

Dor: [20.1001.1.2008921.1399.11.22.2.3](https://doi.org/10.1001.1.2008921.1399.11.22.2.3)

## بررسی و شناخت خصوصیات کمی و کیفی نخاله‌های ساختمانی و عمرانی شهرستان گرگان و امکان سنجی مالی بازیافت آن

علی شهبازی<sup>۱\*</sup>، علی محمد حسینی<sup>۲</sup>، حسن رضایی<sup>۳</sup>، علی قائمی<sup>۴</sup>

۱ دانشجوی دکتری رشته علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه تهران، ایران  
۲ کارشناسی رشته علوم و مهندسی محیط‌زیست، موسسه غیر انتفاعی بهاران، گرگان، ایران  
۳ دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران  
۴ کارشناس ارشد رشته آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد واحد تنکابن، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸)

### چکیده

عدم مدیریت مناسب مواد زائد ساختمانی می‌تواند اثرات مخرب محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی ایجاد نماید، به همین دلیل بررسی کمیت، کیفیت و توجیه اقتصادی پردازش نخاله‌ها حایز اهمیت است. جهت برآورد کمی نخاله‌های شهرستان گرگان در سال ۱۳۹۴ از دو پارامتر «تعداد تخلیه و بار ماشین» استفاده شد. همچنین امکان سنجی مالی با استفاده از روش ارزش خالص فعلی و نقطه سر به سر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آنالیز کمی نشان داد که به طور متوسط روزانه ۲۶۴ تن و در طول سال ۹۶۸۶۱ تن نخاله ساختمانی در محل‌های دفع تخلیه می‌شود. بیشترین درصد ترکیب نخاله در هزارپیچ مربوط به خاک با ۳۳/۵٪ و کمترین آن چوب با ۱٪ است. امکان سنجی مالی احداث مرکز پردازش نخاله در گرگان نشان داد که پردازش نخاله تولیدی در این شهرستان از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نیست، اما اگر علاوه بر شهرستان گرگان، نخاله‌های چهار شهر مجاور نیز پردازش شوند، در این صورت طرح از نظر اقتصادی قابل قبول است. در این حالت ارزش خالص فعلی پس از نه سال و یازده ماه به نقطه سر به سر رسیده و بعد از این زمان سودآوری آغاز می‌شود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت با تجمیع نخاله‌ها، بازیافت آنها توجیه‌پذیر خواهد بود. علاوه بر این، پردازش نخاله تولیدی باعث سودآوری مالی، کاهش آلودگی‌های محیط زیست، کاهش فشار افکار عمومی و در نهایت توسعه پایدار منطقه خواهد شد.

**کلید واژه‌ها:** نخاله‌های ساختمانی، ارزش خالص فعلی، نقطه سر به سر، امکان سنجی مالی، شهرستان گرگان

## سرآغاز

بالا رفتن استانداردهای زندگی، مطالبات پروژه‌های زیربنایی، وجود بافت‌های فرسوده و افزایش جمعیت باعث رشد سریع صنعت ساخت شده (Mortaheb & Kavousian, 2010)، از طرف دیگر کاهش عمر ساختمان‌ها و ارزش زمین به همراه سوانح طبیعی و انسانی (زلزله، جنگ و غیره) موجبات تخریب ساختمان‌ها را فراهم می‌کند. تخریب و ساخت و ساز پسماندی با نام نخاله‌های ساختمانی و عمرانی را تولید می‌کنند (Jaffarzadeh et al., 2004)، مواد زاید ساختمانی یکی از آلاینده‌های مهم محیط‌زیست می‌باشند (Yashuai, 2013) که در صورت عدم مدیریت شایسته اثرات مخرب محیط‌زیستی و اقتصادی و اجتماعی را به بار می‌آورد (Jaffarzadeh et al., 2004; Nunes, et al., 2007; Wang et al., 2004). مدیریت صحیح نخاله‌های ساختمانی توسعه پایدار را به دنبال خواهد داشت (Ghorbani & Shirzadi, 2010; Gilani, 2014; Mortaheb & Kavousian, 2010) اما اجرای صحیح این مهم نیازمند شناخت کمیت و کیفیت و چگونگی جمع‌آوری و دفع و بازیافت نخاله است (Shafiei et al., 2011; Musavi & Hafezi Moghadas, 2011). یکی از بهینه‌ترین برنامه‌ها در مدیریت دورریزهای ساختمانی، بازیافت آنهاست (Omrani et al., 2005)، عمل بازیافت زمانی قابل توجیه است که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد (Sabt et al., 2005).

بنابر قانون مدیریت پسماند، مدیریت نخاله‌های ساختمانی و عمرانی در محدوده و حریم شهر بر عهده شهرداری هاست. در شهرستان گرگان مدیریت نخاله‌های ساختمانی تحت عنوان «اجرای عملیات ساماندهی حمل خاک و نخاله ساختمانی سطح شهرستان» به یک شرکت پیمانکار واگذار شده است که تفکیک و بازیافتی صورت نمی‌گیرد، البته برخی مواد با ارزش موجود در نخاله توسط مالک در مبادا و دوره‌گردها در محل دفن جمع‌آوری می‌شود و در نهایت عملیات ساماندهی باعث دفع نخاله در محل‌های تعیین شده و جلوگیری از تخلیه آن در سطح شهر می‌شود. محل‌های دفع نخاله‌های ساختمانی در شهرستان گرگان، تپه هزارپیچ، معدن جاده هاشم‌آباد و معدن جاده توسکاستان است که منطقه هزارپیچ (سوگله) از قدیمی‌ترین تفرجگاه‌های این شهر محسوب می‌شود. در مورد تاریخ دقیق

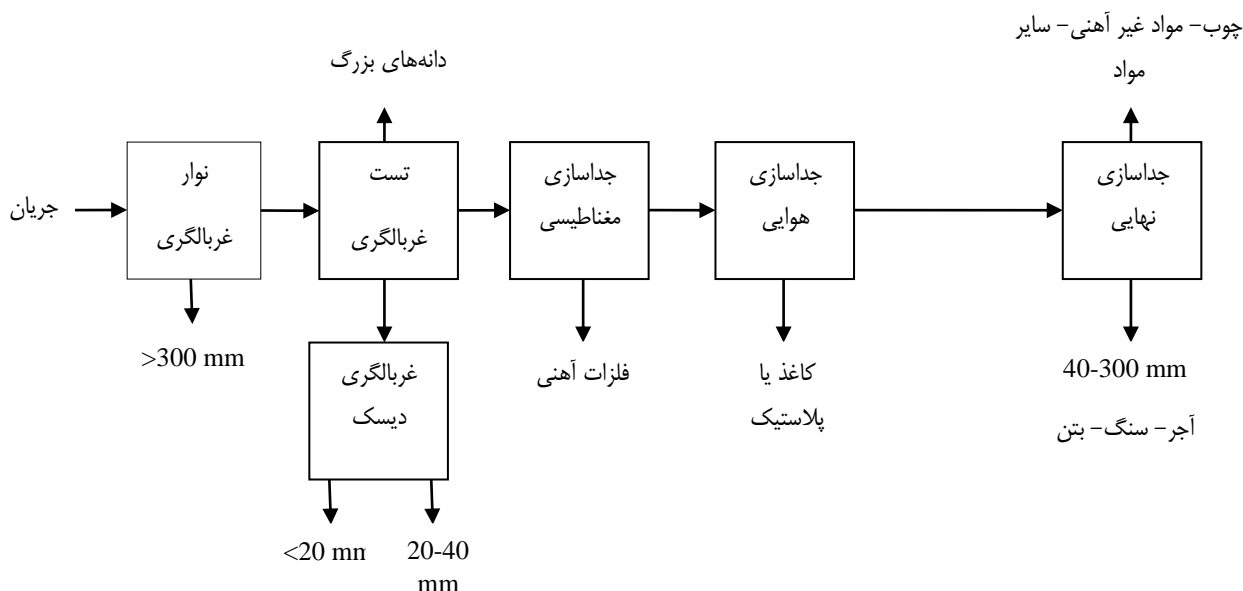
شروع تخلیه نخاله ساختمانی در این محل اطلاع دقیقی در دسترس نیست و تخلیه در این محل هم اکنون نیز ادامه دارد (Shahbazi et al., 2015).

از جمله مشکلات موجود و یا احتمالی ناشی از نخاله‌های ساختمانی شهرستان گرگان می‌توان به احتمال آلودگی آب و خاک و هوا، شیوع بیماری‌های مختلف اشاره نمود. همچنین دفع نخاله در هزارپیچ موجب آلودگی بصری، مخاطره بهداشت روانی، از بین رفتن زمین‌های طبیعی و تعرض به پوشش گیاهی منطقه شده است (Sabz Andish Payesh, 2010). اگرچه بسیاری از این زایدات معمولاً بی اثر هستند و ممکن است به اندازه زایدات خطرناک یا سایر مواد زاید جامد شهری خطر زیست‌محیطی نداشته باشند ولی حجم زیاد آن‌ها مشکلات عمده‌ای را برای بسیاری از جوامع از لحاظ کاهش ظرفیت محل‌های دفع و بر جای ماندن غیر قانونی دیگر مواد زاید جامد ایجاد کرده است (Omrani et al., 2007). به عنوان مثال، محل دفع جاده هاشم‌آباد بعد از شش ماه تخلیه نخاله جای خود را به معدن جاده توسکستان داد و از طرفی ظرفیت و عمر محل دفع توسکستان هم نامعلوم است. همچنین تخلیه قانونی فاضلاب انسانی در نزدیکی محل دفع هزارپیچ و تخلیه غیر قانونی پسماند آلی و درمانی و لاشه حیوانات در محل دفع هزارپیچ، بهداشت جامعه را به خطر می‌اندازد. وجود حشرات فراوان در محل دفع، با توجه به حضور سگ‌های ولگرد، امکان انتشار بیماری سالک را به وجود می‌آورد. برخی نخاله‌ها مانند بلوک‌های ساختمانی به دلیل توخالی بودن، بعد از دفن در بلند مدت خرد شده و منجر به نشست پوشش نهایی محل دفن می‌شوند (Jaffarzadeh et al., 2004). با توجه به دفن نخاله در گودال هاشم‌آباد و توسکستان در آینده احتمال نشست نیز وجود دارد.

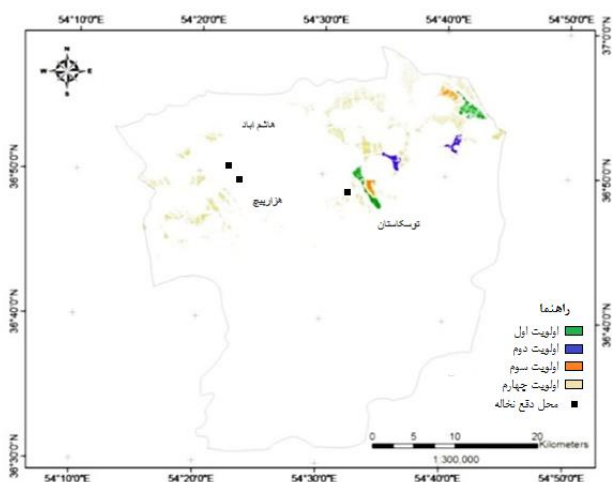
مطالعه ای در تایوان، برنامه بازیافت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب را از نظر فنی و اقتصادی بررسی نمود. در درجه اول امکان سنجی فرایند مرتب سازی مکانیکی در چند واحد عملیاتی مرکز توجه قرار گرفت (شکل ۱). آزمایش‌های غربالگری، سایش، ریزش و محتوای الی انجام شد. طی این فرایند سه نوع محصول با خواص فیزیکی و شیمیایی مشخص حاصل شد. یافته‌ها به وضوح نشان داد که استفاده مجدد از محصول به عنوان مصالح ساختمانی بسیار توصیه می‌شود. البته هر یک از محصولات با توجه به آزمایش‌های انجام شده، کاربردهای

نشده ولی تجزیه و تحلیل هزینه- سود، پتانسیل اقتصادی این فرایند را تایید می‌کند (Huang et al., 2002).

متفاوتی دارند. قسمتی از محصول با ناخالصی بیشتر به عنوان مواد پوششی در عملیات روزانه دفن زباله‌های بهداشتی قابل استفاده است. هرچند در این مقاله امکان سنجی اقتصادی انجام



شکل (۱): فرآیند پردازش پسماندهای ساختمانی (Huang et al., 2002)



شکل (۲): محل‌های مناسب دفع نخاله در شهرستان

گرگان بر اساس اولویت

(Taghizadeh Diva, et al., 2014; Shahbazi et al., 2015)

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

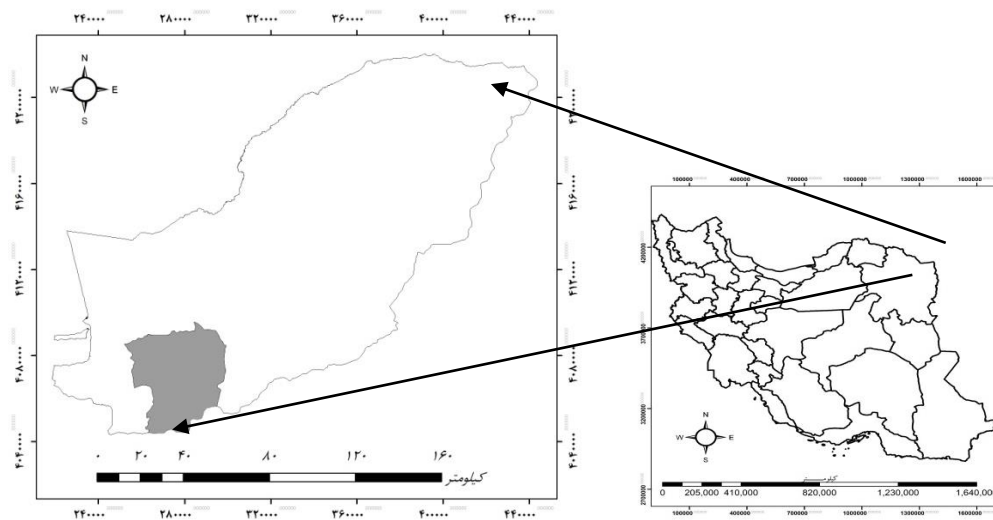
منطقه مورد مطالعه محدوده شهرستان گرگان، مرکز استان گلستان می‌باشد. شهرستان گرگان از شمال به آق قلا و بندر

نخاله بعد از پردازش، قابل استفاده مجدد است. به عنوان مثال بخشی از «مصالح دانه بندی شده» در زیر سازی راه‌ها قابل استفاده است. بعد از پردازش نخاله، هر یک از محصولات دارای جنس و خلوص و اندازه معینی هستند. در نتیجه پردازش، روشی برای بازیافت نخاله است که در ایران برای اولین بار در شهر کرمانشاه به اجرا درآمد (Shahbazi et al., 2015).

تقی زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی در شهرستان گرگان مناطق مناسب برای دفن نخاله‌های ساختمانی را در چهار سطح اولویت‌بندی نمودند که این مناطق اکثراً در بخش شمال شرقی محدوده مورد مطالعه قرار داشتند و به ترتیب دارای ۳۱۴، ۱۵۰، ۱۶۶، ۲۸۴ هکتار مساحت بودند (Taghizadeh Diva, et al., 2014). محل‌های دفع کنونی نخاله‌ها در شهرستان گرگان در هیچ یک از مناطق مناسب قرار ندارند (شکل ۲). با توجه به اهمیت بازیافت نخاله‌ها و مشکلات موجود و احتمالی این ضایعات و عدم انجام پژوهش در این زمینه برای شهرستان گرگان، هدف از این مطالعه بررسی کمیت و کیفیت نخاله‌های ساختمانی شهرستان گرگان و توجیه مالی طرح پردازش این نخاله‌ها است.

نفر جمعیت است. موقعیت شهرستان گرگان در شکل شماره (۳) نشان داده شده است.

ترکمن، از شرق به شهرستان علی آباد کتول، از جنوب به استان سمنان و از غرب به شهرستان کردکوی محدود شده است. شهرستان گرگان با مساحت ۱۳۱۶ کیلومترمربع، دارای ۴۲۶۴۵۵



شکل (۳): موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان و کشور ایران

ساختمانی در شهرستان گرگان در شکل شماره (۴) آورده شده است. «مصالح دانه‌بندی‌شده» به عنوان محصول نهایی طرح، قابل فروش است. میزان این محصول برابر با میزان «نخاله قابل بازیافت» است. حداقل میزان «نخاله قابل بازیافت» از داده‌های ذیل مفروض شد.

در مجموع ۱۰ الی ۱۵ درصد پسماندها غیر قابل بازیافت می‌باشند و طبق تخمین (USGBC U.S.Green Bulding council)، ۹۵ درصد نخاله‌های ساختمانی قابل بازیافت است (USGBC Wrinkler, 2010). شهبازی و همکاران در سال ۱۳۹۴ بیان کردند، ۲۵٪ ضایعات ساختمانی در استان گلستان قابلیت بازیافت ندارند (Shahbazi et al., 2015). لذا حداقل میزان نخاله قابل بازیافت، ۷۵٪ در نظر گرفته شد و در نتیجه حداقل میزان تولید «مصالح دانه بندی شده» از رابطه (۲) به دست آمد.

$$P = D \times 75\% \quad (2)$$

که در آن P میزان تولید مصالح دانه‌بندی‌شده بر حسب تن و D میزان نخاله ورودی به مرکز پردازش بر حسب تن است. جهت تخمین هزینه‌ها و درآمدهای طرح از مفروضات و داده‌های ذیل استفاده شد:

### برآورد کمی و کیفی نخاله‌های ساختمانی

برای برآورد کمیت نخاله‌های ساختمانی از دو پارامتر «تعداد تخلیه و بار ماشین» استفاده شد. بدین منظور «تعداد تخلیه روزانه» و «میانگین خاک و نخاله حمل شده توسط هر یک از ماشین‌های حمل» از طریق مصاحبه با پیمانکار به دست آمد (خدمات شهری شهرداری گرگان، ۱۳۹۴). در نهایت برای برآورد کمی خاک و نخاله گرگان در سال ۹۴ از رابطه (۱) استفاده شد.

$$K = (N_3 \times M_3) + (N_2 \times M_2) + (N_1 \times M_1) \quad (1)$$

که در آن K کمیت نخاله در سال بر حسب تن (۱۰۰۰ کیلوگرم)، N متوسط تعداد تخلیه سالانه توسط هر ماشین و M میانگین نخاله حمل شده توسط هر ماشین بر حسب تن، شماره ۱ معرف نیسان و شماره ۲ معرف خاور یا کامیونت و شماره ۳ معرف کامیون است.

از نتایج طرح ملی بررسی برنامه و راهکارهای اجرایی مدیریت محیط‌زیستی پسماندهای شهری استان گلستان (Shahbazi et al., 2015)، برای برآورد کیفی استفاده شد.

### امکان‌سنجی مالی طرح پردازش نخاله‌های ساختمانی

طرح شماتیک پیشنهاد شده جهت بازیافت و پردازش نخاله‌های

بر این اساس اگر  $NPV < 0$  بود بیانگر طرحی با نرخ سود سالیانه کمتر از  $i$  بوده و لذا توجیه اقتصادی ندارد، اما اگر  $NPV \geq 0$  بود نشانگر طرحی با نرخ مورد انتظار از سرمایه گذاری (Minimum Attractive Rate of Return) (MARR) (نرخ بازدهی حداقل معادل نرخ تنزیل) بوده و لذا توجیه اقتصادی دارد. در این محاسبات نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی در سال ۹۴، ۲۰٪ در نظر گرفته شده است. همچنین ریسک سرمایه گذاری این طرح، ۲٪ منظور شده است. پس از محاسبه  $NPV$ ، نقطه سر به سر (Break-even Point) (BE) مورد بررسی قرار گرفت نقطه‌ای که در آن درآمدها با هزینه‌ها برابر است و این نقطه نشان می‌دهد که یک سرمایه گذاری چه زمانی می‌تواند به سود برسد. جهت به دست آوردن این نقطه، نمودار  $NPV$  در یک دوره  $n$  ساله رسم شد و محل تلاقی منحنی  $NPV$  با محور افقی (سال) نشان‌دهنده نقطه مذکور می‌باشد (Majidian, 2014).

#### یافته‌ها

نتایج برآورد کمی نخاله‌های ساختمانی در سال ۱۳۹۴ نشان داد، در تپه هزارپیچ به طور میانگین روزانه در فصل بهار و تابستان ۵۰ مرتبه و در فصل پاییز و زمستان ۳۵ مرتبه تخلیه خاک و نخاله صورت می‌گیرد. از این تعداد تخلیه، ۹۰٪ سهم نیسان و ۱۰٪ سهم کامیونت یا خاور می‌باشد. در گودال توسکستان به طور میانگین روزانه ۲۱ دستگاه کامیون حامل خاک و نخاله در این محل تخلیه می‌شود. به طور کلی در شهرستان گرگان روزانه ۲۶۴ تن معادل ۱۵۵ متر مکعب نخاله ساختمانی و در طول سال، ۹۶۸۶۱ تن معادل ۵۷۰۶۸ متر مکعب نخاله ساختمانی در محل‌های دفع (تپه هزارپیچ و گودال توسکستان) تخلیه شده است. از کل نخاله تخلیه شده، ۲۹٪ در هزارپیچ و ۷۱٪ در توسکستان تخلیه می‌شود. به علارت دیگر ۲۷۶۸۷ تن، معادل ۱۶۳۳۲ متر مکعب نخاله ساختمانی در تپه هزارپیچ دیو (دفع) شده و ۶۹۱۷۴ تن معادل ۴۰۷۳۵ متر مکعب نخاله ساختمانی در گودال توسکستان دفن (دفع) شده است (جدول ۱).

الف. فاصله محل بازیافت تا شهر مشابه فاصله محل دفع تا شهر است، بنابراین ضایعات ساختمانی مستقیماً در محل پردازش تخلیه می‌شود. در نتیجه هزینه‌ای حمل نخاله از محل دفع تا محل پردازش، صفر است.

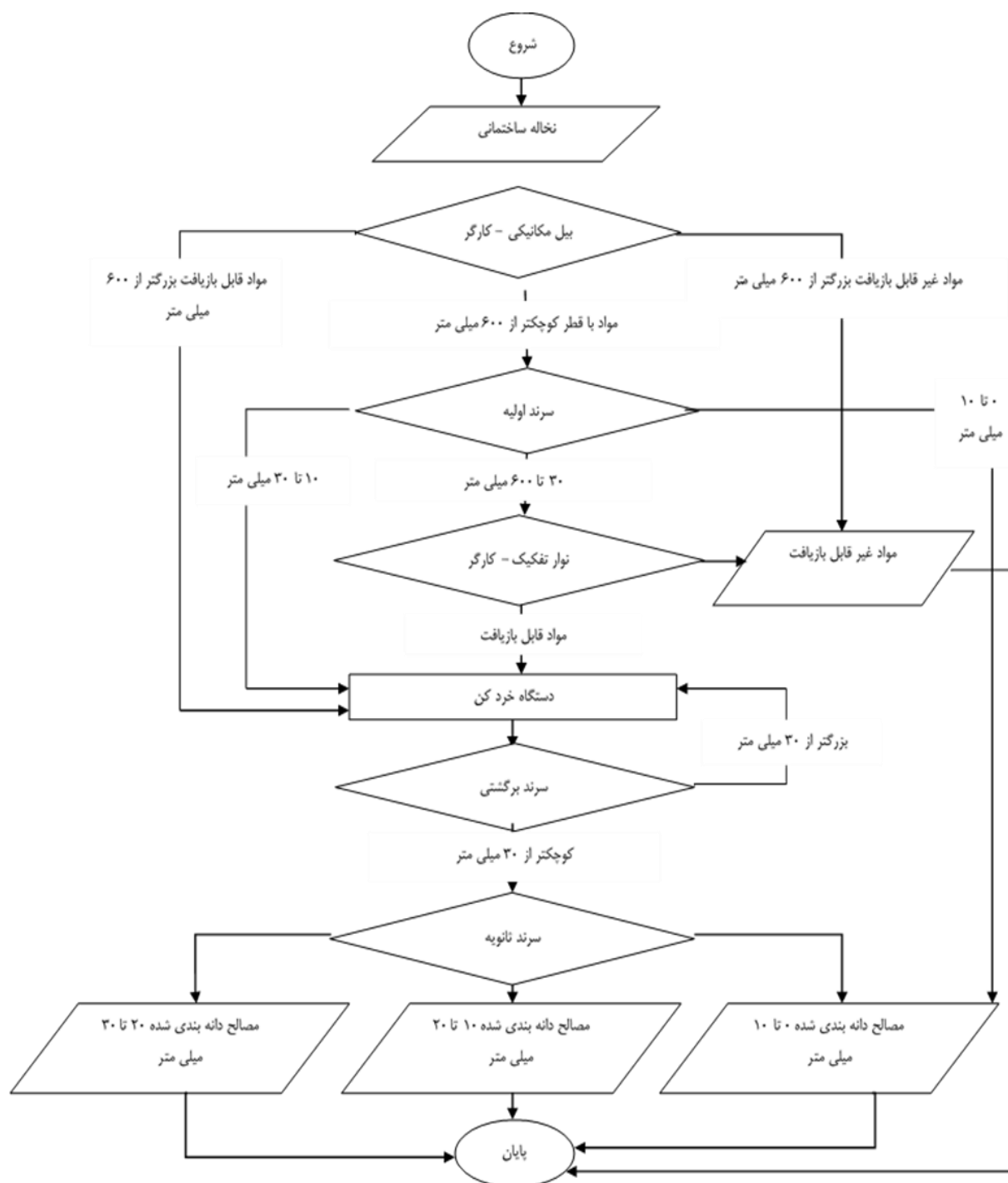
ب. درآمدهای طرح از دو بخش حاصل می‌شدند. بخش اول شامل دریافت ۱۰ تومان به ازای پردازش هر کیلوگرم نخاله است که توسط شهرداری به مجری طرح بازیافت پرداخت می‌شود. شهرداری این بودجه را در زمان صدور مجوز تخریب (۳۴۰۰۰۰ ریال بر مترمربع) و صدور مجوز ساخت (۲۴۰۰۰ ریال بر متر مربع) از سازندگان دریافت می‌کند. بخش دوم شامل فروش مصالح دانه بندی شده که هر تن حدود ۳ تا ۵ هزار تومان است (Ghorbani & Shirzadi, 2014).

جهت امکان‌سنجی اقتصادی طرح، ابتدا توجیه‌پذیری احداث مرکز پردازش نخاله با استفاده از روش ارزش خالص فعلی (Net Present Value) مورد ارزیابی قرار گرفت، سپس هزینه دفع با پردازش مقایسه شد. در روش ارزش خالص فعلی ( $NPV$ ) تمامی هزینه‌ها و درآمدها بسته به این که در چه زمانی به وقوع خواهند پیوست، با نرخ بهره مناسب طبق رابطه (۳) تنزیل شدند.

$$\frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

که در آن  $t$  زمان انجام هزینه یا وقوع درآمد بر حسب سال،  $R_t$  مقدار کمی درآمد یا هزینه بر اساس جریان نقدینگی بر حسب میلیون تومان ( $10^7$  ریال) و  $i$  نرخ بهره که معادل حداقل نرخ مورد انتظار از سرمایه گذاری (حداکثر نرخ سود بدون ریسک یا نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی یا اوراق مشارکت) به اضافه چند درصدی برای پوشش ریسک سرمایه گذاری است. بدین ترتیب ارزش خالص فعلی طرح در یک دوره  $n$  ساله طبق رابطه (۴) محاسبه شد.

$$NPV(i, n) = \sum_{i=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (4)$$



شکل (۴): نمای شماتیک پیشنهادی طرح پردازش نخاله در شهرستان گرگان

جدول (۱): خصوصیات کمیت نخاله در شهرستان گرگان در سال ۱۳۹۴

محل دفع	فصل	میانگین تعداد تخلیه در روز	تخلیه نیسان %	تخلیه کامیونت یا خاور %	تخلیه کامیون %	تعداد تخلیه در سال	حجم نخاله (مترمکعب)	وزن نخاله (تن)
هزار پیچ	بهار	۵۰	۹۰	۱۰	۰	۱۵۵۵۵	۱۶۳۳۲/۷۵	۲۷۶۸۷/۹
	تابستان	۵۰	۹۰	۱۰	۰			
	پاییز	۳۵	۹۰	۱۰	۰			
	زمستان	۳۵	۹۰	۱۰	۰			
توسکستان	بهار	۲۱	۰	۰	۱۰۰	۷۶۸۶	۴۰۷۳۵/۸	۶۹۱۷۴
	تابستان	۲۱	۰	۰	۱۰۰			
	پاییز	۲۱	۰	۰	۱۰۰			
	زمستان	۲۱	۰	۰	۱۰۰			
مجموع	-	-	-	-	-	۲۳۲۴۱	۵۷۰۶۸/۵۵	۹۶۸۶۱/۹

می‌باشد. آجر و سایر موارد ۲۱/۴ درصد از کل حجم نخاله دفع شده در هزار پیچ را تشکیل می‌دهد. از کل نخاله تخلیه شده در هزار پیچ تنها درصد اندکی از آجرهای سالم توسط دوره گرد‌ها به چرخه بازیافت باز می‌گردد.

شهبازی و همکاران در سال ۱۳۹۴ نشان دادند ۱۳/۲ درصد حجم نخاله که شامل پسماندهای فلزی و پلاستیکی است، می‌تواند در صنایع بازیافت (مواد نفتی و فلزی) مورد استفاده قرار گیرد (جدول ۲). بیشترین درصد حجمی ترکیب نخاله در هزار پیچ، خاک با ۳۳/۵ درصد و کمترین درصد آن، چوب با ۱٪

جدول (۲): داده‌های نمونه برداری از هزار پیچ (درصد حجمی ترکیب نخاله)

نمونه	خاک	بتن	موزائیک	سنگ	آسفالت	آجر	گچ	شن و ماسه و سیمان	کاشی و سرامیک	چوب	سایر موارد
۱	۷۵	-	۵	۵	-	۵	-	۵	۵	-	-
۲	۵	-	-	۱۰	-	۱۵	-	۶۰	-	-	۱۰
۳	۵۰	-	-	-	-	۱۵	-	۲۰	-	۵	۱۰
۴	۲۰	۱۰	-	۱۰	۳۰	۱۰	-	۱۵	-	-	۵
۵	۵	۳۵	-	-	-	۱۰	-	۳۵	-	-	۱۵
۶	۱۰	۱۰	۵	-	-	۵	-	۲۵	۵	۱۰	۲۰
۷	۵	۲۵	۱۰	۳	-	۱۰	۵	۲۷	۵	-	۱۰
۸	۸۰	-	۲	۷	-	۲	-	۵	۲	-	۲
۹	۴۵	۱۰	-	۵	-	۷	۵	۱۵	۵	-	۸
۱۰	۵	۵	-	-	۳۵	۱۰	-	۱۰	۲۵	-	۱۰
۱۱	۶۰	۵	-	-	-	۱۵	۵	۵	۵	-	۵
۱۲	-	۳۵	-	-	-	۳۵	-	۱۵	۵	۲	۸
۱۳	۶۰	۱۰	-	-	۱۵	-	-	۵	-	-	۱۰
۱۴	۳۰	-	-	۲	-	۳	-	۱۵	-	-	۵۰
۱۵	۱۰	۳۵	-	۳۵	-	-	-	۱۰	-	-	۱۰
۱۶	۷۰	-	۱۰	۵	-	۵	۵	۵	-	-	-
۱۷	۴۰	-	-	-	-	۱۰	-	۱۵	-	-	۳۵
میانگین	۳۳/۵	۱۰/۵	۱/۸	۴/۸	۴/۷	۹/۲	۱/۱	۱۷/۴	۳/۳	۱	۱۲/۲

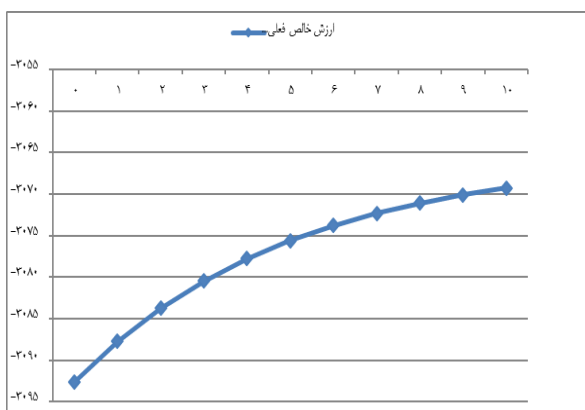
### امکان سنجی مالی طرح پردازش نخاله‌های ساختمانی

جهت امکان‌سنجی مالی طرح با در نظر گرفتن یک خط پردازش به ظرفیت نهایی ۶۰۰ تن در روز در یک شیفت کاری (هر شیفت شش ساعت مفید)، مبلغ ۳۰۹۲/۶۴ میلیون تومان صرف هزینه‌های سرمایه‌ای و مبلغ ۱۳۲۵ میلیون تومان صرف

هزینه‌های سالیانه (جاری) طرح می‌شود (جدول ۳). با پردازش روزانه ۲۶۴ تن نخاله، روزانه ۱۹۸ تن و سالیانه ۷۲۴۶۸ تن مصالح دانه‌بندی شده قابل تولید است. همچنین مجموع درآمدهای سالیانه طرح، ۱۳۳۰/۹۵۹ میلیون تومان (جدول ۳) است.

جدول (۳): هزینه‌ها و درآمدهای طرح پردازش

نوع	شرح	مقدار (میلیون تومان = ۱۰ <sup>۷</sup> ریال)	
		جزء	کل
هزینه‌های سرمایه‌ای	زمین	۲۰۰	۳۰۹۲/۶۴
	محوطه سازی و ساختمان	۱۰۰	
	تاسیسات	۱۱۶	
	تجهیزات اداری	۱۰	
	ماشین آلات ویژه	۲۵۰۰	
	هزینه های متفرقه و پیش بینی نشده (۲ درصد جمع بالا)	۶۰/۶۴	
هزینه‌های سالیانه	حقوق و دستمزد	۲۹۱/۵	۱۳۲۵
	سوخت و انرژی	۱۱۹/۲۵	
	تعمیر و نگهداری	۲۲۵/۲۵	
	استهلاک	۲۲۵/۲۵	
	اجاره کامیون، لودر، بیل مکانیکی	۴۷۳/۲۵	
	هزینه های پیش بینی نشده	۲۶/۵	
درآمدهای سالیانه	صدور مجوز	۹۶۸/۶۱۹	۱۳۳۰/۹۵۹
	فروش هر تن (۵۰۰۰ تومان)	۳۶۲/۳۴	



نمودار (۱): تحلیل نقطه سر به سر (برای پردازش روزانه ۲۶۴ تن نخاله)

۱. اگر روزانه ۲۶۴ تن نخاله تولیدی گرگان پردازش شود طرح از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست زیرا طبق نتایج حاصل از برآورد NPV (جدول ۴)، ارزش خالص فعلی در یک دوره ده ساله همواره منفی است لذا نرخ سود سالیانه کمتر از نرخ بهره (۲۲٪) است. همچنین طبق (نمودار ۱)، منحنی NPV و محور افقی (سال) فاقد نقطه تلاقی بوده، بنابراین طرح در این دوره فاقد نقطه سر به سر است و میزان هزینه‌ها همواره بیشتر از درآمدها است و طرح از جانب سرمایه‌گذار غیر قابل قبول است. البته لازم به ذکر است که ساخت و ساز در کل کشور و شهرستان گرگان از سال ۱۳۹۰ تا نیمه اول ۱۳۹۴ سیری نزولی داشته است، در صورت رونق صنعت ساختمان و افزایش تولید نخاله، امکان توجیه‌پذیر بودن این طرح در شهرستان گرگان وجود دارد. چرا که «نخاله پردازش شده» کمتر از نصف ظرفیت نهایی طرح (روزانه ۶۰۰ تن) است.

۲. اگر روزانه ۴۵۱ تن نخاله تولیدی شهرستان گرگان و چهار شهر مجاور آن (علی‌آباد، کردکوی، آق‌قلا، بندرترکمن) پردازش شود، در این صورت روزانه ۳۶۱ تن مصالح دانه‌بندی



نقطه سربه‌سر رسیده و سریع تر به سودآوری خواهد رسید. بنابراین، می‌تواند به عنوان یک طرح تجاری زود بازده مدنظر قرار گیرد.

جدول (۵): محاسبه NPV با نرخ تنزیل ۲۲٪  
(برای پردازش روزانه ۴۵۱ تن نخاله)

سال	ارزش فعلی (میلیون تومان)	ارزش فعلی تجمعی (میلیون تومان)
۰	-۳۰۹۲/۶۴	-۳۰۹۲/۶۴
۱	۶۴۸/۳۰۶	-۲۴۴۴/۳۳۴
۲	۵۳۱/۳۹۸	-۱۹۱۲/۹۳۶
۳	۴۳۵/۵۷۲	-۱۴۷۷/۳۶۴
۴	۳۵۷/۰۲۶	-۱۱۲۰/۳۴۸
۵	۲۹۲/۶۴۵	-۸۵۷/۷۰۳
۶	۲۳۹/۸۷۲	-۵۸۷/۸۳۱
۷	۱۹۶/۶۱۷	-۳۹۱/۲۱۴
۸	۱۶۱/۱۶۱	-۲۳۰/۰۵۳
۹	۱۳۲/۰۹۹	-۹۷/۹۵۴
۱۰	۱۰۸/۲۷۸	۱۰/۳۲۴

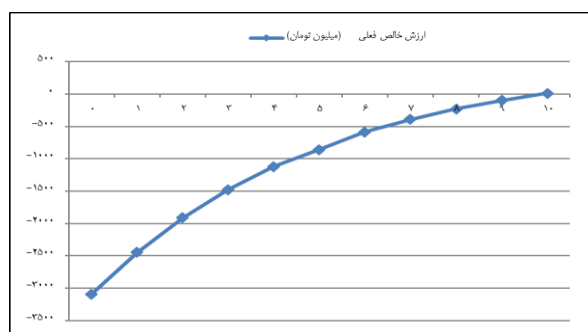
### بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده در شهرستان گرگان در سال ۹۴ میزان ۹۶۸۶۱ تن معادل ۵۷۰۶۸ متر مکعب نخاله ساختمانی در محل‌های دفع تخلیه شده است که از این مقدار، ۲۹٪ سهم تخلیه در هزارپیچ و ۷۱٪ سهم تخلیه در توسکستان است. برآورد کیفی نخاله‌های ساختمانی نشان می‌دهد که بیشترین درصد ترکیب نخاله در هزارپیچ مربوط به خاک با ۳۳/۵٪ و کمترین آن چوب با ۱٪ است. توجه مالی احداث مرکز پردازش نخاله در گرگان با ظرفیت نهایی ۶۰۰ تن در روز در یک شیفت کاری نشان داد که اگر روزانه ۲۶۴ تن نخاله تولیدی گرگان پردازش شود طرح از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست. زیرا، NPV در یک دوره ده ساله همواره منفی است و طرح در این دوره فاقد نقطه سربه‌سر است. اما اگر روزانه ۴۵۱ تن نخاله تولیدی شهرستان گرگان و چهار شهر مجاور آن (علی‌آباد، کردکوی، آق‌قلا، بندرترکمن) پردازش شود طرح از نظر اقتصادی قابل قبول است، زیرا ارزش خالص فعلی در افق ده ساله از سال نهم مقداری مثبت است و طرح پس از نه سال و یازده ماه به نقطه سربه‌سر رسیده و بعد از این زمان سودآوری آغاز می‌شود. بنابراین اجرای

جدول (۴): محاسبه NPV با نرخ تنزیل ۲۲٪  
(برای پردازش روزانه ۲۶۴ تن نخاله)

سال	ارزش فعلی (میلیون تومان)	ارزش فعلی تجمعی (میلیون تومان)
۰	-۳۰۹۲/۶۴	-۳۰۹۲/۶۴
۱	۴/۸۸۴۴۲۶۲	-۳۰۸۷/۷۵۵۶
۲	۴/۰۰۳۶۲۸	-۳۰۸۳/۷۵۲
۳	۳/۲۸۱۶۶۲۳	-۳۰۸۰/۴۷۰۴
۴	۲/۶۸۹۸۸۷۲	۳۰۷۷/۷۸۰۶
۵	۲/۰۴۸۲۵۶	-۳۰۷۵/۵۷۵۸
۶	۱/۸۰۷۲۳۴۱	۳۰۷۳/۷۶۸۶
۷	۱/۴۸۱۳۳۹۵	-۳۰۷۲/۲۸۷۳
۸	۱/۲۱۴۲۱۲۷	-۳۰۷۱/۰۷۳۱
۹	۰/۹۹۵۲۵۶۳	-۳۰۷۰/۰۷۷۹
۱۰	۰/۸۱۵۷۸۳۸	-۳۰۶۹/۲۶۲۲

شده تولید می‌شود و طرح از نظر اقتصادی قابل قبول است. زیرا طبق نتایج حاصل از برآورد NPV در یک دوره ده ساله (جدول ۵)، ارزش خالص فعلی از سال نهم مقداری مثبت است. بنابراین، نرخ سود سالیانه بیشتر از نرخ بهره (۲۲٪) است. همچنین همانطور که در نمودار شماره دو ملاحظه می‌شود، منحنی NPV و محور افقی (سال) پس از نه سال و یازده ماه یکدیگر را قطع کرده و طرح به نقطه سربه‌سر رسیده و بعد از این زمان سودآوری آغاز می‌شود (نمودار ۲).



نمودار (۲): تحلیل نقطه سر به سر  
(برای پردازش روزانه ۴۵۱ تن نخاله)

لازم به ذکر است در صورتی که نخاله‌های دفع شده سال‌های ۹۰ تا ۹۳ گرگان از محل دفع هزارپیچ بازیابی و به این مرکز منتقل و به همراه سایر نخاله‌ها پردازش شود، درآمد بالا رفته و نرخ سود سالانه افزایش یافته و طرح در مدت زمان کمتری به

### تشکر و قدردانی

نگارندگان این مقاله کمال تشکر و قدردانی را از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گلستان دارند. این مقاله بخشی از گزارش طرح «بررسی برنامه و راهکارهای اجرایی مدیریت پسماندهای شهری و روستایی استان گلستان» می‌باشد که با همکاری اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گلستان به انجام رسیده است.

این طرح از نظر مالی توجیه‌پذیر خواهد بود و علاوه بر سودآوری مالی، موجب کاهش فشار افکار عمومی و رسانه‌های اجتماعی از موضع نخاله‌های ساختمانی و در نهایت توسعه پایدار منطقه، موجب رضایت مردم و راهبرد سیاسی مسئولان شهری و کشوری خواهد شد. برای ارزیابی اقتصادی باید نتایج محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی طرح را در بلند مدت محاسبه کرده و این نتایج را به یک واحد مالی تبدیل کنیم به عنوان مثال با توجه به تجدیدنپذیر بودن منابع اولیه مصالح ساختمانی (کاهی)، ارزش اقتصادی بازگشت نخاله به چرخه تولید و حفظ منابع اولیه مدنظر قرار گیرد.

### فهرست منابع

- Ghorbani, P. & Shirzadi Gilani, H. 2014. Executive solution for processing construction and construction waste in Iran in Kermanshah, 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, Tehran. (In Persian)
- Huang, W. L.; Lin, D. H.; Chang, N. B. & Lin, K. S. 2002. Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process. Resources, conservation and recycling, 37(1), 23-37.
- Jaffarzadeh, N.; Takdastan, A. & Abtahi, M. 1383. Construction debris separation, recycling and disposal, waste management journal, 2: 31-39. (In Persian)
- Majidian, D. 2014. Evaluation of industrial projects: technical-economic-financial studies, Industrial Management Institute, p.p. 334. (In Persian)
- Mortaheb, M. M. & Kavousian, A. E. 2010. Construction and demolition waste production and management in developing countries (a case study: Tehran metropolitan, Iran), Sharif Journal of Civil Engineering, 25(51): 32-25. (In Persian)
- Musavi, Z. & Hafezi Moghadas, N. 2011. Environmental organization of construction waste in Shahroud, 7th Iranian Conference on Engineering Geology and Environment, Shahroud. (In Persian)
- Nunes, K. R. A.; Mahler, C. F.; Valle, R. & Neves, C. 2007. Evaluation of investments in recycling centers for construction and demolition wastes in Brazilian municipalities, Waste Management, 27:1531-1540.
- Omran, GH.; Karbasi, A.; Monavari, M. & Yousefi, N. 2005. Investigation of the status of collection, disposal or recycling of construction waste, a case study in Tehran, Journal of Environmental Science and Technology, 2(2): 52-61. (In Persian)
- Omran, G. H.; Maleki, A. & Sherafat, A. 2007. Investigation of quantity and quality of solid waste and its recyclability in Sistan and Baluchestan province, Journal of Environmental Science and Technology, 4(4): 11-18. (In Persian)
- Sabt, M.H.; Shah Hosseini, V. & Nikkhah Manesh, S. 2015. Economic feasibility of recycling construction waste, 10th International Congress of Civil Engineering, Tabriz. (In Persian)
- Sabz Andish Payesh Consulting Engineers Co. 2010. Comprehensive plan of waste management in Golestan province. Gorgan Municipality. (In Persian)
- Shafiei, H.; Shafiei, M.; Gudarzi, A. & Shafiei, S. 2011. Construction waste management solutions to protect the environment, Fourth National Conference on Strengthening and Preserving Monuments, Arak. (In Persian)

- Shahbazi, A.; Tavakoli, M.; Rezaei, H.; Maghsoudlu, A.N. & Hassanabadi, A. 2015. Investigating the program and executive strategies of environmental management of municipal waste in Golestan province, Golestan Environmental Protection Department. (In Persian)
- Taghizadeh Diva, A.; Salmanmahiny, A.R. & Kheirkhah Zarkesh, M. K. 2014. Multiple Criteria Selection of the Construction Waste Disposal Site Using the Combined Approach of Fuzzy Analytic Hierarchy Process. Geographical Planning of Space Quarterly Journal, 3(10): 122-139. (In Persian)
- Wang, J.Y.; Touran, A.; Christoforou, C. & Fadlalla, H. 2004. A systems analysis tool for construction and demolition wastes management, Waste Management, 24: 989-997.
- Wrinkler, G. 2010. Recycling Construction & Demolition Waste A LEED-Based Toolkit, McGraw Hill.
- Yashuai, L. I. 2013. Developing a Sustainable Construction Waste Estimation and Management System, [dissertation] Hong Kong University of Science and Technology.