

ارزیابی و پایش روند گسترش فیزیکی سی ساله شهر اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

سعید ورامش^۱

سهراب محترم عنبران^۲

زهرا روح‌نواز^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶

چکیده

در طی دهه‌های اخیر اراضی حاشیه‌ای شهرها که اغلب از اراضی کشاورزی مرغوب و باغات می‌باشند، تغییر کاربری داده شده‌اند که این تغییرات به‌عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر چالش‌های اجتماعی و زیست‌محیطی به‌شمار می‌آیند. امروزه فناوری سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌دلیل قابلیت‌هایی مانند قدرت نظارت و تفکیک زمانی و مکانی بالا، تصاویر مکرر، کاهش هزینه‌ها و ... به‌طور مؤثر جهت شناسایی و تعیین مقدار تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر محیط زیست و نظارت و مدیریت بهینه شهرها استفاده می‌شوند. این تحقیق با هدف ارزیابی گسترش سی ساله شهر اردبیل با استفاده از تصاویر لندست می‌باشد. ابتدا تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ تهیه گردید. سپس با استفاده از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، حداکثر تشابه و شبکه عصبی مصنوعی شهر اردبیل به شش کلاس کاربری (مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی با پوشش، اراضی آیش، اراضی بایر، جنگل شهری و آب) طبقه‌بندی شد. در نهایت دقت طبقه‌بندی هر کدام از الگوریتم‌های مورد استفاده بررسی شد. نتایج نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان دقت بالاتری نسبت به دو الگوریتم دیگر دارد. بر همین اساس، نقشه حاصل از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نشان داد که مساحت اراضی ساخته شده اردبیل از ۲۰/۰۲۲۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۴۱/۵۸۵۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۷ افزایش داشته است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان نمود که شهر اردبیل در بازه زمانی سی ساله گسترش نامتوازنی داشته است. بنابراین به منظور دستیابی به توسعه بهینه این شهر توصیه می‌شود با استفاده از نقشه‌های به‌دست آمده، در صورت امکان با زون‌بندی بهینه شهر، تجدید نظر کلی در تهیه طرح جامع، برنامه‌ریزی و مدیریت این شهر انجام گیرد، چرا که ارزیابی روند توسعه شهری و آگاهی از الگوهای تغییرات کاربری اراضی جهت مدیریت و برنامه‌ریزی بهینه شهرها ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، تصاویر لندست، توسعه شهری، اردبیل

۱- استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (نویسنده مسئول) varameshs@uma.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم زیستی جنگل، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل mohtarans@student.uma.ac.ir
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم زیستی جنگل، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل z.rouhnavaz@student.uma.ac.ir

۱- مقدمه

مقیاس جهانی، منطقه‌ای و محلی فراهم نموده است

(Pirnazar et al, 2018:39; Babu and Priyadarshini., 2018:18; RAO et al, 2014:40)

به طوری که از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان داده‌های پایه استفاده نموده و برای استخراج اطلاعات از روش‌هایی مانند تکنیک‌های آستانه‌گذاری (Khanbani et al, 2020:29)، روش تک‌شاخصه (YANG Z.X et al, 2010:58)، روش چندشاخصه پیکسل (WENG F.Q et al, 2013:55)، طبقه‌بندی (YANG Y.L et al, 2011:57; RAO et al, 2014:40) و ... به منظور تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی اکوسیستم شهری استفاده می‌شود که رایج‌ترین آن‌ها روش طبقه‌بندی و تک‌شاخصه می‌باشند، زیرا به آسانی قابل درک بوده و نتایج را با سرعت و دقت بالایی مشخص می‌کنند (Liu et al, 2019:31). در همین رابطه، چندین رویکرد و روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای وجود دارند که تأثیر مهمی بر چگونگی و میزان استخراج و تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای دارند و به طور کلی به دو گروه نظارت‌شده و نظارت‌نشده تقسیم می‌شوند.

در طبقه‌بندی نظارت‌شده، تحلیل‌گر به داده‌های ورودی نیاز دارد که این داده‌ها «مجموعه آموزشی یا داده‌های تعلیمی» نامیده می‌شود اما در طبقه‌بندی نظارت نشده پیکسل‌ها با توجه به خواص بازتابی یکپارچه می‌شوند. این گروه‌ها به‌صورت جداگانه به‌عنوان "خوشه" نامیده می‌شوند، طبقه‌بندی می‌شوند به دو روش شیء‌گرا و پیکسل‌پایه تقسیم می‌شود که روش شیء‌گرا با پیکسل‌پایه متفاوت است. زیرا به‌جای پیکسل‌های مستقیم روی گروه پیکسل‌ها کار می‌کند. در حالی‌که روش پیکسل‌پایه مبتنی بر پیکسل بوده که کوچک‌ترین واحد تصویر می‌باشد و برای هدف طبقه‌بندی فقط از اطلاعات طیفی استفاده می‌کند (Sakshi & Kumar, 2019: 46).

ماشین بردار پشتیبان (SVM) یک تکنیک یادگیری آماری ناپارامتریک تحت نظارت می‌باشد که برای طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای مناسب هستند (Mountrakis et al, 2011:35).

گاهی از نوع و درصد کاربری و پوشش‌های مختلف اراضی، نیازی بنیادی جهت شناخت و مدیریت یک منطقه است (شاطریان و دیگران، ۱۳۹۷:۶). رشد شهرنشینی و افزایش استفاده از منابع به‌دلیل گسترش تأسیسات مورد نیاز زندگی شهری در سال‌های گذشته موجب تغییر الگوی تقاضای منابع و اراضی، تغییر ماهیت و کیفیت اراضی کشاورزی، مناظر تاریخی و طبیعی درون و پیرامون شهری از طریق تبدیل این اراضی به مناطق مسکونی شده است (Syphard et al, 2011:51; Savé et al, 2012:44; Bennett et al., 2015:20; Garcia Nieto et al., 2018:25; Schulp et al., 2014:45; Seto et al., 2012:49; Baró et al, 2016:19)

بنابراین مناظر شهری به قسمت‌های ناهمگنی تبدیل شده و تغییر کاربری و پوشش اراضی اکوسیستم شهری را در پی داشته است (Lagrosa IV et al, 2018:30). این امر در کنار مواردی مانند صنعتی شدن و تغییر الگوی بارش موجب تخریب پوشش و محیط زیست طبیعی شهرها شده و از این طریق چالش‌های اجتماعی و زیست‌محیطی زیادی را در پی داشته و توسعه پایدار شهری را به مخاطره انداخته و در نتیجه، فشار اکولوژیکی زیادی به اکوسیستم طبیعی شهرها تحمیل شده است (Liu et al, 2019:31; Pirnazar et al, 2018:39; Orgiazzi et al, 2016:37; Modica et al, 2012:36) و برنامه‌ریزی بهینه شهرها، نیازمند آگاهی از روند تغییرات الگوی کاربری و پوشش اراضی شهری هستیم، که در این مورد تحقیقات و مطالعات متعددی با استفاده از روش‌های مختلف انجام شده است. در همین رابطه توسعه روش‌های سنجش از دور (RS) و سامانه داده‌های مکانی (GIS) به‌دلیل قابلیت‌هایی مانند قدرت نظارت و تفکیک زمانی و مکانی بالا، تصاویر مکرر، کاهش هزینه‌ها، استفاده از بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی برای تشخیص ویژگی‌های پدیده‌ها، امکان تحلیل خودکار و سریع در مقایسه با روش‌های سنتی، فرصت‌های قابل توجهی برای نظارت، برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه و توسعه متوازن شهرها در

منطقه در ۳۰ سال گذشته را در پی داشته است. بر همین اساس و با توجه به لزوم بررسی دقیق میزان و چگونگی تغییرات شهری به منظور جلوگیری از گسترش بی‌رویه و دستیابی به توسعه متوازن شهری، هدف از این تحقیق آشکارسازی میزان تغییرات کاربری اراضی و گسترش شهر اردبیل در بازه زمانی ۳۰ ساله با استفاده از تصاویر بدون ابر سنجنده‌های TM و OLI-TIRS در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ و استفاده از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، حداکثر تشابه و شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر اردبیل در بخش جنوبی حوزه آبریز قره سو و در میانه دشت اردبیل و در میان کوه‌های باغرو و سبلان که در مدار ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و نصف‌النهار ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۴۸ متری از سطح دریا واقع شده است. میانگین دما و بارش این شهر به ترتیب ۱۱ درجه سانتی‌گراد و ۲۵۷ میلی‌متر در سال و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، نیمه‌خشک می‌باشد. با تأسیس استان اردبیل در سال ۱۳۷۲، شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان انتخاب شد (متنظر و دیگران، ۱۰:۱۳۹۷) و همین موضوع موجب افزایش جمعیت و گسترش این شهر و در نتیجه تغییرات شدید کاربری و پوشش اراضی داخل و پیرامون این شهر شده است. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت شهر اردبیل ۵۲۹/۳۷۴ نفر و بر اساس آخرین تقسیمات کالبدی، دارای پنج منطقه شهری می‌باشد (نگاره ۱).

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

برای انجام این تحقیق، تصاویر بدون ابر سنجنده‌های TM و OLI-TIRS ماهواره لندست ۵ و ۸ با قدرت تفکیک ۳۰ متر متعلق به سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ تهیه شد (جدول ۱). در خصوص تاریخ استفاده شده، تصاویر از

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) به‌عنوان شبکه‌های محاسباتی که عمدتاً از واحدهای پردازش موازی انبوه تشکیل شده‌اند تعریف می‌شوند که از طریق اتصالات وزنی با یکدیگر تعامل دارند (Suliman & Zhang, 2015: 47). حداکثر احتمال (ML) یک روش طبقه‌بندی می‌شوند است که از یک تابع متمایز برای تخصیص پیکسل به کلاس با بیشترین احتمال استفاده می‌کند (Ahmad & Quegan, 2012: 14).

Hooke و همکاران (۲۰۱۲:۲۷) در تحقیقی با بررسی میزان تغییرات کاربری اراضی به این نتیجه رسیدند که این تغییرات به افزایش جمعیت و تقاضای منابع، توسعه اقتصادی، اجتماعی و پایداری محیط زیست بستگی دارد. Rizk Hegazy و Rashed Kaloop (۲۰۱۵:۴۳) در تحقیقی با عنوان نظارت بر رشد شهرها و تغییر کاربری اراضی با استفاده از GIS و تکنیک‌های سنجش از دور در استان Daqahlia مصر به این نتیجه رسیدند که مساحت اراضی شهری این منطقه در فاصله زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ با کاهش ۳۳ درصدی اراضی کشاورزی، از ۲۸ کیلومتر مربع به ۲۵۵ کیلومتر مربع افزایش یافته است.

همچنین Dewan و Yamaguchi (۲۰۰۹:۲۴) با بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در داکا بنگلادش به این نتیجه رسیدند که رشد بیش از حد مناطق مسکونی در داکا در طول دوره مطالعاتی منجر به کاهش قابل توجه بسترهای آبی، اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی منطقه شده است. عنابستانی و همکاران (۸:۱۴۰۰) نیز در تحقیقی با عنوان تحلیل تغییرات ساختاری و سیمای سرزمین و الگوهای توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه در شهر مشهد در یک بازه ۲۰ ساله به این نتیجه رسیدند که بیشترین تغییرات در مناطق مسکونی رخ داده است.

انتخاب شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان، موجب تمرکز مراکز اداری، اقتصادی و ... در این شهر و به تبع آن افزایش جمعیت و افزایش نیاز این جمعیت به مسکن و سایر کاربری‌های مورد نیاز شهری شده و در نتیجه گسترش بی‌رویه و تغییرات زیاد کاربری و پوشش اراضی این



نگاره ۱: منطقه مورد مطالعه

یک فصل و بدون داشتن فاصله زمانی به منظور حذف تفاوت‌های شدت روشنایی خورشید و تفاوت‌های شرایط پوشش گیاهی و خاک انتخاب شد.

به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی، ابتدا شهر اردبیل

به شش طبقه اصلی شامل مناطق مسکونی، جنگل شهری،

پهنه آبی، اراضی بایر، اراضی کشاورزی و اراضی آیش

تقسیم شد. سپس تعداد ۱۵۰ نمونه تعلیمی از شهر اردبیل

برداشته شد که از این تعداد، ۹۰ نمونه برای تهیه نقشه

کاربری (terrain)، ۳۰ نمونه به عنوان نمونه test و ۳۰ نمونه

برای Validation مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت با

کاربری اراضی شهر اردبیل به ترتیب مراحل زیر تهیه شدند.

جدول ۱: اطلاعات تصاویر تهیه شده

| ساعت تصویربرداری | تاریخ تصویربرداری | سنسور | نام ماهواره | ردیف |
|------------------|-------------------|-------|-------------|------|
| ۶:۵۱:۲۰ | ۱۹۸۷/۰۷/۲۸ | TM | لندست ۵ | ۱ |
| ۷:۰۲:۵۲ | ۲۰۰۰/۰۷/۱۵ | TM | لندست ۵ | ۲ |
| ۷:۲۵:۴۸ | ۲۰۱۷/۰۷/۳۰ | OLI | لندست ۸ | ۳ |

جدول ۲: طبقات کاربری اراضی و توصیف آن‌ها

| توصیف | نوع طبقه |
|--|---------------|
| شامل اراضی ساخته شده به دست انسان که موجب نفوذناپذیری سطح اراضی شده است مانند خانه‌ها، کارخانه‌ها و جاده‌های آسفالت. | مسکونی |
| زمین‌هایی که در هنگام تصویربرداری دارای محصول کشاورزی می‌باشند. | اراضی کشاورزی |
| زمین‌های کشاورزی که در هنگام تصویربرداری کاشته نشده‌اند | اراضی آیش |
| شامل اراضی که هیچ نوع اثری از دستکاری انسان بر روی آن دیده نمی‌شود و همچنین پوشش گیاهی / مرتعی آن بسیار ضعیف بوده و از حالت مثمر و فعال بودن خارج شده است. | اراضی بایر |
| شامل تمام فضاهای موجود در محدوده و حریم شهری که دارای پوشش گیاهی چوبی می‌باشد. مانند درختان خیابانی، پارک‌ها و باغ‌های شهری، بلوارهای منظرهای و ... | جنگل شهری |
| مناطق که به طور کامل توسط آب پوشیده شده‌اند. مانند دریاچه‌ها، مخازن، رودخانه‌ها، جریان‌ها و آب‌های حوضچه. | پهنه آبی |

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (...)
 ارزیابی و پایش روند گسترش فیزیکی سی‌ساله شهر اردبیل با استفاده از ... / ۱۴۳

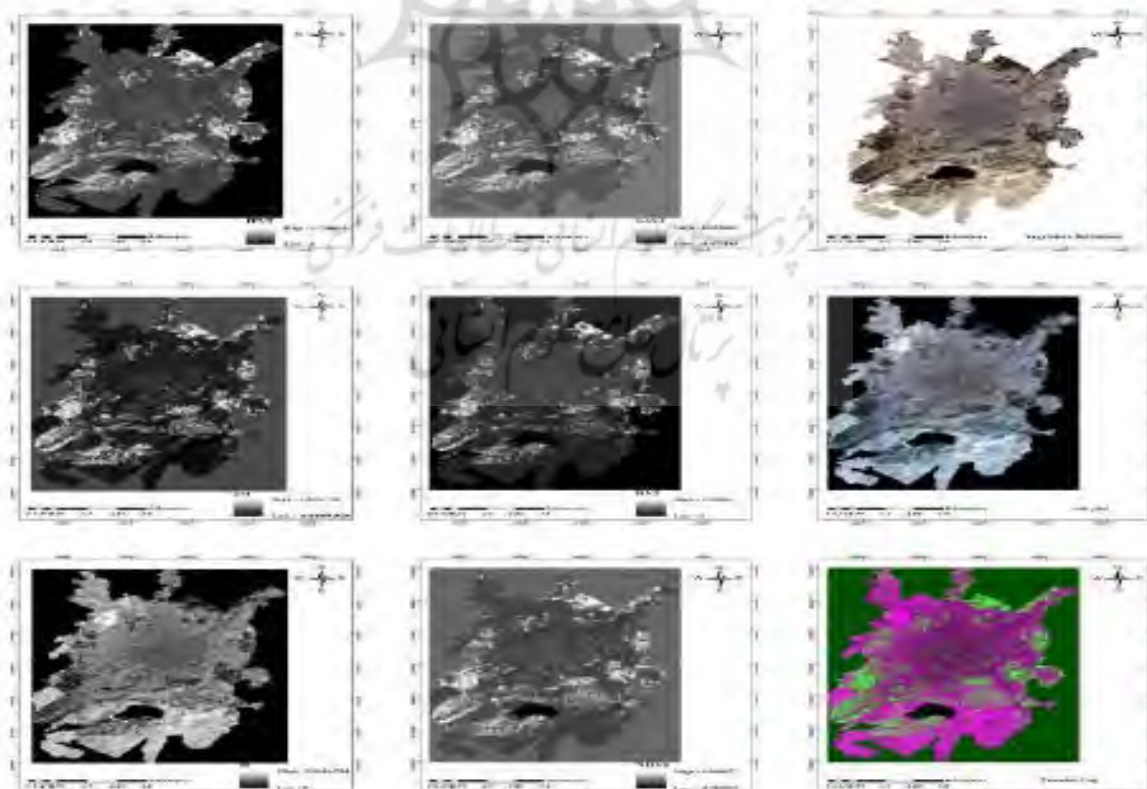
جدول ۳: معادله شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق

| نام شاخص | معادله | بازه تغییرات | مرجع |
|----------|--|--------------|------------------------|
| RVI | NIR/RED | (∞, 0] | (Jordan, 1969:28) |
| IPVI | $NIR/(NIR + RED)$ | [0,1] | (Crippen, 1990:21) |
| NDVI | $(NIR - RED)/(NIR + RED)$ | [+1,-1] | (Rouse et al. 1974:42) |
| SAVI | $(NIR - RED)/(NIR + RED + 0.5) \times (1 + 0.5)$ | [+1,-1] | (Huete, 1988:26) |
| BI | $[RED^2 + GREEN^2 + RED^2]^{1/2} / 3^{1/2}$ | [+1,-1] | (Varamesh, 2017:54) |

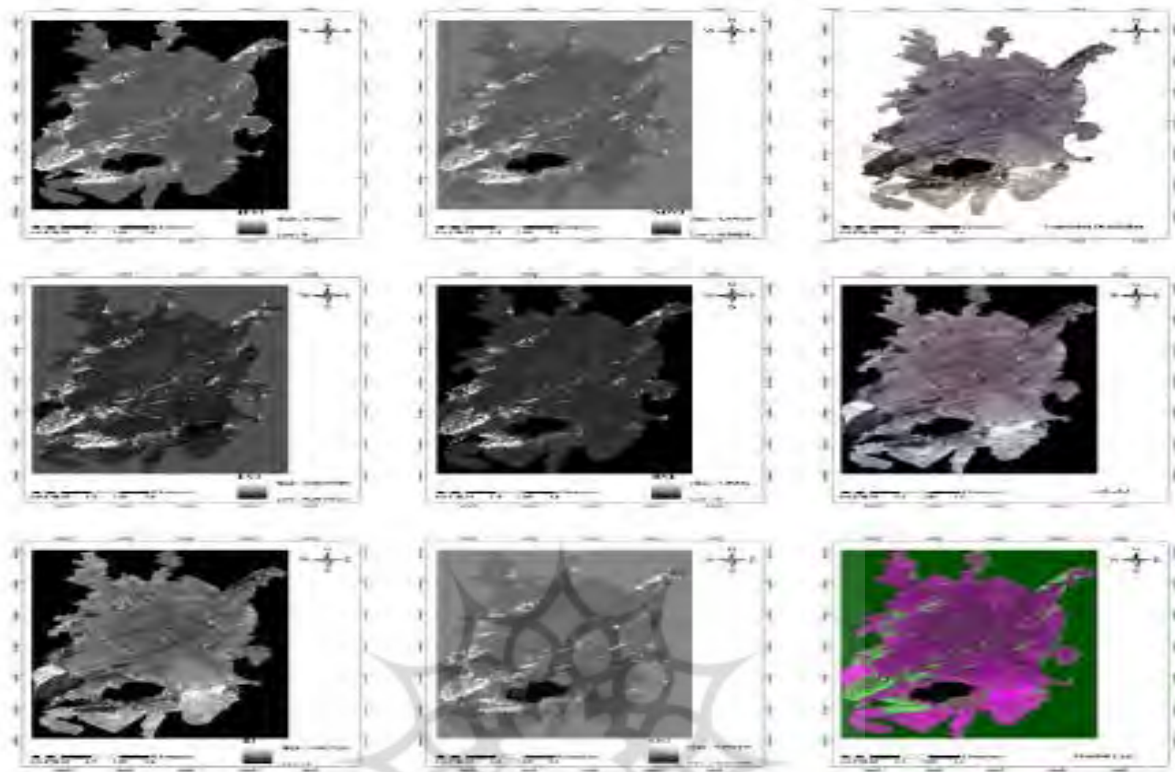
در مرحله بعد نقشه‌های مربوط به فیلتربافت، tasseled cap و Delineation هر کدام از این موارد برای هر سه تاریخ مورد بررسی به ترتیب در نگاره ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. در نهایت تمامی لایه‌های استخراج شده مذکور با باندهای تصاویر تصحیح شده ادغام شده و برای انجام پردازش و طبقه‌بندی آماده شدند.

۳-۲- پیش‌پردازش تصاویر

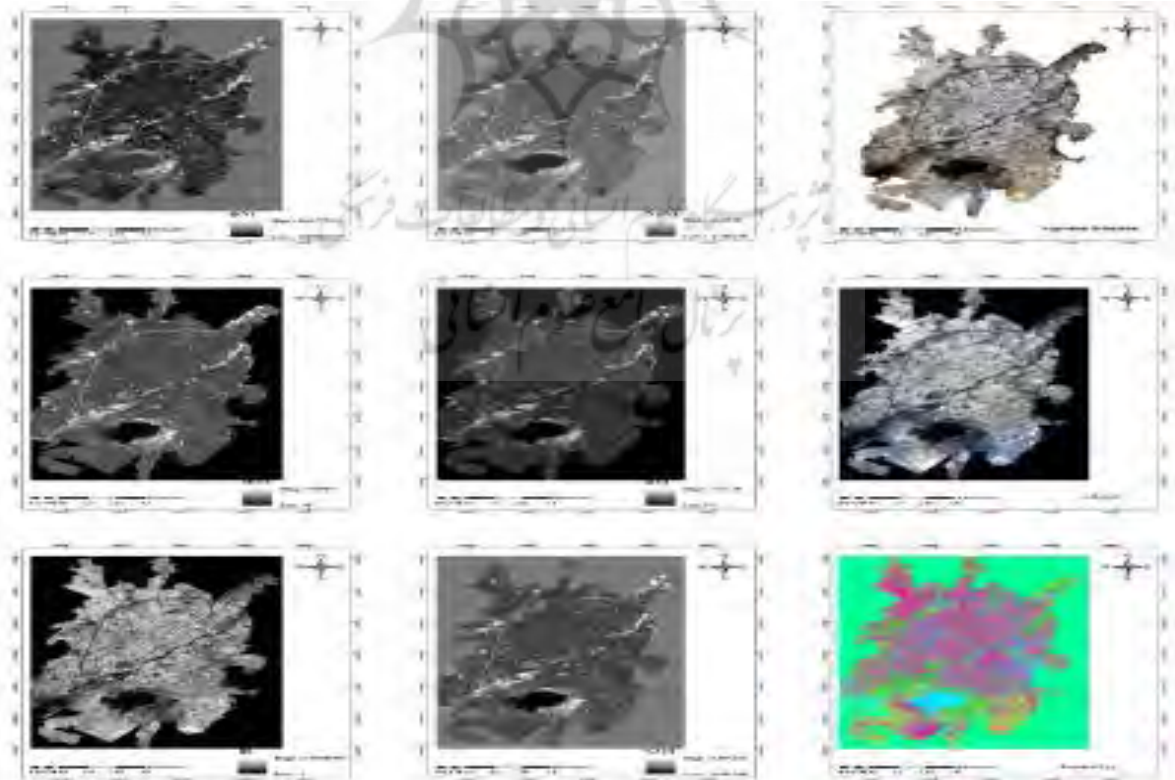
علیرغم انجام سطح اول تصحیحات تصاویر انتخاب شده، به منظور اطمینان از کیفیت داده‌ها و باندها، تصاویر مورد استفاده در این تحقیق ابتدا از نظر خطاهای رادیومتری در محیط نرم‌افزار ENVI 5.3 تصحیح شدند، سپس شاخص‌های RVI، SAVI، NDVI، BI و IPVI براساس فرمول‌های جدول ۳ استخراج شدند.



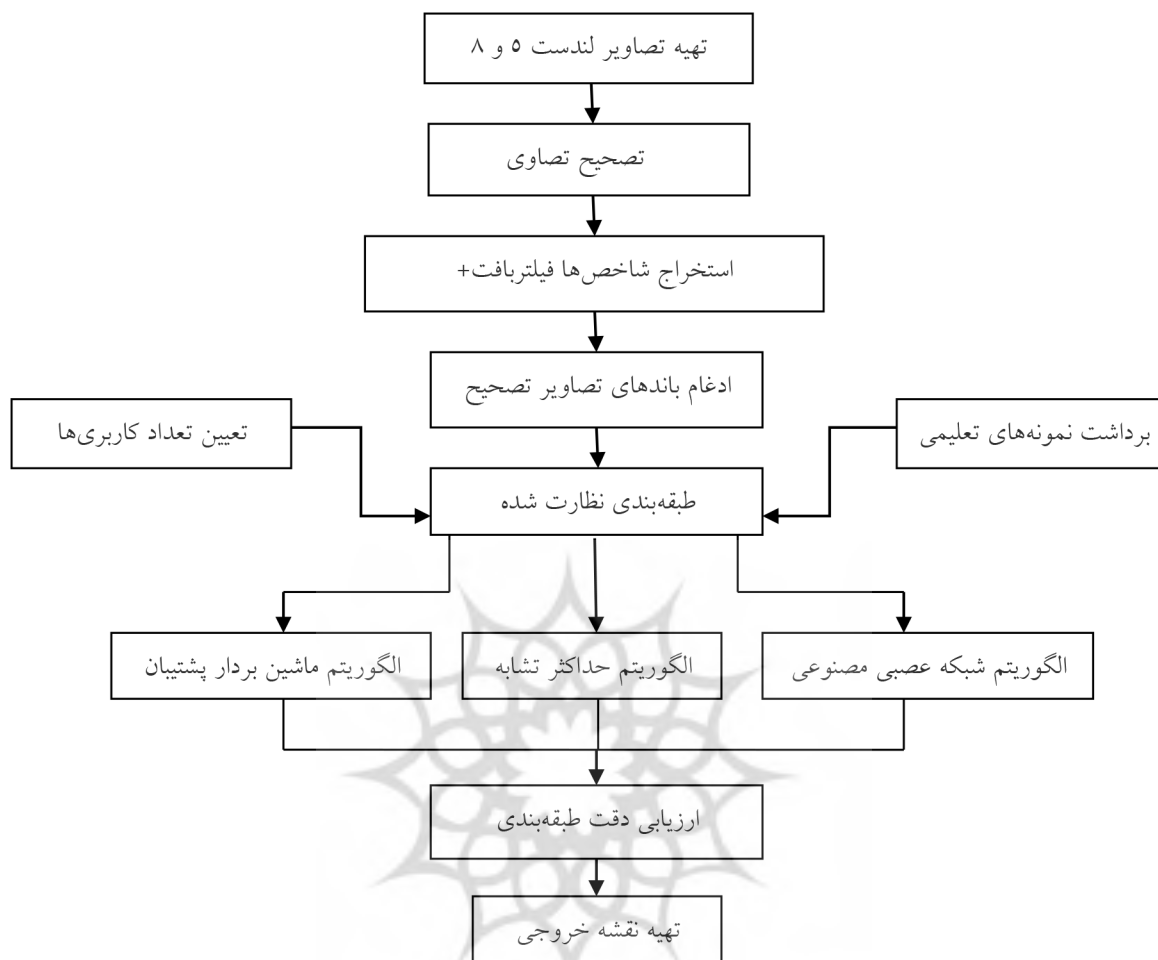
نگاره ۲: نقشه‌های شاخص‌ها، فیلتربافت، Tasseled Cap و Vegetation Delineation برای سال ۱۹۸۷



نگاره ۳: نقشه‌های شاخص‌ها، فیلتربافت، Tasseled Cap و Vegetation Delineation برای سال ۲۰۰۰



نگاره ۴: نقشه‌های شاخص‌ها، فیلتربافت، Tasseled Cap و Vegetation Delineation برای سال ۲۰۱۷



نگاره ۵: مراحل انجام تحقیق

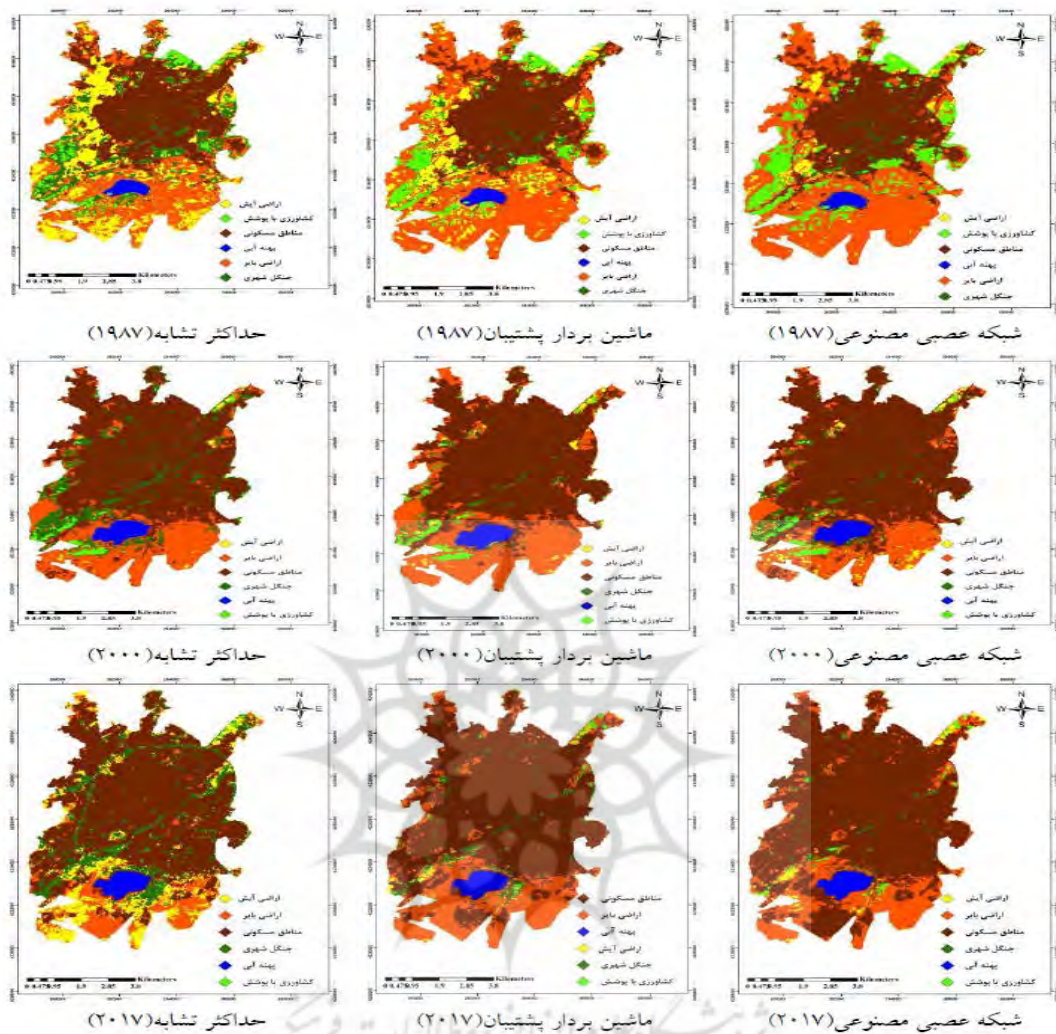
لذا برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی در طبقه‌بندی می‌شوند با توجه به نمونه‌هایی که کاربر روی هر پدیده اعمال می‌کند، گروهی از پیکسل‌های یکسان یافت شده و نسبت به آن‌ها طبقه‌بندی صورت می‌گیرد (Perumal and Bhaskaran, 2010:38). در این تحقیق نقشه کاربری اراضی برای هر سه تاریخ با استفاده از روش طبقه‌بندی می‌شوند با نمونه‌های تعلیمی به وسیله الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر تشابه تهیه شدند. تعلیمی برداشت شده، ماتریس خطای پارامترهای ذکر شده و تغییرات کاربری اراضی در سه بازه زمانی محاسبه شدند. مراحل کاری برای انجام این تحقیق به ترتیب در نگاره ۵ نشان داده شده است.

۴-۲- پردازش

در طبقه‌بندی می‌شوند با توجه به نمونه‌هایی که کاربر روی هر پدیده اعمال می‌کند، گروهی از پیکسل‌های یکسان یافت شده و نسبت به آن‌ها طبقه‌بندی صورت می‌گیرد (Perumal and Bhaskaran, 2010:38). در این تحقیق نقشه کاربری اراضی برای هر سه تاریخ با استفاده از روش طبقه‌بندی می‌شوند با نمونه‌های تعلیمی به وسیله الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر تشابه تهیه شدند.

۲-۵- پس پردازش

هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته باشد، قابل استناد نیست (Aitkenhead et al, 2008:15).



نگاره ۶: نقشه‌های کاربری اراضی شهر اردبیل برای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۱۷ (الگوریتم‌های حداکثر تشابه، شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان)

۳- نتایج و بحث

پشتیبان ۹۲٪ و ۰/۹۰، حداکثر تشابه ۹۲/۵٪ و ۰/۹۰ و شبکه عصبی مصنوعی ۹۲/۶٪ و ۰/۹۰، و در سال ۲۰۱۷ دقت کلی و ضریب کاپا برای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان ۹۰/۶٪ و ۰/۸۸، حداکثر تشابه ۸۲/۸٪ و ۰/۷۸ و برای شبکه عصبی مصنوعی ۸۸٪ و ۰/۸۵ به دست آمد (جدول ۴).

با توجه به مقادیر ضریب کاپا و دقت کلی و همچنین با ارزیابی نقشه طبقه‌بندی شده توسط هر الگوریتم با واقعیت زمینی مشخص شد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در هر سه سال از دقت بالاتری نسبت به دو الگوریتم دیگر

در این مطالعه نقشه‌های کاربری اراضی شهر اردبیل برای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر لندست و الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، حداکثر تشابه و شبکه عصبی مصنوعی تهیه شد (نگاره ۶). مقادیر دقت کلی و ضریب کاپا در سال ۱۹۸۷ برای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به ترتیب ۹۰٪ و ۰/۸۶، حداکثر تشابه ۸۴/۵٪ و ۰/۷۸ و شبکه عصبی مصنوعی ۹۰/۵٪ و ۰/۸۷ بود، در سال ۲۰۰۰ دقت کلی و ضریب کاپا برای الگوریتم ماشین بردار

جدول ۴: مقادیر دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به نقشه‌های خروجی توسط سه الگوریتم استفاده شده در سال‌های

۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷

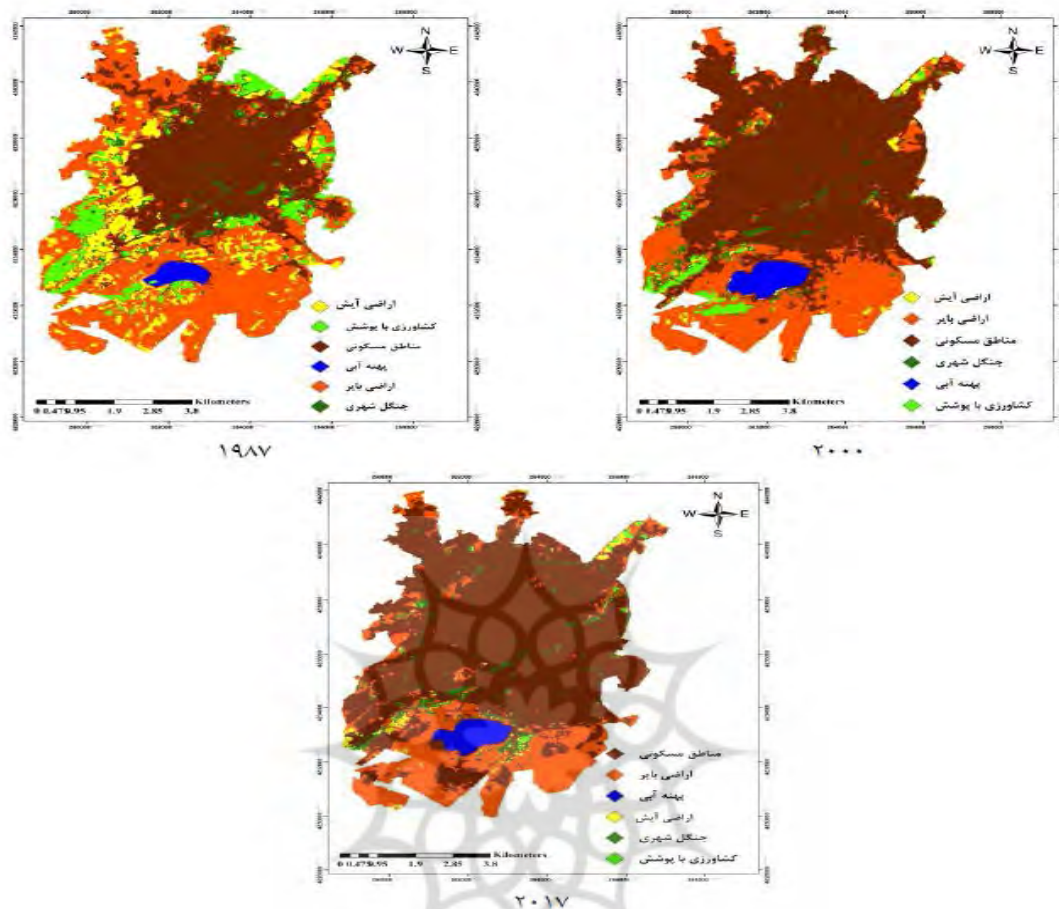
| سال | ماشین بردار پشتیبان | | شبکه عصبی مصنوعی | | حداکثر تشابه | |
|------|---------------------|---------|------------------|---------|--------------|---------|
| | ضریب کاپا | دقت کلی | ضریب کاپا | دقت کلی | ضریب کاپا | دقت کلی |
| ۱۹۸۷ | ۰/۸۶ | %۹۰ | ۰/۸۷ | %۹۰/۵ | ۰/۷۸ | %۸۴/۵ |
| ۲۰۰۰ | ۰/۹۰ | %۹۲ | ۰/۹۰ | %۹۲/۶ | ۰/۹۰ | %۹۲/۵ |
| ۲۰۱۷ | ۰/۸۸ | %۹۰/۶ | ۰/۸۵ | %۸۸ | ۰/۷۸ | %۸۲/۸ |

طبقه‌بندی خودکار سنگ‌شناسی در بخشی از هند غربی به کار بردند و نتایج نشان داد که این الگوریتم دقت بالاتری را نسبت به دو الگوریتم دیگر ارائه می‌دهد. بنابراین در این تحقیق بررسی میزان تغییرات مربوط به کاربری اراضی شهر اردبیل توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان انجام گرفت. در نگاره ۷ نقشه‌های طبقه‌بندی با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای هر سه تاریخ نشان داده شده است.

مساحت طبقه‌ها برای هر سه سال فقط برای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان محاسبه گردید (جدول ۵). با توجه به موارد مذکور، تغییرات کاربری و پوشش اراضی در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ و ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ محاسبه شد.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهند که از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۰۰ مساحت اراضی آیش (۶/۶۴)، اراضی کشاورزی با پوشش (۳/۲۰)، اراضی بایر (۷/۵۱) و جنگل شهری (۰/۲۵) کیلومتر مربع کاهش داشته، مناطق مسکونی (۱۶/۶۷) و پهنه آبی (۰/۸۴) کیلومتر مربع افزایش داشته‌اند، از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۷ اراضی کشاورزی با پوشش (۱/۱۷)، پهنه آبی (۰/۱۶) و اراضی بایر (۳/۱۸) کیلومتر مربع کاهش داشته، مناطق مسکونی (۴/۸۹)، اراضی آیش (۰/۰۱) و جنگل شهری (۰/۱۳) کیلومتر مربع افزایش داشته‌اند و در یک بررسی کلی از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۱۷ مساحت اراضی آیش (۶/۵۳)، اراضی کشاورزی با پوشش (۴/۳۷)، اراضی بایر (۱۱/۲۲) و جنگل شهری (۰/۱۲) کیلومتر مربع کاهش داشته و در مقابل مناطق مسکونی (۲۱/۵۶) و پهنه آبی (۰/۶۸) کیلومتر مربع افزایش داشته‌اند (جدول ۶).

برخوردار بود که با نتایج تحقیقات محقق دیگر (Lin et al, 2018:32 Zheng et al, 2015:60; Deilmay et al, 2014:23). هم راستا بود. مزیت اصلی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، قابلیت تعمیم خوب با نمونه‌های تعلیمی می‌باشد، محققان محدودیت‌های این الگوریتم در انتخاب پارامترها و نیازمندی‌های محاسباتی را تأیید کرده‌اند. با این حال، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با بسیاری از الگوریتم‌ها که در طبقه‌بندی تصاویر، برای داده‌های سنگین از دور و شبیه‌سازی دنیای واقعی و آزمایش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند نتایج مناسب‌تری را فراهم می‌کند (Deilmay et al, 2014:23). هدف اصلی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، تولید طرح‌های دقیق با جداسازی بهینه طبقات قابل تفکیک به صورت خطی در فضاها می‌باشد (Melgani et al, 2004:34) در این رابطه اینگونه می‌توان بیان نمود که یکی از دلایل خطای زیاد الگوریتم حداکثر تشابه نسبت به الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، بر خلاف نتایج برخی از تحقیقات (کاظمی و همکاران (۹:۱۳۹۶) و Al-Ahmadi و El-Hames (۲۰۰۹:۱۶)) اساس خطی بودن الگوریتم حداکثر تشابه می‌باشد که در واقعیت زمینی و محیط‌های طبیعی معمولاً رابطه خطی خیلی کمتر مشاهده می‌شود. نتایج تحقیق Szuster و همکاران (۲۰۱۱:۵۲) نیز نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان دقت بالاتری نسبت به الگوریتم‌های حداکثر تشابه و شبکه عصبی مصنوعی به منظور طبقه‌بندی مناطق مسکونی و اراضی ساحلی با وجود داشتن طیف نزدیک به هم داشت. در تحقیقی دیگر (Yu و همکاران (۲۰۱۲:۵۹)) الگوریتم ماشین بردار پشتیبان را برای



نگاره ۷: نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی شهر اردبیل برای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۱۷ (الگوریتم ماشین بردار پشتیبان)

نتایج بررسی تغییرات مساحت کاربری اراضی نشان داد که در فاصله زمانی ۳۰ ساله، سطح مناطق مسکونی افزایش یافته است که با توجه به مرکزیت شهر اردبیل در استان و افزایش مهاجرت از روستاها و شهرهای دیگر استان، قابل پیش‌بینی بود که این رشد بیرویه و بدون برنامه می‌تواند مشکلاتی مانند افزایش آلاینده‌ها، افزایش آلودگی صوتی، آلودگی آب و خاک، تغییرات پوشش گیاهی و... را در پی داشته باشد که هم‌اکنون نیز به چنین مشکلاتی دچار هستیم (حسینی و دیگران، ۱۳۹۵: ۶). همچنین مساحت پهنه‌های آبی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ افزایش داشته است که می‌توان گفت که دلیل افزایش آن می‌تواند در اثر انتقال آب و یا ایجاد اکوسیستم‌های مصنوعی باشد و برعکس از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ مساحت منابع آبی کاهش پیدا کرده است که می‌تواند

بر اثر افزایش دما، خشکسالی، تغییر کاربری، افزایش ساخت و ساز مسکونی و صنعتی در حاشیه رود بالیخلوچای که منجر به کاهش کیفیت منابع آبی نیز می‌شود، باشد (خیرخواه زرکش و حسین زاده آزاد، ۱۳۹۵: ۵). در مقابل، به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش ساخت و ساز غیرقانونی در حاشیه شهر که در تداخل با اراضی کشاورزی بوده است، این اراضی رو به کاهش رفته و تبدیل به اراضی آیش شده است که می‌تواند عواقبی مانند حاشیه‌نشینی، کاهش تولید و... را در بر داشته باشد. تغییر کاربری و پوشش اراضی علاوه بر مواردی که در فوق به آن‌ها اشاره شد موجب افزایش ضریب رواناب و ایجاد سیلاب نیز می‌شود (Abbaszadeh et al., 2011:13)، به طوری که با توسعه اراضی شهری، سطوح غیرقابل نفوذ زمین به سرعت افزایش می‌یابد، در نتیجه قابلیت نگهداری بارندگی

جدول ۵: مساحت طبقه‌های مختلف کاربری اراضی در تاریخ‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰-۲۰۱۷

| سال | | | | | | طبقات کاربری |
|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|-----------------|
| ۲۰۱۷ | | ۲۰۰۰ | | ۱۹۸۷ | | |
| در صد | کیلومتر مربع | درصد | کیلومتر مربع | درصد | کیلومتر مربع | |
| (۶۸/۴۳) | (۴۱/۵۸۵۴) | (۶۰/۳۹) | (۳۶/۶۹۶۶) | (۳۲/۹۹) | (۲۰/۰۲۲۳) | مسکونی |
| (۰/۴۴) | (۰/۲۷۰۰) | (۲/۳۸) | (۱/۴۴۰۹) | (۷/۶۵) | (۴/۶۴۴۹) | کشاورزی با پوشش |
| (۱/۴۳) | (۰/۸۷۰۳) | (۱/۴۰) | (۰/۸۵۶۸) | (۱۲/۲۰) | (۷/۴۰۱۶) | اراضی آیش |
| (۲۲/۷۲) | (۱۳/۸۰۶۰) | (۲۸/۸۱) | (۱۷/۵۱۳۱) | (۴۱/۲۴) | (۲۵/۰۲۲۷) | اراضی بایر |
| (۴/۳۶) | (۲/۶۴۷۸) | (۴/۱۳) | (۲/۵۱۲۸) | (۴/۴۱) | (۲/۷۶۷۵) | جنگل شهری |
| (۲/۶۲) | (۲/۵۹۳۹) | (۲/۸۹) | (۱/۷۵۳۲) | (۱/۵۱) | (۰/۹۱۴۴) | پهنه آبی |

جدول ۶: تغییرات کاربری و پوشش اراضی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

| پهنه آبی | جنگل شهری | بایر | اراضی آیش | کشاورزی با پوشش | مسکونی | |
|----------|-----------|--------|-----------|-----------------|--------|-----------|
| ۰/۸۴ | -۰/۲۵ | -۷/۵۱ | -۶/۵۴ | -۳/۲ | ۱۶/۶۷ | ۱۹۸۷-۲۰۰۰ |
| -۰/۱۶ | ۰/۱۳ | -۳/۷۱ | ۰/۰۱ | -۱/۱۷ | ۴/۸۹ | ۲۰۰۰-۲۰۱۷ |
| ۰/۶۸ | -۰/۱۲ | -۱۱/۲۲ | -۶/۵۳ | -۴/۳۷ | ۲۱/۵۶ | ۱۹۸۷-۲۰۱۷ |

به شدت کاهش می‌یابد و ضریب رواناب افزایش یافته و شهر در معرض خطر سیلاب قرار می‌گیرد. همچنین تغییر کاربری اراضی جنگلی به اراضی مرتعی و کشاورزی به دلایلی مانند افزایش تقاضای مرتع، پناهگاه، محصولات غذایی، افزایش فقر انسانی و کاهش مداوم زمین کشاورزی موجب کاهش کیفیت و حاصلخیزی خاک (کاهش معنی‌دار نفوذپذیری، هدایت هیدرولیکی، مواد آلی خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها، از بین رفتن عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فعالیت میکروبی، تخلخل، شورشیدن خاک، تغییر در رطوبت و...) می‌شود (Celik, 2005:22).

تغییر کاربری و پوشش اراضی منجر به تغییر دمای سطح زمین (LST)، به ویژه در مناطق شهری می‌شود. به گونه‌ای که تغییر کاربری اراضی کشاورزی به مسکونی و ساختن ساختمان‌های مرتفع متشکل از میله‌های فولادی و بتنی به جای خانه‌های چوبی سستی، پشت‌بام‌های کاهی و... و همچنین ایجاد مناطق صنعتی در اراضی کشاورزی به منظور انتقال کارخانجات توسط دولت‌ها موجب کاهش اراضی کشاورزی شده و افزایش دمای سطح زمین می‌شود (Stokes and Seto, 2016:50; Turner II et al., 2013:53).

(Xiao and Weng, 2007:56) در مناطق شهری افزایش جمعیت باعث تغییر کاربری اراضی کشاورزی به مسکونی، تجاری و صنعتی شده است که این تغییر کاربری‌ها منجر به کاهش پوشش گیاهی و افزایش دمای محیط می‌شوند (عبداللهی و دیگران، ۱۳۸۵:۷). بنابراین برای کنترل و کاهش میزان تغییرات کاربری شهری بهتر است که مدیریت توسعه شهری به گونه‌ای باشد که به جای توسعه کالبدی و افقی شهر، زمین‌های رها شده را مد نظر قرار داده و توسعه درون‌زا را منجر شوند (موسوی و دیگران، ۱۳۹۷:۱۱). در نتیجه تهیه نقشه پوشش و کاربری اراضی در مدیریت منابع شهری و به موازات تغییرات آن‌ها در طول زمان، برای برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری، شناسایی نواحی و نقاط تحت فشار محیطی و ارزیابی و توسعه ناحیه‌ای اهمیت بسیاری دارد. با اطلاع از درصد هر کدام از کاربری‌های اراضی می‌توان نسبت به پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، پیشگیری یا کاهش بلایای طبیعی، مدیریت منابع طبیعی، ارزیابی فشارهای محیطی ناشی از توسعه منابع انرژی، در هر ناحیه اقدام کرد

به شدت کاهش می‌یابد و ضریب رواناب افزایش یافته و شهر در معرض خطر سیلاب قرار می‌گیرد. همچنین تغییر کاربری اراضی جنگلی به اراضی مرتعی و کشاورزی به دلایلی مانند افزایش تقاضای مرتع، پناهگاه، محصولات غذایی، افزایش فقر انسانی و کاهش مداوم زمین کشاورزی موجب کاهش کیفیت و حاصلخیزی خاک (کاهش معنی‌دار نفوذپذیری، هدایت هیدرولیکی، مواد آلی خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها، از بین رفتن عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فعالیت میکروبی، تخلخل، شورشیدن خاک، تغییر در رطوبت و...) می‌شود (Celik, 2005:22).

تغییر کاربری و پوشش اراضی منجر به تغییر دمای سطح زمین (LST)، به ویژه در مناطق شهری می‌شود. به گونه‌ای که تغییر کاربری اراضی کشاورزی به مسکونی و ساختن ساختمان‌های مرتفع متشکل از میله‌های فولادی و بتنی به جای خانه‌های چوبی سستی، پشت‌بام‌های کاهی و... و همچنین ایجاد مناطق صنعتی در اراضی کشاورزی به منظور انتقال کارخانجات توسط دولت‌ها موجب کاهش اراضی کشاورزی شده و افزایش دمای سطح زمین می‌شود (Stokes and Seto, 2016:50; Turner II et al., 2013:53).

۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که رشد بی‌رویه شهرنشینی و افزایش استفاده از منابع سرزمینی به دلیل گسترش تأسیسات، مراکز و ساختمان‌های مورد نیاز زندگی شهری، موجب تغییرات زیادی در کاربری اراضی محدوده و حریم شهر اردبیل از طریق تبدیل این اراضی به مناطق مسکونی شده و چالش‌های اجتماعی و زیست‌محیطی زیادی را در پی داشته است. به طوری که توسعه پایدار و انسان‌محور این شهر را به مخاطره انداخته است. نتایج همچنین نشان داد که میزان تغییر کاربری اراضی به کاربری‌های ساخته شده رو به افزایش است و از آنجایی که زمین اصلی‌ترین عنصر در توسعه شهری محسوب می‌شود، کنترل نحوه استفاده از آن و همچنین محاسبه نیاز واقعی شهر به زمین، به منظور تأمین کاربری‌های مختلف ضروری می‌باشد. علاوه بر این، با توجه به یافته‌های این تحقیق، در صورت عدم برنامه‌ریزی مناسب برای شهر اردبیل، با توجه به اراضی مساعد جهت توسعه متوازن شهری در پیرامون این شهر، در آینده‌ای نه چندان دور، شاهد از بین رفتن اراضی کشاورزی اطراف شهر اردبیل و تبدیل آن‌ها به مناطق مسکونی خواهیم بود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که نیاز واقعی شهر اردبیل به زمین به منظور تأمین کاربری‌های مختلف با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه داده‌های مکانی مورد بررسی و تجدید نظر قرار گیرد تا نحوه استفاده بهینه از اراضی این شهر کنترل شود.

همچنین پیشنهاد می‌شود به منظور کم کردن تغییرات چشمگیر کاربری اراضی و مواجهه با اثرات محیطی گسترش بی‌رویه شهری و افزایش سطوح ساخته شده شهری، الگوی فعلی رشد از طریق برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثر و کارآمد کاربری اراضی از جمله اجرای صحیح ارزیابی توان و آمایش سرزمین، تجدید نظر در طرح‌های جامع و تفصیلی و اجرای سیاست عمودی‌سازی با در نظر گرفتن همه معیارها و فاکتورهای مؤثر، از گسترش بی‌رویه این شهر جلوگیری شود.

۵- منابع و مأخذ

۱- احدنژاد روشتی، زلفی، تحلیل تغییرات ساختاری سیمای سرزمین و الگوهای توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مورد مطالعه: کلان‌شهر مشهد) شکری‌پور دیزج، محسن، علی، حسین، ۱۳۹۰، ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳-۱۴۰۰)، فصلنامه آمایش محیط، دوره ۴، شماره ۱۵، ۱۲۴-۱۰۷.

۲- اسفندیاری درآباد، غفاری گیلانده، لطفی، فریبا، عطا، خداداد، ۱۳۹۲، مدل‌سازی ضریب آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تاپسیس در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۲، صفحه ۷۹-۴۳.

۳- پوررضا، زهتابیان، خسروی، راهداری، مریم، غلامرضا، حسن، محمدرضا، ۱۳۹۳، تأثیر تغییر کاربری اراضی بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی در حوزه آبخیز روانسر، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال چهارم، شماره شانزدهم، ۷۳-۸۵.

۴- حسینی، صالحی، شکری، سیدحسین، علی، الهام، ۱۳۹۵، مطالعه تأثیر پوشش گیاهی و بام سبز بر افزایش سرعت باد و پراکنش آلاینده‌ها در دره‌های شهری با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی، مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی، انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره نهم، شماره سوم، ۳۹۷ تا ۴۱۰.

۵- خیرخواه زرکش، م م و آ. حسین‌زاده، ۱۳۹۳. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده از تکنولوژی RS و GIS پایداری، توسعه و محیط زیست، ۲: ۴۵-۵۳.

۶- شاطریان، موسوی، مومن بیک، محسن، سید حجت، زهرا، ۱۳۹۷، کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهری مطالعه موردی: شهرکرد، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۸(۱۱۱)، ۲۳۵-۲۵۰.

15- Aitkenhead, Aalders, MJ, IH, 2008, Classification of Landsat Thematic Mapper Imagery for land Cover Using Neural Networks, International Journal of Remote Sensing, 29(7): 2075-2084.

16- Al-Ahmadi, El-Hames, fahad salim, A.S, 2009, Comparison of four classification methods to extract land use and land cover from raw satellite images for some remote arid areas, Kingdom of Saudi Arabia. JKAU, Earth Science, 20 (1): 167-191.

17- Anderson, Hardy, Roach, Witmer, JAMES R, ERNEST E, JOHN T, RICHARD E, 1976, A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data., Professional Paper 964, United States Government Printing office, Washington.

18- Babu, Priyadharshini, S. Suresh, pavithra, 2018, Urban SPRAWL Modelling for then using RS and GIS, International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 553-559.

19- Baró, Palomo, Zulian, Vizcaino, Haase, Gómez-Baggethun, Francesc, Ignacio, Grazia, Pilar, Dagmar, Erik, 2016, Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: a case study in the Barcelona metropolitan region. Land Use Policy 57, 405-417.

20- Bennett, Cramer, Begossi, Cundill, Díaz, Egoh, Geizendorffer, Krug, Lavorel, Lazos, Lebel, Martín-López, Meyfroidt, Mooney, Nel, Pascual, Payet, Pérez Harguindeguy, Peterson, Prieur-Richard, Reyers, Roebeling, Seppelt, Solan, Tschakert, Tschardtke, Turner II, Verburg, Viglizzo, White, Woodward, Elena M, Wolfgang, Alpina, Georgina, Sandra, Benis N, Ilse R, Cornelia B, Sandra, Elena, Louis, Berta, Patrick, Harold A, Jeanne L, Unai, Karine, Natalia, Garry D, Anne-Hélène, Belinda, Peter, Ralf, Martin, Petra, Teja, BL, Peter H, Ernesto F, Piran CL, Guy, 2015, Linking biodiversity, ecosystem services, and human well-being: three challenges for designing research for sustainability. Current Opinion in Environmental Sustainability, 76-85.

21- Crippen, Robert E, 1990, Calculating the vegetation index faster, Remote Sensing of Environment, 34, 71-73.

22- Celik, 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean

۷- عبداللهی، ج.، م. رحیمیان، ک. دشتکیان و م. شادان، ۱۳۸۵. بررسی اثرات زیست محیطی تغییر کاربری اراضی روی پوشش گیاهی مناطق شهری با به‌کارگیری تکنیک سنجش از دور. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۸(۲): ۱-۶.

۸- عنابستانی، عنابستانی، اکبری، علی‌اکبر، زهرا، ابراهیم، ۱۴۰۰، تحلیل تغییرات ساختاری سیمای سرزمین و الگوهای توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مورد مطالعه: کلان شهر مشهد، فصلنامه علمی) پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۳۰(۱۱۹)، ۱۸۹-۲۰۶.

۹- کاظمی، نوحه‌گر، میردادی، محمد، احمد، میرداد، ۱۳۹۶. انتخاب بهترین روش طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ (مطالعه موردی حوضه آبخیز بهشت گمشده، استان فارس)، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۸(۱)، ۷۹-۹۷.

۱۰- منتظر، نظم‌فر، یزدانی، فرامرز، حسین، محمدحسین، ۱۳۹۷، تحلیل توسعه مکانی شهر اردبیل در دوره زمانی (۱۳۹۰-۱۳۳۵)، فصلنامه مطالعات عمران شهری، شماره پنجم، ۱۳۶-۱۲۰.

۱۱- موسوی، س. م.، س. فلاحتکار و م. فرج زاده، ۱۳۹۶. تغییرات غلظت گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن و متان در ارتباط با متغیرهای محیطی در ایران. مجله علمی پژوهشی اکولوژی کاربردی، ۶(۴): ۶۵-۷۹.

۱۲- ورامش، حیدرینیا، علیاکبری، سعید، سارا، آیدا، ۱۳۹۷، اثرات تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های خاک، سیزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران و سومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست.

13- Abbaszadeh Tehrani N., Makhdoum M.F., Mahdavi M, 2011, Studying the Impacts of Land Use Changes on Flood Flows by Using Remote Sensing(RS) and Geographical Information System (GIS) Techniques- a Case Study in Dough River Watershed, Northeast of Iran, Environmental researches, 1-14.

14- Ahmad, Asmala, Quegan, Shaun, 2012, Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data, Applied Mathematical Sciences, 129, 6425 - 6436.

- RS/GIS. In International Conference on Information Technology and Management Engineering) (pp. 51-54). Atlantis Press.
- 33- Lu, Mausel, Brondi'zio, Moran, Dengsheng, Paul, Eduardo, Emilio, 2004, Change detection techniques. *Remote Sensing*, 25(12): 2365-2407.
- 34- Melgani, Bruzzone, Farid, Lorenzo, 2004, Classification of hyperspectral remote sensing images with support vector machines, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 42, 1778-1790.
- 35- Mountrakis, Giorgos, Im Jungho, Ogole Caesar, 2011, Support vector machines in remote sensing: A review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66, 247-259.
- 36- Modica, Vizzari, Pollino, Fichera, Zoccali, Di Fazio, Giuseppe, Marco, Maurizio, C. R, Paolo, Salvatore, 2012, Spatio temporal analysis of the urban-rural gradient structure: an application in a Mediterranean mountainous landscape, *Earth Syst Dynam* 3, 263-279.
- 37- Orgiazzi, Bardgett, Barrios, Alberto, Richard D, Edmundo, 2016, Global soil biodiversity atlas. European Commission. 522 Publ. Off. Eur. Union 176.
- 38- Perumal, Bhaskaran, Krish, Rameshwar, 2010, Supervised classification performance of multispectral 582 images, *Journal of Computing* 2. ISSN 2151-9617.
- 39- Pirnazar, Ostad-Ali-Askari, Eslamian, Singh, Dalezios, Ghane, Qasemi, Mojtaba, Kaveh, Saeid, Vijay P, Nicolas R, Mohsen, Zahra, 2018, Change Detection of Urban Land Use and Urban Expansion Using GIS and RS, Case Study: Zanjan Province, Iran, *International Journal of Constructive Research in Civil Engineering*, 4(10.20431), 2454-8693.
- 40- Rao, Wang, Wang, Ping, Jianli, Yong, 2014, Extraction of information on construction land based on multi-feature decision tree classification, *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 30, 233-240(8).
- 41- Rasouli, A.A . 2009. Principles of Applied remote Sensing, Presses Universitaires de Tabriz, Tabriz, 777 pp (In persian).
- 42- Rouse, Haas, Schell, Deering, John Wilson, Rüdiger H, John A, Donald W, 1974, Monitoring vegetation highland of Turkey, *Soil and Tillage Research* 83: 270-27.
- 23- Deilmal, Ahmad, Zabihi, B Rokni, B Bin, Hasan, 2014, Comparison of two classification methods (MLC and SVM) to extract land use and land cover in Johor Malaysia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 20, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- 24- Dewan, Yamaguchi, Ashraf M, Yasushi, 2009, Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, *Applied Geography* 29, 390-401
- 25- Garcia-Nieto, Geijzendorffer, Baró, Roche, Bondeau, Cramer, Ana Paula, Ilse R, Francesc, Philip K, Alberte, Wolfgang, 2018, Impacts of urbanization around Mediterranean cities: changes in ecosystem service supply, *Ecological Indicators*, 91, 589-606.
- 26- Huete, Alfredo R, 1988, A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), *Remote Sensing of Environment*, 25(3):295-309.
- 27- Hooke, Martín-Duque, Pedraza Gilsanz, Roger Leb, José Francisco, Javier de, 2012, Land transformation by humans: A review. *GSA Today*. 22,4-10.
- 28- Jordan, Carl F, 1969. Derivation of Leaf-Area Index from Quality of Light on the Forest Floor, *Wiley, Ecology*, 50, 663-666.
- 29- Khanbani, Sara, Mohammadzadeh Ali, Janalipour Milad, 2020, Unsupervised change detection of remotely sensed images from rural areas based on using the hybrid of improved Thresholding techniques and particle swarm optimization, *Earth Science Informatics*, 13, pages681-694.
- 30- Lagrosa IV, Zipperer, Andreu, John J, Wayne C, Michael G, 2018, Projecting Land-Use and Land Cover Change in a Subtropical Urban Watershed. *Urban Sci*. 2, 11. 23 p.
- 31- Liu, Zhang, Zhang, Huaipeng, Yongxin, Xiaoping, 2019 Using the RS Method to Analyse Construction Land Changes in Tongren during 2002 and 2016, *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(3):1277-1286.
- 32- Lin, Fu, Liu, Bu, Tang, Song, Li, Lin, Shidong, Jian, Qingwei, Yi, Meihua, Yanyan, 2018, Land Cover Change in Jiaodong Peninsula during the Recent 40 Years Using

A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones, *Applied Geography*, 31, 525-532.

53- Turner, Janetos, Verburg, Murray, Billie L, Anthony, Peter H, Alan T, 2013, Land system architecture: using land systems to adapt and mitigate global environmental change, *Glob. Environ Change* 23, 395-397.

54- Varamesh, Saeed, 2017. The effect of different land uses on some components of global warming using remote sensing data in Golestan province. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modares University, TMU, Iran. 107.

55- Weng, Pu, Fenqing, Ruiliang, 2013, Mapping and assessing of urban impervious areas using multiple endmember spectral mixture analysis: A case study in the city of Tampa, Florida, *Geocarto International*, 28-594.

56- Xiao, H., & Weng, Q. 2007. The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of environmental management*, 85(1), 245-257.

57- YANG, TANG, HE, FENG, WANG, Yan-Li, Yao, Zheng-Wei, Gan, He, 2011, Identification and extraction of urban construction land information by index image - a case study of Yueyang City, *Science of Surveying and Mapping*, 36(4):208-210.

58- YANG, HE, ZX, XF 2010, Automatic extraction of urban land-use information from remote sensing images based on improved NDBI method, *Journal of Hohai University(Natural Sciences)*, 38(2):181-184.

59- Yu, Porwal, Holden, Dentith, Le, Alok, Eun-Jung, Michael C, 2012, Towards automatic lithological classification from remote sensing data using support vector machines, *Computers & Geosciences*, 45, 229-239.

60- Zheng, Shen, Wang, Hong, Helen Wei, Geoffrey Qiping, Hao, Jingke, 2015, Simulating land use change in urban renewal areas: A case study in Hong Kong. *Habitat International*, 46, 23-34.

systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS-1 Symposium NASA, NASA SP-351, Washington DC, 309-317.

43- Rizk Hegazy, Rashed Kaloop, Ibrahim, Mosbeh, 2015, Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt, *International Journal of Sustainable Built Environment* 4, 117-124.

44- Savé, de Herralde, Aranda, Biel, Robert, Felicidad, Xavier, Carmen, 2012 Potential effects of global change to urban vegetation: vulnerability and adaptations. *J. Life Sci.* 6(881):443-450.

45- Schulp, Burkhard, Maes, Vliet, Verburg, Catharina J. E, Benjamin, Joachim, Jasper Van, Peter H, 2014, Uncertainties in Ecosystem Service Maps: A Comparison on the European Scale. *PLOS ONE* 9(10):e109643.

46- Sakshi, Dhingra, Dharminder Kumar, 2019, review of remotely sensed satellite image classification, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 1720-1731

47- Suliman, Alaelidin, Zhang, Yun, 2015, A Review on Back-Propagation Neural Networks in the Application of Remote Sensing Image Classification, *Journal of Earth Science and Engineering* 5, 52-65.

48- Seto, Fragkias, Guneralp, Reilly, Karen C, Michail, Burak, Michael K, 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS One* 6, no. 8 (2011): e23777..

49- Seto, Güneralp, Hutyrá, Karen C, Burak, Lucy R, 2012, Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109.40 (2012): 16083-16088.

50- Stokes, Seto, Eleanor C, Karen C, 2016, Climate change and urban land systems: bridging the gaps between urbanism and land science, *J. Land Use Sci.* 11, 698-708.

51- Syphard, Clarke, Franklin, Regan, Mcginnis, Alexandra D, Keith C, Janet, Helen M, Mark, 2011, Forest of habitat loss and fragmentation due to urban growth are sensitive to source of input data, *J. Environ. Manage.* 92, 1882-1893.

52- Szuster, Chen, Borger, Brian W, Qi, Michael, 2011,



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی