پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۷
صص. ۲۴۴-۲۳۱

ارزیابی تاثیرات متقابل شرایط ژئومورفولوژیکی و توسعه‌ی شهری بر یکدیگر
مطالعه‌ی موردی: شهر کرمانشاه

منصور پروین* – استادیار جغرافیا دانشگاه پیام نور

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۱۹ تائید نهایی: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴

چکیده

شهر کرمانشاه در طی چهل سال گذشته دارای روند توسعه فیزیکی سریعی در جهات شمالی و غربی بوده است. این امر متاثر از شرایط شرایط ژئومورفولوژیکی دشت کرمانشاه بوده، زیرا پارامترهای ژئومورفولوژیکی در این نواحی دارای شرایط مساعدی برای توسعه‌ی شهری بوده-اند. گسترش شهر در این نواحی نیز تاثیرات مهمی بر لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای ژئومورفولوژیکی منطقه به جا گذاشته است. هدف این پژوهش، شناخت تاثیرات متقابل ژئومورفولوژی و توسعه‌ی شهری در شهر کرمانشاه در چهار دهه‌ی گذشته می‌باشد. بنابراین در ابتدا نقشه‌ی عوارض ژئومورفولوژی محدوده‌ی شهر کرمانشاه ترسیم گردید. سپس روند توسعه‌ی شهر در سال‌های مختلف بر اساس تصاویر ماهواره‌یی در ارتباط با نقشه ژئومورفولوژی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، لندفرم‌های ژئومورفولوژی جهت توسعه‌ی شهری را تعیین نموده و توسعه‌ی شهر کرمانشاه بیشتر در جهات شمالی، غربی و شرقی بر روی لندفرم هموار دشت آبرفتی بوده است. سه لندفرم هموار و مناسب دشت آبرفتی، مخروط‌افکنه و دشت پایکوهی در مجموع ۷۲٪ مساحت شهر کرمانشاه را در برگرفته‌اند. توسعه‌ی شهری در قلمرو لندفرم‌های مخاطره‌زا به علت وجود محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی در نیمه‌ی جنوبی شهر کرمانشاه می‌باشد. توسعه‌ی شهری باعث نابودی بستر رودخانه‌های چم بشیر و آبشوران شده و لندفرم‌های دیگر همچون دشت آبرفتی، مخروط افکنه و... به چشم انداز شهری تبدیل شده و روند تکاملی آنها متوقف شده است. این تغییرات در لندفرم‌های ژئومورفیک می‌تواند در آینده منجر به ایجاد مخاطره در مناطق شهری گردد.

***واژگان کلیدی:** ژئومورفولوژی، توسعه‌ی شهری، لندفرم، سنجش از دور، شهر کرمانشاه.*

---

* نویسنده مسئول: E-mail: mansorparvin@yahoo.com

مقدمه

امروزه، شهرنشینی یکی از چالش‌های عمده، جهان معاصر است و حداقل ۰٫۵٪ مساحت خشکی‌ها را شهرها در برگرفته‌اند (اشنایدر و همکاران[۱]، ۲۰۰۹، ۲). از طرف دیگر شهرنشینی و توسعه شهری به عنوان یکی از مهمترین مسائل و شاخص‌های ضروری رشد اقتصادی و توسعه یک کشور در نظر گرفته می‌شوند(موهاپاترا و همکاران[۲]، ۲۰۱۷، ۱). توسعه‌ای شهری به عنوان یک مقوله‌ای انسانی در بستر ژئومورفولوژی و لندفرم‌های سطح زمین رخ می‌دهد. بریجز(۱۹۹۰)[۳]، ژئومورفولوژی را علم تفسیر ناهمواری های سطح زمین و درک فرایندهایی که لندفرم ها را ایجاد و تغییر می‌دهند، تعریف می‌کند. هاگت[۴](۲۰۰۳) ژئومورفولوژی را علم مطالعه اشکال طبیعی سطح زمین و لندفرم‌های آن همچون رودها، تپه‌ها، دشت‌ها، سواحل و... تعریف کرده و بلوم[۵](۱۹۹۱) لندفرم را یکی از مهمترین اجزای سازنده هر چشم انداز معرفی می‌کند. لینسولن[۶](۲۰۰۸) لندفرم را اشکال مشخصی در سطح زمین تعریف کرده، که دارای شکل مشخص منفرد یا ترکیبی بوده و بوسیله عوامل طبیعی ایجاد شده اند. ایجاد و توسعه‌ی شهرها بر روی لندفرم‌ها صورت گرفته و ژئومورفولوژی شهری علاوه بر بررسی محدودیت‌های ژئومورفیک در توسعه شهری(کوئک[۷]، ۱۹۸۴، ۲۲)، مناسب بودن لندفرم‌ها برای کاربری‌های شهری، تاثیر فعالیت‌های شهری بر فرایندهای سطح زمین و لندفرم‌های ایجاد شده توسط شهرنشینی را مورد ارزیابی و مطالعه قرار می‌دهد(داگلاس و جیمز[۸]، ۲۰۱۵، ۵۲). در ژئومورفولوژی شهری، انسان به عنوان فرآیند فیزیکی برای تغییر لندفرم به منظر شهر عمل می‌کند(ماریا و همکاران[۹]؛۲۰۰۶، ۲). توسعه شهری و ایجاد ساختارهای زیربنایی بسیار تاثیرگذار بوده و گاه به طور کامل لندفرم‌ها را نابود می‌کند(رینر و همکاران[۱۰]؛۲۰۱۷، ۷). از طرف دیگر لندفرم‌ها یا ویژگی‌های ژئومورفیک نقش مهمی در ایجاد و توسعه شهرها در طول تاریخ داشته و هرگونه اقدام در راستای توسعه و عمران مناطق مسکونی با واحدهای ژئومورفولوژی تلاقی می‌کند(مقیمی، ۱۳۸۸، ۳۴۲). تلاقی با واحدهای ژئومورفولوژی سبب می‌گردد، که لندفرم‌ها در توسعه‌ای شهری یا به عنوان تسهیل کننده توسعه یا عامل محدود کننده و مخاطره‌زا در توسعه فیزیکی شهر مطرح با شند. شناخت این امر نیازمند بررسی و تهیه نقشه عوارض ژئومورفولوژی است. نقشه‌های ژئومورفولوژی چشم اندازها و لندفرم‌های سطح زمین را نشان می‌دهد(اوتو و اشمیت[۱۱]؛ ۲۰۱۳، ۱). نقشه های ژئومورفولوژی می‌توانند، به عنوان یک ابزار اولیه برای مدیریت محیط و مدیریت ریسک ژئومورفولوژی و زمین شناسی و ارائه‌ای داده‌های پایه برای سایر بخش‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار گیرند(درمیس و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۱، ۴۱). از این رو به کارگیری نقشه‌ای ژئومورفولوژی در مسائل مرتبط به توسعه شهری جهت مدیریت علمی و بهینه شهر لازم و ضروری است. شهر کرمانشاه از نظر ژئومورفولوژی در دشت ناودیسی کرمانشاه واقع شده و از

---

[۱] Schneider et al

[۲] Mohapatra et al

[۳] Bridges

[۴] Hugget

[۵] Bloom

[۶] Lincoln

[۷] Cooke

[۸] Douglas, James

[۹] Maria et al

[۱۰] Reynard et al

[۱۱] Otto and Smith

[۱۲] Dramis et al

لندفرم‌ها متفاوتی تشکیل شده است. هر یک از این لندفرم‌ها در چگونگی توسعه‌ای شهری نقش دارند. همچنین توسعه‌ی شـــهری بر لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی تاثیرات زیادی داشـــته و تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ی در این زمینه‌ها در محدوده شهر کرمانشاه صورت نگرفته است. با توجه به شرایط خاص ژئومورفولوژیکی محدوده شهر کرمانشاه و مخاطرات آن، شناخت تاثیرات متقابل ژئومورفولوژی و توسعه‌ی شهری بر یکدیگر، نقش مهمی در برنامه‌ریزی و مدیریت علمی شهر کرمانشاه خواهد داشت. از این رو انجام پژوهش حاضر و ارزیابی تاثیرات عوارض ژئومورفولوژی بر توسعه‌ی شهری در شهر کرمانشاه ضروری است. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تاثیرات ژئومورفولوژی بر چگونگی توسعه‌ی شهری کرمانشاه در بازه‌ای زمانی ۴۰ ساله است. دست‌یابی به این امر بدون در دسترس بودن داده‌های مناسب غیر ممکن است. از این رو مدیریت موثر و پایدار شـــهری به طور فزاینده نیاز به تکنیک‌های پیشـــرفته برای به دســـت آوردن اطلاعات دارد(اسوش و همکاران[۱]، ۲۰۱۰، ۸۳۹). تصاویر ماهواره‌ای یک منبع داده مهم برای آنالیز محیط شهری و تغییرات آن در طول زمان در مقیاس‌های فضایی و زمانی می‌باشند(برانسلی و بارا[۲]، ۱۹۹۷، ۲۱۱). در دهه‌های گذشته، سنجش از دور به طور گسترده‌ی در اموری مانند استخراج ساختار شهری، پایش توسعه شهری و شناسایی تغییرات به کار گرفته شده است(ویلسون و همکاران[۳]، ۲۰۰۳، ۳۰۵). در این پژوهش نیز برای بدست آوردن روند توسعه شهری کرمانشاه از تصاویر ماهواره‌ی استفاده می شود. بیشتر مطالعات ژئومورفولوژی شهری مختص مکان‌یابی توسعه‌ای فیزیکی شهر بر اساس پارامترهای ژئومورفیک، لیتولوژیکی و زمین ساختی بوده و در زمینه‌ای پژوهش حاضر تحقیقات گسترده‌ی انجام نگرفته، در ادامه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

ابیسمجیو[۴](۱۹۸۹) در مطالعه‌ی به بررسی تاثیرات شهرنشینی بر تغییرات الگوی کانال رودخانه‌ها در جنوب‌غربی نیجریه پرداختند و نتایج نشان داد، که کانال رودخانه‌ها در داخل شهرها دارای عدم تعادل بوده و این امر ناشی از افزایش ضـــریب رواناب به علت افزایش ســـطوح ناپذیر اســـت. ریواس و همکاران[۵](۲۰۰۶) در پژوهشـــی به بررســـی پیامدهای ژئومورفیک ســـاخت ســـاز شـــهری و معدن کاری در ۴ منطقه در آرژانتین و اســـپانیا پرداختند، نتایج نشـــان داد، که میزان فرسایش و انتقال رسوب در این مناطق چهار برابر استاندارد جهانی است. چن[۶](۲۰۰۶) در پژوهشی به بررسی تحول شهری بر چشم اندازهای رودخانه‌ی پرداخت و نتایج نشان داد، که پاسخ لندفرم‌های رودخانه‌ی در مناطق مختلف آب و هوایی به توســـعه‌ی شـــهری متفاوت اســـت و بار رســـوبی و رواناب بیشـــترین تاثیر را در تغییرات دارا می‌باشـــند. البنا و فریهی(۲۰۰۹)، در پژوهشی به ارزیابی تاثیرات انسانی بر سواحل شمال شرقی دلتای نیل در مصر پرداختن، نتایج نشان داد، در طی بازه‌ای ۱۰ ســـاله به علت ســـاخت و ســـازهای انســـانی، خطوط ســـواحل دچار تغییرات زیادی گردیدند. گویها و همکاران[۷](۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی توسعه‌ی شهری با استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژیکی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای در شهر کوربا[۸] هند پرداختند و نتایج نشان داد، که نقشه‌های ژئومورفولوژیکی در ادغام با داده‌ها زمین شناسی، مناطق مســـاعد را برای توســـعه‌ی شـــهری مشـــخص کرده و این دو مقوله تاثیرات متقابلی بر یکدیگر داشـــته‌اند. پارتا و

---

[۱] Esch et al

[۲] Barnsley and Barr

[۳] Wilson et al

[۴] Ebisemiju

[۵] Rivas et al

[۶] Chin, 2006

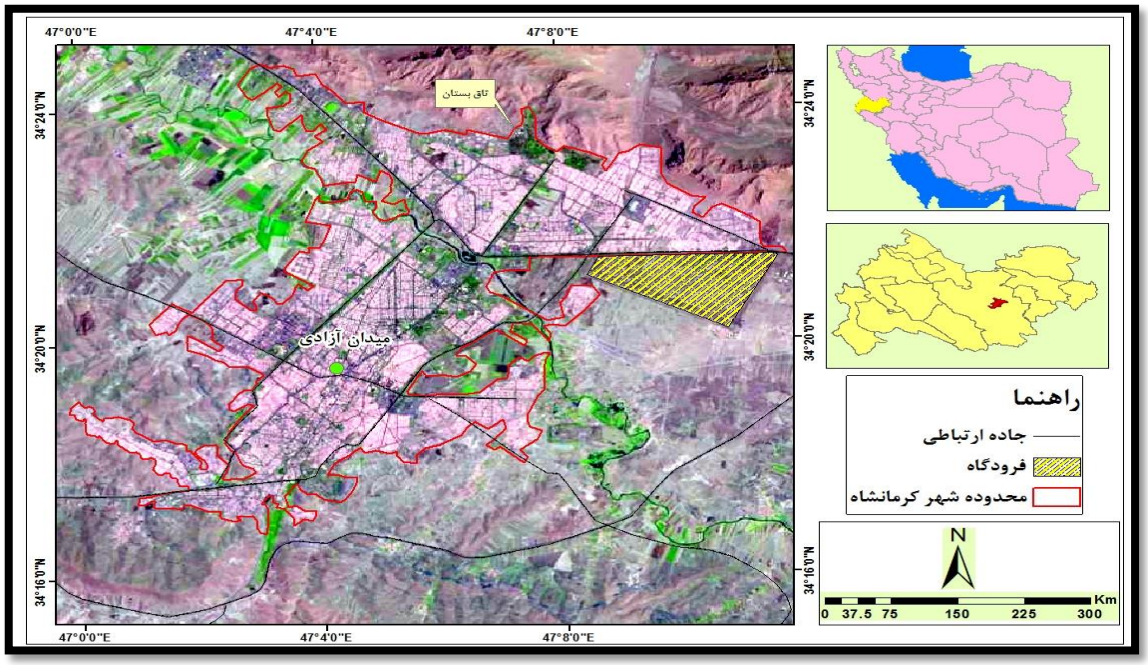
[۷] Guhaet al

[۸] Korba

پر سدا[۱](۲۰۱۲) به مطالعه‌ای تاثیرات ژئومورفولوژی بر تو سعه‌ای شهری در شهر ساگار[۲] در هند پرداخته و نتایج ن شان دهنده‌ی تاثیرات متقابل آنها بر یکدیگر بوده و برنامه‌ریزی جدید برای توسعه باید بر پایه پارامترهای همچون شیب زمین، منابع آب و ... باشـــد. لی و همکاران[۳](۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررســـی تغییرات ژئومورفیک تالاب‌های ســـاحلی به دلیل گسترش سریع شهرنشینی در جیانگ‌سو[۴] چین پرداختند و نتایج نشان داد، که مساحت زیادی از تالاب‌ها برای توسعه‌ی شهری خ شکانده شده و به زمین‌های شهری تبدیل شده‌اند. دل‌مونته و همکاران[۵](۲۰۱۶) در پژوه شی به طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی، چشم اندازهای شهری در شهر رم ایتالیا پرداخته و دریافتند، که شبکه‌ای زهکشی و سطوح توپوگرافی در طی ۳ هزار ســـال گذشـــته تحت تاثیر دخالت انســـان، دچار تغییر شـــده‌اند. موهاپاترا و همکاران[۶](۲۰۱۷) به مطالعه‌ای تاثیرات رشد سریع شهرنشینی و ژئومورفولوژی در بازه‌ای زمانی۴۰ ساله در شهر گولیور[۷] هندوستان پرداخته و نتایج نشان داد، که رشد شهری در ۴ دهه، ۳ برابر بوده و بیشترین رشد شهری در پدی پلین‌ها و تپه‌ها صورت گرفته است.

موقعیت محدوده مورد مطالعه

ا ستان کرمانشاه با مرکزیت شهر کرمانشاه در غرب کشور واقع شده و شهر کرمانشاه با مختصات ´۱۷ °۳۴ تا ´۳۴ °۲۶ عرض شـمالی و ´۵۹ °۴۶ تا ´۱۴ °۴۷ طول شـرقی در مرکز اسـتان در حاشـیه‌ای ارتفاعات پراو- بیسـتون قرار دارد(شکل ۱). محدوده فعلی شهر کرمان شاه با م ساحت حدود ۹۰ کیلومترمربع در سطوح ارتفاعی ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متری قرار داشته و بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ دارای ۹۸۰۷۱۱ نفر جمعیت است.



[۱] Pareta and Prasad

[۲] Saugar

[۳] Li et al

[۴] Jiangsu

[۵] Del Monte et al

[۶] Mohapatra et al

[۷] Gwalior

شکل ۱ : نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه(تصویر سنجنده OLI مورخه ۲۰۱۸/۷/۱۷)

مواد و روش ها

در پژوهش حاضر با توجه به ماهیت بین رشته‌ی از روش های مختلف کتابخانه‌ی، تحلیل تاریخی، کارتوگرافیکی و سنجش از دوری استفاده می‌گردد. داده‌های پژوهش شامل تصاویر سنجنده‌های مختلف ماهواره‌ای لندست با قدرت تفکیک مختلف(جدول ۱)، نقشه‌ای زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کرمانشاه و نقشه‌ای توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ کرمانشاه است. نرم‌افزارهای ArcGIS10.3 و ENVI5.3 ابزار اصلی پژوهش می‌باشند. در ابتدا نقشه عوارض ژئومورفولوژیکی محدوده شهر و اطراف کرمانشاه بر اساس تحلیل سیستم‌های اراضی تهیه گردید. این تحلیل یک طبقه‌بندی علمی بر مبنای فرم اراضی و با ساختارهای سلسه مراتبی است و بر رابطه چهره زمین(لندفرم‌ها) با قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی تاکید دارد(رامشت؛ ۱۳۸۸، ۱۵۴). پس از تهیه‌ی نقشه‌ی عوارض ژئومورفولوژیکی محدوده مورد مطالعه، میزان و جهات توسعه فیزیکی شهر کرمانشاه در طی چهار دهه در سال‌های انتخابی ۱۹۷۷، ۱۹۸۶، ۱۹۹۶، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر سنجنده‌های MSS،TM وOLI ماهواره‌ای لندست مشخص می‌گردد. انتخاب این سال‌ها، بر اساس دسترسی به اطلاعات بدون خطا برای منطقه مورد مطالعه است. برای مشخص کردن محدوده‌ای شهر کرمانشاه در هر ۵ سال انتخابی علاوه بر تفسیر بصری از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال و انتخاب نمونه‌های تعلیمی بر اساس تفسیر بصری، ترکیب رنگی کاذب و بازدید زمینی استفاده گردید. با توجه به پیچیدگی محیط و تنوع عوارض ژئومورفولوژیکی اطراف شهر کرمانشاه و مشابهت بافت و تن عوارض شهری و طبیعی در مناطق حاشیه‌ی شهر کرمانشاه، به خصوص در محدوده جنوبی شهر، جهت کاهش خطای روش تفسیر بصری از روش طبقه بندی نظارت شده استفاده گردید. جزئیات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در جدول(۱) ارائه شده است. در ادامه محدوده‌ای استخراج شده شهر کرمانشاه در سال‌های انتخابی با نقشه‌ای عوارض ژئومورفولوژیکی منطقه تطبیق داده شد و بر اساس آن میزان توسعه‌ای شهر کرمانشاه در هر یک از عواض ژئومورفولوژیکی مشخص گردید. سپس تغییرات عوارض ژئومورفولوژیکی منطقه بر اثر فعالیت‌های شهر سازی و گسترش شهر مشخص شد و در نهایت تاثیرات متقابل ژئومورفولوژی و توسعه شهری در محدوده‌ی شهر کرمانشاه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

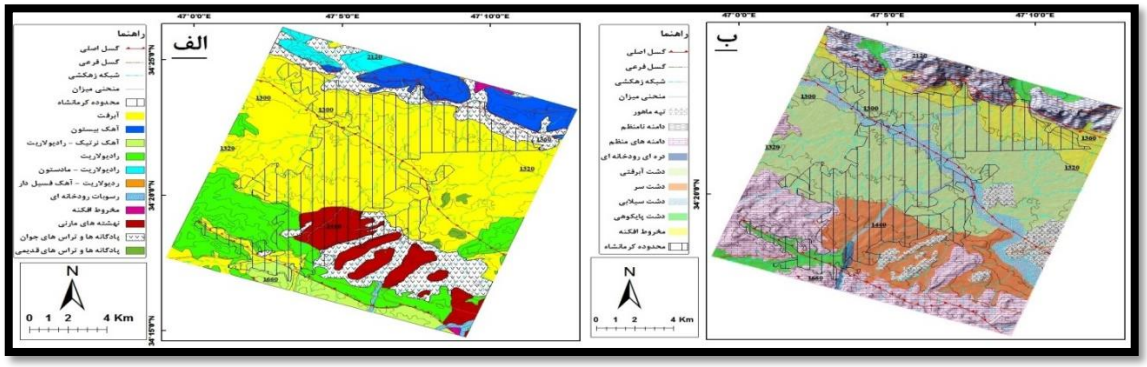
جدول ۱ : اندکس زمانی تصاویر مورد استفاده برای تهیه محدوده شهر کرمانشاه

ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک	تاریخ برداشت	Path	Row
لندست ۱	MSS	۶۰ متر	28-6-1977	179	36
لندست ۳	TM	۳۰ متر	26-9-1986	167	36
لندست ۴	TM	۳۰ متر	27-10-1996	167	36
لندست ۵	TM	۳۰ متر	16-6-2006	167	36
لندست ۸	OLI	۱۵ متر	31-8-2017	167	36

زمین شناسی و ژئومورفولوژی منطقه‌ای مورد مطالعه

دشت کرمانشاه از نظر زمین ساختی، یک دشت ساختمانی در زون زاگرس مرتفع است. علائی طالقانی(۱۳۸۳) پرتگاه‌های بلند، جبهه رونده، پرتگاه‌های خط گسل، پیچیدگی ساختمان چین‌ها و نمای کارستی و خشن را از اختصاصات این زون به شمار می‌آورد. ارتفاعات پراو – بیستون در شمال دشت کرمانشاه دارای خصائص ذکر شده در بالا بوده و راندگی تاق‌بستان مرز این ارتفاعات و دشت کرمانشاه را تشکیل می‌دهد. رودخانه قره‌سو امتداد راندگی قره‌سو در مرکز دشت کرمانشاه را دنبال کرده و با رسوب‌گذاری بر سطح سنگ مادر، دشت آبرفتی را شکل داده است. ارتفاعات جنوبی دشت کرمانشاه از سنگ‌های رادیولاریتی و نهشته‌های مارنی تشکیل شده و نرم‌فرسا بودن این نهشته‌ها باعث

فرسایش پذیری آنها و ایجاد سطوح فرسایشی شده است. راندگی کوه سفید مرز ارتفاعات جنوبی با دشت کرمانشاه را تشکیل داده است. به طورکلی محدوده مورد مطالعه از نظر ساختمانی تکتونیزه بوده و دارای تنوع لیتولوژیکی بالای می‌باشد(شکل۲الف). وضعیت ژئومورفولوژیکی حال حاضر دشت کرمانشاه متاثر از شرایط لیتولوژیکی-زمین‌ساختی و فعال بودن فرسایش و رسوبگذاری آب‌های جاری به عنوان فرایند شکل‌زایی برتر عهد حاضر و دوران کواترنری است. محدوده مورد مطالعه به ۳ واحد دامنه، تپه ماهور و دشت تقسیم می‌شود. واحد دامنه متشکل از دو عارضه‌ای مشخص، دامنه‌های منظم و نامنظم است. دامنه‌های منظم با شیب کم و یکنواخت منطبق بر ارتفاعات رادیولاریتی جنوبی شهر کرمانشاه می‌باشند. دامنه‌های نامنظم منطبق بر ارتفاعات آهکی شمال دشت کرمانشاه است. این دامنه‌ها پرشیب، صخره‌ی، دارای سطوح واریزه‌ی و درزه و شکاف زیاد هستند. واحد دشت حاصل رسوبگذاری و تراکم رسوبات ناشی از فعالیت‌های آب جاری بوده و چهار لندفرم هموار دشت پایکوهی، دشت سیلابی، دشت آبرفتی و مخروط افکنه‌ها در این واحد شکل گرفته‌اند. واحد تپه‌ماهور حاصل فرسایش سازندهای نرم فرسای رادیولاریتی و نهشته‌های مارنی بر اثر فرایند فرسایشی آب‌های جاری بوده و تپه ماهورها، دشت‌سرهای فرسایشی و دره‌ی رودخانه‌ی آبشوران در این واحد قرار دارند(شکل۲ب).



شکل ۲ : الف)- نقشه زمین شناسی و ب)- نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

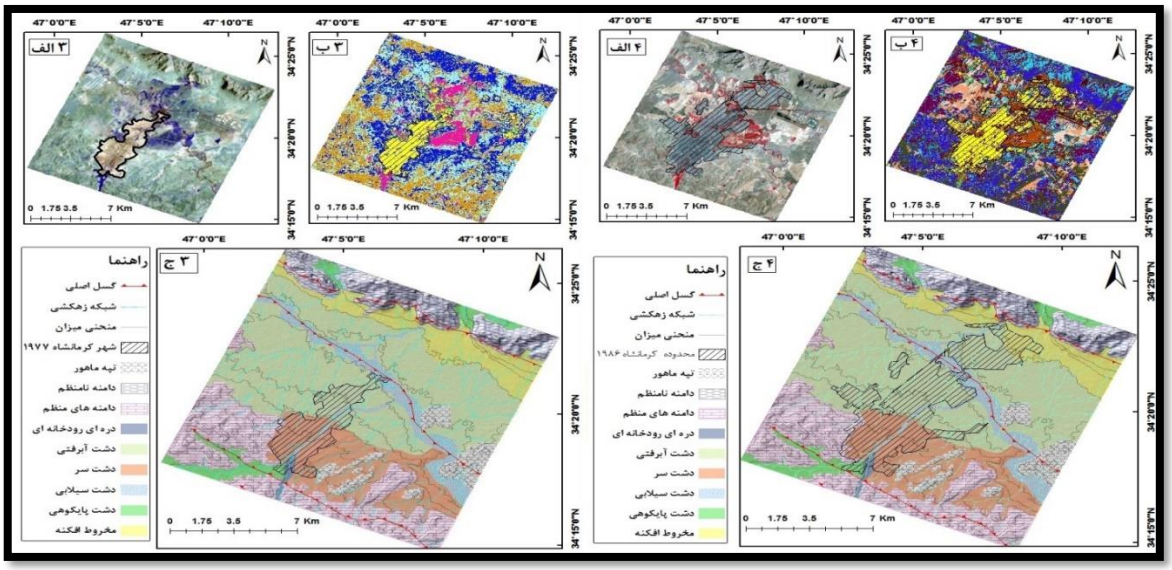
یافته‌های پژوهش

توسعه‌ی شهرها از جمله شهر کرمانشاه در بستر سطح زمین و بر روی لندفرم‌ها اتفاق افتاده و این امر زمینه ساز تاثیرپذیری متقابل توسعه‌ی شهری کرمانشاه و ژئومورفولوژی منطقه را فراهم نموده، که در سال‌های انتخابی به بررسی این وضعیت پرداخته می‌شود.

- بررسی محدوده شهر کرمانشاه در طی سال‌های مورد مطالعه

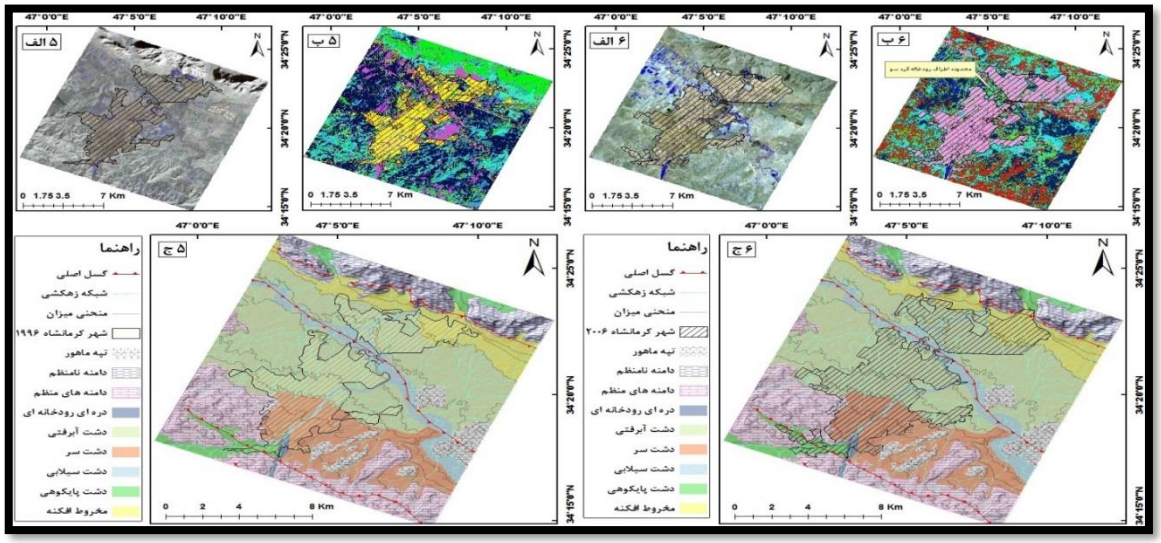
محدوده‌ی شهر کرمانشاه در سال ۱۹۷۷ با استفاده از تفسیر بصری تصویر سنجنده‌ای MSS (شکل۳الف) و روش طبقه‌بندی نظارت شده(شکل۳ب) استخراج شده و مساحت شهر کرمانشاه حدود ۱۶ کیلومتر مربع بوده و بر روی ۶ لندفرم دشت‌سر، دشت آبرفتی، دشت سیلابی، دره‌ی رودخانه، دامنه‌ی منظم و دشت پایکوهی در جنوب رودخانه‌ی قره‌سو واقع شده است(شکل۴الف). بیشتر مساحت شهر بر روی لندفرم‌های دشت سر(حدود ۵۴٪) و دشت آبرفتی(حدود ۳۳٪) و کمترین مساحت آن بر روی لندفرم‌های دامنه‌ی منظم و دشت پایکوهی قرار دارد(جدول۲). شکل‌های (۴الف) و (۴ب) به ترتیب محدوده استخراج شده شهر کرمانشاه را در سال ۱۹۸۶ بر اساس تصویر سنجنده‌ای TM با استفاده از روش‌های تفسیر بصری و طبقه‌بندی نظارت شده را نشان می‌دهد. مساحت شهر کرمانشاه در این سال به حدود ۴۲ کیلومتر مربع افزایش یافته و محدوده شهر به شمال رودخانه‌ی قره‌سو کشیده شده و بستر رودخانه‌ی چم بشیر در محدوده‌ی شهر قرار گرفته است. توسعه‌ی شهر کرمانشاه در این سال، نسبت به سال ۱۹۷۷ به سمت جهات شمالی، غربی و شرقی بوده و زمین‌های خالی زیادی در قسمت جدید شهر وجود داشته است(شکل۴ب). محدوده‌ی شهر کرمانشاه در سال مذکور بر روی ۷ لندفرم دشت آبرفتی، دشت‌سر، مخروط افکنه، دشت سیلابی، دره‌ی رودخانه، دامنه‌ی منظم و دشت پایکوهی قرار

گرفته و لندفرم‌های دشت آبرفتی(۵۵٪) و دشت‌سر(۲۸٪) بیشترین مساحت و لندفرم‌های دره‌ی رودخانه‌ی و دشت آبرفتی(هریک کمتر از ۲٪) کمترین مساحت را دارا می‌باشند(جدول۲). در این سال محدوده‌ی شهر کرمانشاه بر روی مخروط افکنه تنگ کنشت در کوهپایه‌های تاق‌بستان کشیده شده است.



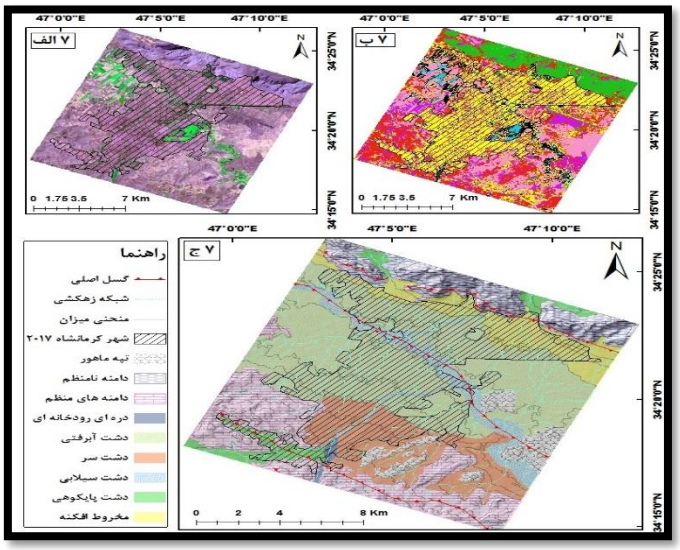
شکل ۳ : الف)- تصویر رنگی کاذب سنجده MSS در سال ۱۹۷۷؛ ب)- تصویر طبقه بندی شده؛ ج)- نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی و محدوده شهر کرمانشاه. شکل ۴ : الف)- تصویر رنگی کاذب سنجده TM در سال ۱۹۸۶؛ ب)- تصویر طبقه بندی شده؛ ج)- نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی و محدوده شهر کرمانشاه در سال ۱۹۸۶

در سال ۱۹۹۶ مساحت شهر کرمانشاه حدود ۴۹ کیلومتر مربع بوده و در جهات شمالی و غربی توسعه‌ی فیزیکی داشته و رودخانه‌ی چم بشیر و مخروط‌افکنه تنگ کنشت به طور کامل در محدوده‌ی شهری قرار گرفته‌اند(شکل ۵الف). فضاها یا زمین‌های خالی شهری در محدوده شمال شهر(شمال رودخانه قره سو) نسبت به سال ۱۹۸۶ کاهش زیادی داشته است(شکل ۵ب). محدوده شهر کرمانشاه در سال ۱۹۹۶ همچون سال ۱۹۸۶ بر روی ۷ لندفرم قرار گرفته که به ترتیب لندفرم‌های دشت آبرفتی(۵۷٪) و دره‌ای رودخانه‌ی(۱,۱٪) بیشترین و کمترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. مساحت شهر کرمانشاه در سال ۲۰۰۶ نسبت به سال ۱۹۹۶ افزایش نسبتا زیادی داشته و به ۶۲ کیلومترمربع رسیده است. بیشترین توسعه‌ی شهری در محدوده‌ی جنوبی شهر و در دشت میانکوهی رخ داده(شکل۶الف) و در سایر جهات نیز توسعه کم و بیش ادامه داشته است. زمین‌های خالی محدوده شمالی شهر نسبت به سال‌های قبل کاهش داشته و محدوده اطراف رودخانه‌ی قره سو همچون سال‌های قبل در محدوده‌ی مسکونی قرار نگرفته است(شکل ۶ب). محدوده شهر کرمانشاه در این سال بر روی ۹ لندفرم قرار گرفته و قسمت‌های محدودی از شهر بر روی لندفرم‌های تپه ماهور و دامنه‌های نامنظم توسعه یافته است(شکل ۶ج). لندفرم دشت آبرفتی با اختصاص حدود ۵۶٪ مساحت محدوده‌ی شهر کرمانشاه بیشترین مساحت و لندفرم‌های دامنه‌ای نامنظم، تپه ماهور و دره‌ی رودخانه‌ی با اختصاص کمتر از ۱٪ مساحت شهر، کمترین مساحت را دارا می‌باشند(جدول۲).



شکل ۵ : الف)- تصویر رنگی کاذب سنجده TM در سال ۱۹۹۶؛ ب)- تصویر طبقه بندی شده؛ ج)- نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی و محدوده شهر کرمانشاه در سال ۱۹۹۶. شکل ۴ : الف)- تصویر رنگی کاذب سنجده TM در سال ۲۰۰۶؛ ب)- تصویر طبقه بندی شده؛ ج)- نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی و محدوده شهر کرمانشاه در سال ۲۰۰۶

مساحت شهر کرمانشاه در سال ۲۰۱۷ با افزایش بسیار زیادی نسبت به سال ۲۰۰۶ به حدود ۹۳ کیلومترمربع رسیده است. بیشترین توسعه‌ی شهری در محدوده‌ی شمال غربی و شرقی شهر کرمانشاه اتفاق افتاده و مخروط افکنه‌ی نوکان در شمال شرق شهر و منطقه‌ی کرناچی در شمال غرب شهر به محدوده‌ی شهری پیو سته اند(شکل ۷الف). همچنین در محدوده جنوبی شهر توسعه‌ی شهری قابل توجه بوده است. محدوده‌ی اطراف رودخانه‌ی قره‌سو نیز به تصرف شهر درآمده و نواحی شهری به کانال احداثی اطراف رودخانه‌ی قره‌سو گسترش یافته‌اند(شکل۷ب). محدوده شهر کرمانشاه در سال ۲۰۱۷ بر روی ۹ لندفرم واقع شده که دشت آبرفتی با اختصاص حدود ۵۳٪ مساحت شهر کرمانشاه بیشترین مساحت را دارا بوده و لندفرم‌های تپه‌ماهور، دامنه‌های نامنظم و دره‌ی رودخانه‌ی نیز کمترین مساحت را دارا می‌باشند(جدول ۲).



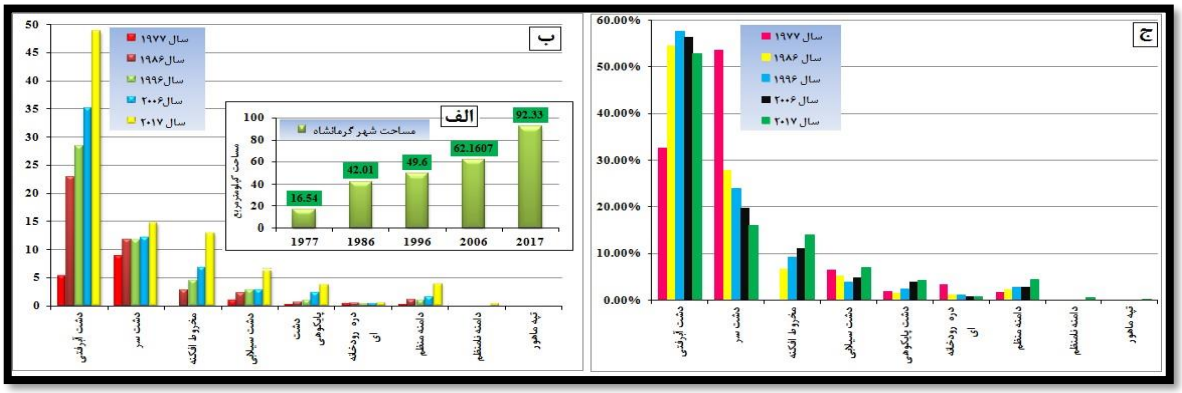
شکل ۴ : الف)- تصویر رنگی کاذب سنجده OLI در سال ۲۰۱۷؛ ب)- تصویر طبقه بندی شده؛ ج)- نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی و محدوده شهر کرمانشاه در سال ۲۰۱۷

جدول ۲ : مساحت و درصد لندفرم‌ها در محدوده‌ی شهر کرمانشاه در سال‌های انقلابی

سال		دشت آبرفتی	دشت-سر	مخروط افکنه	دشت سیلابی	دشت پایکوهی	دره رودخانه-ای	دامنه منظم	دامنه نامنظم	تپه ماهور
۱۹۷۷	مساحت	۵,۴۲	۸,۹۱	–	۱,۰۸	۰,۳۱	۰,۵۳	۰,۲۹	–	–
	درصد	۳۲,۶۹٪	۵۳,۷۴٪	–	۶,۵۶٪	۱,۸۹٪	۳,۳۷٪	۱,۷۵٪	–	–
۱۹۸۶	مساحت	۲۲,۹۶	۱۱,۷۱	۲,۸۲	۲,۲۳	۰,۶۴	۰,۵۵	۱,۱۰	–	–
	درصد	۵۴,۶۲٪	۲۷,۹۳٪	۶,۷۲٪	۵,۳۱٪	۱,۵۴٪	۱,۱۹٪	۲,۶۹٪	–	–
۱۹۹۶	مساحت	۲۸,۴۳	۱۱,۸۳	۴,۵۷	۱,۹۳	۱,۱۴	۰,۵۶	۱,۱۴	–	–
	درصد	۵۷,۶۵٪	۲۳,۹۸٪	۹,۲۸٪	۳,۹۲٪	۲,۳۱٪	۱,۱۰٪	۱,۷۶٪	–	–
۲۰۰۶	مساحت	۳۵,۱۳	۱۲,۳۰	۶,۹۱	۳	۲,۴۵	۰,۵۶	۱,۷۹	۰,۰۲	۰,۰۰۰۷
	درصد	۵۶,۵۲٪	۱۹,۷۸٪	۱۱,۱۲٪	۴,۸۲٪	۳,۹۴٪	۰,۹۱٪	۲,۸۸٪	۰,۰۳٪	۰,۰۰۱٪
۲۰۱۷	مساحت	۴۸,۹۲	۱۴,۸۰	۱۲,۹۷	۶,۴۸	۳,۹۲	۰,۶۷	۴,۰۴	۰,۵۱	۰,۰۲
	درصد	۵۲,۹۲٪	۱۶,۰۲٪	۱۴,۰۴٪	۷,۰۱٪	۴,۳۲٪	۰,۷۳٪	۴,۳۸٪	۰,۵۵٪	۰,۰۳٪

ارزیابی تاثیرات متقابل ژئومورفولوژی و توسعه‌ای شهری

شکل(۸ الف) نمودار مساحت شهر کرمانشاه را در بازه‌ی زمانی ۴۰ ساله نشان می‌دهد. در فاصله‌ای زمانی ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۶ مساحت شهر کرمانشاه حدود ۲۶ کیلومترمربع یا ۲,۵ برابر افزایش داشته است. در بازه‌ای ده ساله دوم و سوم افزایش مساحت حدود ۷ و ۱۲ کیلومترمربع بوده که نسبت به بازه‌ی ده ساله اول کمتر بوده است. افزایش مساحت در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ بیش از ۳۰ کیلومتر مربع بوده است، که نسبت به دو بازه‌ی ده ساله قبل افزایش چند برابری داشته است. افزایش مساحت شهر کرمانشاه در بازه‌ی زمانی ۴۰ ساله حدود ۵,۵ برابر بوده است. شکل(۸ ب) نمودار مساحت هر یک از لندفرم‌ها را در شهر کرمانشاه در ۵ سال انتخابی نشان می‌دهد. لندفرم دشت آبرفتی به جز سال ۱۹۷۷ در تمامی سال‌ها بیشترین مساحت را داشته و در کلیه‌ی سال‌ها با افزایش مساحت روبرو بوده است. درصد مساحت لندفرم دشت آبرفتی در شهر کرمانشاه در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۹۶ افزایش داشته و سپس در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۷ کاهش جزئی داشته است(شکل۸ ج). این امر به علت توسعه‌ی شهر در لندفرم‌های دیگر و افزایش مساحت آنها می‌باشد. لندفرم دشت سر تنها در سال ۱۹۷۷ بیشترین مساحت را داشته و در سال‌های بعدی افزایش مساحت آن جزئی بوده و درصد مساحت آن در سال‌های مورد مطالعه روند نزولی داشته است. این امر در مورد لندفرم دره‌ی رودخانه نیز صادق بوده و دلیل آن گسترش شهر بر روی لندفرم‌های دیگر بوده است. لندفرم‌های مخروط افکنه، دشت پایکوهی و دامنه‌های منظم از نظر میزان مساحت و درصد مساحت در طی ۵ سال مورد مطالعه دارای روند صعودی بوده، که حاکی از توسعه‌ی شهر در قلمرو این لندفرم‌ها می‌باشد. لندفرم دشت سیلابی از نظر مساحت افزایش داشته اما از نظر درصد مساحت شهر ابتدا روند نزولی داشته و سپس روند افزایشی داشته است. دو لندفرم تپه ماهور و دامنه‌های نامنظم نیز مساحت محدودی داشته و تنها در دو سال آخر مورد مطالعه در محدوده‌ی شهری قرار گرفته‌اند.

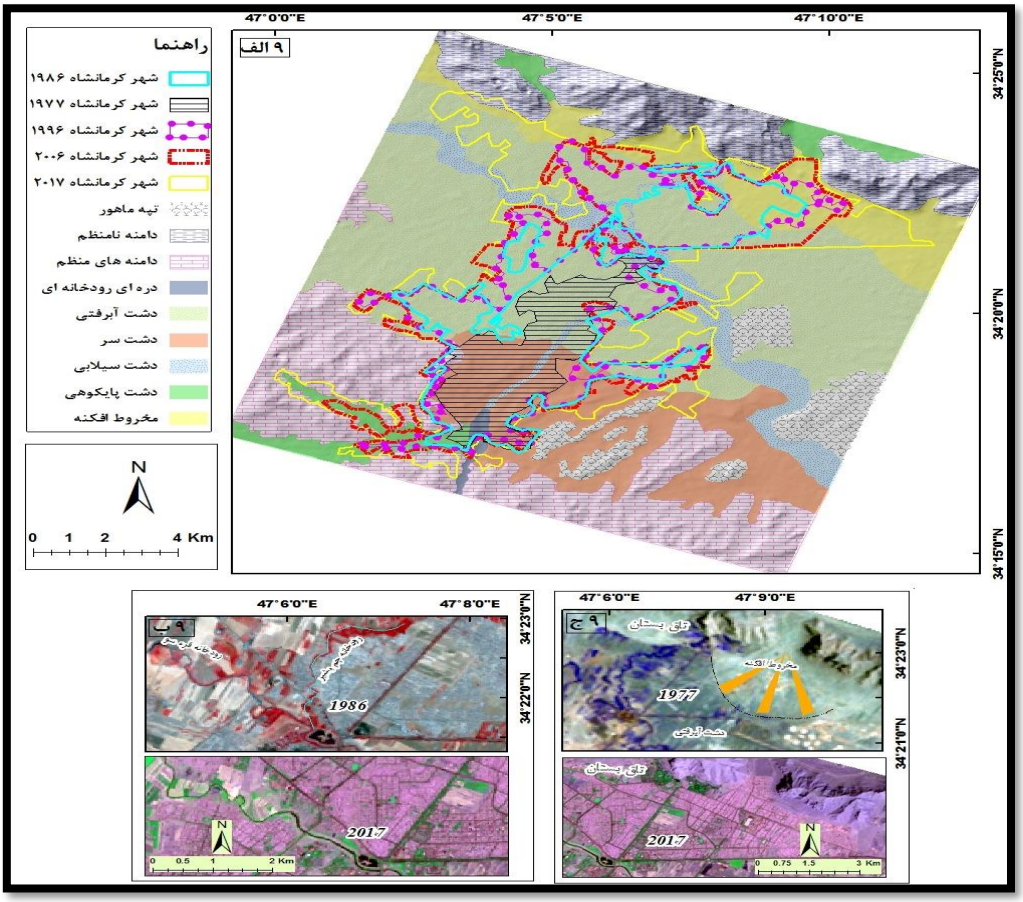


شکل ۸ : الف)- نمودار مساحت شهر کرمانشاه در طی ۵ سال مورد مطالعه؛ ب)- نمودار مساحت لندفرم‌ها در سال‌های مورد مطالعه؛ ج)- درصد مساحت لندفرم‌ها در سال‌های مورد مطالعه

شکل(۹ الف) الگوی توسعه‌ی شهری کرمانشاه را در بازه‌ای زمانی ۴۰ ساله نشان می‌دهد. توسعه‌ی شهری بازه‌ی زمانی ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۶ بر روی لندفرم‌های دشت آبرفتی و مخروط افکنه و در جهات شمالی، غربی و شرقی بوده است. این لندفرم‌ها به علت همواری و شرایط توپوگرافی، مناسب توسعه‌ی شهری بوده‌اند. توسعه‌ی شهری در بازه‌ای زمانی ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ به طور عمده در جهات شمالی و غربی و بر روی لندفرم‌های دشت آبرفتی و در مخروط افکنه‌ها بوده است. در این بازه محدوده شهر کرمانشاه از شمال به محدوده کوهپایه‌های تاق‌بستان رسیده است. در بازه‌ای زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ به علت رسیدن محدوده شهر کرمانشاه به ارتفاعات شمالی، جنوبی و غربی، فضای مورد نیاز برای توسعه‌ی فیزیکی محدود بوده و توسعه‌ی شهر کرمانشاه به صورت محدود در محدوده‌ی مخروط افکنه‌ها در شمال شهر و دشت کوهپایه‌ی در جنوب غربی شهر صورت گرفته است. در بازه ی زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ موانع ژئومورفولوژیکی سبب شده توسعه‌ی فیزیکی عمدتا در جهات شمال غرب و شمال شرقی شهر بر روی لندفرم‌های دشت آبرفتی و مخروط افکنه صورت گیرد. در محدوده غربی شهر توسعه محدوده بوده و در محدوده شرقی شهر کرمانشاه توسعه فیزیکی قابل توجه‌ی بر روی لندفرم‌های دشت آبرفتی و دشت سر رخ داده است. علاوه بر آن در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ با کانال کشی بستر رودخانه‌ی قره‌سو، توسعه‌ی فیزیکی در دشت سیلابی حاشیه‌ی رودخانه قره‌سو صورت گرفته و به محدوده‌ی شهری پیوسته است. بررسی اجمالی الگوی توسعه‌ای شهری کرمانشاه نشان می‌دهد، شرایط ژئومورفولوژیکی نقش مهمی در چگونگی توسعه فیزیکی این شهر داشته‌اند. در شهر کرمانشاه جهت توسعه‌ی شهری متاثر از وجود لندفرم دشت آبرفتی بوده به طوری‌که بیشترین میزان توسعه بر روی این لندفرم در جهات شمالی، شمال غرب، شمال شرقی، غربی و شرقی صورت گرفته است. توسعه‌ی فیزیکی شهر کرمانشاه در نواحی کوهپایه‌ی تاق‌بستان در شمال شهر نیز متاثر از شرایط توپوگرافی لندفرم مخروط افکنه بوده، که مناسب ساخت و ساز می‌باشد. گسترش شهر کرمانشاه در زبانه‌ی جنوب غربی آن نیز متاثر از وجود دشت‌های کوهپایه‌ای با توپوگرافی مناسب است.

از طرف دیگر گسترش فیزیکی شهر کرمانشاه در ۴۰ سال گذشته، تاثیراتی را بر چشم‌اندازهای ژئومورفولوژیکی دشت کرمانشاه داشته است. بر اساس تصاویر ماهواره‌ی موجود(شکل‌های ۹ب و ۹ج) لندفرم‌های همچون دشت آبرفتی، دشت سیلابی، مخروط افکنه‌ها و دره‌ی رودخانه‌ی به چشم انداز شهری تبدیل شده‌اند. مخروط‌افکنه‌های شمال شهر از جمله مخروط‌افکنه تنگ کنشت به تصرف شهر درآمده و روند تکاملی آن متوقف شده است(شکل۹ ج). رودخانه‌های فرعی آبشوران و چم بشیر به صورت کانال‌های زیرزمینی باریکی درآمده و دیگر در سطح زمین قابل روئیت نبوده و تکامل بستر آنها متوقف شده است(شکل ۱۰الف). همچنین بستر رودخانه‌ی قره‌سو در محدوده شهری کرمانشاه دیوارکشی شده و روند تغییرات طبیعی بستر رود و حاشیه‌ی آن نیز متوقف شده است. همچنین دامنه‌های منظم و

تپه‌ماهورها به علت انجام عملیات تسطیح و ساخت ساز دچار تغییراتی در شرایط توپوگرافی شده و به چشم‌اندازهای شهری با پستی و بلندی تبدیل شده‌اند(شکل ۱۰ ب).



شکل ۹ : الف)- محدوده‌ای شهر کرمانشاه در ۵ سال انتخابی؛ ب)- تغییرات در بستر و حریم رودخانه ای چم بشیر؛ ج)- تغییرات و تبدیل مخروط افکنه تنگ کنشت به چشم انداز شهری

شکل ۱۰ : الف)- نمایی از رودخانه‌ی آبشوران؛ ب)- نمایی از گسترش شهری در دامنه‌های منظم در شهرک زیبا شهر در جنوب شهر کرمانشاه

نتیجه گیری

روند سریع توسعه‌ای شهری کرمانشاه در ۴۰ سال گذشته سبب ایجاد تاثیرات متقابل بین فرایند توسعه‌ی شهری و شرایط ژئومورفولوژیکی منطقه شده است. مهمترین تاثیر لندفرم‌های ژئومورفولوژی در فرایند توسعه‌ای شهری کرمانشاه، تعیین جهت و مناطق توسعه‌ای شهری بوده است. هسته‌ای اصلی شهر کرمانشاه در نواحی فرسایشی و دشت آبرفتی در نیمه‌ای جنوبی دشت کرمانشاه در نزدیکی ارتفاعات کوه سفید بوده است. اما توسعه‌ای شهر کرمانشاه در جهات

غالب شمالی، غربی و شرقی رخ داده است. به طوریکه شهر کرمانشاه با عبور از رودخانه‌ای قره سو به ارتفاعات تاق بستان در شمال شهر رسیده و در جهات غربی و شرقی نیز به طور متوسط حدود ۵ کیلومتر توسعه داشته است. تطبیق محدوده‌های شهر کرمانشاه در سال‌های انتخابی با نقشه عوارض ژئومورفولوژیکی منطقه نشان دهنده‌ای تاثیر قاطع پارامتر ژئومورفولوژی در تعیین جهت و مناطق توسعه‌ای شهری بوده است. گسترش شهری کرمانشاه در بازه زمانی ۴۰ ساله بر روی لندفرم دشت آبرفتی صورت گرفته است و امروزه بیش از نیمی از مساحت شهر کرمانشاه بر روی این لندفرم قرار گرفته است. لندفرم دشت آبرفتی به علت شرایط توپوگرافی و لیتولوژیکی مناسب توسعه می‌باشد. شهر کرمانشاه در بین دو رشته ارتفاع شمالی و جنوبی محصور شده و پس از تصرف لندفرم‌های دشت آبرفتی و مخروط افکنه شهر کرمانشاه در قسمت شمالی به محدوده کوهستان تاق‌بستان رسیده و توسعه‌ای شهر به ناچار به سمت شمال غربی و شمال شرقی کشیده شده است. زیرا دشت آبرفتی و مخروط افکنه‌های این نواحی دارای شرایط مناسب توپوگرافی – لیتولوژیکی برای توسعه‌ای شهر می‌باشند. در محدوده‌ای جنوب شهر پس از گسترش شهر به ارتفاعات و دامنه‌های نامنظم، توسعه‌ای شهری به ناچار به سمت لندفرم متناسب دشت پایکوهی در جنوب غرب شهر کشیده شد. بررسی آماری گسترش شهر کرمانشاه بر روی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی نشان می‌دهد، که سه لندفرم مناسب دشت آبرفتی، مخروط افکنه و دشت پایکوهی در مجموع ۷۲٪ مساحت شهر کرمانشاه در سال ۲۰۱۷ را به خود اختصاص داده‌اند. لندفرم دشت سر، که هسته‌ای قدیمی شهر بر روی آن واقع شده است، در سال ۲۰۱۷ حدود ۱۶٪ مساحت شهر کرمانشاه را شامل شده و لندفرم‌های محدودکننده و یا مخاطره‌زای دشت سیلابی، دامنه‌های منظم، دامنه‌های نامنظم، دره‌ای رودخانه و تپه ماهور در این سال حدود ۱۲٪ مساحت شهر کرمانشاه را به خود اختصاص داده‌اند. لندفرم دشت سیلابی که از نظر توپوگرافی مساعد توسعه‌ای شهری بوده، اما در معرض خطر سیل‌گیری قرار دارد، بیش از ۷٪ مساحت شهر کرمانشاه را شامل می‌گردد. لندفرم دامنه‌های منظم نیز بیش از ۴٪ مساحت کرمانشاه را در سال ۲۰۱۷ به خود اختصاص داده و سایر لندفرم در مجموع کمتر از ۱٪ مساحت را کل شهر را دارا می‌باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد توسعه‌ای شهری در قلمرو لندفرم‌های مخاطره زا به علت محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی– توپوگرافی در توسعه‌ای شهری کرمانشاه به خصوص در نیمه‌ای جنوبی شهر می‌باشد. توسعه‌ای شهری کرمانشاه نیز پیامدهای را بر روی لندفرم‌های ژئومورفولوژی به دنبال داشته و منجر به تغییرات قابل ملاحظه و نابودی لندفرم‌ها شده است. توسعه‌ای شهر یک فرایند تغییر دهنده‌ای سطح زمین است و با ایجاد شبکه‌ای معابر و ساختمان‌ها، سطح زمین را پوشانده و چشم انداز طبیعی را به چشم انداز شهری تبدیل کرده و مانع فعالیت طبیعی فرایندهای بیرونی بر سطح زمین می‌گردد. شهر کرمانشاه نیز از این امر مستثنا نبوده و باعث تغییرات زیادی در چشم اندازهای طبیعی منطقه شده است. بطوری که حریم رودخانه‌های چم بشیر و آبشوران کانال کشی شده و با مسقف کردن این کانال‌ها در بخش‌های زیادی از طول مسیر، چشم انداز طبیعی آنها از بین رفته است. همچنین بستر رودخانه‌ای قره‌سو نیز در محدوده شهر کرمانشاه کاملا به وسیله‌ای دیوارهای بتونی محدود شده و سیر تکاملی بستر رودخانه متوقف شده است. این امر تاثیرات زیانباری بر شبکه‌ای زهکشی، منابع آب و مناطق مسکونی اطراف آنها خواهد داشت. لندفرم‌های دیگر همچون دشت آبرفتی، مخروط افکنه، دشت پایکوهی و دشت سیلابی به چشم انداز شهری تبدیل شده و روند تکاملی آنها متوقف شده است. لندفرم‌های ناهموار نیز تبدیل به چشم انداز شهری شده و روند تکاملی آنها متوقف شده و تنها پستی و بلندی ناشی از توپوگرافی ناهموار آنها در چشم انداز شهری منعکس شده است. تغییرات و دستکاری نیمرخ دامنه‌ها و شیب توپوگرافی آنها می‌تواند منجر به ناپایداری آنها گردد. در واقع گسترش شهر بر روی لندفرم‌های مخاطره‌زا(دشت سیلابی) و محدود کننده(دامنه نامنظم، تپه ماهور و...) در آینده می‌تواند، منجر به ایجاد مخاطره برای مناطق شهری گردد. بنابراین مدیران شهری با توجه به امکان رخداد مخاطره در آینده، باید تمهیدات لازم برای شناسایی، دامنه و شدت عملکرد مخاطرات اندیشیده شود و همچنین اقدامات پیشگیرانه و

امدادی در دستور کار قرار گیرد. برنامه‌های توسعه‌ای آینده نیز باید بر مبنای شناخت دقیق شرایط میکرو ژئومورفولوژیکی انجام گردد.

منابع

- رامشت، محمد حسین،(۱۳۸۸)، نقشه های ژئومورفولوژی(نمادها و مجازها)، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.
- مقیمی، ابراهیم،(۱۳۸۸)، ژئومورفولوژی شهری، انتشارات دانشگاه تهران.
- علائی طالقانی، محمود؛(۱۳۸۲)، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات قومس.
- *Barnsley, M. J., & Barr, S. L. 1997. Distinguishing urban land-use categories in fine spatial resolution land-cover data using a graph-based, structural pattern recognition system. Computers, Environment and Urban Systems, 21(3-4), 209-225.*
- *Bloom, Arthur, 1991. Geomorphology: a systematic analysis of late Cenozoic. New Delhi: Prentice- Hall of India.P:3.*
- *Bridges, E.M., 1990. World Geomorphology, Cambridge: Cambridge University Press.*
- *Chin, A. 2006. Urban transformation of river landscapes in a global context. Geomorphology, 79(3-4), 460-487.*
- *Cooke, R. U. 1984. Geomorphological hazards in Los Angeles: a study of slope and sediment problems in a metropolitan county. Allen & Unwin.*
- *Del Monte, M., D'Orefice, M., Luberti, G. M., Marini, R., Pica, A., & Vergari, F. 2016. Geomorphological classification of urban landscapes: the case study of Rome (Italy). Journal of Maps, 12(sup1), 178-189.*
- *Douglas, Ian., & James, Philip. 2014. Urban ecology: an introduction. Routledge.*
- *Dramis F, Guida D, Cestari A.2011, Nature and Aims of Geomorphological Mapping. In Geomorphological Mapping: methods and applications. Smith MJ, Paron P, Griffiths J (eds.). Elsevier: London, 39-74.*
- *Ebisemiju, F. S. 1989. Patterns of stream channel response to urbanization in the humid tropics and their implications for urban land use planning: a case study from southwestern Nigeria. Applied Geography, 9(4), 273-286.*
- *El Banna, M. M., & Frihy, O. E. 2009. Human-induced changes in the geomorphology of the northeastern coast of the Nile delta, Egypt. Geomorphology, 107(1-2), 72-78.*
- *Esch, T., Taubenböck, H., Heldens, W., Thiel, M., Wurm, M., Geiß, C., & Dech, S. 2010. Urban remote sensing–how can earth observation support the sustainable development of urban environments?. In Proceedings (pp. 1-11).*
- *Huggette, Richard John, 2003.Fundamental of physical geography, London & New York: Routledge.*
- *Jose M.C. and Fernando T.R., 2006. Urban Hydro-geomorphology and Geology of the*
- *Li, Y., Shi, Y., Zhu, X., Cao, H., & Yu, T. 2014. Coastal wetland loss and environmental change due to rapid urban expansion in Lianyungang, Jiangsu, China. Regional environmental change, 14(3), 1175-1188.*
- *Lincoln, N.E., 2008.Geomorphic description system, Natural resources conservation service.*
- *Maria J.A., Helder I.C., Alberto G., Paulo F., Jose M.M., Laura G., Lucia G., Jose T.,*
- *Mohapatra, S. N., Pani, P., & Sharma, M. 2014. Rapid urban expansion and its implications on geomorphology: A remote sensing and GIS based study. Geography Journal, 2014.*
- *Otto, J. C., & Smith, M. J. 2013. Geomorphological mapping. Geomorphological techniques.*

- *Pareta, K., & Prasad, S. 2012. Geomorphic Effects on Urban Expansion: A case study of small town in central India. 14th Annual International Conferance and Exhibition on Geospatial Information Technology and Applications (7-9 February 2012), Proceedings, 1-9.*
- *Porto Metropolitan Area (NW Portugal). IAEG. Paper Number 92. pp. 1-9.*
- *Reynard, E., Pica, A., & Coratza, P. 2017, Urban geomorphological heritage. An overview. Quaestiones geographicae, 36(3), 7-20.*
- *Rivas, V., Cendrero, A., Hurtado, M., Cabral, M., Giménez, J., Forte, L., ... & Becker, A. (2006). Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. Geomorphology, 73(3-4), 185-206.*
- *Schneider, A., Friedl, M. A., & Potere, D. 2009. A new map of global urban extent from MODIS satellite data. Environmental Research Letters, 4(4), 044003.*
- *Wilson, J. S., Clay, M., Martin, E., Stuckey, D., & Vedder-Risch, K. 2003. Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. Remote sensing of environment, 86(3), 303-321.*