

کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شهر سردرود (۱۴۱۰-۱۳۶۳)

حسن محمودزاده^۱

چکیده

یک گام اساسی جهت مدیریت و برنامه‌ریزی توسعه شهری و همچنین ارزیابی اثرات تجمعی آن بررسی و شبیه‌سازی توسعه فیزیکی شهر می‌باشد. هدف از این مطالعه، درک عوامل مؤثر در روند توسعه فیزیکی منطقه شهری سردرود با عنایت به مقوله توسعه فضایی پایدار شهری از بعد اکولوژیکی و حفظ شرایط زیست محیطی آن در دو دهه آتی می‌باشد. بدین منظور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه لندست ۵ و تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای شی‌گرا تغییرات کاربری اراضی در مقطع زمانی ۱۳۹۰-۱۳۶۳ با تأکید بر گسترش پراکنده شهر سردرود، مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصله مقدار مساحت شهر سردرود از ۱۱۱/۲۴ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۵۲۸/۱۲ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است. ۱۶۲/۹۴ هکتار از توسعه ذکر شده بر روی اراضی باغی و زراعی صورت گرفته که لزوم مدیریت توسعه آتی مبتنی بر اصول توسعه پایدار را می‌طلبد. بدین منظور عوامل مؤثر بر توسعه فیزیکی شهر سردرود بر اساس پیشینه تحقیق در قالب ۱۴ شاخص شناسایی و با استفاده از روش شبکه عصبی مبتنی بر مدل LTM نقشه احتمال توسعه شهری تهیه گردید. پس از پیش‌بینی الگوی آتی توسعه شهری در شهر سردرود با استفاده از راهبرد حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری با بلوک‌بندی نقشه احتمال توسعه شهری، دادن فضای لازم برای توسعه، به طول ۱۵ کیلومتر و پیشنهاد اعمال ممنوعیت توسعه در اطراف کمربند سبز پیشنهادی، حفظ ذخایر اکولوژیک شهر سردرود با کاهش تخریب اراضی باغی و جلوگیری از اتصال شهر به کلانشهر تبریز مورد تأکید قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: شهر سردرود، رشد پراکنده، شبکه عصبی مصنوعی، تغییرات کاربری اراضی، طبقه‌بندی شی‌گرا.

مقدمه

تغییرات شهری به‌طور بررسی وضعیت گسترش فیزیکی شهر و تخریب محیط زیست و جلوگیری از روند توسعه بی‌رویه شهر امروزه خیلی ضروری به‌نظر می‌رسد. برای پایش تغییرات شهری نیاز به اطلاعات جامع و دقیقی می‌باشد که از نتایج تحلیل آن برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به‌منظور تصمیم‌گیری در ارائه خدمات و تسهیلات و همچنین جلوگیری از ساخت و سازهای غیرمجاز و خارج حریم تعیین شده، استفاده شود. در چند سال اخیر با پیشرفت فن‌آوری سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای حاصل از این فن‌آوری کاربردهای فراوانی از جمله در مطالعات شهری دارند. از مهم‌ترین ویژگی‌های قرن حاضر توسعه فناوری و رشد سریع شهرنشینی است. این واقعیت باعث به‌وجود آمدن بسیاری از مشکلات زیست محیطی و اقتصادی - اجتماعی در مقیاس مختلف در کشورهای در حال توسعه شده است (Longely, 2000:158).

از آثار توسعه کالبدی، گسترش در حاشیه شهر یا منطقه دهشهرها و آن سوی مرزهای اداری شهرها است. این توسعه شهری به‌سوی مناطق بیرونی پیش رفته و موجب تغییراتی در کاربری اراضی پیرامونی آن می‌شود (شیعه، ۱۳۷۷: ۶۵). تغییرات کاربری اراضی یکی از اساسی‌ترین مباحثی است که امروزه در دنیا مطرح است و همگام با رشد ستابان شهرنشینی سرعت گرفته است. عواملی چون شهرگرایی و روستاگرایی از قرن هجدهم همگام با انقلاب صنعتی در اروپا آغاز شد و در نیم قرن اخیر سبب رشد شهرنشینی و توسعه آن به مناطق پیرامونی شده است. این مسئله در اروپا تا حدودی تحت کنترل درآمده ولی در کشورهای در حال توسعه همچنان رو به گسترش است (مهدوی و برنجکار، ۱۳۹۳: ۲).

از آنجا که شکل پراکندگی شهر یا گسترش افقی و ساخت و سازهای جدید در اطراف شهر، باعث آسیب‌های اجتماعی اقتصادی و تخریب منابع زیست محیطی در شهرها و اطراف آن‌ها گردیده است، با توسعه شهر ممکن است بسیاری از زمین‌های قابل کشت مجاور شهرها برای ساختمان‌سازی استفاده شود. در چنین موقعیت‌هایی، کشاورزان اطراف

شهر بر اثر چند برابر شدن قیمت زمین‌ها، به تولید محصول علاقه نشان نمی‌دهند (شکوئی، ۱۳۷۳: ۳۰۳-۳۰۴).

این مطالعه طبق طبقه‌بندی مطالعات اکولوژیکی نانسی در محیط‌های شهری در دسته مطالعات دینامیک توسعه شهری با مانیتورینگ یک منطقه مجزا در طول زمان جای می‌گیرد (Nancy et al, 2008: 5).

پیشینه تحقیق

امروزه، این موضوع که تغییرات پوشش زمین و تغییرات کاربری اراضی عامل اصلی تغییرات جهانی است بیش از پیش تأیید شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱).

الگوی پوشش و کاربری زمین یک منطقه نتیجه عوامل طبیعی، اجتماعی اقتصادی و بهره‌برداری انسان از آن در طول زمان و فضا است. زمین به دلیل کشاورزی عظیم و فشارهای جمعیتی در حال تبدیل شدن به منبعی کمیاب است (Sundara, 2012: 177).

در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های تجربی در بررسی گسترش شهرها بسیار مورد توجه بوده است. مدل‌ها که نمایشی از دنیای واقعی هستند، در درک این تغییرات بسیار مؤثرند.

تئوبالد و هوبز دو نوع اصلی مدل‌های تغییر کاربری زمین را بیان داشتند: مدل‌های نوع رگرسیونی (مدل‌های برآورد تجربی) و مدل‌های شبیه ساز بر پایه قوانین انتقال (Theobald & Hobbs, 1998: 66).

از آنجا که استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی با مدل‌های رگرسیونی بسیار مرتبط است و شباهت زیادی در الگوهای مورد استفاده با آن دارد، لذا این مدل‌ها نیز در گروه مدل‌های رگرسیونی قرار می‌گیرند (Pijanowski et al., 2002: 555).

شبکه‌های عصبی مصنوعی ابزار قدرتمندی جهت رویکرد یادگیری ماشینی برای تعیین و مدل کردن الگوها و رفتارهای پیچیده می‌باشند. استفاده از شبکه‌های عصبی در سال‌های

اخیر به‌خاطر پیشرفت در محاسبه و ارزیابی عملکرد و افزایش دسترسی به نرم‌افزارهای قدرتمند و انعطاف‌پذیر شبکه‌های عصبی، بیش‌تر توسعه یافته است (Skapura, 1996: 87).

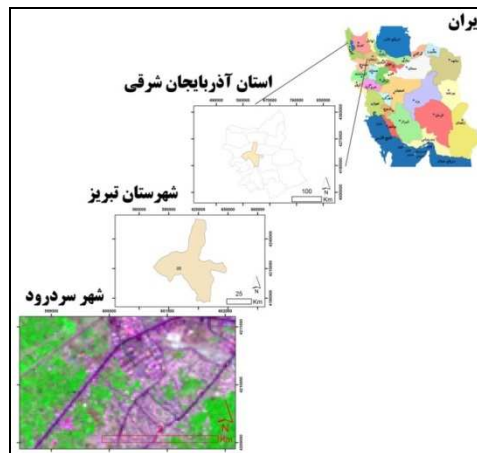
شبکه‌های عصبی پرسپترون از سه لایه ورودی، مخفی (پنهان) و خروجی تشکیل شده است. به‌دلیل سه لایه بودن این نوع از شبکه‌ها، امکان شناسایی ارتباطات غیرخطی موجود در طبیعت وجود دارد. هر شبکه عصبی از نودها (واحدها) و ارتباط‌های وزن‌دار بین آن‌ها تشکیل می‌گردد. نودها واحدهای اولیه شبکه‌ها هستند که باید ارتباط آن‌ها با خروجی سنجیده گردد. لینک، رابط بین نودهاست که هر یک دارای وزنی است. منفی بودن وزن نشان‌دهنده بازدارنده بودن آن لینک و مثبت بودن وزن نود مرتبط با آن، بیان‌کننده تأثیر تحریکی لینک و نود مرتبط با آن است. عمومی‌ترین ساختار شبکه مورد استفاده، ساختار شبکه‌های پیش‌رونده است که در آن ورودی هر نود تنها از لایه قبل از آن به آن نود می‌رسد. اصلی‌ترین پرسش در مورد شبکه‌های عصبی این است که چگونه وزن لینک‌ها برای رسیدن به خروجی مد نظر تنظیم می‌گردند.

وزن‌ها در شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های آموزشی که مورد استفاده‌ترین آن‌ها الگوریتم Back Propagation (BP) است، برآورد می‌گردند. این الگوریتم به‌صورت تصادفی وزن‌های اولیه را انتخاب می‌کند و خروجی محاسبه شده را با خروجی واقعی مورد مقایسه قرار می‌دهد. تفاوت بین خروجی محاسبه شده با شبکه و خروجی واقعی، با استفاده از خطای مجذور میانگین مربعات برآورد می‌گردد. پس از آنکه تمام مشاهدات در شبکه مورد آموزش قرار گرفت، میزان خطای مشاهده شده در بین نودهای مختلف توزیع می‌گردد تا میزان خطای شبکه در حد پایین ثابت بماند (Rumelhart & Williams, 1986: 318).

وجه تمایز این مقاله استفاده تلفیقی از الگوی توسعه احتمالاتی در قالب راهبردهای حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری می‌باشد.

شناخت منطقه

شهر سردرود با باغ‌های بسیار زیبا و پرمحصول یکی از شهرهای اقماری جنوب غربی کلانشهر تبریز در مختصات $38^{\circ}1'43''$ تا $38^{\circ}2'53''$ شمالی و $46^{\circ}11'43''$ تا $46^{\circ}6'57''$ شرقی واقع شده و از نظر اکولوژیکی نقش مهمی در تعدیل و کاهش آلاینده‌ها بازی می‌کند. سردرود طبق آخرین سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ دارای ۲۶۸۵۶ نفر دومیین شهر منطقه کلانشهری محسوب می‌شود (جدول ۱ و شکل ۱).



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهر سردرود (منبع: نگارنده)

جدول (۱) روند جمعیت‌پذیری شهر سردرود طی سال‌های (۱۳۳۵-۱۳۹۰) ماخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰

دوره زمانی	جمعیت اول دوره	جمعیت آخر دوره	میزان افزایش جمعیت	نرخ رشد سالانه (درصد)
۱۳۳۵-۱۳۴۵	۴۲۷۸	۷۲۲۶	۲۹۴۸	۵/۳۸
۱۳۴۵-۱۳۵۵	۷۲۲۶	۱۰۴۸۲	۳۲۵۶	۳/۷۹
۱۳۵۵-۱۳۶۵	۱۰۴۸۲	۱۳۹۶۹	۳۴۸۷	۲/۹۱
۱۳۶۵-۱۳۷۵	۱۳۹۶۹	۱۶۵۱۷	۲۵۴۸	۱/۶۹
۱۳۷۵-۱۳۸۵	۱۶۵۱۷	۲۴۹۳۲	۸۴۱۵	۴/۲۰
۱۳۸۵-۱۳۹۰	۲۴۹۳۲	۲۶۸۵۶	۱۹۲۴	۱/۵۰

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف اصلی مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه‌ای سنجنده TM در تاریخ‌های ذکر شده در جدول (۳) از فریم ۳۴-۱۶۸ انتخاب و به‌همراه پارامترهای موثر در توسعه شهری و نرم‌افزارهای Envi، LTM، eCognition و ArcGIS به‌کار گرفته شدند (جدول ۲).

جدول (۲) منابع اطلاعات موجود از انواع تصاویر ماهواره‌ای (منبع: نگارنده)

سال تصاویر اخذ شده	سنجنده	قدرت تفکیک
۱۹۸۴/۰۷/۱۰	TM	۳۰ متر
۲۰۱۱/۰۷/۰۵	TM	۳۰ متر

زمین مرجع کردن تصاویر و تصحیحات ارتفاعی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با خطای RMS ۰/۴۲ پیکسل (در حد کم‌تر از نیم پیکسل) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و تصحیحات اتمسفری بر پایه روش کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره با در نظر گرفتن تأثیر محدوده‌های آبی صورت گرفت.

با توجه به توانمندی تفکیک مطلوب کاربری‌ها در روند طبقه‌بندی تصاویر از روش تحلیل شیء‌گرایی تصاویر استفاده شد که علاوه بر اطلاعات طیفی به اطلاعات مربوط به بافت، شکل و محتوا نیز استناد می‌گردد. واحدهای اساسی پردازش در تحلیل‌های شیء‌گرا، شیء‌های تصویری (سگمنت‌ها) هستند نه پیکسل‌ها. طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری پیوند می‌دهد و هر یک از شیء‌های تصویری با درجه عضویت معین به کلاس‌های در نظر گرفته شده اختصاص می‌یابند (محمودزاده، ۱۳۹۳: ۷۷).

فرایند طبقه‌بندی در محیط نرم‌افزارهای بسیار تخصصی نظیر: eCognition و Definiens Professional Earth نسخه ۷ به‌صورت یک فرایند تکرارپذیر انجام گرفت

تا بالاترین درجه عضویت برای هر کدام از شیءهای تصویری حاصل آید (رسولی و محمودزاده، ۱۳۸۹: ۵۰).

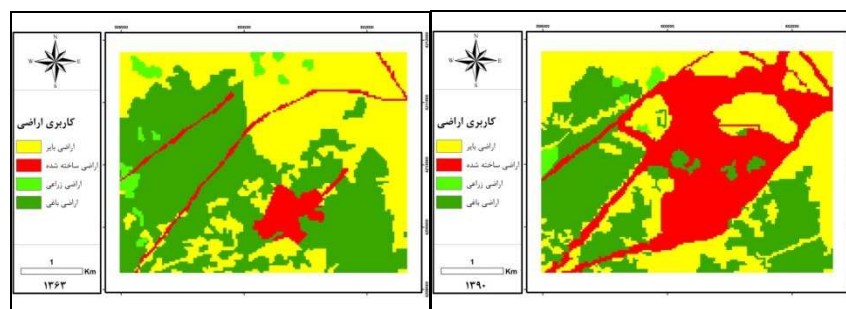
در روش سگمنت سازی FNEA، همگنی طیفی (hcolor) یک شیء تصویری از مجموع انحراف معیار برای هر k باند تصویر (σ_k) که در وزن باندها (w_k) ضرب می شود محاسبه می شود.

$$h_{color} = \sum_k w_k \cdot \sigma_k \quad \text{رابطه ۱:}$$

(Benz and Etal, 2004:239)

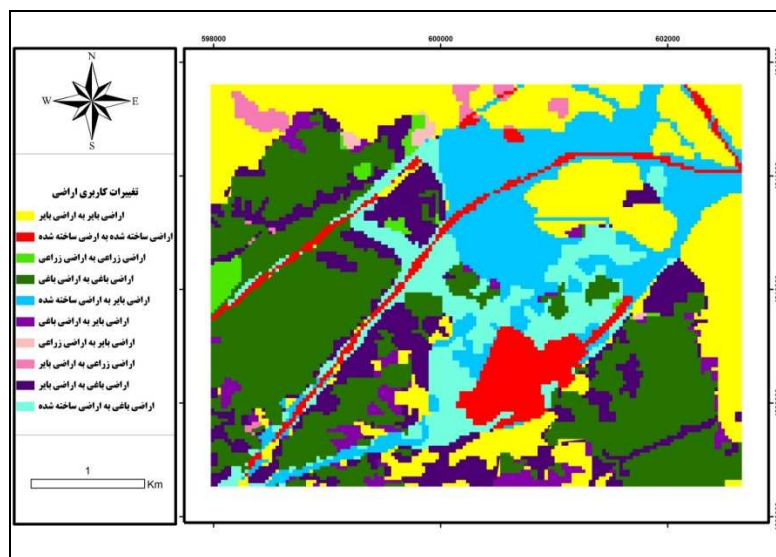
در مطالعه حاضر با بررسی میدانی و برداشت نمونه های تعلیمی با GPS، با توجه به پراکنش کاربری ها از لحاظ پوشش و کاربری اراضی در محدوده شهر سردرود چهار کلاس کاربری به این شرح انتخاب شد: اراضی بایر، اراضی ساخته شده، اراضی زراعی، اراضی باغی (شکل ۲).

با همپوشانی نقاط تعلیمی و ایجاد تصاویر کاذب رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در تمام تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه ها نرمال باشد. بعد از طبقه بندی تصاویر سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰ نقشه های رستری استخراج شده برای تولید نقشه نهایی تغییرات برداری شدند.



شکل (۲) کاربری زمین استخراج شده در سالهای ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰

توزیع فضایی تغییرات حادث شده در طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ در شکل (۳) نمایش داده شده است. در این نقشه‌ها با استفاده از تابع پیوند (Union) چهار لایه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده مربوط به کاربری‌های سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۰ بر روی هم‌دیگر همپوشانی شده‌اند (شکل ۳).



شکل (۳) تغییرات کاربری اراضی شهر سردرود بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ (منبع: نگارنده) بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای

با بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام شده بر روی نقشه‌های تغییرات کاربری در GIS جداول مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر اساس تصاویر طبقه‌بندی شده سال‌های متوالی منطقه به‌دست آمد. تغییرات روی داده در اراضی منطقه این‌گونه می‌باشد که در طی دوره ۱۳۶۳ - ۱۳۹۰ کلاس اراضی بایر با مساحت $661/23$ هکتار در سال ۱۳۶۳ به $573/84$ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرده است. اراضی ساخته شده که در سال ۱۳۶۳ حدود $111/24$ هکتار بوده است در پایان دوره به $528/12$ هکتار افزایش پیدا کرده است، اراضی کشاورزی با مساحت $41/13$ هکتار در سال ۱۳۶۳ به $23/49$ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش

پیدا کرده است. اراضی باغی با مساحت ۸۴۳/۱۲ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۵۳۱/۲۷ هکتار در سال ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرده است. (جدول ۳).

جدول (۳) مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی براساس تصاویر طبقه‌بندی شده ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰

هکتار					۱۳۶۳-۱۳۹۰
مجموع کلاس‌ها	اراضی باغی	اراضی کشاورزی	اراضی ساخته شده	اراضی بایر	
۵۷۳/۸۴	۱۹۹/۸	۱۹/۶۲	۰	۳۵۴/۴۲	اراضی بایر
۵۲۸/۱۲	۱۵۷/۶۸	۴/۱۴	۱۱۱/۲۴	۲۵۵/۰۶	اراضی ساخته شده
۲۳/۴۹	۱۵/۹۳	۱/۹۸	۰	۵/۵۸	اراضی کشاورزی
۵۳۱/۲۷	۴۶۹/۷۱	۱۵/۳۹	۰	۴۶/۱۷	اراضی باغی
۰	۸۴۳/۱۲	۴۱/۱۳	۱۱۱/۲۴	۶۶۱/۳۳	مجموع کلاس‌ها
۰	۳۷۳/۴۱	۳۹/۱۵	۱۳/۳۲	۳۰۶/۸۱	تغییرات کلاس
۰	-۳۶/۹۸٪ -۳۱۱/۸۵	-۳۷/۷۸٪ -۴۲/۶۷	۳۶۲/۷۸٪ ۴۰۳/۵۶	-۱۱/۲۱٪ -۷۴/۱۶	تفریق تصاویر

مقایسه تغییرات درصد مساحت نسبت به درصد تغییرات جمعیت در شهر سردرود بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد تغییرات مساحت مناطق ساخته شده منطقه مورد مطالعه خیلی سریع‌تر از تغییرات جمعیت می‌باشد. این مسأله باعث چند برابر شدن مساحت شهر سردرود شده در حالی که طی این دوره آماری جمعیت شهر سردرود از چنان رشدی برخوردار نبوده و مسأله شدت پراکنش شهری را می‌توان در رشد نامنظم شهر در بستر اراضی باغی اطراف شهر مشاهده نمود. این مسأله به‌خصوص در قسمت‌های شمالی باعث رشد گسسته و خیزش شهر سردرود در جهت پیوستگی با بافت کلانشهر تبریز شده و به قابلیت اکولوژیکی و اجتماعی آن‌ها آسیب شدیدی وارد کرده است.

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص کردن رشد اسپرال شهری، استفاده از روش هلدرن است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص ساخت که چه مقدار از رشد شهری ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد اسپرال شهری بوده است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۹۲: ۱۲۸).

رشد اسپرال شهری در منطقه مورد مطالعه بالای ۵۰ درصد می‌باشد که در طول زمان باعث تخریب اراضی باغی منطقه زیست محیطی شهر سردرود شده است. مجموع درصد

تغییرات کاربری‌ها نشان می‌دهد که در رشد اراضی ساخته شده بیش‌ترین سهم به‌طور نسبی از کاهش اراضی باغی و اراضی زراعی ناشی شده است.

توسعه مدل تحول زمین (LTM) در منطقه شهری سردرود

استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در حوزه‌های علوم مختلف برای درک رفتار پدیده‌ها، پیش‌بینی، بهینه‌سازی سیستم‌های خطی و ... از سال‌های گذشته مورد توجه محققان علوم مختلف بوده است (جدول ۴).

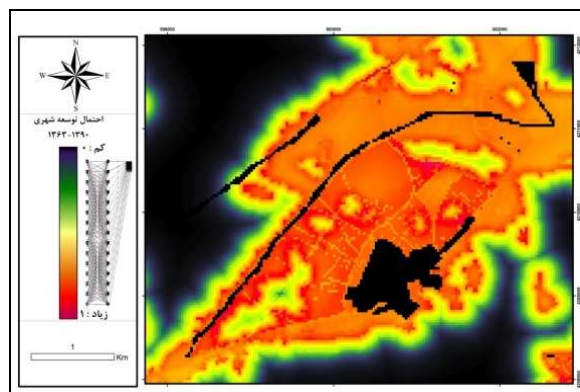
جدول (۴) از شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی و مدیریت حوزه‌های مختلف علمی

ردیف	حوزه مطالعه	نام محقق و سال
۱	اقتصاد	(Fishman, Barr, & Loick, 1991: 19)
۲	پزشکی	(Babaian et al. 1997:194)
۳	طبقه‌بندی چشم‌انداز	(Brown et al., 1998: 241)
۴	تحلیل تصاویر	(Fukushima et al., 1983:827)
۵	طبقه‌بندی الگوها	(Ritter et al., 1988: 102)
۶	پیش‌بینی‌های اقلیمی	(Drummond et al., 1998: 212)
۷	سنجش از دور	(Atkinson & Tatnall, 1997: 702)

در حقیقت مدل LTM مدلی مبتنی بر استفاده از شبکه عصبی با استفاده از یکی از قوانین ترکیب داده‌ها، یعنی ترکیب با روش ANN، الگوی تغییرات شناسایی می‌شود و بر مبنای این الگو می‌توان آینده تغییرات را پیش‌بینی کرد. لایه ورودی، متغیرهای مؤثر بر کاربری زمین، و لایه خروجی متغیر کاربری تغییر یافته در دوره زمانی مورد مطالعه است. مدل LTM با فرض برابر بودن تعداد نودهای لایه مخفی و ورودی، مدل‌سازی را انجام می‌دهد. داده‌های اولیه مورد نیاز برای مدل‌سازی در محیط نرم‌افزار ArcGIS آماده‌سازی و به فرمت ascii مورد نیاز تبدیل شدند. بنابراین با لایه‌های ورودی اقدام به ایجاد شبکه‌ای با ۱۵ نود ورودی، نود مخفی و ۱ نود خروجی شد. در آموزش شبکه برای برقراری ارتباط بین کلاس‌ها با ایجاد الگوهایی در سطح شبکه و آموزش بخشی از داده‌ها (۱ سلول از هر

۲ سلول) میزان خطای RMS در پایان ۱۰۰۰۰ چرخه استخراج شد که با توجه به این که در پایان چرخه ۸۰۰۰ میزان خطا در کمترین حد است، به همین دلیل از تصویر احتمال پیش-بینی این چرخه برای گرفتن خروجی نقشه احتمال شهرنشینی استفاده شد. برای ارزیابی مدل در این تحقیق از طریق شاخص مشخصه عامل نسبی ROC، ریشه میانگین مربعات (RMS)، درصد متریک سازگاری (PCM) استفاده گردید. در سیکل یادگیری ۸۰۰۰ میزان RMS با رقم $0/0189534$ در کمترین حد بوده و برای تصویر احتمالی این چرخه PCM و KC به ترتیب $87/831315$ و $0/8444334$ می باشد که نشان دهنده آموزش موفق شبکه برای به دست آوردن تصویر احتمال پیش بینی شهرنشینی می باشد.

استفاده از داده های مرحله آموزش برای قضاوت درباره شبکه ممکن نیست و به انجام این مرحله نیاز دارد. در این مرحله تمام داده ها مورد استفاده قرار می گیرند. در پایان این مرحله فایل احتمال، که احتمال تغییر هر منطقه را در آینده بیان می دارد و فایل متنی گزارش دهنده ضریب کاپا و میزان درصد صحت نیز ایجاد می گردد. شکل (۴) نمایانگر این است که مدل توانسته است با کمترین خطا توسعه شهری بین سال های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ را آموزش دهد. مناطق به رنگ بنفش روشن در نقشه آموزش دیده که بر اساس آن به تست، شبیه سازی و پیش بینی اقدام می شود در مقایسه با نقشه واقعی توسعه شهری تناسب بهینه ای دارد.



شکل (۴) تصاویر احتمال پیش بینی رشد شهر سردرود در چرخه ۸۰۰۰ بر اساس مدل LTM

یافته‌ها و بحث

در اثر توسعه آتی تا افق ۱۴۱۰ با همپوشانی مناطق ساخته شده بر روی اراضی زراعی و باغی میزان تخریب اراضی زراعی و باغی در جدول (۵) مشخص شد.

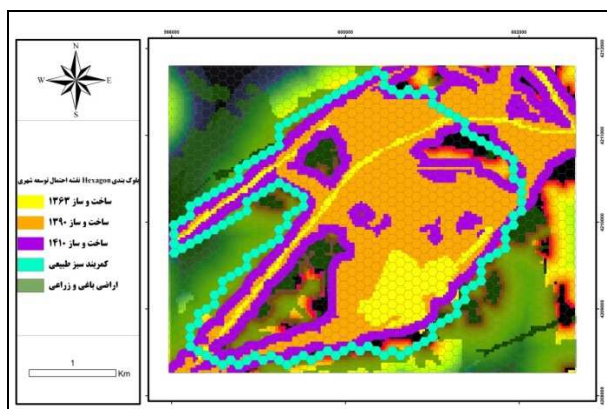
جدول (۵) تغییرات سطح کاربری اراضی ساخته شده و جمعیت منطقه شهری شهر سردرود بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۰ و سرشماری مرکز آمار ایران و برآورد توسعه تا افق ۱۴۱۰

۱۳۹۰-۱۴۱۰				۱۳۶۳-۱۳۹۰			۱۳۹۰		۱۳۶۳		سال
پیش بین	پیش بین مساحت (m ²)	پیش بین تغییر جمعیت	پیش بین جمعیت	تغییر جمعیت	تغییر پیکسل	تغییر مساحت (m ²)	جمعیت	مساحت (m ²)	جمعیت	مساحت (m ²)	
۴۱۶۵	۳۷۴۸۰۷۳	۱۲۶۹۳	۳۹۵۴۹	۱۳۶۶۷	۴۴۸۴	۴۰۳۵۶۰۰	۲۶۸۵۶	۵۱۴۸۰۰۰	۱۳۱۸۹	۱۱۱۲۴۰۰	سردرود

بررسی راهبردهای هشتگانه حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری (کمربندهای سبز، کمان‌های سبز، توسعه حمل و نقل مینا در منطقه شهری، تقویت بهره برداری اقتصادی از اراضی کشاورزی، حقوق توسعه قابل انتقال روش حوزه‌بندی خوشه‌ای، منافع اکولوژیکی و حمایت‌های مالیاتی و استفاده از تراکم ویژه باغات) با شبکه بندی شش ضلعی نقشه احتمال توسعه شهری با دادن فضای لازم برای توسعه و استخراج الگوی موفق اقتصادی کمربند سبز طبیعی به دلیل ماهیت غیرهزینه‌ای آن از نظر احداث و تملک آن در طرح توسعه طرح جامع آتی این شهرها دورنمای موفق برای توسعه این ذخیره اکولوژیک می‌توان به کار بست (جدول ۶) و (شکل ۵).

جدول (۶) میزان تخریب اراضی زراعی و باغی در افق ۱۴۱۰ با همپوشانی مناطق ساخت و ساز بر روی کاربری های ۱۳۹۰ (واحد هکتار)

سردرود	کاربری/شهر
۱۰۸/۵۵	اراضی باغی
۱۰/۴۰	اراضی زراعی



شکل (۵) بلوک‌بندی hexagone احتمال توسعه شهری برای استخراج کمربندهای حفاظتی شهر سردرود در افق ۱۴۱۰

نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده TM و ETM+ در طی دوره ۲۷ ساله از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ در شهر سردرود تغییرات کاربری اراضی با روش شی‌گرا و ماتریس CrossTab ارزیابی شد. نتایج حاکی از آن است که منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۶۳ در حدود ۱۱۱/۲۴ هکتار کاربری اراضی ساخته شده داشته است که این مقدار در سال ۱۳۹۰ به حدود ۵۲۸/۱۲ هکتار افزایش یافته است. با توجه به اینکه شهر سردرود در سال ۱۳۶۳ نزدیک به ۱۳۱۸۹ نفر بوده و در سال ۱۳۹۰ به ۲۶۸۵۶ نفر رسیده است، تراکم در منطقه مورد مطالعه طی همین سال از ۱۱۸ نفر در هکتار به ۵۰ نفر کاهش یافته است. کاهش تراکم یکی از عواملی است که منجر به پدیده گسترده‌ی شهری و به تبع آن تغییرات کاربری‌ها شده است که این مساله را در کاهش اراضی باغی و کشاورزی به میزان ۳۲۹/۴۹ هکتار در نتیجه گسترش افقی بوده است. اکثر شهرهای ایران، در مراحل اولیه شکل‌گیری با هدف استفاده از خاک‌های مرغوب به منظور زراعت، در میان اراضی زراعی استقرار یافته‌اند و به مرور زمان همراه با گسترش روستاها و تبدیل آن‌ها به شهر و سپس توسعه شهرها، اراضی مرغوب زیر پیکر شهرها مدفون شده و بالطبع بخش وسیعی از بهترین و با

ارزش‌ترین اراضی بلافصل شهرها به زیر ساخت و ساز رفته است. برای جلوگیری از این مساله با استفاده از تکنیک تجربی شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر مدل LTM با متغیرهای مؤثر نقشه احتمال توسعه شهری استخراج شد و پس از شبکه‌بندی نقشه مذکور با استخراج کمربند سبز با دادن فضای لازم برای توسعه پیشنهاد حفاظت از ذخایر اکولوژیک شهر سردرود به صورت عملیاتی در آمد. در صورت استفاده از نتایج این تحقیق در روند توسعه آبی کم‌ترین آسیب‌ها متوجه کاربری باغات و کشاورزی در دهه‌های آتی خواهد بود. بنابراین راهکار کمربند سبز آن هم از نوع طبیعی با افزایش فشردگی کالبدی و استفاده از شیوه‌های مربوط به آن به منظور هدایت توسعه شهری در شهر سردرود به سمت پایداری بیش‌تر، باید در دستور کار برنامه ریزان و متولیان امور شهری قرار گیرد. در واقع بی‌توجهی به ضوابط و مقررات گسترش کالبدی - فضایی شهر در سال‌های اخیر، به‌خصوص ۳۰ سال گذشته، مایه نابودی اراضی باغی یا تبدیل عامدانه آن‌ها به کاربری بایر شهری و سپس به کاربری‌های ساخته شده، گردیده است. با مشخص شدن نوع الگوی توسعه سردرود و تأثیر آن بر زمین‌های باغی اطراف، پیشنهاد می‌شود به‌منظور کاهش پراکنش افقی شهر سردرود و عطش ادغام آن در بافت کلانشهر تبریز و در نتیجه کاهش مشکلات ناشی از آن نظارت بیش‌تر بر محدوده‌های شهری اطراف کمربند سبز پیشنهادی، استفاده از شیوه‌های انبوه‌سازی و بلندمرتبه‌سازی (شهر فشرده)، استفاده از اراضی کم‌بازده موجود در داخل شهر (توسعه میان‌افزا)، هدایت سمت توسعه شهری را در جهاتی غیر از زمین‌های باغی در اولویت دست‌اندرکاران شهر سردرود باشد.

منابع

- حکمت‌نیا، حسن و میرنجف موسوی (۱۳۹۲)، «کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای»، انتشارات آزاد پیمان؛ چاپ سوم. ص ۳۹۰.
- رسولی، علی‌اکبر و حسن محمودزاده (۱۳۸۹)، «مبانی سنجش از دور دانش پایه»، انتشارات علمیران، ۱۹۲.
- شکوئی، حسین (۱۳۷۳)، «دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری»، انتشارات سمت؛ ص ۵۶۸.
- شیعه، اسماعیل (۱۳۷۷)، «مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری»، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ص ۲۴۰.
- محمدی، مجید، امیری، مجتبی و جعفر دستورانی (۱۳۹۴)، «مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان»، *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره نوزدهم، شماره ۴.
- محمودزاده، حسن (۱۳۹۳)، «ارزیابی و تحلیل اکولوژیکی توسعه فضایی کلانشهر تبریز، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری»، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، *نتایج سرشماری عمومی سال ۱۳۹۰*.
- مهدوی، مسعود و افسانه برنجکار (۱۳۹۳)، «خزرشهر و تغییر کاربری اراضی روستایی (مطالعه موردی شهرستان بندر انزلی در ۴۵ سال اخیر)»، *چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی*، شماره ۲۷، صص ۱۷-۱.
- Atkinson, P., & Tatnall, A. (1997), "Neural networks in remote sensing", *International Journal of Remote Sensing*, 18(4), Pp. 699-709.
- Babaian, R., Miyashita, H., Evans, R., Eshenbach, A., & Ramimrez, E. (1997), "Early detection program for prostate cancer: results and identification of high-risk patient population", *Urology*, 37(3), Pp. 193-197.
- Benz, U.C., Hoffmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. & Heynen, M. (2004), "Multi-resolution, objectoriented fuzzy analysis of

- remote sensing data for GIS-ready information”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58: 239–258.
- Brown, D.G., Lusch, D.P., & Duda, K.A. (1998), “Supervised classification of glaciated landscape types using digital elevation data”, *Geomorphology*, 21(3–4), Pp. 233–250.
- Drummond, S., Joshi, A., & Sudduth, K. (1998), “Application of neural networks: precision Farming”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Pp. 211–215.
- Fishman, M., Barr, Dean S., & Loick, W.J. (1991), “Using neural nets in market analysis”, *Technical Analysis of Stocks & Commodities*, 4, Pp. 18–21.
- Fukushima, K., Miyake, S., & Takayuki (1983), “Neocognitron: a neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. IEEE Transactions on Systems”, *Man, and Cybernetics*, SMC, 13(5), Pp. 826–834.
- Longely Paul. (2000), “Spatial Analysis in the New Millennium”, *Annals of the Association of American Geographers*, 90(1), Pp. 157-165.
- Nancy E. McIntyre, K. Knowles-Yáñez, and D. Hope. (2008), “Urban Ecology as an Interdisciplinary Field: Differences in the use of Urban between the Social and Natural Sciences”, *Journal of Urban Ecosystems*, No 4, Pp. 5-24.
- Pijanowski, B.C., Brown, D.G., Shellito, B.A., &Manik, G.A. (2002), “Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model, Computers”, *Environment and Urban Systems*, 26(6), Pp. 553-575.
- Ritter, N., Logan, T., & Bryant, N. (1988), “Integration of neural network technologies with geographic information systems”, *Proceedings of the GIS symposium: integrating technology and geoscience applications* (pp. 102–103). Denver, Colorado, United States Geological Survey, Washington, DC.

- Rumelhart, D., Hinton, G., Williams, R. (1986), "Learning Internal Representations by Error Propagation", *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructures of Cognition*, Vol. 1, Pp. 318-362, Cambridge: MIT Press.
- Skapura, D. (1996), "*Building neural networks*", New York: ACM Press.
- Sundara, K.K.et.al. (2012), "Land Use And Land Cover Change Detection And Urban Sprawl Analysis of Vijayawada City Using Multi-temporal Landsat Data", *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 4, No. 01, Pp 170-178.
- Theobald, D.M., Hobbs, N.T. (1998), "Forecasting Rural Land-use Change: A Comparison of Regression and Spatial Transition-based Models", *Geographical and Environmental Modeling*, 2(1), Pp.65–82.