

مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP): مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان

حسنعلی فرجی سبکبار^{۱*}، محمد سلمانی^۲، فاطمه فریدونی^۳، حسین کریم زاده^۴، حسن رحیمی^۵

- ۱- استاد یار گروه کارتو گرافی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ایران
- ۲- استادیار جغرافیای انسانی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ایران
- ۳- دانش آموخته سنجش از راه دور دانشگاه تهران، ایران
- ۴- دانشجوی دکتری جغرافیا دانشگاه تهران، ایران
- ۵- دانشجوی دکتری مدیریت دانشگاه تهران، ایران

پذیرش: ۸۷/۹/۱۷

دریافت: ۸۶/۸/۷

چکیده

در این تحقیق از روش شبکه‌ای تحلیل، یک روش چندمعیاره تصمیم‌سازی برای انتخاب مکان‌های مناسب و مستعد برای دفن زباله در شهرستان قوچان استفاده شده است. در روش ANP معیارهای کمی و کیفی و وابستگی متقابل بین معیارها مورد توجه قرار می‌گیرد. انتخاب مکان مناسب برای محل دفن زباله موضوعی پیچیده و نیازمند توجه به عوامل متعددی است. در این تحقیق از چند معیار (اجتماعی، اقتصادی، محیطی و فنی) برای انتخاب محل مناسب دفن زباله استفاده شده است. فرایند تشخیص واحدهای مناسب برای دفن زباله طی چند مرحله انجام شده است که مقاله این مراحل را به صورت کامل بیان کرده است، نتیجه نهایی تعیین واحدهای مناسب برای محل دفن زباله می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: مکان‌یابی، دفن بهداشتی زباله، مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل، نواحی روستایی قوچان.



۱- مقدمه

توسعه اقتصادی و فنی، همراه با تغییر الگوی مصرف منجر به تولید حجم عظیمی از زباله در مناطق روستایی کشور شده است. در حال حاضر در زمینه زباله‌های روستایی مدیریت منسجمی وجود ندارد و زباله‌های روستایی (که زمانی ترکیبات آنها به طور عمده طبیعی بود و به سرعت تجزیه و جذب محیط می‌شد) تبدیل به زباله‌های غیر قابل تجزیه با دوره ماندگاری طولانی شده و برای مدت زمانی نسبتاً طولانی در محیط روستا باقی مانده و چهره‌ای زشت به روستاها داده و انواع آلودگی‌های هوا، آب، خاک را به دنبال دارد. این موضوع به نوبه خود اهمیت مدیریت زباله‌های روستایی را برای حفظ منابع طبیعی مطرح کرده است. مدیریت زباله‌های روستایی سه هدف عمده را دنبال می‌کند:

- کاهش در حجم زباله تولیدی
 - افزایش بازیافت زباله
 - دفع بهداشتی زباله حداقل اثر منفی را بر محیط زیست داشته باشد.
- روش‌های متفاوتی برای دفع زباله‌ها در نواحی روستایی مطرح است مانند زباله‌سوزی، دفن، بازیافت، تبدیل و... که با توجه به حجم زیاد زباله‌های روستایی دفن بهداشتی می‌تواند راه حل مناسبی برای روستاها مطرح باشد. البته گزینه‌های دیگر نیز مردود نمی‌باشند. بنابراین دفن بهداشتی زباله یکی از راهکارهای مدیریت زباله در مناطق روستایی محسوب می‌شود. از آنجایی که در مورد انتخاب اماکن دفن زباله به‌ویژه در روستاها هیچ‌گونه مطالعه اولیه‌ای که ضامن حفاظت از منابع محیط‌زیست و بهداشت باشد، تا به حال صورت نگرفته است و متأسفانه رهاسازی زباله و فاضلاب در معابر و یا ریختن در رودخانه‌ها و مسیل‌ها عمده‌ترین روش‌های دفع زباله محسوب می‌شود، در این صورت مکان‌یابی بهینه و اصولی دفن بهداشتی زباله بدون در نظر گرفتن معیارهای طبیعی، اجتماعی، اقتصادی امری اجتناب ناپذیر است.

انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی می‌باشد. با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی، ضرورت دارد تا از فناوری‌های اطلاعات مکانی GIS همراه با سایر روش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم فضایی SDSS استفاده شود.

موضوعی که در این زمینه مطرح می‌شود این است که چگونه و با چه روشی می‌توان مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله تعیین کرد. در ادبیات مکان‌یابی روش‌های متعددی برای پیدا کردن مکان مناسب ارائه شده است. به عقیده نگارنده، تمام روش‌های مکانی را از نظر فضایی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: مدل‌های گسسته فضایی و مدل‌های پیوسته فضایی.

روش‌های گسسته فضایی آن دسته از روش‌هایی هستند که در آن تعداد آلترناتیوها مشخص می‌باشد و از بین آنها یک یا چند گزینه انتخاب می‌شود مانند تعیین مکان مدرسه راهنمایی در روستاهای یک دهستان. در این حالت براساس مجموعه‌ای از معیارها، روستای مناسب برای احداث مدرسه انتخاب خواهد شد. در اجرا برای مکان‌یابی ماتریس تصمیم ساخته می‌شود که در ستون معیارها و در سطر گزینه‌ها یا همان روستاها قرار می‌گیرند. در مقابل در روش‌های پیوسته فضایی کل فضا به صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و از قبل هیچ گزینه یا آلترناتیو مشخصی وجود ندارد و معمولاً تعداد آلترناتیوها نامحدود و نامعین می‌باشد. در این روش نمی‌توان گزینه یا آلترناتیوی را از قبل تعیین کرد و برای حل مسأله معمولاً ماتریس تصمیم ساخته نمی‌شود، زیرا تعداد سطرهای آن نامحدود و نامعین می‌باشد. با توجه به اینکه در محدوده مطالعه شده هیچ آلترناتیو مشخصی برای دفن زباله وجود ندارد، در این صورت در تحقیق حاضر از روش پیوسته فضایی برای مکان‌یابی استفاده شده است.

۲- مرور منابع

۲-۱- منابع مربوط به مکان‌یابی محل دفن زباله

در زمینه فرایند انتخاب محل مناسب برای دفن زباله دستورالعمل‌های متعددی به وسیله سازمان‌های مرتبط در سطح بین‌المللی ارائه شده است که هر یک با توجه به شرایط محلی رهنمودهایی را برای مکان‌یابی ارائه کرده‌اند. اداره خدمات عمومی گوام^۱ مجموعه دستورالعمل و گزارش کاملی از فرایند و عوامل مؤثر در انتخاب سایت‌های محل دفن ارائه کرده است. در این دستورالعمل معیارهایی که برای انتخاب محل دفن باید در نظر گرفته شود،

1. Guam

عبارت‌اند از:

- الف- حفظ منابع آب: آکيفر، جلگه‌هاى سيلابى، آب‌هاى زيرزمينى، فاصله از منابع آب آشاميدنى، هيدرولوژى، هيدروژئولوژى، زمين‌هاى مرطوب و كيفيت آب؛
- ب- زمين‌شناسى: سنگ بستر، مواد قرصه، محدوده گسل، مناطق تحت تأثير زمين لرزه، خاک، توپوگرافى، مناطق ناپايدار؛
- ج- محيط سايت: كيفيت هوا، منابع حيات وحش، گونه‌هاى آبزى، منابع تاريخى، باستانى، منابع زيستى، زيرساخت‌هاى پشتيبان، جهت باد؛
- د- حمل و نقل: دسترسى به راه، نزديكى به منبع زباله، ترافيك جاده‌اى؛
- ه- کاربرى اراضى: نوع کاربرى، مساحت و دسترسى، زيبايى‌شناسى، امنيت پرواز، حریم در دسترس، کاربرى اراضى سازگار، مالکيت، زيرساخت‌هاى در دسترس [۱، ص ۲۳۴].
- سازمان حفاظت محيط زيست ايالات متحده نيز معيارهاى دفن زباله‌هاى جامد شهري را آکيفرهاى مهم ناحيه‌اى، فرودگاه‌ها، جلگه‌هاى سيلابى، مناطق ناپايدار زمين‌شناسى و مناطق باستان شناسى مشخص مى‌کند [۲؛ ۳؛ ۴؛ ۵؛ ۶؛ ۷].
- والنتيني يک راهنماى ارزشيابى چند هدفه براى انتخاب محل دفن زباله در ايتاليا تهيه کرد. اين راهنما حاوى ماتريس ارزشيابى آثار و دسته بندي‌هاى محيطى مى‌باشد که ماتريس مناطق را برحسب ميزان تاثيرات آن بر محيط زيست مشخص مى‌کند [۸، ص ۳۹]. همچنين فوکوموتو و فوجيشى نيز معيارهاى لازم را براى انتخاب محل دفن زباله در کشورى با خصوصيات کوهستانى و زلزله خيز و پرجمعيت مشخص مى‌کنند [۹، ص ۶۵]. دنيسون و ديگران زمينه‌هاى اجتماعى و حقوقى اجراى دو پروپوزال براى سايت‌هاى محل دفن در ايرلند را مورد بررسى قرار مى‌دهد [۱۰، ص ۷۵]. واتاليس و همکارش يک سيستم چند معياره خبره را براى مکان يابى محل دفن پيشنهاد کردند [۱۱، صص ۴۹-۵۶]. آنها براى مکان يابى از معيارهاى محيطى، اقتصادى و عملياتى- فنى استفاده کردند. سنربازاک براى مکان يابى محل دفن زباله از روش‌هاى AHP و SAW براساس معيارهاى ارتفاع، مناطق مسكونى، جاده، مناطق مرطوب، فرودگاه، زيرساخت‌ها، شيب، زمين شناسى، کاربرى اراضى، جلگه سيلابى، آکيفر، آبهاى سطحى استفاده کرد [۱۲، صص ۳۷۶-۳۸۸].
- چانگ و همکاران او در يک تحقيق مدلى براى ارزشيابى مکان يابى و مسيريابى براى مديریت زباله هاى جامد ارائه دادند [۱۳، صص ۶۵۴-۶۷۲]. ايلماز و همکاران او در مقاله‌اى

اشاره می‌کنند که زمین‌شناسی نقش ممتازی در انتخاب مکان دفن زباله داشته و به مطالعه نحوه ارزیابی ویژگی‌های محیطی براساس زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و مهندسی زمین‌شناسی در شهر سیواس می‌پردازند [۱۴، صص ۶۱۹-۶۷۷]. بولتن شماره ۳۹ انجمن بین المللی زمین‌شناسی نیز مربوط به ارزیابی سایت‌های محل دفن زباله‌های جامد از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی است. در این بولتن بر ویژگی‌های زمین‌شناسی هیدروژئولوژی، آلودگی آب‌های سطحی و زیر سطحی، ثبات و پایداری تأکید می‌شود [۱۵، ص ۳۹].

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- پردازش شبکه‌ای تحلیل (ANP)^۱

فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۲ است و در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد. این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۳ طراحی شده است و «شبکه» را جایگزین «سلسله‌مراتب» کرده است.

از جمله مفروضات فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی این است که بخش‌ها و شاخه‌های بالاتر از سلسله‌مراتب، مستقل از بخش‌ها و سطوح پایین‌تر می‌باشند. در صورتی که در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها نمی‌توان عناصر تصمیم را به صورت سلسله‌مراتبی و مستقل از یکدیگر مدل‌سازی کرد. از این رو برای حل چنین موضوعی، عناصر مختلف را به یکدیگر وابسته می‌سازند و ساعتی پیشنهاد می‌کند که از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده شود.

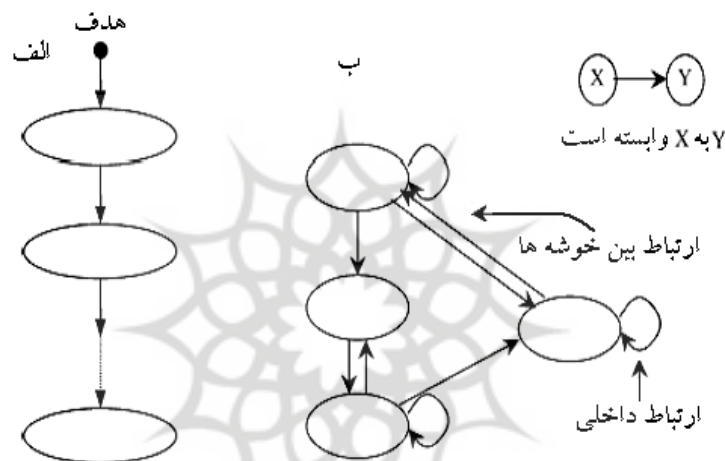
در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی روابط بین سطوح تصمیم مختلف تصمیم‌گیری یک طرفه در نظر گرفته می‌شود. مزیت اصلی روش مذکور این است که سنجش سنجش‌های مختلف براساس روابط آنها و نه سلسله‌مراتب انجام می‌شود و با توجه به پیچیدگی مسائل مختلف محیط زیست و از جمله موضوع بررسی شده مدل ANP می‌تواند نتایج بهتری را به دنبال داشته باشد.

اگر چه فرایند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای نیز یک مقیاس اندازه‌گیری نسبی مبتنی بر مقایسات زوجی را به کار می‌گیرد، اما مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یک ساختار اکیداً

1. ANP: Analytic Network Process
2. MADM: Multi Attribute Decision Making
3. AHP: Analytic Hierarchical Process

سلسله مراتبی را به مسأله تحمیل نمی‌کند، بلکه مسأله تصمیم‌گیری را با به‌کارگیری دیدگاه سیستمی توأم با بازخورد مدلسازی می‌کند.

شکل ۱- الف و ب تفاوت ساختاری بین سلسله مراتب و شبکه را نشان می‌دهند. جهت کمان‌ها وابستگی را نشان می‌دهد؛ در حالی‌که حلقه‌ها همبستگی داخلی بین عناصر را در یک خوشه یا گروه^۲ را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود [۱۶، صص ۳۴-۴۰۶]. ساختار سلسله مراتبی حالت خاص و ویژه‌ای از ساختار شبکه‌ای می‌باشد.



شکل ۱ مقایسه ساختار سلسله مراتبی را نشان می‌دهد؛ الف: ساختار شبکه‌ای؛ ب: فرایند تحلیل

مدل ANP از سلسله مراتب کنترل، خوشه‌ها، عناصر، روابط متقابل بین خوشه‌ها و عناصر تشکیل می‌شود. فرایند مدل‌سازی شامل مراحل است که در زیر به اجمال به آن اشاره می‌شود.

مرحله ۱: انجام مقایسه زوجی و برآورد وزن نسبی

سلسله مراتب کنترل ANP، مجموعه معیارهایی هستند که برای مقایسه تعامل‌هایی که ممکن

1. System-with-feedback
2. Loops
3. Cluster

است در شبکه وجود داشته باشد، استفاده می‌شوند. ساعتی چهار سلسله مراتب کنترل اصلی [BOCR]، منافع، فرصت‌ها، هزینه‌ها و خطر پذیری را مشخص می‌کند ولی برای مدل‌سازی ضرورتی وجود ندارد که حتماً از این چهار سلسله مراتب کنترل استفاده شود و این بیشتر به معیارها و مسأله تصمیم‌گیری بستگی دارد. تعیین وزن نسبی در ANP شبیه به AHP است؛ به عبارتی از طریق مقایسه زوجی می‌توان وزن نسبی معیارها و زیر معیارها را مشخص کرد. مقایسه‌های زوجی عناصر در هر سطح با توجه به اهمیت نسبی آن نسبت به معیار کنترل، شبیه روش AHP انجام می‌شود. ساعتی برای مقایسه زوجی دو مؤلفه مقیاس ۱ - ۹ را پیشنهاد می‌کند [۱۳، ص ۳۴۵].

نمره a_{ij} در ماتریس مقایسه زوجی اهمیت نسبی مؤلفه در سطر i با توجه به ستون j را نشان می‌دهد؛ به عبارتی $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ را مشخص می‌کند. نمره ۱ نشان‌دهنده اهمیت برابر دو مؤلفه و ۹ برابر با اهمیت خیلی زیاد مؤلفه i بر مؤلفه j است. از ارزش معکوس ($1/a_{ij}$) زمانی استفاده می‌شود که زهم‌تر از مؤلفه i باشد. اگر n مؤلفه وجود داشته باشد، در این صورت n مؤلفه با هم مقایسه خواهند شد، ماتریس A در شکل ۲ نشان داده شده است.

		C_1			C_2			C_n						
		e_{11}	e_{12}	...	e_{1n}	e_{21}	e_{22}	...	e_{2n}	...	e_{n1}	e_{n2}	...	e_{nn}
C_1	e_{11}													
	e_{12}	w_{11}			w_{12}									
	...													
	e_{1n}													
C_2	e_{21}													
	e_{22}	w_{21}			w_{22}									
	...													
	e_{2n}													
C_n	e_{n1}													
	e_{n2}	w_{n1}			w_{n2}									
	...													
	e_{nn}													

شکل ۲ قالب عمومی سوپر ماتریس A



در AHP در مقایسه‌های وزنی برای مؤلفه های i و j ، به جای اختصاص وزن W_i و W_j ، از وزن نسبی W_i/W_j استفاده می‌شود. بعد از آنکه مقایسه زوجی به صورت کامل انجام شد، بردار وزن (W) محاسبه می‌شود که ساعتی روش زیر را پیشنهاد کرده است:

$$AW = \lambda_{\max} W$$

که در آن λ_{\max} بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس A است. بردار W با استفاده از $\alpha = \sum_{i=1}^n W_i$ نرمال می‌شود. نتیجه آن W واحد است، به عبارتی جمع هر ستون در ماتریس برابر یک می‌شود.

برای تعیین میزان سازگاری مقایسه‌ها از شاخص سازگاری وزن معیارها استفاده می‌شود که این شاخص با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

در کل اگر CI کمتر از $0/1$ باشد مقایسه تأیید می‌شود. با توجه به هر معیار، مقایسه زوجی در دو مرحله (در سطح عناصر و مقایسه بین خوشه‌ها) انجام می‌شود که نتایج حاصل از مقایسه‌ها در سوپر ماتریس وارد خواهد شد.

مرحله ۲: تشکیل سوپر ماتریس اولیه

عناصر ANP با یکدیگر در تعامل قرار دارند. این عناصر می‌توانند واحد تصمیم گیرنده، معیارها، زیر معیارها، نتایج حاصل، گزینه‌ها و هر چیز دیگری باشند. وزن نسبی هر ماتریس براساس مقایسه زوجی شبیه روش AHP محاسبه می‌شود، و وزن‌های حاصل در سوپر ماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند. قالب عمومی سوپر ماتریس در شکل ۲ نشان داده شده است، در این تصویر C_N نشان‌دهنده خوشه N ام، e_{Nn} عنصر n ام در خوشه N ام، W_{ij} ماتریس بلوک شامل وزن‌های نسبی بردارهای W تأثیر عناصر در خوشه N ام نسبت به خوشه N ام است. اگر خوشه N ام هیچ تأثیری بر خوشه N ام خودش نداشته باشد [حالت وابستگی داخلی]، W_{ij} صفر می‌شود. سوپر ماتریس به دست آمده در این مرحله سوپر ماتریس اولیه معرفی می‌شود.

مرحله ۳: تشکیل سوپرماتریس وزنی

درواقع ستون های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس اولیه بیش از یک باشد (متناسب با بردار ویژه هایی که در هر ستون وجود دارند). برای آنکه از عناصر ستون متناسب با وزن نسبی اشان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می شود. در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می آید که جمع هر یک از ستون های آن برابر یک خواهد بود. این موضوع شبیه به زنجیره مارکوف است که جمع احتمالی همه وضعیت ها معادل یک است. ماتریس جدید، ماتریس وزنی یا ماتریس استوکاستیک گفته میشود.

مرحله ۴: محاسبه بردار وزنی عمومی

در مرحله بعد، سوپرماتریس وزنی، به توان حدی می رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن با هم برابر شوند. براساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می شود.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k$$

ماتریسی که در نتیجه به توان رسیدن و ماتریس وزنی به دست می آید، ماتریسی حدی است که مقادیر هر سطر آن با هم برابر می باشد.

اگر سوپر ماتریس اثر زنجیره واری داشته باشد، ممکن است دو یا چند سوپرماتریس داشته باشیم در این مورد جمع سطر و به صورت زیر سوپر ماتریس وزنی همگرا می شود:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{N} \right) \sum W_i^k$$

به رغم اینکه کمتر از یک دهه از ارائه مدل ANP نمی گذرد ولی به شدت مورد توجه محافل علمی قرار گرفته و تحقیقات متعددی با استفاده از این مدل انجام شده است، روز به روز بر زمینه های کاربرد آن افزوده می شود. خوشبختانه در ایران نیز چند پایان نامه تحصیلی در رشته مدیریت و صنایع با استفاده از ANP انجام شده است.

[۱۴]، صص ۶۷۷-۶۸۹؛ ۱۷، صص ۶۵-۸۷؛ ۱۸، صص ۶۵-۷۳؛ ۱۹، صص ۹۸۵-۱۰۰؛ ۲۰، صص ۱۳؛ ۲۱، صص ۳۳۶۴-۳۳۸۲؛ ۲۲، صص ۷۷۱-۷۸۳؛ ۲۳، صص ۵۲۲۰-۵۲۲۸؛ ۲۴، صص

۸۴۵-۸۵۹؛ ۲۵، صص ۳۳۷-۳۸۸؛ ۲۶، صص ۹۷۰-۹۸۳؛ ۲۷، صص ۱۴۲۷-۱۴۳۲؛ ۲۸، صص ۷۹-۹۶].

۲-۳- مشخصات جغرافیایی منطقه مطالعه شده

شهرستان قوچان به‌عنوان یکی از شهرستان‌های تابعه استان خراسان رضوی با مساحتی حدود ۵۳۳۸ کیلومتر مربع و با مختصات جغرافیایی بین ۵۷°۵۲' تا ۵۹°۰۸' طول شرقی و ۳۸°۳۶' تا ۳۷°۴۱' عرض شمالی قرار گرفته است. شهرستان قوچان به‌عنوان یکی از شهرستان‌های مرزی استان خراسان رضوی از جانب شمال در محدوده بخش باجگیران، با کشور ترکمنستان مرز مشترک دارد، همچنین از طرف شمال شرقی و شرق به شهرستان درگز و از جهت جنوب شرقی با شهرستان چناران و از سوی جنوب به شهرستان نیشابور، از جهت جنوب غربی به شهرستان اسفراین و از طرف غرب و شمال غربی به شهرستان شیروان محدود می‌شود. طبق تقسیمات کشوری مصوبه وزارت کشور در سال ۱۳۸۲، شهرستان قوچان به مرکزیت شهر قوچان شامل سه بخش و نه دهستان می‌باشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۵۰ است و یکی از پر بارش‌ترین شهرستان‌های استان خراسان رضوی می‌باشد.

اغلب زمین‌های آن دارای پستی و بلندی‌های ناهمگون است که از نوع رسوبات مزوئیک دوران سوم زمین‌شناسی تشکیل شده است. آب و هوای آن از نوع معتدل کوهستانی و هوای متعادل تری می‌باشد. از شمال و جنوب این شهرستان، مجموعه‌ای از رشته کوه‌ها عبور می‌کند و بین آنها دشت حاصلخیز قوچان- شیروان قرار گرفته است. رودخانه‌های متعددی از رشته کوه‌های شمالی و جنوبی سرچشمه گرفته، وارد دشت قوچان- شیروان می‌شوند و ضمن سیراب کردن دشت با نفوذ خود موجب تقویت آب‌های زیرزمینی می‌شوند و از ته نشست رسوبات رودخانه‌ها خاک حاصلخیزی به‌دست می‌آید که بستری مناسب برای توسعه کشاورزی، دامداری و جلب جمعیت را بوجود می‌آورد.

براساس سرشماری سال ۱۳۸۵ مرکز آمار ایران جمعیت شهرستان ۱۶۸۰۲۲ اعلان شده است که ۱۰۲۱۵۰ نفر (۵۵٪) آن در نقاط شهری، ۸۳۶۳۵ نفر (۴۵٪) در نقاط روستایی و ۱۲۰۰۱۲ درصد آن غیر ساکن بوده‌اند. بعد خانوار در سال ۱۳۸۵ برابر ۴/۰۸ نفر عنوان شده است.

۳-۳- آماده سازی اطلاعات

با توجه به اینکه در این مقاله از روش پیوسته فضایی استفاده می‌شود، ماتریس تصمیم تشکیل نمی‌شود و اطلاعات کل فضا برای تحلیل استفاده می‌شود از این‌رو متناسب با معیارهای مکان‌یابی و نیازهای تحلیلی پایگاه داده مکانی برای مکان‌یابی محل دفن زباله روستایی ایجاد شد. داده‌های پایه از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، نقشه خاک استان خراسان مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، داده‌های سرشماری سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۵، نقشه کاربری اراضی مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، نقشه تقسیمات سیاسی و نقاط شهری و روستایی وزارت کشور می‌باشند. همچنین از نقشه موقعیت چاه‌های استان، داده‌های پیزومتری دشت قوچان استفاده شده است.

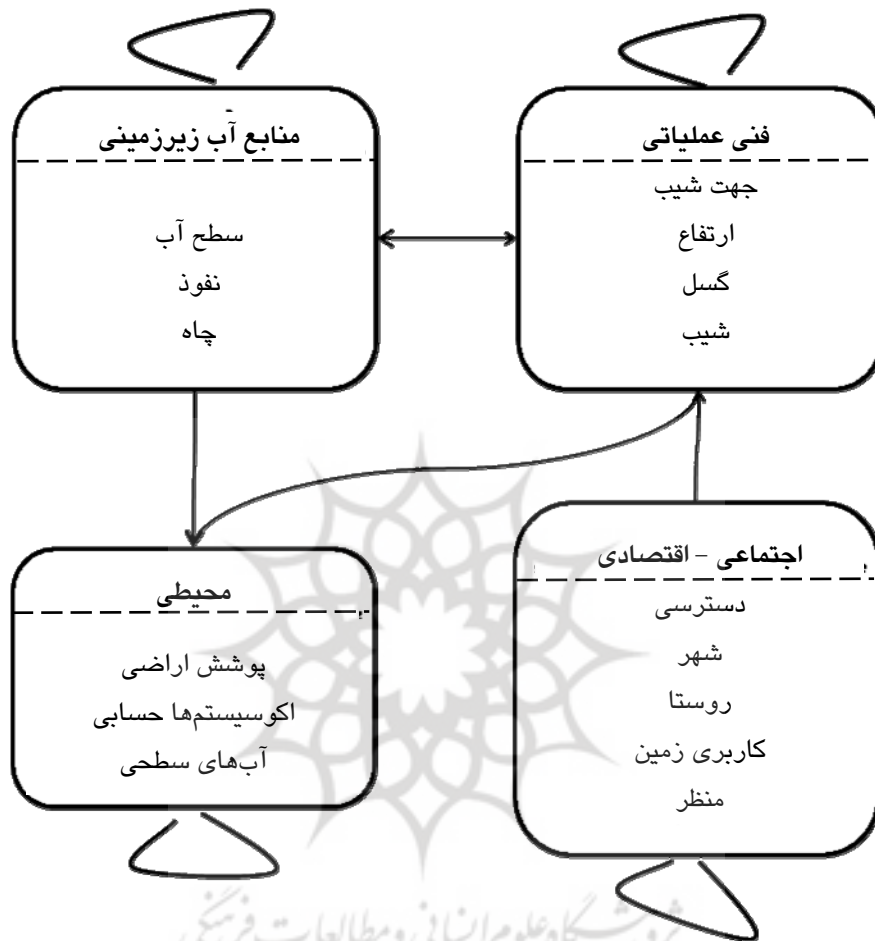
داده‌ها به صورت برداری و در قالب SHAPE فایل تولید شده است، سیستم تصویری داده‌ها به طور عمده UTM بوده‌است که همه به سیستم تصویری Polar Lambert تبدیل شده‌اند.

۳-۳- کاربرد ANP برای مکان‌یابی

۳-۳-۱- تهیه ماتریس تصمیم مکان‌یابی مرکز دفن زباله

هدف از این تحقیق مکان‌یابی مرکز دفن به نحوی است که کمترین اثر منفی را بر محیط زیست روستایی به دنبال داشته باشد. محیط زیست سیستم پیچیده‌ای است برای حفظ تمام بخش‌های محیط زیست، آب، خاک، هوا لازم است به صورت یک سیستم واحد در نظر گرفته شود. بنابراین نیاز به شبکه‌ای وجود دارد که بتواند تمام این زیر سیستم‌ها و تعامل بین آنها را در نظر بگیرد. در مرور منابع معیارهای مختلفی که در مکان‌یابی محل دفن زباله باید در نظر گرفته شوند، فهرست شدند ولی به دلایل مختلف و از همه مهم‌تر کمبود اطلاعات لازم امکان مدل‌سازی تمام آنها مقدور نمی‌باشد، پس معیارها در قالب شبکه‌ای مرکب از خوشه‌ها و عناصر آن سازماندهی شدند.

معیارها در چهارخوشه شامل معیارهای محیطی، معیارهای اقتصادی اجتماعی، معیارهای فنی و اجرایی، معیارهای منابع آب زیر زمینی قرار گرفتند. در ذیل هر خوشه دسته‌ای از عناصر قرار دارند. این عناصر علاوه بر آنکه در داخل خوشه به هم مرتبط می‌باشند، در بین خوشه‌ها نیز وابستگی دارند که این وابستگی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ ساختار شبکه‌ای مدل مکان‌یابی محل دفن زباله‌های روستایی

۴- بحث

۴-۱- مدل ANP برای مکان‌یابی محل دفن زباله

۴-۱-۱- ایجاد شبکه

با توجه به بررسی منابع و نیز ضوابط سازمانی ایجاد مراکز دفن زباله، معیارها و شاخص‌ها در قالب چهار خوشه محیطی، اقتصادی اجتماعی، فنی و عملیاتی و منابع آب زیر

زمینی سازمان‌دهی شدند. در داخل هر خوشه عناصر و معیارهای مربوطه جای می‌گیرند. عناصر هر خوشه ضمن آنکه در داخل خود به هم مربوط می‌شوند، برخی از آنها ممکن است با عناصر سایر خوشه‌ها نیز وابسته باشند. این موضوع روابط بین خوشه‌ها و عناصر خوشه‌های مختلف را مشخص می‌کند. شکل ۲ ساختار شبکه‌ای مدل را نشان می‌دهد.

۴-۱-۲- مقایسه زوجی عناصر مکان‌یابی محل دفن زباله

شکل ۲ ساختار شبکه مدل را نشان می‌دهد. مدل از چهار خوشه تشکیل می‌شود که در ذیل آن مجموعه‌ای از خوشه‌ها قرار دارند. این عناصر ضمن آنکه دارای روابط متقابل با یکدیگر هستند برخی از عناصر یک خوشه با عناصر خوشه‌های دیگر ممکن است وابستگی داشته باشند. بنابراین فرایند مقایسه زوجی طی چند مرحله انجام می‌شود.

۴-۱-۳- مقایسه زوجی خوشه‌ها

در این مرحله معیارهای کنترلی و خوشه‌ها با هم مقایسه می‌شوند. با توجه به ترجیحات تصمیم‌ساز وزن خوشه‌ها به دست می‌آید. برای محاسبه وزن نسبی خوشه‌ها [W] روش‌های مختلفی وجود دارد که به وسیله ساعتی و یا سایر افراد ارائه شده است. در اینجا برای محاسبه وزن نسبی از بردار ویژه ماتریس مقایسه زوجی استفاده شده است. برای این منظور بردار ویژه محاسبه شده و سپس نرمال می‌شود، نتیجه بردار وزن نسبی ماتریس است. برای حصول اطمینان از سازگاری مقایسه‌های انجام شده، ضریب سازگاری [CI] محاسبه شده است و براساس شاخص‌های ساعتی متناسب با تعداد سطرهای ماتریس وزن‌ها این اطمینان حاصل شد که ماتریس‌ها سازگار هستند. جدول ۱ وزن مقایسه‌ها و وزن نسبی خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ ماتریس مقایسه زوجی و وزن خوشه‌ها

عنوان	محیطی	اجتماعی	فنی	آب	وزن نسبی	وزن نهایی
محیطی	۱	۴	۳	۳	۰/۴۲۲	۰/۲۵۸
اجتماعی اقتصادی	۰/۲۵	۱	۰/۵	۰/۲۵	۰/۱۳۱	۰/۰۸۰
فنی و عملیاتی	۰/۳۳	۲	۱	۰/۳۳	۰/۲۱۲	۰/۱۳۰
منابع آب زیر زمینی	۰/۳۳	۳	۳	۱	۰/۸۷۲	۰/۵۳۲



۴-۱-۴- مقایسه زوجی درون خوشه‌ها

چنانچه در قبل اشاره شد، در داخل هر خوشه مجموعه‌ای از معیارها قرار دارند که عناصر خوشه باهم مقایسه شدند، مقایسه عناصر هر خوشه شبیه روش AHP است [جدول ۲]. در مرحله بعد براساس محاسبه بردار ویژه، وزن نسبی عناصر ماتریس محاسبه و سپس عناصر جدول نرمال شدند. برای نمونه مراحل نرمال کردن ماتریس مقایسه زوجی خوشه محیطی توضیح داده می‌شود سایر ماتریس‌ها نیز با روش مشابه نرمال می‌شوند. برای نرمال کردن پس از مقایسه و محاسبه وزن نسبی، عناصر هر ستون با هم جمع شده و بر تک تک عناصر همان ستون تقسیم و در وزن سطر ضرب می‌شود و دوباره ماتریس به صورت ستونی نرمال می‌شود.

جدول ۲ مقایسه زوجی عناصر درون خوشه محیطی

عنوان	پوشش اراضی	اکوسیستم حساس	آب‌های سطحی
پوشش اراضی	۰	۰/۲۶۸	۰/۰۷۰
اکوسیستم حساس	۰/۷۳۲	۰	۰/۹۳۰
آب‌های سطحی	۰/۲۶۸	۰/۷۳۲	۰

ماتریس بدست آمده در سوپر ماتریس [به عنوان W_a] وارد می‌شود [جدول ۳].

جدول ۳ ماتریس نرمال شده خوشه محیطی

عنوان	پوشش اراضی	اکوسیستم حساس	آب‌های سطحی	وزن	وزن نسبی
پوشش اراضی	۰	۰/۳۳	۰/۵	۰/۲۵۷	۰/۱۶۳
اکوسیستم حساس	۳	۰	۲	۰/۸۴۷	۰/۵۴۰
آب‌های سطحی	۲	۰/۵	۰	۰/۶۶	۰/۲۹۷
مجموع	۵	۰/۸۳۳	۰/۴	۱/۵۶۹	۱

۴-۱-۵- روابط بین عناصر خوشه‌ها

با توجه به اینکه برخی عناصر درون خوشه‌ها ممکن است به عناصر سایر خوشه‌ها وابسته باشند، در این صورت با توجه به معیار کنترل ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شده و عناصر ماتریس دوبه دو باهم مقایسه شده و وزن ماتریس محاسبه می‌شود و نتیجه وارد سوپرماتریس اولیه می‌شود.

۴-۱-۶- تشکیل سوپر ماتریس اولیه و سوپرماتریس وزنی

بعد از آنکه مقایسه‌های زوجی انجام شد، نتایج حاصل وارد سوپرماتریس می‌شود. سوپر ماتریس که از تلفیق ماتریس‌های مختلف به دست می‌آید، سوپرماتریس اولیه است [جدول ۴]. جمع عناصر هر ستون سوپرماتریس بیش از یک می‌باشد. در مرحله بعد سوپر ماتریس نرمال می‌شود. سوپرماتریس حاصل، سوپرماتریس وزنی است [جدول ۵].

۴-۱-۷- محاسبه سوپرماتریس حد یا وزن عمومی

برای آنکه مقادیر سوپرماتریس وزنی همگرا شوند، سوپر ماتریس وزنی آن قدر به توان می‌رسد تا عناصر آن همگرا شوند. در مدل مکان‌یابی سوپرماتریس در چهار رقم اعشار در توان ۹۷ همگرا شده و پروسه متوقف می‌شود [جدول ۶].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴-۱-۸- محاسبه وزن نهایی معیارها

در آخرین مرحله با توجه به جدول وزن خوشه‌ها و سوپر ماتریس حد، وزن نهایی معیارها محاسبه می‌شود (جدول ۷).

جدول ۷ وزن نهایی شاخص‌ها

شاخص	وزن عمومی [جدول ۶]	وزن خوشه‌ها [جدول ۱]	وزن نهایی
پوشش اراضی	۰/۰۳۶	۰/۲۵۸	۰/۰۰۹
اکوسیستم حساس	۰/۱۰۹	۰/۲۵۸	۰/۰۲۸
آبهای سطحی	۰/۱۱۲	۰/۲۵۸	۰/۰۲۹
دسترسی	۰/۰۰۷	۰/۰۸۰	۰/۰۰۱
شهر	۰/۱۲۰	۰/۰۸۰	۰/۰۱۰
فرهنگی	۰/۰۴۹	۰/۰۸۰	۰/۰۰۴
کاربری	۰/۰۲۵	۰/۰۸۰	۰/۰۰۲
منظر	۰/۰۱۳	۰/۰۸۰	۰/۰۰۱
روستا	۰/۱۲۴	۰/۰۸۰	۰/۰۱۰
جهت شیب	۰/۰۱۴	۰/۱۳۰	۰/۰۰۲
ارتفاع	۰/۰۵۳	۰/۱۳۰	۰/۰۰۷
گسل	۰/۱۰۱	۰/۱۳۰	۰/۰۱۳
شیب	۰/۰۲۷	۰/۱۳۰	۰/۰۰۴
سطح آب	۰/۰۳۵	۰/۵۳۲	۰/۰۱۸
نفوذ	۰/۰۷۸	۰/۵۳۲	۰/۰۴۲
چاه	۰/۱۰۰	۰/۵۳۲	۰/۰۵۳

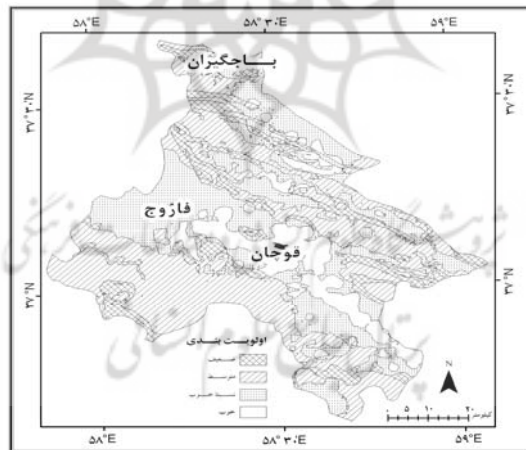
۴-۱-۹- پیاده‌سازی مدل

برای پیاده‌سازی مدل در سطح شهرستان قوچان پایگاه داده‌های مکانی ایجاد شد و براساس



شاخص‌های تعیین شده لایه‌های مختلف اطلاعاتی مورد نیاز در پایگاه داده قرار گرفتند. سپس با توجه به نیازهای اطلاعاتی و تحلیلی، فرایند مدل‌سازی فضایی روی داده‌ها انجام شد. وزن‌هایی که در مرحله قبل وزن نهایی شاخص‌ها است ولی هر لایه اطلاعاتی که شاخص مربوطه را تشکیل می‌دهد، ممکن است دامنه‌ای از مقادیر داشته باشد، برای وزن‌دهی متغیرها از توابع عضویت فازی استفاده شد. براساس توابع عضویت دامنه و درجه عضویت هر سلول در لایه‌های اطلاعاتی مشخص شد، آنگاه وزن شاخص در لایه اطلاعاتی فازی ضرب شد و وزن نهایی لایه‌های به‌دست آمد. در مرحله بعد لازم بود تا لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شوند، روش‌های مختلفی برای ترکیب لایه‌های اطلاعاتی وجود دارد که در اینجا از روش میانگین‌گیری برای تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی استفاده شده است.

پس از تلفیق ارزش هر سلول مشخص شد، برای دست پیدا کردن به نتیجه بهتر با استفاده از روش شکست‌های طبیعی^۱ کل سرزمین بهگ چهار طبقه خوب، نسبتاً خوب، متوسط و بد از نظر پتانسیل ایجاد مرکز دفن زباله تقسیم بندی شد. شکل ۴ اولویت بندی بخش‌های مختلف سرزمین را نشان می‌دهد.



شکل ۴ نقشه اولویت‌بندی مناطق مختلف شهرستان قوچان از نظر تناسب برای ایجاد مراکز دفن زباله روستایی

1. Natural Breaks

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق از روش پردازش شبکه‌ای تحلیل برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف برای مکان‌یابی محل دفن زباله استفاده شد. لایه‌های مختلف اطلاعاتی با هم تلفیق شدند و مناطق مناسب و نامناسب برای دفن زباله مشخص شدند. نتایج حاصل از تحلیل مورد کنترل زمینی قرار گرفت و تا حدود زیادی رضایت بخش می‌باشد. نقشه نهایی پهنه‌های مختلف را از نظر قابلیت ایجاد مرکز دفن نشان می‌دهد. براساس شواهد موجود مکان‌هایی به عنوان بد تعیین شده‌اند که به طور عمده بر روی دشت‌های حاصلخیز و با نفوذ پذیری بالا هستند و مناطق خوب به طور عمده در تپه ماهورها که ضخامت خاک بیشتر بوده و از مراکز جمعیتی و نیز زمین‌های مناسب کشاورزی، مناطق حساس دور هستند، تعیین شده است.

به هر حال، هر روشی ضمن آنکه دارای مزایایی می‌باشد، محدودیت‌هایی نیز دارد و برای مشخص شدن آن در تحقیقات بعدی نتایج این روش با سایر روش‌ها باید مقایسه شود. همچنین هرچه تعداد معیارها و شاخص‌ها کامل‌تر و دقیق‌تر انتخاب شود، نتایج بهتری به‌دنبال خواهد داشت که به طور مسلم نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه دارد.

۶- منابع

- [1] Guam Department Of Public Works.; Preliminary site selection report; Environmental Impact Statement for the Siting Of a Municipal Solid Waste Landfill. Facility, Guam, 2005.
- [2] nvironment Protection Agency;www.epa.gov/about/default.htm; 2001.
- [3] nvironmental Protection Agency; EPA landfill manuals; Manual on Site Selection;1996.
- [4] Environmental Protection Agency; EPA landfill manuals; Landfill Operational Practices, 1997.
- [5] Environmental Protection Agency; EPA landfill manuals. Landfill Restoration and Aftercare, 1999.
- [6] Environmental Protection Agency; Ireland's environment; A Millennium Report, 2000.
- [7] Environmental Protection Agency,Solid Waste Disposal Facility Criteria,



www.epa.gov/osw, 1993.

- [8] Valentini, E, Environmental impact assessment in the site selection process: A case Study, Sardinia 97'; 6th International Congress, 1997.
- [9] Fukumoto T., Funeichi, T.; 'Methodology for planning landfill sites In Japan, Sardinia '97', 6th International Congress, 1997.
- [10] Dennison G., Fehily B., White B., Blair, C.; Landfill planning: A tale to two Sites, Sardinia 97, 6th International Congress, 1997.
- [11] Vatalis K. Manoliadis O.; A two-level multicriteria DSS for landfill site selection using gis: Case study in western Macedonia, Greece, *Journal of Geographic Information And Decision Analysis*, Vol. 6, No. 1, 2002.
- [12] Sener B. et Al; Landfill site selection by using geographic information systems, *environmental geology*, Vol.49. No.3, 2006.
- [13] Chang N.B., Davila E.; Siting and routing assessment for solid waste management nder uncertainty using the Grey mini-max regret criterion, *Environmental Management*, 2006.
- [14] Yilmaz A., Atmaca E.; Environmental geological assessment of A Solid waste Disposal Site: A case study in sivas; Turkey, *Environmental Geology*, Vol.50, No.3, 2006.
- [15] Langer M.; Waste disposal in the federal republic of Germany: Concepts, Criteria, Scientific Investigations, *Bulletin of The Intl Association Of Engineering Geology*, 1998.
- [16] Saaty, L. T.; An analytical hierarchy and network processes approach for the measurement in tangible criteria and for decision making; *Multiple Criteria Decision, Analysis: State of The Art Surveys*, Edited by Jose Figueira et.al. Springer, 2005.
- [17] Geracia-Melon K., et al., Farmland appraisal: An analytical network process (ANP) Approach, *MCDM*, 2006.
- [18] Buyukazici M., Sucu M., The analytical hierarchy and analytical processes.

HECATTEPE *Journal of Mathematics And Statistics*, Vol 32, 2003.

- [19] Wey W.M., Wu K.Y., Using ANP Priorities With Goal Programming In Resource Allocation In Transportation; *Mathematical and computer modelling*, 2007.
- [20] Jharkharia. S., Shankar.R.; Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) Approach; *Omega*, 2003.
- [21] Yuskel I., Dagdeviren M.; Using the analytic network process (ANP) In A Swot analysis – a case study for a textile firm; *Information Sciences*, Vol.177. No.16, 2007.
- [22] Dag`Deviren, M. et Al.; A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (Fbr). In *Work System, Safety Sci*, Vol.5, 2007.
- [23] Ko Ne , A. C. et.al., An analytical network process (ANP) evaluation of alternative fuels for electricity generation In Turkey; *Energy Policy* 35, 2007.
- [24] Whitaker R.; Validation examples of the analytic hierarchy process and analytic network process validation examples of the analytic hierarchy process and analytic network process, *Mathematical And Computer Modeling*, Vol 46(7-8), 2007.
- [25] Mulebeke J.A.W, et al.; Analytical network process for software selection in product development: A Case study; *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol.23, No.4, 2006.
- [26] Tuzkaya G., et al., An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul; Turkey, *Journal Of Environmental Management*, Vol. 88. No.4, 2008.
- [27] Yu, J.R., Cheng S.J.; An integrated approach for deriving priorities in analytic network process; *European Journal of Operational Research*, Vol.180, No.3, 2007.
- [28] Bayazi , O., Karpa, B.; An analytical network process-based framework for successful total quality management (TQM): An assessment of Turkish manufacturing industry readiness, *International Journal of Production Economics* 105, 2003.