*The 2nd National Conference on*
*Geospatial Information Technology (NCGIT)*

**K.N.Toosi University of Technology**
**Faculty of Geomatics Engineering**

18 January 2017

دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

**دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی**
**دانشکده مهندسی نقشه‌برداری**
**۲۹ دی ماه ۱۳۹۵**

# مکانیابی و تخصیص بهینه چینش کاربری‌های سبز شهری (مطالعه موردی منطقه ۱۶ شهر تهران)

**سمیرا همبری امیرآبادی[۱]، فرشاد حکیم‌پور[۲]**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نقشه¬برداری گرایش سیستم های اطلاعات جغرافیایی
۲- استادیار دانشکده مهندسی نقشه¬برداری دانشکده فنی تهران

**چکیده :**

یکی از مباحث مهم در مطالعات شهری، کاربری اراضی شهری می‌باشد .در مفهوم کاربری اراضی که به عنوان علم تقسیم زمین و مکان برای کاربردها و مصارف مختلف زندگی است، هدف اصلی، استفاده مناسب و در نهایت آماده سازی زمین در جهت مصارف مختلف شهری است. رشد روزافزون جمعیت استقرار مراکز خدماتی جدید از جمله فضای سبز را ضروری می‌نماید. لذا تعیین مکان مناسب برای این مراکز و بهینه‌سازی چیدمان آنها ازاهمیت بالایی برخوردار است، زیرا با چینش مناسب مراکز می‌توان هزینه سفر و مزاحمت کاربریها بر روی هم را تا حدی کاهش داد. یکی از روش‌های مورد استفاده در مدل‌های چینش بهینه کاربری اراضی استفاده از الگوریتم‌های بهینه-سازی چندهدفه می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم چندهدفه ازدحام ذرات مدلی برای چینش بهینه کاربری‌های سبز شهری در منطقه ۱۶ تهران با هدف بیشینه‌سازی سازگاری، بیشینه سازی مطلوبیت، بیشینه سازی وابستگی میان کاربری‌ها ارائه شده است. در این تحقیق رویکرد تامین سرانه و حفظ کاربری‌های خدماتی موجود مد نظر بوده است.

**واژه‌های کلیدی :** کاربری اراضی شهری، بهینه سازی چند هدفه، فضای سبز، الگوریتم ازدحام ذرات

**نویسنده مکاتبه کننده :** سمیرا همبری امیرآبادی
**آدرس پستی :**
**تلفن :**
**آدرس پست الکترونیک :**

## ۱- مقدمه

طبق پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط سازمان ملل متحد، رشد جمعیت شهری در کشورهای کمتر توسعه یافته از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰ بطور متوسط سالانه ۲.۲٪ خواهد بود. در نتیجه جمعیت شهری طی این بیست و پنج سال از ۲.۳ میلیارد به ۳.۹ میلیارد خواهد رسید. تحقق بهره‌برداری پایدار از زمین با توجه به روند سریع صنعتی شدن و شهرنشینی یک مسئله بسیار مهم مدیریت زمین است. با توجه به ویژگی‌های منابع زمینی و ارزیابی مناسب بودن آن بر اساس فن‌آوری خاص علمی و مدیریتی، بهینه‌سازی کاربری اراضی را می‌توان عاملی برای آرایش معقول‌تر و توزیع فضایی مناسبتری برای رسیدن به اهداف خاص اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و بهبود بهره‌وری استفاده از زمین، حفظ تعادل نسبی اکوسیستم زمین و تحقق بخشیدن به بهره برداری پایدار از منابع زمین دانست. محدودیت زمین شهری و منابع آن و مشکلات همجواری کاربری ها و عدم پاسخگویی برخی کاربری ها به نیازهای منطقه نیاز به افزایش برخی کاربری ها را می‌توان از جمله ضروریات بهینه سازی دانست. گسترش بهینه کاربری‌های سبز شهری نیازمند دارا بودن مدیریتی علمی بر پراکنش و بعضا جایگزینی کاربری هاست. به کاربردن چینش مناسب منجر به استفاده بهینه از فضای شهری و نیل به توسعه پایدار می‌شود.

کاربری فضای سبز و گذران اوقات فراغت در شهرها از جمله ضرورت‌ها و نیازهای شهری است که هم واجد بازده اجتماعی و هم بازدهی اکولوژیکی است. از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری فضای سبز عمومی در برگیرنده بخشی از سیمای شهری است و هم به عنوان عامل زنده و حیاتی در کنار کالبد بی‌جان شهری تعیین کننده ساخت مورفولوژیک شهری است که تاثیرات زیادی در کاهش تراکم شهری ایجاد فضای باز در کاهش آسیب مخاطرات طبیعی، افزایش زیباسازی شهری دارد. فضای سبز عمومی باعث آسایش و رضایت خاطر شهروندان، تحقق رفاه و عدالت اجتماعی در این زمینه خواهد شد.[۱]

از آنجا که فضای سبز به عنوان جزئی از بافت شهر و بخشی از مجموعه کاربری اراضی شهری است و نمی‌تواند جدا از نیازهای یک شهر در نظر گرفته شود ضرورت دارد مفهوم کاربری اراضی شهری و برنامه ریزی های مرتبط با آن تشریح گردد.[ ۲]

در زمینه چینش کاربری‌های سبز شهری با توجه به در نظر گرفتن پارامترهای کمی و کیفی چینش کاربری‌ها به صورت همزمان و بهینه، با یک مسأله بهینه‌سازی چند هدفه با فضای جستجوی وسیع روبرو هستیم، سختی مدلسازی هر یک از معیارهای مذکور و دشورای تحلیل در پیش‌بینی آینده در هنگام تغییر کاربری از یک سو و وجود تعداد حالات مختلف چینش کاربری‌ها از سوی دیگر، مدلسازی مسئله را با پیچیدگی‌های زیادی همراه می‌کند. در این صورت این موضوع یک مسئله ی NP-hard محسوب می‌شود. بنابراین حل این مسئله نیازمند به کارگیری روش‌هایی است که بتوانند با وجود موارد مذکور جواب‌های قابل قبولی تولید نماید.

در زمینه مکانیابی و تخصیص کاربری‌های شهری مطالعات بسیاری صورت گرفته است که در اینجا چندین مورد از تحقیقات که از الگوریتم های تکاملی در این زمینه استفاده کرده اند را اشاره خواهیم کرد. در سال ۲۰۰۵، Li و همکاران از تلفیق الگوریتم ژنتیک و GIS برای یافتن مکان‌های بهینه برای کاربری بیمارستان استفاده کردند که در این تحقیق هدف تامین بیشترین پوشش جمعیتی با تعداد مشخصی مراکز درمانی و کمترین فاصله بوده است. سپس در سال ۲۰۰۹ ایشان از بهینه‌سازی مورچگان جهت مکانیابی مراکز خدماتی نظیر مدارس استفاده کردند. در این تحقیق شبکه راه ها و توزیع جمعیت به عنوان پارامترهای موثر تابع هدف بیشینه نمودن سود مورد استفاده قرار گرفتند.

در تحقیق دیگری در سال ۲۰۱۰، Neema و همکاران از الگوریتم چندهدفه ژنتیک برای مکان بهینه پارک استفاده کردند. که در این پژوهش هدف پیدا کردن مکانی با جمعیت بالا آلودگی صوتی و هوای بالا و فاقد پارک بود.

در مطالعه دیگری در سال ۹۲ بهشتی فر و همکاران با استفاده از الگوریتم های NSGA-IIو MOEA/D با اهداف کمینه سازی هزینه، بیشینه سازی مطلوبیت و سازگاری، اولویت همجواری، کاهش هزینه استقرار مدلی را برای مکانیابی مراکز خدماتی(پارک درمانگاه و دبستان ) ارائه دادند.

در تحقیق دیگری که توسط معصومی و همکاران صورت گرفته است از سه الگوریتم NSGA-ll ، MOPSO، MOEA/O با درنظر گرفتن توابع هدف بیشینه سازی سازگاری و بیشینه سازی وابستگی و بیشینه سازی مناسبت کاربری‌ها در مسئله بهینه سازی استفاده شده است.

در تحقیق حاضر در بخش‌های بعدی توضیحی درباره مفاهیم برنامه ریزی کاربری اراضی و بهینه‌سازی داده خواهد شد و سپس نحوه استفاده و متغیرهای الگوریتم بهینه‌سازی را در مسئله کاربری اراضی شرح می‌دهیم.

## ۲-بهینه‌سازی چندهدفه و مسأله کاربری اراضی

### ۲-۱- مفاهیم کاربری اراضی

برنامه ریزی کاربری اراضی شهری ساماندهی مکانی و فضایی فعالیت‌ها و عملکردهای شهری بر اساس خواست‌ها و نیازهای جامعه شهری است و هسته اصلی برنامه ریزی شهری را تشکیل می دهد.[7] تعیین اصول دقیق مکانیابی فعالیت‌های مختلف در شهر به دلیل ماهیت پویای مسائل شهری اگر نه غیر ممکن بدون تردید بسیار دشوار است. ارزیابی کاربری‌های مختلف شهری اساسا به منظور اطمینان خاطر از استقرار منطقی آنها و رعایت تناسبات لازم به دو صورت کمی و کیفی صورت می گیرد.[8]

۱-ارزیابی کمی: این ارزیابی براساس مقایسه سرانه‌های موجود کاربری‌ها با استانداردهای مربوط یا از طریق نیازهای فعلی و آتی منطقه مورد مطالعه صورت می‌گیرد.

۲-ارزیابی کیفی: این ارزیابی با استفاده از چهار پارامتر زیر صورت می‌گیرد:

الف-سازگاری: به این معنا که کاربری‌هایی که در یک منطقه استقرار می یابند نباید مانع و مزاحم اجرای دیگر فعالیت‌ها گردند.

ب-مطلوبیت: این پارامتر سازگاری بین کاربری و خصوصیات محل استقرار آن را ارزیابی می‌کند.،که از جمله این خصوصیات می توان به موارد زیر اشاره کرد: اندازه و ابعاد زمین، موقعیت، شیب و دسترسی اشاره کرد.

ج-ظرفیت: هر کاربری شهری مقیاس عملکردی خاص خود را دارد. به این معنا که هر سطح از ساختار فضایی شهری تنها ظرفیت پذیرش سطح مناسبی از فعالیت‌ها را دارد. بنابراین ساختار فضایی می‌تواند چنین تقسیم شود: واحد همسایگی، زیر محله، محله، بخشی از شهر و منطقه شهری.

د-وابستگی: گاهی اوقات فعالیت یک کاربری وابسته به فعالیت یا فعالیت های دیگر کاربری هاست.در این پارامتر میزان وابستگی کاربری ها به یکدیگر و لزوم همجواری آنها بررسی می‌شود.

با توجه به موارد فوق، در صورتیکه یک کاربری شهری تغییر کند، توازن المان‌های کمی و کیفی به هم می‌ریزد. بنابراین می‌توان با تعریف یک مکانیزم بهینه‌سازی چندهدفه، المان‌های کیفی(به صورت توابع هدف) و کمی (به‌صورت قیود) را به صورت همزمان در نظر گرفت و چینش بهینه‌ی کاربری‌های فضای سبز را به دست آورد.

### ۲-۲- مسئله بهینه سازی چندهدفه

با توجه به در نظر گرفتن پارامترهای کمی و کیفی در چینش کاربری‌ها به‌صورت همزمان و بهینه، با یک مسأله بهینه‌سازی چند هدفه با فضای جستجوی وسیع روبرو هستیم، لذا به سراغ الگوریتم‌های بهینه‌سازی چندهدفه می‌رویم. از نظر ریاضی، مسئله‌ی چندهدفه به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

کمینه یا بیشینه بردار $f(x)$ که در آن $x$ بردار $n$ بعدی متغیرهای تصمیم $x = (x1, x2, ..)$ از مجموعه $S$ می باشد. به عبارت دیگر:

$$\text{Maximize} \quad y = f(x) = \left(f_1(x), \dots, f_m(x)\right)$$

$$\text{Subject to} \quad g_i(x) \le 0, i = 1, \dots q, x \in S$$

که در آن $m$ تعداد توابع هدف و $n$ تعداد متغیرها و $q$ تعداد قیود مسئله و تابع $g_i(x)$ نشاندهنده قید $i$ ام مسئله می‌باشد.

در مسئله بهینه‌سازی چندهدفه به جای یک جواب بهینه با مجموعه‌ای از جواب‌های بهینه روبرو هستیم، به دلیل اینکه به جای یک تابع هدف به دنبال بهینه کردن چند تابع هدف به طور همزمان هستیم که ممکن است با هم در تعارض باشند. به این مجموعه جواب جبهه پارتو یا جواب های نامغلوب می‌گویند. با توجه به روابط فوق $x_i$ چنانچه دارای شرایط زیر باشد جواب نامغلوب مسئله به شمار می‌آید:

۱.جواب $x_i$ در تمامی اهداف نباید بدتر از $x_j$ باشد;

۲.جواب $x_i$ حداقل در یک هدف بهتر از جواب‌های $x_j$ باشد;

روش‌های مختلفی برای حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه وجود دارد. روش‌های کلاسیک برای حل این مسائل، مانند تابع ارزش، مجموع وزندار، برنامه‌ریزی آرمانی، مسائل چندهدفه را به مساله تک هدفه تبدیل کرده و مساله تک هدفه جدید را بهینه می‌کنند. این روش‌ها منجر به ارائه یک راه حل می‌گردند که وابسته به وزن‌های اختصاص داده شده است. در مقابل روش‌های تکاملی وجود دارند که امکان یافتن چندین راه حل در یک اجرای الگوریتم را ممکن می‌سازد.

#### ۲-۲-۱-الگوریتم ازدحام ذرات(PSO)

PSO، یک الگوریتم محاسبه ای تکاملی الهام گرفته از طبیعت و براساس تکرار می‌باشد. منبع الهام این الگوریتم، رفتار اجتماعی حیوانات، همانند حرکت دسته جمعی پرندگان و ماهی‌ها بود. برخلاف الگوریتم ژنتیک ، PSO هیچ عملگر تکاملی همانند جهش و تزویج ندارد. هر عنصر جمعیت، یک ذره نامیده می‌شود که در واقع الگوریتم PSO از تعداد مشخصی از ذرات تشکیل می‌شود که به طور تصادفی، مقدار اولیه می‌گیرند. برای هر ذره دو مقدار وضعیت و سرعت، تعریف می شود که به ترتیب با یک بردار مکان و یک بردار سرعت، مدل می‌شوند. این ذرات، به‌صورت تکرارشونده‌ای در فضایn ـبعدی مسئله حرکت می‌کنند تا با محاسبه‌ی مقدار بهینگی به عنوان یک ملاک سنجش، گزینه‌های ممکن جدید را جستجو کنند. بُعد فضای مسئله، برابر تعداد پارامترهای موجود در تابع مورد نظر برای بهینه‌سازی می‌باشد. یک حافظه به ذخیرهٔ بهترین موقعیت هر ذره در گذشته و یک حافظه به ذخیرهٔ بهترین موقعیت پیش آمده در میان همهٔ ذرات، اختصاص می‌یابد. با تجربهٔ حاصل از این حافظه‌ها، ذرات تصمیم می‌گیرند که در نوبت بعدی، چگونه حرکت کنند. در هر بار تکرار، همهٔ ذرات در فضای n ـبعدی مسئله حرکت می‌کنند تا بالاخره نقطهٔ بهینهٔ عام، پیدا شود. ذرات، سرعت‌هایشان و موقعیت‌شان را بر حسب بهترین جواب‌های مطلق و محلی به‌روز

می‌کنند . الگوریتمPSO ، بردار سرعت هر ذره را به‌روز کرده و سپس مقدار سرعت جدید را به موقعیت و یـا مقـدار ذره می‌افزاید. به‌روز کردن‌های سرعت، تحت تأثیر هر دو مقدار بهترین جواب محلی و بهترین جواب مطلق قرار مـی‌گیرنـد. بهترین جواب محلی و بهترین جواب مطلق، بهترین جواب‌هایی هستند که تا لحظه‌ی جاری اجرای الگوریتم، به ترتیـب توسط یک ذره و در کل جمعیت به دست آمده‌اند.

## ۳-بیان ریاضی مسئله چینش بهینه کاربری های سبز

در این بخش به بیان ریاضی توابع هدف مورد مطالعه در این تحقیق می‌پردازیم:

**سـازگاری**: نیازهـای هـر کـاربری بـر اسـاس اسـتانداردهای کمـی و کیفـی موجـود تعیـین و سـپس آنهـا را بـا هـم مقایسه مـی کننـد و چنانچـه مشخصـات بـه دسـت آمـده بـا یکـدیگر مسـاوی یـا نزدیـک بـه هـم باشـد سـازگارند و در غیر این صورت ممکن است نسبتا ناسازگار یا کاملا ناسازگار باشند.

همچنین که این پارامتر تابعی از فاصله میان کاربری‌هاست. پس تابع هدف را مـی‌تـوان تـابعی از مـاتریس سـازگاری و فاصله در نظر گرفت.

$$\text{Maximize} \quad F_1 = f(dij, comp(i,j))$$

که در آن $comp(i,j)$ نشان دهنده سازگاری دو کاربری و $dij$ نشان دهنده فاصله دو کاربری است.

**مطلوبیت:** این پارامتر خود وابسته به پارامترهای دیگری از قبیل دسترسی( $A_C$ ) و سلسله مراتب عملکردی معابر(H) و آلودگی هوا ( $A_P$ ) و ابعاد زمین( A ) و موقعیت(L) می‌باشد:

بنابراین تابع هدف مطلوبیت نیز می‌تواند بر اساس زیر تعریف گردد:

$$\text{Maximize} \quad F_2 = f(A_C, \mathrm{H}, A_P, A, L)$$

**وابستگی**: در این پارامتر بـا اسـتفاده از مـاتریس میـزان وابسـتگی کـاربری‌هـا بـه یکـدیگر و لـزوم همجـواری آن‌هـا بررسی می‌شود.

این پارامتر مانند سازگاری وابسته به فاصله‌ی کاربری‌ها می‌باشد.

$$\text{Maximize} \quad F_3 = f(dij, DEP(i,j))$$

### ۳-۱-تابع قید مسئله:

در این تحقیق پارامترهای کمی مسئله به عنوان قید مسئله در نظر گرفته می‌شوند به عبارت دیگر مقایسه سـرانه هـای موجود و آتی و محاسبه کمبودها را می‌توان قید مسئله تعریف کرد. به طوریکه میزان ایـن کـاربری هـا نبایـد کمتـر از سرانه باشد و از طرف دیگر نباید بیشتر از مقدار نیاز باشد تا از اتلاف انرزی و هزینـه جلـوگیری شـود. بـه عنـوان قیـد دیگری که می‌توان در نظر گرفت اینست که کاربری‌های خدماتی و عمومی موجود به دلیل کمبـود ایـن کـاربری‌هـا در منطقه مورد مطالعه حفظ شوند تا از اتلاف هزینه و انرژی جلوگیری شود و سرانه منطقه مـورد مطالعـه در ارائـه سـایر خدمات کاهش نیابد.

### ۴-تعریف المان های PSO در مسئله کاربری اراضی و نحوه اجرای الگوریتم

اگر محدوده مورد مطالعه دارای n قطعه زمین باشد می‌توان بـه انـدازه تعـداد قطعـات (یعنـی n) ذره تعریـف کـرد کـه محتوای هر ذره کاربری متناسب با آن ذره می‌باشد.

که روند کلی اجرای الگوریتم به صورت زیر می‌باشد;

گام اول: ایجاد جمعیت اولیه به صورت تصادفی و تعاریف مقادیر اولیه هریک از پارامترها

گام دوم: بدست آوردن مقدار توابع هدف برای جمعیت اولیه

گام سوم: ذخیره بهترین موقعیت و بهترین ذره

گام چهارم: بروز رسانی سرعت ذرات و موقعیت آنها

گام پنجم: چک کردن شرط خاتمه الگوریتم(که در این تحقیق رسیدن به ۱۰۰ تکرار است)

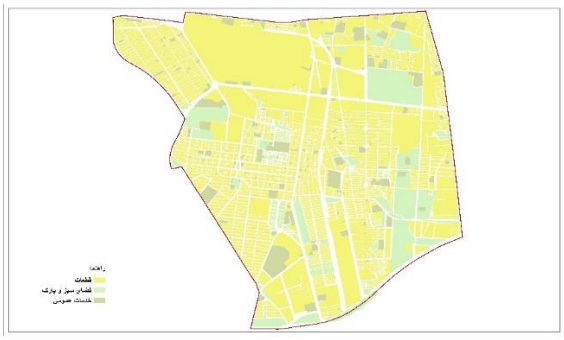
در این گام اگر شرط خاتمه الگوریتم برقرار بود الگوریتم خاتمه مـی‌یابـد و در غیـر ایـن صـورت از گـام دوم الگـوریتم تکرار می‌شود.

### ۵-نتایج

#### ۵-۱-معرفی محدوده مورد مطالعه

در این تحقیق از داده‌های ۲۰۰۰ منطقه ۱۶ شهرداری تهران که از سازمان نقشه برداری و شهرداری تهـران تهیـه شـده است، استفاده می‌شود. منطقه ۱۶ در جنوب حوزه مرکزی تهران که بزرگراه آزادگان در جنوب و خیابان فداییان اسـلام در شرق و خیابان شـوش در شـمال و بزرگـراه نـواب و تنـد گویـان و بهمنیـار در غـرب حـدود و مـرز ایـن منطقـه را تعریف می‌نماید.

میزان کمبود سرانه کاربری سبز منطقه با توجه به جمعیت افق ۱۴۰۰ و محاسبات طرح تفصیلی منطقه ۲۲۱۵۴۵ متـر مربع می‌باشد.

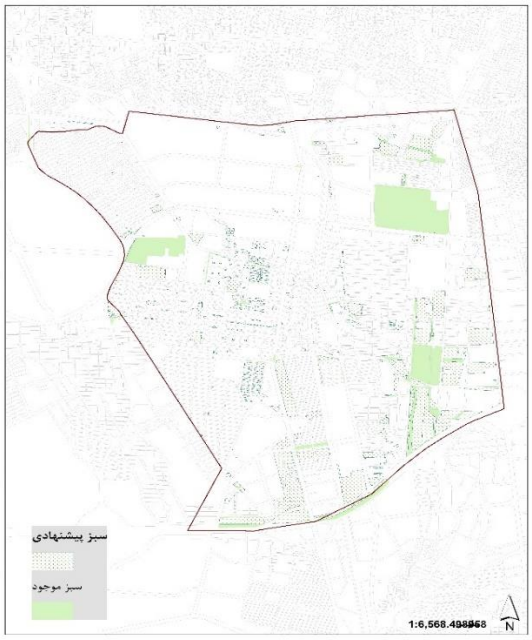


**شکل۱: نقشه کاربری اراضی وضع موجود**

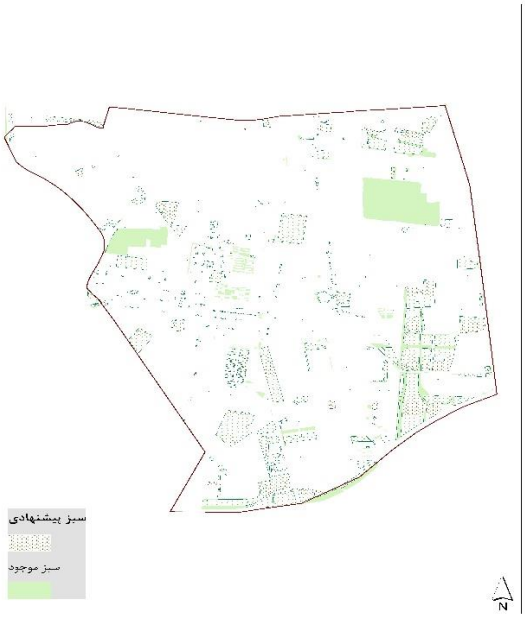
#### ۵-۲- چینش پیشنهادی بر اساس هریک از توابع هدف

در شکل۲ چینش بهینه بدست آمـده ازPSO بـر اسـاس تـابع هـدف بیشـینه‌سـازی سـازگاری را نمـایش مـی‌دهـد. در شکل(۳ و ۴) نیز چینش بهینه بر اساس توابع هدف بیشینگی مطلوبیـت و وابسـتگی نمـایش داده شـده اسـت. کـه

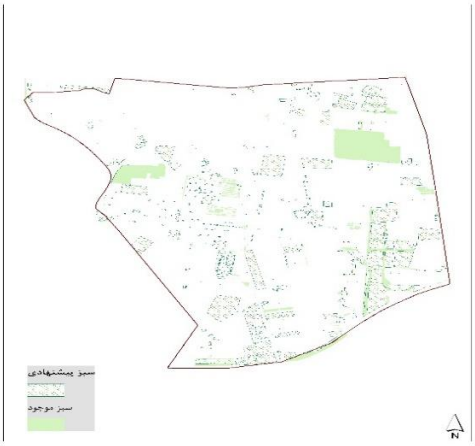
بر این اساس با توجه به نظر کارشناسان و مهم بودن هر یک از پارامترها می‌توان چینش مـورد نظـر را انتخـاب نمایـد. همچنین یک حالت تعادلی با استفاده از وزن‌دهی به پارامترها را نیز در نظر گرفت.




**شکل۲: نقشه پیشنهادی بر اساس بیشینگی سازگاری ها**




**شکل۳: نقشه پیشنهادی بر اساس بیشینگی مطلوبیت**




**شکل۴: نقشه پیشنهادی بر اساس بیشینگی وابستگی**

## مراجع

[۱] محمدتقی رضویان، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری،۱۳۸۱

[۲] آریاوند و مظاهری، مطالعات گیاه‌شناسی طرح کمر بند اصفهان، سازمان پارک ها و فضای سبز،۱۳۷۲

[3] Li, Xia, and Anthony Gar-On Yeh. "Integration of genetic algorithms and GIS for optimal location search." International Journal of Geographical Information Science 19.5 (2005): 581-601.

[4] Neema, Meher Nigar, and Akira Ohgai. "Multi-objective location modeling of urban parks and open spaces: Continuous optimization." Computers, Environment and Urban Systems 34.5 (2010): 359-376.

[۵] بهشتی فر, سارا، ۱۳۹۴، مکانیابی وتخصیص مراکزمختلف خدماتی با استفاده از GIS و الگوریتم NSGA_II، دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، تبریز، دانشگاه تبریز دانشکده مهندسی عمران

[6] Masoomi, Zohreh, Mohammad Sadi Mesgari, and Majid Hamrah. "Allocation of urban land uses by Multi-Objective Particle Swarm Optimization algorithm." International Journal of Geographical Information Science 27.3 (2013): 542-566.

[۷] سعیدنیا، کاربری زمین شهری، جلد دوم، انتشارات مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری،۱۳۷۸

[۸] پورمحمدی، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری،۱۳۸۲