

مدیریت جنبه ها و اثرات زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ با استفاده از فرایند

تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

جعفر نوری^{۱*}

nourijafar@gmail.com

سیده زهرا نوربخش^۲

سیده مرضیه نوربخش^۳

علی طهماسب پور^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: هدف این تحقیق ارزیابی و مدیریت جنبه ها و اثرات زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ می باشد. فرآیند تولید کاغذ چند مرحله اصلی دارد که در واحد های مختلف تولیدی کارخانه جات انجام می گیرد. واحد آماده سازی و تهیه خرده چوب، واحد تولید خمیر، واحد تولید کاغذ، واحد سیستم بازیابی مواد شیمیایی.

روش بررسی: به منظور شناسایی و ارزیابی و مدیریت جنبه های زیست محیطی کارخانه و اثرات زیست محیطی آن ها از روش AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی) استفاده شد، معیارها واحدهای تولیدی کارخانه (۴ واحد اصلی) و زیر معیارها فعالیت های هر کدام از این واحدها می باشد و سطح گزینه ها اثرات زیست محیطی مختلف (آلودگی آب، آلودگی هوا، مواد زائد جامد و آلودگی صوتی) در نظر گرفته شدند.

بحث و نتیجه گیری: پس از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی توسط یک گروه کارشناسی ۱۲ نفره در نرم افزار Expert Choice چهار نتیجه مهم حاصل شد ۱- رده بندی اثرات زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ ۲- رده بندی واحد های تولیدی کارخانه از لحاظ میزان آلاینده های زیست محیطی ۳- بارز ترین جنبه های زیست محیطی هر واحد تولیدی ۴- رد پای هر یک از آلودگی ها شناسایی شد که هر نوع آلاینده بیشتر در کدام بخش کارخانه تولید می شود، که در قالب نمودارهایی نشان داده شده اند. سپس علل بارز بودن هر یک از جنبه های بارز و اثرات آنها مورد بررسی قرار گرفتند و در راستای رفع آنها راهکارهایی ارائه گردید.

واژه های کلیدی: جنبه های زیست محیطی، مدیریت زیست محیطی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، صنایع چوب و کاغذ، راهکارهای مدیریتی.

۱- * (مسئول مکاتبات): استاد گروه تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۲- دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، گروه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، ساری، ایران.

۴- دانش آموخته کارشناسی مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

Managing Environmental Aspects and Impacts of Pulp and Paper Industries using Analytical Hierarchy Process (AHP)

Jafar Nouri^{1*}

nourijafar@gmail.com

Zahra Nourbakhsh²

Marzieh Nourbakhsh³

Ali Tahmasbpour⁴

Abstract

Background and Objective: In this study, managing environmental aspects of pulp and paper industries using AHP method was studied. The process of producing paper have 4 main step that done in for main unit of paper factories, the unit of Preparation and production of wood, pulp production unit, paper production unit ,chemical recovery system unit .

Method: To identify and manage environmental aspects and environmental impacts of the industry AHP method (Analytical Hierarchy Process) was used. In the hierarchical structure of research, Factory production units were selected as criteria and various activities of each unit were selected as sub-criteria, four major environmental impact of the factory were selected as alternatives (water pollution, air pollution, noise pollution and solid waste pollution).

Conclusion: After analyzing the hierarchy with a group of experts in the software Expert Choice, four important results was obtained. 1- Most important environmental impacts of Wood and Paper industries 2- Which of the factory's production unit makes the most contaminants 3- in every single unit, which are most significant environmental aspects. 4- Any trace of contamination was identified that are shown in graphs .finally the obvious causes and effects of each of the significant aspects were examined and some solutions were presented in order to fix them.

Keywords: Environmental Aspects, Environmental Management, Analytical Hierarchy Process (AHP), Pulp and Paper Industries, Strategic management.

1- Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. * (*Corresponding Author*)

2- PhD Candidate, Department of Environmental Management, Graduate School of the Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran .

3- BSc student of Natural Resources Engineering, University of Payam-e Nour, Sari, Iran.

4- BSc Graduated of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

مقدمه

دنیای امروز دنیایی آمیخته با صنعت است، صنایع علاوه بر رفع بسیاری از نیازهای بشر به خاطر تولید آلاینده های زیست محیطی همواره تهدیدی برای محیط زیست محسوب می شوند لذا برای داشتن صناعی پاک تر باید بتوان آلاینده ها را مدیریت نمود در این تحقیق صنایع تولید کاغذ مد نظر هستند. فرآیند تولید کاغذ در صنایع چوب و کاغذ در ۴ واحد اصلی انجام می گیرد که فعالیت های مختلفی که در هر واحد انجام می گیرد به شرح زیر است.

واحد آماده سازی و تهیه خرده چوب: در این مرحله الوارها طی مراحل به چپیس چوب تبدیل می شوند. ابتدایار چوب، آماده سازی چوب های قطور که شامل جدا کردن چوب مورد نظر و مرطوب کردن آن می باشد تا پوست آن بهتر جدا شود. سپس چوب به دستگاه پوست کن استوانه ای شکل هدایت می شود تا به طور کامل پوست گیری شود و از آنجا به دستگاه های خرد کننده چوب که سر و صدای زیادی دارد فرستاده شده تا تبدیل به چپیس شود. چپیس های تولید شده به غربالهای خرده چوب برده می شوند تا عمل غربال کردن انجام شود.

واحد تولید خمیر کاغذ: این مرحله یکی از مهمترین و اصلی ترین واحد های صنعتی تولید کاغذ می باشد که در آن به دو روش خمیر کاغذ تولید می شود.

تولید خمیر کاغذ به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی: یکی از مهمترین فرآیندهای تولید کاغذ، فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی میباشد. این فرآیند بیشتر برای تولید خمیر کاغذهای پربازده از پهن برگان مورد استفاده قرار میگیرد، در واقع در این روش آمیخته ای از خرده چوب های گونه های مختلف در معرض محلول های شیمیایی سولفیت خنثی و حرارت بخار قرار می گیرند و بدین ترتیب در فاصله زمانی معین مقدار قابل ملاحظه ای از صمغ چوب حل می شود. الیاف سلولز جدا شده و پس از عملیات شستشو و پالایش برای تولید مقوای کنگره ای به بخش کاغذ سازی انتقال داده می شود. از این مواد شیمیایی به منظور تیمار مقدماتی استفاده شده و در نهایت، جداسازی الیاف با استفاده از فرآیندهای مکانیکی تکمیل

میگردد(۱). تولید خمیر کاغذ به روش شیمیایی- مکانیکی: در این شیوه تنها از مخلوط خرده چوب های گونه های ممرز ۷۵٪ و راش ۲۵٪ استفاده می شود و با افزودن محلول های شیمیایی سولفیت سدیم، سود سوزآور و بخار آب در مدت معینی صمغ چوب حل شده و الیاف سلولز جدا می شود که پس از پالایش در دو بخش به کار گرفته می شود. بخشی از الیاف سلولز به صورت رنگبری نشده برای تولید کاغذ روزنامه به واحد کاغذسازی فرستاده می شود. همچنین قسمتی از الیاف با استفاده از محلول آب اکسیژنه و دیگر مواد شیمیایی مثل سود سوزآور، سیلیکات سدیم، رنگبری شده تا درجه سفیدی کاغذ تولید شده از این خمیر از این خمیر به ۷۰٪ برسد و پس از سفید شدن برای کاغذ چاپ و تحریر ابتدا به سیلو های ذخیره و سپس به ماشین کاغذ سازی مربوط منتقل می شوند. پساب هر دو قسمت خمیر سازی برای بازیابی مواد معدنی و آلی در آن با غلظت ۶٪ تا ۸٪ مواد جامد به واحد بازیافت فرستاده می شود.

واحد سیستم بازیابی مواد شیمیایی: در این واحد مواد شیمیایی پس از بازیابی در کوره ریکواری بویلر تبدیل سازی مجدداً به سیکل تولید خمیر جریان پیدا میکند و این چرخش مرتباً تکرار می شود. بابت به هدر رفتن و کمبود مواد معدنی آن به مقدار جزئی از سود سوز آور و گوگرد استفاده می شود. واحد بازیابی شیمیایی از سه قسمت تشکیل شده است. ۱- بخش تبخیر کننده ها ۲ - بخش بویلر بازیابی ۳- بخش تهیه و آماده سازی لیکور پخت.

واحد تولید کاغذ: این مرحله به دو بخش اصلی تقسیم می شود، بخش تولید مقوای کنگره ای، ماشین آلات مورد استفاده در این بخش پالاینده های خمیر، ماشین کاغذ، سیستم توزیع بخار و جمع آوری آب کندانس و همزن های سیلو ها و مخازن و پمپ های مختلف می باشد. بخش دیگر واحد تولید کاغذ روزنامه و چاپ و تحریر می باشد، ماشین آلات مورد استفاده در این بخش پالاینده خمیر، ماشین کاغذ، دستگا ههای مواد

افزودنی، سیستم توزیع بخار و جمع آوری آب کندانس همزن ها و پمپ های مختلف می باشد (۲).

انجمن طبیعی صنایع جنگلی (۲۰۰۶) طی تحقیقی ضعف مهارت ها را در بخش های مختلف صنایع چوب و کاغذ استرالیا مورد بررسی قرار داد، به این نتیجه رسید که بیشترین ضعف مهارت ها در بخش تبدیل چوب ها به چیپس و همچنین خرید و فروش چوب خام می باشد (۳).

فانی و مظفری (۲۰۰۹) تحقیقی در رابطه با اثرات مثبت استفاده از تکنولوژی pinch در کارخانه چوب و کاغذ مازندران انجام دادند و این نتیجه حاصل شد که با استفاده از این روش میزان لیکور سیاه قابل بازیابی راتا ۷٪ افزایش یابد و همچنین مصرف انرژی ۱۲٪ کاهش می یابد (۴).

جولوس سولنس (۲۰۰۳) تحقیقی در رابطه با شاخص گذاری کیفیت زیست محیطی جهت معیارهای توسعه صنایع بزرگ با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP^۹ انجام داد در این مقاله ۳ گزینه (کارخانه بزرگ ذوب آلومینیوم، پالایشگاه نفت و پروژه گردشگری در یک پارک ملی) به عنوان عوامل اجتماعی-اقتصادی در شرق ایسلند به روش AHP مورد بررسی قرار گرفتند و از کارشناس با تخصص های مختلف نظر خواهی شد و پس از تحلیل سلسله مراتبی و بررسی عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیستی این نتیجه حاصل شد که گزینه سوم بهترین کاربری در منطقه است (۵).

امیری و همکاران (۲۰۰۲) طی تحقیقی در رابطه با روش های تصفیه پساب واحد تولید خمیر کاغذ به این نتیجه رسیدند که کلرید آهن جهت لخته سازی مواد موجود در پساب حاصل از فرایند تولید خمیر کاغذ به نسبت آلوم و کلرید آلومینیوم بهتر عمل می نماید (۶).

رامانتان (۲۰۰۱) در تحقیقی به بررسی به بررسی نقش پشتیبانان پروژه ها در اثرات توام اقتصادی و اجتماعی پروژه ها پرداخت این پژوهش به محققین کمک می کند که چگونه طرح های مدیریت زیست محیطی خود را اولویت بندی نموده و چگونه به بخش های مختلف طرح اختصاص بودجه دهند (۷).

تولگا کایا (۲۰۱۱) و همکاران طی تحقیقی ۶ منطقه صنعتی را در استامبول بررسی نمودند و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی این سایت های صنعتی از نظر میزان ریسک زیست محیطی رتبه بندی کرد (۸).

آلبرتو و همکاران طی تحقیقی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای یافتن مناسب ترین راه حل برای مشکلاتی در خطوط تولید کارخانجاتی که چند محصول تولید می کنند استفاده نمودند (۹).

روش بررسی

در مرحله اول تحقیق مطالعات کتابخانه ای انجام گرفت و اطلاعات مربوط به فرآیند های تولید در صنایع چوب و کاغذ استخراج شد. مدیریت جنبه های زیست محیطی مستلزم شناسایی جنبه های بارز می باشد، جنبه زیست محیطی بخشی از فعالیت ها یا محصولات یا خدمات یک سازمان یا یک صنعت می باشد که بتواند بر محیط زیست اثر گذار باشد و یک جنبه بارز زیست محیطی آن است که اثر بارزی بر محیط زیست داشته باشد، اثر زیست محیطی در واقع هر تغییری در محیط زیست اعم از مطلوب یا نامطلوب که تمام یا بخشی از آن ناشی از جنبه های زیست محیطی یک صنعت یا یک سازمان باشد (۱۰). هدف این تحقیق شناسایی جنبه های بارز زیست محیطی تولید کاغذ و مدیریت آنها به منظور کاهش اثرات منفی بر محیط زیست می باشد. برای این منظور از فرآیند ارزیابی سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است، این روش یکی از کارآمدترین تکنیک های تصمیم گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد (۱۱) این تکنیک بر اساس مقایسه های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریو های مختلف را به مدیران می دهد (۱۲). اولین مرحله در فرآیند AHP این تحقیق شناسایی فاکتورهای موثر بر مدیریت جنبه زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ می باشد بدین ترتیب که ابتدا پارامترهای موثر از طریق نظر خواهی و مصاحبه از کارشناسان با فعالیت های مختلف صنایع چوب و کاغذ و با استفاده از متد دلفی تعیین گردید متد دلفی (پرس و جو از افراد متخصص در امر) یک روش مناسب و کارآمد جهت

۱) (اهمیت یکسان) ، ۳ (کمی ارجح تر) ، ۵ (ارجحیت قوی) ، ۷ (ارجحیت خیلی قوی) و ۹ (کاملاً ارجح) و اعداد ۲، ۴، ۶، ۸ که امتیاز بینابینی هستند نظر خود را در رابطه با ارزش رجحانی هر یک از معیارها نسبت به دیگری و هر یک از زیر معیارها نسبت به یکدیگر اعلام نمودند. پرسش نامه نوع دوم در رابطه با ارزش یابی گزینه ها نسبت به زیر معیارها و معیارها بود در این پرسش نامه کارشناسان هر گزینه را نسبت به همه زیر معیارها و معیارها با وزن های ۱ الی ۹ سنجیدند. در مرحله بعد که تحلیل پرسش نامه ها بود از توانائی تحلیل گروهی نرم افزار Expert Choice استفاده شد بدین ترتیب که نمره دهی هر یک از اعضاء تیم کارشناس به طور جداگانه وارد نرم افزار شده ناسازگاری های آنها رفع شده و سپس تحلیل گردید و در نهایت از قابلیت تصمیم گیری گروهی نرم افزار استفاده شد و نظرات همه افراد گروه تلفیق شده (قابلیت combine نمودن نرم افزار) و تحلیل نهایی انجام شد.

یافته ها

بعد از گردآوری پرسش نامه هایی که کارشناسان به آنها پاسخ دادند نظرات کارشناسان و امتیاز دهی ها وارد نرم افزار Expert Choice شد و پس از تلفیق نظرات همه کارشناسان نتایج به صورت نمودار های زیر استخراج شدند. ابتدا در نمودار ۱ سلسله مراتبی وارد شده در نرم افزار دیده می شود که پس از تحلیل نهایی به هر معیار و زیر معیار وزن خاصی تعلق گرفته است که این وزن حاصل امتیاز دهی کارشناسان می باشد که با پارامتر L نشان داده شده است و جلوی هر پارامتر بیان شده است، حرف L ابتدای عبارت Local priority می باشد به معنای میزان ارجحیت موضعی یعنی وزن ارجحیت هر پارامتر به کل. میزان پر شدن مستطیل کنار آنها با رنگ سبز نشان دهنده وزن آنها به نسبت بقیه می باشد. با دقت در نمودار ۱ مشاهده می شود که مجموع وزن های معیارها با هم برابر با ۱ می باشد و همچنین مجموع وزن زیر معیار های هر معیار نیز ۱ می باشد در واقع پارامتر L درصد تجمعی وزن هر پارامتر را نشان می دهد.

شناسایی فاکتورهای تاثیر گذار در ارزیابی سلسله مراتبی می باشد (۱۳). سپس جهت تحلیل، یک ماتریس سلسله مراتبی از این فاکتور ها طراحی گردید که در بالاترین سطح هدف (مدیریت جنبه های زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ)، سطح دوم معیارها (واحد های تولیدی کاغذ) و سطح سوم زیر معیارها (فعالیت های هر کدام از واحدهای تولیدی) و سطح چهارم گزینه ها (اثرات زیست محیطی مختلف یعنی چهار نوع آلودگی مهم) انتخاب شدند. برای تحلیل این سطوح و شناسایی جنبه ها و اثرات بارز در این تحقیق از نرم افزار Expert Choice استفاده شده است که ابزاری قدرتمند جهت تحلیل ساختار سلسله مراتبی می باشد و قابلیت اولویت بندی، محاسبه وزن نهایی گزینه ها، تحلیل حساسیت و همچنین تصمیم گیری گروهی را دارد (۱۴). یکی از ویژگی های این نرم افزار استفاده از نظر کارشناسان امر می باشد که در این تحقیق جهت گردآوری نظر کارشناسان از دو نوع پرسش نامه استفاده شده است که بین افراد نمونه آماری توزیع گردید در این مقاله جامعه آماری مورد نظر کارشناسانی در نظر گرفته شده اند که آشنا با محیط زیست و همچنین فرآیند های تولیدی صنعت چوب و کاغذ بودند، تعداد آنها یعنی جامعه آماری تحقیق ۱۲ نفر شد و از طریق فرمول کوکران تعداد افراد نمونه آماری نیز همان ۱۲ نفر بدست آمد یعنی به علت کم بودن افراد جامعه آماری کل آنها به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و پرسش نامه ها بین آنها توزیع شد.

(فرمول ۱: فرمول کوکران)

$$n = \frac{N \times t^2 \times p(1-p)}{N \times d^2 + t^2 \times p(1-p)}$$

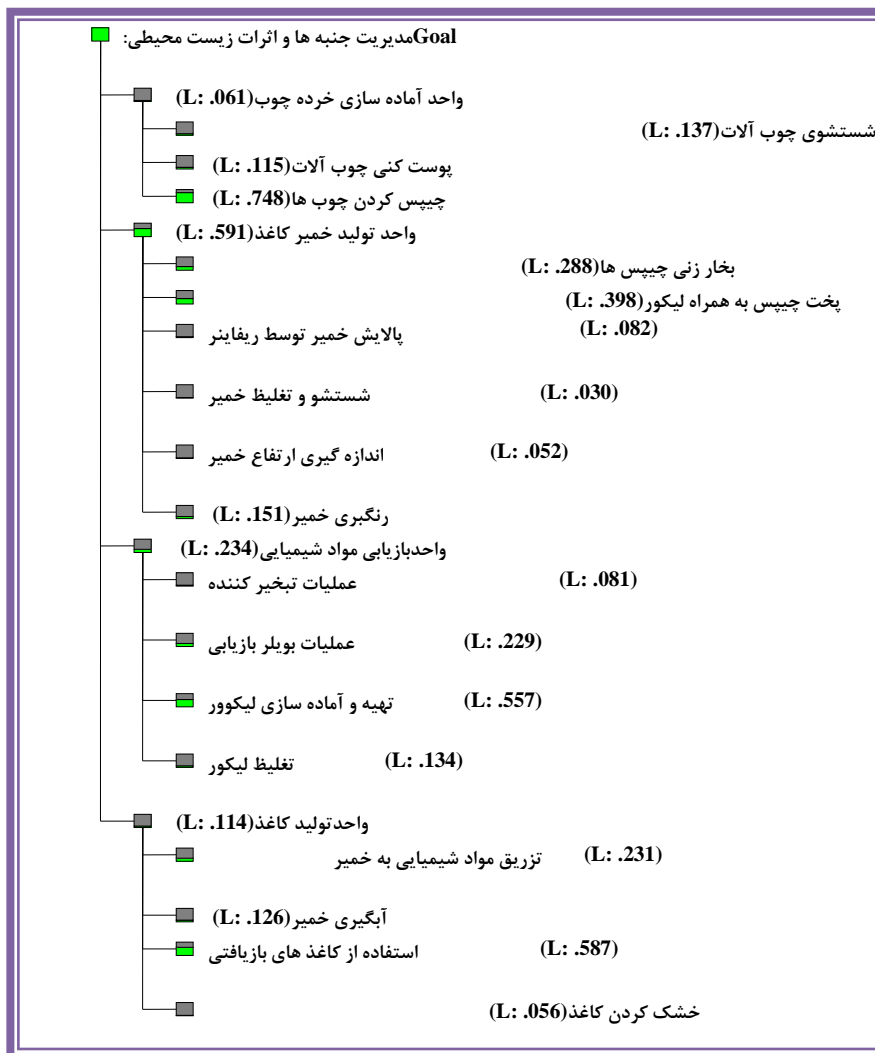
n = حجم نمونه (حجم آماری) = N = حجم جامعه = t

ضریب اطمینان قابل قبول (96.1)

p = احتمال وجود یک (0.5) = (1-p) = q = احتمال عدم

وجود یک صفت (0.5) = d = درصد خطای معیار با (0,05)

در صورتی که تخصص همه کارشناسان یکی نباشد نتیجه تحلیل درست تر می باشد (۱۵). در پرسشنامه اول که مقایسه دو به دوی زیر معیارها و معیارها بود کارشناسان با اعداد

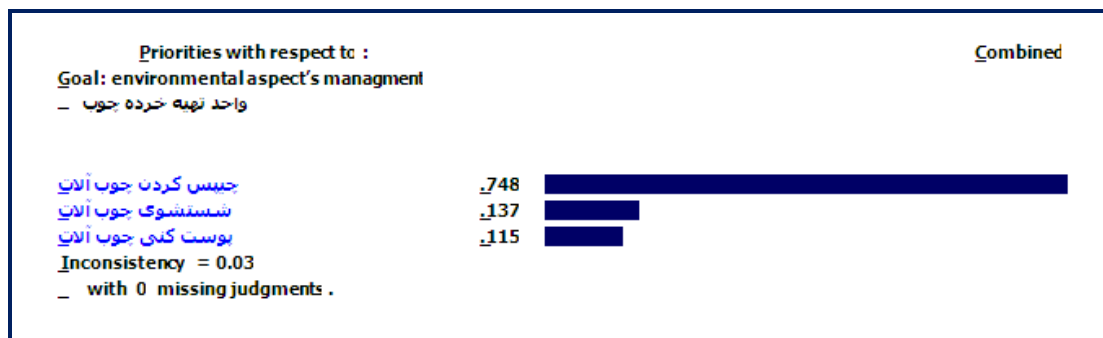


نمودار ۱- ساختار سلسله مراتبی تحقیق به همراه وزن معیارها و زیرمعیارها

Chart 1- The structure of Analytical Hierarchy Process of research along with criteria weigh and sub-criteria

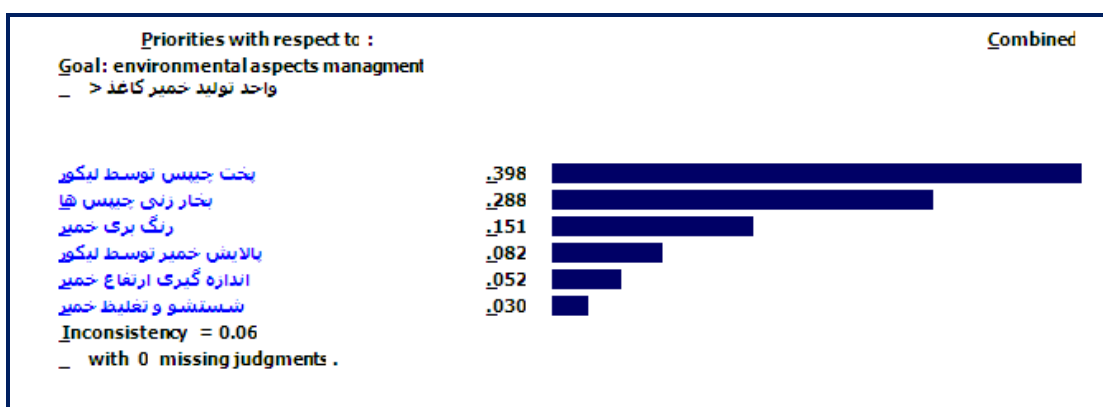
سازي و تهيه خرده چوب، عمليات چپس کردن چوب ها با ۷۴٫۸٪ بارز ترين جنبه زیست محیطی این واحد است. در شکل ۲ دیده می شود که طبق نظر کارشناسان بارزترین جنبه زیست محیطی واحد تولید خمیر کاغذ، پخت چپس ها توسط لیکور است که عدد ۳۹٫۸٪ را به خود اختصاص داده است.

از آنجائی که هدف تحقیق مدیریت جنبه ها و اثرات زیست محیطی است و طبق تعریف جنبه زیست محیطی بخشی از فعالیت ها یا محصولات یا خدمات یک سازمان یا یک صنعت می باشد که بتواند بر محیط زیست اثر گذار باشد و یک جنبه بارز زیست محیطی آن است که اثر بارزی بر محیط زیست داشته باشد ابتدا جنبه های بارز هر واحد کارخانه مشخص شدند همانطور که در شکل ۱ دیده می شود در واحد آماده



شکل ۱- رتبه بندی جنبه های زیست محیطی واحد تهیه و آماده سازی خرده چوب از نظر ایجاد آلودگی

Figure 1- Environmental aspects ranking of preparation unit for wood chips on pollution point of view

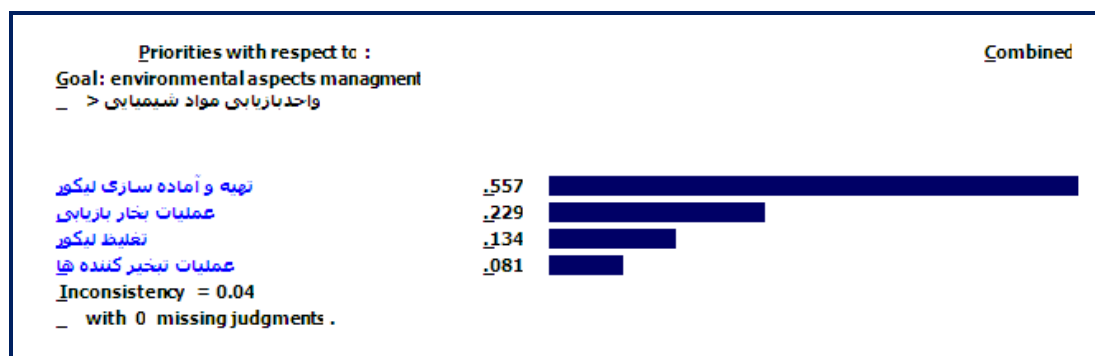


شکل ۲- رتبه بندی جنبه های زیست محیطی واحد تولید خمیر کاغذ از نظر ایجاد آلودگی

Figure 2- Environmental aspects ranking of pulp production unit on pollution point of view

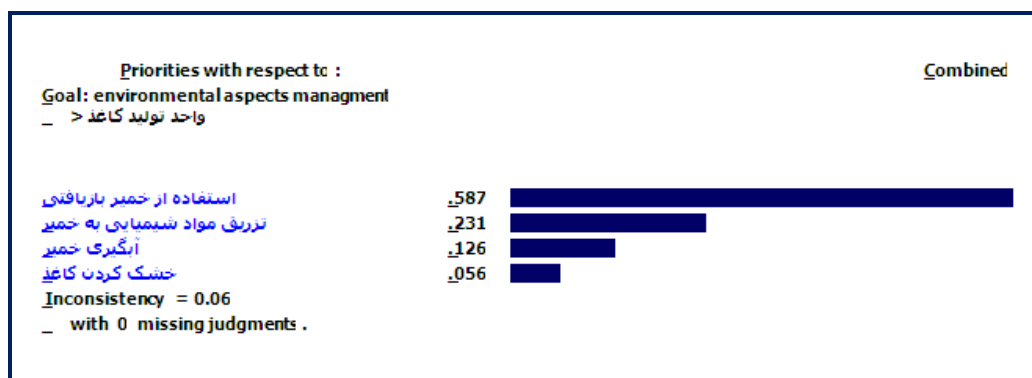
پس از اینکه واحد های مختلف تولیدی بررسی شدند و جنبه های بارز هر واحد شناسائی شد از تلفیق نظرات کارشناسان در نرم افزار Expert Choice همانطور که در شکل ۵ دیده می شود این نتیجه حاصل شد که واحد تولید خمیر کاغذ، آلاینده ترین واحد صنعتی در فرآیند تولید کاغذ می باشد.

در شکل ۳ دیده می شود که تهیه و آماده سازی لیکور بر اساس نظر کارشناسان ۵۵٫۷٪ بارزترین جنبه به نسبت بقیه فعالیت های اصلی واحد بازیابی مواد شیمیایی می باشد و در شکل ۴ که مربوط به واحد تولید کاغذ می باشد استفاده از کاغذ های بازیافتی با ۵۸٫۷٪ بارزترین جنبه است.



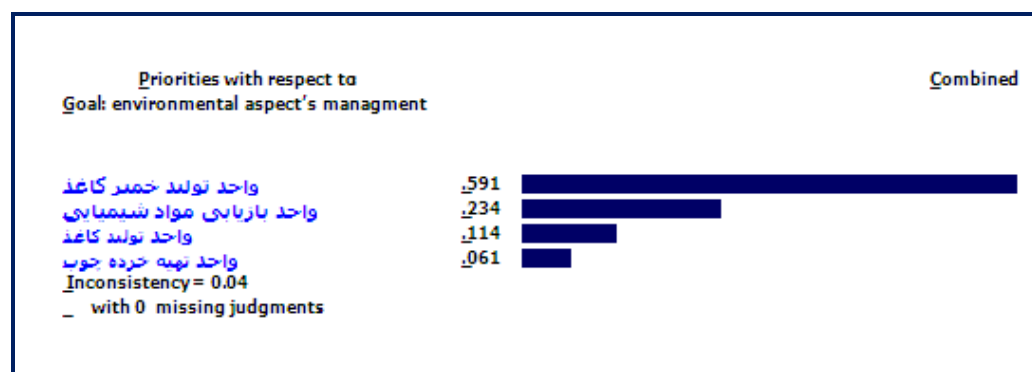
شکل ۳- رتبه بندی جنبه های زیست محیطی واحد سیستم بازیابی مواد شیمیایی از نظر ایجاد آلودگی

Figure 3- Environmental aspects ranking of recycling unit of chemical materials on pollution point of view



شکل ۴- رتبه بندی جنبه های زیست محیطی واحد تولید کاغذ از نظر ایجاد آلودگی

Figure4- Environmental aspects ranking of pulp production unit on pollution point of view

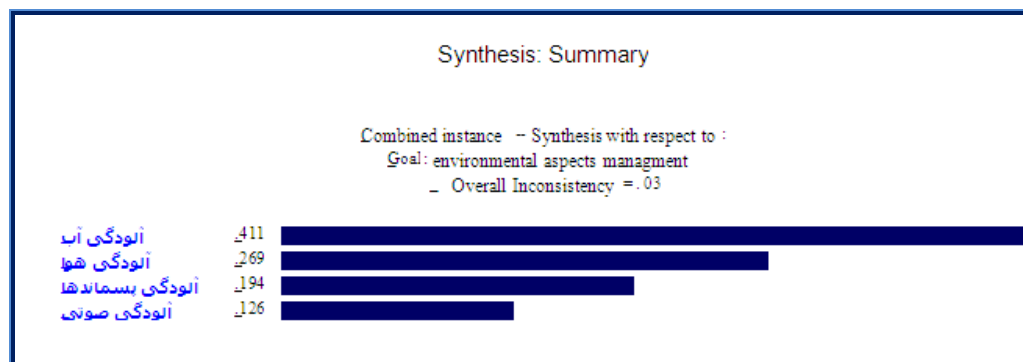


شکل ۵- رتبه بندی واحدهای کارخانه از نظر اثرات زیست محیطی

Figure5- The Factory ranking on pollution point of view

نهایت آلودگی صوتی با ۱۲٫۶ درصد در رتبه آخر است. نرخ کلی ناسازگاری ۰٫۳ است و به علت اینکه کمتر از ۰/۱ است قابل قبول می باشد زیرا در این نرم افزار ناسازگاری بالاتر از ۰/۱ حاکی از این است که نتایج صحت بالا و قابل پذیرشی ندارد. بدین ترتیب مهمترین اثر زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ پتانسیل آلاینده های منابع آب می باشد.

در شکل ۶ رتبه بندی گزینه ها (اثرات زیست محیطی کارخانه چوب و کاغذ) از سنتز کلیه داده های وارد شده در نرم افزار استخراج شده است طبق شکل ۶ آلودگی آب با ۴۱/۱ مهمترین اثر زیست محیطی کارخانه چوب و کاغذ و پس از آن آلودگی هوا با ۲۶/۹ درصد در رتبه دوم قرار گرفته و آلودگی ناشی از مواد زائد جامد با ۱۹/۴ درصد در رتبه سوم قرار گرفته و در



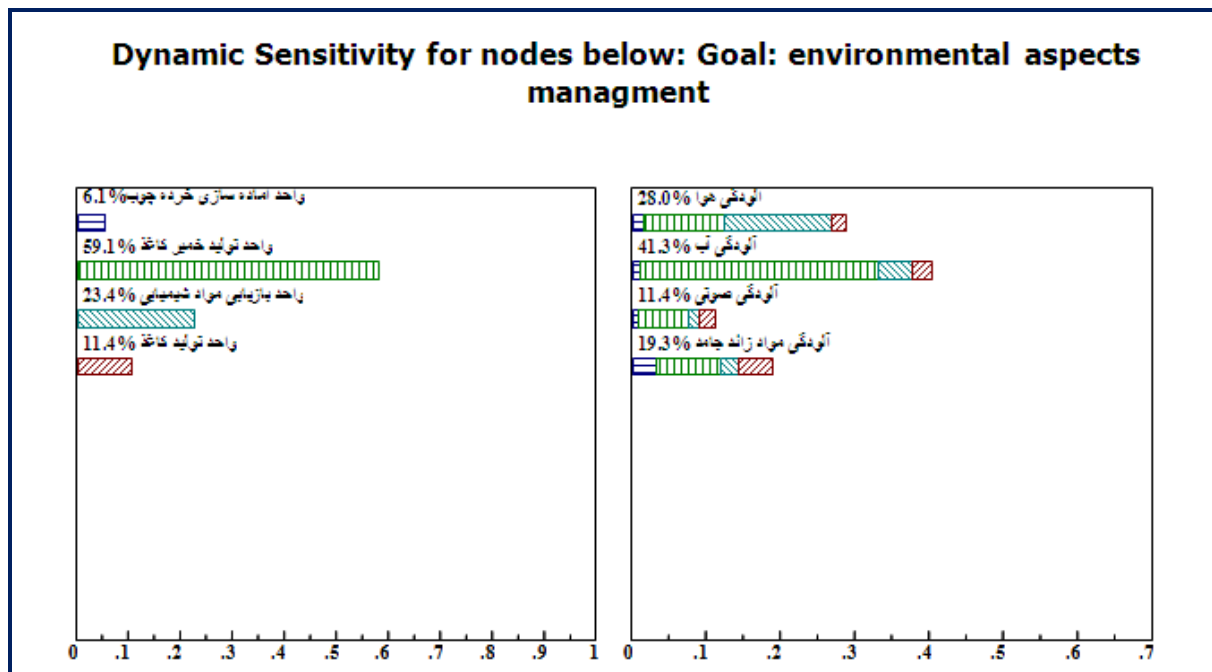
شکل ۶- تحلیل نهایی رتبه بندی گزینه ها حاصل از نظرات کارشناسان

Figure6- The final analysis of alternative ranking resulted by the experts

گرفته است. در نمودار سمت راست میزان اثر گذاری هر یک از معیارها بر گزینه ها به صورت گرافیکی نشان داده شده است. اما در شکل ۸ که نمودار تحلیل حساسیت بر اساس کارایی است اثر گذاری هر معیار بر انتخاب گزینه ها به صورت عددی نمایش داده شده است در شکل ۸ معیارها بر روی محور افقی و گزینه ها بر روی محور عمودی قرار دارند. تقاطع خطوط گزینه ها با خطوط عمودی معیارها وزن آن معیار را در رابطه با گزینه مورد نظر خواهد داد و همچنین تقاطع نمودار گزینه ها با خط عمودی OVERAL نشان می دهد که چگونه گزینه ها نسبت به حالت کلی اهمیت بندی شده اند. مثلا تقاطع گزینه آلودگی آب با معیار واحد تولید خمیر کاغذ عددی حدود ۰.۸۰ را نشان می دهد و در گزینه آلودگی هوا عدد ۰.۳۰ دیده می شود این بدین معناست که آلودگی آب واحد تولید خمیر کاغذ بیشتر از آلودگی هواست بر خلاف آن در واحد بازیابی مواد شیمیایی آلودگی هوا مهمتر از آلودگی آب است. ، همین طور برای گزینه های دیگر نیز این مقایسه انجام می شود .

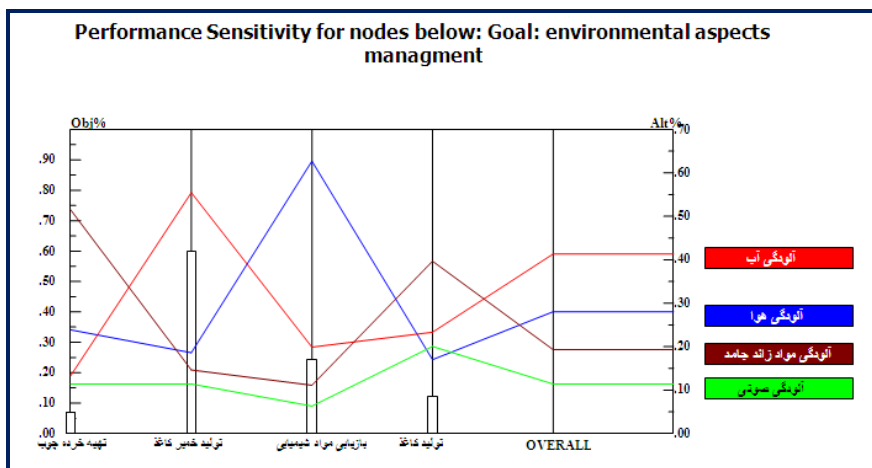
پس از اینکه بارزترین جنبه ها و اثرات زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ مشخص شدند سهم هر یک از واحدها در ایجاد اثرات زیست محیطی و همچنین علل بارز بودن جنبه ها مورد تحلیل قرار گرفت. با استفاده از توانائی آنالیز حساسیت در نرم افزار سهم هر واحد در تولید آلودگی در شکل ۷ و ۸ ارائه شده است که حاصل تلفیق نظرات کارشناسان در نرم افزار Expert Choice می باشد.

در شکل ۷ که نمودار آنالیز حساسیت دینامیک نام دارد میزان اولویت گزینه ها بر اساس معیارها نشان داده شده است. در سمت چپ میزان اولویت معیارها جهت مدیریت جنبه های زیست محیطی مشخص شده است. با تلفیق نظر کارشناسان این نتیجه حاصل شد که واحد تولید خمیر کاغذ با ۵۹.۱٪ آلودگی ساز ترین واحد صنعت چوب و کاغذ می باشد و پس از آن واحد بازیابی مواد شیمیایی با ۲۳.۴٪ سهم دوم را در تولید آلاینده ها داراست در رده بعدی واحد تولید کاغذ با ۱۱.۴٪ و بعد از آن واحد تهیه و آماده سازی خرده چوب با ۶.۱٪ در رتبه آخر قرار



شکل ۷- آنالیز حساسیت دینامیک - رتبه بندی معیارها و میزان ارجحیت گزینه ها بر حسب معیارها

Figure7- Dynamic sensitivity for nodes: Goal; Environmental Aspects Management



شکل ۸- تحلیل حساسیت بر اساس کارائی

Figure 8- Sensitivity analysis based on performance

بحث و نتیجه گیری

۴- رد پای هر یک از آلودگی ها شناسایی شد که هر نوع آلاینده بیشتر در کدام بخش کارخانه تولید می شود در انتهای کار که بارزترین جنبه ها و اثرات شناسایی شدند با استفاده از نظر کارشناسان تحقیق و مطالعه مستندات صنایع چوب و کاغذ نوع و علل مهم بودن این عوامل مورد بررسی قرار گرفتند و در راستای رفع آنها در جداول (۱) و (۲) راهکارهایی ارائه شده است

پس از تجزیه و تحلیل ساختار سلسله مراتبی و ارائه نتایج به صورت نمودار می توان بیان نمود که از این تحقیق ۴ نتیجه کلی حاصل شد.

- ۱- رده بندی اثرات زیست محیطی صنایع چوب و کاغذ
- ۲- رده بندی واحدهای تولیدی کارخانه از لحاظ میزان آلاینده های زیست محیطی
- ۳- بارزترین جنبه های زیست محیطی هر واحد تولیدی

جدول ۱- بررسی بارزترین جنبه زیست محیطی هر واحد

(Table 1) - Review the most significant environmental aspect of each unit

واحد کارخانه	بارزترین جنبه واحد	علت	راهکار
واحد آماده سازی خرده چوب	چیپس کردن چوب آلات	آلودگی صوتی بسیار زیاد آلودگی هوا در اثر پراکنش ذرات معلق ریز و درشت به مقدار زیاد- تولید ضایعات چوب و اتلاف منابع به علت کندن تیغه ها و شکستن آنها و لزوم تعویض تیغه ها- انتشار بو و آلودگی صوتی در فرآیند تیز کردن تیغه ها	استفاده از ماسک تنفسی- استفاده از گوشی برای جلوگیری از آسیب به گوش- تر کردن خرده چوب جهت کاهش انتشار ذرات معلق- عایق کاری مناسب دستگاهها- عایق کاری صوتی واحد - جابه جایی پرسنل این بخش با بخش های دیگر جهت جلوگیری از آسیب های شنوایی
واحد تولید خمیر کاغذ	پخت چیپس توسط لیکور	انتشار بخار و گاز های SO_2 - آلودگی تشعشعی بر اثر نفوذ اشعه- انتشار بو- اتلاف منابع- احتمال پاره شدن شیلنگ و لوله بخار دستگاه و نشت گازهای سمی	انجام به موقع نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه- نصب فیلتر بر روی خروجی دستگاه- استفاده باگاس به جای استفاده از خمیر چوب برای تولید کاغذ
واحدت بازیابی مواد شیمیایی	تهیه و آماده سازی لیکور	انتشار گاز SO_2 - Co - No -پراکنش ذرات معلق	تنظیم سیستم حرارت بویلر و رفع اشکال آنها- استفاده از سیستم های اتوماتیک کنترل بویلر و دستگاههای دیگر
واحد تولید کاغذ	استفاده از کاغذهای بازیافتی	تولید ضایعات فراوان- لزوم استفاده از رنگبر و حلال چسب- آلودگی خاک	انتقال ضایعات به محل دفن- استفاده بیشتر از کارتون و کاغذ های بینباز از رنگبری

جدول ۲- بررسی اثرات زیست محیطی صنعت چوب و کاغذ

Table 2 - Evaluation of environmental impacts Wood and paper industry

اثرات زیست محیطی	نوع آلاینده ها	راهکار
آلودگی آب	مواد آلی- لیگنین- چربی ها- اسید سولفوریک- رنگ- شیرآهک- سولفیت سدیم- سود سوزآور- سیلیکات سدیم- موادرنگ بر- لیکور سیاه	کنترل مصرف آب در فرآیند تولید و مصرف بهینه آب ، به حداقل رساندن فیبر های زائد و غیر قابل استفاده در آب ، استفاده بیشتر از کاغذ های بازیافتی به این دلیل که فرآیند اولیه تولید کاغذ حذف می شود ، استفاده باگاس به جای استفاده از خمیر چوب برای تولید کاغذ ، تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن- ایجاد آزمایشگاه مجهز جهت نموبرداری منظم از پساب خروجی هر واحد- اجرای دوره های آموزش محیط زیست برای کارکنان
آلودگی هوا	-SO ₂ - NO- Co-H ₂ S- هیدروکربن ها- ذرات معلق- ترکیبات آلی فرار	استفاده از تکنولوژی های پیشرفته، استفاده از فیلتر های دودکش، استفاده از انرژی خورشیدی (با توجه به مساحت زیاد تحت پوشش صنایع چوب و کاغذ با نصب پانل- های خورشیدی می توان بخشی از انرژی حرارتی را جهت استفاده به جای سوخت، گرم کردن آب و.. تهیه نمود) استفاده از انرژی باد، استفاده باگاس نیشکر به جای استفاده از خمیر چوب برای تولید کاغذ، ایجاد آزمایشگاه مجهز جهت نموبرداری منظم از دود خروجی از دودکش هر واحد- اجرای دوره های آموزش محیط زیست برای کارکنان- ایجاد فضای سبز در محوطه اطراف صنعت
آلودگی ناشی از پسماندها	بستری از فیبر- خرده چوب- مواد به جا مانده در ته حوضچه های ته نشینی- پوست تنه درختان- کاغذ های باطله- کاغذ های معیوب خارج شده از فرآیند	تهیه کمپوست از پسماندهای آلی- تولید کود گرانوله و فروش به باغداران- استفاده از باقی مانده چوب و کاغذ جهت سوخت در مناطق محروم- استفاده از چپیس های باقی مانده به عنوان تزئین فضا های سبز شهری، استفاده باگاس به جای استفاده از خمیر چوب برای تولید کاغذ- اجرای دوره های آموزش محیط زیست برای کارکنان- تولید آرد چوب- استفاده چند باره از کاغذ های باطله (بازیافت چندین باره)
آلودگی صوتی	ناشی از پوست کنی چوب آلات- خردکردن چوب ها- کارکردن دستگاهها- تیز کردن تیغه های دستگاهها	عایق کاری مناسب دستگاهها- عایق کاری صوتی واحد تهیه خرده چوب- جابه جایی پرسنل این بخش با بخش های دیگر جهت جلوگیری از آسیب های شنوائی- اجرای دوره های آموزش محیط زیست برای کارکنان

منابع

۲- واحد محیط زیست صنایع چوب و کاغذ مازندران،

«گزارش صنایع چوب و کاغذ مازندران و محیط

زیست»، ۱۳۸۹.

3- National Assosiation of Forest Industry., 2006. Wood and Paper Products Industry Skills Shortage audits. see information in:

1- Urmanbetova, A., 2001. Type of Paper and Containerboard, Containerboard Grades and tests. see information in: <http://www.prism.gatech.edu/~hl45/sloan/documents/Terminology%20Report.pdf>.

- plant design problem under imprecise demand. *Computers & Operations Research*, Vol. 36, pp. 711 – 736
- ۱۰- رضایی، کامران، «استاندارد-ISO 14001» انتشارات آکادمی توف ایران، ۱۳۸۷
- ۱۱- قدسی پور، حسن، «فرایند تحلیل سلسله مراتبی»، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۸
- ۱۲- نظری عدلی، سعید و همکاران، «تلفیق منطق بولین و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با استفاده از (GIS)»، ۱۳۸۶، مجله علمی پژوهشی شهر نگار، ۱۳۸۶، شماره ۴۰.
- 13- Green, H., Hunter, C., Moore, B., 1999. Assessing the environmental impact of tourism development: use of the Delphi technique. *Tourism Management*, Vol. 11, pp. 111-120.
- ۱۴- نیکمردان، علی، «معرفی نرم افزار Expert Choice 11»، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه امیر کبیر، ۱۳۸۶.
- 15- Kajanus, M., Kangas, J., Kurttila, M., 2003. The use of value focused thinking and the A'WOT hybrid method in tourism management. *Tourism Management*, Vol. 25, pp. 499-506.
- <http://search.dpi.vic.gov.au/search/search.cgi>
- 4- M, Fani., B, Farhanieh., 2009. Coordination of process integration and exergoeconomic methodology for analysis and optimization of pulp and paper mill. *SCIENTICA IRANICA*, Vol. 16, pp. 301- 312.
- 5- Júlíus, Sólnes., 2003. Environmental quality indexing of large industrial development alternatives using AHP. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume. 23, pp. 283-303.
- 6- M, Amiri. Sh, ghodbanan., 2002. Effect of Metal Salt Coagulate on Treatment of Activate Sludge Effluent in Sulfite Mill Pulp and Paper Plant. *Iran. J. Chem. & Chem. Eng*, Vol. 21, No2.
- 7- Ramanathan, R., 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. *Environmental Management*, Vol. 63, pp. 27–35.
- 8- Kayaa, K., Kahramanb, C., 2011. An integrated fuzzy AHP–ELECTRE methodology for environmental impact assessment. *Expert System with Applications*, Vol. 38, pp. 8553-8562
- 9- Alberto, A., Aguilar, L., 2009. An AHP-based decision-making tool for the solution of multi product batch