته نشده است، بعد اثرات محیط‌زیستی آن با در نظر گرفتن تمامی مراحل ایجاد این سامانه است. مواد مختلفی در ترکیب یک سازه عمرانی، همانند سامانه پخش سیلاب استفاده می‌شود. ساخت این مجموعه‌ها از نظر مصرف منابع و انرژی با اثرات محیط‌زیستی قابل‌توجهی در طول چرخه عمر^۱ سامانه همراه است. با این حال، جامعه به طور فزاینده‌ای نیاز به مجموعه‌های سازگار با محیط‌زیست دارد که با مصرف انرژی تجمعی کمتر در کل چرخه حیات، توصیف می‌شوند (Islam et al., 2011). علاوه بر این در حال حاضر، پیمانکاران برای رفع

تشکیل دهنده این سامانه تا مرحله ساخت، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در نهایت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در تمامی مراحل چرخه حیات این سامانه مقایسه شده و نتایج آنها تفسیر می‌گردد. بدین ترتیب مشخص خواهد شد ایجاد یک سامانه پخش سیلاب جهت تعادل آبهای زیرزمینی، خود تا چه اندازه با محیط‌زیست سازگار است و نقاط داغ این سامانه جهت برنامه‌ریزی‌های آینده تعیین می‌گردد. نتایج این تحقیق جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سازه‌های مختلف نیز مفید خواهد بود. به طور کلی یافته‌های این تحقیق می‌تواند راهگشایی جهت رسیدن به برنامه‌ریزی مطلوب و جامع با رعایت اصول پایداری طولانی‌مدت در منطقه و مناطق دیگر درگیر با این مسئله در کشور و حتی در سطوح بین‌المللی باشد.

مواد و روش‌ها

رویکرد چرخه حیات

در این مطالعه از چهارچوب ارزیابی چرخه حیات (LCA) و چهار مرحله روش‌شناختی آن (ISO 2000a, 2006) به شرح زیر استفاده می‌شود: ۱- هدف و تعریف دامنه، ۲- تجزیه و تحلیل موجودی چرخه حیات (LCI)، ۳- ارزیابی تأثیر چرخه حیات (LCIA) و ۴- تفسیر نتایج. مرحله اول، در بخش مقدمه (هدف) و بخش روش تحقیق ارائه شده است. مرحله دوم و سوم در قسمت روش تحقیق و بحث و نتایج و مرحله چهارم، در قسمت بحث و نتایج و قسمت نتیجه‌گیری با استفاده از نرم‌افزار SimaPro پرداخته می‌شود. توضیحات مربوط به این بخش از مقاله در سه مرحله مذکور به شرح ذیل است؛

هدف و تعریف دامنه

در این مطالعه با توجه به اهداف مورد نظر که به تفصیل در قسمت مقدمه اشاره شد، جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی یک سامانه پخش سیلاب، مرز و واحد عملکردی به شرح ذیل در نظر گرفته شد؛

مرز سامانه

به منظور بررسی ارزیابی اثرات زگهواره تا گور^۲ یک واحد سامانه پخش سیلاب^۱ با ظرفیت حجمی در حدود ۵/۹۲۴ میلیون مترمکعب (متوسط سیلاب ورودی سالانه) (Ministry of Agriculture Jihad, 2008)، تمامی مراحل چرخه حیات از استخراج مواد خام تا فرآوری مواد، حمل و نقل (توزیع)، ساخت (تولید)، استفاده (شامل مرحله تعمیر و نگهداری) و دفن مورد

می‌کند. ایشان با توجه به استفاده زیاد از سیمان در این پروژه‌ها، یک روش خلاقانه ساخت سد بنام "بتن پر سنگ (RFC)" را به دلیل صرفه‌جویی در مصرف سیمان معرفی می‌نمایند. در نهایت با مقایسه اثرات محیط‌زیستی در چرخه حیات این نوع روش ساخت سد و روش ساخت سد با بتن معمولی، استفاده از روش بتن پر سنگ (RFC) را توصیه می‌کنند.

در مطالعه Borghi *et al.* (۲۰۱۳) ارزیابی چرخه حیات یک شبکه تأمین آب آشامیدنی منطقه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های ایشان نشان می‌دهد استفاده از LCA در بخش آب، می‌تواند به عنوان ابزار حمایت تصمیم‌گیری با یک چشم‌انداز کاهش اثرات محیط‌زیستی جهانی استفاده شود.

Ghimire *et al.* (۲۰۱۴)، در مطالعه خود با استفاده از ارزیابی چرخه حیات به مقایسه دو سامانه جمع‌آوری آب باران شهری (جمع‌آوری آب باران از سقف منازل) و سامانه جمع‌آوری آب باران کشاورزی (جمع‌آوری آب باران در یک حوزه آبخیز کوچک) پرداختند. نتایج ایشان حاکی از کارا بودن سامانه جمع‌آوری آب باران شهری نسبت به سامانه جمع‌آوری آب باران کشاورزی است. همچنین در این مطالعه مطرح می‌شود، نرخ بکارگیری جمع‌آوری آب باران در یک حوزه آبخیز، در دسترس بودن آب پایین‌دست را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مطالعه Ghimire *et al.* (۲۰۱۷)، با مقایسه یک سامانه جمع‌آوری آب باران (RWH) و یک سامانه تأمین آب شهری (MWS) نشان داد، سیستم جمع‌آوری آب باران در تمام دسته‌های اثر^۱ به جز تخریب ازن، بهتر از سیستم آب شهری عمل می‌کند.

بدین ترتیب مدیریت و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سامانه پخش سیلاب نیز راهگشای مدیران و برنامه‌ریزان بخش منابع آب در تصمیم‌گیری و انتخاب رویکردی مناسب و پایدار جهت گزینه‌های مدیریتی منابع آب خواهد بود. لذا با توجه به مطالب فوق‌الذکر یعنی از یک‌سو اهمیت سامانه پخش سیلاب در مدیریت و تأمین منابع آب، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و از سوی دیگر خلأ مطالعات ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سامانه پخش سیلاب، علیرغم ضرورت این ارزیابی، در این مطالعه جریان مواد و انرژی و اثرات محیط‌زیستی ناشی از آن در سامانه پخش سیلاب دفته در دشت رفسنجان با بهره‌گیری از روش رویکرد چرخه حیات، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این راستا اثرات محیط‌زیستی تأمین مواد مختلف و فرایندهای موردنیاز در اجزای

اداره آبیاری و شرکت‌های پیمانکاری و بررسی گزارش طراحی و سایر مطالعات انجام شده فراهم گردید. در نهایت با استفاده از پایگاه داده Ecoinvent موجود در نرم‌افزار SimaPro، فهرست موجودی سامانه پخش سیلاب، تعیین و سازماندهی شد (شکل ۱). ارزیابی این فهرست در قسمت بحث و نتایج و قسمت نتیجه‌گیری انجام شده است.

ارزیابی اثرات چرخه حیات (LCIA)

در این مرحله اثرات بالقوه ناشی از مصرف منابع و تولید آلاینده‌ها بر موجودات زنده و محیط پیرامون ارزیابی می‌شود. دستورالعمل ISO 14042 جهت ارزیابی اثرات چرخه حیات از ۴ مرحله شامل؛ انتخاب دسته اثر و طبقه‌بندی، ویژگی‌سازی، نرمال‌سازی و وزن-دهی تشکیل شده است. در این مطالعه، مرور منابع نشان داد که روش IMPACT 2002+ جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سازه-های عمرانی متداول است (Najjar Lewandowska et al., 2015)؛ et al., 2019. در این روش هدف از نرمال‌سازی تجزیه و تحلیل سهم مربوط به هر اثر، نسبت به اثر آسیب کلی در نقطه نهایی با استفاده از فاکتورهای طبقات اثر نهایی یا میانی است و توصیه می‌شود برای تسهیل در تفسیر نتایج از مقادیر نرمال‌سازی استفاده گردد (Jolliet et al., 2003). در جدول (۱) اثرات میانی، ماده مرجع، اثرات نهایی، مقیاس و واحدهای استفاده شده در روش IMPACT 2002+ و ارتباط میان آن‌ها نشان داده شده است.

ارزیابی قرار گرفته است. قابل توجه است که در این مطالعه از نیروی کارگری و حمل و نقل کارگران و ناظران صرف نظر شد. همچنین به دلیل دور از دسترس بودن محل سامانه پخش سیلاب و مقادیر زیاد بار رسوبات در حوزه آبخیز رودخانه قلندری و در نتیجه غیرقابل توجیه بودن بازافت مصالح ساختمانی باقیمانده، تدفین طبیعی در پایان چرخه عمر این سامانه در نظر گرفته شده است که هیچگونه مصرف انرژی و موادی را شامل نمی‌شود.

واحد عملکردی

در این مطالعه واحد عملکردی، یک واحد سامانه پخش سیلاب، واقع در حوزه آبخیز دئغه رفسنجان (رودخانه قلندری) در نظر گرفته شد. علاوه بر این جهت مقایسه مواد تشکیل‌دهنده اجزای ۴ گانه پخش سیلاب زگهواره تا دروازه^۱ تحویل در منطقه (مراحل استخراج و انتقال)، واحد عملکردی یک کیلوگرم از هر کدام مواد مورد استفاده فرض می‌شود. همچنین جهت بررسی و مقایسه اثرات محیط‌زیستی اقدامات مختلف انجام شده، اثرات محیط-زیستی این اقدامات با واحد عملکردی یک مترمکعب حجم عملیاتی، مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

تجزیه و تحلیل موجودی چرخه حیات (LCI)

در این مرحله با توجه به واحد عملکردی و مرز سامانه جریان‌های ورودی شامل مواد خام و انرژی، و جریان خروجی شامل انتشارات ناشی از فرایندها، تعیین و سازماندهی می‌شود. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه با پیمایش میدانی و مصاحبه با مسئولان

جدول ۱- اثرات میانی، ماده مرجع، اثرات نهایی، مقیاس و واحدهای استفاده شده در روش IMPACT 2002+ (Jolliet et al., 2003; Humbert et al., 2012)

اثرات در نقطه میانی	ماده مرجع میانی	اثرات در نقطه نهایی	مقیاس	واحدهای آسیب (اثر نهایی)	واحد نرمال‌سازی آسیب
سمیت انسان (سرطانی+غیرسرطانی)	مقدار معادل کلرواتیلن در هوا	اثر سوء بر سلامت انسان	محلی		
تنفسی (غیرارگانیک)	مقدار ریزگردها در هوا (PM2/5)	اثر سوء بر سلامت انسان	منطقه‌ای محلی		
تابش یونیزه	مقدار بکرل تابش کربن ۱۴ در هوا	اثر سوء بر سلامت انسان	جهانی	DALY ^۲	Point
تخریب ازن استراتوفری	مقدار معادل تری کلروفلوروئورومتان (CFC) در هوا	اثر سوء بر سلامت انسان	جهانی		
اکسیداسیون فتوشیمیایی	مقدار معادل گاز اتیلن در هوا	اثر سوء بر سلامت انسان	محلی		
سمیت محیط آبی	مقدار تری‌اتیلن گلیکول در آب	تخریب اکوسیستم	محلی		
سمیت محیط خشکی	مقدار تری‌اتیلن گلیکول در خشکی	تخریب اکوسیستم	محلی		
اسیدی شدن محیط خشکی	معادل دی‌اکسید گوگرد در هوا	تخریب اکوسیستم	منطقه‌ای محلی		
اسیدی شدن محیط آبی	معادل دی‌اکسید گوگرد در آب	تخریب اکوسیستم	منطقه‌ای محلی	PDF ^۳ .m ² .y	Point
یوتروفیکاسیون	معادل فسفات در آب	تخریب اکوسیستم	محلی		
اشغال زمین	مساحت زمین قابل کشت ارگانیک	تخریب اکوسیستم	جهانی منطقه‌ای محلی		
گرمایش جهانی	معادل گاز دی‌اکسید کربن در هوا	تغییر اقلیم	جهانی	kg CO2	Point
انرژی غیرقابل تجدید	مقدار مصرف نفت خام برحسب کیلوگرم و یا مگاژول	تخریب منابع	جهانی منطقه‌ای	MJ	Point

^۳ Potentially Disappeared Fraction of species

^۱ Cradel to Gate

^۲ Disability-Adjusted Life Years

محل		جهانی		محل	
مقدار آهن (در سنگ معدن)	استخراج معادن	تخریب منابع	منطقه‌ای	n/a	point
مصرف آب	حجم مصرف آب	سلامت انسان	منطقه‌ای	DALY	point
		تخریب اکوسیستم	محل	PDF.m ² .y	Point
		تخریب منابع		MJ	Point

در نهایت با در نظر گرفتن فرایندهای لازم جهت تعمیرات و نگهداری و نیز ۷۲۲۶۵۷۴ مترمربع مساحت مشمول سامانه پخش سیلاب (شامل مساحت درگیر ساختمان بندها و خاکریزها و مساحت آبیگری شده در زمان وقوع سیلاب) و همچنین با توجه به حجم رسوبات در طول عمر سازه در مرحله استفاده از سامانه پخش سیلاب، نمودار چرخه حیات سامانه پخش سیلاب دئفه ترسیم و اثرات محیط‌زیستی در مراحل مختلف چرخه حیات ارزیابی گردید.

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دئفه (رودخانه قلندری) با مساحتی بالغ بر ۸۰۸۴۳ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. حوزه مزبور در محدوده شهرستان رفسنجان در استان کرمان در حد فاصل شهرهای رفسنجان، شهربابک و انار واقع شده است.

سامانه پخش سیلاب دئفه

کل محدوده عرصه پخش سیلاب به وسعت ۱۰۰۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه ۴۳ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این سامانه در قسمت خروجی حوزه آبخیز رودخانه قلندری و در ساحل سمت راست این رودخانه واقع شده است. حجم متوسط سالانه سیلاب ورودی به سامانه در حدود ۵/۹۲۴ میلیون مترمکعب است. طول عمر این سامانه مشابه سایر طرح‌های آبخیزداری ۲۵ سال در نظر گرفته شده است. در این سامانه با توجه به نیاز شدید به آب، استفاده از حداکثر حجم قابل مهار سیلاب مدنظر بوده است. بدین جهت سیلاب طراحی سامانه پخش سیلاب این پروژه ۵۰ ساله در نظر گرفته شده و برای سیلاب‌های ۱۰۰ ساله نیز جوانب احتیاط مراعات گردیده است (Ministry of Agriculture Jihad, 2008). اجزای این سامانه پخش سیلاب عبارتند از؛ ۱- خاکریزها، ۲- کانالها، ۳-

با توجه به نکات مطرح‌شده، در این مطالعه با استفاده از رویکرد چرخه حیات و بر اساس شاخص‌های روش IMPACT 2002+ و تا مرحله چهارم ارزیابی اثرات با در نظر گرفتن ۴ طبقه اثر در نقطه نهایی^۱ شامل؛ طبقات اثر سوء بر سلامت انسان، تغییر اقلیم، تخریب منابع و تخریب اکوسیستم در نرم‌افزار سیماپروآ و پایگاه داده Ecoinvent موجود در این نرم‌افزار، مواد و فرآیندهای مورد استفاده در سامانه پخش سیلاب مورد مقایسه قرار گرفت و مراحل چرخه حیات با رویکرد زگهواره تا گور^۳ به شرح زیر ارزیابی شد.

در مرحله تأمین مواد با در نظر گرفتن واحد عملکردی ۱ کیلوگرم از مواد، مراحل استخراج تا دروازه^۴ تأمین مواد در منطقه (شامل مراحل استخراج، بهره‌وری و انتقال مواد) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس با در نظر گرفتن حجم مواد مورد استفاده در سامانه پخش سیلاب اثرات محیط‌زیستی تأمین مواد جهت سامانه پخش سیلاب ارزیابی شد.

با در نظر گرفتن جریان مواد و انرژی به صورت مجزا در ۴ ترکیب سامانه پخش سیلاب (خاکریزها، کانالها، بندهای انحرافی و سرریز خاکریزها)، اثرات محیط‌زیستی آنها مقایسه و در نتیجه نقاط داغ یک سامانه پخش سیلاب بدست آمد. سپس جهت مقایسه زگهواره تا دروازه مرحله ساخت، سه سازه موجود در این سامانه با در نظر گرفتن واحد عملکردی یک مترمکعب حجم عملیات در سه گزینه شامل؛ ۱- حجم بتن و سنگ و سیمان کل بند انحرافی، ۲- حجم سنگ و ملات کل سرریزها و ۳- حجم کل عملیات خاکی در خاکریزها، اثرات محیط‌زیستی به ازای هر مترمکعب از این سه گزینه محاسبه شده و مورد مقایسه قرار گرفت. بدین ترتیب اثرات محیط‌زیستی با توجه به مواد مختلف این ترکیبها مقایسه شد. به عبارت دیگر واحد عملکردی در این مرحله یک مترمکعب از هر یک از این گزینه‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه هر یک از سه گزینه فوق خود به عنوان یک سازه مطرح می‌شوند، نتایج این مقایسه در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سازه‌ها با مواد و مصالح مختلف نیز موثر خواهد بود.

1 Endpoint
2 SimaPro
3 Cradel to Grave
۴ Gate

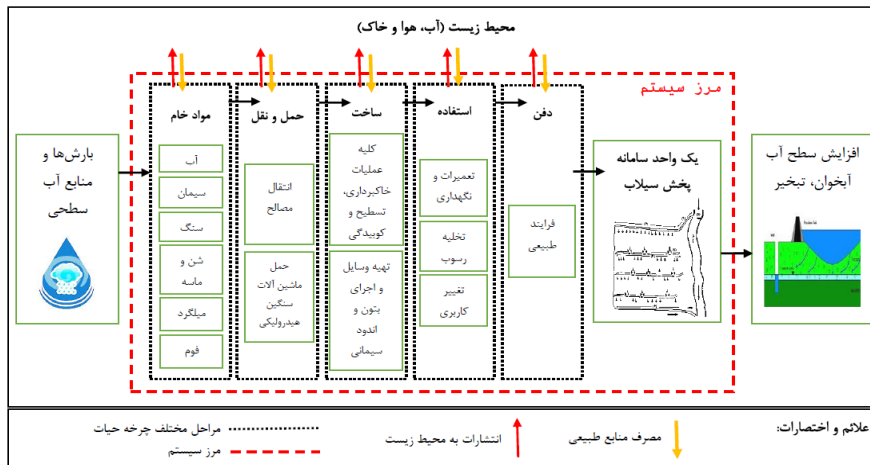
واحد سامانه پخش سیلاب شامل؛ آب به میزان ۸۶۵۶۹ تن (۶۱/۹۸ درصد از حجم کل مواد)، سنگ به میزان ۴۰۲۸۴ تن (۲۸/۸۴ درصد از حجم کل مواد)، ماسه و شن به میزان ۱۱۰۰۰ تن (۷/۸۸ درصد از حجم کل مواد) است. سایر مواد کمتر از ۱/۳ درصد از مواد تشکیل دهنده این سامانه را در بر دارند.

با استفاده از پایگاه داده‌های موجود در نرم‌افزار SimaPro اثرات محیط‌زیستی مواد بکار رفته در سامانه پخش سیلاب، ز گهواره تا دروازه^۱ تحویل مواد در محل اجرای این سامانه (مراحل استخراج، بهره‌وری و انتقال مواد) مورد مقایسه قرار گرفت. برای این منظور واحد عملکردی یک کیلوگرم از هرکدام از مواد مورد استفاده، در نظر گرفته شد. نتایج این مقایسه در نمودار شکل (۲) قابل مشاهده است.

بندهای انحرافی و آبگیرها و ۴- سرریز خاکریزها.

نتایج و بحث

در این مطالعه از طریق مصاحبه‌های بعمل آمده با کارفرما (اداره منابع طبیعی شهرستان رفسنجان) و مدیران شرکت‌های پیمانکاری و با بررسی مطالعات طراحی و عملیات پیمایش صحرایی، نمودار چرخه حیات شامل جریان مواد و انرژی یک واحد سامانه پخش سیلاب با رویکرد ز گهواره تا گور با مرز مشخص در منطقه مورد مطالعه، مطابق با شکل (۱) ترسیم گردید. فواصل تأمین تا محل اجرا و وزن مصالح ساختمانی و دستگاه‌های استفاده‌شده در این سامانه به شرح جدول (۱) ارائه شده است. مطابق جدول (۲) بیشترین مواد مورد نیاز جهت اجرای یک

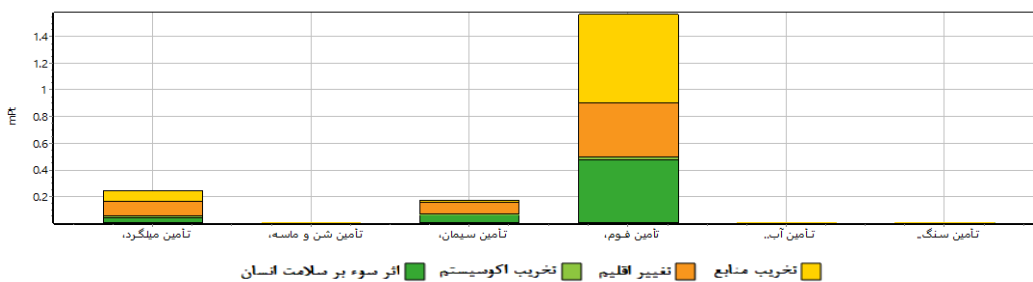


شکل ۱- چرخه حیات یک واحد سامانه پخش سیلاب واقع در حوضه دفته رفسنجان و مرز سامانه

جدول ۲- وزن و فاصله تأمین مواد مختلف مورد نیاز

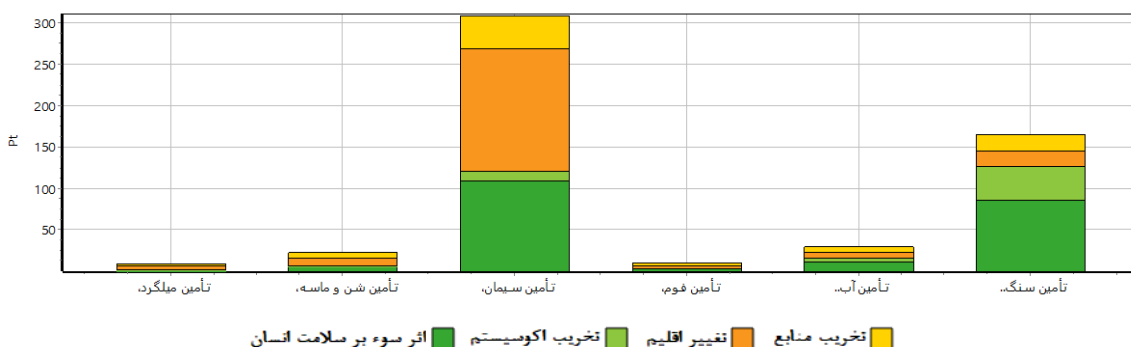
ردیف	نام مواد و دستگاه	فاصله حمل (کیلومتر)	وزن (تن)	سهم مواد در سامانه پخش سیلاب (درصد)
۱	آب	۵	۸۶۵۶۹	۶۱/۹۸
۲	سنگ	۱۴	۴۰۲۸۴	۲۸/۸۴
۳	سیمان	۱۰۰	۱۷۶۸	۱/۲۷
۴	ماسه و شن	۵	۱۱۰۰۰	۷/۸۸
۵	میلگرد	۶۶۱	۳۸،۵۰۷	۰،۰۲۸
۶	یونولیت	۱۷۲	۶،۵۸	۰،۰۰۵
۷	قالب فلزی	۶۶۱	۶۰	-
۸	ماشین‌آلات سنگین هیدرولیکی	۲۳	۲۰-۴۵	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق و (Ministry of Agriculture Jihad, 2008)



شکل ۲- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی تأمین مواد مختلف در منطقه (حوزه آبخیز دفته)

(Aygenç, 2019). اثرات محیط‌زیستی در سایر مواد غیر قابل ملاحظه و در هر یک کمتر از ۰/۲ بارهای محیط‌زیستی تأمین مواد سامانه پخش سیلاب را شامل می‌شود. با توجه به این نتایج اثرات تأمین هر کیلوگرم مصالح در منطقه بدست آمد که توجه به این مقادیر، در برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات زیربنایی و ساختمانی در این منطقه، قابل تأمل است. در ادامه با در نظر گرفتن حجم مصالح بکار رفته (جدول ۱)، تأمین مواد جهت ایجاد یک سامانه پخش سیلاب مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی تأمین مواد مختلف سامانه پخش سیلاب دئفه با در نظر گرفتن حجم مواد

به میزان ۴۰۲۸۴ تن و ۲۸/۸۴ درصد از کل مصالح (جدول ۱)، ۳۰/۲۳ درصد از کل بار محیط‌زیستی را شامل می‌شود. بدین ترتیب با توجه به تأثیر حجم این مصالح در اثرات محیط‌زیستی، در نظر گرفتن این مسئله در زمان طراحی و در نتیجه انتخاب دبی طرح با ملاحظات محیط‌زیستی قابل توجه خواهد بود. در موارد فوم و میلگرد با وجود سهم بالای آنها در اثرات محیط‌زیستی به ازای تأمین هر کیلوگرم وزن این مواد (به ترتیب ۷۵/۸۵ و ۱۲/۰۶ درصد) (شکل ۲)، به دلیل ناچیز بودن مقدار این مصالح در مقایسه با سایر مواد تشکیل‌دهنده سامانه پخش-سیلاب (به میزان ۰/۰۲۸ جهت تأمین فوم و ۰/۰۰۵ درصد جهت تأمین میلگرد) (جدول ۱)، در نهایت بار محیط‌زیستی آنها جهت تأمین یک واحد سامانه پخش سیلاب کاهش یافته است. به عبارت دیگر اثرات محیط‌زیستی تأمین مصالح فوم و میلگرد جهت اجرای یک واحد سامانه پخش سیلاب (جهت تأمین فوم ۱۰/۳ Pt و جهت تأمین میلگرد ۹/۲۴ Pt)، به ترتیب ۱/۸۹ و ۱/۶۹ درصد از بارهای محیط‌زیستی تأمین مواد این سامانه را به خود اختصاص داده است که این مقادیر غیرقابل ملاحظه است. فرآیندهای مورد نیاز و مقادیر آنها در مراحل ساخت و استفاده در سامانه پخش سیلاب مطابق با جدول (۳) در نظر گرفته شد.

همان‌طور که شکل (۲) با مقادیر نرمال شده نشان می‌دهد، بیشترین اثرات در تمامی طبقات اثر به میزان ۱/۵۷ mPt^۱ (۷۵/۸۵ درصد از بارهای محیط‌زیستی) متعلق به تأمین یک کیلوگرم فوم جهت تعبیه درز انقطاع است. بعد از مورد تأمین فوم به ترتیب تأمین میلگرد (به میزان ۰/۲۴ mPt) و سیمان (به میزان ۰/۱۷ mPt) بیشترین اثرات را دارند که به ترتیب ۱۲/۰۶ درصد و ۸/۷۶ درصد از بارهای محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهد. این مراتب با نتایج مطالعه Aygenç (۲۰۱۹) قابل تطبیق است

مقایسه مقادیر نرمال شده طبقات اثر در شکل (۳) نشان داد، بیشترین بار محیط‌زیستی در تمامی طبقات اثر به جز طبقه اثر تخریب اکوسیستم، مربوط به تأمین سیمان جهت سامانه پخش سیلاب به میزان ۳۰۸ Pt^۲ است. مقدار اثرات تأمین سنگ جهت اجرای این سامانه، به طور کلی ۱۶۵ Pt است که در مقایسه با سایر مصالح بیشترین پیامدهای محیط‌زیستی را در طبقه اثر تخریب اکوسیستم به میزان ۴۱/۶ Pt را به خود اختصاص می‌دهد. این دو مصالح به ترتیب بیشترین سهم در اثرات محیط‌زیستی تأمین مصالح را دارند. با توجه به سهم ناچیز سیمان که تنها ۱/۲۷ درصد از کل مصالح در سامانه پخش سیلاب را تشکیل می‌دهد، سهم ۵۶/۴۳ درصدی از بارهای محیط‌زیستی در تأمین مصالح سامانه پخش سیلاب قابل توجه است. با توجه به این مقادیر و نیز میزان سهم بیشتر اثرات به ازای هر کیلوگرم تأمین سیمان در منطقه، به جز مصالح فوم و میلگرد (شکل ۲)، سهم بار محیط‌زیستی در استخراج و فرآوری این ماده در صنایع بالادستی قابل تفحص است. این مورد با نتایج مطالعات Aygenç (2019) و liu et al (2013) مطابقت دارد.

در مورد تأمین سنگ با وجود غیرقابل ملاحظه بودن اثرات در تأمین هر کیلوگرم سنگ در منطقه، اثرات تأمین سنگ یک سامانه پخش سیلاب به دلیل مقادیر زیاد استفاده از این مصالح

جدول ۳- مقادیر فرایندهای مختلف در دو مرحله ساخت و استفاده در سامانه پخش سیلاب

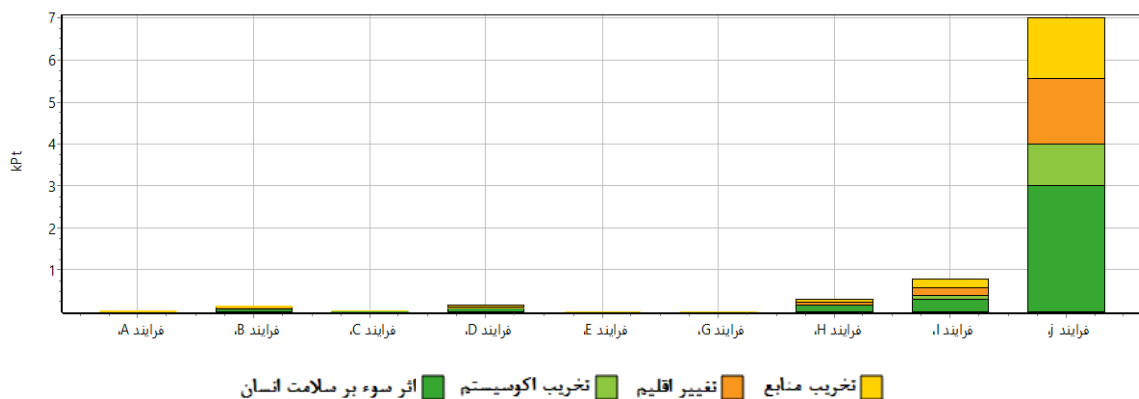
کد اقدامات در نمودار	اقدامات موردنیاز	مقدار عملیات در مرحله ساخت	واحد	سهم هر یک از عملیات در سامانه پخش سیلاب (درصد)	یکسان‌سازی مقادیر عملیات بر حسب مترمکعب (حجم مواد)	مقدار در مرحله استفاده (تعمیرات و نگهداری) بر حسب مترمکعب و در مدت عمر سامانه (حجم مواد)
A	کانال کنی در زمین‌های سخت و نرم	۴۹۰۷۴	مترمکعب	۱/۲۸	۴۹۰۷۴	۳۶۸/۰۵
B	خاک‌برداری در زمین‌های سخت	۵۲۲۲۱۹	مترمکعب	۱۳/۶۷	۵۲۲۲۱۹	۳۹۱۶/۶۴
C	خاک‌برداری در زمین‌های نرم	۱۳۰۵۵۴	مترمکعب	۳/۴۲	۱۳۰۵۵۴	۹۷۹/۱۵
D	بارگیری مواد حاصل از خاک‌برداری	۶۳۴۳۴۱	مترمکعب	۱۶/۶	۶۳۴۳۴۱	۴۷۵۷/۵۶
E	تهیه و اجرای بتن	۷۴/۱۴۶	ساعت	۰/۰۷	۲۸۰۰	۴۵۳/۶
F	تخلیه رسوب	-	مترمکعب	-	-	۴۸۹۷۲۰
G	عملیات کوبیدگی خاکریزها	۱۴۰۶/۷۵	تن-کیلومتر	۱۴/۷۲	۵۶۲۲۶۲	۴۲۱۶/۹۷
H	عملیات پخش، تسطیح، رگلاژ و پروفیله کردن خاکریزها و کانال‌ها	۱۱۶۶۶۴۲/۴۵	مترمکعب	۳۰/۵۵	۱۱۶۶۶۴۲/۴۵	۸۷۴۹/۸۲
I	عملیات آبیاری خاکریزها و کانال‌ها	۱۱۳۰۷۹۶۱/۰۳	تن-کیلومتر	۲/۲۱	۸۴۳۴۰	۶۳۲/۵۵
J	حمل مواد بارگیری شده (تا فواصل ۵۰ و ۱۰۰ متری)	۱۰۵۷۳۸۵۸۷/۵	تن-کیلومتر	۱۷/۴۷	۶۶۷۰۵۷	۵۰۰۲/۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق و (Ministry of Agriculture Jihad, 2008)

در زمین‌های سخت و نرم، خاک‌برداری در زمین‌های نرم و تهیه و اجرای بتن در مجموع ۷ درصد از حجم عملیات را به خود اختصاص می‌دهد. قابل توجه است عملیاتی که در مرحله ساخت این سامانه با استفاده از ماشین‌آلات بخش حمل و نقل (موردی که با واحد تن-کیلومتر قابل تفکیک‌اند) مورد استفاده قرار می‌گیرند، جزئی از فرایندها و عملیات ساخت محسوب می‌شوند. استفاده از تانکر جهت آبیاری و غلطک جهت کوبیدگی خاکریزها از جمله این موارد است.

جهت بررسی اثرات محیط‌زیستی اقدامات مختلف انجام شده، اثرات محیط‌زیستی این اقدامات با در نظر گرفتن مقادیر این عملیات تا مرحله ساخت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این ارزیابی در شکل (۳) نشان داده شده است.

مقادیر جدول (۳) نشان می‌دهد، عملیات پخش، تسطیح، رگلاژ و پروفیله کردن خاکریزها و کانالها، با تخصیص ۳۰/۵۵ درصد از کل عملیات اجرایی یک سامانه پخش سیلاب (به میزان ۱۱۶۶۶۴۲/۵ مترمکعب)، با تفاوت قابل توجهی، بیشترین حجم عملیات را در بر دارد. عملیات حمل مواد بارگیری شده تا فواصل ۵۰ و ۱۰۰ متری ۱۷/۴۷ درصد (به میزان ۶۶۷۰۵۷ تن-کیلومتر)، عملیات بارگیری مواد حاصل از خاک‌برداری ۱۶/۶ درصد (به میزان ۶۳۴۳۴۱ مترمکعب)، عملیات کوبیدگی خاکریزها ۱۴/۷۲ درصد (به میزان ۵۶۲۲۶۲ تن-کیلومتر)، خاک‌برداری در زمین‌های سخت ۱۳/۶۷ درصد (به میزان ۵۲۲۲۱۹ مترمکعب) به ترتیب اکثریت حجم عملیات در اجرای یک سامانه پخش سیلاب نقش دارند. سایر عملیات شامل؛ عملیات آبیاری خاکریزها، کانال کنی



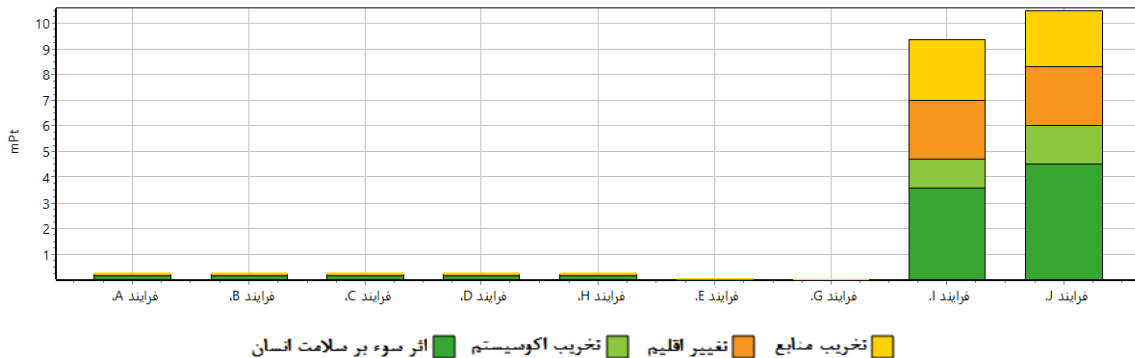
شکل ۴- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی در فرایندهای مختلف عملیاتی در مرحله ساخت سامانه پخش سیلاب (توجه: فرایندهای مربوط به هر کد فرایند در جدول (۳) بیان شده است)

همانطوری که در شکل (۴) نشان داده شده، بیشترین میزان بار محیط‌زیستی در مرحله ساخت در تمامی طبقات اثر، با تفاوت چشمگیری نسبت به سایر عملیات، جهت فرایند حمل مواد بارگیری شده به میزان ۷ kPt است که ۸۳ درصد از اثرات محیط‌زیستی کل عملیات را به خود اختصاص می‌دهد. عملیات آبیاری خاکریزها و کانالها به میزان ۰/۷۹۱ kPt و عملیات پخش،

همانطوری که در شکل (۴) نشان داده شده، بیشترین میزان بار محیط‌زیستی در مرحله ساخت در تمامی طبقات اثر، با تفاوت چشمگیری نسبت به سایر عملیات، جهت فرایند حمل مواد بارگیری شده به میزان ۷ kPt است که ۸۳ درصد از اثرات محیط‌زیستی کل عملیات را به خود اختصاص می‌دهد. عملیات آبیاری خاکریزها و کانالها به میزان ۰/۷۹۱ kPt و عملیات پخش،

در مجموع تنها ۰/۵۵ درصد از بار محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهند. برای بررسی با جزئیات بیشتر و تمایز نقش حجم مواد مصرفی و یا نقش اثرات محیط‌زیستی ناشی از مراحل استخراج و بهره‌وری مواد در تأمین مواد، اثرات محیط‌زیستی عملیات در نظر گرفته شده با واحد عملکردی یک مترمکعب، مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این آزمون در شکل (۵) آمده است.

تسطیح، رگلاژ و پروفیله کردن خاکریزها و کانالها به میزان ۰/۲۹۷ kPt، به ترتیب ۹/۳۷ درصد و ۳/۵۲ درصد از اثرات محیط‌زیستی را شامل می‌شود. عملیات بارگیری مواد حاصل از خاکبرداری (به میزان ۰/۱۶۲ kPt) ۱/۹ درصد و عملیات خاکبرداری در زمین‌های سخت (به میزان ۰/۱۳۷ kPt) ۱/۶۲ درصد از بار محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهد، سایر عملیات اثرات محیط‌زیستی غیرقابل ملاحظه‌ای در اجرای یک سامانه پخش سیلاب ندارند و



شکل ۵- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی به ازای هر مترمکعب در فرایندهای عملیاتی مختلف در مرحله ساخت سامانه پخش سیلاب (توجه: فرایندهای مربوط به هر کد فرایند در جدول (۳) بیان شده است)

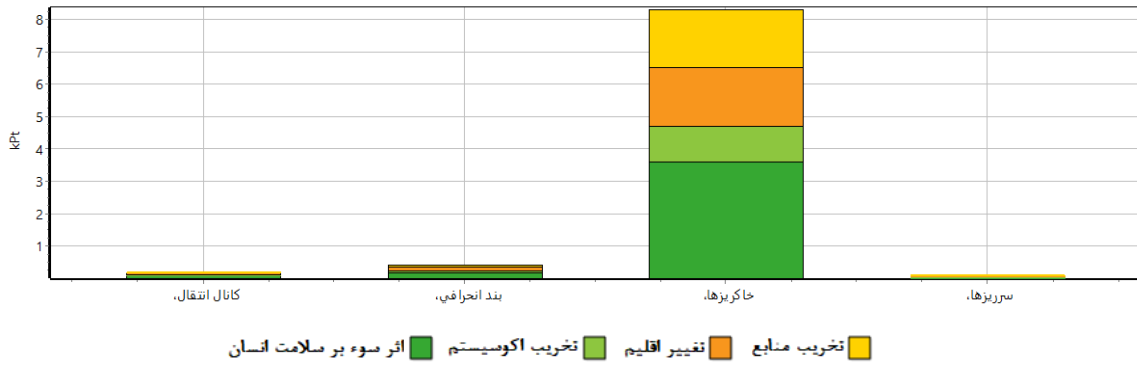
اثرات محیط‌زیستی به ازای هر مترمکعب را به خود اختصاص می‌دهد که حاکی از راندمان بالای ماشین‌آلات در این عملیات است. اثرات در سایر عملیات به ازای یک مترمکعب از عملیات، غیرقابل ملاحظه و در هر یک کمتر از ۱/۲ درصد است. با استفاده از پایگاه داده‌های موجود در نرم‌افزار SimaPro و با در نظر گرفتن جریان مواد و انرژی (مقدار حجم مواد و فرایندها) به صورت مجزا در ۴ ترکیب سامانه پخش سیلاب (خاکریزها، کانالها، بندهای انحرافی و سرریز خاکریزها) اثرات محیط‌زیستی آن‌ها مقایسه شد. در نتیجه نقاط داغ یک سامانه پخش سیلاب در مرحله ساخت، مطابق شکل (۶) به دست آمد.

شکل (۶) حاکی از آن است که سرریز سدها با مصالح سنگ و سیمان به میزان ۰/۱۲ kPt (۱/۳۲ درصد) داری کمترین اثرات محیط‌زیستی هستند. پس از آن کانالها به میزان ۰/۱۹۵ kPt، ۲/۱۳ درصد از اثرات را به خود اختصاص می‌دهد. در این قسمت از سامانه پخش سیلاب تنها عملیات خاکی با استفاده از ماشین-آلات هیدرولیکی انجام می‌شود که تنها موادی که جهت ساخت آن استفاده می‌شود، آب است. بند انحرافی به میزان ۰/۴۷۸ kPt، ۵/۲ درصد از کل بار محیط‌زیستی اجزای سامانه پخش سیلاب را دارند. خاکریزها به میزان ۸/۳۷ kPt (۹۱/۳۴ درصد از کل بار محیط‌زیستی) و با تفاوت بسیار قابل توجه اثرات محیط‌زیستی نسبت به سایر اجزای سامانه، به عنوان نقاط داغ یک سامانه پخش سیلاب محسوب می‌شود. برای درک تأثیر مصالح و فرایندهای این

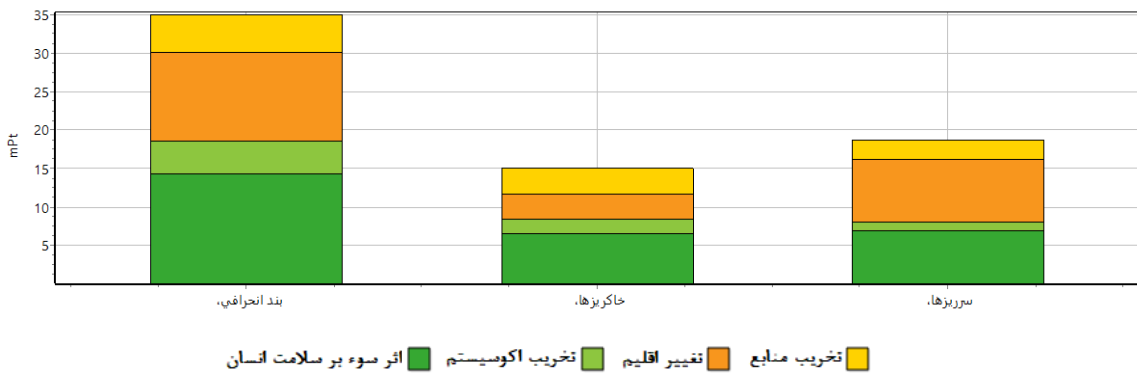
مقادیر نرمال شده در نمودار شکل (۵) نشان می‌دهد، اثرات محیط‌زیستی در اجرای هر مترمکعب از عملیات حمل مواد بارگیری شده به میزان ۱۰/۵ mPt (۴۹/۵ درصد) بیشترین سهم بارهای محیط‌زیستی به ازای یک مترمکعب از عملیات را شامل می‌شوند. این مسئله حاکی از اثرات محیط‌زیستی زیاد این عملیات و ماشین‌آلات مربوطه حتی بدون در نظر گرفتن حجم عملیات است. حجم زیاد استفاده از این عملیات نسبت به سایر عملیات به جز فرایند پخش، تسطیح، رگلاژ و پروفیله کردن خاکریزها و کانالها (۱۷/۴۷ درصد (نتایج جدول ۳))، توجه به اینگونه اقدامات در طراحی و برنامه‌ریزی‌ها در این خصوص را تجلی می‌سازد. عملیات آبیایی خاکریزها به ازای هر مترمکعب به میزان ۹/۴ mPt، ۴۴/۲ درصد از اثرات را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به حجم غیرقابل ملاحظه استفاده از این عملیات (۲/۲۱ درصد) (نتایج جدول ۳) اما اثرات قابل ملاحظه این عملیات در اجرای یک سامانه پخش سیلاب (۰/۷۹۱ kPt) (نتایج شکل ۴) استفاده از ماشین‌آلات با راندمان پایین در این عملیات را نشان می‌دهد. البته قابل توجه است که علیرغم حجم عملیاتی کم با در نظر گرفتن وسعت زیاد استفاده از این ماشین‌آلات (۲۷ کیلومتر طول خاکریز در ۵ نوبت، Ministry of Agriculture Jihad, 2008) اهمیت ابعاد خاکریزها را نیز نمایان می‌سازد. عملیات پخش، تسطیح، رگلاژ و پروفیله کردن خاکریزها و کانالها با توجه به نمودار شکل (۵)، به میزان ۰/۲۵۵ mPt تنها ۱/۲ درصد از

سنگ و ملات کل سریزها و ۳- حجم کل خاکریزی در خاکریزها، اثرات محیط‌زیستی به ازای هر مترمکعب از این سه گزینه محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

اجزا و یا تأثیر حجم عملیات در سامانه پخش سیلاب که مشخص شود کدام یک مقتضی این مسئله است و جهت بررسی جزئیات بیشتر، با در نظر گرفتن حجم ۳ مورد از اجزای فوق شامل؛ ۱- حجم بتن (حجم سنگ و سیمان کل بند انحرافی) ۲- حجم



شکل ۶- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی اجزای سامانه پخش سیلاب



شکل ۷- نمودار مقایسه اثرات محیط‌زیستی بند انحرافی (سازه بتنی)، سرریز خاکریز (سازه سنگ و سیمانی) و خاکریزها (سازه خاکی)

به دلیل استفاده از سنگ، مصرف سیمان در این سازه کمتر است. لذا مقدار مصرف مواد کمتر، از جمله سیمان و عدم استفاده از موادی همچون میلگرد و فوم در این نوع سازه نسبت به یک سازه بتونی، کاهش اثرات محیط‌زیستی این سازه نسبت به یک سد بتنی را به همراه داشته است. همچنین Liu et al (2013) در مطالعه خود در کشور چین نیز با توجه به استفاده زیاد سیمان در پروژه‌های سد بتونی و اثرات محیط‌زیستی آن، استفاده از سدهای پر سنگ (RFC)، به دلیل صرفه‌جویی در مصرف سیمان را توصیه نموده‌اند.

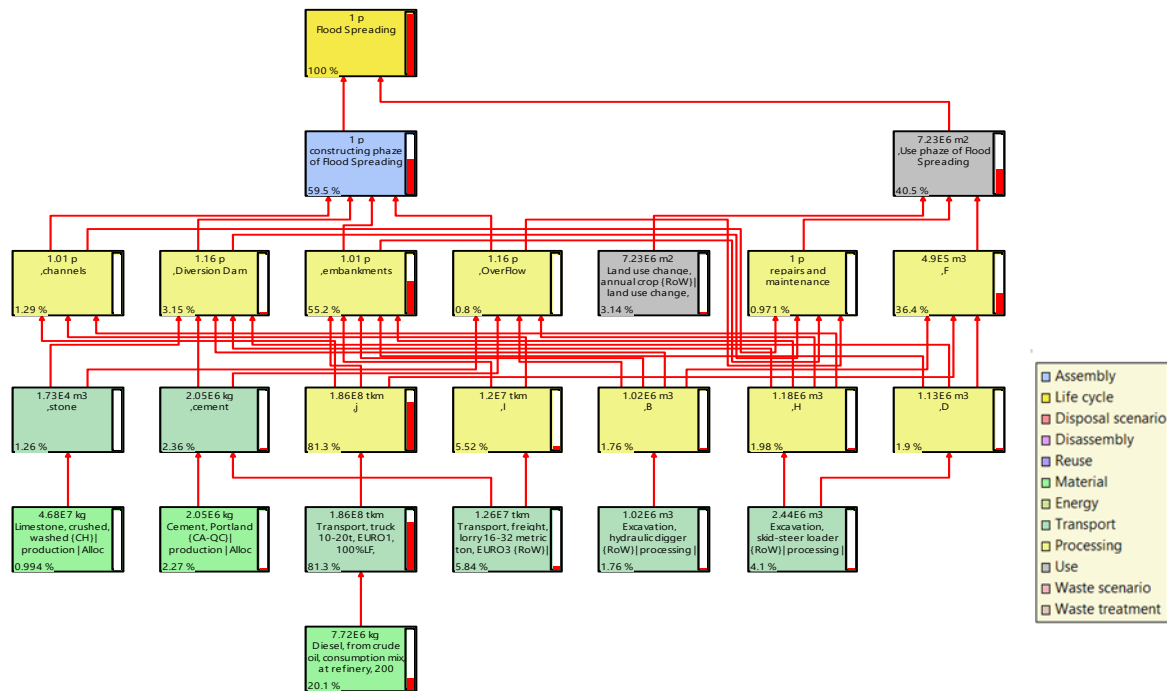
خاکریزها به عنوان یک سازه خاکی کمترین اثرات محیط‌زیستی به ازای یک مترمکعب از حجم عملیات به میزان ۱۴/۶ mPt (۲۱/۷۵ درصد از اثرات محیط‌زیستی) را دارد. این مقدار، ۰/۴۳ اثرات محیط‌زیستی یک سازه بتنی (بند انحرافی) و ۰/۸ اثرات محیط‌زیستی یک سازه سنگ و سیمانی (سرریزهای سامانه پخش سیلاب) است. نتایج شکل (۶) که خاکریزهای موجود در سامانه پخش سیلاب را به عنوان نقاط داغ این سامانه معرفی نمود، بر خلاف نتایج این نمودار (شکل ۷) بیشترین مقدار اثرات

با توجه به شکل (۷) مقایسه اثرات محیط‌زیستی سه سازه موجود در سامانه پخش سیلاب با در نظر گرفتن یک مترمکعب حجم عملیات و در نتیجه توجه به مواد مختلف این اجزا نشان می‌دهد بند انحرافی به عنوان سازه‌های بتنی بیشترین سهم از بارهای محیط‌زیستی به میزان ۳۵ mPt (۵۰/۹۶ درصد از بارهای محیط‌زیستی) را به خود اختصاص می‌دهند. دلیل بیشتر بودن بار محیط‌زیستی این سازه، استفاده از مواد مختلف و با مقادیر بیشتر، از جمله؛ سیمان، میلگرد و فوم است. این مقدار ۱/۸۷ برابر سازه‌های سنگ و سیمانی (سرریزهای سامانه پخش سیلاب) و ۲/۳۴ برابر یک سازه خاکی (خاکریزهای سامانه پخش سیلاب) است. Aygenc (2019) نیز در مطالعه خود با تحلیل اثرات محیط‌زیستی ساختمانهای سبز نشان داد که روکش فلزی آلومینیوم، فولاد و بتن بیشترین سهم را دارند و باید در طی مرحله طراحی ساختمانها به تفصیل مورد بررسی قرار گیرند.

بارهای محیط‌زیستی یک مترمکعب از سرریزها به عنوان یک سازه سنگ و سیمانی به میزان ۱۸/۸ mPt (۲۷/۲۹ درصد از بارهای محیط‌زیستی) است. در فرایندهای اجرایی این نوع سازه،

این سازه کمتر از اثرات محیط‌زیستی به ازای یک مترمکعب سازه-های بتنی و سنگ و سیمانی است که در آنها مواد و مصالح بیشتری استفاده می‌شود. با توجه به تحقیقات صورت گرفته تا کنون مطالعه‌ای که به مقایسه سازه خاکی با سایر سازه‌ها پردازد یافت نشد.

را در بین سایر اجزای سامانه به خاکریزها اختصاص داد، این مسئله حاکی از آن است که حجم زیاد عملیات خاکی در سامانه پخش سیلاب باعث زیاد شدن اثرات محیط‌زیستی این سازه نسبت به سایر اجزای این سامانه است. این در حالی است که در این سازه با وجود عملیات خاکی بیشتر و استفاده از ماشین‌آلات هیدرولیکی متعدد، اثرات محیط‌زیستی به ازای یک مترمکعب از



شکل ۸- نمودار شبکه چرخه حیات سامانه پخش سیلاب دئفه در دشت رفسنجان (توجه: فرایندهای مربوط به هر کد فرایند در جدول (۳) بیان شده است)

چرخه حیات یک سامانه پخش سیلاب به میزان ۱۵/۲ kPt است. بارهای محیط‌زیستی مربوط به مرحله ساخت پخش سیلاب به میزان ۹/۰۱ kPt، ۱/۴۷ برابر بارهای محیط‌زیستی مرحله استفاده (به میزان ۶/۱۵ kPt) است. در مرحله استفاده، بیشترین بار محیط‌زیستی مربوط به تخلیه رسوب به میزان ۵/۵۲ kPt (۳۶/۴) درصد از بار محیط‌زیستی است. این نتیجه با مقادیر جدول (۳) که مشخص گردید اقدامات جهت تخلیه رسوب، بیشترین حجم عملیات را به خود اختصاص داده است (۹۴/۴ درصد از عملیات در مرحله بهره‌برداری)، قابل تطبیق است. لذا توجه به حجم رسوبات در برنامه‌ریزی و طراحی این سامانه قابل تأمل است. در مرحله ساخت بیشترین اثرات محیط‌زیستی به میزان kPt ۸/۳۷ متعلق به ساخت خاکریزهای سامانه پخش سیلاب است که ۵۵/۲ درصد از بار محیط‌زیستی را شامل می‌شود. مطابق با این نمودار و نتایج و توضیحات قبل (جدول ۳ و شکل ۴) بیشترین بار محیط‌زیستی در این سازه (خاکریزهای سامانه پخش

در نهایت با در نظر گرفتن مرحله استفاده از سامانه پخش سیلاب با توجه به اقدامات تعمیرات و نگهداری سامانه (جدول ۲) و ۷۲۲۶۵۷۴ مترمربع مساحت مشمول سامانه پخش سیلاب شامل مساحت درگیر ساختمان بندها و خاکریزها و مساحت آبیگری شده در زمان وقوع سیلاب و همچنین با توجه به حجم رسوبات در ۲۵ سال عمر ساختمان (جدول ۲)، نمودار چرخه حیات سامانه پخش سیلاب دئفه با جدایش ۱ برابر با ۰/۸ (صرف‌نظر از نمایش برخی از اثرات ناچیز از جمله زیرساخت‌ها در داخل شبکه) ترسیم گردید (شکل ۷). یادآور می‌شود به دلیل دور از دسترس بودن محل سامانه پخش سیلاب و مقادیر زیاد بار رسوبات در حوزه رودخانه قلندری و در نتیجه غیرقابل توجیه بودن بازیافت مصالح ساختمانی باقیمانده، تدفین طبیعی در پایان چرخه عمر این سامانه در نظر گرفته شد که هیچ‌گونه مصرف انرژی و موادی را شامل نمی‌شود. شکل (۸) نشان می‌دهد که اثرات محیط‌زیستی در طی

اقدامات تعمیرات و نگهداری، مرحله غالبی به شمار نمی‌آید. در مطالعه Islam et al (2011) نیز اثرات محیط‌زیستی در مرحله ساخت چرخه عمر به میزان قابل توجهی متفاوت از سایر مراحل شناخته شد.

جهت بررسی دقیق‌تر چرخه حیات سامانه پخش سیلاب، آنالیز سهم فرآیندها در این چرخه به تفکیک مراحل در شکل (۷) آمده است.



شکل ۹- مقایسه اثرات محیط‌زیستی مراحل مختلف چرخه حیات سامانه پخش سیلاب

میزان $6/63$ kPt (۴۳/۷ درصد) است. مطابق نتایج شکل (۶) بیشترین این اثرات متعلق به سازه خاکریز است و با توجه به نتایج شکل (۵) عملیات آبیاری و حمل مواد بارگیری شده بیشترین مقدار اثرات در این طبقه را شامل می‌شود که حاکی از راندمان پایین ماشین‌آلات مورد استفاده در این بخش است. مقادیر اثرات محیط‌زیستی در طبقه اثر تغییر اقلیم $3/54$ kPt (۲۳/۳ درصد) است. مطابق شکل (۳) بیشترین مقدار این اثرات مربوط به تأمین سیمان و در نتیجه آلاینده‌گی تجهیزات در معادن و صنایع بالادستی تولید آنهاست. مرحله استخراج و بهره‌وری منابع، بیشترین اثرات را در طبقه اثر تخریب منابع به میزان $3/06$ kPt (۲۰/۲ درصد) به خود اختصاص داده است. کمترین مقدار اثرات محیط‌زیستی به میزان $1/94$ kPt (۱۲/۸ درصد) مربوط به طبقه اثر تخریب اکوسیستم سامانه پخش سیلاب است. بیشترین بار محیط‌زیستی در تمامی طبقات اثر به جز تخریب منابع مربوط به مرحله ساخت است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه جریان مواد و انرژی و اثرات محیط‌زیستی یک واحد سامانه پخش سیلاب با ظرفیت حجمی در حدود $5/924$ میلیون مترمکعب (متوسط سیلاب ورودی سالانه) با رویکرد چرخه حیات مورد بررسی قرار گرفت. اکثر مطالعات انجام‌شده در

سیلاب) مربوط به عملیات حمل مواد حاصل از خاکبرداری است. در نتایج مطالعه M. Bilec (2007) نیز نشان داده شد مرحله ساخت و ساز در مقایسه با کل چرخه عمر ساختمان، در حالی که به اندازه مرحله استفاده قابل توجه نیست، به اندازه سایر مراحل چرخه عمر دارای اهمیت است. در مطالعه ما با بررسی مراحل ز گهواره تا گور سامانه پخش سیلاب مشخص شد بیشترین اثرات مربوط به مرحله ساخت پخش سیلاب و مرحله استفاده در سامانه پخش سیلاب با توجه به عدم مسکونی بودن آن و تنها الزام

مطابق با مقادیر نرمال شده در شکل (۹)، سهم اثرات محیط‌زیستی در مراحل مختلف چرخه حیات سامانه پخش سیلاب بدین شرح است؛ مرحله ساخت، $39/2$ درصد ($5/95$ kPt)، مرحله استفاده، $31/3$ درصد ($4/75$ kPt)، استخراج و بهره‌وری مواد، $23/3$ درصد ($3/53$ kPt) و مرحله حمل و نقل مواد، $0/93$ درصد ($6/12$ kPt) از بار محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهند. تفسیر نتایج اثرات محیط‌زیستی در مرحله ساخت در توضیحات نمودار شکل (۴، ۵، ۶ و ۷)، اثرات محیط‌زیستی در مرحله استفاده در توضیحات نمودار شکل (۸) و اثرات بار محیط‌زیستی در مرحله استخراج و بهره‌وری مواد در توضیحات شکل (۲ و ۳) بیان شده است. نتایج ارزیابی بار محیط‌زیستی در مطالعه Aygenc (۲۰۱۹) بر روی یک ساختمان نیز نشان داد، سهم اثرات محیط‌زیستی مصرف مواد از جمله بتن کمتر از مصرف انرژی در فعالیت‌های عملیاتی است. در مطالعه ما نیز با توجه به شکل (۹) مشخص شد به‌طور کلی اثرات محیط‌زیستی فرایندهای عملیاتی این سامانه در مرحله ساخت بیشتر از اثرات تأمین مواد است. اثرات محیط‌زیستی در مرحله حمل و نقل سامانه پخش سیلاب، غیرقابل ملاحظه است.

با تبدیل داده‌های LCI به معادل مواد مرجع، واقع در ستون دوم جدول (۱) و در نهایت در نظر گرفتن اثرات محیط‌زیستی در نقطه نهایی (شکل ۹) بیشترین اثرات در طول عمر چرخه حیات سامانه پخش سیلاب، مربوط به طبقه اثر سوء بر سلامت انسان به

محیط‌زیستی این سامانه و در نتیجه تعیین ابعاد مناسب، به ویژه در ارتباط با خاکریزهای این سامانه اثرات چشمگیری در کاهش اثرات محیط‌زیستی این سامانه خواهد داشت.

مقایسه اثرات محیط‌زیستی سه سازه موجود در این سامانه نشان داد، سازه‌های بتنی به دلیل استفاده از مواد مختلف و با مقادیر بیشتر، از جمله؛ سیمان، میلگرد و فوم، بیشترین سهم از بارهای محیط‌زیستی (۵۰/۹۶ درصد) را به خود اختصاص می‌دهد. این مقدار ۱/۸۷ برابر سازه‌های سنگ و سیمانی و ۲/۳۴ برابر یک سازه خاکی است. بارهای محیط‌زیستی یک مترمکعب از یک سازه سنگ و سیمانی ۲۷/۲۹ درصد از بارهای محیط‌زیستی را به خود اختصاص می‌دهد. مقدار مصرف مواد کمتر، از جمله سیمان (به دلیل استفاده از سنگ) و عدم استفاده از موادی همچون میلگرد و فوم در این نوع سازه کاهش اثرات محیط‌زیستی این سازه نسبت به یک سد بتنی را به همراه داشته است. تخصیص اثرات محیط‌زیستی کمتر در سازه خاکی علی‌رغم حجم زیاد عملیات و استفاده از ماشین‌آلات متعدد در این نوع سازه، ناشی از استفاده مواد سازگار با محیط‌زیست در این سازه نسبت به دو سازه دیگر است (۰/۴۳ اثرات محیط‌زیستی یک سازه بتنی و ۰/۸ اثرات محیط‌زیستی یک سازه سنگ و سیمانی). لذا جایگزینی آن با سایر سازه‌های موجود در سامانه منتفی شد و اهمیت انتخاب نوع و مقادیر مصالح با در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی را نشان می‌دهد.

در نهایت با بررسی مراحل ز گهواره تا گور سامانه پخش سیلاب مشخص شد، بار محیط‌زیستی در طی چرخه حیات یک سامانه پخش سیلاب ۱۵/۲ kPt است. بیشترین اثرات مربوط به مرحله ساخت پخش سیلاب است که بیشترین بار محیط‌زیستی به میزان ۸/۳۷ kPt متعلق به ساخت خاکریزهای سامانه پخش سیلاب است که ۵۵/۲ درصد از کل بار محیط‌زیستی در چرخه حیات سامانه پخش سیلاب را شامل می‌شود. بدین ترتیب این سازه به عنوان نقاط داغ سامانه پخش سیلاب معرفی شد. اکثر بار محیط‌زیستی در این سازه مربوط به عملیات بارگیری مواد حاصل از خاکبرداری است. در مرحله استفاده، بیشترین بار محیط‌زیستی مربوط به تخلیه رسوب به میزان ۵/۵۲ kPt (۳۶/۴ درصد از بار محیط‌زیستی) است. آنچه اهمیت شدت اثرات محیط‌زیستی این اقدامات را روشن می‌سازد استفاده از این اقدامات جهت حجیم‌ترین عملیات سامانه پخش سیلاب (۹۴/۴ درصد از عملیات در مرحله بهره‌برداری) است. لذا توجه به حجم رسوبات در برنامه‌ریزی و طراحی این نوع اقدامات در آینده قابل تأمل است. اما مرحله استفاده در سامانه پخش سیلاب با توجه به عدم مسکونی بودن آن و تنها الزام اقدامات تعمیرات و نگهداری، مرحله غالبی

خصوص اثرات محیط‌زیستی ساختمان، معطوف به مرحله بهره‌برداری است. در این مطالعه با در نظر گرفتن کلیه مراحل چرخه حیات سامانه پخش سیلاب، مصرف مواد و انرژی و اثرات محیط‌زیستی در طول عمر این سازه در نظر گرفته شد. لذا نتایج این مطالعه می‌تواند اثرات محیط‌زیستی اقدامات مکانیکی مدیریت منابع آب را مورد توجه قرار داده و نقاط با پتانسیل آلاینده‌گی بیشتر جهت کنترل اثرات محیط‌زیستی شناسایی گردد و بدون انجام این مطالعه، نتایج حاصل قابل اثبات نبود.

ارزیابی اثرات تأمین مواد در منطقه نشان داد، تأمین دو نوع مواد یعنی فوم و میلگرد در منطقه بسیار قابل ملاحظه است اما با توجه به درصد ناچیز استفاده از این مواد در سامانه پخش سیلاب، بار محیط‌زیستی این دو نوع مواد در چرخه حیات سامانه پخش سیلاب ناچیز است. بار محیط‌زیستی قابل توجه تأمین سیمان با وجود درصد ناچیز استفاده از این مواد در یک سامانه پخش سیلاب، حاکی از آلاینده‌گی بسیار زیاد این مواد در مراحل استخراج و فرآوری و مربوط به صنایع بالادستی تولید این مواد است. این مقادیر در اقدامات زیربنایی و ساختمانی دیگر در این منطقه نیز قابل تعمیم است. همچنین در نظر گرفتن این مسئله و افزایش راندمان تجهیزات در معادن و صنایع بالادستی تولید سیمان و همچنین جایگزینی این مصالح با مواد دوستدار محیط‌زیست در صنایع پائین‌دستی مورد تأکید است. علاوه بر تأمین سیمان، سهم ۳۰/۲۳ درصد از اثرات محیط‌زیستی نسبت به اثرات کل تأمین مصالح سامانه پخش سیلاب، جهت تأمین سنگ در سامانه پخش سیلاب است. این مقدار با وجود بار محیط‌زیستی غیرقابل ملاحظه تأمین هر کیلوگرم از این مواد در منطقه، مبین تأثیر و اهمیت حجم استفاده از این مصالح جهت ساخت این سامانه است. بدین ترتیب در نظر گرفتن این مسئله در زمان طراحی و در نتیجه انتخاب دبی طرح سامانه پخش سیلاب با ملاحظات محیط‌زیستی تأمین مواد در منطقه قابل توجه خواهد بود.

ارزیابی فرایندهای لازم جهت ایجاد یک سامانه پخش سیلاب نشان داد، بیشترین میزان بار محیط‌زیستی جهت حمل مواد بارگیری شده به میزان ۷ kPt است که ۸۳ درصد از کل بار محیط‌زیستی در مرحله ساخت است. به دلیل اثرات محیط‌زیستی زیاد فرایند حمل مواد بارگیری شده و راندمان پائین ماشین‌آلات مربوطه (حتی بدون در نظر گرفتن حجم عملیات) و با در نظر داشتن حجم زیاد استفاده از این عملیات، توجه به اینگونه اقدامات در طراحی و برنامه‌ریزی‌ها در این خصوص را تجلی می‌سازد. لذا چنانچه در قسمت ارزیابی بار محیط‌زیستی تأمین مواد نیز مقرر گردید انتخاب دبی طرح سامانه پخش سیلاب با ملاحظات اثرات

اقدامات آبخیزداری که برای خود رسالت حفاظت از منابع طبیعی قائل هستند، از جمله انتخاب دبی طرح با ملاحظات محیط-زیستی، مقادیر و نوع مواد و تجهیزات سازگار با محیط‌زیست پیاده‌سازی گردد.

سپاس‌گزاری

در انجام این تحقیق از راهنمایی‌ها و توصیه‌های ارزشمند جناب آقای دکتر علی ربیعی عضو هیأت علمی دانشگاه ولیعصر و مدیر پروژه شرکت پیمانکاری خدمات زیربنایی شهرستان رفسنجان و جناب آقای مهندس محمد قربانی معاون اداره آبیاری رفسنجان استفاده گردید و همچنین امکان پیمایش‌های میدانی را میسر ساختند. بدین‌وسیله نویسندگان مقاله کمال تشکر و قدردانی را از این بزرگواران بعمل می‌آورند.

"هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

- Abdolahi-Ezzatabad, M. and Javanshah, A. (2007). Economic investigation of the possibility of using new methods for water supply and demand in agriculture: A case study of pistachio producers in Rafsanjan. *Pajouhesh and Sazandegi*, 20(2), 113-126. (In Farsi)
- Aygenç, M. (2019). Life Cycle Assessment (LCA) of a LEED-Certified Green Building using two different LCA tools. *A thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of middle east technical university*, 1-191.
- Bierkens, M. and Wada, Y. (2019). Non-renewable groundwater use and groundwater depletion: a review. *Environmental Research Letters*, 14(2019)063002, 1-43.
- Borghi, A. D. Strazza, M. C. Gallo, M. Messineo, S. and Naso, M. (2013). Water supply and sustainability: life cycle assessment of water collection, treatment and distribution service. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5) DOI: 10.1007/s11367-013-0549-5.
- Dahmarde Ghaleno, M. R. Nohtani, M. and Askari Dehno, S. (2019). Studying impact of flood water spreading on changes of vegetation and topsoil in KohKhajeh flood spreading station, Sistan. *Watershed engineering and management*, 11(1), 211-219. (In Farsi)
- FazelPouraghdaei, M. Malekinezh, H. Ekhtesasi, M. and Barkhordari, J. (2018). The Effects of Flood Spreading on Qanat Discharge using Standard Discharge Index (Case Study: Qanats of Myankoo of Mehriz). *Journal of Watershed Management research*, 9(17):, 235-245. (In Farsi)
- Gado, T. and El-agma, D. (2019). Feasibility of rainwater harvesting for sustainable water management in urban areas of Egypt. *Environmental Science and Pollution Research*, (27) 32304-32317. DOI:10.1007/s11356-019-06529-5.
- Gandhidasan, P. Abualhamayel, H. I. and Pattel, f. (2018). Simplified Modeling and Analysis of the Fog Water Harvesting System in the Asir Region of the Kingdom of Saudi Arabia. *Aerosol Air Qual. Res.*, 18 (2018):200-213.
- Getnet, M. Amede, T. Tilahun, G. Legesse, G. Gumma, M. Abebe, H. Abebe, T. Gashaw, C. Ketter. and E. V. Akker. (2020). Water spreading weirs altering flood, nutrient distribution and crop productivity in upstream-downstream settings in drylowlands of Afar, Ethiopia. *Agriculture and Food Systems*. <https://doi.org/10.1017/S1742170519000474>, 1-11.
- Ghayoumian, j., Ghermezcheshme, B., Feiznia, S., and Noroozi, A. (2005). Integrating GIS and DSS for identification of suitable areas for artificial recharge, case study Meimeh Basin. , *Isfahan, Iran*.
- Ghazavi, R. Vali, A. and Eslamian, S. (2012). Impact of Flood Spreading on Groundwater Level Variation and Groundwater Quality in an Arid Environment. *Water Resources Management*, 26(6), 1651-1663.
- Ghimire, S. Johnston, J. Ingwersen, W. Palanichamy, S. Abualhamayel, H. and Pattel, f. (2017). Life cycle assessment of a commercial rainwater harvesting system compared with a municipal water supply system. *Journal of Cleaner Production*, 151(10 May 2017), 74-86.
- Ghimire, S. Johnston, j. Ingwersen, W. and Hawkins, T. (2014). Life Cycle Assessment of Domestic and Agricultural Rainwater Harvesting Systems. *Environmental Science and Technology*, 48, 4069-4077.
- Humbert, S. Schryver, A. Bengoa, X. Margni, M. Joliet, O. (2012). IMPACT 2002+: User Guide. Draft for version Q2.21 (version adapted by Quantis)
- Islam, M. Jollands, M. and Setunge, S. (2011). *www.SID.ir*

- cycle assessment of a residential building: quantity take-off and data input techniques', in 7th Australian Conference on Life Cycle Assessment. *Conference Proceedings*, Melbourne, Australia, Melbourne: Life Cycle Assessment: Revealing the Secrets of a Green Market, 9-10 Mar, pp. 1-10.
- ISO 2000a. (2006). Environmental Management-Life Cycle Assessment-Life Cycle Impact Assessment, ISO 14042, First Edition, Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland.: International Organization for Standardization,.
- ISO. (2006). ISO 14040:2006 Environmental Management—Life Cycle Assessment: Principles and Framework; International Standardization Organization.: Geneva, Switzerland,.
- Jahantigh, M. and Jahantigh, M. (2020). Study effect of flood productivity on vegetation changes using field work and Landsat satellite images (Case study: Shandak of Sistan region). *Journal of applied RS and GIS techniques in natural resources science*, Winter 2020 ,10(4), 57 -73.
- Javadi, M. Baghery, M. Vafakhah, M. and Shabani, G. (2014). Effect of flood spreading on physical soil properties (A case study: Delijan flood spreading. *Journal of watershed management research*, 5(9), 119 - 129. (In Farsi)
- Joliet, O. Charles, R. Margni, M. Payet, J. (2003). IMPACT 2002+: a new life cycle assessment methodology. *Int J Life Cycle Assess* 8:324-330. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 8(6):324-330
- Kamali, K. Mahdian, M. Arabkhedri, M. Charkhabi, A. and N., G. (2011). Floodwater spreading effects on soil fertility changes in floodwater spreading stations. *Water and soil science (journal of water and technology of agricultural and natural resources)*, 15(57), 77 -89. (In Farsi)
- Lewandowska, A. Noskowiak, A. Pajchrowski, G. and Zarebska, J. (2015). Between full LCA and energy certification methodology—a comparison of six methodological variants of buildings environmental assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 9–22.
- Liu, C., Changbum, R. ASCE, A. Xuehui, A. and Lee A.M.A, S. (2013). Life-Cycle Assessment of Concrete Dam Construction: Comparison of Environmental Impact of Rock-Filled and Conventional Concrete. *Journal of Construction Engineering and Management* · December 2013, 139(12): 1943-7862. A4013009 DOI: 10.1061/(ASCE)CO.
- M. Bilec, M. (2007). A hybrid life cycle assessment model for construction processes. *thesies for the degree of Doctor of Philosophy*, University of Pittsburgh.
- Ministry of Agriculture Jihad. (2008). design studies of Deviation dam and flood distribution system located in Daefe watershed (Ghalandari River) in Rafsanjan plain. Rafsanjan: Ministry of Agriculture Jihad.
- Moslemi, H. Choopani, S. and Abkar, A. (2018). Impact of Floodwater Spreading on Salinity Groundwater(Case Study: Dhenedar Floodwater Spreading - Hormozgan Province). *Iranian journal of watershed management science and engineering*, 12(41), 13-22. (In Farsi)
- Najjar, M. Figueiredo, K. Evangelista, K. Catarina Jorge, A. Hammad, A. Tam, V. and Haddad, A. (2019). Life cycle assessment methodology integrated with BIM as a decision-making tool at early-stages of building design. *International Journal of Construction Management*, DOI: 10.1080/15623599.2019.1637098.
- Qi, G. Shen, L. Zeng, S. and Jorge, Q. (2010). The drivers for contractors' green innovation: an industry perspective. *J. Journal of Cleaner Production* 18(14), 1358–1365.
- Rezaie, J. Seydzadeh, H. and Shanmani, A. (2018). Monitoring and economic impact analysis of floodwater spreading in Dehloran floodwater spreading research station. *Watershed Engineering and Management*, 9(4), 13-22. (In Farsi)
- Teimouri, N. Derikvand, E. and Ghorb, H. (2020). Location of Areas Prone to Flood Spreading Using GIS (Ilam Province, Iran). *Water Resources*, volume 47(2020), 421–429.