



## فصلنامه

# جغرافیا و مخاطرات محیطی (علمی-پژوهشی)

سال اول، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱

شایا: ۲۳۲۲-۱۶۸۲

- تحلیل فضایی - زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم ... علیرضا صادقی نیا، بهلوو علیجانی، پرویز ضیائیان
- شبیه‌سازی الگوی پراکنش آلدگی هوای کلان شهر تهران در شرایط وزش باد علی‌اکبر شمسی پور، فهیمه نعییب‌زاده، زینب حسین پور
- ارزیابی اثرات الگوهای راهبرد اسکان مجدد پس از بلایای طبیعی بر کیفیت زندگی... امین محمدی استاد کالجی، سید حسن مطیعی لنگرودی، محمدرضا رضوانی، مجتبی قابیری معصوم
- بازسازی دمای بیشینه بهار - تابستان در یال غربی زاگرس میانی با استفاده از یک گاهشناختی... قاسم عزیزی، محسن ارسلانی، عزت‌الله ارسلانی، رضا صفائی راد
- تحلیل چندگانه رفتارهای پر خطر رانندگی در کلان شهر مشهد علی یوسفی، فاطمه قاسمی ادکان، حسین تقی گرجی
- مقایسه مدل نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی در پهن‌بندی خطر زمین‌لغزش ... امیر صفاری، آرش اخدر
- پدیده کویرزایی در تالاب‌های ایران (مطالعه موردی: تالاب میقان) منیژه قهرومدی تالی، بهاره میرزاخانی، آتنا عسگری
- تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی ... علی زنگی آبادی، زهرا اسماعیلیان



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده ادبیات و علوم انسانی

**فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی**

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسؤول: دکتر حمید شایان

سردیبیر: دکتر سید رضا حسین زاده

هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

ویکتور بیکر - استاد دانشگاه آریزونا - نویسنده آمریکا (دکترای ژئومورفولوژی رودخانه‌ای)  
جعفر جوان - استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - روزتایی)  
زهرا بیگم حجازی زاده - استاد دانشگاه خوارزمی تهران (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)  
سید رضا حسین زاده - دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)  
بهروز ساری صراف - استاد دانشگاه تبریز (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)  
حمید شایان - دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - روزتایی)  
شعبان شتابی جوبیاری - دانشیار دانشگاه گرگان (دکترای علوم جنگل - سنجش از دور)  
منیزه قهرودی تالی - دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)  
ابوالفضل مسعودیان - استاد دانشگاه اصفهان (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)  
حسین نگارش - دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)  
احمد نوحه گر - دانشیار دانشگاه هرمزگان (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)  
سعده الله ولایتی - استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای زمین شناسی)  
مجتبی یمانی - دانشیار دانشگاه تهران (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)

مقالات نمودار آرای نویسنده‌گان است و به ترتیب وصول و تصویب درج می‌شود

مدیر داخلی: دکتر سلیمان صادقی کارشناس اجرایی: مرضیه احمدی ویراستاری انگلیسی: دکتر آذر زرین  
ویراستاری ادبی: لیلا حق پرست حروف نگاری و صفحه آرایی: ویدا ختنان

شمارگان: ۱۰۰ نسخه بها: داخل کشور: ۲۰۰۰۰ ریال (تکشماره) خارج کشور: ۲۵ دلار آمریکا (سایر کشورها - سالانه)  
نشانی: مشهد دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر علی شریعتی، کد پستی ۹۱۷۹۴۸۸۳، نمبر: ۰۵۱۱۸۷۹۴۱۴۹  
نشانی اینترنتی: <http://jm.um.ac.ir> E-mail: Geo.eh@um.ac.ir

شماره پروانه: ۳/۷۱۱۱۶ - این مجله در نشست کمیسیون برسی نشریات علمی کشور معرف ۱۰/۱۲/۱۰، رتبه علمی - پژوهشی دریافت کرده است

این مجله در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:

- پایگاه استادی علوم جهان اسلام (ISC)
- پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
- پایگاه بازک اطلاعات نشریات کشور (Magiran)

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

فصلنامه جغرافیا و  
مخاطرات محیطی  
\_\_\_\_\_ (علمی پژوهشی)

سال اول، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱

شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

## راهنمای تدوین و نحوه ارسال مقاله برای چاپ در فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا و مخاطرات محیطی

- 1- مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی به دلیل تخصصی بودن فقط در موضوعات مرتبط با مخاطرات محیطی (طبیعی و انسانی) پذیرای مقالات است.
- 2- مقاله باید حاصل کار پژوهشی نویسنده (یا نویسنده‌گان) بوده، قبل از نشریه دیگری اعم از داخلی و خارجی و یا مجموعه مقالات همایش‌ها به چاپ نرسیده و به طور هم‌مان نیز برای مجله دیگری ارسال نشده باشد.  
تبصره ۱: مقالات پژوهشی به زبان انگلیسی پذیرفته می‌شود.  
تبصره ۲: مقالات ترجمه شده از زبان‌های غیر فارسی پذیرفته نمی‌شود.  
تبصره ۳: مقاله‌های ارایه شده در همایش‌ها و مجامع علمی مشروط به اینکه با تغییرات قابل توجه و افزودن مطالب جدید همراه باشد، قابل بررسی خواهد بود.
- 3- مقاله‌های مروری که پیشرفت‌های جدید در موضوعات مجله را در بر می‌گیرد، از نویسنده‌گان مجبوب و دارای مقالات پژوهشی در زمینه مورد نظر پذیرفته می‌شود.
- 4- ساختار مقاله باید مشتمل بر عنوان، اسمی نویسنده (یا نویسنده‌گان) چکیده فارسی، کلیدواژه‌ها، مقدمه، منطقه مورد مطالعه، مواد و روش‌ها، بحث و نتایج، نتیجه‌گیری، تشرک و قدردانی، فهرست منابع و ضمایم و چکیده مبسوط انگلیسی باشد.
- 5- چکیده مبسوط انگلیسی حداقل ۲ و حداکثر ۳ صفحه و اجزای آن شامل موارد زیر باشد:  
Introduction, Study area, Material and methods, Results and discussion, Conclusion, Key words
- 6- حجم مقاله شامل تمام اجزای آن با رعایت استانداردهای حروفچینی مجله باید حداقل ۲۰ صفحه باشد.
- 7- حروفچینی مقاله باید در برنامه Word 2007 و بالاتر بر روی کاغذ A4 با فواصل ۴ سانتی‌متر از بالا، ۴ سانتی‌متر از پایین، ۳ سانتی‌متر از چپ و ۳ سانتی‌متر از راست صورت گیرد. ۳ Header و ۳ Footer: عنوان مقاله با قلم ۱۳ پرنگ BTitr، اسامی، فامیل - مرتبه علمی با قلم ۱۱ پرنگ Lotus، نویسنده مسئول، شماره تلفن و ایمیل نویسنده به صورت پاورقی و با قلم 10 Lotus B باشد. چکیده ۱۲ پرنگ Lotus متن چکیده 12 Lotus B. متن آن با فواصل ۵ سانتی‌متر از سمت چپ و ۱،۵ سانتی‌متر از سمت راست از متن اصلی باشد. تیترهای اصلی متن ۱۲ پرنگ Lotus B با فاصله pt 12 از پاراگراف قبل و pt 6 از پاراگراف بعد. کل متن با ۱۳ Lotus
- 8- شماره و عنوان جداول در بالا و با قلم ۱۲ پرنگ Lotus B نوشته شود.
- 9- تمام نقشه‌ها، نمودارها، شکل‌ها و عکس‌ها به طور یکنواخت با عنوان شکل شماره گذاری و شماره و عنوان اشکال در زیر آن با قلم ۱۲ پرنگ Lotus B درج گردد.
- 10- شیوه ارجاع در مقاله باید به سبک APA یا شیکاگو بوده و منابع مورد استناد در داخل متن با ذکر نام خانوادگی نویسنده، سال انتشار و شماره صفحه در داخل پرانتز و با قلم 12 Lotus B آورده شود. مثلاً ( محمودی، ۱۳۶۸: ۵۸)، برای منابع خارجی در داخل متن با حروف فارسی مانند (بیکر، ۱۹۸۹: ۱۸) و در پانوشت نام شخص به زبان اصلی مانند (Baker) آورده شود. در صورتی که اثر مورد نظر بیش از دو نویسنده داشته باشد به شرح: (ولایتی و همکاران، ۱۳۸۲: ۱۴۶) و چنانچه نویسنده دو نفر باشند نام هر دو نویسنده ذکر شود، مانند (حسین زاده و جهادی طرقی، ۱۳۹۱: ۸۳).
- 11- شیوه نگارش مشخصات منابع و مراجع در انتهای مقاله بر اساس حروف الفبا باشیست به صورت نمونه‌های زیر باشد:  
- کتاب: جداری عیوضی، جمشید؛ ۱۳۷۲. ژئومورفولوژی ایران. چاپ. تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه پیام نور.  
- Bull, W.B., 1991. Geomorphic Responses to Climate Change. Oxford University Press, Oxford

- مجله: جوان، جعفر و همکاران؛ ۱۳۸۹. نقش سرمایه اجتماعی در توسعه روستایی. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای شماره ۱۴، ۴۹-۲۹. دانشگاه فردوسی مشهد.

- Knox, J.C., 2000. Sensitivity of Modern and Holocene floods to Climat Change. Quaternary Science Revews, 19, 439-457

- مقاله چاپ شده در مجموعه مقالات یا کتاب‌های با نویسندهای متعدد: حجازی زاده، زهرا؛ ۱۳۷۶. نقش پرشمار جنوب حاره در تغییر فصل ایران. چاپ در مجموعه مقالات کنگره جغرافیدانان ایران. تبریز، صص ۱۸۵-۱۷۴.

- Baker, V.R., Kochl, R.C., 1988. Flood Sedimentation in Bedrock Fluvial Systems. In: Baker, V.R., Kochel, R.C., patton,P.C (Eds), Flood Geomorphology. John wiley and Sons, U.S.A., pp.123-137.

تبصره ۱: در صورتی که صاحب اثر شخصیت حقوقی، یعنی سازمان یا نهاد دولتی و یا سایت مربوطه باشد، به جای نام خانوادگی و نام نویسنده، عنوان سازمان و یا نهاد مربوطه ذکر می‌شود.

تبصره ۲: در صورت استفاده از پایاننامه و رساله‌های تحصیلات تکمیلی، ذکر نام اساتید راهنمای و مشاور عنوان رشته و نام دانشگاه الزامی است.

تبصره ۳: در صورتی که مطالب از سایت الکترونیکی سازمان‌ها و سایت‌های مشخص گرفته شود، نام و آدرس سایت درج گردد.

تبصره ۴: تمام منابع فارسی باید به زبان انگلیسی نیز ترجمه و در پایان خلاصه مبسوط آورده شود.

۱۲- مقاله در دو قالب، یک فایل Word و یک فایل Pdf و فقط از طریق سایت مجله به آدرس: <http://jm.um.ac.ir> ارسال شود. مکاتبات بعدی می‌تواند از طریق پست الکترونیک مجله به آدرس: [Geo.eh@um.ac.ir](mailto:Geo.eh@um.ac.ir) انجام گیرد.

۱۳- مسئولیت صحت مطالب مقاله از نظر حقوقی بر عهده نویسنده یا نویسندهای خواهد بود.

۱۴- مجله حق رد یا نیز ویراستاری مقالات را برای خود محفوظ داشته و مقالات دریافتی برگشت داده نخواهد شد.

۱۵- مقاله‌های ارسال شده به نویسنده جهت انجام اصلاحات در صورت عدم دریافت پاسخ، به منزله انصراف از چاپ تلقی می‌گردد.

۱۶- برای آشنایی بیشتر با فرم مقالات توصیه می‌گردد نویسندهای محترم، فایل نمونه را از سایت مجله دانلود نموده و فایل خود را در قالب آن تنظیم و سپس ارسال کنند.

فقرم اشتراك (یک ساله / چهار شماره) فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

این جانب . . . . . شغل . . .  
با ارسال فیش بانکی  
به مبلغ . . . . . بدل به حساب جاری شماره  
۴۲۵۹۹۶۳۸ بانک تجارت شعبه دانشگاه مشهد کد ۴۲۵۰ به نام  
عوايد اختصاصي دانشکده ادبيات و علوم انساني، متقارضي  
اشتراك فصلنامه از شماره . . . . . هستم.  
چنانچه صاحبان مقالات منتشر شده متقارضي دريافت مجله و  
تيرازه آن از طريق پست پيشتاز باشند، باید هزينه آن را به  
شماره حساب مذكور واريز و اصل فیش پرداختي را به نشاني  
دفتر ارسال نهادند.

چنانچه صاحبان مقالات منتشر شده متقاضی دریافت مجله و تیراژه آن از طریق پست پیشتابز باشند، باید هزینه آن را به شماره حساب مذکور واریز و اصل فیش پرداختی را به نشانی دفاتر و حجای اسلام زهاری نمایند.

نہجۃ النبی

کد پستی:

## د اوران این شماره به ترتیب حروف الفبا

۱. دکتر احمد رضا اصغر پور (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۲. دکتر حسین اکبری (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۳. دکتر مژگان انتظاری نجف آبادی (استادیار دانشگاه اصفهان)
۴. دکتر ابوالفضل بهنیافر (استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)
۵. دکتر مریم بیاتی خطیبی (دانشیار دانشگاه تبریز)
۶. دکتر سید رضا حسین زاده (دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۷. دکتر محمود خسروی (دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان)
۸. دکتر اسدالله خورانی (استادیار دانشگاه هرمزگان)
۹. دکتر فرامرز خوش اخلاق (استادیار دانشگاه تهران)
۱۰. دکتر محمد رحیم رهنما (دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۱. دکتر شهرام روستایی (دانشیار دانشگاه تبریز)
۱۲. دکتر آذر زرین (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۳. دکتر بهروز ساری صراف (دانشیار دانشگاه تبریز)
۱۴. دکتر حمد الله سجاسی قیداری (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۵. دکتر عادل سپهر (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۶. دکتر حمید شایان (دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۷. دکتر علی اکبر شمسی پور (استادیار دانشگاه تهران)
۱۸. دکتر علی اکبر عنابستانی (دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۹. دکتر حسین محمدی (استاد دانشگاه تهران)

## فهرست مدرجات

عنوان	صفحه
تحلیل فضایی - زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی	۱
علیرضا صادقی‌نیا، بهلول علیجانی، پرویز ضیائیان	۱۹
شبیه‌سازی الگوی پراکنش آلودگی هوای کلان شهر تهران در شرایط وزش باد علی‌اکبر شمسی‌پور، فهیمه نجیب‌زاده، زینب حسین‌پور	۳۷
ارزیابی اثرات الگوهای راهبرد اسکان مجدد پس از بلایای طبیعی بر کیفیت زندگی روستایی (مطالعه موردی: روستاهای جابه‌جا شده شرق استان گلستان) امین محمدی استادکلامی، سید حسن مطیعی لنگرودی، محمدرضا رضوانی، مجتبی قدیری معصوم	۵۱
بازسازی دمای بیشینه بهار - تابستان در یال غربی زاگرس میانی با استفاده از یک گاهشناصی منطقه‌ای (۱۷۵۰-۲۰۱۰)	۶۵
قاسم عزیزی، محسن ارسلانی، عزت‌الله ارسلانی، رضا صفایی راد تحلیل چندگانه رفتارهای پرخطر رانندگی در کلان شهر مشهد علی یوسفی، فاطمه قاسمی ادکان، حسین تقی‌گرجی	۷۹
مقایسه مدل نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی در پهن‌بندی خطر زمین‌لغزش (مطالعه موردی: جاده ارتیاطی مریوان - سندج) امیر صفاری، آرش اختر	۹۷
پدیده کویرزایی در تالاب‌های ایران (مطالعه موردی: تالاب میقان) منیژه قهروندی تالی، بهاره میرزاخانی، آتنا عسگری	۱۱۳
تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مساکن شهر اصفهان) علی زنگی آبادی، زهرا اسماعیلیان	

## تحلیل فضایی- زمانی جزیره حوارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

علیرضا صادقی نیا<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

بهلول علیجانی - استاد اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

پرویز ضیائیان - دانشیار سنجش از دور، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۸/۲۳

### چکیده

در این پژوهش ساختار فضایی- زمانی جزیره حوارتی شهر تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ مطالعه شد. بدین منظور به کمک تصاویر چند زمانه TM (۱۳ تصویر)، دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم تک باندی کین و همکارانش (۲۰۰۱) استخراج شد. سپس با استفاده از روش‌های آمار کلاسیک، تغییرات فضایی و زمانی دمای سطحی تهران بررسی شد. بررسی تغییرات زمانی دمای سطحی نشان داد که در طول دوره مطالعه، الگوی توزیع دمای سطحی دچار تغییر شده، مقدار مساحت دماهای متوسط و بسیار خنک شهر کاسته شده است و بر عکس مقدار مساحت دماهای بسیار بالا (نواحی بسیار گرم) افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است. بررسی تغییرات زمانی شدت جزیره حوارتی تهران نیز نشان داد که مقدار شاخص نسبت جزیره حوارتی روند افزایشی دارد و از ۰/۱۱ در سال ۱۹۸۶ به ۰/۱۵ در سال ۲۰۱۰ رسیده است. با توجه به پراکنش فضایی دمای سطحی، جزیره حوارتی، کانون اصلی خود (فروندگاه مهرآباد) را حفظ کرده است و در پیرامون این کانون اصلی خوش‌های داغ جدیدی در سمت غرب (منطقه ۲۱ و غرب منطقه ۲۲) و جنوب غرب فروندگاه مهرآباد (بخش‌هایی از مناطق ۱۸ و ۱۹) ظهور یافته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که جزیره حوارتی تهران به سمت بخش‌هایی گسترش یافته است (غرب و جنوب غرب تهران) که با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری‌های صنعتی- کارگاهی و انبارداری مواجه شده‌اند.

**کلید واژه‌ها:** تهران، جزیره حوارتی، تحلیل فضایی- زمانی، دمای سطح زمین، گرمایش سیاره‌ای.

## مقدمه

شهرها در اغلب موارد شرایط اقلیمی خاصی را تجربه می‌کنند که به آن «اقلیم شهری» گفته می‌شود. اقلیم شهری به واسطه تفاوتی که در متغیرهای اقلیمی شهر (دماهی هوا، رطوبت، سرعت و جهت باد، مقدار بارش) با نواحی کمتر از اطرافش وجود دارد مشخص می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که مکان‌های شهری گرم‌تر از نواحی روستایی اطرافشان هستند و به طور کلی به این پدیده «جزیره حرارتی شهری» گفته می‌شود (روژه و دیواداس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹: ۲). پس از مطرح شدن مفهوم جزیره حرارتی توسط لوک هاوارد<sup>۲</sup> در سال ۱۸۳۳، این موضوع مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفت. اخیراً، با توسعه بیشتر جوامع و شتاب یافتن فرآیند شهرنشینی، پدیده جزیره حرارتی اهمیت بیشتری یافته است (چن<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹: ۱). ساختمان، بتون، آسفالت و فعالیت‌های صنعتی منجر به پیدایش جزیره حرارتی شهری می‌شود. جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با سنگفرش، ساختمان، بتون، آسفالت و سایر ساخت و سازهای شهری اثرات خنک کنندگی سطوح طبیعی را از بین می‌برند. همچنین ساختمان‌های بلند و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم می‌کنند. علاوه بر آن حرارت وسایل نقلیه، کارخانه‌ها و وسایل تهویه کننده هوا، گرمای محیط را افزایش داده و اثرات جزیره حرارتی را تشدید می‌کند. جزیره حرارتی با تغییر الگوی بادهای محلی، تقویت رشد ابرها و مه، افزایش تعداد رعد و برق و تأثیر بر میزان بارش، شرایط هوا و اقلیم محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین افزایش مصرف انرژی برای خنک کنندگی، کیفیت هوای شهری را پایین آورده و سبب ناراحتی و عدم آسایش شهرنشینان می‌شود و با تأثیر بر سلامتی انسان‌ها، احتمال بروز آسم و انواع بیماری‌های تنفسی دیگر را افزایش می‌دهد (لیو و هانگ، ۲۰۱۱: ۱۵۸).

نخستین مطالعاتی که کوشیدند با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی چشم‌انداز حرارتی شهری را مطالعه کنند از داده‌های سنجنده NOAA AVHRR استفاده کردند (بالینگ و برازل<sup>۴</sup>، ۱۹۸۸: ۱۲۸۸-۱۲۹۳؛ گالو<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۳: ۱۹۹-۹۰۸؛ گالو و اوون<sup>۶</sup>، ۱۹۸۸: ۱۵۹-۱۷۲؛ استروتکر<sup>۷</sup>، ۲۰۰۲: ۲۸۲-۲۸۹). قدرت تفکیک مکانی باند حرارتی برای تمام این مطالعات ۱/۱ کیلومتر بود که فقط برای تهیه نقشه کوچک مقیاس دمای شهر مناسب است. بعدها داده‌های مادون قرمز حرارتی لندست TM و ASTER<sup>۸</sup> به ترتیب با قدرت تفکیک مکانی ۱۲۰ و ۹۰ متر امکان استخراج درجه حرارت سطح زمین و مطالعه دقیق‌تر جزایر حرارتی شهری را فراهم نمود.

1 Rose and Devadas

2 Luk Howard

3 Chen

4 Liu and Zhang

5 Balling and Brazell

6 Gallo

7 Owen

8 Streutker

(ونگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ امیری و همکاران، ۲۰۰۹؛ فلاحتکار و همکاران، ۲۰۱۱؛ موسوی بایگی و همکاران، ۱۳۹۱). در میان مطالعات انجام پذیرفته در سال‌های اخیر، آن دسته از مطالعاتی که با استفاده از تصاویر چندزمانه حرارتی صورت گرفته اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا در این قبیل مطالعات، امکان اکتشاف تغییرات فضایی و زمانی جزایر حرارتی فراهم شده است. بخش مهمی از مطالعات برای شناسایی تغییرات فضایی- زمانی جزایر حرارتی از روش‌های آمار کلاسیک استفاده کرده‌اند (مو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به این که تصاویر حرارتی دارای تغییرات فصلی و ماهانه هستند، لذا مقایسه مستقیم داده‌های مطلق دمای استخراج شده از تصاویر هیچ کمکی به پژوهشگران نمی‌کند. برای حل این مشکل ابتدا باید داده‌های تصاویر حرارتی نرمال (استاندارد) شوند. برخی از پژوهشگران برای نرمال‌سازی تصاویر چندزمانه از دو پارامتر میانگین و انحراف معیار تصاویر استفاده کرده‌اند و برخی دیگر از پارامترهای حداقل دما و حدکثر دمای هر تصویر بهره گرفته‌اند (ژو و چن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴؛ مو و همکاران، ۲۰۱۱؛ سون<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۰؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۱).

بررسی تحقیقات انجام گرفته در رابطه با جزیره حرارتی شهر تهران نشان می‌دهد که تابه حال پژوهش‌های متعددی این موضوع را مورد بررسی قرار داده‌اند (نماداری، ۱۳۸۸؛ شکیبا و همکاران، ۱۳۸۸؛ جنگی، ۱۳۸۳؛ اکبری، ۱۳۷۹؛ ملک پور و طالعی، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰). برخی از این مطالعات به دنبال معرفی الگوریتم‌های مناسب جهت استخراج دمای سطحی تهران بوده‌اند و برخی دیگر با استفاده از یک تصویر حرارتی، نقش کاربری اراضی را در الگوی حرارتی تهران مطالعه کرده‌اند. از آنجا که تا کنون هیچ پژوهشی تغییرات فضایی و زمانی محیط حرارتی شهر تهران را به طور کاملاً سیستماتیک و جامع مورد مطالعه قرار نداده، در این پژوهش با تکیه بر روش‌های آماری مناسب، تغییرات فضایی- زمانی ساختار جزیره حرارتی شهر تهران مطالعه شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند برای برنامه‌ریزان محیطی، ناحیه‌ای و شهری، سازمان‌های حفاظت محیط زیست و دانشمندان علوم شهری، کشاورزی و اقتصاد سودمند باشد و به مدیران و برنامه‌ریزان شهری کمک کند تا در جهت کاهش اثرات جزیره حرارتی شهر تهران اقداماتی مفید و زیربنایی انجام دهند.

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل شهر تهران، پایتخت جمهوری اسلامی ایران است که از نظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی قرار گرفته است. این شهر در دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز و حاشیه شمالی کویر مرکزی ایران در دشتی نسبتاً هموار واقع شده است.

1 Weng

2 Mo

3 Xu and Chen

4 Sun

پهنه استقرار آن از جنوب و جنوب غربی به دشت‌های شهریار و ورامین متهمی می‌شود و در سمت شمال و شرق با حد طبیعی فضای جغرافیایی شهر تهران در کوه و دشت به وسیله دو رود کرج در غرب و جاجرود در شرق مشخص می‌شود که در نزدیکی کویر نمک در جنوب شرقی ایران به هم می‌پیونددند (نامداری، ۱۳۸۸: ۱۰). تهران یک مرکز کلیدی برای تولید، سکونت، تجارت، توزیع و حمل و نقل در کشور ایران است. توسعه شهری شتاب یافته و فقدان برنامه‌ریزی مناسب تأثیرات مهمی روی محیط حرارتی آن بر جای گذاشته است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که دماهای کمینه تهران نسبت به ایستگاه ورامین افزایش یافته که نمایانگر آزاد شدن انرژی گرمایی بیشتر در تهران نسبت به حومه آن است. نتایج تحقیقات علیجانی (۱۳۸۷) در مورد دمای تهران در دوره ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۵ نشانگر تغییر شرایط اقلیمی تهران است. اقلیم شهر تهران در طول این دوره زمانی مرتب در حال گرم شدن بوده است.

#### مواد و روش‌ها

در این پژوهش از تعداد ۱۳ تصویر چند زمانه لندست TM استفاده شد. این تصاویر محدوده زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ را پوشش می‌دهند و از نظر زمانی مربوط به دوره گرم سال (ژوئن تا آگوست) هستند.

**جدول ۱** مشخصات باندهای TM

باند	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
محدوده طیفی	۰/۵۲ تا ۰/۴۵	۰/۶۰ تا ۰/۵۲	۰/۷۹ تا ۰/۶۳	۰/۹۰ تا ۰/۷۶	۱/۰۵ تا ۱/۰۵	۱۲/۵ تا ۱۰/۴	۲/۳۵ تا ۲/۰۸

**جدول ۲** تصاویر TM استفاده شده جهت بررسی تغییرات فضایی – زمانی جزیره حرارتی تهران

۱۹۸۶/۷/۲	۱۹۸۷/۵	۱۹۸۷/۱	۱۹۸۷/۷/۲۳	۱۹۸۷/۷/۲۱	۱۹۸۷/۷/۱۸	۱۹۸۷/۷/۲
۲۰۱۰/۷/۷	۲۰۱۰/۷/۲۲	۲۰۱۰/۷/۴	۲۰۱۰/۷/۴	۲۰۰۹/۷/۴	۲۰۰۹/۷/۳	۲۰۰۹/۷/۱۷

علاوه بر تصاویر TM، جهت انجام تصحیحات هندسی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تهران استفاده شد. در تصحیح تمام تصاویر، خطای RMS کمتر از ۰/۵ حاصل شد. همچنین جهت محاسبه پارامترهای مربوط به استخراج دما از داده‌های هواشناسی ساعتی ایستگاه‌های سینوپتیک مستقر در شهر تهران یعنی مهرآباد، ژئوفیزیک، دوشان تپه، چیتگر و اقدسیه استفاده شد.

جهت استخراج دمای سطح زمین، داده‌های باند حرارتی سنجنده TM (باند ۶)، از الگوریتم تک باندی پیشنهاد شده توسط کین<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۰۱) مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس معادله انتقال رادیانس حرارتی، الگوریتم تک باندی نامبرده نیازمند سه پارامتر شامل: قابلیت عبوردهندگی جو، میانگین دمای مؤثر جو،

گسیلمندی سطحی است. برای محاسبه پارامترهای اول و دوم به دو پارامتر هواشناسی نیاز است که می‌بایست همزمان با عبور ماهواره از روی منطقه مطالعاتی اندازه‌گیری شده باشند. پارامترهای مورد نظر دمای هوای نزدیک سطح زمین و مقدار بخار آب جو هستند. این داده‌ها از سازمان هواشناسی ایران دریافت و با استفاده از آن‌ها میانگین دمای مؤثر و قابلیت عبوردهندگی جو به دست آمد. سومین پارامتر مورد نیاز گسیلمندی است که برای محاسبه آن از شاخص NDVI و روش پیشنهادی سوبرینو<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۰۴) استفاده شد. سایر پارامترهای مورد نیاز از هدر فایل موجود در داده‌های تصاویر TM تهیه شد. در پایان با داشتن پارامترهای ذکر شده معادله تک باندی کین و همکارانش (۲۰۰۱) از رابطه زیر به دست آمد:

$$T_a = \{a(1 - C - D)[b(1 - C - D) + C + D]r_i - DT_a\} / C \quad (رابطه ۱)$$

در این رابطه:  $T_a$ ،  $D = (1 - q)([1 + (q_i) \times r_i])$ ،  $C = q_i \times r_i$ ،  $b = 0.458606$ ،  $a = -67.355351$  دمای سطح زمین،  $r_i$  دمای موثر در اتمسفر (دمای درخشندگی)،  $T_a$  میانگین دمای مؤثر جو،  $T_i$  قابلیت عبور دهنگی جو و  $q_i$  میزان گسیلمندی است. جزئیات دقیق در مورد نحوه محاسبه پارامترهای ذکر شده در مقاله کین و همکاران (۲۰۰۱) و لو و هانگ (۲۰۱۱) موجود است.

جهت بررسی تغییرات فضایی و زمانی جزیره حرارتی، داده‌های دمای سطحی تهران با استفاده از روش‌های آماری تجزیه و تحلیل شدند. با توجه به این که تصاویر مورد استفاده در این مقاله دارای تغییرات فصلی و ماهانه هستند، لذا مقایسه مستقیم داده‌های مطلق دمای استخراج شده از تصاویر به هیچ عنوان منطقی و علمی نیست. در نتیجه ابتدا باید با استفاده از یک روش آماری قدرتمند داده‌های دمای هر ۱۳ تصویر استاندارد شده و در گام بعدی تغییرات زمانی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش ابتدا با استفاده از دو پارامتر حداقل دما و حدکثر دمای هر تصویر، داده‌های هر تصویر نرمال شد. با استفاده از این روش داده‌های تمام تصاویر (۱۳ تصویر) توزیع یکشکل پیدا کرد و توزیع آن بین ۰ و ۱ قرار گرفت. برای نرمال‌سازی تصاویر از رابطه زیر استفاده شد (مو و همکاران، ۲۰۱۱):

$$N_i = \frac{T_i - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \quad (رابطه ۲)$$

در این رابطه:  $N_i$  مقدار نرمال شده سلول،  $T_i$  مقدار دمای مطلق سلول،  $T_{min}$  حداقل دمای هر تصویر و  $T_{max}$  حدکثر دمای هر تصویر است. سپس تصاویر نرمال شده با استفاده از مقدار میانگین و انحراف معیار خود به ۵ طبقه دمایی تقسیم شدند (ژو و همکاران، ۲۰۱۱). در جدول ۳،  $T_{min}$  بیانگر میانگین دمای هر یک از تصاویر نرمال شده و  $std$  نشان‌دهنده مقدار انحراف معیار هر یک از تصاویر نرمال شده است.

جدول ۳ نحوه طبقه‌بندی داده‌های دمای سطحی تصاویر مطالعه شده به ۵ طبقه دمایی

طبقه‌بندی دما	دامنه مربوط به هر طبقه‌بندی
دمای بسیار پایین (طبقه ۱)	$T \leq T_{mean} - 1.5 std$
دمای پایین (طبقه ۲)	$T_{mean} - 1.5 std < T \leq T_{mean} - std$
دمای متوسط (طبقه ۳)	$T_{mean} - std < T \leq T_{mean} + std$
دمای بالا (طبقه ۴)	$T_{mean} + std < T \leq T_{mean} + 1.5 std$
دمای بسیار بالا (طبقه ۵)	$T > T_{mean} + 1.5 std$

پس از طبقه‌بندی داده‌های دمای سطحی هر یک از تصاویر، مقدار مساحت هر طبقه دمایی در محیط ARC GIS 9.3 محاسبه شد. در ادامه روند تغییرات زمانی مساحت هر طبقه مورد بررسی قرار گرفت تا از این طریق روندهای افزایشی یا کاهشی هر طبقه دمایی شناسایی شود. هدف اصلی از فرآیند نرم‌السازی و سپس طبقه‌بندی داده‌های دمای سطحی آن است که بتوانیم با استفاده از این روش تشخیص دهیم که آیا مساحت نواحی گرم و بسیار گرم (به خصوص طبقه ۵ که مربوط به دماهای بسیار بالا است) دچار تغییر شده است؟ به عبارت دیگر با استفاده از این روش آماری می‌توان تغییرات به وقوع پیوسته در توزیع آماری داده‌های دما را شناسایی کرد و به واسطه آن نحوه تغییرات جزایر حرارتی را کمی نمود.

جهت بررسی تغییرات شدت جزیره حرارتی تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ از شاخص نسبت جزیره حرارتی<sup>۱</sup> استفاده شد (ژو و چن، ۲۰۰۴). در این روش نیز لازم است تا ابتدا با استفاده از رابطه ۲، داده‌ها نرم‌ال شوند و پس از طبقه‌بندی داده‌های نرم‌ال شده با استفاده از روش ارائه شده در جدول ۳، مساحت هر طبقه دمایی محاسبه شود. شاخص نسبت جزیره حرارتی از طریق رابطه زیر محاسبه شد (ژو و چن، ۲۰۰۴: ۲۷۸):

$$URI = \frac{1}{100m} \sum_{i=1}^n w_i p_i \quad (رابطه ۳)$$

در این رابطه: URI شاخص نسبت جزیره حرارتی است.  $m$  تعداد طبقات دمای نرم‌ال شده است که در پژوهش ما تعداد طبقات ۵ است (زیرا دمای هر تصویر به ۵ طبقه تقسیم شده است).  $N$  تعداد طبقات دمایی است که بالاتر از طبقه دمای متوسط (نرم‌ال) هستند. در این پژوهش طبقه ۴ و ۵ نسبت به طبقه ۳ که دمای متوسط دارد دمای بالاتری دارند. در نتیجه مقدار  $n$  ۲ است.  $w_i$  مقدار وزن طبقات دمایی را که بالاتر از نرم‌ال هستند نشان می‌دهد. منظور مقدار وزن طبقه ۴ و ۵ است که با توجه به شماره هر طبقه برای طبقه ۴ (دماهای بالا) عدد ۴ و برای طبقه ۵ (دماهای بسیار بالا) عدد ۵ است.  $p_i$  نسبت مساحت طبقات دمایی بالاتر از نرم‌ال به مساحت کل شهر است. برای به دست آوردن این پارامتر مساحت هر یک از طبقات ۴ و ۵ تقسیم بر مساحت کل شهر می‌شود و سپس عدد به دست آمده

۱ Urban heat island Ratio Index (URL)

ضرب در عدد ۱۰۰ می‌شود. برای نمونه مقدار شاخص نسبت جزیره حرارتی تصویر ۱۹۸۶/۷/۲ به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{URI}_{1986} = \frac{1}{100 \times 5} \times \left[ \left( 5 \times \left( \frac{26}{612} \times 100 \right) \right) + \left( 4 \times \left( \frac{37}{612} \times 100 \right) \right) \right] = 0.11$$

### بحث و نتایج

ابتدا باید دقت مدل در استخراج دما ارزیابی شود. متأسفانه هیچ گونه داده قابل اعتمادی از دمای سطحی تهران که همزمان با عبور ماهواره (تقریباً ۹:۴۵ صبح) اندازه‌گیری شده باشد در دسترس پژوهشگر نیست تا دقت مدل را برای ناحیه مطالعه ارزیابی کند. علی‌رغم این موضوع با توجه به رابطه دمای سطح زمین و دمای هوا که قبلًاً توسط برخی از پژوهشگران انجام شده است، می‌توان دقت مدل را به طور تقریبی ارزیابی کرد. یکی از ساده‌ترین و مناسب‌ترین مدل‌های خطی به صورت زیر پیشنهاد شده است (گارسیا-کوتوله، ۲۰۰۶).

$$Ta = 14.6 + 0.44 \times LST \quad (رابطه ۴)$$

دمای هوا و  $LST$  دمای سطح زمین است. با توجه به در دسترس بودن داده‌های دمای هوای ساعتی ایستگاه‌های هواشناسی تهران در هنگام عبور ماهواره، ابتدا داده‌های دمای سطحی به دست آمده از سنجنده با کمک رابطه بالا به دمای هوا تبدیل شدن و سپس با داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی شهر تهران مقایسه شاند. از آنجا که زمان عبور ماهواره به وقت محلی ۹:۴۵ صبح است و اختلاف ساعت تهران و گرینویچ ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه است، برای مقایسه از داده‌های ساعت ۶ صبح به وقت گرینویچ استفاده شد. برای نمونه جداول ۴ و ۵ تفاوت دمای هوای تخمین زده شده ( $Ts$ ) و دمای ایستگاه‌های هواشناسی تهران ( $Ta$ ) را برای دو تصویر ۲۰۱۰/۷/۲۲ و ۲۰۰۹/۸/۷ نشان می‌دهند. میانگین خطای تقریباً  $1/5$  درجه سانتیگراد است. لازم به ذکر است که برای دست یافتن به نتایج دقیق‌تر حتماً باید در هنگام عبور ماهواره یک گروه کارشناسی دمای سطحی تهران را در چندین نقطه با دقت بالا اندازه‌گیری کند و نتایج حاصل با داده‌های استخراج شده از ماهواره مقایسه شود.

جدول ۴ مقایسه دمای  $Ta$  و  $LST$  برای تصویر ۲۰۰۹/۸/۷

نام ایستگاه	دوشان تپه	مهرآباد	شمال تهران	ژئوفیزیک	چیتگر
دمای سطحی محاسبه شده از تصویر ( $LST$ )	۳۷	۳۸	۳۲	۳۲	۳۶
دمای هوای محاسبه شده از تصویر ( $Ts$ )	۳۰/۸	۳۱/۳	۲۹	۲۸/۳	۳۰/۵
دمای هوای اندازه‌گیری شده در ایستگاه هواشناسی ( $Ta$ )	۳۱	۳۰	۳۰/۶	۲۹/۸	۳۱/۶
تفاوت $Ts$ و $Ta$	۰/۲	۱/۳	۱/۶	۱/۵	۱/۱

جدول ۵ مقایسه دماهای LST و Ts برای تصویر ۲۰۱۰/۷/۲۲

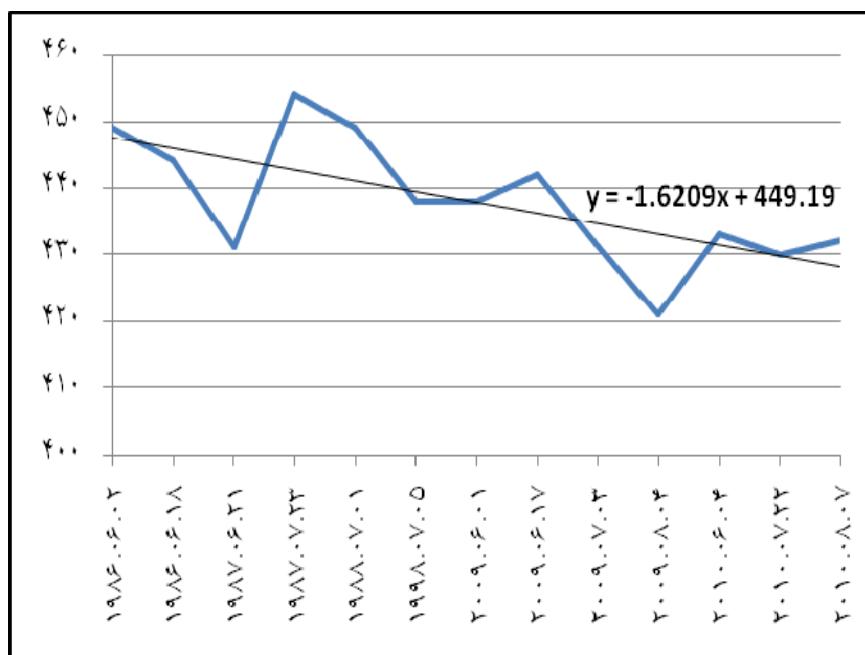
نام ایستگاه	دهم آباد	دوشان تپه	اقوسیه	ژئوفیزیک	چینگر
دماهی سطحی محاسبه شده از تصویر (LST)	۴۴	۴۴	۳۷	۳۷	۴۲
دماهی هوای محاسبه شده از تصویر (Ts)	۳۳/۹	۳۳/۹	۳۰/۹	۳۰/۹	۳۳
دماهی هوای اندازه‌گیری شده در ایستگاه هواشناسی (Ta)	۳۱/۲	۳۱	۲۹/۶	۲۹/۶	۳۱/۲
Ta و Ts تفاوت	۲/۷	۲/۹	۰/۱	۱/۳	۱/۸

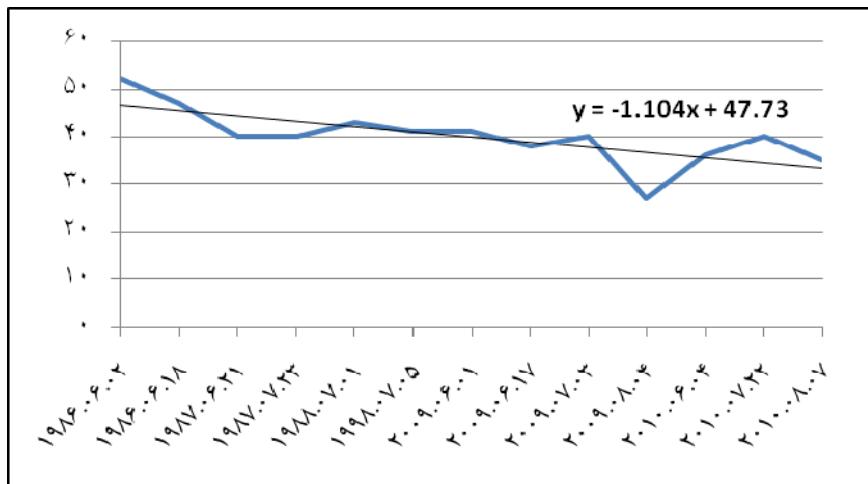
جدول ۶ مقدار مساحت هر یک از طبقات دماهی سطحی شهر تهران را به کیلومتر مربع نشان می‌دهد. گروه ۱ شامل دماهای بسیار پایین می‌شود. این دسته از داده‌ها مقادیری هستند که بیش از ۱/۵ انحراف معیار از میانگین فاصله دارند و نواحی بسیار خنک تهران را شامل می‌شوند. گروه ۲ شامل دماهای پایین هستند. داده‌های این طبقه بین ۱- و ۱/۵- انحراف معیار از میانگین فاصله دارند و نواحی خنک را نشان می‌دهد. گروه ۳ داده‌هایی هستند که بین ۱- و ۱/۵- انحراف معیار از میانگین فاصله دارند و دماهای متوسط شهر تهران را تشکیل می‌دهند. گروه ۴ بین ۱ تا ۱/۵- انحراف معیار از میانگین فاصله دارند و دماهای بالای شهر تهران را شامل می‌شوند. در نهایت داده‌هایی که بیش از ۱/۵- انحراف معیار از میانگین فاصله دارند، مناطق بسیار گرم تهران را به خود اختصاص داده‌اند که طبقه ۵ را تشکیل می‌دهند. با توجه به طبقات دمایی، مناطقی که تحت تسلط گروه ۴ و ۵ هستند جزو محدوده جزیره حرارتی شهر تهران محسوب می‌شوند؛ زیرا این داده‌ها شامل نواحی گرم و بسیار گرم تهران هستند و نقاط داغ شهر منطبق بر آن‌ها است.

جدول ۶ مقدار مساحت طبقات دمایی تصاویر حرارتی طبقه‌بندی شده تهران به کیلومتر مربع

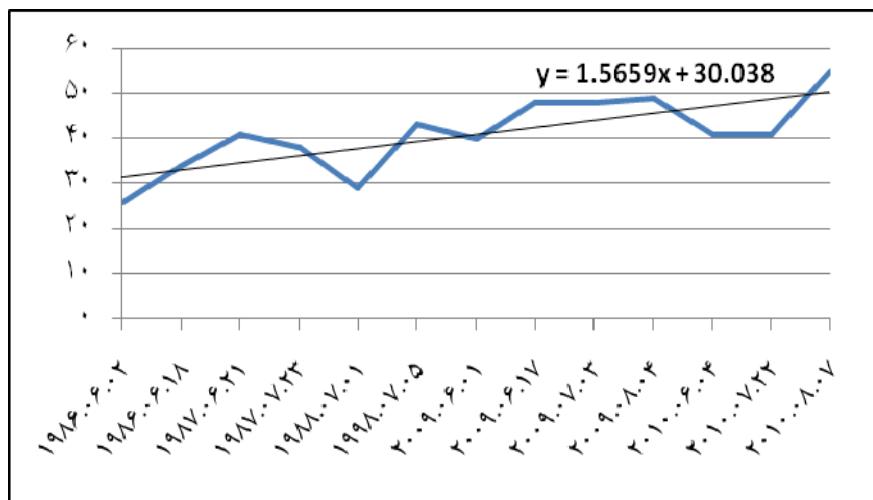
شماره طبقه دمایی	دماهی بسیار پایین	دماهی متوسط	دماهی بالا	دماهی بسیار بالا	۵	۴	۳	۲	۱
۱۹۸۷/۷/۲	۵۲	۳۰	۴۴۹	۵۷	۲۶	۴۷	۴۴۴	۴۷	۳۴
۱۹۸۶/۷/۱۸	۴۷	۴۱	۴۳۱	۶۳	۴۱	۴۶	۴۵۴	۴۶	۴۱
۱۹۸۷/۷/۲۱	۴۰	۳۷	۴۳۱	۴۴۹	۵۷	۵۸	۴۴۹	۵۸	۴۱
۱۹۸۷/۷/۲۳	۴۰	۳۶	۴۵۴	۴۶	۴۶	۵۸	۴۵۴	۵۶	۳۸
۱۹۸۸/۷/۱	۴۳	۳۵	۴۴۹	۵۸	۵۷	۵۸	۴۴۹	۵۸	۴۳
۱۹۹۸/۷/۵	۴۱	۳۴	۴۳۸	۵۷	۵۷	۵۸	۴۳۸	۵۷	۴۳
۲۰۰۹/۷/۱	۴۱	۳۵	۴۳۸	۵۸	۴۰	۵۸	۴۳۸	۵۸	۴۰
۲۰۰۹/۷/۱۷	۳۸	۴۲	۴۴۲	۴۴	۴۸	۵۶	۴۳۱	۵۶	۴۸
۲۰۰۹/۷/۳	۴۰	۳۸	۴۳۱	۶۴	۴۸	۵۲	۴۲۱	۶۴	۴۹
۲۰۰۹/۸/۴	۲۷	۳۶	۴۳۳	۶۴	۴۱	۴۰	۴۳۰	۶۴	۴۱
۲۰۱۰/۷/۴	۳۶	۳۹	۴۳۰	۶۴	۴۱	۴۰	۴۳۲	۶۴	۵۵
۲۰۱۰/۷/۲۲	۴۰	۴۵	۴۳۰	۵۷	۴۱	۴۸	۴۳۲	۴۴	۵۵
۲۰۱۰/۸/۷	۳۵	۴۸	۴۳۲	۴۴	۵۵				

به منظور بررسی تغییرات زمانی داده‌های دمای سطحی تهران، روند تغییرات زمانی هر یک از طبقات دمایی به طور جداگانه بررسی شد. اشکال ۱ تا ۳ روند تغییرات زمانی طبقات دمایی را نشان می‌دهند. بر اساس شکل ۱ از مقدار مساحت نواحی دارای دماهای متوسط (طبقه ۳) کاسته شده است. در تاریخ ۱۹۸۶/۷/۲، در حدود ۴۴۹ کیلومتر مربع (۷۳ درصد) از مساحت تهران را دماهای متوسط تشکیل می‌دهد، اما در تاریخ ۲۰۱۰/۸/۷ مقدار مساحت این مناطق به ۴۳۲ کیلومتر مربع (۷۰ درصد) رسیده و تقریباً ۱۷ کیلومتر مربع از وسعت دماهای متوسط کاسته شده است. علاوه بر دماهای متوسط، دماهای خیلی پایین (طبقه ۱) نیز روند کاهشی نسبتاً شدیدی را نمایش می‌دهد (شکل ۲). وسعت نواحی بسیار خنک تهران در تاریخ ۱۹۸۶/۷/۲ در حدود ۵۲ کیلومتر مربع (۸ درصد) بوده است، اما وسعت این نواحی در تاریخ ۲۰۱۰/۸/۷ به ۳۵ کیلومتر مربع (۵ درصد) رسیده و ۱۷ کیلومتر مربع از وسعت این نواحی کاسته شده است. برخلاف نواحی بسیار خنک و دارای دمای متوسط که روند کاهشی دارند، وسعت نواحی بسیار گرم و نواحی خنک (طبقات دمایی ۲ و ۵) افزایش یافته است (شکل ۳ و جدول ۶ را ببینید). بین تاریخ ۱۹۸۶/۷/۲ تا ۲۰۱۰/۸/۷ مقدار وسعت نواحی بسیار گرم شهر تهران از ۲۶ کیلومتر مربع به ۵۵ کیلومتر مربع رسیده است. برخلاف نواحی بسیار گرم که روند افزایشی آشکاری را به نمایش می‌گذارد، وسعت نواحی گرم (دماهای بالا) هیچ‌گونه تغییر محسوسی نداشته است.





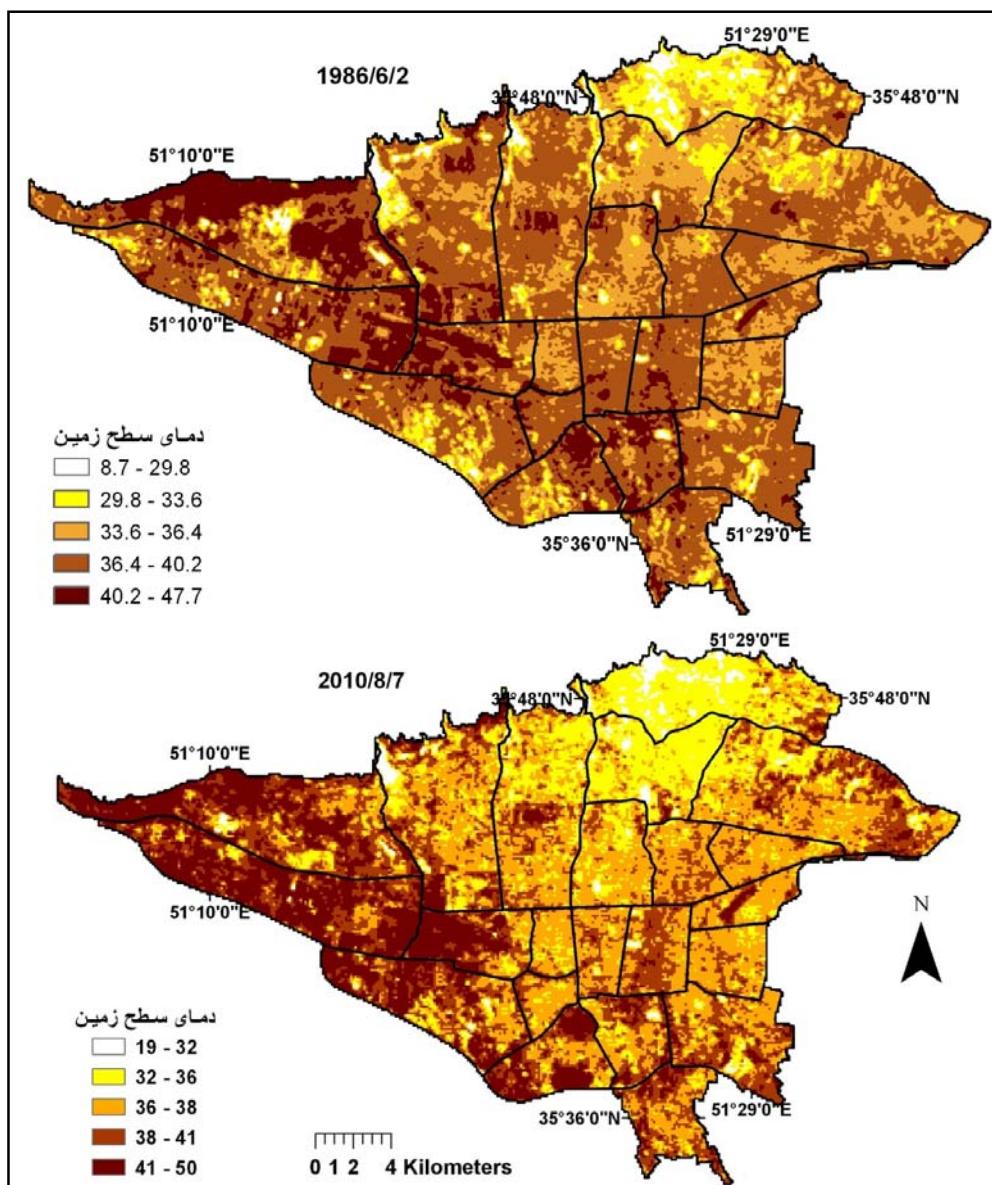
شکل ۲ تغییرات زمانی مساحت نواحی بسیار خنک تهران (دماهای بسیار پایین) بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰



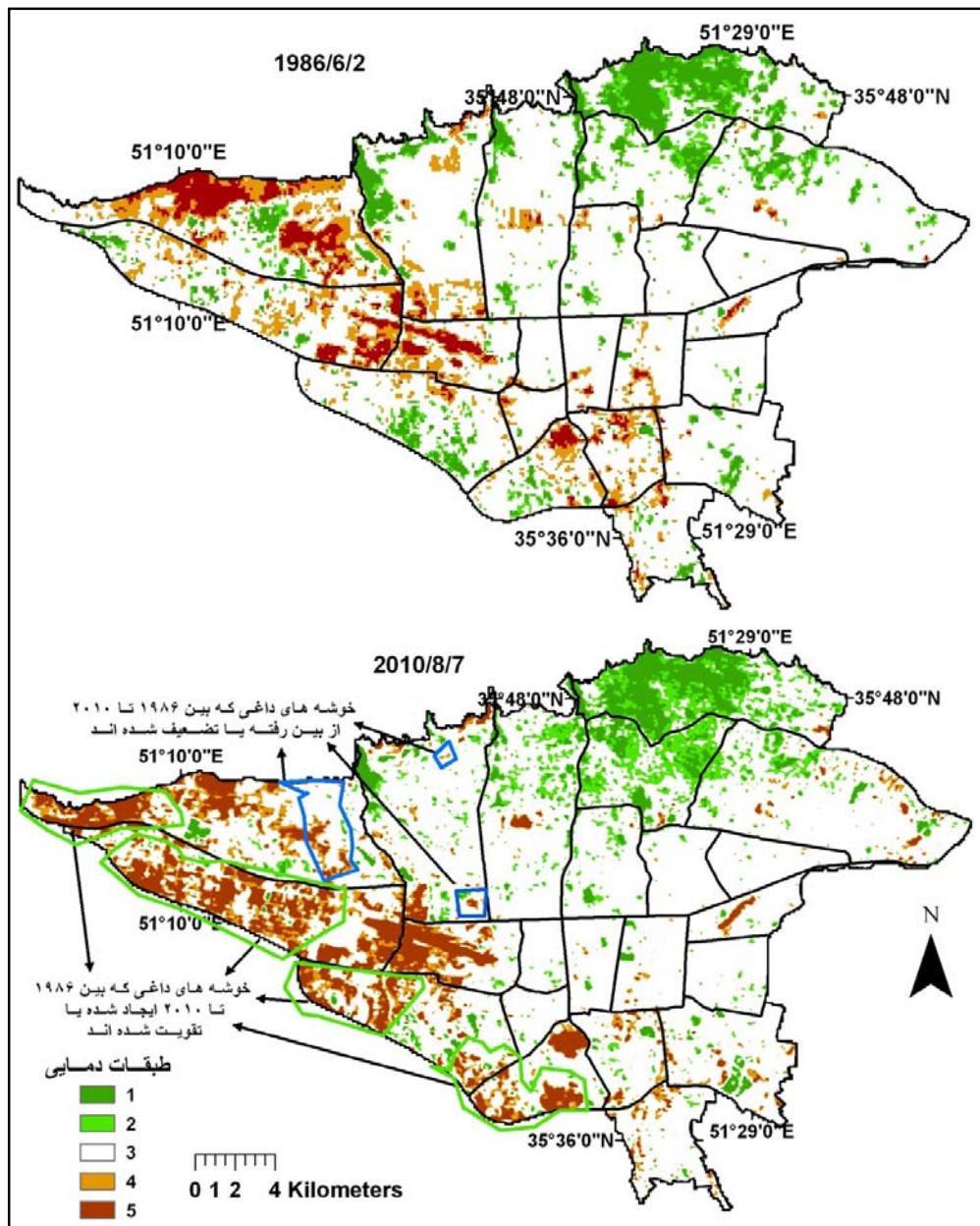
شکل ۳ تغییرات زمانی مساحت نواحی بسیار گرم تهران (دماهای بسیار بالا) بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰

با توجه به روند افزایشی مساحت نواحی بسیار گرم تهران و کاهش مساحت نواحی بسیار خنک و دارای دمای متوسط می‌توان نتیجه گرفت که در طول دوره مطالعه ما (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰) الگوی توزیع دمای سطحی شهر تهران دچار تغییر و دگرگونی شده است. این تغییر و دگرگونی به نفع افزایش دماهای بسیار گرم و کاهش دماهای بسیار خنک پیش رفته است. کاملاً واضح و آشکار است که محدوده فضایی جزیره حرارتی تهران همگام با توسعه کاربری‌های شهری در طول این دوره ۲۵ ساله افزایش یافته و وسعت محدوده تحت تأثیر آن از ۸۳ کیلومتر مربع (۱۳ درصد) به ۹۹ کیلومتر مربع (۱۶ درصد) رسیده است.

به منظور درک تغییرات فضایی دمای سطحی تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰، به نقشه‌های پراکندگی دمای سطح زمین مربوط به تصاویر ۱۹۸۶/۲ و ۲۰۱۰/۸/۷ توجه کنید (شکل ۴). مقایسه پراکندگی دمای سطحی دو تصویر نشان می‌دهد که جزیره حرارتی تهران از کانون اصلی خود (فروندگاه مهرآباد) به سمت غرب و جنوب غرب گسترش یافته است.



شکل ۴ پراکندگی دمای سطح زمین (°C)، ۱۹۸۶/۶/۲ و ۲۰۱۰/۸/۷



شکل ۵ پراکندگی فضایی مناطق دمایی تهران برای تاریخ ۱۹۸۶/۶/۲ و ۲۰۱۰/۸/۷. شماره های ۱ تا ۵ به ترتیب دماهای بسیار پایین، پایین، متوسط، بالا و بسیار بالای تهران را نمایش می دهند.

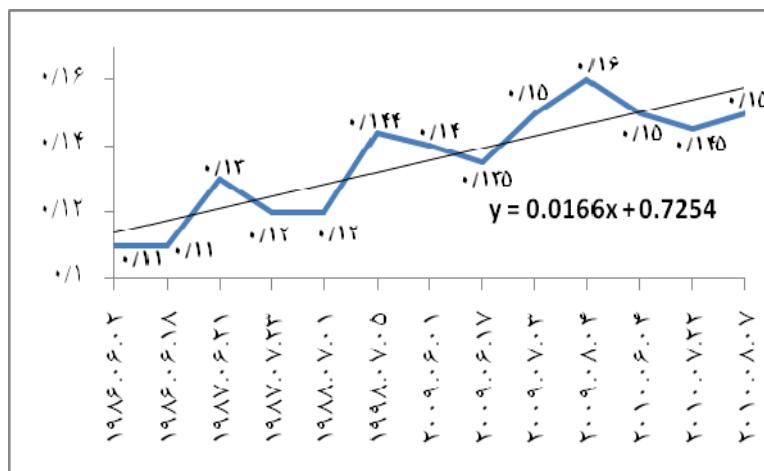
علاوه بر نقشه های دمای سطح زمین، پراکنش فضایی مناطق دمایی (۵ منطقه دمایی) برای هر دو تصویر به نمایش درآمده است. شکل ۵ به ترتیب پراکندگی فضایی مناطق دمایی تهران را برای تصاویر ۱۹۸۶/۶/۲ و ۲۰۱۰/۸/۷

نشان می‌دهد. همان طور که قبلاً گفتیم، دماهای بالا و بسیار بالا که با اعداد ۴ و ۵ مشخص شده‌اند محدوده مکانی جزایر حرارتی را بر روی نقشه‌ها مشخص می‌کنند. برای مشاهده بهتر تغییرات فضایی جزیره حرارتی، خوش‌های داغی که بین ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ در منطقه مطالعه ظهور یافته‌یا از بین رفته‌اند بر روی شکل ۵ مشخص شده‌اند. مناطقی که با رنگ سبز مشخص شده‌اند، خوش‌های داغی را تشکیل می‌دهند که بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ در محدوده غرب و جنوب غرب تهران شکل گرفته‌یا تقویت شده‌اند و بر عکس مناطق مشخص شده با رنگ آبی نشان دهنده نواحی است که خوش‌های داغ مستقر در این نواحی از بین رفته‌یا تضعیف شده‌اند.

بر اساس نقشه‌های بالا، مرکز جزیره حرارتی همچنان بر روی فرودگاه مهرآباد باقی مانده و کانون اصلی خود را حفظ کرده است. در پیرامون این کانون اصلی خوش‌های داغ جدیدی در سمت غرب و جنوب غرب فرودگاه مهرآباد ظهور یافته‌اند. این مناطق حرارتی فاصله کمی از یکدیگر دارند و تقریباً در حال ترکیب کامل با هم هستند. برخلاف مناطق ۲۱ و ۱۹ که نسبت به گذشته خیلی گرمتر شده‌اند، خوش‌های داغی که در محدوده شرقی منطقه ۲۲ استقرار داشته‌اند تضعیف شده‌اند (شکل ۵). مطالعه ما نشان داد که تغییرات فضایی- زمانی پوشش گیاهی بخش مهمی از تغییرات فضایی- زمانی دمای سطحی تهران را تبیین می‌کند. مقایسه مقدار پوشش گیاهی شهر تهران در دو تاریخ ۱۹۸۶/۶/۲ و ۲۰۱۰/۶/۴ نشان داد که تقویت و گسترش جزیره حرارتی و کاهش مساحت نواحی بسیار خنک در شهر تهران هماهنگی انکارپذیری با تضعیف و از بین رفتن پوشش گیاهی دارد (جدول ۷). در حقیقت جزیره حرارتی تهران به سمت بخش‌هایی گسترش یافته است که در طول دوره مطالعه بیش از نیمی از پوشش گیاهی خود را از دست داده‌اند. مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ و ۲۲ که در غرب و جنوب غرب تهران واقع هستند با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری‌های صنعتی- کارگاهی و گمرکات و انبارداری مواجه شده‌اند و اتفاقاً جزیره حرارتی تهران نیز به سمت همین نواحی توسعه یافته است.

**جدول ۷ مقدار پوشش گیاهی مناطق ۲۲ کانه تهران برای تصاویر ۱۹۸۶/۶/۲ و ۲۰۱۰/۶/۴ (کیلومتر مربع)**

مناطق تهران												
۰/۳	۰/۱۸	۱/۵	۰/۲۵	۰/۷	۱/۱	۷۵	۷/۳	۵	۵/۲	۱۰/۶	۱۹۸۶/۶/۲	
۰/۳	۰/۱۴	۱	۰/۲	۰/۵	۱/۴	۷۴	۵/۱	۳/۸	۳/۸	۸/۸	۲۰۱۰/۶/۴	
مناطق تهران												
۸/۸	۴	۳/۱	۲/۷	۸/۱	۰/۲۶	۱/۱	۲	۱	۰/۶	۰/۵۳	۱۹۸۶/۶/۲	
۴/۵	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۳/۶	۰/۲۵	۱/۳	۳/۲	۰/۷	۰/۶	۱	۲۰۱۰/۶/۴	



شکل ۶ تغییرات زمانی شدت جزیره حرارتی تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰

همان طور که در شکل ۶ مشاهده می‌کنید، مقدار شاخص نسبت جزیره حرارتی تهران روند افزایشی دارد. مقدار شاخص برای تصاویر حرارتی سال ۱۹۸۶/۶/۲ (۰/۱۱) و برای تصاویر سال ۲۰۱۰/۷/۴ (۰/۱۵) است. در نتیجه تغییرات رخداده در الگوی کاربری اراضی و پوشش زمین، مقدار شاخص در حدود ۰/۰۴ افزایش یافته و شدت جزیره حرارتی تهران بیشتر شده است.

#### نتیجه‌گیری

به منظور شناخت تغییرات فضایی و زمانی جزیره حرارتی تهران از تصاویر چنان‌مانه لندست TM استفاده شد. تصاویر مطالعه شده مربوط به دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ هستند. ابتدا از الگوریتم تک بازدید کین و همکارانش (۲۰۰۱) برای استخراج دما از باند حرارتی استفاده شد. سپس با استفاده از روش‌های آمار کلاسیک، تغییرات فضایی و زمانی دمای سطحی تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ بررسی شد. بررسی روند تغییرات زمانی دمای سطحی شهر تهران دچار تغییر و دگرگونی شده است. این تغییر و دگرگونی به نفع افزایش مساحت دمای بسیار گرم و کاهش وسعت دمای بسیار خنک پیش رفته است. در حالی که از وسعت دمای متوسط و بسیار خنک به طور قابل توجهی کاسته شده، نواحی بسیار گرم گسترش چشمگیری داشته‌اند. بررسی تغییرات زمانی شدت جزیره حرارتی تهران نیز نشان داد که مقدار شاخص نسبت جزیره حرارتی تهران روند افزایشی دارد. مقدار شاخص برای تصاویر حرارتی سال ۱۹۸۶ و ۱۹۸۶/۶/۲ (۰/۱۱) و برای تصاویر سال ۲۰۱۰ (۰/۱۵، ۰/۱۰/۷/۴، ۰/۱۰/۷/۲۲، ۰/۱۰/۷/۴ و ۰/۱۰/۸/۷) در حدود ۰/۱۵ است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر این که جزیره حرارتی تهران از نظر فضایی گسترش یافته، بر شدت آن نیز افزوده شده است. کاملاً واضح است که علت اصلی توسعه، گسترش و تشدید اثر جزیره حرارتی تهران و

کاهش وسعت نواحی بسیار خنک در این دوره ۲۵ ساله تغییر الگوی کاربری و پوشش زمین در شهر تهران بوده است. در اثر این تغییرات محدوده فضایی جزیره حرارتی تهران گستردگی شده و شدت آن نیز افزایش یافته است. با توجه به پراکندگی فضایی دمای سطحی تهران، بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ مرکز جزیره حرارتی همچنان بر روی فرودگاه مهرآباد باقی مانده و کانون اصلی خود را حفظ کرده است. در پیامون این کانون اصلی خوش‌های داغ جدیدی در سمت غرب (منطقه ۲۱ و غرب منطقه ۲۲) و جنوب غرب فرودگاه مهرآباد (بخش‌هایی از مناطق ۱۸ و ۱۹) ظهرور یافته‌اند. این مناطق حرارتی فاصله کمی با یکدیگر دارند و تقریباً در حال ترکیب کامل با جزیره حرارتی مستقر بر روی فرودگاه مهرآباد هستند. این پژوهش نشان داد که تغییرات فضایی- زمانی جزیره حرارتی تهران ارتباط نزدیکی با تغییرات فضایی- زمانی کاربری‌های پوشش گیاهی، حمل و نقل و صنعتی - کارگاهی داشته است. در حقیقت جزیره حرارتی تهران به سمت بخش‌هایی گسترش یافته است (غرب و جنوب غرب تهران) که با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری‌های صنعتی - کارگاهی، گمرکات و انبارداری مواجه شده‌اند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله دکتری بوده و با حمایت مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران انجام شده است. تعدادی از تصاویر مورد نیاز از طریق وب سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) تهیه شدند. همچنین نویسنده‌گان از آقای دکتر پرویز ضیائیان فیروزآبادی به خاطر تهیه تصاویر مورد نیاز قدردانی می‌کنند.

### References

- Akbari H. (2000). Consideration of Temperature distribution pattern of Tehran using Landsat TM thermal data. A dissertation submitted to tarbiatmodarres University for degree of MA of Remote sensing and GIS, department of human science.(In Persian with English Abstract).
- Amiri K., Q. Weng., A. alimohamadi., K. alavipanah. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area Iran. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 113, pp. 2606-2617.
- Balling R. C., S. W. Brazell. (1988). High resolution surface temperature patterns in a complex urban terrain. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, Vol. 54, No. 9, pp. 1289-1293.
- Chen Q., J. Ren., Z. Li., C. Ni. (2009). Urban Heat Island Effect Research in Chengdu City Based on MODIS Data. In Proceedings of 3rd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, ICBBE 2009, Beijing, China, 11–13 June, 1-5.
- Dai X., Z. Guo., L. Zhang., D. Li. (2010). Spatio-temporal exploratory analysis of urban surface temperature field in Shanghai, China. *Stoch Environ Res Risk Assess*, Vol. 24, pp. 247–257.
- Falahatkar S., S. M. Hosseini., A. R. Sofianian. (2011). The relationship between land cover changes and spatial-temporal dynamics of land surface temperature. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 4, No.2, pp. 76-81.
- Gallo K.P., A. L. McNab., T. R. Karl., J. F. Brown., J. J. Hood., J. D. Tarpley. (1993). The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect. *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 32, No.5, pp. 899-908.
- Gallo K.P., T. W. Owen. (1998). Assessment of urban heat island: A multi-sensor perspective for the Dallas-Ft. Worth, USA region. *Geocarto International*, Vol. 13, No. 4, pp. 35-41.

- Jangi A. A. (2004). The role of location and morphology of city in the air quality of city by GIS and RS (the case study: Tehran). A dissertation submitted to tarbiatmoalem University for degree of MA of Urban geography, department of geographical sciences. (In Persian with English Abstract).
- Li J. (2006). Estimating land surface temperature from Landsat-5 TM. *Remote Sens. Technol. Appl.*, Vol. 21, pp. 322-326.
- Liu L., Y. Zhang. (2011). Urban heat island analysis using the landsat TM data and ASTER data. *Remote sens.*, Vol. 3, pp. 1535- 1552.
- Malekpour P., M. Taleai., Y. Rezaei. (2010). Remote sensing-based spatial-temporal analysis of urban land surface temperature related to urban development: a case study of Tehran, MRSS2010, 6th International Remote Sensing & GIS Conference and Exhibition, April 28-29, 2010, Putra World Trade Centre, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Malekpour P., M. taleai. (2010). Consideration of land surface temperature and land use/ land cover changes by using landsat ETM (case study: Tehran). *Remote sensing and GIS Iran(Tehran)*, Vol. 2, No. 3, pp. 89-102. (In Persian with English Abstract).
- Malekpour P., M. taleai. (2011). Modeling relationship land use/land cover to land surface temperature by using ASTER data. *Ecology (Tehran)*, Vol. 58, pp. 29-42. (In Persian with English Abstract).
- Mo X., C. Cheng., F. Zhai., H. Li. (2011). Study on temporal and spatial variation of the urban heat island based on Landsat TM/ETM+ in central city and Binhai New Area of Tianjin, Multimedia Technology (ICMT), 2011 International Conference on. 26-28 July 2011, pp. 4616-4622.
- Musavibaighi M., B. Ashraf., A. Farid Hoseini., A. Mianabadi. (2012). consideration Urban Heat Island of Mashhad by applying satellite image and Fractal method. *Geography and environmental hazard*, Vol. 1, pp. 35-49. (In Persian with English Abstract).
- Namdari S. (2009). Extraction of urban heat island in urban regions by satellite images (the case study: Tehran). A dissertation submitted to shahidbeheshti University for degree of MA of remote sensing and GIS, department of geology sciences. (In Persian with English Abstract).
- Qin Z., A. Karniel., P. Berliner. (2001). A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 22, No. 18, pp. 3719–3746.
- Rose A.L., M. D. Devadas. (2009). Analysis of land surface temperature and land use/land cover types using remote sensing imagery a case inchennal city, india. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.
- Shakiba A., P. ziaeiany., D. Ashourlu., S. Namdari. (2009). Analysis of relationship land use/land over to urban heat island of Tehran. *Remote sensing and GIS Iran(Tehran)*, Vol. 1, pp. 39-56. (In Persian with English Abstract).
- Sobrino J. A., J. C. Jimenez-Munoz., J. El-Kharraz., M. Gomez., M. Romaguera., G. Soria. (2004). Single-channel and two-channel methods for land surface temperature retrieval from DAIS data and its application to the Barraz site. *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 25, No. 1, pp. 215–230.
- Streutker D. R. (2003). Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 85, pp. 282–289.
- Sun Q., J. Tan., Y. Xu. (2010). An ERDAS image processing method for rettieving LST and describing urban heat evolution: A case study in the Pearl River Delta Region in South China. *Environ Earth Sci*, Vol. 59, pp. 1047-1055.
- Weng Q. (2001). A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhuijiang Delta. *China International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, No. 10, pp. 1999-2014.
- Weng Q., D. Lu., B. Liang. (2006). Urban Surface Biophysical Descriptors and Land Surface Temperature Variations. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 72, No. 11. pp. 1275–1286.

- Xu H., B. Chen. (2004). Remote sensing of the urban heat island and its changes in Xiamen City of SE China. Journal of Environmental Sciences, Vol. 16, pp. 276-281.
- Xu H., F. Ding., X. Wen. (2009). Urban expansion and Heat Island Dynamics in the Quanzhou Region. China.IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing, Vol. 2, No. 2, pp. 74- 79.
- Xu H., Y. Chen., S. Dan., W. Qiu. (2011). Spatial and temporal analysis of urban heat island effect in Chengdu city by remote sensing. Geoinformatics, 2011 19th international conference on, shanghai, 24-26 June 2011, pp. 1-5.
- Zhang J., Y. Wang., Y. Li. (2006) . A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band6. Computers & Geosciences, Vol. 32, pp. 1796–1805.

## شبیه‌سازی الگوی پراکنش آلودگی هوای کلان شهر تهران در شرایط وزش باد

علی‌اکبر شمسی‌پور<sup>۱</sup> – استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

فهیمه نجیب‌زاده – کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

ریین حسین‌پور – کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۸/۱۵

### چکیده

جهت وزش بادها و شرایط تلاطمی و شارهای درون جو مجاور سطح زمین از مهم‌ترین عوامل جوی مؤثر در الگوی پراکنش و پخش انواع آلاینده‌های هوا پس از خروج از منابع انتشارات آن‌هاست. در این پژوهش با استفاده از شاخص ترمودینامیکی ترکیبی اولری - لاگرانژی (EDMF) موجود در مدل میان مقیاس آلودگی هوا (TAPM)، الگوی پراکنش آلاینده‌ها در جو مجاور سطح زمین در شرایط هوای ناپایدار و وزش باد در شهر تهران مورد مطالعه قرار گرفت. برای انتخاب روزهای مورد بررسی از داده‌های سه ساعتی سه ایستگاه هواشناسی سطح شهر تهران استفاده شد. بنابراین دو روز دارای وزش باد قابل توجه در هر سه ایستگاه همدید مورد بررسی شامل یک روز از دوره گرم سال و یک روز از دوره سرد سال انتخاب شد و با تهیه نقشه‌های جوی سطحی و ترازهای بالا وضعیت عمومی هوای حاکم بر منطقه مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های انتشارات از دو منبع نیروگاه و پالایشگاه نفت تهران واقع در جنوب شهر به مدل معرفی شد. اجرای مدل در ورودی هواشناسی با سه یاخته تودرتو با ابعاد افقی ۴، ۹/۲ و ۳ کیلومتر و ورودی آلودگی با ابعاد ۱۰۰۰، ۹۷۵ و ۷۵۰ متر تعریف شد. ورودی آلودگی بر مبنای مدل‌های اولرین و لاگرانژین تعریف و خروجی‌های آن‌ها برای درونی ترین شبکه محاسبه شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاکی از آن است که شرایط وزش باد، افزایش میزان انرژی جنبشی تلاطم ناشی از سرعت باد و شرایط ناپایدار جوی، با انتقال افقی آلاینده‌ها و ایجاد حرکات قائم فرازشی سبب تعدیل آلودگی می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** آلودگی هوا، تهران، شاخص‌های ترمودینامیکی، EDMF، TAPM

## مقدمه

رشد جمعیت، همراه با فعالیت‌های مختلف در توسعه سریع صنعتی و شهرنشینی، نبود برنامه‌ریزی‌های با دیدگاه توسعه پایدار، باعث ایجاد تغییر و تحول‌های زیادی به شکل آلدگی و نابسامانی در محیط زیست شده است (قائدهای، ۱۳۸۸: ۹)؛ به طوری که در محیط‌های شهری از یک سو پیچیدگی فضاهای و پدیده‌های انسان‌ساخت شهری و از سوی دیگر نبود سنجش پیوسته و منظم عناصر و مؤلفه‌های جوی همچون شارهای سطحی، شدت تلاطم، عمق لایه پایدار شبانه و لایه وارونه، عمق لایه آمیخته و مرزی روزانه و مؤلفه‌های موازن اثری که عموماً ورودی مدل‌های پراکنش هستند، سازوکار پراکنش آلاینده‌ها را در فضای شهری تهران نامشخص ساخته است. بنابراین بهره‌گیری از مدل‌های پراکنش جوی مهم‌ترین هدف این مطالعه است که علاوه بر آن شناسایی و محاسبه شاخص‌های ترمودینامیکی مؤثر در تعديل یا تشديد آلدگی هوا در تهران و تعیین الگوهای پراکنش آلاینده‌ها با تکیه بر تلاطم‌های جوی با استفاده از مدل‌سازی اقلیمی برای شرایط با وزش باد نیز مورد توجه بوده است. آلاینده‌های هوا بر پایه ویژگی فرآیندهای ترمودینامیکی جو پخش می‌شوند. تلاطم که عامل اصلی انتقال رطوبت، گرما و آلدگی در راستای قائم است، موجب اختلاط و رقیق‌سازی آلدگی‌ها در محل انتشار یا تراکم آن‌ها می‌شود. انتقال آلاینده‌ها و پراکنش آن‌ها با سرعت باد و تلاطم جریان‌های جوی متناسب است و هرچه سرعت باد بیشتر و تلاطم شدیدتر باشد، غلظت آلدگی کمتر خواهد شد (غیاث‌الدین، ۱۳۸۵: ۳۱۸). مدل‌سازی اقلیمی و شبیه‌سازی شرایط اقلیمی مؤثر در آلدگی هوا از روش‌های جدید و دقیق در علت‌یابی شرایط و عوامل آلدگی هوا هستند.

در این رابطه در سطح جهان و در ایران پژوهش‌های بسیاری انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات پنگ وانگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۰: ۵۰۷)، دوسیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵: ۱۱۷۵) و نیلینگر<sup>۳</sup> (۲۰۰۵: ۱۲۹) اشاره کرد. همچنین لوهار و هارلی<sup>۴</sup> (۲۰۰۳: ۲۷۹۵) و زوارضا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۵: ۲۴۹) مدل TAPM<sup>۶</sup> را در پیش‌بینی آلدگی هوا مورد ارزیابی قرار دادند؛ در حالی که سیبسما و تیکسیرا<sup>۷</sup> (۲۰۰۰: ۱۳۳؛ ۲۰۰۰: ۲۳۱)، سوآرس<sup>۸</sup> (۲۰۰۷: ۲۰۰۷؛ ۲۰۰۴: ۱۴۷) و یاکوب و سیبسما<sup>۹</sup> (۲۰۰۳: ۲۷۶۵)، روش EDMF<sup>۱۰</sup> را در مطالعات خود به کار برده‌اند. هارلی<sup>۱۰</sup> (۵۲۵: ۲۰۰۷) با بهره‌گیری از روش EDMF در مدل TAPM برای لایه مرزی همرفت خشک در بعد از ظهر یک روز تابستانی شبیه‌سازی کرد و نتایج حاصل از مقایسه آن با داده‌های آزمایشگاهی و مشاهدات در چهارچوب مقیاس لایه آمیخته نشان داد که روش

1 Peng Wang

2 Dosio et al

3 Nielinger

Hurley 4&amp; Luhar

5 Zawarreza et al

6 The Air Pollution Model

7 Siebesma &amp; Teixeira

8 Soares

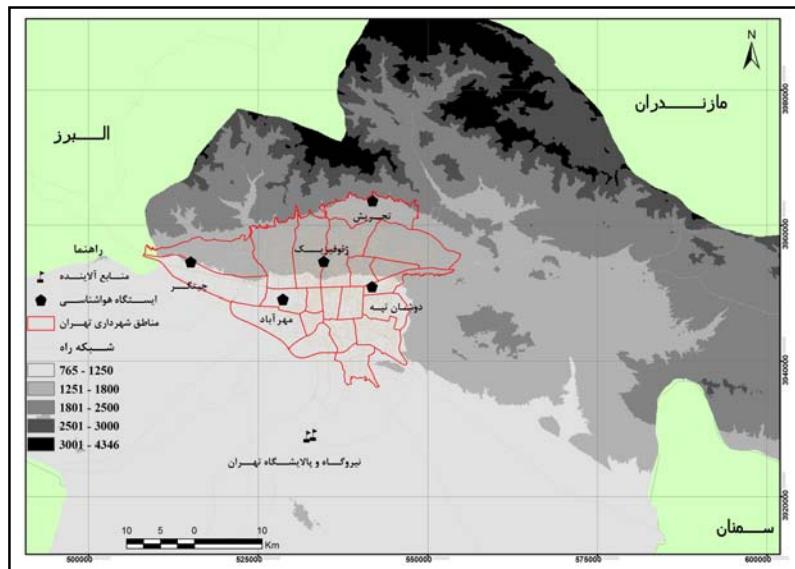
9 Jakob &amp; Siebesma

10 Hurley

EDMF در این مدل می‌تواند میانگین و زمینه‌های آشفتگی در سطوح بالای لایه مرزی همرفت خشک را به خوبی پیش‌بینی کند. پژوهشگرانی همانند گیوی و ثابت قدم (۱۳۸۵)، قسامی و همکاران (۱۳۸۶) و بیدختی و شرعی پور (۱۳۸۸) تلاش‌های مؤثری در مطالعه آلوودگی هوا در رابطه با شاخص‌های ترمودینامیکی از قبیل ضخامت لایه آمیخته، و پخش آلوودگی هوا در رابطه با مؤلفه سرعت قائم امگا، در رابطه با شهر تهران انجام داده‌اند. از جمله آنها وکیلی و بیدختی (۱۳۷۸) ساختار تلاطمی لایه سطحی جو و کاربرد آن را در مسئله پخش آلوودگی هوا بررسی کردند و پارامترهای مؤلفه‌های قائم و افقی تلاطم، شار تکانه قائم و شار جنبشی گرما را اندازه‌گیری کردند و قسامی و همکاران (۱۳۸۹) به مطالعه تغییرات شیو (گرادیان) قائم دمای پتانسیل در لایه مرزی برای شرایط پایدار شباهن و ناپایدار روزانه در چند دوره بحرانی آلوودگی هوای تهران پرداختند. همچنین قبری و عزیزی (۱۳۸۸) با استفاده از مدل TAPM رفتار آلوودگی هوای تهران را با در نظر گرفتن الگوی باد بر اساس آلاینده‌های CO و PM10 و CO<sub>x</sub> با در نظر گرفتن دو حالت (با حضور شرایط همدید و بدون شرایط همدید) مورد مطالعه قرار دادند. مددی و همکاران (۱۳۸۸) انتشار گازهای CO و NO<sub>x</sub> ناشی از احتراق گاز طبیعی در نیروگاه سیکل ترکیبی سمنان را از طریق Diper مدل‌سازی کردند. عتایی و همکاران (۱۳۸۶): ۱) با مدل‌سازی انتشارات ذرات معلق هوا توسط مدل ADMS-urban به این نتیجه رسیدند که نتایج مدل با داده‌های واقعی هم‌خوانی خوبی دارد. زواررضا و همکاران (Zawar-reza & et al, 2010: 41) از طریق مدل TAPM ارتباط بین تراکم ذرات معلق و الگوهای جوی حاکم در شهر تهران را ارزیابی کردند. حسین پور (۱۳۹۰) تحلیل همدیدی آلوودگی هوای شهر تهران را با تأکید بر ذرات معلق انجام داد و برای مشاهده شرایط همزمان آلوودگی در سطح زمین از مدل TAPM استفاده کرد.

#### منطقه مورد مطالعه

شهر تهران مساحتی بیش از ۷۵۰ کیلومتر مربع (مناطق ۲۲ گانه شهرداری) دارد. موقعیت نسبی آن را در شمال کوهستان البرز و در جنوب حاشیه شمالي کویر مرکزی ایران مشخص می‌کنند. کشیدگی شمالي - جنوبي شهر به طور متوسط حدود ۲۷ کیلومتر و گسترش شرق به غرب آن بیش از ۵۰ کیلومتر است. ارتفاع متوسط تهران از سطح دریا ۱۱۹۰ متر است که از شمال به شمیران (با ارتفاع متوسط ۱۵۰۰ متر) از شرق به دماوند (با ارتفاع متوسط ۱۹۶۰ متر) از غرب به کرج (با ارتفاع متوسط ۱۳۶۰ متر) و از جنوب به شهر ری (با ارتفاع متوسط ۱۰۰۰ متر) محدود می‌شود (سیف‌الهی، ۱۳۸۱). در حال حاضر، سالانه هزاران تن ذرات معلق و آلاینده‌های گازی همچون گوگرد، سرب، منواکسیدکربن، ترکیبات آلی فرار غیر متنان، اکسیدهای گوگرد و اکسیدهای ازت در هوای تهران متشر می‌شود که با توجه به وضعیت اقلیمی و جغرافیایی تهران و پدیده وارونگی، آلوودگی‌های یاد شده مدت زیادی در سطح زمین و فضای تنفسی باقی می‌مانند. در میان منابع گوناگون انتشار، خودروها عامل انتشار بیش از ۷۵ درصد از ذرات معلق، ۹۵ درصد منواکسیدکربن و ۶۰ درصد اکسیدهای ازت هستند (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۸۹).



شکل ۱ موقعیت شهر تهران و منابع انتشار آلاینده‌ها

#### مواد و روش‌ها

روش‌شناسی مطالعه مبتنی بر مطالعه و جستجوی کتابخانه‌ای برای گسترش مبانی نظری و تبیین روش‌شناسی پژوهش است. در این مطالعه داده‌های سه ساعتی سرعت و جهت باد و دمای هوای ایستگاه‌های هواشناسی همدید ژئوفیزیک، شمال تهران و مهرآباد مربوط به سال ۲۰۰۶ مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های همدید مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر	سال تأسیس	دوره آماری
مهرآباد	۵۱°-۱۹' E	۳۵°-۴۱' N	119.8	1951	1956-2007
تهران شمال	۵۱°-۲۹' E	۳۵°-۴۸' N	1549.1	1988	1988-2007
ژئوفیزیک	۵۱°-۲۱' E	۳۵°-۴۵' N	1423.8	1991	1991-2007

در آغاز، داده‌های ساعتی سرعت باد ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و بر مبنای هر سه ایستگاه برای هر ماه یک روز با شرایط دارای باد انتخاب شد (جدول ۲). داده‌های مورد نیاز دیگر برای انجام این کار از تارنماهی مرکز پژوهش‌های محیطی ایالات متحده آمریکا (NCEP) وابسته به مؤسسه ملی جو و اقیانوس NOAA تهیه شد و با استفاده از نرم‌افزار GrADS نقشه‌های همدید روزهای مورد نظر در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی و سطح زمین تولید شدند. از داده‌های

ایستگاه جو بالای مهرآباد اخذ شده از دانشگاه وایومینگ برای شناسایی شاخص‌های ترمودینامیکی مؤثر بر تشدید و یا تعدیل آلدگی شهر تهران با استفاده از نمودار SkewT در نرم‌افزار RAOB استفاده شد. بنابراین اطلاعات سرعت و جهت وزش باد برای تعیین روزهای مدل‌سازی، و داده‌های انتشارات برای واکاوی الگوی پراکنش آلدگی هوا مبتنی بر ویژگی‌های ترمودینامیکی جو به خورد مدل آلدگی هوا (TAPM) داده شد. مدل TAPM یک مدل سه بعدی، با کارابی قدرت تفکیک بالا به وسیله مرکز تحقیقات جوی CSIRO در استرالیا برای پیش‌بینی هواشناسی و پراکنش آلدگی هوا توسعه یافته است. این مدل به وسیله یک کاربر رابط گرافیکی کنترل می‌شود و مجموعه کاملی از معادلات حاکم بر رفتار جو و پراکنش آلاینده‌ها را استفاده می‌کند (Hurley, 2008: 25). همه مجموعه داده‌های ورودی، به جز انتشارات، همراه مدل هستند و به آسانی از طریق کاربر رابط گرافیکی برای شبکه‌های تودرتو برای مناطق مورد نظر استفاده می‌شوند. داده‌های مورد نیاز در این مدل به دو بخش تقسیم می‌شود: بخش اول داده‌های هستند که همراه مدل ارائه می‌شوند و عبارتند از: ۱) داده‌های پایه که شامل پوشش گیاهی، خاک، آب و مانند آن است ۲) داده‌های همیدید هواشناسی. بخش دوم نیز شامل داده‌هایی است که کاربر به مدل تزریق می‌کند.

در این پژوهش داده‌های در دسترس انتشارات دو منبع نقطه‌ای در جنوب تهران شامل خروجی SO<sub>2</sub> دودکش‌های پالایشگاه و نیروگاه حرارتی تهران استفاده شد. ویژگی‌های کلی دودکش‌های خروجی و میزان انتشارات آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. این داده‌ها به عنوان ورودی آلاینده مدل وارد شده و برای تشخیص الگوی انتشار آلاینده‌ها استفاده شدند. سپس مؤلفه‌های ترمودینامیکی به دست آمده از مدل شامل دما، امگا، جهت و سرعت باد و مؤلفه‌های مداری و نصف-النهاری باد و دمای معادل و ... برای ترازهای مختلف محاسبه شده و مورد بررسی و واکاوی قرار گرفتند.

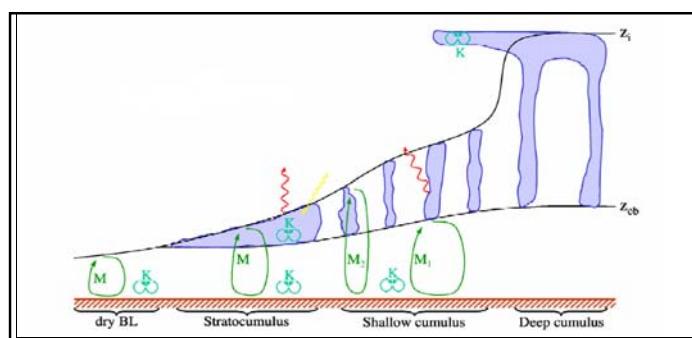
جدول ۲ روزهای انتخاب شده برای مدل‌سازی (سال ۲۰۰۶)

روزهای دارای شرایط باد	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اکتوبر	سپتامبر	نوامبر	دسامبر
28	17	21	23	11	6	8	17	27	13	16	9	9

جدول ۳ مشخصات و میزان خروجی آلاینده SO<sub>2</sub> از دودکش‌های نیروگاه و پالایشگاه نفت تهران

پالایشگاه	نیروگاه		مشخصات دودکش
	SO <sub>2</sub>	NOx	
۳۵°۳۲': ۵۱°۲۵'	۳۵°۳۱': ۵۱°۲۴'		مقدار انتشار آلاینده (g/s)
۷۰	۷۳	۰.۹۴۱	
۷۷/۲	۲۵		ارتفاع دودکش (m)
۲/۹۵	۲/۷		قطر دهانه (m)
۱۰	۱۳/۵		سرعت گاز خروجی (m/s)
۲۹۸	۳۷۵		دما گاز خروجی (°K)

روش ترمودینامیکی مورد استفاده در پژوهش با عنوان ضریب پخش ادی / شار توده‌ای و نام اختصاری EDMF به کار رفته در مدل آلدگی هوا (TAPM) (Hurley, 2005 a, b: 32) است. شاخص ترمودینامیکی EDMF از دو مؤلفه شار توده<sup>۱</sup> و ضریب پخش ادی<sup>۲</sup> تشکیل شده است. روشن نامبرده برای استفاده در مدل ECMWF<sup>۳</sup> برای لایه مرزی همرفت همرفت خشک (Siebesma & Teixeira, 2000: 133) معرفی شده است. این روشن از مفهوم بالاسوهای قوی در مقیاس بزرگ و آشفتگی‌های کوچک در مقیاس کوچک تشکیل شده است که قسمت بالا بالاسوهای قوی غیر محلی و حرارتی‌ها به وسیله شار توده و قسمت متلاطم کوچک مقیاس به وسیله روشن ضریب پخش ادی شرح داده می‌شوند. روشن نامبرده با استفاده از پیش‌بینی دو معادله‌ای ترکیب شده با مدل شار توده‌ای بسته هوای متلاطم برای متلاطم در لایه مرزی همرفتی (CBL)<sup>۴</sup> به دست آمده از روشن سوآرس و همکاران (۲۰۰۴: ۳۳۶۵) اجرا شد. همچنین در این مطالعه از متغیرهای متلاطمی به دست آمده می‌توان برای مقایسه با داده‌ها و یا با تزریق به مؤلفه‌های دیگر مدل آلدگی هوا، از قبیل طرحواره‌های انتشار آلدگی هوای اولرین و لاگرانژین استفاده کرد. روشن (ED) به طور نسبی در نمایش بعضی ویژگی‌های لایه‌های مرزی خشی و لایه‌های سطحی در روی زمین موفق بوده است. روشن (MF)، برای فراسنج‌های همرفت مرطوب عمیق و کم عمق استفاده شده است. در روشن EDMF این دو پارامتر با یکدیگر ترکیب شده‌اند. رفتار بسته متلاطم در مدل‌های جوی در مفهوم لایه مرزی همرفت خشک (CBL) و روشن (EDMF) بررسی می‌شود. این روشن از تجزیه شارهای متلاطم به دو بخش، شامل صعودهای شدید شکل گرفته و میدان متلاطم باقیمانده تشکیل شده است. اساس روشن EDMF بر این مفهوم است که انتقال غیر محلی زیر شبکه ناشی از صعودهای قوی ناشی از روشن MF بوده در حالی که انتقال باقیمانده محلی از طریق روشن ED در نظر گرفته شده است. شکل ۲ طرحی شماتیک از روشن EDMF را نشان می‌دهد.



شکل ۲ طرحی شماتیک از روشن EDMF. قسمت mass flux که نماینده سازوکار گرمایی است، در دو لایه مرزی بدون ابر و ابری فعال است. بنابراین تابع محرك برای همرفت مرطوب لازم نیست (شکل از مارتین کوهلر)

1 mass flux

2 eddy diffusivity

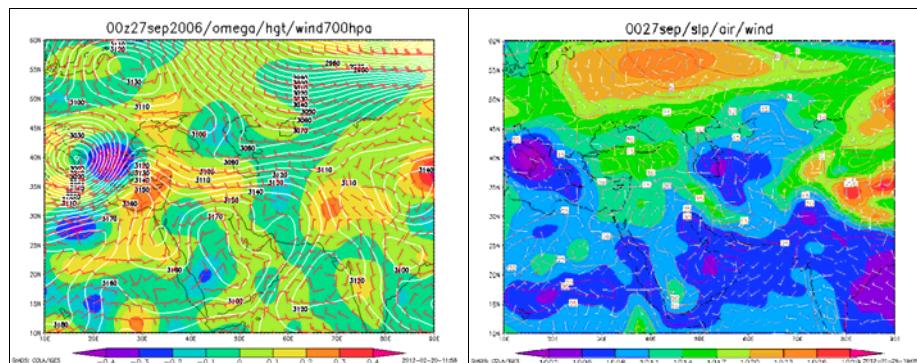
3 European Center for MediumRange weather forecasting

4 Convective Boundary Layer

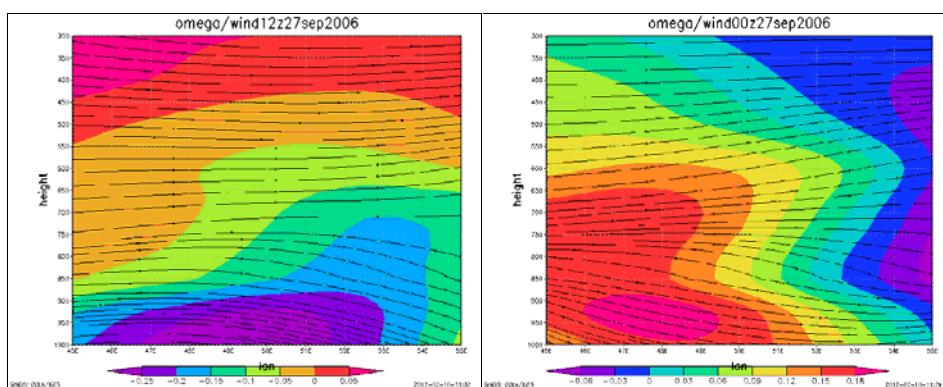
## بحث و نتایج

### الف) تحلیل همدیدی شرایط جوی

برای مطالعه شرایط منطقه‌ای سامانه‌های جوی حاکم، نقشه‌های همدید جوی سطح زمین و تراز ۷۰۰ hPa برای روزهای ۲۷ سپتامبر و ۲۱ مارس ۲۰۰۶ تولید شد. در سطح زمین یک هسته کم فشار در جنوب شرقی دریای خزر و یک مرکز پر فشار در شمال غربی ایران قابل مشاهده است و زیانه کم فشار ۱۰۰۸ تا ۱۰۱۱ هکتوپاسکال آن بر روی محدوده تهران قرار دارد. بردارهای باد روی نقشه سطحی بادهای ملایم غربی را نشان می‌دهند. در نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ایران تحت تأثیر پر ارتفاعی است که بر روی شمال عربستان قرار دارد (شکل ۳). در ساعت ۴ به وقت محلی مقادیر حرکت قائم هوا (امگا) تا ترازهای بالایی جو مثبت بوده که گویای فرونشینی و حاکمیت شرایط پایداری است، اما در ساعت ۱۶ تا تراز ۴۲۵ هکتوپاسکال حرکت قائم هوا منفی است و نشان از ناپایداری جو دارد (شکل ۴).

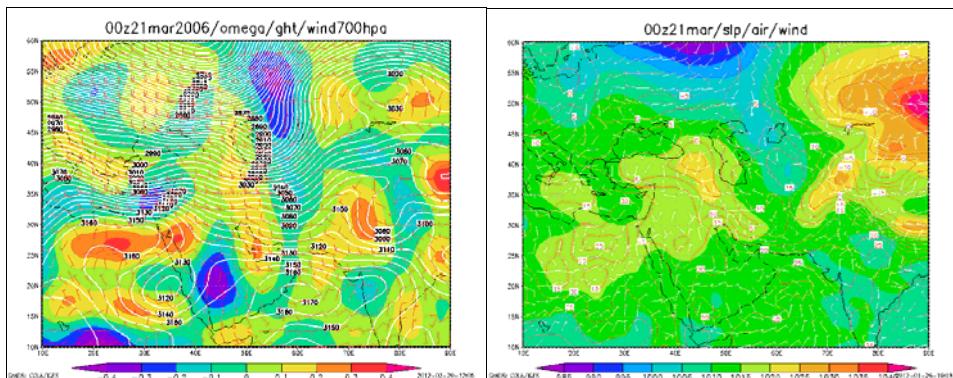


شکل ۳ فشار سطح زمین و پریندهای دما و بردارهای باد (چپ)، میزان امگا و ارتفاع ژئوپتانسیل و بردارهای باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (راست) (۲۰۰۶ سپتامبر ۲۷)

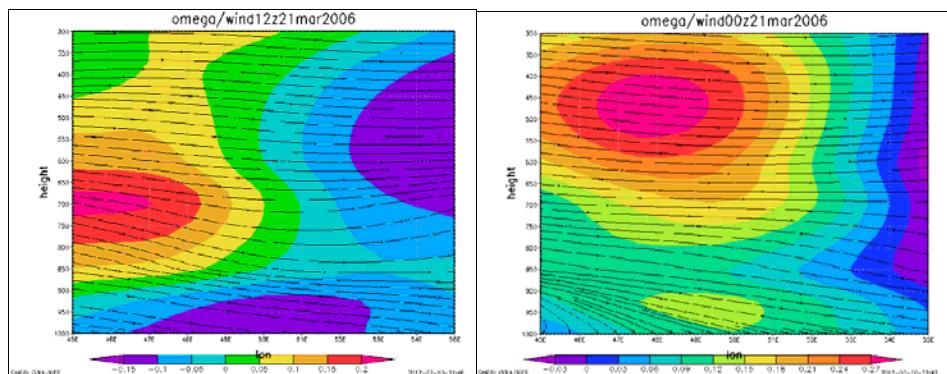


شکل ۴ نیمرخ امگا و جهت وزش باد از سطح ۳۰۰ تا تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۴ (چپ) و ساعت ۱۶ (راست) به وقت محلی (۲۰۰۶ سپتامبر ۲۷)

بر اساس نقشه همدید سطح زمین در ۲۱ مارس ۲۰۰۶ بردارهای باد نشان دهنده جهت غربی باد با سرعت کمایش بالا هستند. نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی جریان مداری با جهت غربی بردارهای باد و سرعت زیاد را نشان می‌دهد (شکل ۵). در ساعت ۴ به وقت محلی حرکت قائم هوا (امگا) بر روی منطقه ترازهای بالایی منطقه مثبت است که نشان از فرونشینی هوا دارد، اما در ساعت ۱۶ گویای شرایط ناپایدار به ویژه در سطوح پایینی جو و باشدت بیشتر است (شکل ۶).



شکل ۵ نقشه جوی فشار سطح زمین و پربندهای دما و بردارهای باد (چپ)، نقشه میزان امگا و ارتفاع ژئوپتانسیل و بردارهای باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (راست) (۲۱ مارس ۲۰۰۶)



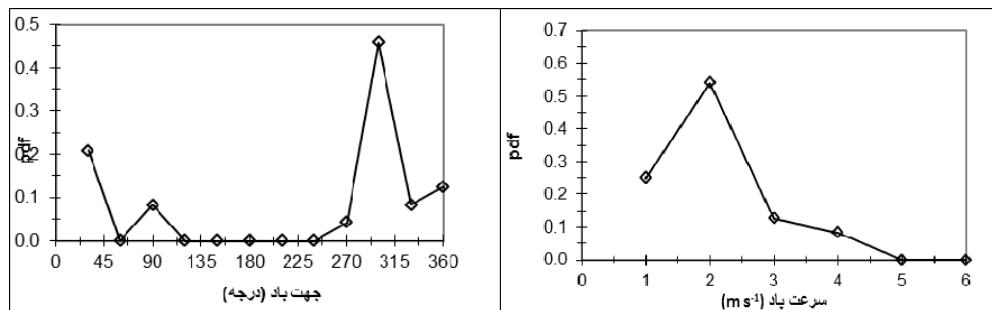
شکل ۶ نیمرخ امگا و جهت باد از سطح ۱۰۰۰ تا ۳۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۴ (چپ) و ساعت ۱۶ (راست) به وقت محلی (۲۱ مارس ۲۰۰۶)

#### ب) روزهای مدل‌سازی

##### ۱- تحلیل شرایط دارای باد در تابستان (۲۷ سپتامبر ۲۰۰۶)

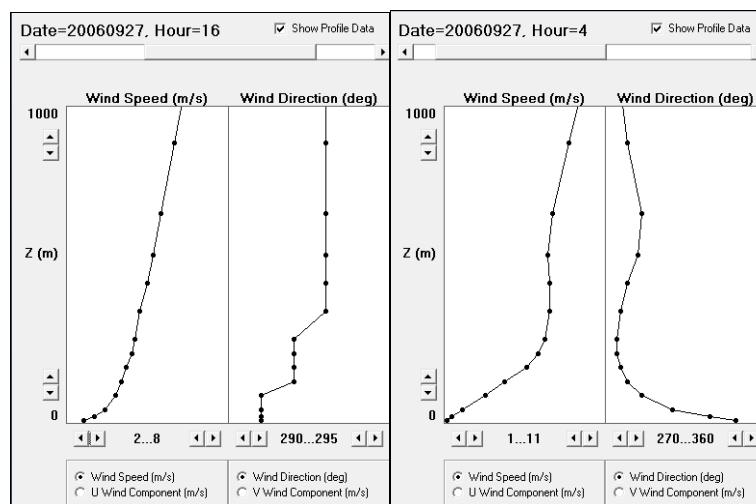
شکل ۵ نمودار تابع چگالی احتمال ۱ (PDF) را برای سرعت و جهت باد در موقعیت جنوب تهران نشان می‌دهد. در این روز ۶۶ درصد از بادها سرعت ۲ و ۳ متر بر ثانیه داشته‌اند. بیش از ۵۳ درصد از بادها جهت شمال -

غربی، ۱۲ درصد جهت شمالی، ۲۰ درصد جهت شمال شرقی و ۸ درصد جهت شرقی داشته‌اند. همچنین از نمودار جهت باد مشخص می‌شود که باد ایجاد شده در این روز به این علت که حالت قرینه دارد، می‌تواند ناشی از عوامل محلی کوه به دشت باشد و تداوم بادهایی که از شمال غرب به منطقه وارد می‌شوند بیشتر است (شکل ۷).



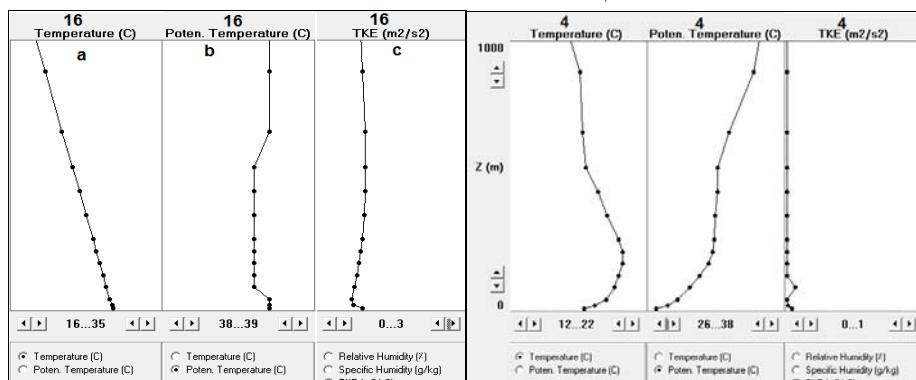
شکل ۷ تابع چگالی احتمال سرعت و جهت باد (۲۰۰۶ سپتامبر ۲۷)

در ساعت ۴ صبح از سطح زمین تا ارتفاع ۴۴ متری جهت وزش باد به تدریج از شمالی به غربی و بعد از آن تا ترازهای بالایی جو باد جهت غربی دارد. جهت وزش شمالی باد در ترازهای پایینی جو در این ساعت می‌تواند به علت باد محلی کوه به دشت باشد. در کل در هر دو ساعت ۴ و ۱۶ با افزایش ارتفاع، سرعت باد روند افزایشی دارد اما این افزایش در ساعت ۴ از ارتفاع ۸/۹ متری دارای شیب بیشتری است. در حالی که در ساعت ۱۶ افزایش سرعت باد با شیب ملایم‌تری صورت گرفته است. تفاوت دیگر مربوط به سرعت باد نزدیک سطح زمین است که در ساعت ۴/۱ و در ساعت ۴ بعد از ظهر ۲/۶ بوده است. جهت وزش باد در ساعت ۱۶ بدون هیچ تغییری از سطح زمین تا ترازهای بالا شمال غربی است (شکل ۸).

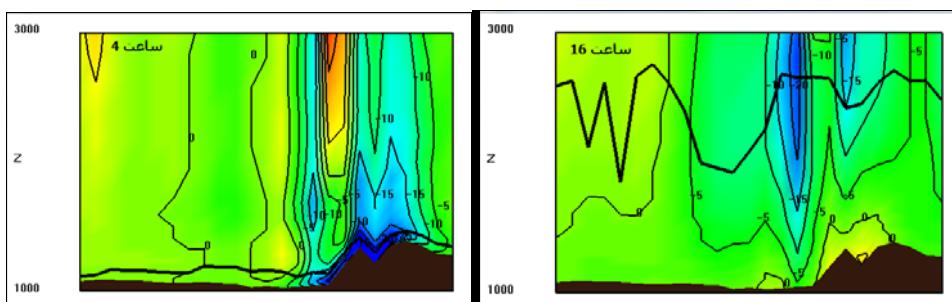


شکل ۸ سرعت و جهت باد ساعت ۴ و ۱۶ (۲۰۰۶ سپتامبر ۲۷)

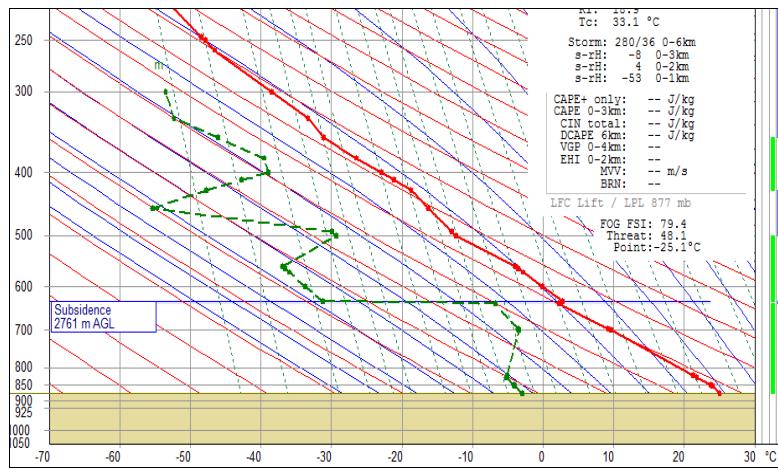
نیمرخ قائم دما در ساعت ۴ نشاندهنده وارونگی دمایی با ضخامت حدود ۲۰۰ متر از نوع تابشی در سطح زمین است. به طوری که دمای کمینه در سطح زمین و با افزایش ارتفاع افزایش دما مشاهده می شود که با انتظار این نوع وارونگی با تابش خورشید از بین رفته و در ساعت ۱۶ در نیمرخ قائم دما اثری از آن دیده نمی شود. در مقابل در ساعت ۴ دمای پتانسیل با ارتفاع افزایش داشته و افزایش دمای پتانسیل با ارتفاع نشاندهنده حالت پایدار جو است. در حالی که برای دمای پتانسیل در ساعت ۱۶ مقدار کمایش ثابتی (SkewT) را می توان مشاهده کرد (شرایط جوی خشی) (شکل ۹). نیمرخ ارزی جنبشی تلاطم در ساعت ۴ در تراز ۸۸ متری بیشترین مقدار را ثبت کرده هرچند به طور کلی مقدار آن بسیار کم و به تقریب صفر است. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می شود، در ساعت ۴ ارتفاع لایه آمیخته بسیار کم است (۱۳۲۸ متر) و مؤلفه حرکت قائم باد در زیر و بالای لایه آمیخته منفی (زنولی) و سرمایش ناشی از تابش موج بلند زمینی باعث کاهش میزان ارزی جنبشی تلاطم شده است (شکل ۱۰). با مراجعه به نمودار SkewT نیز در این ساعت در ارتفاع ۲۷۶۱ متری وارونگی دینامیکی و در نتیجه فرونشینی هوا مشاهده می شود (شکل ۱۱). همچنین نیمرخ ارزی جنبشی تلاطم در ساعت ۱۶ تا ارتفاع ۴۴ متری کاهش و سپس تا تراز ۴۴۳ متری افزایش (تلاطم هموفی به علت گرمایش زمین) و سپس تا تراز ۶۶۴ متری ثابت و سپس در ترازهای بالایی جو کاهش می باید. میزان ضخامت لایه آمیخته در بعد از ظهر نسبت به ساعت ۴ افزایش یافته و در لایه آمیخته نیز مؤلفه قائم باد منفی (فرونشینی) است.



شکل ۹ نیمرخ‌های دما (a)، دمای پتانسیل (b)، ارزی جنبشی تلاطم (c) در ساعت‌های ۴ (چپ) و ۱۶ (راست) (۲۷ سپتامبر ۲۰۰۶)

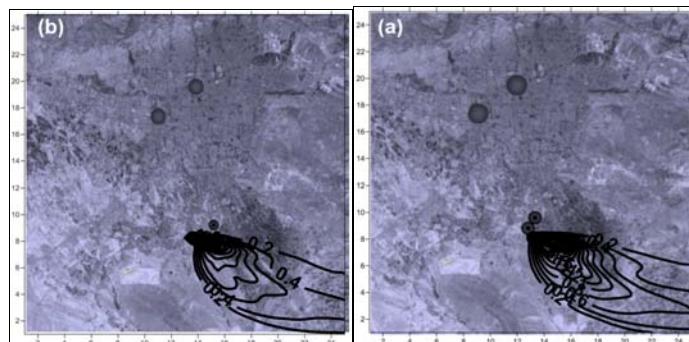


شکل ۱۰ ارتفاع لایه مرزی (m) و سرعت قائم باد (m/s) در ساعت‌های ۴ (راست) و ۱۶ (چپ) (۲۷ سپتامبر ۲۰۰۶)

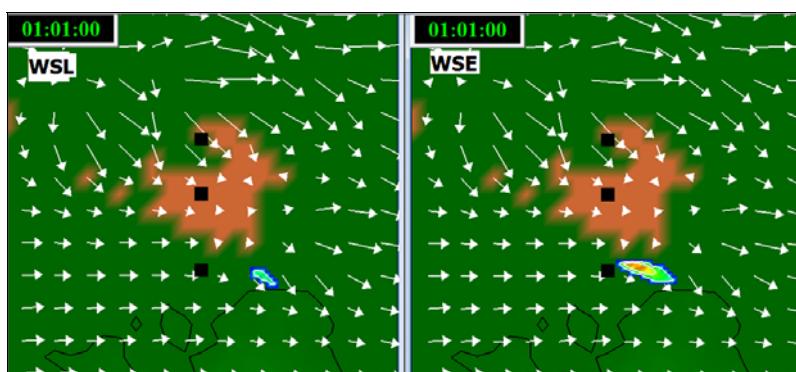


شکل ۱۱ نمودار Skew-T در ساعت ۴ به وقت محلی (۲۷ سپتامبر ۲۰۰۶)

شکل ۱۲ میانگین روزانه پراکنش فضایی آلاینده‌ها در دو مدل اولرین و لاگرانژین در تابستان دارای شرایط باد را نشان می‌دهد. مطابق با شکل مزبور، میانگین پراکنش آلاینده‌ها در هر دو مدل به سمت جنوب شرقی است. در مدل لاگرانژین نسبت به اولرین منحنی غلظت  $0/6$  و  $0/8$  از منبع با فاصله بیشتری گستردگی شده است. همچنین مطابق با خروجی گرافیکی مدل، در قبل از ظهر انتشارات در جهت جنوب غربی و جنوب گستردگی شده‌اند. از ساعت ۱۱ به بعد زبانه انتشارات با توجه به این که در این زمان بادهای غربی وزش داشته‌اند به سمت شرق منبع گستردگی شده است. بسته دود در مدل اولرین در اولین سطح مدل از ساعت ۱ تا ساعت ۲۰ قابل مشاهده است و بعد از آن بسته دود در سطح زمین مشاهده نمی‌شود. از ساعت ۲۰ به بعد جهت بادها شرقی و شمال شرقی شده‌اند و شدت آن‌ها نیز بسیار کاهش یافته است در نتیجه قدرت انتقال آلاینده‌ها را نداشته است. در مدل پراکنش لاگرانژین نیز بسته دود از ساعت ۱۸ در اولین سطح مدل وجود دارد و بعد از این ساعت بسته دود قابل مشاهده نیست. تفاوت مدل لاگرانژین و اولرین در مدل‌سازی انجام شده در این روز مربوط به فاصله بسته دود فرونشینی شده به سطح زمین از منبع است. در مدل لاگرانژین اوایل روز یعنی در ساعت ۱ دود مرتفع در فاصله تقریباً ۱۱ کیلومتری شرق منبع در سطح زمین قابل مشاهده است. اما در مدل اولرین در این ساعت بسته دود در ۳ کیلومتری شمال شرق منبع قابل مشاهده است. علت رسیدن دود مرتفع به سطح زمین در اوایل روز می‌تواند ناشی از وارونگی تدھینی باشد و یا این که لایه آمیختگی به اندازه کافی عمیق شده و با ایجاد ادیهای همرفتی، امکان پخش شدن دود با غلظت‌های نسبتاً بالا در سطح زمین فراهم می‌سازد (شکل ۱۳). ارتفاع لایه آمیخته در ۱۱ کیلومتری شرق منبع در ارتفاع  $77/5$  متری سطح زمین قرار دارد. مطابق با نمودار ترمودینامیکی در ساعت ۴ (۰۰ به وقت گرینویچ) در ارتفاع ۲۷۶۱ متری وارونگی فرونشینی مشاهده می‌شود.



شکل ۱۲ تفاوت پرآکتش فضایی آلینده‌ها به صورت میانگین روزانه در مدل‌های (a) اولرین و (b) لاغرانژین در تابستان در شرایط دارای باد.

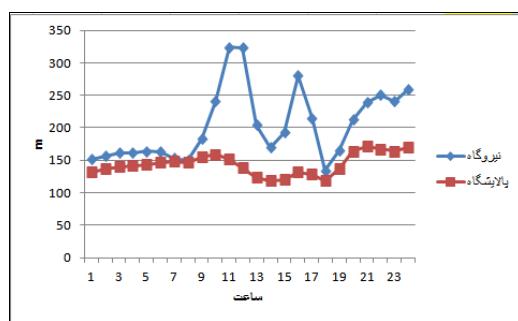


شکل ۱۳ تفاوت مکانی رسیدن بسته دود به سطح زمین در مدل‌های اولرین و لاغرانژین در تابستان با شرایط دارای باد

در موقعیت نیروگاه (شکل ۱۴) در ارتفاع ۲۵ متری دودکش و دمای ۳۷۵ درجه کلوین گاز خروجی در روز با شرایط وزش باد ارتفاع صعود دود بین ۳۲۴ متر در ساعت ۱۱ و ۱۳۴ متر در ساعت ۱۸ نوسان داشته است. از آنجایی که در ساعت ۱۱ دما با ارتفاع کاهش یافته و با وجود اختلاف دمای بسته دود و هوای پیرامون، وزش باد قابل توجهی که در جهت ارتفاع روند افزایشی نشان می‌دهد، امکان صعود دود تا ارتفاع بالا را میسر ساخته است؛ در حالی که در ساعت ۱۸ به علت وجود لایه وارونگی تا ارتفاع ۱۵۰ متری امکان صعود بسته هوا به وجود نیامده است. همچنین در این ساعت شدت بالای باد (۷ متر بر ثانیه) با جهت وزش غربی، امکان انتقال آلینده‌ها را به طور افقی به خوبی میسر ساخته است. با توجه به این مباحث می‌توان نتیجه گرفت صعودهای بالا در شرایط عدم وارونگی رخ می‌دهند و در صورت وجود وارونگی اگر شدت باد زیاد باشد امکان انتقال افقی آلینده‌ها وجود دارد و همچنین در شرایط باد نوسان ارتفاع دود کمتر از زمان شرایط آرام بوده و بیشترین ارتفاع بسته دود در زمان قبل از ظهر و کمترین آن در شب و بعد از ظهر بوده است.

تغییرات ارتفاع دود در پالایشگاه (شکل ۱۴) در ارتفاع ۷۶ متری دودکش و دمای گاز خروجی ۲۹۸ درجه کلوین، در روز با شرایط وزش باد، تغییرات ارتفاع بسته دود بین ۱۷۱ متر در ساعت ۲۱ و ۱۱۸ متر در ساعت ۱۴ نوسان داشته است. در روز مذکور در ساعت ۲۱ ارتفاع لایه وارونگی بالاتر از دودکش بوده و نیز اختلاف دمایی بین ارتفاع

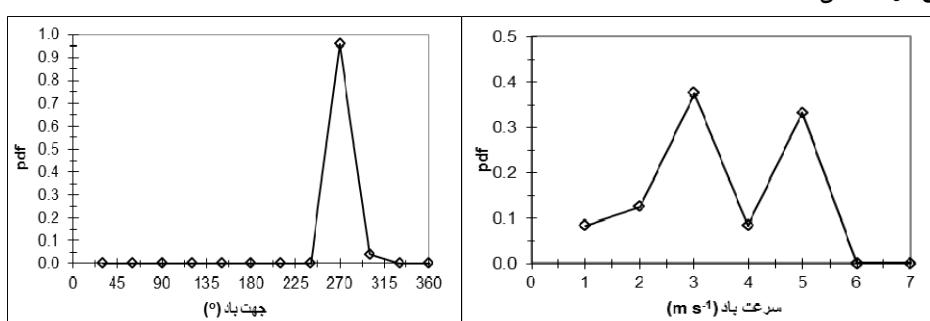
سطح دودکش و صعود نهایی دیده نشد. در نتیجه امکان صعود بیشتر به وجود نیامد، در حالی که در ساعت ۱۴ دما نسبت به ساعت ۲۱ بیشتر و در نتیجه اختلاف دما باسته دود کمتر شده و سرعت بیشتر باد امکان حرکت افقی بسته دود را فراهم نموده است و در نتیجه بسته دود حرکت قائم نداشته است. با توجه به توضیحات بالا در شرایطی که اختلاف دمایی بین بسته دود و جو وجود دارد ارتفاع صعود دود بیشتر می‌شود و در زمانی که سرعت باد زیاد است امکان انتقال افقی آلاینده‌ها میسر می‌شود. همچنین در روز دارای شرایط باد، ارتفاع ستون دود نوسانات قابل توجهی نداشته است و فقط در بعد از ظهر حرکات صعودی و نزولی کمی دیده می‌شود. بیشتر بودن صعود نهایی دود در موقعیت نیروگاه نسبت به پالایشگاه (با توجه به کمتر بودن ارتفاع نیروگاه نسبت به پالایشگاه) می‌تواند به علت بالاتر بودن دمای گاز خروجی نیروگاه و اختلاف دمای بیشتر با جو باشد که باعث زیاد شدن ارتفاع نهایی دود شده است.



شکل ۱۴ مقایسه ارتفاع صعود نهایی ۲۴ ساعته دود در تابستان در شرایط دارای باد در موقعیت نیروگاه و پالایشگاه

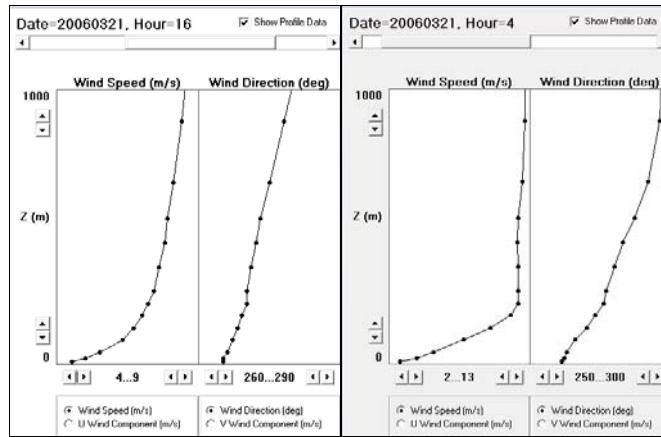
#### (۲) تحلیل شرایط دارای باد در زمستان (۲۱ مارس ۲۰۰۶)

تابع چگالی احتمال سرعت و جهت باد به دست آمده از این روز گویای این است که در این روز بیش از ۷۸ درصد بادها سرعت برابر و بیشتر از ۳ متر بر ثانیه دارند و باد غربی با ۹۵ درصد جهت غالب بادها را تشکیل می‌دهد. باد غالب غربی ناشی از جریان‌های منطقه‌ای (کم فشارهای مدیترانه‌ای) است، به طوری که باعث ایجاد ناپایداری و تلاطم می‌شود (شکل ۱۵).



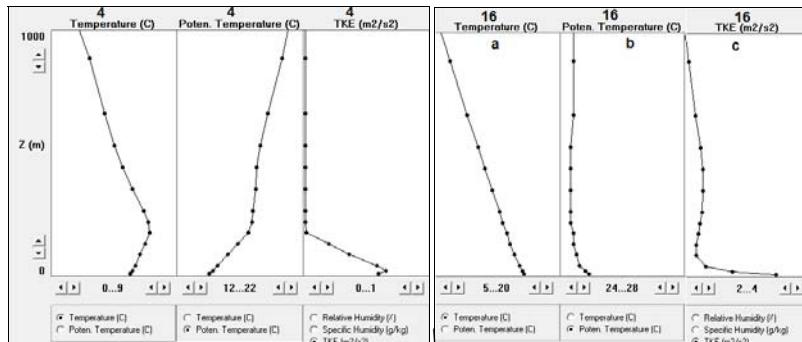
شکل ۱۵ تابع چگالی احتمال سرعت و جهت باد (۲۱ مارس ۲۰۰۶)

به طور کلی چینش باد در هر دو ساعت ۴ و ۱۶ از سطح زمین تا ترازهای بالای جو روند افزایشی دارد. بررسی دقیق‌تر حاکی از آن است که در ساعت ۴ از سطح زمین تا ارتفاع ۱۷۷ متری روند سرعت باد افزایشی است و سپس تا تراز ۱۷۷۱ متری تقریباً ثابت است و سپس دوباره افزایش می‌یابد. همچنین در ساعت ۱۶ سرعت باد تا ارتفاع ۱۵۵۰ متری با شیب کم و بعد از آن با شیب بیشتری افزایش داشته است. در هر دو ساعت در تمام ترازهای جو جهت وزش باد غربی است (شکل ۱۶).



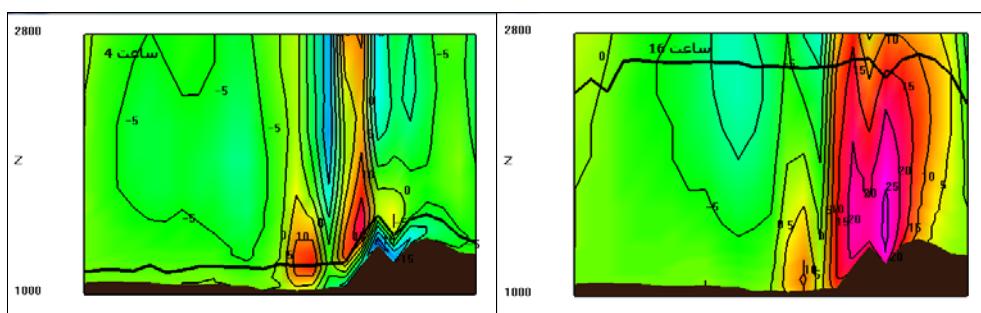
شکل ۱۶ نیمرخ‌های سرعت و جهت باد در ساعت‌های ۴ و ۱۶ (۲۱ مارس ۲۰۰۶)

در شکل ۱۷ در ساعت ۴ وارونگی دمایی تا ارتفاع ۲۲۲ متری وجود دارد. پدیده وارونگی از نوع تابشی بوده و در طول روز و ساعت ۱۶ وارونگی از بین رفته است. دمای هوا در ساعت ۱۶ نسبت به ساعت ۴ بالاتر است. همچنین دمای پتانسیل در ساعت ۴ با ارتفاع افزایش داشته است. اما در ساعت ۱۶ دمای پتانسیل تا ارتفاع ۱۷۷۲ متری کاهش داشته است و بعد از آن افزایش نشان می‌دهد. کاهش دمای پتانسیل با ارتفاع نشان از شرایط ناپایدار هوا در این ساعات است. در ساعت ۴ نیمرخ انرژی جنبشی تلاطم در ارتفاع ۸/۹ متری ۰/۵۹ بوده و تا ارتفاع ۲۲ متری افزایش (تلاطم مکانیکی به علت ناهمواری سطح زمین) و سپس تا ارتفاع ۱۷۷ متری (ارتفاع لایه آمیخته) کاهش یافته و بعد از آن تقریباً صفر شده و ثابت باقی مانده است. با مشاهده شکل (۱۷) نیز در ساعت ۴ افزایش مؤلفه باد قائم تا ارتفاع ۲۲ متری و در نتیجه افزایش سرعت قائم باد قابل مشاهده است. همچنین در این ساعت ارتفاع لایه آمیخته کم است و در ۱۷۷ متری از سطح زمین قرار دارد. اما در ساعت ۱۶ در ارتفاع ۸/۹ متری سرعت قائم باد ۳/۴۶ است و تا ارتفاع ۴۴ متری با شیب زیادی کاهش یافته و سپس تا ارتفاع ۸/۶ متری تقریباً ثابت و بعد از آن تا ارتفاع ۱۵۵۰ کاهش یافته و سپس در ترازهای بالای جو تقریباً صفر است. در این ساعت با افزایش ارتفاع سرعت مؤلفه قائم باد کاهش داشته است و باعث کاهش میزان انرژی جنبشی تلاطم در این ساعت شده است. همچنین در این ساعت ضخامت لایه آمیخته قابل توجه است و به جز در ارتفاعات کوهستانی، مؤلفه قائم باد منفی (فرونشینی) است (شکل ۱۸).



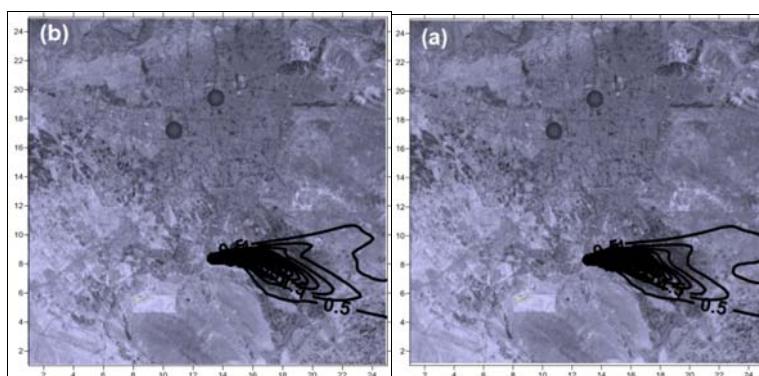
شکل ۱۷ نیم رخ های (a) دما، (b) دمای پتانسیل، (c) انرژی جنبشی تلاطم در ساعت های ۴ (چپ) و ۱۶(راست)

(۲۰۰۶ مارس ۲۱)



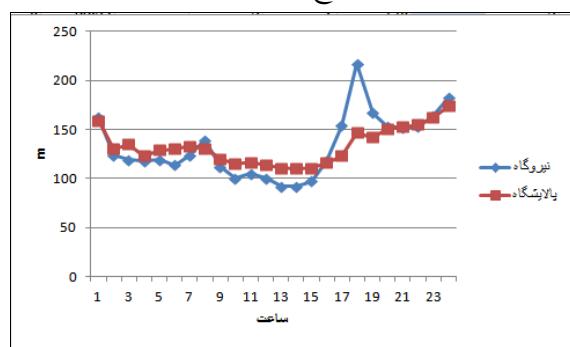
شکل ۱۸ ارتفاع لایه مرزی (m) و سرعت قائم باد (m/s) در ساعت ۴ (راست) و ۱۶ (چپ) (۲۰۰۶ مارس ۲۱)

شکل ۱۹ تفاوت پراکنش فضایی مدل های اولرین و لاگرانژین در زمستان با شرایط باد در دو مدل اولرین و لاگرانژین را نشان می دهد. با توجه به این که در این روز در تمام ساعت های باد جهت غربی داشته است، پراکنش آلینده ها در هر دو مدل در سمت شرق منع صورت گرفته است. به طور کلی مدل های اولرین و لاگرانژین در این روز تفاوت زیادی نداشتند. فقط در مدل اولرین منحنی ۰/۵ در قسمت شمالی در محدوده بیشتری گستردگی شده است.



شکل ۱۹ تفاوت پراکنش فضایی به صورت میانگین روزانه در مدل های (a) اولرین و (b) لاگرانژین در زمستان در شرایط دارای باد

در موقعیت نیروگاه (شکل ۲۰) تغییرات ارتفاع دود در روز با شرایط وزش باد بین ارتفاع ۲۱۷ متری در ساعت ۱۸ و ارتفاع ۹۲ متری در ساعت ۱۳ و ۱۴ نوسان دارد. در ساعت ۱۸ کاهش دما با ارتفاع و در نتیجه اختلاف دمای بسته دود با جو و همچنین افزایش سرعت باد با ارتفاع و با جهت غربی سبب صعود بسته دود تا ترازهای بالای جو شده است. در حالی که در ساعات ۱۳ و ۱۴ اختلاف سرعت بین ارتفاع دودکش و صعود نهایی کمتر از ساعت ۱۸ بوده و سبب صعود کمتر بسته دود شده است. در موقعیت پالایشگاه، در روز با شرایط وزش باد بین ۱۷۴ متر در ساعت ۲۴ و ۱۱۰ متر در ساعت ۱۴ نوسان داشته است. در این روز در ساعت ۲۴ وجود لایه وارونگی امکان صعود بیشتر دود به ترازهای بالا و جو ندارد، اما در ساعت ۱۴ دما بیشتر از ساعت ۲۴ است و اختلاف دمای بسته دود و جو نیز کمتر شده و همچنین افزایش سرعت باد با ارتفاع با شبکه کمتر از ساعت ۲۴ است.



شکل ۲۰ مقایسه ارتفاع صعود نهایی دود ۲۴ ساعته در زمستان در شرایط هوای دارای باد در موقعیت نیروگاه و پالایشگاه

#### نتیجه‌گیری

در تابستان زمانی که وزش باد حاکم بود، با وجود حاکمیت پرفشار در ترازهای بالایی بر روی منطقه، در ترازهای مجاور سطح زمین بادهای محلی جریان داشته؛ و همزمان با وزش باد شمال شرقی در این روز، میزان انرژی جنبشی تلاطم در ترازهای پایین بیشتر شده است. بنابراین در طول روز به علت گرمایش سطحی انرژی جنبشی تلاطم افزایش یافته و سبب تلاطم‌های همرفتی و صعود دواه در طول روز شده است. مجموعه این شرایط باعث کاهش آلودگی می‌شود. اما در زمان وزش باد در فصل زمستان حاکمیت با جریان‌های منطقه‌ای و کم فشار مهاجر است، که به موجب آن بادهای غربی با سرعت نسبتاً زیاد از سطوح پایینی جو تا ترازهای بالایی وزیده و در طول روز با ایجاد شرایط ناپایدار و زیاد بودن انرژی جنبشی تلاطم امکان صعود دواه به وجود آمده است. از مقایسه پراکنش فضایی آلاینده‌ها به روش اولرین و لاگرانژین در شرایط دارای باد (تابستان و زمستان) مشخص می‌شود که در زمان حاکمیت شرایط باد نوع مدل تعیین‌کننده پراکنش آلاینده‌ها نبوده، بلکه عامل تعیین‌کننده در پراکنش آلاینده‌ها سرعت باد است. همچنین در شرایط وزش باد اگر وارونگی وجود داشته باشد امکان صعود قائم بسته دود وجود نخواهد

داشت و فقط انتقال افقی صورت می‌گیرد. اگرچه مدل TAPM، سرعت باد سطحی را تا حدودی بیشتر از واقعیت تخمین می‌زند اما به طور کلی نتیجه قابل قبولی ارائه می‌دهد. دلیل برآورد بالاتر مدل به صورت دقیق مشخص نیست، اما بقیه مدل‌های شیوه‌سازی آلوودگی هوانیز چنین مشکلی دارند (زوار رضا و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۴۹).

## References

- Aliakbari Bidokhti, A.A., Shareipoor, Z. (2009). "Meteorological conditions top atmospheric and acute situation air pollution (case study: Tehran)", *Journal of Environmental studies*, 35 (52), 1-14.
- Dosio, A. Arellano, J.V-G.D. Holtslag, A.A.M. (2005). "Relating Eulerian and Lagrangian Statistics for the Turbulent Dispersion in the Atmospheric Convective Boundary Layer", *Meteorology and Air Quality Section*, Wageningen University, Wageningen, Netherlands. 1175-1191.
- Etabi, F., Abaspour, M., karbsi, A.R. (2007). "Modeling of emissions suspended particles using ADMS-urban model", *Environmental Science and Technology*. The ninth course, The first issue, 1-15.
- Gaednia, B., Mirbakhsh, M., Haghshenas, A. (2009). *Methods of laboratory analysis of water, soil, air*, Translation, Author: P.K. Kutpa, The Green Wave publisher.
- Gasami T., Aliakbari Bidokhti, A.A., Sedaghatkerdar A, Sahraeian F. (2007). "Study of Synoptic conditions at several critical period the air pollution in Tehran", *Environmental Science and Technology*, 9 (3) , (Serial34), 229-238.
- Gasami T., Aliakbari Bidokhti, A.A. Sedaghatkerrdar, A., Sahraeian, F. (2010). "Assessing vertical changes of potential temperature at several critical period of air pollution in Tehran". *Environmental Science and Technology*, 11(3), 13-23.
- Ghanbari, H.A, Azizi, Gh. (2009). "Numerical simulation of air pollution in Tehran based on wind patterns". *Journal of Physical Geography Research*, 68, 15-32.
- Giasadin, M. (2006). *Air pollution sources, effects and control*, Tehran University Pub.
- Givi, A., Sabetghadam, S. (2006). "Study of sensitivity of the meso-scale model MM5 schemas using MRF and Eta-Mellor-yamada for estimate the depth of the urban mixed layer". Conference on Numerical Weather Prediction.
- Hoseinpoor, z. (2011). *Synoptic analysis of air pollution in Tehran (emphasis on suspended particles PM-10)*. MS Thesis, Department of Geography, Tehran University.
- Hurley, P. (2005a). "TAPM V3—model description and verification". *Clean Air* 39:32–36.
- Hurley, P. (2005b). "The air pollution model (TAPM) version 3. Part 1: Technical description". *CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No. 71*.
- Hurley, P. (2007). "Modelling mean and turbulence fields in the dry convective boundary layer with the eddy-diffusivity/mass-flux approach". *Boundary-Layer Meteorol* 125:525–536.
- Hurley, P. (2008). "TAPM V4. Part 1: Technical Description", *CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper No. 25*.
- Hurley, P. (2008). "TAPM V4. User Manual", *CSIRO Marine and Atmospheric Research Internal Report No. 25*.
- Jakob, C. Siebesma, A. (2003). "A new subcloud model for mass-flux convection schemes: Influence on triggering, updraft properties and model climate". *Mon Wea Rev* 131:2765–2778.
- Lashkari, H. (2002). "Routing Sudan low pressure systems to Iran". *Journal of Humanities* 6 (2 serial 25), 133-156.
- Luhar, A.K. Hurley, P.J. (2003). "Evaluation of TAPM, a prognostic meteorological and air pollution model, using urban and rural point-source data". *Atmospheric Environment* 37. 2795–2810.

- Madadi, H., Ashrafzadeh, M.R., Najmi, N., Sheikhzadeh, B. (2009). "Modeling of NO<sub>x</sub> and CO emissions resulting from the combustion of natural gas combined cycle power plant in Semnan". Second International Symposium on Environmental Engineering.
- Nielinger, J. Rainer, R. Höfl, H.C. Kost,W. (2005). "Lagrange VERSUS Eulerian Dispertion Modeling Comparsion For Investigation Concerning Air Pollution Caused By Traffic". 9th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes.
- Peng Wang, H.M. (2011). "Random-walk model simulation of air pollutant dispersion in atmospheric boundary layer in China". *Environ Monit Assess.* 172: 507–515.
- Rnjbar Saadatabadi, A., Aliakbari Bidokhti, A.A., Sadeghi Hoseini, S.A. (2005). "Case study of the heat island of Tehran and it's numerical simulation". *Journal of Physics Earth and Space*, 31(1) 63–78.
- Seifolahi, M. (2002). *Effects of meteorological parameters on air pollution in Tehran*, BS Thesis, Natural Resources Engineering-Environmental Engineering, University of Allama Muhaddith Nouri (ra).
- Shareipoor, Z. (2009). "Assessing changes Seasonal and daily air pollutants and its relationship with weather parameters", *Journal of Physics Earth and Space* 2,119
- Shafipour, M. (2000). *Compilation of information items based model to study air pollution in cities*, Institute of Meteorology and Atmospheric Sciences.
- Siebesma, A.P. Teixeira, J. (2000). "An advection-diffusion scheme for the convective boundary layer: description 1D results". *14th symposium on boundary layer turbulence*, Aspen, Colorado, USA, pp 133–136.
- Soares, P.M.M. Miranda , P.M.A. Teixeira, J. (2007). "An Eddy diffusivity/Mass-flux Boundary Layer Parameterization Based on the TKE Equation: a Dry Convection Case Study". *Física de la Tierra*, 19 :147-161.
- Soares, P.M.M. Miranda, PM.A. Siebesma , A.P. Teixeira ,J. (2004). "An eddy-diffusivity/mass-flux parameterisation for dry and shallow cumulus convection". *Quart J Ray Meteorol Soc* 130:3365–3383.
- Soares, P.M.M. Miranda, PM.A. Siebesma, A.P. Teixeira, J. (2004). "An eddy-diffusivity/mass-flux parameterisation for dry and shallow cumulus convection". *Quart J Ray Meteorol Soc* 130:3365–3383.
- Teixeira, J. Siebesma, A.P. (2000). "A mass-flux/K-diffusion approach to the parameterisation of the convective boundary layer, Global model results". *14th Symposium on Boundary Layer Turbulence*, 7–11 August 2000, Aspen, Colorado, USA, pp 231–234.
- Vakili, Gh.A., Aliakbari Bidokhti, A.A. (1999). *Observations of the structure of atmosphere turbulence and its application to the problem of air pollution distribution*, MS Thesis, Geophysics Institute of University of Tehran.
- Zawar-reza, p. Appelhans, T. Gharaylou, M. Shamsipur, A. (2010). "meso scale control on particulate matter pollution for mega city in a semi-arid mountainous environment", *environment and pollution*, 41.
- Zawar-Reza, P. Simon, K. Jamie, P. (2005). "Evaluation of a year-long dispersion modelling of PM10 using the mesoscale model TAPM for Christchurch", New Zealand. *Science of the Total Environment* 349. 249– 259.

## ارزیابی اثرات الگوهای راهبرد اسکان مجدد پس از بلایای طبیعی بر کیفیت زندگی روستایی (مطالعه موردی: روستاهای جابه‌جا شده شرق استان گلستان)<sup>(۱)</sup>

امین محمدی استاد کلاسی<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

سید حسن مطیعی لنگرودی - استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمد رضا رضوانی - استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مجتبی قدیری معصوم - استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۲ | تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۲/۱۰

### چکیده

بارش باران‌های شدید در مرداد ۱۳۸۴ در شرق استان گلستان منجر به وقوع دو سیل ویرانگر گردید که از خسارت بارترین سیل‌های رخ داده در کشور بودند. به منظور جلوگیری از تکرار مجدد رویداد سیل در مناطق سیل‌زده، اقدام به انتقال سه روستا به صورت محدود و همچنین جابه‌جایی توأم با تجمعی یازده روستا به منطقه پیشکمر گردید. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیرات جابه‌جایی روستاهای آسیب‌دیده از سیل بر کیفیت زندگی ساکنین با استفاده از شاخص‌های ذهنی است. بدین منظور ۱۰ قلمرو کیفیت زندگی شامل اشتغال، درآمد و سرمایه، مشارکت اجتماعی، بهداشت، رفاه اجتماعی، آموزش، امنیت، مسکن، محیط طبیعی و اطلاعات و ارتباطات برای مطالعه انتخاب شد. جامعه آماری این تحقیق خانوارهای ساکن در شهر پیشکمر و سه روستای قولاق‌کسن، بوقجهه بالا و بوقجهه پایین در استان گلستان بود. برای تعیین تعداد پرسشنامه از فرمول کوکران استفاده شد و پرسشنامه‌های مورد استفاده (۲۷۹ نمونه) از سؤالات بسته با پاسخ‌هایی در طیف لیکرت پنج مقیاسی متناسب با قلمروهای عملده زندگی تشکیل شد. پس از تحلیل آماری اطلاعات پرسشنامه، نتایج نشان داد که میانگین رضایت از کیفیت زندگی در الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی تجمعی به ترتیب ۳/۳۶ و ۳/۶۷ است که بیشتر از میانگین نظری (۳) است. این امر نشان‌دهنده بهبود وضعیت این قلمرو نسبت به دوره قبل از اسکان مجدد در هر دو الگوی مورد مطالعه است. همچنین بررسی‌ها اختلاف معنی‌داری را در میزان رضایت از کیفیت زندگی بین الگوهای تجمعی و جابه‌جایی نشان می‌دهد.

**کلید واژه‌ها:** کیفیت زندگی، اسکان مجدد، تجمعی روستاهای سیلاب، استان گلستان.

## مقدمه

کیفیت زندگی مفهومی پیچیده و چندبعدی است که تحت تأثیر مؤلفه‌های همچون زمان و مکان و ارزش‌های فردی و اجتماعی قرار دارد و وضعیت آن به میزان توسعه یافتنگی جوامع وابسته است (رضوانی و منصوریان، ۱۳۰۲: ۱۴۸). برخی آن را به عنوان قابلیت زیست‌پذیری یک ناحیه، برخی دیگر به عنوان اندازه‌ای برای میزان جذابیت و برخی به عنوان رفاه عمومی، بهزیستی اجتماعی، شادکامی و مواردی از این دست تعبیر کرده‌اند (اپلی و منون<sup>۱</sup>، ۱۳۰۲: ۲۸۱). در چند دهه اخیر، شناخت، اندازه‌گیری و بهبود کیفیت زندگی از اهداف عمله افراد، محققان، برنامه ریزان و دولت‌ها بوده است. این عرصه علمی و تحقیقاتی مورد توجه تعداد زیادی از رشته‌ها از جمله روان‌شناسی، پژوهشگران، اقتصاد، علوم محیطی، جامعه‌شناسی و جغرافیا بوده است (رضوانی و منصوریان، ۱۳۸۷: ۲؛ قالیاف و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۶۳).

مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که محققان، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در خصوص نیاز به مطالعه کیفیت زندگی در نواحی روستایی با یکدیگر توافق دارند. این مطالعات غالباً ظایفی کلیدی از قبیل آگاه کردن شهروندان، گروه‌های اجتماعی و سیاست‌گذاران از روندهای کیفیت زندگی را بر عهده دارند. نتایج مطالعات کیفیت زندگی می‌تواند به ارزیابی سیاست‌ها، رتبه‌بندی مکان‌ها، تدوین استراتژی‌های مدیریت و برنامه‌ریزی روستایی کمک کند و درک و اولویت‌بندی مسایل اجتماع را برای برنامه‌ریزان و مدیران به منظور ارتقای کیفیت زندگی ساکنین این نواحی تسهیل سازد (لی<sup>۲</sup>، ۱۳۰۷: ۲۰۰۸). علاوه بر این، مطالعات کیفیت زندگی می‌تواند به شناسایی نواحی مسئله‌دار، علل نارضایتی مردم، تأثیر فاکتورهای اجتماعی- جمعیتی بر کیفیت زندگی و پایش و ارزیابی کارآیی سیاست‌ها و استراتژی‌ها در زمینه کیفیت زندگی منجر شود (سانتوس و مارتین<sup>۳</sup>، ۱۳۰۷: ۴۱۳).

جهت اندازه‌گیری کیفیت زندگی از دو دسته شاخص‌های عینی و شاخص‌های ذهنی استفاده می‌شود (غفاری و امیدی، ۱۳۸۸: ۲۳). آنچه در اصطلاح شاخص‌های عینی کیفیت زندگی نامیده می‌شود، عموماً بر متغیرهای اجتماعی و اقتصادی متمرکز است، اما شاخص‌های ذهنی کیفیت زندگی بر اطلاعات به دست آمده از گزارش‌های شخصی افراد از تجارب زندگی خود تمرکز دارد و در واقع مکمل شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی به شمار می‌رود (رضوانی و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۳۰۲: ۲).

افزون بر مسئله تعریف و ابعاد «کیفیت زندگی»، بحث‌های زیادی درباره قلمروهای مورد استفاده در مطالعه کیفیت زندگی وجود دارد. کامینز<sup>۵</sup> (۲۰۰۰)، در تعریف خود از کیفیت زندگی با در نظر گرفتن هر دو بعد عینی و

۱ Epley & Menon

۲ Lee

۳ Santos and Martins

۴ Rezvani et al

۵ Cummins

ذهنی آن بیان می‌کند که از هفت قلمرو مهم شامل بهزیستی مادی، سلامت، بهرهوری، تعلق، امنیت، اجتماع محلی و بهزیستی عاطفی می‌توان برای محاسبه شاخص ترکیبی کیفیت زندگی استفاده کرد. هاگرتی<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۱ اظهار داشتند که هفت قلمرو شامل روابط با خانواده، بهزیستی عاطفی، بهزیستی مادی، سلامت، کار و فعالیت مولد، احساس تعلق به اجتماع و امنیت فردی می‌توانند فضای کیفیت زندگی را بهخوبی پوشش دهند. عواملی از قبیل بروز سوانح و حوادث طبیعی، کاهش اشتغال و درآمد، فاصله زیاد و انزوای جغرافیایی، تغییر بافت و ساختار جمعیتی و ... اجرای سیاست‌های لازم برای بهبود کیفیت زندگی روستایی را با چالش‌های جدی مواجه می‌کند (پانیکولاو<sup>۲</sup> و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲: ۱۶۴).

اسکان مجدد بازتابی از اجرای بهگزینی استقرار مجدد جماعت روستایی به منظور بهبود فعالیت‌های تولیدی و نیز بهسازی استانداردهای زندگی است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۶۰). بررسی پدیده اسکان مجدد در کشورهای در حال توسعه نشانگر این است که پدیده مذکور عمده‌اً به یک یا چند دلیل از قبیل رویارویی با حوادث طبیعی، اجرای برنامه‌های توسعه روستایی و دلایل سیاسی - امنیتی انجام می‌شود (آقبا و همکاران، ۲۰۱۰: ۵۱). معمولاً برای بازسازی روستاهای آسیبدیده و یا تخریب شده در اثر بروز بلایای طبیعی، الگوی درجاسازی، الگوی توسعه پیوسته، الگوی جابه‌جایی (انتقال) و الگوی تجمعی و ادغام در پیش گرفته می‌شود.

در بین شیوه‌های فوق، شیوه تجمعی و ادغام که دارای مزیت‌های صرفه‌جویی اقتصادی در ارایه امکانات و خدمات است، نظر دست‌اندرکاران عمران و توسعه روستایی را بیشتر به خود جلب کرده است (منتظرون، ۱۳۹۰: ۳۷). در جدول ۱ مزایا و معایب سیاست‌های بازسازی سکونتگاه‌های روستایی نشان داده شده است.

**جدول ۱** مزایا و معایب تجمعی و جابه‌جایی (پهلوانزاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۱)

تجمیع	مزایا	معایب	اجتماعی
	اقتصادی، بهبود شرایط فرهنگی، کاهش خطرات آتی	دور افتادن برخی از روستاهای اراضی کشاورزی، از بین رفتن فعالیت‌های معيشی، تاهمگونی	برنامه‌ریزی و طراحی بهتر، کاهش خطرات آتی، نظم و ترتیب در ساخت و ساز
جابه‌جایی	مزایا	معایب	دور افتادن روستاهای اراضی کشاورزی
	معایب		

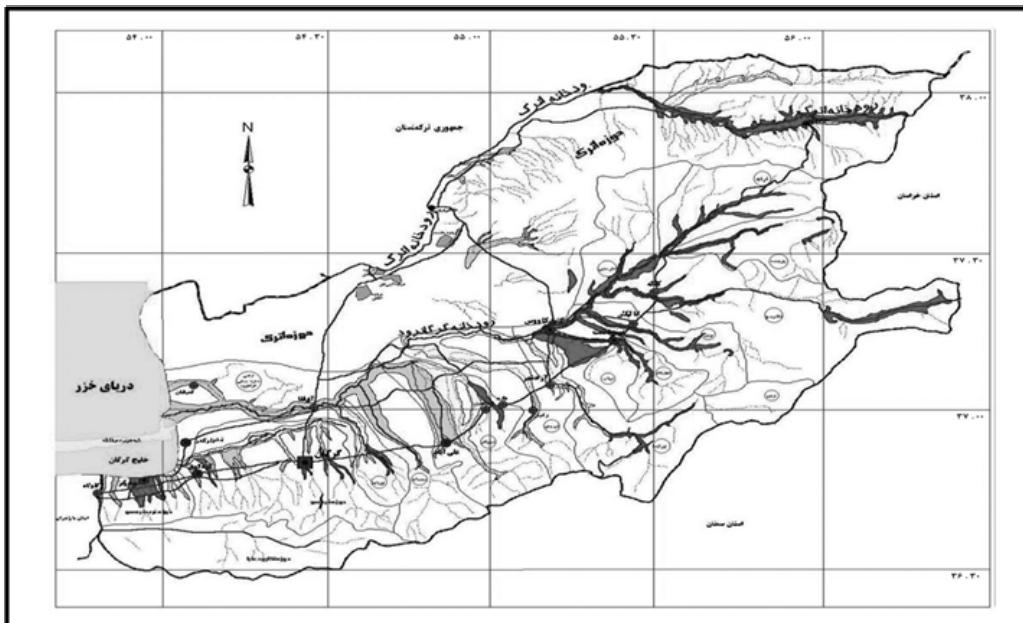
استان گلستان با جمعیتی بالغ بر ۱۷۷۰۱۴ نفر از جمله استان‌های حادثه‌خیز کشور است. سیلاب یکی از ویژگی‌های جدایی‌ناپذیر رودخانه‌های استان است. بررسی‌های افتخاری و همکاران (۱۳۸۹: ۱۸۰) نشان می‌دهد که از

1 Hugerty

2 Papanikolaou et al

3 Agba et al

بین ۲۳۶ روستا در حوزه آبخیز گرگانرود در استان گلستان، تعداد ۱۵۶ روستا در گروه روستاهای با خطر بالا، ۴۴ روستا در گروه روستاهای با خطر سیل متوسط و ۳۶ روستا در گروه روستاهای با خطر سیل پایین قرار دارند. در شکل ۲ نقشه مناطق سیل خیز استان گلستان آمده است.



شکل ۱ نقشه مناطق سیل خیز استان گلستان (منبع: امور آب استان گلستان)

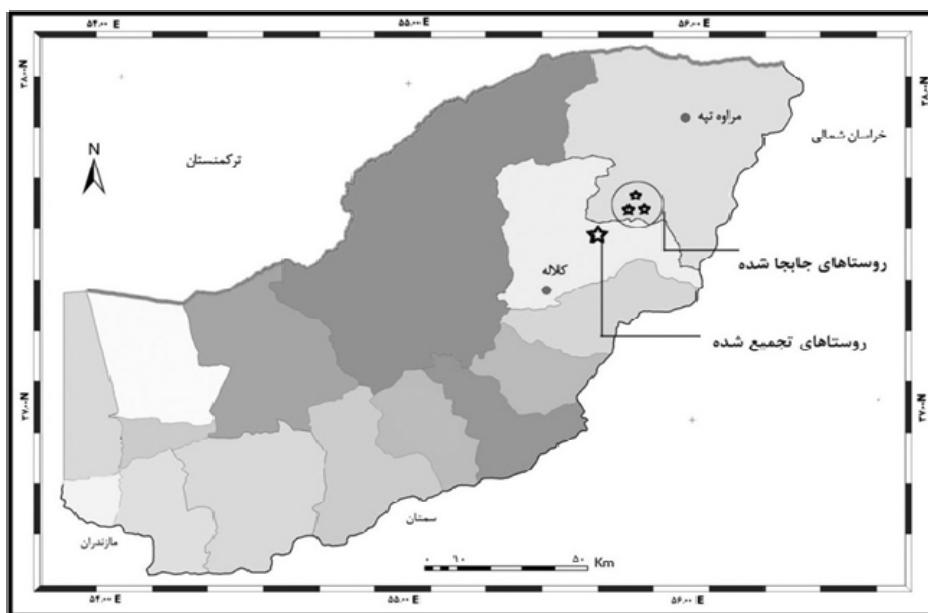
بارش باران‌های شدید در مرداد ۱۳۸۴ در نواحی شرقی استان گلستان منجر به رخداد دو سیل ویرانگر گردید که از جمله خسارت‌بارترین سیل‌های رخ داده در کشور بودند (شریفی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۳۳؛ ۲۰۱۲). به منظور جلوگیری از تکرار مجدد رویداد سیل در مناطق سیل زده، اقدام به انتقال سه روستا به صورت محدود به فواصل کمتر از دو کیلومتر از محل قدیم روستاهای همچنین جایه‌جایی توأم با تجمعی یازده روستا به منطقه پیشکمربود گردید (متظربیون، ۱۳۹۰: ۱۴). تا کنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی اثرات اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و زیستمحیطی اجرای طرح‌های اسکان مجدد صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات رحمتی (۱۳۸۵)، اردشیری (۱۳۸۸) و متظربیون (۱۳۹۰) اشاره کرد. اما در خصوص اثرات الگوهای مختلف اسکان مجدد بر شاخص‌های کیفیت زندگی تحقیقات محدودی صورت گرفته است. پهلوان‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی کیفیت زندگی در روستاهای ادغام شده پس از سوانح طبیعی در استان گلستان به این نتیجه رسیدند که تجمعی روستا توائنته است کیفیت زندگی ساکنان شهر جدید پیشکمر را نسبتاً بهبود بخشد.

در مطالعه حاضر، کیفیت زندگی به عنوان برهم‌کنش میان منابع، امکانات و فرصت‌های فراهم شده برای تأمین نیازهای انسانی و همچنین دریافت، ارزیابی و رضایت افراد و گروه‌ها از برآورده شدن نیازهایشان در یک مکان خاص در نظر گرفته شده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثرات جابه‌جایی و تجمعی روتاستاهای آسیب‌دیده از سیل مرداد ۱۳۸۴ استان گلستان بر کیفیت زندگی ساکنین محلی از طریق مطالعه شاخص‌های ذهنی است و پرسش‌های تحقیق شامل موارد زیر است:

- ۱- آیا جابه‌جایی روتاستاهای در بهبود کیفیت و استانداردهای زندگی روتاستایان نقش داشته است؟
- ۲- بیشترین و کمترین تغییر مثبت مربوط به کدام شاخص‌های کیفیت زندگی است؟
- ۳- آیا تقاضت معنی‌داری بین میزان رضایتمندی از شاخص‌های کیفیت زندگی در الگوهای اسکان مجدد (الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی جابه‌جایی توأم با تجمعی) وجود دارد؟

#### منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بین عرض‌های ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول‌های ۵۵ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۵۵ دقیقه شرقی واقع شده است. جامعه آماری این تحقیق خانوارهای ساکن در شهر پیشکمر (تجمعی ۱۱ روستای قزل‌اطاق، آق‌طوقه، چاتال، خوجهل، کروک، پاشایی، قپان‌علیا، قپان‌سفلی، سیدلر، شیخلر و دوجی) به میزان ۱۰۴۳ خانوار و خانوارهای ساکن سه روستای قولاق‌کسن، بق‌جهه‌بالا و بق‌جهه‌پایین به میزان ۳۴۹ خانوار واقع در شرق استان گلستان است. در شکل ۲ موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان نشان داده شده است.



شکل ۲ موقعیت قرارگیری روتاستاهای سیل‌زده مشمول طرح اسکان مجدد در استان گلستان

با توجه به تجربه‌های قبلی تجمعی و جابه‌جایی روستاهای نامطلوبی را به‌ویژه به لحاظ مسایل قومی و طایفه‌ای به وجود آورده بود، در طرح اسکان مجدد این ناحیه سعی شد به گونه‌ای عمل شود که کمترین مسائل قومی و طایفه‌ای به وجود آید. بر این اساس، همه روستاهای جابه‌جا شده ترکمن‌نشین و اهالی آن همگی از طایفه گوگلان هستند و به لحاظ فرهنگ، عادات، سطح طبقاتی و کسب و کار، وضعیت یکسانی بین دارند (پهلوان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۹). در تمامی سایتهای اسکان مجدد، تا حد امکان حریم‌های طایفه‌ای و فامیلی بین ساکنان و همسایگی‌های قبل از سیل حفظ شده است. وسعت قطعات واگذار شده به افراد واجد شرایط تقریباً برابر و به اندازه ۳۰۰ تا ۲۸۰ متر و واگذاری آن‌ها از طریق قرعه‌کشی بوده است.

## مواد و روش‌ها

با توجه به فقدان روش‌شناسی واحد جهت تعیین تعداد قلمروهای زندگی، انتخاب قلمروها و معرفه‌های مربوط به هر قلمرو بر اساس قضاوت‌های شخصی پژوهشگر، داده‌های در دسترس، ویژگی‌های ناحیه مورد مطالعه و اهداف تحقیق صورت می‌گیرد. در تحقیق حاضر ۱۰ قلمرو شامل اشتغال، درآمد و سرمایه، مشارکت اجتماعی، بهداشت، رفاه اجتماعی، آموزش، امنیت، مسکن، محیط طبیعی و اطلاعات و ارتباطات برای مطالعه کیفیت زندگی در ناحیه مورد مطالعه انتخاب شده است.

جهت تعیین معیارهای کیفیت زندگی از تکنیک دلفی استفاده شد. در گام نخست مجموعه‌ای از نماگرهای مرتبط با کیفیت زندگی (۵۱ نماگر) که از کاربرد بیشتری برخوردار بودند، بر اساس مرور نوشتار و مطالعات مربوط و تحلیل محتواهای آن‌ها انتخاب شد و سپس با استفاده از روش پرسشنامه‌ای، جهت انتخاب نماگرهای مرتبط با موضوع مورد مطالعه در اختیار خبرگان و پژوهشگران قرار گرفت و نهایتاً تعداد ۳۷ نماگر انتخاب و گزینش گردید. تعداد کل جامعه پرسشنونده در این بررسی ۳۰ نفر (مشتمل بر خبرگان محلی و پژوهشگران گروه‌های جغرافیا، رشته‌های علوم اجتماعی، معماری، بازسازی سوانح و محیط زیست) بوده است.

برای تعیین تعداد پرسشنامه مورد نیاز (حجم نمونه) در تحقیق حاضر از فرمول کوکران استفاده شد. با توجه به فرمول کوکران، سطح اطمینان ۹۵ درصد و ضریب خطای ۰/۰۵، تعداد ۲۷۹ خانوار برای تکمیل پرسشنامه انتخاب شدند. روایی پرسشنامه‌ها با نظر پانل متخصصان و صاحب‌نظران تأیید گردید. جهت تعیین پایایی پرسشنامه با استفاده از ۳۰ پرسشنامه، پیش‌آزمون انجام شد که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای مجموع بعد، ۰/۸۰۸ به دست آمد.

توزیع پرسشنامه‌ها به صورت تصادفی در بین خانوارهای ساکن صورت گرفت. با توجه به این که تکمیل پرسشنامه به تنها‌بی ایزاري کافی برای گردآوری اطلاعات تشخیص داده نشد، علاوه بر آن مشاهده میدانی، مصاحبه‌های عمیق موردي و گروهی با ساکنین و بررسی اسناد و مدارک موجود نیز صورت گرفت. برای

پرسشنامه‌های مورد استفاده اساساً از سوالات بسته با پاسخ‌های در طیف لیکرت پنج مقیاسی (خیلی بهتر شده (۵) تا خیلی بدتر شده (۱)) استفاده شد و سوالات در محدوده ده قلمرو عمده زندگی تعریف شدند. در گام دیگر پس از تکمیل پرسشنامه‌ها و رفع نواقص احتمالی، اطلاعات مورد نیاز از پرسشنامه‌ها استخراج شده و جهت رسیدن به اهداف تحقیق، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در پژوهش حاضر به منظور بررسی نقش اسکان مجدد در کیفیت و استانداردهای زندگی روستاییان، از آزمون T استفاده شده است.

## بحث و نتایج

### یافته‌های توصیفی

نتایج حاصل از توصیف ویژگی‌های نمونه مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشتر پاسخگویان (۴۶ درصد) بین ۲۴ تا ۴۲ سال سن دارند و ۷۸ درصد مرد و ۲۲ درصد زن هستند. بیش از ۶۸ درصد پاسخگویان دارای تحصیلات پایین‌تر از دیپلم هستند که از این میان ۱۲ درصد بی‌سوادند. حدود ۳۲ درصد از پاسخگویان نیز تحصیلات دیپلم یا بالاتر از دیپلم دارند. ۶ درصد از پاسخ‌دهندگان شاغلند و شغل کشاورزی با ۶۷ درصد بیشترین میزان اشتغال را به خود اختصاص داده است. تنها ۳۵ درصدشان درآمد ماهانه‌ای بالاتر از ۳۰۰ هزار تومان دارند. بیش از ۸۲ درصد پاسخگویان مالک واحد مسکونی هستند. در محل جدید بیش از ۸۸ درصد از پاسخگویان به صورت دائم و ۲۲ درصد نیز به طور موقت زندگی می‌کنند. آمار توصیفی رضایت از قلمروهای مختلف کیفیت زندگی در سه روستای جابه‌جا شده (الگوی جابه‌جا) و شهر جدید پیشکم (الگوی تجمعی) در جداول ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲ آمار توصیفی رضایت از قلمروهای مختلف کیفیت زندگی در الگوی جابه‌جا

قلمروهای کیفیت زندگی (درصد)										سطح رضایت
درآمد و سرمایه	اشغال	امنیت	اطلاعات و ارتباطات	مشارکت	رفاه اجتماعی	بهداشت	آموزش	مسکن	محیط طبیعی	
۱۱/۱	۱/۸	۱۰/۶	۱۰/۲	۱۷/۶	۱/۸	۵/۷	۱۰/۸	۲۹/۸	۱۳/۶	خیلی بهتر شده
۲۲	۱۰/۷	۴۸/۱	۲۵/۸	۴۶	۱۵/۲	۳۳	۲۸/۴	۴۱/۶	۲۲/۷	بهتر شده
۲۱/۴	۲۴/۳	۱۵/۹	۳۵/۲	۲۰/۵	۴۷	۴۱/۷	۳۷/۹	۱۴/۵	۲۱/۶	غیری نکرده
۲۵	۳۹/۸	۷/۲	۱۴	۱۱/۴	۳۰	۱۲/۵	۱۷/۶	۸/۲	۲۲/۲	بدتر شده
۱۹/۸	۲۰/۲	۱۷	۱۴/۴	۴/۵	۵/۲	۵/۷	۴/۵	۷/۱	۱۹/۳	خیلی بدتر شده

### جدول ۳ آمار توصیفی رضایت از قلمروهای مختلف کیفیت زندگی در الگوی تجمعی

قلمروهای کیفیت زندگی (درصد)										سطوح رضایت
درآمد و سرمایه	اشغال	امنیت	اطلاعات و ارتباطات	مشارکت	رفاه اجتماعی	بهداشت	آموزش	مسکن	محیط طبیعی	
۱۹/۴	۷/۲	۱۲/۳	۲۲/۲	۱۱/۵	۱۱/۸	۲۰/۹	۲۰/۴	۳۰/۶	۲۲/۶	خیلی بهتر شده
۲۲/۲	۱۵/۲	۲۷/۷	۳۷/۲	۲۷/۲	۳۰/۹	۳۵/۱	۲۷/۲	۳۴/۸	۳۷/۲	بهتر شده
۱۹/۴	۲۷/۹	۲۳	۲۲	۳۰/۶	۳۳/۴	۲۵/۵	۲۳	۱۹/۹	۲۲	تغییری نکرده
۱۷/۶	۳۱	۱۹/۷	۱۳/۸	۱۹/۶	۱۵/۴	۱۲/۲	۱۸/۶	۷/۶	۱۳/۸	بدتر شده
۲۰/۳	۱۷/۳	۱۵/۲	۳/۸	۱۱/۳	۷	۵/۴	۸/۶	۶/۳	۳/۸	خیلی بدتر شده

### یافته‌های تحلیلی

در زیر یافته‌های تحلیلی حاصل از بررسی قلمروهای دهگانه کیفیت زندگی ارایه می‌گردد.

#### اشغال

در قلمرو اشتغال که از طریق شاخص‌های گسترش مشاغل خدماتی، ثبات شغلی، میزان اشتغال، میزان اشتغال زنان و تعداد شاغلین خانوار به کل جمعیت خانوار مورد ارزیابی قرار گرفته است، اختلاف معنی‌داری بین دو الگوی مورد مطالعه در سطح اطمینان ۰/۰۵ درصد مشاهده می‌شود. میانگین به دست آمده برای هر یک از الگوهای جابه‌جایی و تجمعی روستایی، به ترتیب ۲/۲۵ و ۲/۹۵ است که از میانگین نظری کمتر است، لذا می‌توان پذیرفت که فراوانی گزینه‌های خیلی کم و کم به طور معنی‌داری بیشتر است.

به طور کلی جابه‌جایی روستاهای تأثیر مثبتی در افزایش اشتغال نداشته است، البته ایجاد مشاغل خدماتی در شهر پیشکمر تا حدودی به ایجاد اشتغال کمک نموده است. با توجه به نبود زمینه‌های اشتغال در محیط پیرامون و فقدان تخصص کافی، جوانان به ناچار به مشاغل کارگری در شهرهای بزرگ به خصوص تهران و سمنان روی آورده‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که اشتغال در مشاغل کارگری شهرهای بزرگ، از امنیت شغلی مناسبی برخوردار نبوده و فاصله زیاد از محل اسکان و محل اشتغال، مشکلات عدیده‌ای را برای خانواده‌های کارگران پدید آورده است.

#### درآمد و سرمایه

در بخش درآمد و سرمایه دو الگو در سطح اطمینان ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌داری بودند. میانگین این قلمرو در الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی تجمعی به ترتیب ۲/۷۴ و ۲/۹۶ است که کمتر از میانگین نظری است.

روستائیان در هر دو منطقه مورد بررسی معتقد به افزایش میزان سرمایه‌های ساکنین (از قبیل ماشین و محصولات بادوام) پس از جابه‌جایی هستند اما این امر را با میزان بدھی به بانکها و مؤسسات مالی مرتبط می‌دانند.

#### مشارکت اجتماعی

در قلمرو مشارکت اجتماعی که با کمک گویه‌های عضویت در نهادهای محلی و مشارکت در تصمیم‌گیری-های مختلف امور روستا مورد سنجش قرار گرفته است، اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۰۵ درصد بین الگوها مشاهده می‌شود. میانگین امتیاز مشارکت اجتماعی در دو الگوی جابه‌جایی و تجمعی، به ترتیب ۳/۲۸ و ۲/۸۹ است که بیانگر بهبود وضعیت مشارکت در سه روستای جابه‌جا شده است. مصاحبه‌های عمیق صورت گرفته با اهالی نشان داد که ساکنین از مشارکت در جهت دریافت امتیازات از نهادهای دولتی بهره می‌برند.

#### بهداشت

بررسی‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در مؤلفه بهداشت بین دو الگوی مورد مطالعه است. وجود مرکز بهداشت در شهر پیشکمر، خدمات رسانی در شهر پیشکمر را بهبود داده، اما بررسی‌ها نشان دهنده کاهش میزان نفوذ بهورزان روستایی در سایت پیشکمر است. میانگین مؤلفه بهداشت در روستاهای جابه‌جا شده و پیشکمر به ترتیب ۳/۶۸ و ۳/۴۵ است که به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین نظری است.

#### رفاه اجتماعی

میانگین قلمرو رفاه اجتماعی، که از کامپیوت کردن گویه‌های دسترسی به امکانات رفاهی، دسترسی به امکانات تغیریخی، دسترسی به امکانات ورزشی (سالن‌های ورزشی)، کاهش احساس محرومیت و کاهش وابستگی به شهرهای دیگر برای تأمین خدمات تشکیل شده، در الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی تجمعی به ترتیب ۲/۹۳ و ۳/۳۴ است که بهبود وضعیت رفاهی ساکنان هر دو الگو را نشان می‌دهد.

#### آموزش

میانگین قلمرو آموزش در دو الگوی جابه‌جایی محدود و تجمعی به ترتیب ۳/۵۲ و ۴/۰۲ است که به مراتب از میانگین ظاهری بیشتر بوده و بیانگر بهبود در شاخص‌های قلمرو آموزش بعد از اسکان مجدد است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که امکانات آموزشی در شهر پیشکمر پس از تجمیع روستاهای به صورت گستردۀ افزایش یافته است. وجود سه مدرسه ابتدایی، سه مدرسه راهنمایی و دو دیبرستان پسرانه و یک دیبرستان دخترانه امکان ادامه تحصیل دختران و پسران را تا پایان دوره دیبرستان فراهم نموده است. این در حالی است که نبود دیبرستان در روستاهای جابه‌جا شده مشکلات عدیدهای را در زمینه ادامه تحصیل دانش آموزان به خصوص دختران دانش آموز ایجاد کرده است. دو الگو در حدود اطمینان ۰/۰۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

### امنیت

مؤلفه امنیت در این تحقیق از ترکیب گویه‌های احساس از بین رفتن امنیت اجتماعی، افزایش میزان ناامنی و از بین رفتن حریم‌های شخصی مورد ارزیابی قرار گرفته است. میانگین قلمرو امنیت در الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی تجمعی به ترتیب  $3/46$  و  $3/09$  است. کوچک بودن جامعه روستایی، محیطی را ایجاد می‌کند که اولاً برخوردهای چهره به چهره و مراودات فamilی بسیار گسترده‌ای در آن جریان دارد و ثانیاً نوعی نظارت کامل اجتماعی بر آن حکم‌فرماست که طی آن اعمال و رفتار تک تک اهالی تحت نظر ارزش‌های مرسوم در جامعه ارزیابی می‌شود. با تجمعی روستاهای این اعمال نظارت کمرنگ شده و به مرور زمان از بین می‌رود. این در حالی است که رعایت حریم‌های طایفه‌ای و فamilی بین ساکنان و همسایگی‌های قبل از سیل و عدم ادغام روستاهای در محل جدید تا حدود زیادی مانع کمرنگ شدن نظارت همگانی در شهر جدید پیشکمر شده است.

### مسکن

در قلمرو مسکن اختلاف معنی‌داری بین دو الگو مشاهده نشد. میانگین قلمرو مسکن در الگوی جابه‌جایی محدود  $3/81$  و در الگوی تجمعی  $3/77$  است. اهالی هر دو روستا به افزایش رعایت معیارهای فنی در ساخت مسکن معتقدند. در گویه تناسب مساکن جدید با نیازهای روستایی، بدلیل وجود مساحت پایین عرصه در خانه‌ها و لزوم رعایت الزامات بهداشتی، امکان نگهداری دام در مساکن جدید وجود ندارد. مطالعات و بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که مسکن جدید نسبت به مساکن قبلی روستاییان از جنبه‌های مختلف تغییر کرده و این مساکن جدید با ادامه فعالیت‌های قبلی روستاییان چندان سازگاری ندارد.

### محیط طبیعی

بررسی شاخص‌های محیط طبیعی که از ترکیب گویه‌های افزایش اینمی در برابر بلایای طبیعی، افزایش استفاده از مصالح سازگار با محیط طبیعی در ساخت مسکن، از بین رفتن چشم‌انداز طبیعی (تخرب چشم‌انداز طبیعی) و افزایش فشار بر منابع طبیعی به دست آمده است، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین دو الگو در حدود اطمینان  $0/05$  است. میانگین مشاهدهای قلمرو محیط طبیعی در دو الگوی جابه‌جایی محدود و تجمعی به ترتیب  $3/49$  و  $3/73$  است که بیشتر از میانگین نظری ( $3$ ) است. این امر نشان‌دهنده بهبود وضعیت این قلمرو نسبت به دوره قبل از اسکان مجدد است.

### اطلاعات و ارتباطات

در قلمرو اطلاعات و ارتباطات، که از ترکیب شاخص‌های دسترسی به خدمات مخابراتی، وجود شبکه راه‌های ارتباطی مناسب و میزان ارتباط و مراجعه روستاییان به شهرها (تغییر ارتباط شهر و روستا) مورد ارزیابی قرار گرفته است، اختلاف معنی‌داری بین دو الگو در حدود اطمینان  $0/05$  مشاهده شد. میانگین این مؤلفه در الگوی جابه‌جایی

۳/۵۰ و در الگوی تجمعیع است که بیشتر از میانگین نظری است. لذا می‌توان پذیرفت که فراوانی گزینه‌های خیلی زیاد و زیاد به طور معنی داری بیشتر است. در جدول ۴، آماره‌های مربوط به تحلیل داده‌ها آمده است.

**جدول ۴ آماره‌های مربوط به تحلیل داده‌ها در قلمروهای دهگانه کیفیت زندگی**

آزمون t		اصحراف معیار	میانگین	تعداد نمونه	منطقه مطالعاتی	مؤلفه‌ها
سطح معنی داری (درصد)	t آماره					
۰/۰۰۰	-۸/۲۲۳	۰/۵۸۹۰۹	۲/۲۵۵۷	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	اشتغال
		۰/۷۷۴۰۴	۲/۹۴۷۶	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۰	۴/۲۱۴	۰/۶۴۶۸۱	۳/۲۸۴۱	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	مشارکت اجتماعی
		۰/۸۶۰۰۸	۲/۸۹۲۷	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۰	-۳/۶۴۵	۰/۴۶۰۲۱	۲/۷۳۹۸	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	درآمد
		۰/۴۸۶۶۱	۲/۹۶۴۵	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۸	-۲/۶۵۱	۰/۶۱۴۰۹	۳/۴۴۷۰	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	بهداشت
		۰/۷۴۹۵۱	۳/۶۸۹۴	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۰	-۳/۹۶۴	۰/۷۷۵۳۷	۳/۵۰۳۸	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	اطلاعات و ارتباطات
		۰/۷۰۵۷۷	۳/۸۶۷۴	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۰	-۵/۰۵۹	۰/۴۶۴۸۹	۲/۹۳۵۸	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	رفاه اجتماعی
		۰/۷۵۱۰۴	۳/۳۴۵۵	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۲۵	-۲/۲۷۱	۰/۵۱۶۸۳	۳/۴۸۸۶	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	محیط طبیعی
		۰/۳۷۱۵۷	۳/۶۲۷۸	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۰	-۴/۸۶۱	۰/۷۷۸۴۸	۳/۵۱۷۰	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	آموزش
		۰/۸۴۶۴۹	۴/۰۲۳۶	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۰۰۴	۲/۹۲۴	۱/۰۰۶۶۸	۳/۴۶۰۲	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	امنیت
		۰/۹۴۱۱۳	۳/۰۹۷۷	۱۹۱	الگوی تجمعیع	
۰/۵۲۳	۰/۶۳۹	۰/۶۴۴۸۷	۳/۸۱۱۹	۸۸	الگوی جابه‌جاوی	مسکن
		۰/۵۱۳۴۷	۳/۷۶۶۰	۱۹۱	الگوی تجمعیع	

#### رضایت از کیفیت زندگی بعد از جابه‌جاوی روستاها

کیفیت زندگی منطقی، رضایت افراد را از زندگی پس از توجه به رضایت از قلمروهای مختلف زندگی منعکس می‌سازد. به عبارت دیگر، کیفیت زندگی منطقی بعد از این که پاسخگویان در مورد رضایتشان از قلمروهای مختلف

اظهار نظر کردند، بر حسب پاسخ منطقی اندازه‌گیری شده است. برای این کار از پاسخ‌دهندگان خواسته شد که با توجه به همه قلمروهای ذکر شده در پرسشنامه، میزان رضایتشان را از کیفیت کلی زندگی بعد از جابه‌جایی روستاهای بیان کنند و پاسخ این سؤال به عنوان کیفیت زندگی منطقی مورد توجه قرار گرفت. جدول ۴ میزان رضایت از کیفیت زندگی پاسخگویان را نشان می‌دهد، میانگین رضایت از کیفیت زندگی در الگوی جابه‌جایی محدود و الگوی تجمعی به ترتیب ۳/۶۷ و ۳/۳۶ است که بیشتر از میانگین نظری (۳) است، این امر نشان‌دهنده بهبود وضعیت این قلمرو نسبت به دوره قبل از اسکان مجدد در هر دو الگوی مورد مطالعه است. همچنین بررسی‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در میزان رضایت از کیفیت زندگی بین الگوهای تجمعی و جابه‌جایی در منطقه است (جدول ۵).

**جدول ۵** میزان رضایت از کیفیت زندگی بعد از جابه‌جایی روستاهای

آزمون t		انحراف معیار	میانگین	تعداد نمونه	منطقه مطالعاتی	مؤلفه‌ها
سطح معنی‌داری (درصد)	آماره t					
۰/۰۲۹	-۲/۱۹۹	۱/۱۴۷	۳/۳۶	۸۸	الگوی جابه‌جایی	رضایت از
		۱/۰۶۸	۳/۶۷	۱۹۰	الگوی تجمعی	کیفیت زندگی

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه، اثرات راهبرد اسکان مجدد بر کیفیت زندگی ساکنان روستاهای جابه‌جا شده مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه دو الگوی جابه‌جایی محدود و جابه‌جایی تأمباً با تجمعی روستاهای در منطقه مورد مطالعه نشان داد که هر یک از الگوهای مورد مطالعه مزایا و معایبی دارند و هیچ کدام از الگوها نتوانسته‌اند در تمامی قلمروهای در کیفیت زندگی جوامع مورد مطالعه بهبود چشمگیری ایجاد کنند. در شهر جدید پیشکمر (الگوی تجمعی) جز در قلمروهای اشتغال، مشارکت و درآمد و ثروت روند مثبتی در سایر قلمروهای کیفیت زندگی مشاهده شده است. نتایج بررسی‌ها در شهر پیشکمر نشان داد که تنها ۱۵/۷ درصد پاسخگویان از کیفیت زندگیشان بعد از تجمعی روستاهای به شهر راضی بودند و کمتر از ۴۸ درصد افراد از کیفیت زندگی خود ابراز نارضایتی کردند. ارزیابی میزان رضایت از قلمروهای مورد استفاده در این مطالعه نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان در شهر پیشکمر بیشترین میزان رضایت را از قلمرو آموزش (با ارزش میانگین ۴/۰۲) و کمترین میزان رضایت را از قلمرو مشارکت (با ارزش میانگین ۲/۸۹) داشته‌اند.

در سه روستای جابه‌جا شده (الگوی جابه‌جایی محدود) در سه قلمرو اشتغال، درآمد و ثروت و رفاه بهبودی در شاخص‌های کیفیت زندگی مشاهده نگردید. نتایج بررسی‌ها نشان داد که ۲۸/۵ درصد پاسخگویان از کیفیت زندگیشان بعد از جابه‌جایی روستاهای راضی بودند و تنها کمتر از ۱۲/۵ درصد افراد از کیفیت زندگی خود ابراز نارضایتی کردند. ارزیابی رضایت از قلمروهای مورد استفاده در این مطالعه نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان در سه

روستای جابه‌جا شده بیشترین میزان رضایت را از قلمرو مسکن (با ارزش میانگین ۳/۸۱) و کمترین میزان رضایت را از قلمرو اشتغال (با ارزش میانگین ۲/۲۶) داشته‌اند.

سیاست‌های اسکان مجدد نباید تنها به معنای جبران مالی یا ارایه وسائل زندگی تلقی شود. بلکه باید همه زمینه‌ها و جنبه‌های زندگی (مالی، شغلی، آموزشی، اجتماعی، فرهنگی، محیطی و کالبدی و...) را در بر گیرد تا در طول فرآیند اجرای طرح موجب کاهش مشقت و سختی افراد شود. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بهدلیل عدم توجه جدی به امور اشتغال‌زاویه و محدودیت منابع آب و خاک از یک سو و نابرابری در بهره‌مندی از فرصت‌های شغلی محدودی که در بخش خدمات دولتی ایجاد شده از سوی دیگر، اجتماعات جابه‌جا شده به بهره‌برداری مجدد از منابع موجود در مکان‌های قبلی روی آورده و همچنان به مهاجرت‌های فصلی به سایر مکان‌ها از جمله شهرهای بزرگ ادامه می‌دهند. افزایش فاصله بین مزارع و محل سکونت سبب شده است که زارعان وقت بیشتری جهت رفت و آمد بین مزارع و محل سکونت خود صرف کنند که این صرف وقت بیشتر در رسیدن به مزرعه به نوعی در افزایش هزینه‌های تولید نیز مؤثر است. لذا لازم است منابع معيشی مناسب به عنوان جایگزین در نظر گرفته شود و به نزدیکی محل جدید و محصولات، ارتباط با مراکز اقتصادی و بازار کار و خدمات توجه لازم مبدول گردد و فضای زیستی با الگوهای زیستی مناسب و سازگار باشد.

قلمرو اشتغال با توجه به این که امتناع پایین‌تری را در بین قلمروهای مورد بررسی کیفیت زندگی به خود اختصاص داده است، نیاز به بررسی و توجه بیشتری دارد. آموزش مشاغل مهارتی و فنی به روستاییان بهویژه جوانان، ایجاد تنوع شغلی و ایجاد بیمه‌های کم‌هزینه شغلی مخصوص روستاییان برای افزایش ضریب امنیت شغلی از جمله پیشنهادهایی است که می‌توان جهت بهبود این قلمرو در منطقه مورد مطالعه ارایه داد.

#### یادداشت‌ها

- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری با عنوان تبیین اثرات اسکان مجدد در توسعه پایدار روستایی (مطالعه موردی: روستاهای سیل‌زده شرق استان گلستان) است که با راهنمایی دکتر سید حسن مطیعی لنگرودی در دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران در حال انجام است.

#### References

- Ardeshiri. M., 2009. Formulation a pattern of resettlement plans in dams projects (with emphasis on environmental consideration). MSc Thesis in planning and management environment course, Tehran University.
- Eftekhari, A. R., Sadeghloo, T., Ahmad Abadi, A., Sojasi Qidari, H., 2010. Zoning of rural regions in flood hazard with use of Hec-GeoRAS model in GIS sphere. Journal of rural development. Vol 1, No 1, successive No 36. Autumn and winter 2010.
- Epley, D., Menon, M., 2008. A method of assembling cross-sectional indicators into a community quality of life, Soc Indic Res, No 88, Pp: 281-296.

- Ghaffari, G. R., Omidi, R., 2009. Quality of life indicator of social development. Shrazeh publication. 235 pages.
- Ghalibaf, M. B., Ramezanzadeh, M., Yari Shegefti, I., 2009. An assessment of Iranian rural residents satisfaction of the quality of life and its effects on the security of border areas, A case study of Nosoud district. Journal of Roosta va Towse'e. Vol 12, No 3, Atutmn 2009. Pp: 163-184.
- Lee, Y. J., 2008. Subjective quality of life measurement in Taipei, Building and Environment. Vol 43, No 7.
- Montazeriun, M., 2011. A study of the rural settlements relocation process in reconstruction planning after the 2005 flood in the east of Golestan province, Iran. MSc Thesis in Reconstruction after disaster, Shahid Beheshti University.
- Nejat. S., 2008. Quality of life and its measurement. Journal of Epidimology. Vol 4, No 2, Pp: 57-62.
- Pahlavanzadeh, H., Rezvani, M. R., Mohammadi, A., 2010. Assessment the quality of life in post disaster rural resettlement (case study: regrouping villages in Golestan province). Housing and environmenta, specialized guarterly magzine of housing foundation of islamic revolution. Vol. 29, summer 2
- Papanikolaou, V., Adamis, D., Kyriopoulos, J., 2012. Long term quality of life after a wildfire disaster in a rural part of Greece. Open Journal of Psychiatry, 2012, 2, 164-170. <http://www.SciRP.org/journal/ojpsych>.
- Rahmati, M. M., 2006. Socio-economical changes of integration of rurals after earthquake in Rudbar and Manjil regions. journal of social studies. Vol 1, No 2. Pp: 83-110.
- Rezvani, M. R., Hossain Mansourian and Mohammad Hossain Sattari., 2012. Evaluating Quality of Life in Urban Areas (Case Study: Noorabad City, Iran). Social Indicators Research, DOI 10.1007/s11205-012-0048-2.
- Rezvani, M. R., Mansourian, H., 2013. Developing small cities by promoting village to town and its effects on quality of life for the local residents. Social Indicators Research, Volume 110, Issue 1, pp 147-170.
- Rezvani, M. R., Mansourian, H., Ahmadi, F., 2010. Promoting villages to city and its role on improvement of quality of life of local resident (case study: Firozabad and Saheb cities in Lorestan and Kordestan provinces). Journal of rural research. Vol 1, No 1, pp: 33-65.
- Rezvani, M. R., Shakiba, M. R., Mansourian, H., 2009. Investigation of quality of life in rural areas. Journal of social welfare, No 30, 31.
- Santos, L. D and Martins, I., 2007. Monitoring Urban Quality of Life: The Porto Experience. Social Indicators Research, Volume 80, Issue 2, pp 411-425.
- Sharifi, F., Samadi. S. Z., and Wilson C., 2012. Causes and consequences of recent floods in the Golestan catchments and Caspian Sea regions of Iran. Natural Hazards. Volume 61, Issue 2, pp 533-550.

## بازسازی دمای بیشینه بهار - تابستان در یال غربی زاگرس میانی با استفاده از یک گاهشناصی منطقه‌ای (۲۰۱۰-۱۷۵۰)

قاسم عزیزی<sup>۱</sup>-دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محسن ارسلانی - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

عزت الله ارسلانی - دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

رضا صفائی راد - دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۲/۲۵

### چکیده

حلقه‌های درختی می‌تواند به عنوان یک شاخص اقلیمی مفید جهت مطالعه نوسانات ماهانه و فصلی متغیرهای اقلیمی طی سده‌های گذشته به کار روند. برای به دست آوردن یک گاهشناصی منطقه‌ای، تعداد ۵۴ نمونه از دو گونه درختی بلوط ایرانی و بلوط مازودار در رویشگاه دالاب در استان ایلام و رویشگاه شینه در استان لرستان برداشت شد. در این پژوهش پهنه‌ای حلقه‌های زمانی رویشی سالانه درختان توسط دستگاه LINTAB5 مجهز به نرم افزار TSAP مورد اندازه‌گیری گرفت و تطابق زمانی منحنی‌های رویشی درختان دو رویشگاه به دو شیوه چشمی و آماری توسط نرم افزار مذکور به انجام رسید. با تعیین میزان EPS مطمئن‌ترین بخش از گاهشناصی منطقه‌ای (۲۰۱۰-۱۸۴۰) برای بازسازی مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های دمای بیشینه ماهانه و فصلی ایستگاه‌های هواشناسی ایلام (۱۹۸۷-۲۰۱۰) و خرم‌آباد (۱۹۵۱-۲۰۱۰) برای واسنجی گاهشناصی منطقه‌ای در طول دوره آماری مشترک به کار گرفته شد. نتایج پژوهش نشان داد که دمای بیشینه در فصل رویشی و فصل قبل از آن بر روی رویش درختان بلوط این منطقه تأثیر منفی دارد. دمای بیشینه بهار - تابستان در منطقه مورد مطالعه طی دوره بازسازی شده (۱۸۴۰-۲۰۱۰) روند صعودی را نشان می‌دهد. دمای بیشینه طی دوره بازسازی شده در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۰، ۱۹۸۴، ۱۹۶۶، ۱۹۵۸، ۱۹۵۵، ۱۹۵۲، ۱۹۴۵-۱۹۴۴، ۱۹۳۳، ۱۹۲۹ و ۱۹۰۴ افزایش شدید داشته است.

**کلید واژه‌ها:** گاهشناصی منطقه‌ای، بلوط، تغییرات درون‌سالی، حلقه‌های درختی، اقلیم‌شناسی درختی.

## مقدمه

پدیده تغییر اقلیم از دیرباز وجود داشته و در بردارنده دوره‌های سرد و گرم است. اسناد و شواهد بسیاری وجود دارد که حاکی از رخداد دوره‌های یخچالی و بین یخچالی در گذشته بوده است (عزیزی، ۱۳۸۳). پژوهش‌هایی که تاکنون با استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلف انجام گرفته نشان می‌دهد که روند گرمایشی، بعد از پایان یافتن عصر یخ‌بندان IPCC، که یکی از عصرهای هولوسن بین قرن‌های ۱۷ و ۱۹ میلادی بوده، در سطح زمین شروع شده است (IPCC, 2007). در اواخر قرن ۱۹ و آغاز قرن ۲۰ در ۵۸٪ از سطح کره زمین روند گرمایشی آغاز شده است (عساکر، ۱۳۸۶: ۷۷). با مشاهده داده‌های اقلیمی ثبت شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی به نظر می‌رسد که در بسیاری از مناطق، دامنه تغییرات اقلیمی در دهه‌های اخیر شدت بیشتری به خود گرفته است. با این حال میزان و شدت تغییرات اقلیمی در عرض-های جغرافیایی مختلف متفاوت است (IPCC, 2007). به طور مشخص رخداد تغییرات اقلیمی در دوره‌های زمانی مختلف، تغییرات درون‌سالی به صورت ماهانه و فصلی را نیز به دنبال دارد. این مسئله با توجه به فصلی بودن آب و هوای ایران اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. تغییرات فصلی متغیرهای دما و بارش به مراتب اثرات شدیدتری را بر روی منابع آب، کشاورزی و ... به جای می‌گذارد (عزیزی، ۱۳۸۲: ۱۳۱). بسیاری از پژوهشگران با توجه به شواهد موجود و کمک گرفتن از مدل‌سازی‌های مختلف، رخداد تغییر اقلیم در ایران را طی دهه‌های اخیر مورد تأکید قرار داده‌اند که می‌توان به مطالعات انجام شده توسط عزیزی و همکاران (۱۳۸۷)، عباسی و همکاران (۲۰۱۱) و کوثری و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد. برای مطالعه تغییرات اقلیمی در دوره‌های زمانی مختلف، وجود داده‌های اقلیمی ثبت شده و مطمئن ضروری است. درختان به عنوان یک شاهد اقلیمی زنده می‌توانند تأثیر رخدادهای محیطی را در بافت‌های خود منعکس کنند. با توجه به محدود بودن دوره آماری ایستگاه‌های هواشناسی، حلقه‌های درختی به عنوان یک شاخص اقلیمی مطمئن جهت مطالعه نوسانات متغیرهای اقلیمی طی سده‌های گذشته به حساب می‌آیند (توچان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ Bräuning<sup>۲</sup>؛ Fan<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). با مطالعه حلقه‌های سالانه گونه‌های درختی بلوط موجود در رویشگاه بزرگ زاگرس، می‌توان اطلاعات اقلیمی ارزشمندی را از تغییرات فصلی آب و هوا در طول زیست این درختان به دست آورد (ارسلانی، ۱۳۹۱: ۳۹۱). عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) بارش اکبر - می شهر کرمانشاه را با استفاده از حلقه‌های درختی بلوط مازودار طی دوره ۱۷۰۵-۲۰۱۰ بازسازی کردند. آن‌ها ضمن مشخص کردن دهه‌های مرطوب و خشک، نشان دادند که طول دوره خشکسالی‌ها به طور معمول بیشتر از طول دوره ترسالی‌ها است. ارسلانی (۱۳۹۰) در پژوهشی به بازسازی تغییرات دما و بارش در منطقه زاگرس میانی پرداخت و نتایج پژوهش او نشان داد که دمای بیشینه در قرن ۲۰ و بمویزه در دهه‌های پایانی آن روند صعودی به خود گرفته است. ارسلانی و همکاران (۱۳۹۱) تغییرات دمای بیشینه استان کرمانشاه را با استفاده از حلقه‌های

1 Touchan

2 Bräuning

3 Fan

درختی بازسازی کردند. آن‌ها ضمن مشخص نمودن بالاترین و پایین ترین رخدادهای دمای بیشینه در طول دوره مورد مطالعه به این نتیجه رسیدند که دمای بیشینه منطقه مورد مطالعه، بیشترین تأثیر منفی را بر رویش درختان بلوط دارد. حسین‌زاده و جهادی طرقی (۱۳۹۱) واقعی سیلانی قرن گذشته در بخشی از بستر رودخانه سه هزار تنکابن را بازسازی کردند و نتایج پژوهش نشان داد که هرچه به زمان حاضر نزدیک‌تر می‌شویم، فاصله تکرار سیلان‌ها کوتاه‌تر شده و اثر آن‌ها بر زئومورفولوژی و اکولوژی منطقه شدیدتر شده است. پورطهماسی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی رابطه اقلیم - رویش دو گونه درختی بلوط و ارس<sup>۱</sup> در دو دامنه شمالی و جنوبی البرز پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که گاهشناصی‌های ساخته شده از این دو گونه علی‌رغم نزدیک بودن رویشگاه‌های آن‌ها با هم همبستگی ندارند و واکنش آن‌ها به متغیرهای اقلیمی نسبتاً متفاوت است. نتایج پژوهش کرم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) که تأثیر متغیرهای اقلیمی را بر رویش گونه درختی بلوط بلند مازو<sup>۲</sup> در منطقه سراوان گیلان مورد بررسی قرار دادند نشان داد که بارش در ماههای می و زوئیه دارای همبستگی مثبت و دمای بیشینه در ماههای می و سپتامبر با پهنهای حلقه‌های رویشی دارای همبستگی منفی است. نجفی و همکاران (۱۳۸۹) به مطالعه رابطه اقلیم - رویش گونه درختی بلوط مازودار در غرب کشور پرداختند و نتایج نشان داد که بارش اکتبر - ژوئن دارای تأثیر مثبت و دما در ماههای اکتبر قبل از رویش تا نوامبر سال رویشی جاری دارای تأثیر منفی بر روی رویش این گونه درختی است.

در مناطق مختلف جهان نیز مطالعات متعددی برای بازسازی و مطالعه متغیرهای اقلیمی صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های انجام شده توسط بائو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲)، فلاور<sup>۴</sup> و اسمیت<sup>۵</sup> (۲۰۱۱)، فان و همکاران (۲۰۱۰)، یانگ بلات<sup>۶</sup> و لاکمن<sup>۷</sup> (۲۰۰۶)، سانو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۵) و جاکوبی<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد که با استفاده از حلقه‌های رویشی سالیانه گونه‌های درختی مختلف به بازسازی متغیر اقلیمی دما پرداخته‌اند.

هدف از انجام این پژوهش بررسی درازمدت تغییرات فصلی دمای بیشینه منطقه مورد مطالعه در دوره گرم سال طی دوره ۲۰۱۰-۱۷۵۰ است.

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شامل استان‌های لرستان و ایلام در غرب میانی ایران است. استان‌های لرستان و ایلام حجم زیادی از بارش‌های خود را در دوره سرد سال از امواج غربی دریافت می‌کنند. در این مناطق ریزش‌های جوی در

1 *Juniperus polycarpos*

2 *Quercus castaneifolia*

3 Bao

4 Flower

5 Smith

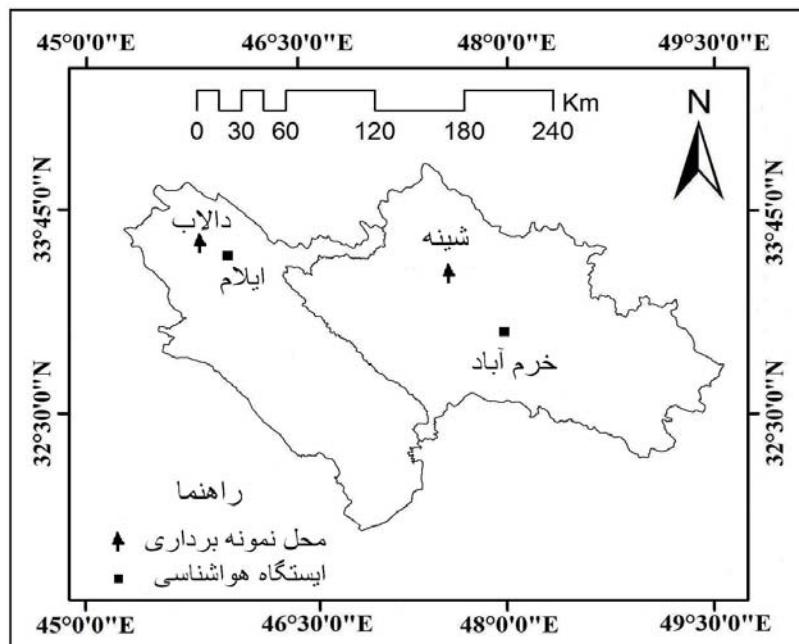
6 Youngblut

7 Luckman

8 Sano

9 Jacoby

اواسط ماه می پایان می‌باید و با عقب‌نشینی بادهای غربی، در ماه زوئن تا اوخر تابستان این مناطق نظیر دیگر بخش‌های ایران به طور کامل تحت تأثیر شرایط اقلیمی ناشی از پرفشار آزور<sup>۱</sup> قرار می‌گیرند. سوز بادهای گرم که از سرزمین‌های گرم و خشک خشک مجاور در ماههای زوئیه و اوتو به منطقه وارد می‌شوند شرایط تبخیر و تعرق را به شدت افزایش می‌دهند و شرایط خشکی را در منطقه به بالاترین میزان خود می‌رسانند. علاوه بر این رقیق بودن جو و موقعیت رویه با این مناطق نقش بسیار مؤثری در افزایش دما در دوره گرم سال دارد. داده‌های ثبت شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی منطقه نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر میزان دمای بیشینه روند صعودی پیدا کرده و با افزایش شدید دما و تشدید شرایط خشکی در فصل تابستان، دبی رودخانه‌های دائمی به طور محسوسی کاهش یافته است. در منطقه مورد مطالعه همچون دیگر بخش‌های زاگرس گونه‌های درختی بلوط استقرار یافته‌اند. غالب‌ترین گونه درختی موجود در این مناطق گونه بلوط ایرانی<sup>۲</sup> است. با این حال گونه درختی بلوط مازودار<sup>۳</sup> به صورت رویشگاه‌های پراکنده و عمده‌ای در استان لرستان استقرار دارد. این گونه‌های درختی به دلیل دانه‌زاد بودن، سن نسبتاً زیادی دارند. از بین رویشگاه‌ها و پوشش‌های جنگلی موجود در این دو استان، رویشگاه‌های دالاب و شینه برای نمونه‌برداری انتخاب شد. رویشگاه دالاب در استان ایلام (عرض شمالی:  $33^{\circ}40'0''$  و طول شرقی:  $47^{\circ}52'0''$ ) در دامنه رو به باد کوه‌های مانشت قرار دارد در حالی که رویشگاه شینه (عرض شمالی:  $33^{\circ}45'0''$  و طول شرقی:  $47^{\circ}13'0''$ ) در دامنه پشت به باد تقدیس سفید کوه در استان لرستان واقع شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



1 Azores high

2 *Quercus persica*

3 *Quercus infectoria* Olive

## شکل ۱ موقعیت نقاط نمونهبرداری و ایستگاههای هواشناسی در دو استان لرستان و ایلام

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونهبرداری به روش تهیه مغزه<sup>۱</sup> انجام شده است. استفاده از این روش باعث می‌شود تا از قطع درخت جلوگیری شده و آسیب کمتری به درخت وارد شود. با استفاده از یک متنه رویش‌سنجد مخصوص درختان سخت‌چوب، تعداد ۵۴ نمونه از رویشگاه دلال (۳۶ نمونه از ۱۳ درخت) در استان ایلام و رویشگاه شینه (۲۸ نمونه از ۱۴ درخت) در استان لرستان به صورت گزینشی در ارتفاع برابر سینه و در جهت‌های مختلف درختان برداشت شد. در ارتفاع برابر سینه (ممولا آن را ۱/۳ متر در نظر می‌گیرند) گونه‌های درختی به یک تعادل رویشی می‌رسند. همچنین نمونهبرداری در جهت‌های مختلف از تنه درختان این امکان را فراهم می‌آورد تا تأثیر فشارهای مکانیکی که ممکن است در جهت‌های مختلف بر روی تنه درختان وارد شود کنترل شود. لازم به ذکر است جهت نمونهبرداری در تمام درختان باید یکنواخت باشد. با توجه به وجود حلقه‌های کاذب، اشعه‌های چوبی و ... در ساختار چوبی برخی از درختان، از هر درخت تعداد دو نمونه برداشته شد تا بتوان یک منحنی رویشی مطمئن‌تر را برای هر درخت به دست آورد. برای اطمینان بیشتر و بی‌بردن به رابطه دقیق‌تر بین اقلیم - رویش، از دو گونه درختی بلوط ایرانی در رویشگاه دلال و بلوط مازودار در رویشگاه شینه استفاده شد. نمونه‌های برداشت شده برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها، پنهانی حلقه‌های رویشی سالیانه درختان از سمت پوست به مغز توسط دستگاه اندازه‌گیری LINTAB5 مجهز به نرم‌افزار TSAP و با دقت ۰/۰۱ میلی متر از سمت پوست به مغز اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که میزان رویش سالیانه درختان با شکل‌گیری یک حلقه رویشی مشخص می‌شود که با شمارش این حلقه‌ها توسط روش فوق سن درخت به دست می‌آید. بعد از اندازه‌گیری دو نمونه برداشت شده از هر درخت، با استفاده از آمارهای موجود در نرم‌افزار مذکور، کار تطبیق زمانی<sup>۲</sup> بین منحنی‌های رویشی<sup>۳</sup> و همچنین سری زمانی منحنی‌های رویشی درختان هر رویشگاه با هم به انجام رسید (استوکس<sup>۴</sup> و اسمایلی<sup>۵</sup>، ۱۹۶۸). برای حذف اثرات غیر اقلیمی نظیر سن درخت، رقابت بین گونه‌ها و یا دیگر عوامل تأثیرگذار بر رویش، با استفاده از برنامه ARSTAN (کوک<sup>۶</sup>، ۱۹۸۵) تمامی منحنی‌های رویشی با استفاده از منحنی برآشش چند جمله‌ای<sup>۷</sup> استانداردسازی شدند. از بین گاهشناصی‌های<sup>۸</sup> ساخته شده توسط برنامه مذکور گاهشناصی، باقیمانده<sup>۹</sup> (RES) به کار

1 Core

2 Cross dating

3 Growth curve

4 Stokes

5 Smiley

6 Cook

7 Cubic smoothing spline

8 Chronology

9 Residual chronology

کار گرفته شد. درختان مورد استفاده در این مطالعه دارای تاج پوشش باز بوده و همچنین به دلیل عدم رقابت رویشی بین آن‌ها، این نوع گاهشناسی مناسب‌تر به نظر رسید (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۳). بر اساس تطابق نسبتاً بالای موجود بین منحنی‌های رویشی درختان دو رویشگاه و همچنین همبستگی مناسب بین دو گاهشناسی رویشگاهی<sup>۱</sup> به دست آمده از دو رویشگاه، برای به دست آوردن یک گاهشناسی مطمئن و انجام بازسازی طولانی‌تر، تمامی نمونه‌های برداشت‌شده از دو رویشگاه با هم ترکیب شدند و یک گاهشناسی منطقه‌ای<sup>۲</sup> نیز محاسبه شد. لازم به ذکر است که ترکیب گاهشناسی‌های رویشگاهی با سینم مختلف که با هم دارای همبستگی قوی هستند، امکان تهیه یک گاهشناسی طولانی‌تر را فراهم می‌کند. با توجه به همپوشانی نمونه‌های برداشت شده، مقدار<sup>۳</sup> EPS (ویگلی<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۸۴) نیز توسط برنامه ARSTAN برای گاهشناسی منطقه‌ای مشخص شد. با مشخص شدن مقدار ضریب EPS مطمئن‌ترین بخش از گاهشناسی جهت بازسازی مشخص می‌شود (ویگلی و همکاران، ۱۹۸۴). جهت واسنجی<sup>۵</sup> از دمای بیشینه ماهانه آوریل – سپتامبر (بهار – تابستان) ایستگاه‌های هواشناسی ایلام (۱۹۸۷–۲۰۱۰) و خرمآباد (۱۹۵۱–۲۰۱۰) استفاده شد. در زاگرس میانی در فصل رویش درختان (آوریل – سپتامبر) به ندرت یخ‌بندان رخ می‌دهد و دمای حداقل نمی‌تواند به عنوان محدودکننده رویش در این منطقه عمل کند، بنابراین از متغیر دمای حداقل چشم‌پوشی شد. بر اساس روابط و همبستگی بین دمای بیشینه ماهانه و فصلی با گاهشناسی منطقه‌ای به دست آمده در دوره آماری مشترک، با استفاده از روش رگرسیون خطی کار بازسازی دمای بیشینه طی فصول بهار – تابستان (آوریل – سپتامبر) برای منطقه مورد مطالعه به انجام رسید. لازم به ذکر است در این روش، دمای بیشینه بهار – تابستان به عنوان متغیر وابسته و گاهشناسی منطقه‌ای به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود.

## بحث و نتایج

با به دست آمدن بالاترین میزان تطابق و همبستگی بین منحنی رویشی درختان هر رویشگاه با هم، برای هر رویشگاه یک گاهشناسی ساخته شد. طول گاهشناسی به دست آمده برای رویشگاه دالاب در استان ایلام (۱۷۷-۲۰۱۰) (۱۸۳۴-۱۸۸۴) سال است. کمینه سن درختان این رویشگاه ۶۳ سال و میانگین سنی آن‌ها ۱۰۵ سال است. نمونه‌های برداشت شده و یا به عبارت دیگر گاهشناسی ساخته شده در این رویشگاه طول نسبتاً کوتاهی دارد. علت عدمه این امر درون پوسیدگی زیاد گونه درختی مورد مطالعه (بلوط ایرانی) در این رویشگاه است. همچنین درختان این گونه به واسطه شکل‌گیری حلقه‌های سالانه نسبتاً پهن، علی‌رغم قطره بودن تنه دارای سن کمی هستند. شکل ۲ گاهشناسی RES ساخته شده از رویشگاه دالاب در استان ایلام به همراه تعداد نمونه‌های به کار رفته را نشان می‌دهد.

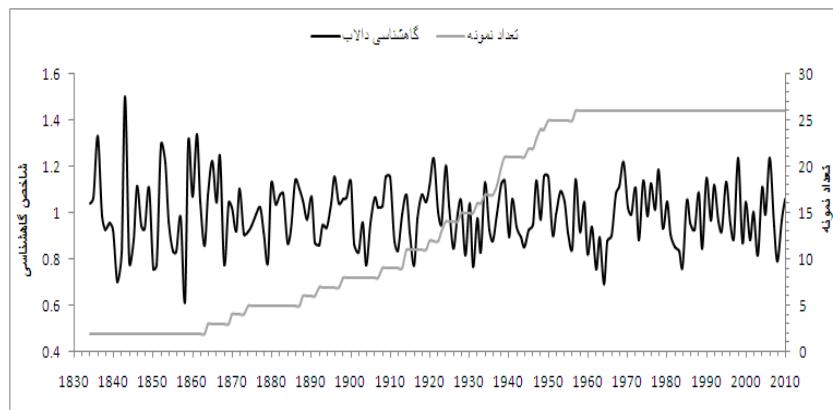
1 Site chronology

2 Regional chronology

3 Expressed Population Signal

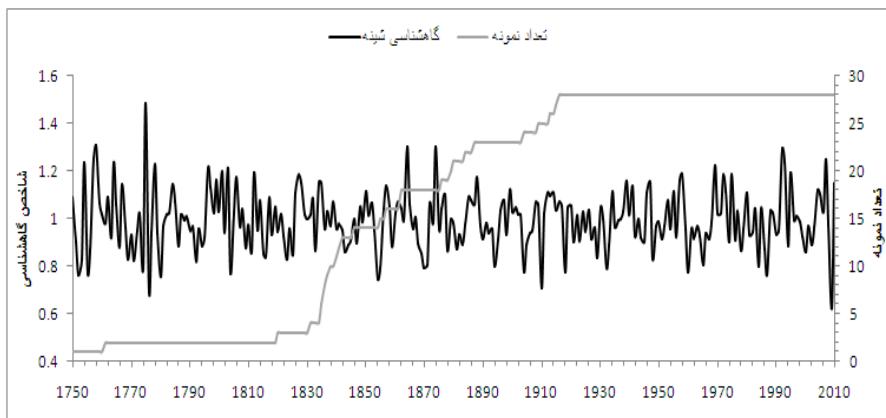
4 Wigley

5 Calibration



شکل ۲ گاهشناسی RES رویشگاه دالاب (منحنی تیره). منحنی خاکستری رنگ تعداد و سن هر یک از نمونه‌های استفاده شده را نشان می‌دهد.

گاهشناسی به دست آمده از رویشگاه شینه دارای ۲۶۱ سال (۱۷۵۰–۲۰۱۰) است. کمینه سن درختان در این رویشگاه ۹۸ سال و میانگین سنی درختان این رویشگاه ۱۶۳ است. حلقه‌های سالیانه گونه مازودار در مقایسه با بلوط ایرانی از ضخامت کمتری برخوردار است. به عبارت دیگر درختان این رویشگاه علی‌رغم قطر کمتر دارای سن بیشتری نسبت به گونه بلوط ایرانی هستند. شکل ۳ گاهشناسی RES رویشگاه شینه در استان لرستان را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در دهه‌های پایانی قرن ۲۰ از میزان رویش درختان در این رویشگاه به مقدار قابل توجهی کاسته شده است.

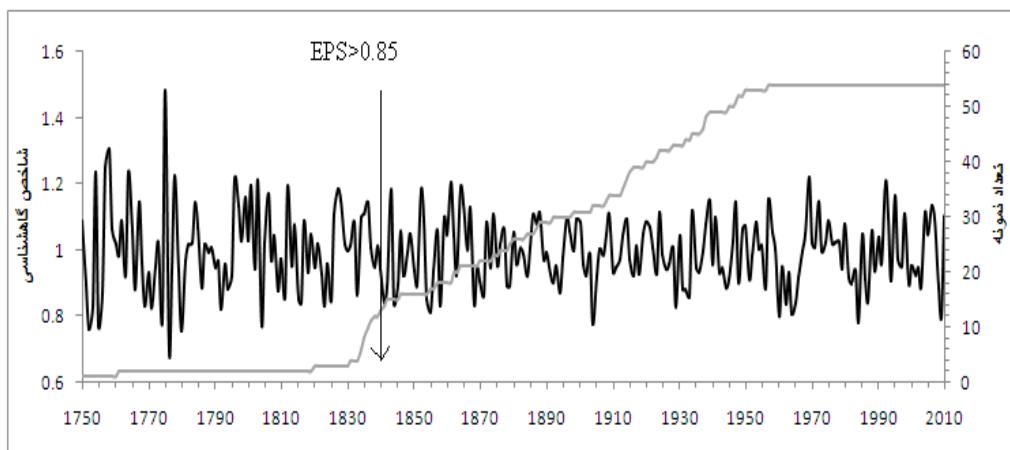


شکل ۳ گاهشناسی RES رویشگاه شینه در استان لرستان

گاهشناسی‌های به دست آمده از رویشگاه شینه در استان لرستان و رویشگاه دالاب در استان ایلام با وجود تفاوت در خرد اقلیم‌ها، توپوگرافی مناطق و مهمتر از همه تفاوت در گونه درختی به کار رفته، دارای تطابق و همبستگی نسبتاً مناسبی با هم هستند. همچنین مقایسه روند بین دو گاهشناسی به خوبی نشان می‌دهد که نوسانات رویشی بین دو گونه درختی در این رویشگاه‌ها تقریباً مشابه است. بین گاهشناسی‌های دو رویشگاه پیوند معناداری در سطح ۰/۰۵ برقرار است.

### گاهشناسی منطقه‌ای

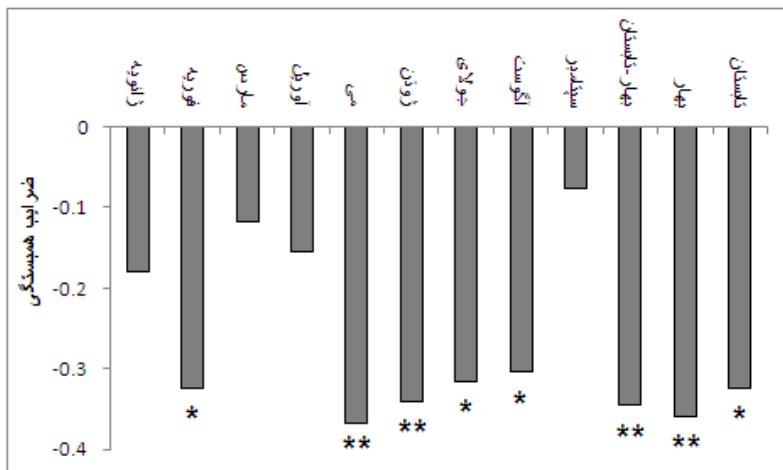
بر اساس میزان تطابق و همبستگی بین دو گاهشناسی، برای به دست آوردن یک گاهشناسی مطمئن و انجام بازسازی طولانی‌تر برای منطقه، با ترکیب تمامی منحنی‌های رویشی گاهشناسی منطقه‌ای محاسبه شد. شکل ۴ گاهشناسی منطقه‌ای را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، سال ۱۸۴۰ با تعداد ۱۴ نمونه (۷ درخت) به عنوان آخرین سالی محسوب می‌شود که مقدار EPS در آن بیشتر از  $85\%$  محاسبه شده است. از این سال به بعد نمونه‌های کمتری جهت ساخت گاهشناسی به کار رفته است. بنابراین این بخش از گاهشناسی از اعتبار کمتری جهت بازسازی اقلیمی برخوردار است. لازم به ذکر است با نمونه‌برداری از رویشگاه‌های مجاور و یا درختان مسن‌تر می‌توان طول این گاهشناسی را توسعه داد و دوره طولانی‌تری را برای بازسازی متغیرهای اقلیمی به کار گرفت.



شکل ۴ گاهشناسی منطقه‌ای. نمودار خاکستری تعداد و طول نمونه‌های به کار رفته را نشان می‌دهد. فلش عمودی نیز مرز بین مطمئن‌ترین بخش از گاهشناسی را برای بازسازی نشان می‌دهد.

### واسنجی گاهشناسی منطقه‌ای با دمای بیشینه

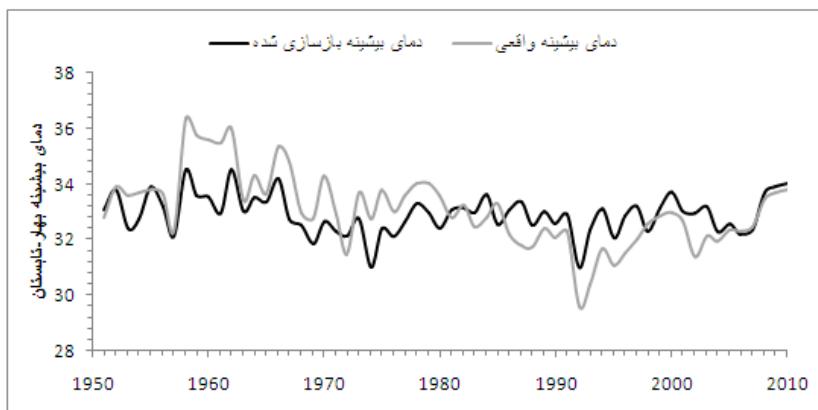
در این مرحله برای بررسی رابطه اقلیم - رویش، دمای بیشینه ماهانه و فصلی منطقه با گاهشناسی منطقه‌ای واسنجی شد. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، دمای بیشینه ماهانه در ماه‌های قبل از فصل رویش (ژانویه - مارس) و ماه‌های فصل رویش (آوریل - سپتامبر) دارای اثر منفی بر روی رویش درختان بلوط در دو رویشگاه ذکر شده است. دمای بیشینه در ماه‌های سپتامبر، مارس و آوریل به ترتیب کمترین میزان میزان تأثیر منفی را بر روی رویش درختان در این مناطق دارد. همان طور که مشاهده می‌شود، دمای بیشینه در فصل بهار در مقایسه با تابستان اثر شدیدتری بر رویش درختان در این منطقه دارد.



شکل ۵ ضرایب همبستگی گاهشناسی منطقه‌ای با دمای بیشینه. علامت \* همبستگی را در سطح ۵ درصد خطأ و علامت \*\* همبستگی را در سطح ۱ درصد خطأ نشان می‌دهد.

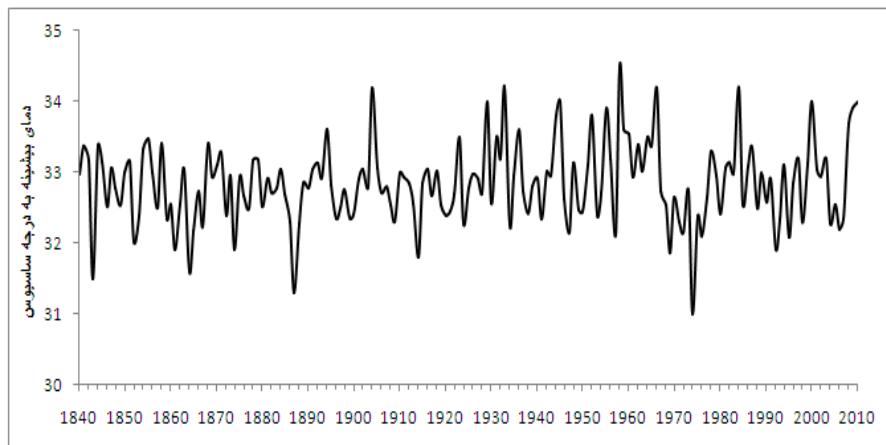
#### بازسازی دمای بیشینه بهار – تابستان

با توجه به همبستگی معنادار بین گاهشناسی منطقه‌ای و دمای بیشینه بهار-تابستان، کار بازسازی دمای بیشینه این دوره زمانی در طول دوره گاهشناسی منطقه‌ای به انجام رسید. شکل ۶ روند بین دمای بیشینه واقعی و بازسازی شده بهار-تابستان منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری مشترک را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در بسیاری از سال‌ها روند یکسانی بین دو منحنی وجود دارد و نوسانات دمایی شدید در دو منحنی دارای روند مشابهی هستند. با این وجود در طول دوره آماری مشترک (۱۹۵۱-۲۰۱۰) در شش سال بین دمای بیشینه واقعی و بازسازی شده روند یکسانی مشاهده نمی‌شود که سه تا از آن‌ها در فاصله زمانی ۱۹۸۵-۱۹۸۷ واقع شده است. همچنین در سال‌های اخیر روند صعودی در افزایش دمای بیشینه توسط دو منحنی مشاهده می‌شود.



شکل ۶ مقایسه بین دمای بیشینه واقعی و بازسازی شده بهار-تابستان طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۱۰ در نیمه غربی زاگرس میانی

بر اساس محاسبه مقدار EPS، محدوده بازسازی شده شامل یک دوره زمانی ۱۷۰ ساله (۱۸۴۰-۲۰۱۰) است. میانگین دمای بیشینه بهار-تابستان منطقه مورد مطالعه طی دوره بازسازی شده ۳۲/۸ درجه سلسیوس است. در طول دوره بازسازی شده بیشینه دما در سال ۱۹۵۸ به وقوع پیوسته است. کمینه دمای بیشینه بازسازی شده نیز به ترتیب در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۸۸۷ رخ داده است. همان طور که در شکل ۷ آمده است، دمای بیشینه بهار-تابستان در منطقه مورد مطالعه طی دوره بازسازی شده روند صعودی را نشان می‌دهد. بالاترین مقدار دمای بیشینه طی دوره بازسازی شده در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۰، ۱۹۸۴، ۱۹۶۶، ۱۹۵۸، ۱۹۵۲، ۱۹۵۰-۱۹۴۵، ۱۹۴۴-۱۹۴۵، ۱۹۳۳، ۱۹۲۹، ۱۹۰۴ و ۱۹۰۴ رخ داده است. در دهه‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۲۰ بر شدت افزایش دمای بیشینه افزوده شده و همچنین در فاصله سال‌های ۱۸۶۶-۱۸۵۹، ۱۸۹۵-۱۹۰۱ و ۱۹۷۸-۱۹۶۷ از میزان دمای بیشینه به طور چشمگیری کاسته شده است.



شکل ۷ بازسازی دمای بیشینه بهار-تابستان در نیمه غربی زاگرس میانی

### نتیجه گیری

با توجه به درون پوسیدگی نسبتاً زیاد گونه درختی بلوط ایرانی و همچنین شدت ضخامت حلقه‌های سالیانه این گونه، گاهشناسی ساخته شده از این گونه دارای سن کمتری است. همبستگی نسبتاً مناسب بین دو گاهشناسی به دست آمده از رویشگاه دلاب و شینه نشان می‌دهد که با وجود تفاوت در گونه درختی، عوامل رویشی مشترکی رویش سالیانه آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درختان از ریزش‌های جوی که در ماه‌های قبل از فصل رویش آن‌ها رخ می‌دهد، برای رویش سال بعد خود استفاده می‌کنند. بنابراین افزایش دمای بیشینه در این ماه‌ها بخشی از آب مورد نیاز درختان را به واسطه تبخیر از دسترس آن‌ها خارج می‌سازد. همچنین در ماه‌های فصل رویش، درخت به حجم قابل توجهی از آب جهت فعالیت‌های حیاتی خود نیاز دارد که با افزایش دمای بیشینه و شدت یافتن تبخیر و تعرق، رویش درختان دچار تنفس می‌شود. در اقلیم مدیترانه‌ای خشکسالی‌ها به همراه دمای بیشینه مهمترین فاکتورهای

محدود کننده رویش درختان هستند (ماکسیم<sup>۱</sup> و هندریک<sup>۲</sup>). لازم به ذکر است که شرایط جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، تأثیر منفی دمای بیشینه را تشدید می‌کند. در ماههای اولیه فصل رویش، درختان جهت جوانه زدن و شروع فعالیت‌های حیاتی خود نیاز به دما دارند بنابرین در ماههای مارس و آوریل از میزان تأثیر منفی دمای بیشینه کاسته شده است. در ماه سپتامبر نیز رویش سالیانه درختان این رویشگاهها با تکمیل چوب پایان<sup>۳</sup> خود خاتمه می‌یابد. بنابراین در این ماه نیز تأثیر دمای بیشینه به پایین‌ترین میزان خود رسیده است. در فصل بهار جهت شکل‌گیری چوب آغاز، درخت به حجم زیادی از آب نیاز دارد. با توجه به پایان یافتن بارش‌ها در اواسط این فصل، افزایش دمای بیشینه با شدت بخشیدن به تبخیر و تعرق در رویش درختان تنفس ایجاد می‌کند. بنابراین تأثیر منفی دمای بیشینه بر روی رویش درختان در این فصل نسبت به تابستان شدیدتر است. به عبارت دیگر هرچه از ماههای اولیه فصل رویش درختان فاصله می‌گیریم، از میزان تأثیر منفی دمای بیشینه بیشتر کاسته می‌شود. در زمینه تأثیر منفی دمای بیشینه بر روی رویش درختان، نجفی و همکاران (۱۳۸۹) در منطقه جوانزو و ارسلانی و همکاران (۱۳۹۱) در منطقه فریاد-رس کرمانشاه به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. دمای بیشینه بهار- تابستان در منطقه مورد مطالعه طی دوره بازسازی شده روند صعودی را نشان می‌دهد. ارسلانی و همکاران (۱۳۹۱) نیز به این نتیجه رسیدند که شدت و تعداد دوره‌های افزایش دمای بیشینه بازسازی شده استان کرمانشاه بسیار بیشتر از دوره‌های کاهش آن بوده است. در دهه‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ بر شدت افزایش دمای بیشینه افزوده شده است. متأسفانه تا کنون گاهشناسی‌های درختی مطمئنی در مناطق مختلف ایران ساخته نشده است تا بتوان نتایج به دست آمده از این بازسازی را مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار داد. با این حال برخی از نتایج حاصل از این بازسازی با بازسازی‌های انجام شده توسط کوس<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱)، آکمیک<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) و توچان و همکاران (۲۰۰۷) در ترکیه و غرب آناتولی مطابقت دارد. همچنین دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۵۰ توسط لیو<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۱) به عنوان دهه‌های خشک در جنوب تبت مشخص شده‌اند.

#### پیشنهادات

۱- گونه درختی بلوط ایرانی در این پژوهش دارای چوب درون بسیار سخت، درون پوسیدگی زیاد و اشعه‌های چوبی فراوان بود که کار نمونه‌برداری و اندازه‌گیری حلقه‌های سالیانه را با مشکل مواجه می‌کرد. پیشنهاد می‌شود در صورت دسترسی به گونه‌های دیگر از این گونه استفاده نشود.

1 Maxime

2 Hendrik

1 Late wood

4 Kose

5 Akkemik

6 Liu

- ۲- در بین درختان انتخاب شده برای نمونه برداری، درختانی که قطر کمری داشتند و در تاج پوشش خود دارای سر شاخه‌های خشک اندکی بودند از سن بیشتری برخوردار بودند. بنابراین همواره بزرگ بودن قطر تنه درخت دلیل بر زیاد بودن سن آن نیست.
- ۳- در منطقه زاگرس میانی پیشنهاد می‌شود که نمونه برداری از درختان در فصل زمستان و از دی ماه تا اوایل اسفند انجام شود.

### تشکر و قدردانی

از معاونت مالی دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران جناب آقای دکتر یمانی جهت تهیه وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز کمال تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از آقای دکتر شمسی پور صمیمانه سپاسگزاریم و از مهندس امین صیدی شاه آبادی و آقای مهندس رحمان سهرابی نیز تشکر و قدردانی می‌کنیم.

### Reference

- Abasi, F., Asmari, M., Arabshahi, H., (2011). *Climate change assessment over Zagros during 2010-2039 by using statistical downscaling of ECHO-G model*. Environmental Research Journal 5, 149-155. DOI: 10.3923/erj.2011.149.155.
- Akkemik, U., (2009). *Dendroclimatology in the Near East*. The International Symposium on Climate Change and Dendrochronology in Caspian Ecosystems, Sari-Iran.
- Arsalani, M., (2012). *Reconstruction of precipitation and temperature variations using Oak tree rings in the central Zagros*. M.A. Dissertation. University of Tehran, Faculty of Geography, Tehran, Iran.
- Arsalani, M., (2012). *Reconstruction of annual maximum temperature and October-May precipitation Based on tree rings in Lorestan province, Iran*. 3rd Symposium on Climate Change & Dendrochronology – 16-18 May 2012, Sari-Iran.
- Arsalani, M., Azizi, GH., KhoshAkhlagh, F., (2012). *Reconstruction of maximum temperature variations in Kermanshah province using tree rings*. Iranian Journal of Geography and Environmental hazards 1, 97-110.
- Asakereh, H., (2007). *Climate change*. Zanjan University Press.
- Azizi, Gh., (2004). *Climate change*. Ghoomes Press., Tehran.
- Azizi, GH., (2004). *The relationship between recent drought and groundwater resources in the Qazvin plain*. Physical Geography Research Quarterly 46, 131-143.
- Azizi, GH., Arsalani, M., Yamani, M., (2012). *Reconstruction of October-May precipitation variations based on tree rings in Kermanshah city over the 1705-2010 periods*. Iranian Journal of Physical Geography Research Quarterly 79, 37-53.
- Azizi, GH., Arsalani, M., Bräuning, A., Moghimi, E., (2013). *Precipitation variations in the central Zagros Mountains (Iran) since A.D. 1840 based on Oak tree rings*. Journal of Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (In press).
- Azizi, GH., Shampour, A., Yarahmadi, D., (2008). *Retrieval of climate change using multivariate statistical analysis in the central west of Iran*. Iranian Journal of Physical Geography Research Quarterly 66, 19-35.

- Bao, G., Liu, Y., Linderholm, H.W., (2012). April–September mean maximum temperature inferred from Hailar pine (*Pinussylvestris* var. *mongolica*) tree rings in the Hulunbuir region, Inner Mongolia, back to 1868 AD. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 313-314, 162–172.
- Bräuning, A., (2006). *Tree-ring evidence of 'Little Ice Age' glacier advances in southern Tibet*. *Holocene* 16 (3), 369–380.
- Cook, E.R., (1985). *A time-series analysis approach to tree-ring standardization*. Ph.D. Dissertation. The University of Arizona Press, Tucson.
- Fan, Z.X., Bräuning, A., Tian, Q.H., Yang, B., Cao, K.F., (2010). *Tree ring recorded May–August temperature variations since A.D. 1585 in the Gaoligong Mountains, southeastern Tibetan Plateau*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 296, 94–102.
- Flower, A., Smith, D.J., (2011). *A dendroclimatic reconstruction of June–July mean temperature in the northern Canadian Rocky Mountains*. *Dendrochronologia*, 29, 55–63.
- Jacoby, G., Solomina, O., Frank, D., Eremenko, N., Arrigo, R.D., (2004). *Kunashir (Kuriles) Oak 400-year reconstruction of temperature and relation to the Pacific Decadal Oscillation*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 303-311.
- Hosseinzadeh, S.R., Jahaditoroghi, M., 2012. *Reconstruction of past floods in Sehezar River, Tonkabon (Iran) based on dendrogeomorphology*. *Iranian Journal of Geography and Environmental hazards* 2, 29-53
- IPCC, (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Karamzadeh, S., Pourbabai, H., Torkaman, J., (2010). *Climate-growth response of Quercus Infectoria in Saravan Region, Gilan*. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 19, 15-26.
- Kose, N., Akkemik, U., Dalfes, H.N., Ozeren, M.M., (2011). *Tree-ring reconstructions of May–June precipitation for western Anatolia*. *Quaternary Research* -03177.
- Kousari, M.R., Ekhtesasi, M.R., Tazeh, M., Naeini, M.A., Zarch, M.A., (2012). *An investigation of the Iranian climatic changes by considering the precipitation, temperature, and relative humidity parameters*. *Theoretical and Applied Climatology* 103, 321–335.
- Liu, J., Yang, B., Qin, C., (2011). *A Tree-ring based annual precipitation reconstruction since AD 1480 in south central Tibet*. *Quaternary International* 236, 75-81.
- Maxime, C., Hendrik, D., (2011). *Effects of climate on diameter growth of co-occurring *Fagussylvatica* and *Abies Alba* along an altitudinal gradient*. *Trees*, 25, 265-276.
- Najafi, F., Pourtahmasi, K., Karimi, A., (2010). *Dendroclimatology Investigation of Quercus Infectoria in the West of Iran*. The First Iranian Conference on Natural Resources Research, Sanandaj, Iran.
- Pourtahmasi, K., Bräuning, A., Poursartip, L., Burchardt, I., (2012). *Growth-climate responses of oak and juniper trees in different exposures of the Alborz Mountains, northern Iran*. *TRACE* 10, 49-53.
- Sano, M., Furuta, F., Kobayashi, O., Sweda, T., (2005). *Temperature variations since the mid-18th century for western Nepal, as reconstructed from tree-ring width and density of *Abiesspectabilis**. *Dendrochronologia*, 23, 83–92.
- Stokes, M.A., Smiley, T.L., (1968). *An Introduction to Tree-Ring Dating*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Touchan, R., Akkemik, Ü., Hughes, K., Erkan , Nesat., (2007). *May–June precipitation reconstruction of southwestern Anatolia, Turkey during the last 900 years from tree rings*. *Journal of Quaternary Research* 68, 196–202.

- Touchan, R., Shishov, V., Meko, D., Nouiri, I., Grachev, A., (2012). *Process based model sheds light on climate sensitivity of Mediterranean tree-ring width*. Biogeosciences 9, 965-972.
- Wigley, T., Briffa, K.R., Jones, P.D., (1984). *On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology*. Journal of Applied Meteorology, 23, 201-213.
- Youngblut, D., Luckman, B., (2006). *Maximum June–July temperatures in the southwest Yukon over the last 300 years reconstructed from tree rings*. Dendrochronologia, 25, 153–166.

## تحلیل چندگانه رفتارهای پرخطر رانندگی در کلان شهر مشهد

علی یوسفی<sup>۱</sup> - دانشیار جامعه‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
فاطمه قاسمی ادکان- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
حسین تقی‌گرجی - دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۱۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۲/۲۲

### چکیده

هدف مقاله حاضر ارائه توصیفی واقع‌نگار از رفتارهای پرخطر رانندگی در شهر مشهد و شناسایی فرآیندهای تشذید یا تضعیف این رفتارها با تکیه بر چهار ویژگی شخصیتی راننده شامل تحریک‌جوبی، خشم، پرخاشگری و سلامت روان است. نتایج پژوهش حاضر بر روی ۱۶۰ پاسخگوی خودروسوار که به روش نمونه‌گیری چندمرحله‌ای در مشهد برگزیده و مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند نشان داد که اگرچه در مجموع میل به انجام رفتارهای پرخطر رانندگی در بین پاسخگویان پایین است، اما تحریک‌جوبی، پرخاشگری و خشم باعث تشذید و سلامت روان باعث تضعیف آن می‌گردد. در این میان، بیشترین اثرگذاری مربوط به پرخاشگری است و متغیرهای تحریک‌جوبی، سلامت روان و خشم در مراتب بعدی قرار می‌گیرند. به علاوه پرخاشگری و تحریک‌جوبی عمده‌تاً به طور مستقیم و سلامت روان و خشم به طور غیرمستقیم بر رفتارهای پرخطر رانندگی تأثیرگذارند.

**کلید واژه‌ها:** رفتار پرخطر رانندگی، تحریک‌جوبی، خشم رانندگی، پرخاشگری، سلامت روان.

## مقدمه

وسایل نقلیه از مشخصه‌های تمدن است و رانندگی برای فعالیت‌های مختلف زندگی معاصر مانند کار، زندگی اجتماعی، تفریح، فعالیت‌های آموزشی-اجتماعی و مانند این‌ها امری کاملاً ضروری به شمار می‌رود. ضرورت استفاده گسترده از وسایل نقلیه در زندگی روزمره موجب افزایش تعداد تصادفات جاده‌ای و شهری به صورت مکرر و با میزان مرگ و میر بالا شده و به مشکل بزرگی در عرصه‌های مختلف اجتماعی تبدیل شده است (شاکری‌نیا، ۱۳۸۹).

تصادفات یکی از بزرگ‌ترین مشکلات سلامتی عمومی در جهان است؛ به طوری که سالانه جان ۱/۲ میلیون نفر را در جهان می‌گیرد و موجب مصدوم شدن ۵۰ میلیون نفر می‌شود (پاک‌گوهر و همکاران، ۱۳۸۸). در کشور ما نیز این مستثنی به صورت یک معضل و مشکل درآمده و ایران به لحاظ تصادف‌ها و سوانح جاده‌ای و ترافیکی به عنوان یکی از کشورهای دارای بیشترین موارد تصادف و مرگ و میر ناشی از آن معروفی شده است (حسینی و سلیمانی، ۱۳۸۸). بر اساس آمارها به طور متوسط حدود صد نفر در هر روز بر اثر حادث رانندگی در ایران کشته می‌شوند، البته این رقم در دنیا روزانه به حدود ۳۰۰۰ نفر می‌رسد (پاک‌گوهر و همکاران، ۱۳۸۸).

در مقایسه با بسیاری از کشورها، میانگین نرخ تلفات و مجروحان ناشی از تصادفات وسایل نقلیه در کشور ما بسیار نگران‌کننده است. میزان خسارت‌های ناشی از تصادف‌های ترافیکی، به میلیاردها ریال بالغ می‌شود. طبق مطالعات بانک جهانی، هرساله در کشورهای در حال توسعه، خسارات ناشی از تصادف‌های ترافیکی بین ۱/۴ تا ۲ میلیارد دلار برآورد می‌شود که معادل ۱ تا ۲ درصد تولید ناخالص ملی این کشورهاست (حسینی و سلیمانی، ۱۳۸۸).

ایمنی جاده بستگی به نحوه رفتار رانندگان وسایل نقلیه دارد. رفتار راننده در اکثر سوانح و تصادفات رانندگی در ایران و جهان به عنوان عامل اصلی بروز حادثه شناخته شده و آسیب‌های جبران‌ناپذیری را برای فرد و جامعه ایجاد می‌کند. ۹۰ تا ۹۵ درصد تصادفات جاده‌ای در ایران به نوعی با عامل انسانی و به ویژه رفتار راننده مرتبط بوده است (آیی، ۱۳۷۱). رانندگی پرخطر که به عنوان «الگوهایی از رفتار رانندگی» که رانندگان را در معرض خطر مرگ قرار می‌دهد و مربوط به تخلفات قانونی است<sup>۱</sup>، یکی از عوامل اصلی در تصادفات رانندگی به شار می‌رود (جسور<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۷). رفتارهای پرخطر رانندگی، دومین علت منجر به مرگ و اولین علت سال‌های از دست رفته عمر در اثر مرگ زودرس و ناتوانی در ایران به شمار می‌رود (شمیس و همکاران، ۱۳۸۹). سوابق تحقیق در ایران نشان می‌دهد که در اغلب تحقیقات انجام شده بر روی رفتارهای پرخطر رانندگی، تأکید بیشتر بر عوامل مربوط به جاده و وسیله نقلیه بوده و تمرکز کمتری بر عوامل روانی اجتماعی این قبیل رفتارها صورت گرفته است<sup>۳</sup>. هدف نوشتار حاضر آن است که ضمن ارائه توصیفی واقع‌نگار از رفتار پرخطر رانندگی در مشهد، سعی در تبیین روان‌شناسی اجتماعی این پدیده داشته باشد.

۱ Jessor

۲ تحقیق حق‌شناس و همکاران (۱۳۸۴)، شاکری‌نیا (۱۳۸۸) و گودرزی و شیرازی (۱۳۸۴) از محدود تحقیقاتی هستند که با تأکید بر عوامل انسانی سعی در تحلیل رفتار پرخطر رانندگی در ایران داشته‌اند.

اکثر تصادفات رانندگی را می‌توان به طور مستقیم به عوامل انسانی نسبت داد. برآورد شده است که در ۹۰ تا ۹۵ درصد تصادفات، اعمال و رفتارهای انسانی به عنوان تنها عامل یا عاملی کمک‌کننده دخالت دارد. از این رو بسیاری از تصادفات بیشتر نتیجه بد عمل کردن راننده است تا نقص فنی خودرو (رامار<sup>۱</sup>، ۱۹۸۵).

مهارت رانندگی و سبک رانندگی یا به عبارت دیگر عملکرد و رفتار راننده به عنوان دو مؤلفه اصلی از عوامل انسانی در رانندگی به شمار می‌رود. سبک رانندگی تحت تأثیر انگیزه‌ها، نگرش‌ها و ویژگی‌های شخصیتی است، در حالی که مهارت رانندگی به پردازش اطلاعات و مهارت‌های حرکتی بستگی دارد (الندر و همکاران، ۱۹۹۳ نقل از ازکان<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). در عمل سبک و مهارت رانندگی متقابلاً بر خطر تصادف، استفاده از حاشیه ایمنی، احتمال خطا و بازیابی از خطا تأثیرگذارند (ازکان و همکاران، ۲۰۰۶). بر اساس مطالعه‌ای از ۲۰۴۱ تصادف، بای و تیلور (۱۹۸۰) رفتار رانندگی را به عنوان محوری ترین عوامل انسانی مؤثر در تصادفات شناسایی کردند (نقل از آلبرگ و راندمو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳).

الندر و همکاران (۱۹۹۳) رانندگی را شامل رفتارهایی می‌دانند که راننده به صورت الگویی برای رانندگی خود انتخاب می‌کند مانند سرعت، میزان تمرکز و حفظ میزان فاصله استاندارد (نقل از ازکان و لاپون<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵). این رفتارها شامل دو دسته رفتارهای مثبت<sup>۵</sup> و رفتارهای منفی<sup>۶</sup> می‌شوند. به مجموعه رفتارهای منفی در رانندگی، رانندگی تهاجمی، یا رانندگی پرخطر<sup>۷</sup> گفته می‌شود. این رفتارها دو گروه از خطاها<sup>۸</sup> و تخلفات<sup>۹</sup> را پوشش می‌دهند. آن‌گونه ریزن<sup>۱۰</sup> و همکاران (۱۹۹۰) (۱۹۹۰) بیان می‌کنند، تمایز روشنی بین خطاها و تخلفات وجود دارد. خطاها عاملی برای عدم موفقیت در اقدامات برنامه‌ریزی شده برای رسیدن به نتیجه مورد نظر تعییر می‌شود و تخلفات انحراف عمدی از شیوه‌هایی است که برای حفظ اداره ایمن یک سیستم پرخطر لازم به نظر می‌رسد (ریزن و همکاران، ۱۹۹۰). به عبارت دیگر تخلفات انحراف عمدی از هنجارها و عملکرد مبنای در جاده دانسته می‌شود (استرادلینگ و میدوز<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۰).

اوین و تأثیرگذارترین مطالعات انجام شده در مورد رفتارهای پرخطر رانندگی به وسیله ریزن و همکاران (۱۹۹۰) آغاز شده است. به عقیده آن‌ها رفتارهای پرخطر رانندگی شامل سه بخش لغش‌ها<sup>۱۲</sup>، خطاها و تخلفات می‌شود. «لغش‌ها» انحرافاتی در رانندگی هستند که به علت مشکلاتی در توجه، حافظه و پردازش اطلاعات به وجود می‌آیند که می‌تواند باعث خجالت باشد اما بعید است که تأثیری در ایمنی رانندگی داشته باشد. «خطاها» عدم موفقیت در اقدامات برنامه‌ریزی

1 Rumar

2 Ozkan

3 Ulleberg & Rundmo

4 Ozkan & Lajunen

5 Positive behaviors

6 Negative behaviors

7 Risky driving

8 Errors

9 Violations

10 Reason

11 Stradeling & Meadows

12 Lapse

شده برای رسیدن به نتیجه مورد نظر در راندگی است و «تخلفات» انحراف عمدى از رفتارهایی است که اساساً برای راندگی اینمن ضروری به نظر می‌رسد.

خطاهای و تخلفات بر اساس این فرض با یکدیگر تمایز دارند که دارای منشأ روانی مختلف و در نتیجه روش‌های مختلف اصلاح و درمان هستند. خطاهای شامل خطاهای سهوی (ناتوانی حافظه) و لغزش‌ها (کمبود توجه)، نتایج مشکلات پردازش شناختی اند در حالی که در تخلفات عوامل انگیزشی و بافی نقش مهمی را ایفا می‌کند (ازکان و همکاران، ۲۰۰۶). تمایز بین خطاهای و تخلفات برای مقابله با رفتارهای پرخطر راندگی به منظور کاهش بروز آن‌ها دارای پیامدهای مهمی است. بازآموزی و کمک‌های حافظه نمونه‌هایی از اقدامات به منظور کاهش خطاهاست. از سویی دیگر تخلفات را می‌توان با تلاش برای تعییر نگرش‌ها، باورها و هنجارهای اجتماعی به حداقل رساند (ریزن، ۱۹۹۰ نقل از گوتونگینیس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). از زمانی که تیل من و هابز (۱۹۹۴ نقل از جونا<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷) بیان کردند که انسان آن‌گونه که زندگی می‌کند، راندگی می‌کند، ویژگی‌های شخصیتی رانده به عنوان یک عامل اساسی در رفتار راندگی مورد توجه قرار گرفت. یکی از رگه‌های شخصیت که اثر آن بر رفتارهای راندگی پرخطر به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفته است، تحریک‌جویی است. زاکرمن تحریک‌جویی را به صورت صفتی تعریف کرده که ویژگی آن، جستجوی هیجان و تجربه متنوع، تازه، پیچیده و جدید و میل پرداختن به خطرهای بدنی، اجتماعی و مالی به خاطر خود این تجربه‌هاست. افراد تحریک‌جو ویژگی‌های شخصیتی خاصی دارند که رفتار آن‌ها را در موقعیت‌های مختلف هدایت می‌کند. ویژگی اساسی افراد تحریک‌جو، گرایش به سوی کسب تجارب جدید و خطر کردن برای رسیدن به این تجربه‌هاست. تحریک‌جویان دائماً در جستجوی محرک‌های جدید و تازه در محیط زندگی خود هستند و حاضرند آن را به بهای سنتی در معرض خطر قرار دادن حیثیت و اعتبار اجتماعی و حتی سلامتی جسمانی و حیات خود به دست آورند. آن‌ها به احتمال زیاد افرادی ماجراجو و برونگرا هستند که از تکرار و یکنواختی خسته، کسل و بی‌حوصله می‌شوند (شولتز و شولتز، ۱۳۸۳ نقل از مهرابی و همکاران، ۱۳۸۹).

جونا (۱۹۹۷، ۲۰۰۱) بیان می‌کند که ارتباط معناداری بین تحریک‌جویی با رفتارهای پرخطر راندگی و درگیری در تصادفات وجود دارد و افراد با تحریک‌جویی بالا در مقایسه با افراد با تحریک‌جویی پائین، به طور قابل توجهی بیشتر در رفتارهای پرخطر راندگی شرکت می‌کنند. سامر<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) نیز نشان داد که تحریک‌جویی و پرخاشگری به اتفاق راندگی مخاطره‌آمیز را پیش‌بینی می‌کنند. همچنین آبرگ<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) دریافت که تحریک‌جویی خطر تصادف گروهی از راندگان جوان را پدید می‌آورد. به طور مشابه لاپونز (۲۰۰۱) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسید که هیجان‌طلبی از همه بیشتر احتمال انجام خشونت در راندگی را پیش‌بینی می‌کند. همچنین گودرزی و شیرازی (۱۳۸۴) در تحقیقات خود دریافتند که تحریک‌جویی و سه خرده‌مقیاس‌های آن (تجربه‌جویی، هیجان‌طلبی و تنوع‌طلبی) با رفتارهای راندگی پرخطر (لغزش‌ها،

1 Kontogiannis

2 Jonah

3 Sumer

4 Ulleberg

خطاها و تخلفات رانندگی) همبستگی مثبت و معنی دار دارد. تحقیقات آرنت<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد که اساس تمایل به رفتارهای پرخطر رانندگی در ویژگی های شخصیتی تحریک جویی و پرخاشگری نهفته است. این یافته ها در پژوهش های اولتلد و راندمو<sup>۲</sup> (۲۰۰۶)، آیورسن و راندمو<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) و زاکرمن و نیب<sup>۴</sup> (۱۹۸۰) نیز تکرار شد.

یکی دیگر از ویژگی های شخصیتی که بر رفتارهای پرخطر رانندگی تأثیرگذار است، خشم و پرخاشگری راننده است. گروه تحقیقاتی دفباخر با استفاده از مقیاس خشم رانندگی<sup>۵</sup> (DAS) نشان داد که رانندگان با خشم بالا نسبت به رانندگان با خشم پایین حدود ۳/۵ تا ۴ برابر بیشتر در گیر رفتارهای پرخاشگرانه هنگام رانندگی هستند، همچنین ۱/۵ تا ۲ برابر بیشتر در رفتارهای پرخطر و غیرتهاجمی شرکت می کنند (دفباخر و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ نقل از داهن<sup>۶</sup> داهن<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۵، دفباخر<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۳a و ۲۰۰۳b). دفباخر و همکاران (۲۰۰۳) همچنین نشان دادند که رانندگان خشمگین، عصبانیت و پرخاشگری بیشتر و رفتار رانندگی مخاطره آمیزتری در رانندگی روزمره دارند. داناوان و همکاران در مطالعات متعددی دریافتند که پرخاشگری با رانندگی پرخطر و تصادفات در ارتباط است (داناوان و همکاران، ۱۹۸۵، ۱۹۸۳، ۱۹۸۸، ۱۹۸۷ نقل از آرن特 و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین فرناندلز<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۷) بیان می کنند که عوامل مختلفی به عنوان عوامل تعیین کننده رفتار پرخطر رانندگی مورد بررسی قرار گرفته اند. این محققان یکی از شاخص ترین پیش بینی کننده های رفتار پرخطر رانندگی را پرخاشگری می دانند.

نتایج مطالعاتی که بر روی رانندگان بریتانیایی انجام شد، نشان داد که خشم رانندگی به طور مثبت با تخلفات ترافیکی به طور کلی (آندرود و همکاران، ۱۹۹۹ نقل از دفباخر و همکاران ۲۰۰۳) و با تخلفات شامل حوادث پرخاشگرانه و غیرپرخاشگرانه (لایون، پارکر و استرادینگ، ۱۹۹۸ نقل از دفباخر و همکاران ۲۰۰۳) به طور جزئی در ارتباط است. نتیجه پژوهش های همنوی و سولنیک<sup>۹</sup> (۱۹۹۳) و شاکری نیا (۱۳۸۹) نیز نشان دهنده ارتباط مثبت و معناداری بین پرخاشگری و انواع رفتارهای پرخطر رانندگی است.

سلامت روانی یکی دیگر از متغیرهایی است که در رفتارهای پرخطر رانندگی حائز اهمیت شمرده شده است. عوامل روانی و از جمله اختلال های شدید روان پزشکی عامل بروز حوادث در منزل، در ضمن کار و در جاده ها هستند. علت بروز حادث ناشی از عوامل رانندگی، اختلال های خلقی و اختلال های روانی ناشی از عوامل عضوی

1 Arnett

2 Oltedal &amp; Rundmo

3 Iversen &amp; Rundmo

4 Zuckerman &amp; Neeb

5 Driving Anger Scale

6 Dahlen

7 Deffenbacher

8 Fernandes

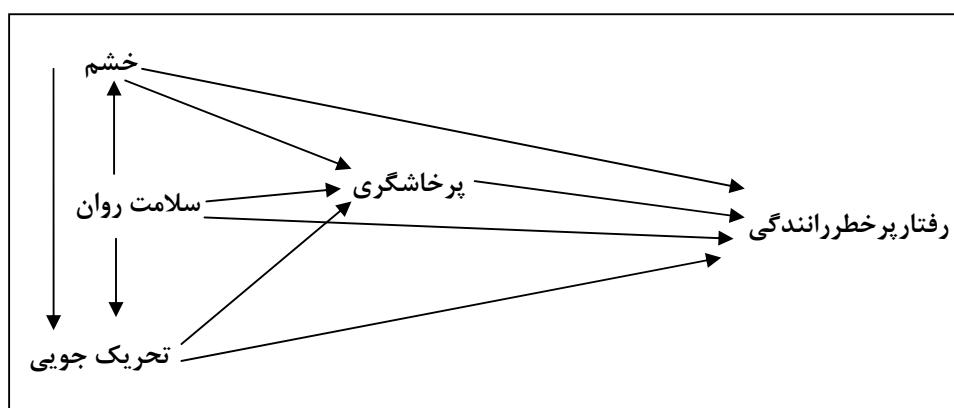
9 Hemenway &amp; Solnick

است. آماری که در انگلستان به دست آمده نشان می‌دهد که یک چهارم تصادفات جاده‌ای و حوادث رانندگی به علت مصرف الکل، بیماری‌ها و فشارهای روانی است (میچل و همکاران، ۱۹۸۹ نقل از حسینی، ۱۳۷۸). شاکری‌نیا (۱۳۸۹) طی بررسی خود نشان داد که رابطه معناداری بین سلامت روان و رفتارهای پرخطر رانندگی وجود دارد. آیورسن و راندمو (۲۰۰۲) همچنین دریافتند رانندگانی که نمره بالایی در ناهنجاری، به عنوان یک مؤلفه بهداشت روانی، کسب می‌کنند، بیشتر درگیر رانندگی پرخطر شده، تعداد تصادفات بیشتری داشته‌اند و یا احتمال تصادف کردن در آن‌ها بیشتر بوده است.

### مدل نظری تحلیل رفتارهای پرخطر رانندگی

چنانچه رفتار پرخطر رانندگی را مشتمل بر انجام خطأ، لغزش و تخلف در رانندگی بدانیم و بر مبنای سوابق نظری موجود چهار ویژگی مهم شخصیتی شامل تحریک‌جویی، خشم، پرخاشگری و سلامت روان را مؤثر بر رفتار پرخطر رانندگی تلقی کنیم، دراین صورت بر حسب الگوهای نظری مختلف، روابط میان مفاهیم مذکور را می‌توان مبنای گمانه‌سازی رفتار پرخطر رانندگی قرار داد. آنچه بدیهی می‌نماید این است که خصوصیات شخصیتی مذکور به طور مستقیم و غیرمستقیم رفتار پرخطر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بر این اساس گمانه ذیل را می‌توان مطرح ساخت:

«در حالی که رفتار پرخطر رانندگی تحت تأثیر چهار ویژگی سلامت روان، خشم، پرخاشگری و تحریک‌جویی است انتظار می‌رود پرخاشگری علت نزدیک رفتار پرخطر رانندگی باشد و سه متغیر خشم، سلامت روان و تحریک‌جویی، بخشی از تأثیر خود را از طریق پرخاشگری بر رفتار پرخطر رانندگی منتقل کنند. به علاوه انتظار می‌رود سه متغیر مذکور، مستقیماً نیز بر رفتار پرخطر مؤثر واقع شوند. همچنین انتظار می‌رود سلامت روان بر خشم و تحریک‌جویی و خشم نیز بر تحریک‌جویی مؤثر واقع شود». بر این اساس، دیاگرام علی رفتار پرخطر رانندگی را می‌توان مطابق شکل ۱ ترسیم کرد.



شکل ۱ نمودار مدل تحلیل نظری رفتار پرخطر رانندگی

## منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شهر مشهد است که شامل ۱۳ منطقه و ۴۰ ناحیه شهری بوده است.

## مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استناد این نوشتار برگرفته از پیمایش انجام شده بر روی یک نمونه ۱۶۰ نفره از خودروسوواران ۱۸ ساله و بالاتر ساکن شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ است که به روش نمونه‌گیری چندمرحله‌ای<sup>۱</sup> برگزیده و مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند.<sup>۲</sup>

مقیاس مورد استفاده برای سنجش رفتار پرخطر رانندگی در این نوشتار بر اساس پرسشنامه رفتار رانندگی منچستر<sup>۳</sup> است که شامل ۲۴ گویه بوده و توسط استرالینگ و میدوز (۲۰۰۰) ساخته و به کار گرفته شده است. مواد پرسشنامه در سه بخش لغزش‌ها (انحراف در رانندگی که ناشی از ضعف توجه، حافظه و پردازش اطلاعات راننده باشد)، خطاهای (عدم موفقیت در اقدامات برنامه‌ریزی شده برای رسیدن به نتیجه مورد نظر در رانندگی) و تخلفات (انحراف عمدى از رفتارهایی که برای رانندگی ایمن ضروری‌اند) قرار داده شده است. علاوه بر تأیید اعتبار و روایی مقیاس مذکور در تحقیقات پیشین داخلی (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۴)، در تحقیق حاضر نیز ضریب پایایی مقیاس رفتار پرخطر رانندگی در ابعاد پیش‌گفته ۰.۸۹ بوده است. برای سنجش خشم رانندگی از مقیاس خشم رانندگی<sup>۴</sup> (DAS) که یک پرسشنامه ۱۴ سؤالی است استفاده شده است. خشم رانندگی به تمایل مکرر افراد برای خشمگین شدن در هنگام رانندگی اشاره دارد. فرم کوتاه DAS از طریق انتخاب آیتم‌هایی از فرم بلند که با نمره کل بیشترین همبستگی را داشتند، ساخته شده است. نشان داده شده است که فرم کوتاه مقیاس خشم رانندگی پایاست (۰.۸ = ضریب آلفای کرونباخ) و با فرم بلند آن همبستگی بالای دارد ( $\alpha = 0.95$ ) (دبناجر و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیق حاضر ضریب پایایی مقیاس خشم رانندگی ۰/۸۸ به دست آمد. ابراز خشم رانندگی با DAX<sup>۵</sup> سنجیده شده است. DAX یک ابزار خودسنجی ۴۹ سؤالی است که نحوه ابراز خشم افراد را در هنگام رانندگی ارزیابی می‌کند. ابراز خشم رانندگی شامل ابراز انطباقی-سازنده و ابراز پرخاشگرانه است. ابراز پرخاشگرانه خود شامل ابراز پرخاشگرانه جسمی، کلامی و ابزاری است (دبناجر و همکاران، ۱۳۹۲). علاوه بر تأیید اعتبار و روایی مقیاس مذکور در تحقیقات پیشین داخلی (کاظمینی، ۱۳۸۹)، در تحقیق حاضر نیز ضریب پایایی مقیاس ابراز خشم رانندگی ۰/۹۱ به

1 multi-stage sampling

۲ از ۱۳ منطقه شهر مشهد ۵ منطقه، از هر منطقه یک ناحیه، از هر ناحیه بر حسب تعداد جمعیت، تعدادی بلوك انتخاب شده و جمیعاً ۱۶ بلوك برگزیده شده است. پس از هر بلوك ۱۰ آزمودنی (افراد ۱۸ سال و بالاتر) به صورت تصادفی انتخاب و در مجموع ۱۶۰ نفر برگزیده شده‌اند.

3 Manchester Driving Behavior Questionnaire

4 Driving Anger Scale

5 Driving Anger Expression Inventory

دست آمد. برای سنجش تحریک‌جویی از مقیاس تحریک‌جویی آرنت<sup>۱</sup> (AISS) استفاده شده است. افراد تحریک‌جویی هستند که در زندگی به دنبال هیجان، تنوع، تازگی و تجربه‌های جدید می‌روند و از خطرات استقبال می‌کنند. مقیاس تحریک‌جویی آرنت دارای ۲۰ ماده است که شامل دو خرده مقیاس تنوع طلبی<sup>۲</sup> (ماده‌های فرد) و شدت هیجان<sup>۳</sup> (ماده‌های زوج) است (آرنت، ۱۹۹۴). پرسشنامه نهایی پس از حذف سؤال‌های نامرتب و تقلیل سؤال‌های پرسشنامه از ۲۰ سؤال به ۱۴ سؤال مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش حاضر پایابی پرسشنامه تحریک‌جویی آرنت با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ<sup>۰.۷۵</sup> به دست آمد. در این مطالعه از پرسشنامه سلامت روان ۱۲ سؤالی<sup>۴</sup> (GHQ-12) به منظور غریالگری اختلالات روانی و تعیین وضعیت سلامت روانی رانندگان استفاده شده است (هو<sup>۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). به نظر گلدبیرگ فرم‌های مختلف آزمون GHQ دارای روایی و کارایی بالا بوده و کارایی 12-GHQ سؤالی تقریباً همان خوبی 60-GHQ سؤالی است (گلدبیرگ و ویلیامز، ۱۹۸۸) نقل از باقری یزدی و همکاران، (۱۳۷۴). علاوه بر تأیید اعتبار و روایی مقیاس مذکور در تحقیقات پیشین داخلی (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۹)، در تحقیق حاضر نیز ضریب پایابی این پرسشنامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ<sup>۰.۸۱</sup> به دست آمد.

برای وارسی مدل تحلیل نظری رفتار پرخطر رانندگی (شکل ۱) با توجه به ساختار منطقی<sup>۶</sup> مدل (روابط صوری مفاهیم) از تکنیک تحلیل مسیر<sup>۷</sup> استفاده شده است. با بهره‌گیری از این روش که مبتنی بر تحلیل رگرسیونی است، تأثیرات مستقیم، غیرمستقیم و کاذب میان متغیرها مطابق با الگوی نظری تحقیق بر اساس ضریب مسیر<sup>۸</sup> محاسبه و نتایج آن در قالب دیاگرام مسیر<sup>۹</sup> ترسیم می‌گردد. دیاگرام مسیر نشان می‌دهد که روابط پیش‌بینی شده در مدل نظری تا تا چه اندازه با واقعیت‌های تجربی سازگاری دارد؟ (تک، ۱۹۹۸ نقل از یوسفی، ۱۳۸۱).

## بحث و نتایج

### ویژگی‌های جمعیتی پاسخگویان

از ۱۶۰ پاسخگوی حاضر، ۷۵٪ مرد بوده‌اند. میانگین سنی پاسخگویان ۳۵ سال و میانه تحصیلی آن‌ها دیپلم بود که تنها ۲.۵٪ فاقد گواهینامه رانندگی بوده و میانگین سایقه گواهینامه آن‌ها ۱۱ سال و میانگین تجربه رانندگی آن‌ها ۱۰ سال بوده است. از این تعداد ۷۷.۵٪ مالک خودرو، ۹۵٪ دارای بیمه سرنشین و ۵۰٪ دارای بیمه بدنه ماشین هستند. به علاوه میانگین تعداد دفعات جریمه شدن پاسخگویان در یک سال اخیر، ۱.۶۴ بار بوده است.

1 Arnett Sensation Seeking Scale

2 Novelty Subscale

3 Intensity Subscale

4 General Health Questionnaire

5 Hu

6 Formal stucture

7 Path analysis

8 Path coefficent

9 Path diagram

### توصیف رفتار پرخطر رانندگی و عوامل مؤثر بر آن

با یادآوری این که رفتار پرخطر رانندگی متشکل از سه جزء خطأ (عدم موفقیت در اقدامات برنامه‌ریزی شده برای رسیدن به نتیجه مورد نظر در رانندگی)، لغزش (انحراف در رانندگی که ناشی از ضعف توجه، حافظه و پردازش اطلاعات راننده باشد) و تخلف (انحراف عمدى از رفتارهایی که برای رانندگی ایمن ضروری اند) است، در ادامه بر حسب آمارهای مرکزی و پراکنده‌گی رفتار پرخطر رانندگی (جدول ۱) به نتایج عمده سنجش آن اشاره می‌کنیم:

میزان رفتارهای پرخطر رانندگی در ابعاد سه گانه خطأ ( $24/6$ )، لغزش ( $17/4$ ) و تخلف ( $24/0$ ) و همچنین شاخص کلی رفتار پرخطر رانندگی ( $21/9$ ) در مجموع پایین است؛ اگرچه در مقایسه، میزان خطأ و تخلف بیش از لغزش در رانندگی است. به علاوه از لحاظ خصوصیات سه گانه رفتار پرخطر و شاخص کلی آن، شباهت زیادی (انحراف معیارکم) در بین پاسخگویان دیده می‌شود.

**جدول ۱** آمارهای رفتار پرخطر رانندگی (متغیر وابسته) با مقیاس ۰ تا ۱۰۰ (تعداد پاسخگو = ۱۶۰)

متغیر وابسته	میانه	میانگین	انحراف معیار
خطأ	۲۲/۲	۲۴/۶	۱۸/۶
لغزش	۱۵/۶	۱۷/۴	۱۳/۳
تخلف	۱۹/۷	۲۴/۰	۱۶/۸
شاخص کلی رفتار پرخطر رانندگی	۱۹/۶	۲۱/۹	۱۳/۸

همچنین آمارهای مرکزی و پراکنده‌گی عوامل مؤثر بر رفتار پرخطر رانندگی شامل سلامت روان، خشم، پرخاشگری و تحریک‌جویی در جدول ۲ درج شده و نشان‌دهنده نتایج عمده زیر است:

میزان خشم ( $62/3$ ) و سلامت روان ( $60/1$ ) در بین پاسخگویان بیشتر از حد متوسط و میزان تحریک‌جویی در حد متوسط ( $49/6$ ) و میزان پرخاشگری کمتر از حد متوسط ( $39/0$ ) است. به علاوه پایین بودن شاخص پراکنده‌گی سلامت روان، خشم، پرخاشگری و تحریک‌جویی نیز حاکی از شباهت این خصوصیات در میان پاسخگویان است.

**جدول ۲** آمارهای عوامل مؤثر بر رفتار پرخطر رانندگی با مقیاس ۰ تا ۱۰۰ (تعداد پاسخگو = ۱۶۰)

نام متغیر	میانه	میانگین	انحراف معیار
سلامت روان	۶۳/۱	۶۰/۱	۲۰/۴
پرخاشگری	۳۸/۳	۳۹/۰	۱۹/۷
خشم	۶۴/۰	۶۲/۳	۱۹/۳
تحریک‌جویی	۵۰/۰	۴۹/۶	۱۸/۱

### تحلیل مسیر رفتار پر خطر رانندگی

برای وارسی مدل تحلیل نظری رفتارهای پر خطر رانندگی (شکل ۱)، ضرورتاً می‌بایست از تکنیک تحلیل مسیر استفاده می‌شد و در این تکنیک نیز ابتدا می‌بایست ضرایب مسیر رفتار پر خطر رانندگی محاسبه شود. برای محاسبه ضرایب مسیر دستگاهی از معادلات ساختاری تشکیل می‌شود که در آن، ساختار روابط فرضی میان متغیرها به ترتیبی که در مدل نظری پیش‌بینی شده، به روشنی ترسیم می‌گردد. با توجه به ساختار منطقی مدل نظری (شکل ۱)، برای تحلیل مسیر رفتارهای پر خطر رانندگی، چهار معادله رگرسیونی مطابق شرح ذیل مورد نیاز است که عبارتند از:

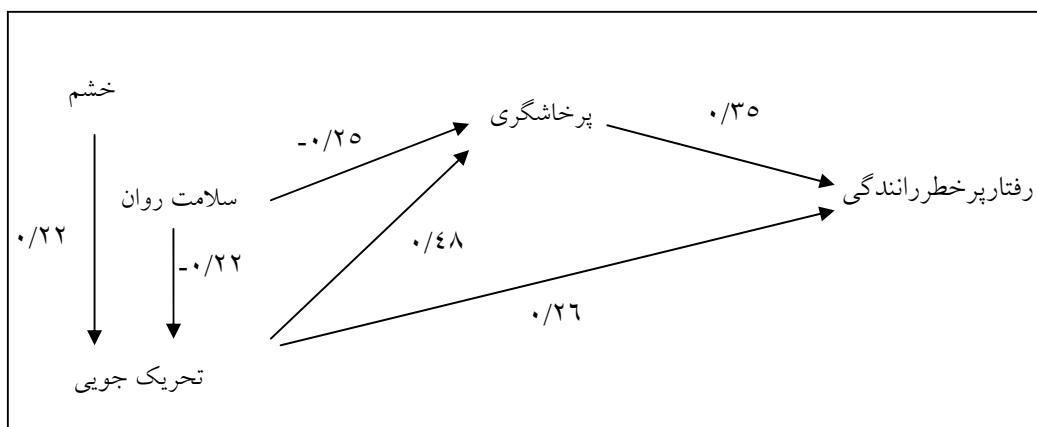
$$(خشم، پر خاشگری، تحریک جویی، سلامت روان) f = \text{رفتار پر خطر رانندگی} \quad \text{معادله ۱}$$

$$(خشم، سلامت روان، تحریک جویی) f = \text{پر خاشگری} \quad \text{معادله ۲}$$

$$(سلامت روان، تحریک جویی) f = \text{خشم} \quad \text{معادله ۳}$$

$$(سلامت روان) f = \text{تحریک جویی} \quad \text{معادله ۴}$$

در معادلات مذکور، ضریب استاندارد ( $\beta$ ) متغیرها به عنوان ضریب مسیر منظور شده و با توجه به نتایج حاصل، دیاگرام مسیر رفتار پر خطر رانندگی مطابق شکل ۲ ترسیم گردیده است.



شکل ۴ دیاگرام مسیر رفتار پر خطر رانندگی

با محاسبه تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم و همچنین تأثیر کلی هر یک از چهار عامل اثرگذار بر رفتار پر خطر رانندگی، نتایجی مطابق جدول ۳ حاصل شده که نشان می‌دهد:

اولاً: اثر خشم و سلامت روان غیرمستقیم و اثر پر خاشگری مستقیم است، در حالی که اثر تحریک جویی هم مستقیم است و هم غیرمستقیم.

ثانیاً: تحریک‌جویی، پرخاشگری و خشم باعث تشدید و سلامت روان باعث تضعیف/کاهش رفتار پرخطر رانندگی است.

ثالثاً: در کل بیشترین تأثیر مربوط به پرخاشگری (۰/۳۵) است و متغیرهای تحریک‌جویی (۰/۲۶)، سلامت روان (۰/۱۸) و خشم (۰/۰۹) در مراتب بعدی قرار می‌گیرند.

**جدول ۳** انواع تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (رفتار پرخطر رانندگی)، تعداد پاسخگو = ۱۶۰

متغیرهای مستقل	تأثیر مستقیم	تأثیر غیر مستقیم	تأثیر کلی
تحریک‌جویی	۰/۲۶۰	۰/۱۷	۰/۴۳
سلامت روان	-	۰/۱۸	۰/۱۸
خشم	-	۰/۰۹	۰/۰۹
پرخاشگری	۰/۳۵	-	۰/۳۵

#### نتیجه‌گیری

رفتار راننده در اکثر سوانح و تصادفات رانندگی در ایران و جهان به عنوان عامل اصلی بروز حادثه شناخته شده است. ۹۰ تا ۹۵ درصد تصادفات جاده‌ای در ایران به نوعی با عامل انسانی و به ویژه با رفتار راننده مرتبط است (آیتی، ۱۳۷۱). این در حالی است که رفتار راننده کاملاً متأثر از نظام شخصیتی اوست. شخصیت در اینجا مجموعه‌ای از احساس، فکر و الگوهای معین رفتاری است که چگونگی ادراک و پاسخ افراد به حوادث و رویدادها را مشخص می‌کند (واندرسیت، ۲۰۰۸). مدعای نظری نوشتار حاضر این بود که رفتار پرخطر رانندگی مشتمل بر خطأ، لغزش و تخلف در رانندگی تحت تأثیر مجموعه‌ای از چهار ویژگی مهم شخصیتی شامل خشم، پرخاشگری، تحریک‌جویی و سلامت روان است (شکل ۱).

نتایج وارسی این مدعای طریق انجام تحقیق پیمایشی بر روی ۱۶۰ خودرو سوار در مشهد نشان داد که اولاً میل به انجام رفتارهای پرخطر رانندگی در مجموع پایین است و پاسخگویان در وضعیت کم و بیش مشابهی از این حیث قرار می‌گیرند. این در حالی است که میزان خشم و سلامت روان در بین آنان بیش از حد متوسط، تحریک‌جویی در حد متوسط و پرخاشگری کمتر از حد متوسط است. ثانیاً تحریک‌جویی، پرخاشگری و خشم باعث تشدید و سلامت روان باعث تضعیف/کاهش رفتار پرخطر رانندگی است. بیشترین اثرگذاری مربوط به پرخاشگری است و متغیرهای تحریک‌جویی، سلامت روان و خشم در مراتب بعدی قرار می‌گیرند.

نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های جونا (۱۹۹۷)، هاروات و زاکرمن (۱۹۹۳)، آرنت و همکاران (۱۹۹۷)، لاپون (۲۰۰۱)، آیورسن و راندمو (۲۰۰۲)، سامر (۲۰۰۳)، داهن و همکاران (۲۰۰۵)، آبرگ (۲۰۰۰) نقل از اولندال و راندمو،

۲۰۰۶) و گودرزی و شیرازی (۱۳۸۴) مبنی بر رابطه تحریک‌جویی و رفتارهای پرخطر رانندگی همخوانی دارد. همچنین نتایج حاصل با یافته‌های داناون و همکاران (۱۹۸۳، ۱۹۸۵، ۱۹۸۸ نقل از آرنت و همکاران، ۱۹۹۷)، دفباخر و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ نقل از داهن و همکاران، ۲۰۰۵)، دفباخر و همکاران (۲۰۰۳a، ۲۰۰۳b)، فرانلدر و همکاران (۲۰۰۷)، همنوی و سولتیک (۱۹۹۳)، لایونن و همکاران (۱۹۹۸) و آندروود و همکاران (۱۹۹۹ نقل از دفباخر و همکاران، ۲۰۰۳) و شاکری‌نیا (۱۳۸۹) نیز که نشان‌دهنده ارتباط مثبت و معنادار میان خشم و پرخاشگری با انواع رفتارهای پرخطر رانندگی است و همچنین با نتایج مطالعات آیورسن و راندمو (۲۰۰۲) و شاکری‌نیا (۱۳۸۹) مبنی بر رابطه سلامت روان و رفتارهای پرخطر همخوانی دارد.

## References

- Arnett, J., (1994). Sensation seeking: a new conceptualization and a new scale. *Person. Individ Diff*, 16(2), 289-296.
- Arnett, j., offer, d. & fine, m., (1997). Reckless driving in adolescence: ‘state’ and ‘trait’ factors. *accident analysis and prevention*, 29(1), 57-63.
- Ayati, i., (1992). road accidents of iran. mashhad, iran: Ferdowsi University of Mashhad Press Institute.
- Bagheri yazdi, a., bolhari, j. & peiravi, h., (1995). Mental Health Assessment of Academic Year students1994-1995. *Mentality & behavior journal*, 1(4), 30-39.
- Dahlen, E. & et al., (2005). Driving anger, sensation seeking, impulsiveness, and boredom proneness in the prediction of unsafe driving. *Accident Analysis and Prevention*(37), 341–348.
- Deffenbacher, J., Deffenbacher, D., Lynch, R. & Richard, T., (2003). Anger, aggression, and risky behavior: a comparison of high and low anger drivers. *Behaviour Research and Therapy* , 41(6), 701–718.
- Deffenbacher, J., Lynch, R., Filetti, L., Dahlen, E. & Oetting, E., (2003a). Anger, aggression, risky behavior, and crash-related outcomes in three groups of drivers. *Behav. Res. Therapy*(41), 333–349.
- Deffenbacher, J., Lynch, R., Oetting, E. & Swaim, R., (2002). The Driving Anger Expression Inventory: a measure of how people express their anger on the road. *Behaviour Research and Therapy*(40), 717–737.
- Deffenbacher, J., Oetting, E. & Lynch, R., (1994). Development of a Driving Anger Scale. *Psychological Reports*(74), 83-91.
- Fernandes, R., Job, R. & Hatfield, J., (2007). A challenge to the assumed generalizability of prediction and countermeasure for risky driving: Different factors predict different risky driving behaviors. *Journal of Safety Research*(38), 59–70.
- Godarzi, m. & shirazi, m., (2005). Investigate the relationship between sensation seeking and risky driving behavior. *Journal of Psychology* 33, 9(1), 34-50.
- Hemenway, D. & Solnick, S., (1993). Fuzzy dice, dream cars, and indecent gestures: correlates of driver behavior? *Accident Analysis and Prevention*(25), 161-170.
- Horvath, P. & Zuckerman, M., (1993). Sensation Seeking, Risk Appraisal, and Risky Behavior. *Person. indickl. Diff*, 14(1), 41-52.
- Hosseini, a., (1999). The role of mental health on driving safety. *principle of Mental Health*, 1(2), 109-116.

- Hosseini, m. & Soleimani, m., (2009). Investigating the Causes of fatal accidents on highways (Case Study: Isfahan). *Traffic Management Studies*, 4(14).
- Hu, Y., BROWN, S., TWIGG, L. & WEICH, S., (2007). Can the 12-item General Health Questionnaire be used to measure positive mental health? *Psychological Medicine*(37), 1005–1013.
- Iversen, H. & Rundmo, T., (2002). Personality, risky driving and accident involvement among norwegian drivers. *Personality and Individual Differences*(33), 1251–1263.
- Jessor, R., Turbin, M. & Costa, F., (1997). Predicting developmental change in risky driving: the transition to young adulthood. *Appl. Dev. Sci*(1), 4–16.
- Jonah, B., (1997). Sensation seeking and risky driving: a review and synthesis of the literature. *Accident Analysis and Prevention*, 29(5), 651–665.
- Jonah, B., Thiessen, R. & Au-Yeung, E., (2001). Sensation seeking, risky driving and behavioral adaptat. *Accident Analysis & Prevention*, 33(5), 679–684.
- Kazemini, t., (2010). Comparison of the cognitive therapy efficacy based mindfulness with cognitive - behavioral therapy by group style on reduced driving anger and aggression. *Psychology MSc Thesis*.
- Kontogiannis, T., Kossiavelou, Z. & Marmaras, N., (2002). Self-reports of aberrant behaviour on the roads: errors and violations in a sample of Greek drivers. *Accident Analysis and Prevention* (34), 381–399.
- Lajunen, T., (2001). Personality and Accident Liability are Extraversion, neuroticism and Psychotics Related to Traffic and Occupational Fatalities? *Personality and Individual Differences*(31), 1365- 1373.
- Mehrabi, h. et al., (2010). Predicting risk behaviors based on sensation seeking and demographic factors in Esfahan University students. *Psychological Studies,faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Azzahra*, 6(2).
- Oltedal, S. & Rundmo, T., (2006). The effects of personality and gender on risky driving behaviour and accident involvement. *Safety Science*(44), 621–628.
- Ozkan , T., Lajunen, T., Chliaoutakis, J., Parker, D. & Summala, H., (2006). Cross cultural differnences behaviours: a comparison of six countries. *Transportation Research*(9), 227-42.
- Ozkan, T. & Lajunen, T., (2005). A new addition to DBQ: Positive Driver Behaviours Scale. *Transportation Research Part F*(8), 355–368.
- Pakgohar, a., khalili, m. & saffarzade, m., (2009). Assessing the role of human factors in the incidence and severity of road accidents based on regression models of LR and CART. *Traffic Management Studies*, 4(13), 49-66.
- Reason, L., Nanstead, A., Strading, S., Bayter, J. & Campbell, K., (1990). Errorrs and violations: a real distinction. *Ergonomics*(33), 1315-32.
- Rumar, K., (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behavior. In: Evans, L., Schwing, R.C. (Eds.), *Human Behaviour and Traffic Safety*. Plenum Press, New York. 151–165.
- Shakerinia, i., (2010). Relationship characteristics, mental health, and aggressive with driving habits in risky drivers. *Traffic Management Studies* , 4(15), 61-74.
- Shams, m. et al., (2010). views of Taxi drivers in Tehran on risky driving behaviors: a qualitative study. *Journal of monitoring*, 9(4), 391-401.
- Stradeling, S. & Meadows, M., (2000). Highway Code and aggressive violations in UK drivers. *Global Web Conference on Aggressive Driving Issues*. Transport Research Institute.
- Sumer, N., (2003). Personality and behavioral predictors of traffic accidents: Testing a contextual mediated model. *Accident Analysis & Prevention*(35), 949–964.
- Ulleberg, P. & Rundmo, T., (2003). Personality, attitudes and risk perception aspredictors of risky driving behaviour among young drivers. *Safety Science*(41), 427–443.

- Wundersitz, L., (2008). Can personality characteristics predict the crash involvement of young drivers? Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference.
- Yousoffī, a., (2002). Deliberation in sense of political legitimacy (strengthening the theoretical mode of legitimacy). Journal of Daneshvar(30), 119-131.
- Yousofi, a. et al., (2010). Relationship mental health, employment and college education among students female of Isfahan Medical University. Iranian Journal of Medical Education (Special of Educational Development), 10(5), 748-754.
- Zuckerman, M. & Neeb, M., (1980). Demographic influences in sensation seeking and expressions of sensation in religion, smoking, and driving habits. Personality and Individual Differences (1), 197-206.

## مقایسه مدل نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (مطالعه موردی: جاده ارتباطی مریوان-سنندج)

امیر صفاری<sup>۱</sup> - استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

آرش اخدر - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۹/۸

### چکیده

زمین‌لغزش‌ها نوعی حرکت دامنه‌ای هستند که نه تنها سازه‌های مهندسی مثل جاده‌ها، خطوط راه‌آهن و سدها را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه تلفات جانی را هم به دنبال دارند. هدف از این تحقیق، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌های محدوده جاده ارتباطی مریوان-سنندج در استان کردستان (غرب ایران)، از طریق وزنده‌یی به معیارهای اصلی و با استفاده از مدل نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Arc GIS 10 است. به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، معیارهای ارتفاع، شب، جهت شب، فاصله از گسل، واحدهای سنجش‌نامه، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از جاده، نوع کاربری اراضی، پوشش گیاهی، خاک و بارش مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از مرحله فازی‌سازی معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه با استفاده از روش‌های مذکور، نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در این محدوده انتخاب شد. نتایج نشان از طریق عملگرهای گامایی فازی با لاندahای ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ تهیه شد و با مقایسه نقشه‌های نهایی، مدل ایده‌آل برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در این محدوده انتخاب شد. نتایج نشان داد که از میان دو روش مورد بحث، استفاده از مدل نسبت فراوانی به دلیل فازی سازی مناسب هر معیار با استناد به نقشه‌های پراکنش زمین‌لغزش‌های رخ داده و نحوه تفکیک طبقات خطر، روش مناسب‌تری برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌ها در این جاده ارتباطی محسوب می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** جاده ارتباطی مریوان-سنندج، زمین‌لغزش، ارزیابی، پهنه‌بندی، نسبت فراوانی، مدل فازی.

## مقدمه

در وقوع هر پدیده طبیعی ممکن است یک یا چند عامل دخیل باشد که هر یک از آن‌ها نقشی معینی را در این زمینه ایفا می‌کند. زمین‌لغزش، همچون سایر پدیده‌های طبیعی، نتیجه حضور و تأثیر متقابل عوامل گوناگون است. فهم میزان تأثیر هر کدام از این پدیده‌ها از طریق مدل‌های ریاضی و تجربی امکان‌پذیر است. چانک و فابری<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۳ چارچوب جامعی را برای تحلیل حساسیت زمین‌لغزش تدوین کردند (هون چی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش در یک منطقه، ابتدا باید میزان تأثیر هر یک از عوامل را در وقوع آن تعیین کرد. در رسیدن به این هدف محدودیت‌های وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها کیفی بودن عوامل مؤثر است (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۳۰). ارزیابی خطر ناپایداری شیب‌ها و دیگر رخدادهای طبیعی بر اساس روش‌ها و مدل‌های مختلف مبتنی بر منطقه‌های دو ارزشی به دلیل مطلق‌گرایی و عدم انعطاف‌پذیری، با واقع‌گرایی لازم همراه نیست. از جمله روش‌هایی که در بررسی عوامل مؤثر در زمین‌لغزش و یا پهنه‌بندی آن در حوضه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش آماری دو متغیره تراکم سطح است. این روش که ابتدا توسط ون وستن<sup>۳</sup> در ۱۹۹۳ و ۱۹۹۷ مورد استفاده قرار گرفته، بر پایه تأثیر متقابل هر عامل یا متغیر تأثیرگذار بر وقوع لغزش (به عنوان متغیر مستقل) با پدیده لغزش (به عنوان متغیر وابسته) به طور مستقل بنا نهاده شده است (عالی‌ی طالقانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۹). همچنین می‌توان به استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی در حوضه زاب مرکزی برای تهیه نقشه‌های خطر زمین‌لغزش توسط شهری<sup>۴</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۲، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه شیرین رود ساری با روش‌هایی از جمله روش ارزش اطلاعاتی و شاخص همپوشانی در سال ۸۳ توسط فیض‌نیا و همکاران، استفاده از روش رگرسیون چند متغیره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توسط احمدی و همکاران در سال ۸۲ اشاره کرد. خالدی و همکاران با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در محیط Arc GIS به شناسایی عوامل مؤثر در رویداد زمین‌لغزش و پهنه‌بندی میزان خطر این رویداد در حوضه آبخیز طالقان پرداخته‌اند (خالدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۷).

همچنین در تحقیق دیگری با استفاده از توابع حلقوی، چندجمله‌ای، شعاعی و خطی در الگوریتم SVM و معیارهای مؤثر در شناسایی مناطق حساس به زمین‌لغزش شامل فاصله از گسل و شبکه زهکشی، لیتولوژی، شیب (مقدار، زاویه) و سطح ارتفاعی، ارزیابی قابلیت وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبریز درکه در شمال شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته است (یمانی و همکاران، ۱۳۹۱) کماک<sup>۵</sup> در سال ۲۰۰۶ نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش را با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش آماری چند متغیره تهیه کرد. زانگ فانیولیو<sup>۶</sup> در سال ۲۰۰۷ با استفاده از روش ارزش اطلاعاتی برای منطقه لانگان در چین نقشه حساسیت زمین‌لغزش را تهیه کرد. استفاده از سه روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، فاکتور وزنی و

1 Chank &amp; Fabri

2 Hoon chi

3 Vanwassen

4 Shahabi

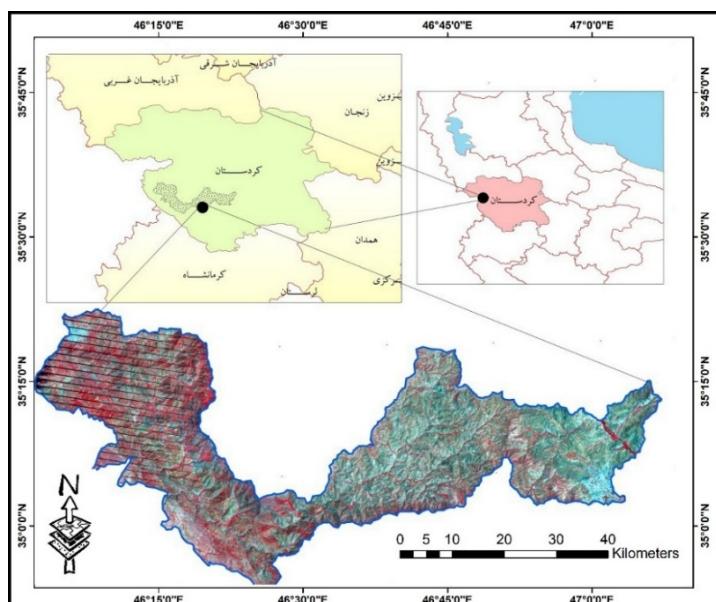
5 Komac

6 Zhang fanyu liu

شاخص آماری توسط یلسین در حوضه آردیس ترکیه برای تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش از دیگر کارهای صورت گرفته در این زمینه است (گرایی و کریمی، ۱۳۸۹: ۱۰۵). در این پژوهش پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های منطقه مورد مطالعه از طریق وزن‌دهی به معیارهای اصلی با استفاده از دو مدل نسبت فراوانی و توابع فازی نرم‌افزار Arc GIS انجام شد و در نهایت با مقایسه نقشه‌های نهایی، مدل ایده‌آل برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های منطقه انتخاب گردید.

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در محلوده جاده ارتباطی مریوان-سنندج با طول ۱۳۵ کیلومتر در استان کردستان و غرب ایران و با وسعت ۱۲۸۱ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی  $35^{\circ}30'N$ - $46^{\circ}30'E$  طول شرقی و  $35^{\circ}22'N$ - $47^{\circ}0'E$  طول غربی با  $32^{\circ}35'E$  عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه در مرز زون سنندج-سیستان و زاگرس مرتفع قرارگرفته و بر تراست زاگرس منطبق است. با استناد به آمارهای سازمان هواشناسی مقدار متوسط بارندگی منطقه در محلوده شهرستان مریوان طی یک میانگین ۱۰ ساله (سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۷۹) برابر با ۸۵۰ میلی‌متر در سال بوده است. البته قسمتی از جاده که در محلوده شهرستان سنندج قرار دارد طی همین دوره به میزان ۳۵۱ میلی‌متر بارندگی داشته است.



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

#### مواد و روش‌ها

##### معیارها و روش‌های وزن‌دهی

شناسایی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش، مهمترین مرحله پهنه‌بندی رویداد این خطر است (حسینزاده و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۸). در این پژوهش به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، معیارهای ارتفاع، شب، جهت شب، فاصله از گسل،

واحدهای سنگ‌شناسی، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از جاده، نوع کاربری اراضی، پوشش گیاهی، خاک و بارش مورد ارزیابی قرار گرفت. نقشه معیارهای مذکور از طریق نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ توبوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ETM جمع‌آوری و در محیط GIS آماده شد. وزن دهی به معیارهای مورد نظر از طریق دو روش نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Arc GIS 10 انجام شد. با توجه به این که پهن‌بندی از طریق روش‌های مذکور، بر مبنای تطبیق نقشه زمین‌لغزش‌های حادث شده در منطقه با نقشه معیارهای مؤثر در زمین‌لغزش صورت می‌گیرد، لایه پراکنش نقاط لغزش یافته در محدوده مطالعاتی از سازمان جنگل‌ها، مرتع و آبخیزداری کشور تهیه شد. از آنجا که بسیاری از لغزش‌ها به دلیل ابعاد کم بر روی عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای قابل شناسایی نبودند، برای تدقین اطلاعات، منطقه مورد بازدید صحراپی قرار گرفت. سپس این لایه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار Google Earth به نقشه پهن‌بندی‌های لغزشی تبدیل شد. تلفیق نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها با معیارهای مورد نظر، تعداد پیکسل‌های لغزش یافته در هر طبقه از لایه‌های عاملی را به دست می‌دهد. در مدل نسبت فراوانی، وزن هر یک از عوامل و کلاس‌های مرتبط از رابطه  $FR = A/B$  محاسبه می‌شود. در این رابطه FR نسبت فراوانی، A درصد پیکسل‌های لغزشی و B درصد پیکسل‌های فاقد لغزش است. دومین روش برای تعیین اوزان معیارهای مورد نظر، استفاده از توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Arc GIS 10 است. در این روش برای فازی‌سازی معیارها، از توابع عضویت فازی (جدول شماره ۱) استفاده شده است. استفاده و اعمال هر کدام از این توابع با توجه به دو پارامتر نقطه میانی و پارامتر پخش صورت می‌گیرد. انتخاب تابع برای فازی‌سازی با توجه به ماهیت، اهمیت و رابطه هر کدام از معیارها با هدف انتخاب می‌شود. چون استفاده از مدل منطق فازی در پهن‌بندی زمین‌لغزش بر مبنای تحلیل‌های رستری (شبکه‌ای) است، باید هر پیکسل در هر معیار با توجه به تابع ایده‌آل، ارزش عضویتی از صفر تا یک را به خود بگیرد.

جدول ۱ توابع عضویت فازی

Gaussian	تابع عضویت را بر اساس توزیع نرمال و یا گوسی بر اساس یک نقطه میانی تعریف می‌کند (عضویت فازی نقطه میانی ۱ است).
Large	این تابع وقتی استفاده می‌شود که مقادیر بزرگ در نقشه، عضویت نزدیک به ۱ داشته باشند. این تابع نیز بر اساس یک نقطه میانی تعریف شده توسط کاربر تعریف می‌شود (عضویت نقطه میانی ۰/۵ است).
Linear	این تابع، عضویت فازی را بر اساس یک حداقل با عضویت فازی ۱ و یک حداقل با عضویت فازی صفر تعریف می‌کند.
Ms Large	این تابع عضویت فازی را بر اساس میانه و انحراف معیار تعریف می‌کند. مقادیر بزرگ تر عضویتی نزدیک به ۱ می‌گیرند.
Ms Small	این تابع عضویت فازی را بر اساس میانه و انحراف معیار تعریف می‌کند. مقادیر کوچک‌تر عضویتی نزدیک به ۱ می‌گیرند.
Near	این تابع، تابع عضویت را بر اساس یک مقدار خاص توسط یک نقطه میانی تعریف شده توسط کاربر مشخص می‌کند (نقطه میانی عضویت یک می‌گیرد).
Small	این تابع وقتی استفاده می‌شود که مقادیر کوچک در نقشه، عضویت نزدیک به ۱ داشته باشند. این تابع نیز بر اساس یک نقطه میانی تعریف شده توسط کاربر تعریف می‌شود (عضویت نقطه میانی ۰/۵ است).

مأخذ: نرم‌افزار Arc GIS 10

### فازی سازی و پهنه‌بندی

با استفاده از رابطه نسبت فراوانی طبقات معیارها فازی سازی (بین صفر و یک) شدند و با استفاده از این وزن‌ها، نقشه رسترنی هر معیار به صورت فازی تهیه شد (شکل‌های ۲ تا ۱۱). در جدول شماره ۲ مقادیر عضویت فازی مربوط به معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش از طریق روش نسبت فراوانی محاسبه شده است. این مقادیر برای تهیه نقشه‌های فازی هر معیار مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲ مقادیر عضویت فازی معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش (با روش نسبت فراوانی) در منطقه مورد مطالعه

معیار ارتفاع				
کلاس	درصد پیکسل‌های دارای لغزش	درصد پیکسل‌های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۱۰۴۹-۱۳۵۰	۴۰.۹۳	۱۵.۷۹	۲.۶۱	۱
۱۳۵۰-۱۷۵۰	۳۳.۸۴	۴۴.۶۱	۰.۷۶	۰.۳
۱۷۵۰-۲۰۵۰	۲۴.۳۸	۲۷.۲۷	۰.۸۹	۰.۴
۲۰۵۰-۲۳۵۰	۰.۸۶	۱۰.۵۲	۰.۰۸	۰.۰۰۱
۲۳۵۰-۲۷۵۰	۰.۰۰	۱۸۲	۰.۰۰	۰.۰۲
۲۷۵۰-۲۹۰۲	۰.۰۰	۰.۰۹	۰.۰۰	۰.۰۰۰۴

معیار شب				
کلاس	درصد پیکسل‌های دارای لغزش	درصد پیکسل‌های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۰-۵	۰.۱۲	۶.۷۰	۰.۰۲	۰
۵-۱۵	۷.۲۴	۱۹.۸۶	۰.۳۱	۰.۱
۱۵-۳۰	۳۱.۰۰	۳۰.۵۴	۱.۰۲	۰.۴
۳۰-۵۰	۳۷.۵۹	۲۹.۱۵	۱.۲۹	۰.۴
۵۰-۷۰	۱۷.۵۲	۱۱.۱۴	۱.۰۷	۰.۵
>۷۰	۷.۵۴	۲.۶۱	۲.۸۸	۱

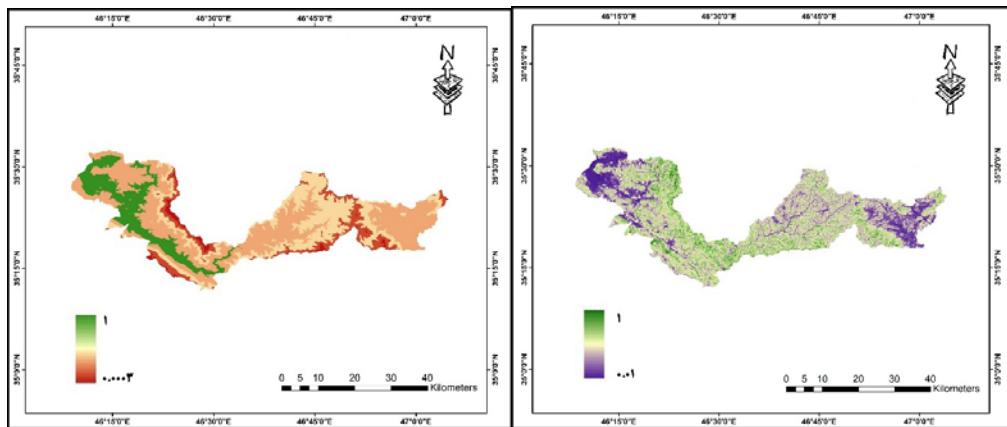
معیار جهت شب				
کلاس	درصد پیکسل‌های دارای لغزش	درصد پیکسل‌های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
شمال	۱۶.۱۹	۱۳.۵۱	۱.۲۰	۱
شمال شرقی	۱۴.۱۰	۱۲.۹۳	۱.۰۹	۰.۹
شرق	۱۰.۸۷	۱۱.۲۷	۰.۹۷	۰.۸
جنوب شرقی	۱۰.۲۸	۱۲.۰۱	۰.۸۶	۰.۷
جنوب	۱۵.۰۱	۱۴.۰۹	۱.۰۷	۰.۹
جنوب غربی	۱۲.۸۳	۱۲.۸۲	۱	۰.۸
غرب	۹.۹۰	۱۱.۳۲	۰.۸۷	۰.۷
شمال غربی	۱۰.۸۲	۱۲.۰۵	۰.۹۰	۰.۷

معیار واحدهای سنگ شناسی				
کلاس	درصد پیکسل‌های دارای لغزش	درصد پیکسل‌های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
Kfsh	۰.۰۰	۲۲.۰۲	۰.۰۰	۰.۰۰۱
Kussh	۰.۰۰	۱۰.۲۸۱	۰.۰۰	۰.۰۰۲
K2av	۰.۰۰	۲.۰۴	۰.۰۰	۰.۰۰۱۱
Qft1	۰.۰۰	۷.۵۹	۰.۰۰	۰.۰۰۳
Qal	۰.۰۰	۰.۳۷	۰.۰۰	۰.۰۰۲
Qft2	۰.۰۰	۰.۷۴	۰.۰۰	۰.۱۲

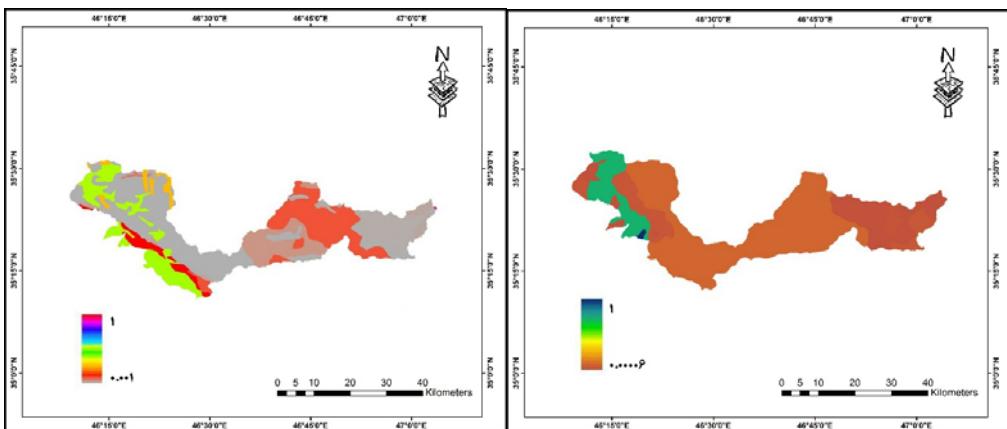
Klsm	۶.۷۱	۲.۰۱	۲.۷۸	۰.۱۳
KPef	۰.۰۰	۱۱.۰۷	۰.۰۰	۰.۰۰۵
TRKUBL	۱۹.۲۷	۶.۲۰	۳.۱۱	۰.۱۶
Murm	۱۷.۶۷	۱.۴۳	۱۲.۳۸	۰.۶۲
Oat	۰.۰۰	۰.۰۸	۰.۰۰	۰.۰۰۰۱
PeEf	۱۲.۶۲	۱۹.۹۱	۰.۷۳	۰.۰۳
Odi-gb	۰.۰۰	۷.۷۴	۰.۰۰	۰.۰۰۱
Pd	۰.۰۰	۰.۹۱	۰.۰۰	۰.۰۰۳
K1m	۰.۰۰	۰.۰۴	۰.۰۰	۰.۰۰۶
Kupl	۰.۰۰	۳۸۴	۰.۰۰	۰.۰۰۵
Pel	۰.۰۰	۱.۰۲	۰.۰۰	۰.۰۰۳
Klsol	۰.۰۰	۰.۰۲	۰.۰۰	۰.۰۰۰۵
Olc,s	۲۹.۰۵	۱.۶۸	۱۹.۹۰	۱
OMql	۱۴.۱۸	۰.۷۱	۱۹.۸۵	۱
معیار فاصله از گسل				
کلاس	درصد پیکسل های فاقد لغزش	درصد پیکسل های دارای لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۰-۱۰۰	۱۰.۶۱	۶.۷۸	۱.۰۶	۱
۱۰۰-۲۰۰	۸.۱۶	۵.۹۷	۱.۳۷	۰.۹
۲۰۰-۳۰۰	۷.۵۴	۶.۳۷	۱.۱۸	۰.۸
۳۰۰-۴۰۰	۴.۲۳	۵.۱۰	۰.۸۳	۰.۵
۴۰۰-۵۰۰	۶۹.۴۷	۷۵.۷۸	۰.۹۲	۰.۶
معیار کاربری اراضی				
کلاس	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۱	۰.۰۰	۷.۱۸	۰.۰۰۱۰	۰.۰۰۱
۲	۰.۰۰	۹.۶۹	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۳	۱۲۰.۹	۱۴۲۰.۱	۰.۸۵۱۱	۰.۳
۴	۳۴۸۴	۱۱.۲۹	۳.۰۸۵۳	۱
۵	۰.۰۰	۵.۰۹	۰.۰۰	۰.۰۳
۶	۰.۰۰	۰.۱۵	۰.۰۰	۰.۰۰۰۶
۷	۴۸.۹۷	۱۷۸۳	۲.۷۴۵۷	۰.۹
۸	۰.۰۰	۱.۷۰	۰.۰۰	۰.۰۰۰۰۱
۹	۰.۰۰	۰.۳۹	۰.۰۰	۰.۰۰۱
۱۰	۰.۰۰	۱۲.۵۷	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۱۱	۴.۱۱	۳.۰۹	۱.۱۴۴۸	۰.۴
۱۲	۰.۰۰	۰.۹۰	۰.۰۰	۰.۰۰۱
۱۳	۰.۰۰	۵.۸۹	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۱۴	۰.۰۰	۹.۱۸	۰.۰۰	۰.۰۰۳
۱۵	۰.۰۰	۰.۳۵	۰.۰۰	۰.۰۰۰۱
معیار فاصله از آبراهه				
کلاس	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۰-۱۰۰	۵.۳۵	۱۰.۷۸	۰.۵۰	۰.۴
۱۰۰-۲۰۰	۹.۲۲	۹.۰۴	۱.۰۲	۰.۹
۲۰۰-۳۰۰	۹.۹۰	۹.۷۸	۱.۰۲	۰.۹
۳۰۰-۴۰۰	۹.۳۱	۸.۰۵	۱.۱۶	۱

> ۴۰۰	۶۶.۲۲	۶۲.۵۵	۱.۰۶	۰.۹
معیار فاصله از جاده				
کلاس	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۰-۱۰۰	۸۸۴	۵.۹۰	۱.۵۰	۱
۱۰۰-۲۰۰	۴.۹۱	۴.۸۹	۱	۰.۷
۲۰۰-۳۰۰	۲.۵۱	۵.۰۷	۰.۵۰	۰.۳
۳۰۰-۴۰۰	۱.۶۳	۴.۱۷	۰.۳۹	۰.۳
۴۰۰-۵۰۰	۰.۹۸	۴.۳۳	۰.۲۳	۰.۲
>۵۰۰	۸۱.۱۵	۷۵.۶۴	۱.۰۷	۰.۱
معیار پوشش گیاهی				
کلاس	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۱	۶۰.۷۳	۶۴.۷۸	۰.۹۴	۰.۲
۲	۰.۰۰	۲۱.۴۸	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۳	۰.۰۰	۱.۴۵	۰.۰۰	۰.۰۰۰۱
۴	۳۹.۲۷	۷.۷۱	۵.۱۰	۱
۵	۰.۰۰	۴.۰۸	۰.۰۰	۰.۰۰۰۴
معیار خاک				
کلاس	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۱	۰.۰۰	۱.۱۶	۰.۰۰	۰.۰۱
۲	۲.۹۰	۸.۴۸	۰.۳۴	۰.۰۰۴۳
۳	۰.۰۰	۰.۲۷	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۴	۰.۰۰	۰.۹۹	۰.۰۰	۰.۰۰۰۱
۵	۰.۰۰	۱.۶۸	۰.۰۰	۰.۰۰۵
۶	۰.۰۰	۰.۲۹	۰.۰۰	۰.۰۰۰۰۱
۷	۰.۰۰	۱.۶۲	۰.۰۰	۰.۰۰۰۰۱
۸	۰.۰۰	۰.۰۷	۰.۰۰	۰.۰۰۳
۹	۰.۰۰	۳.۰۹	۰.۰۰	۰.۰۰۴
۱۰	۰.۰۰	۵.۶۴	۰.۰۰	۰.۰۰۵
۱۱	۰.۰۰	۰.۹۲	۰.۰۰	۰.۰۰۶
۱۲	۰.۰۰	۲.۱۰	۰.۰۰	۰.۰۰۰۲
۱۳	۰.۰۰	۰.۴۳	۰.۰۰	۰.۰۰۰۳
۱۴	۰.۰۰	۳.۶۵	۰.۰۰	۰.۰۰۰۲
۱۵	۱۸.۴۱	۰.۲۳	۷۸.۶۶	۱
۱۶	۷۵.۴۳	۵۷.۰۵	۱.۱۴	۰.۰۱۴
۱۷	۱۳.۲۷	۱۰.۸۴	۱.۲۲	۰.۰۱۵
معیار بارش				
طبقات بارش	درصد پیکسل های دارای لغزش	درصد پیکسل های فاقد لغزش	نسبت فراوانی	عضویت فازی
۲۶-۴۱	۵۴.۷۹	۳۶.۲۰	۱.۰۱	۰.۹۹
۴۱-۵۷	۴۰.۲۱	۲۹.۶۲	۱.۵۳	۱
۵۷-۷۲	۰.۰۰	۳۳.۶۹	۰.۰۰	۰.۰۰۲
۷۲-۸۷	۰.۰۰	۰.۴۹	۰.۰۰	۰.۰۰۰۱



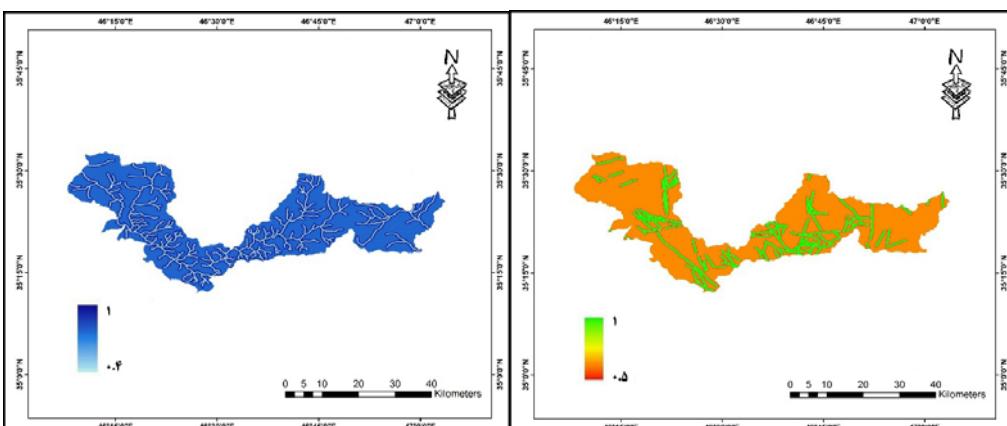
شکل ۲ نقشه فازی ارتفاع

شکل ۳ نقشه فازی شیب



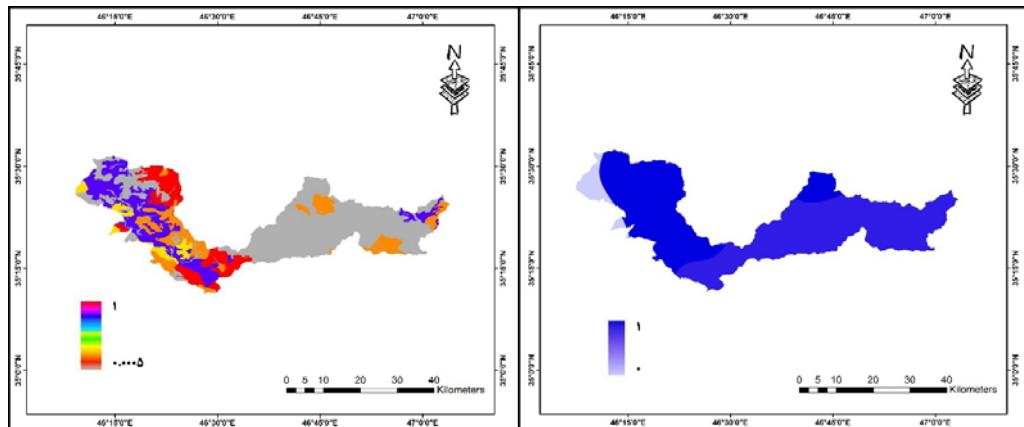
شکل ۴ نقشه فازی سنگ شناسی

شکل ۵ نقشه فازی خاک



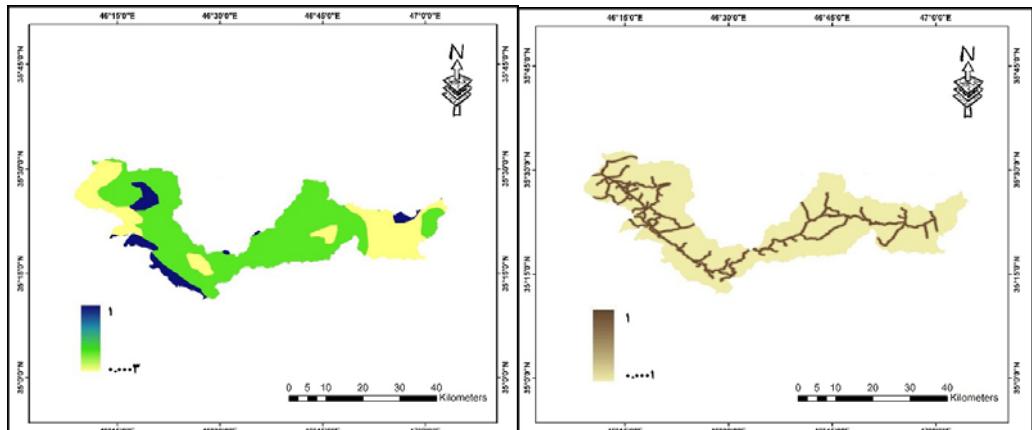
شکل ۶ نقشه فازی فاصله از شبکه آبراهه

شکل ۷ نقشه فازی فاصله از گسل



شکل ۸ نقشه فازی کاربری اراضی

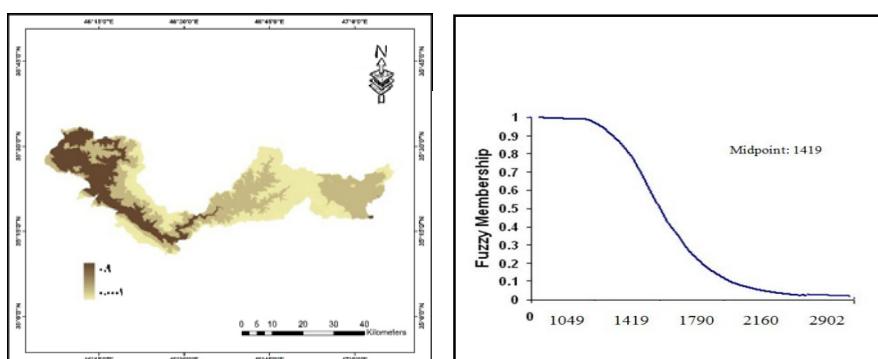
شکل ۹ نقشه فازی بارش



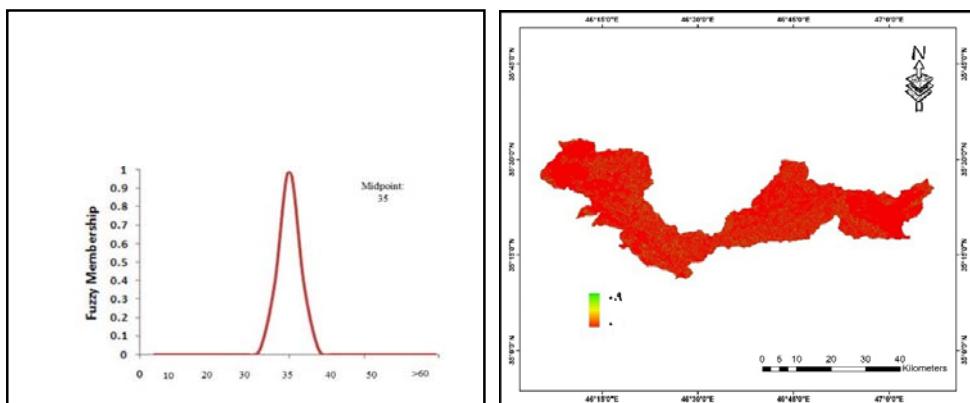
شکل ۱۱ نقشه فازی پوشش گیاهی

شکل ۱۰ نقشه فازی فاصله از جاده

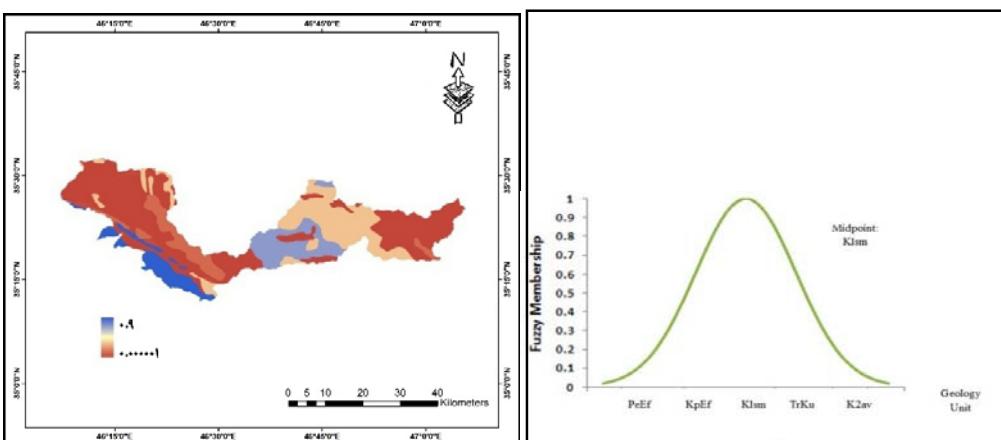
در مرحله بعد فازی سازی لایه ها با استفاده از توابع عضویت فازی در نرم افزار Arc GIS 10 و با استفاده از دستور Fuzzy Membership انجام شد و به این صورت نقشه رستری هر معیار به صورت فازی تهیه گردید (شکل های ۱۲ تا ۲۱).



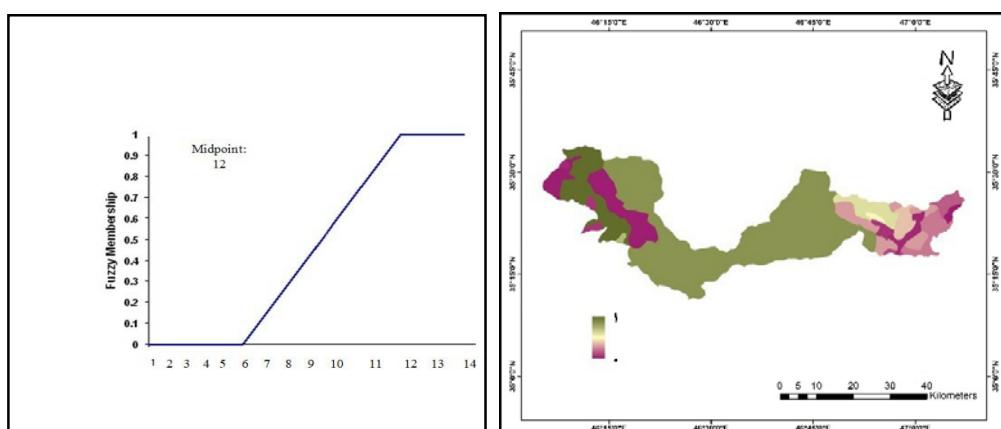
شکل ۱۲ نقشه و تابع فازی ارتفاع



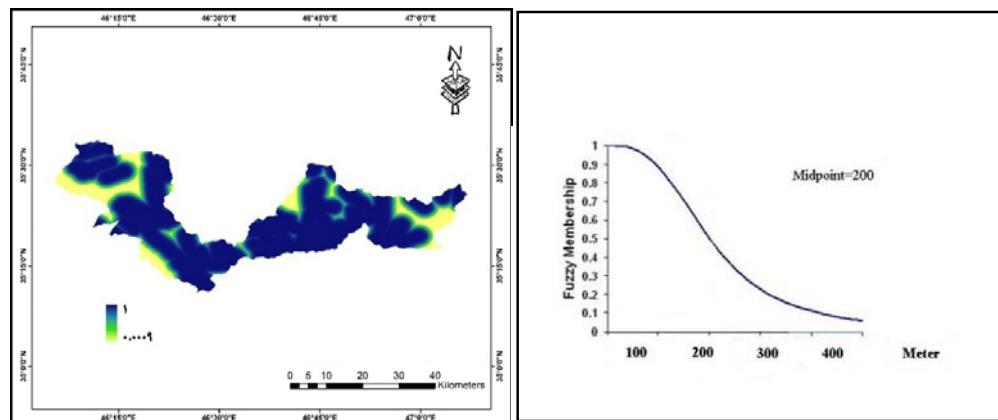
شکل ۱۳ نقشه و تابع فازی شب



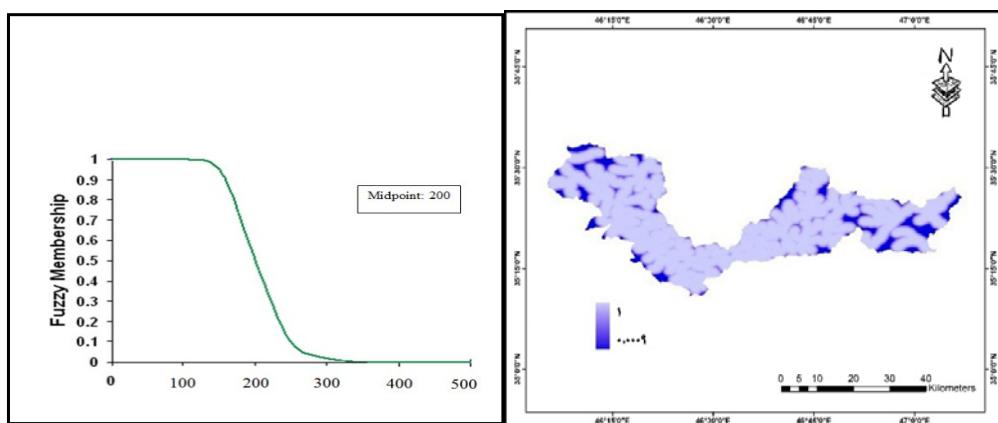
شکل ۱۴ نقشه و تابع فازی سنگ شناسی



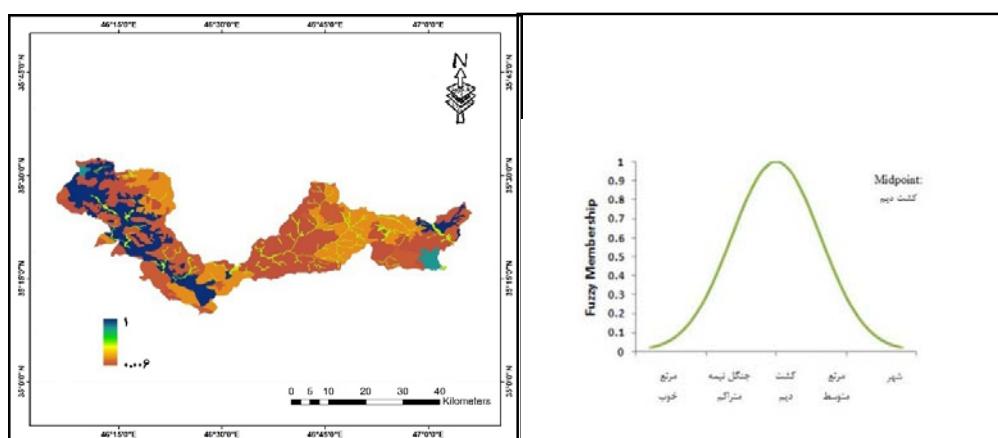
شکل ۱۵ نقشه و تابع فازی خاک



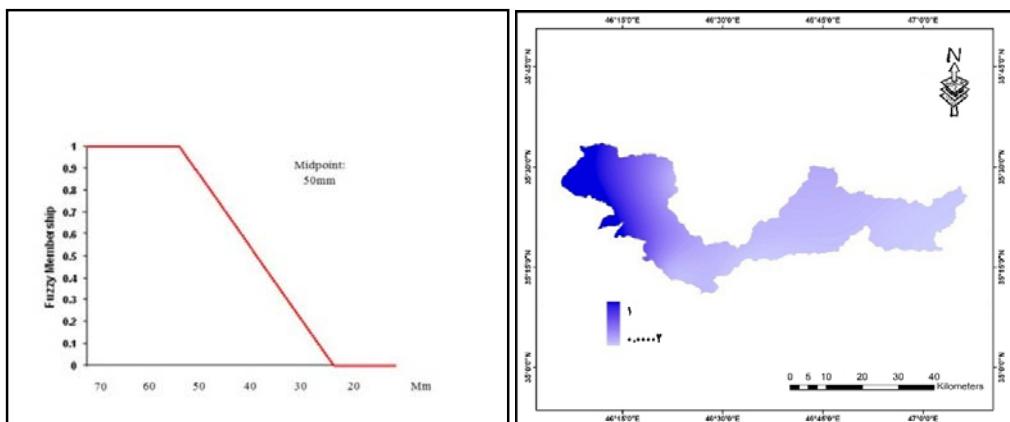
شکل ۱۶ نقشه و تابع فازی فاصله از گسل



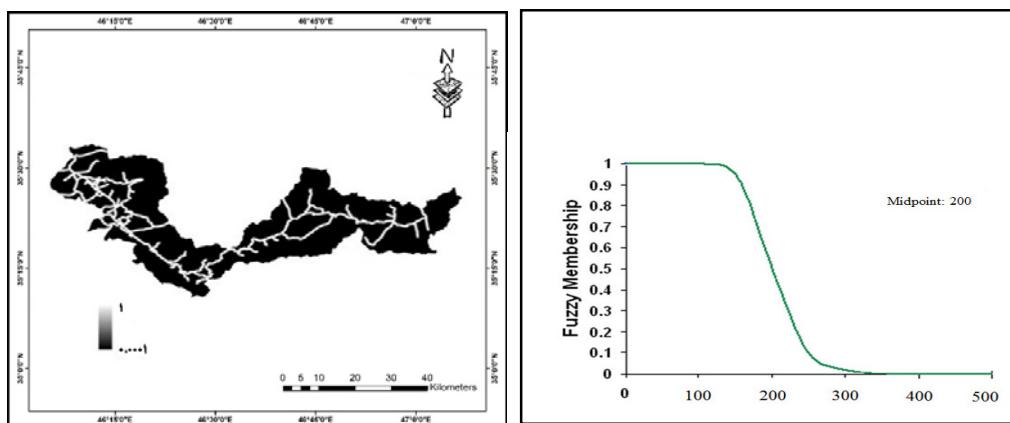
شکل ۱۷ نقشه و تابع فازی فاصله از آبراهه



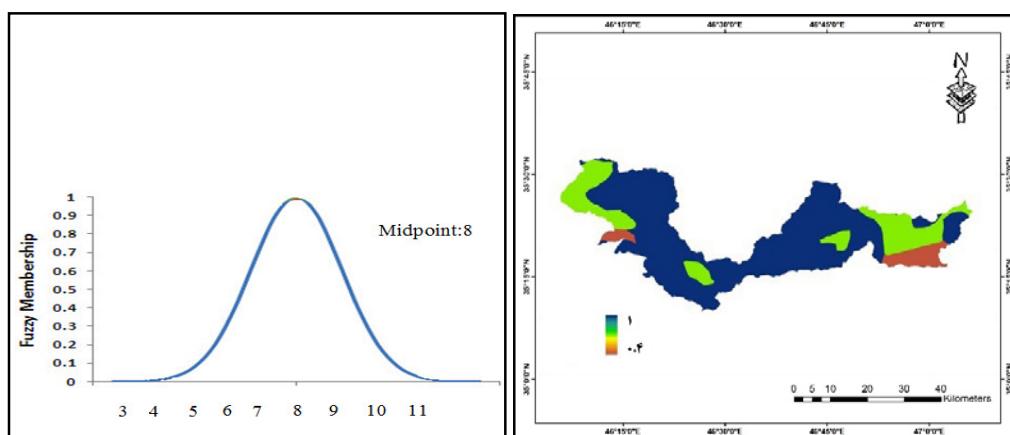
شکل ۱۸ نقشه و تابع فازی کاربری اراضی



شکل ۱۹ نقشه و تابع فازی بارش

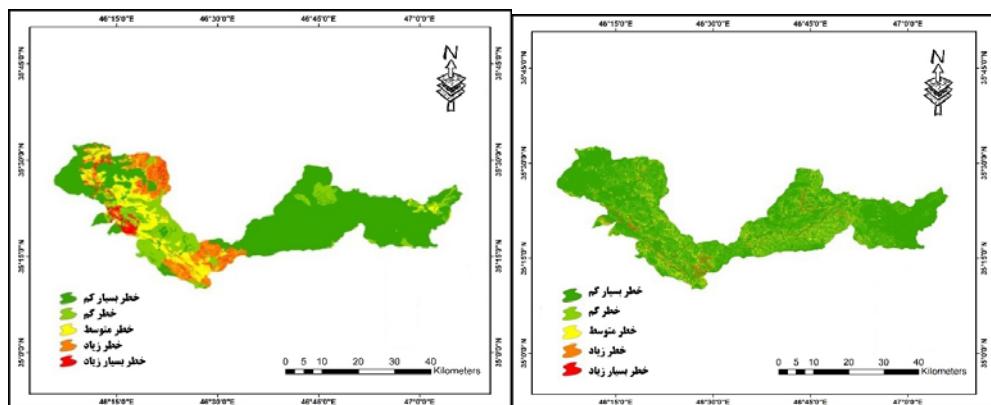


شکل ۲۰ نقشه و تابع فازی فاصله از جاده



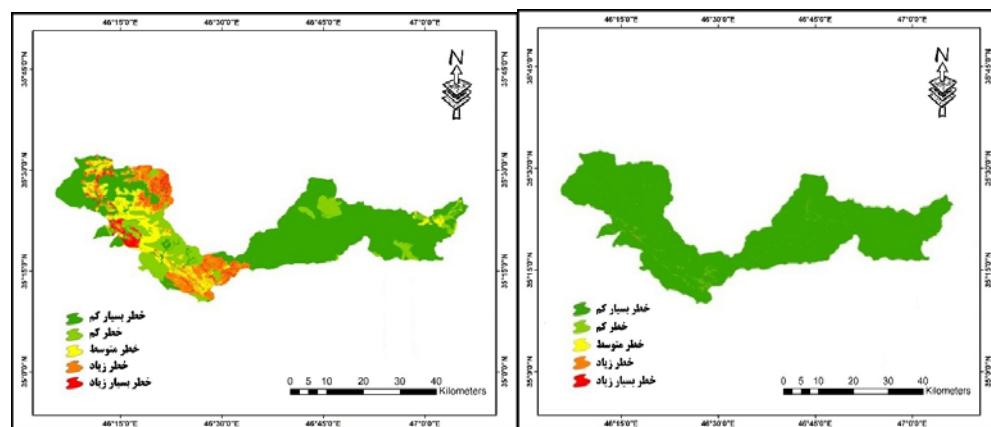
شکل ۲۱ نقشه و تابع فازی پوشش گیاهی

بعد از مرحله فازی‌سازی معیارهای مؤثر با استفاده از مدل نسبت فراوانی و توابع فازی نرم‌افزار Arc GIS 10 نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (شکل‌های ۲۲ تا ۲۷) از طریق عملگرهای گامای فازی با لاندahای ۰.۸ و ۰.۹ تهیه شد. مساحت و درصد هر یک از طبقات خطر نیز برای دو روش مذکور در جدول شماره ۳ محاسبه شده است.



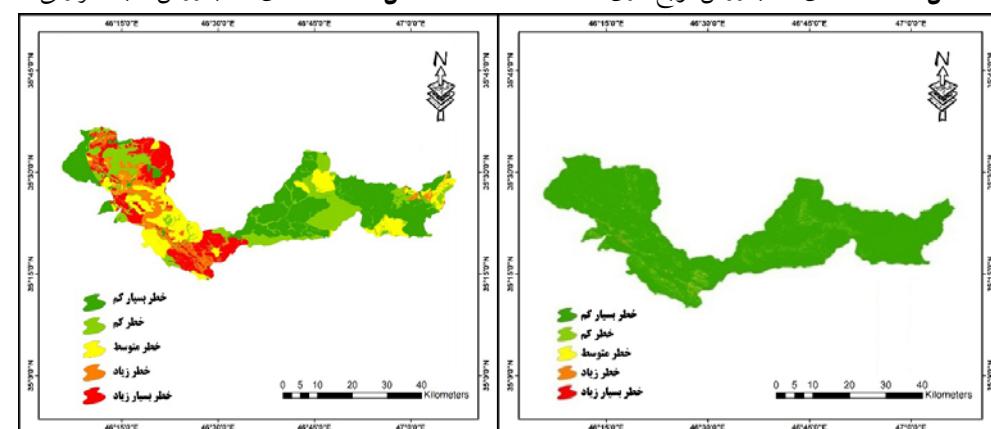
شکل ۲۲ نقشه گامای ۰.۷ با روش توابع فراوانی

شکل ۲۳ نقشه گامای ۰.۷ با روش نسبت فراوانی



شکل ۲۴ نقشه گامای ۰.۸ با روش نسبت فراوانی

شکل ۲۵ نقشه گامای ۰.۸ با روش توابع فراوانی



شکل ۲۶ نقشه گامای ۰.۹ با روش نسبت فراوانی

شکل ۲۷ نقشه گامای ۰.۹ با روش توابع فراوانی

## جدول ۳ مساحت و درصد طبقات خطر در نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش

روش	عملگر	طبقات خطر	مساحت هر طبقه (Km <sup>2</sup> )	مساحت هر طبقه (درصد)
پهن فوایدی	گامای ۰.۷	خطر خیلی کم	۷۴۶.۷۷	۵۸.۷۵
		خطر کم	۱۹۸.۵۸	۱۵.۶۲
		خطر متوسط	۱۲۹.۴۳	۱۰.۱۸
		خطر زیاد	۱۶۰.۶۳	۱۲.۶۴
		خطر بسیار زیاد	۳۵.۶۰	۲.۸۰
	گامای ۰.۸	خطر خیلی کم	۷۱۹.۹۹	۶۰.۰۸
		خطر کم	۱۸۳.۰۷	۱۴.۴۰
		خطر متوسط	۱۳۴.۴۱	۱۰.۰۸
		خطر زیاد	۱۵۱.۴۴	۱۱.۹۲
		خطر بسیار زیاد	۳۲.۱۰	۲.۵۳
قائم	گامای ۰.۹	خطر خیلی کم	۴۵۸.۹۱	۳۶.۱۱
		خطر کم	۲۶۲.۱۱	۲۰.۶۲
		خطر متوسط	۲۲۰.۰۷	۱۷.۳۵
		خطر زیاد	۱۴۰.۱۹	۱۱.۰۳
		خطر بسیار زیاد	۱۸۹.۲۲	۱۴.۸۹
	گامای ۰.۷	خطر خیلی کم	۱۲۶۲.۹۰	۹۹.۳۶
		خطر کم	۵۸۰	۰.۴۶
		خطر متوسط	۱.۰۳	۰.۱۲
		خطر زیاد	۰.۶۳	۰.۰۵
		خطر بسیار زیاد	۰.۱۹	۰.۰۲
قائم	گامای ۰.۸	خطر خیلی کم	۱۲۳۳.۹۵	۹۷.۰۸
		خطر کم	۲۹.۵۴	۲.۳۲
		خطر متوسط	۵.۶۲	۰.۴۴
		خطر زیاد	۱.۰۹	۰.۱۳
		خطر بسیار زیاد	۰.۳۴	۰.۰۳
	گامای ۰.۹	خطر خیلی کم	۱۰۰۳.۴۲	۷۸.۹۵
		خطر کم	۱۶۲.۱۰	۱۲.۷۶
		خطر متوسط	۷۹.۳۶	۶.۲۴
		خطر زیاد	۲۰.۷۲	۱.۶۳
		خطر بسیار زیاد	۰.۲۷	۰.۴۱

مأخذ: محاسبات نویسنده‌گان

## بحث و نتایج

نتایج بررسی طبقات معیارهای مورد بررسی در روش نسبت فراوانی (جدول شماره ۲) نشان داد که در معیار شیب، لغزش‌ها در طبقات شیب‌های بیشتر از ۷۰ درصد رخ داده است. شیب‌های بین ۵۰ تا ۷۰ درصد در درجه دوم اهمیت قرار دارند. وضعیت شیب بدین علت حائز اهمیت است که سازوکار بسیاری از حرکت‌های دامنه‌ای در اثر این عامل رخ می‌دهد.

تحلیل تقاطع لغزش‌ها با جهات مختلف شیب نشان داد که زمین‌لغزش‌ها تقریباً در تمامی جهات شیب رخ داده‌اند؛ ولی از میان جهات شیب بیشترین لغزش‌های اتفاق افتاده در جهات شیب شمال و شمال شرقی منطقه بوده است. انطباق نقشه پردازش زمین‌لغزش‌ها با نقشه طبقات ارتفاعی نشان داد که بیشترین لغزش‌های رخ داده در طبقات ارتفاعی بین ۱۳۵۰ تا ۱۰۴۹ متر به وقوع پیوسته و با افزایش ارتفاع از میزان حساسیت زمین‌لغزش کاسته شده است. دلیل این موضوع را می‌توان به لیتوژئی مقاوم‌تر این محدوده‌ها نسبت داد.

تحلیل شرایط لیتوژئیکی محدوده مورد مطالعه نشان داد که کنگلومرا، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک بیشترین لغزش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

بررسی کاربری اراضی منطقه نیز نشان داد که بیشترین لغزش‌ها در دو کاربری باغ و مرتع اتفاق افتاده است که دلیل آن را می‌توان به نقش انسان در اکوسیستم‌های منطقه و تخریب‌هایی که به واسطه تغییر این کاربری‌ها اعمال کرده، نسبت داد. در عامل خاک‌شناسی، خاک‌های کم‌عمق همراه با رخنمون سنگی، بیشترین فراوانی نسبی زمین‌لغزش‌ها را دارند. علت آن نفوذ آب و رطوبت از لایه‌های نه چندان ضخیم خاک‌های سست نایپوسته فوکانی وجود شیب زیاد دامنه‌های این نوع خاک است که شرایط لغزش را تشدید می‌کند.

نسبت فراوانی لغزش‌ها در طبقات معیار پوشش گیاهی به صورتی است که کلاس نوع اراضی آبی کشاورزی بیشترین نسبت و در نتیجه بالاترین وزن فازی را به خود اختصاص داده است. این نوع پوشش گیاهی باعث کندشدن سرعت جريان هرز آب‌ها در سطح دامنه‌ها شده و در نتیجه این عمل آب در سطح، فرصت بیشتری برای نفوذ به عمق دارد و لذا این نوع پوشش گیاهی در تشدید پدیده لغزش نقش مهمی را ایفا می‌کند.

در معیار فاصله از جاده ارتباطی نیز فاصله ۱۰۰ متری از جاده بیشترین لغزش‌ها را داشته است. این موضوع نشان می‌دهد که دامنه‌های مشرف به جاده که کمترین فاصله را با جاده دارند، ناپایداری بیشتری نسبت به دیگر طبقات فاصله از جاده دارند.

تحلیل پیکسل‌های لغزشی در ارتباط با گسل‌ها نشان می‌دهد که هرچه فاصله از گسل‌ها کمتر می‌شود، ناپایداری بیشتر است. در این منطقه به دلیل انطباق بیشتر مسیر جاده بر تراست زاگرس و فاصله کم گسل‌ها تا جاده ارتباطی بیشترین وزن فازی را کلاس ۱۰۰ متری فاصله از گسل نشان می‌دهد که عامل تشدیدکننده ناپایداری دامنه‌های مشرف به جاده است.

جدول شماره ۲ همچنین نشان می‌دهد که بیشتر زمین‌لغزش‌ها در فاصله بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ متری از شبکه آبراهه‌ای و در طبقات بارشی ۲۶ تا ۵۷ میلی‌متر به وقوع پیوسته‌اند.

نتیجه حاصله از انجام پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش عموماً به صورت نقشه‌هایی است که رده‌های مختلف خطر را در منطقه نشان می‌دهد و بسته به تعداد رده‌های خطر در منطقه با عباراتی نظیر خطر خیلی کم، خطر کم، خطر متوسط، خطر زیاد و خطر بسیار زیاد معرفی می‌شود. نقشه‌های خطر تهیه شده از طریق اپراتور فازی گاما در منطقه مورد مطالعه مبنای مقایسه دو روش نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی است؛ لذا به جهت متفاوت بودن روش‌های فازی‌سازی و تهیه نقشه خطر نهایی، این مقایسه برای فازی‌سازی معیارها و همچنین پهنه‌بندی خطر در دو روش مذکور به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### مقایسه فازی‌سازی معیارهای مؤثر در مدل نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی نرم‌افزار Arc GIS 10

فازی‌سازی با استفاده از توابع فازی برای هر معیار نشان داد که انتخاب یک تابع به منظور فازی‌سازی باید با توجه به هدف (پهنه‌بندی زمین‌لغزش)، ماهیت معیار در منطقه مورد مطالعه و رابطه معیار با هدف موردنظر صورت گیرد. به عنوان مثال در این پژوهش برای فازی‌سازی معیار گسل، چون فاصله از گسل حائز اهمیت بود و کمترین فاصله، بیشترین امتیاز را داشت از تابع Small استفاده شد. طبق جدول شماره ۱ این تابع زمانی استفاده می‌شود که مقادیر کوچک و رویدی، بالاترین عضویت فازی را می‌گیرد؛ لذا با توجه به هدف پژوهش که پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش است، رابطه معیار گسل را می‌توان این چنین تعریف کرد که هرچه فاصله از گسل کمتر باشد، نایابداری بیشتر و در نتیجه خطر زمین‌لغزش بیشتر می‌شود. فازی‌سازی سایر معیارها نیز بر همین مبنای صورت گرفته است. همچنین این مطالعه نشان داد که فازی‌سازی با استفاده از مدل نسبت فراوانی در این گونه پهنه‌بندی‌ها از دقت بیشتری برخوردار است. دلیل این امر را می‌توان به تطابق هر معیار با نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های منطقه در هنگام وزن‌دهی نسبت داد، به طوری که در هر طبقه از معیار تعداد پیکسل‌های لغزشی و یا فاقد لغزشی مشخص و از رابطه مربوطه عضویت فازی هر طبقه استخراج می‌شود.

#### مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش در مدل نسبت فراوانی و توابع فازی نرم‌افزار Arc GIS 10

نقشه‌های فازی شده با عملگرهای مختلف گامای فازی هم‌پوشانی شده و نقشه‌های نهایی پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش در منطقه با دو روش مورد نظر تهیه شد (شکل‌های ۲۴ تا ۲۹). در این نقشه‌ها مدلی بهینه انتخاب شد که درصد بیشتری از فرآیند لغزشی در آن اتفاق افتاده باشد. همان طور که در جدول شماره ۳ مشخص است، طبقه خطر بسیار زیاد در نقشه‌های پهنه‌بندی خطر با روش نسبت فراوانی با گاماهای ۰.۷، ۰.۸ و ۰.۹ به ترتیب ۲۸۰، ۲۵۳ و ۱۴۸۹ درصد را به خود اختصاص داده است که نسبت به درصد طبقه خطر بسیار زیاد با روش توابع فازی درصد بالاتری را نشان می‌دهد. در سایر طبقات خطر نیز در مجموع درصد خطر با روش نسبت فراوانی بیشتر است.

**نتیجه‌گیری**

محور ارتباطی مریوان- سنتنچ در استان کردستان به طول ۱۳۵ کیلومتر به دلیل موقعیت جغرافیایی و به واسطه نقش حیاتی در ترانزیت بین‌المللی و به ویژه دسترسی به بازارهای غرب کشور یکی از پرترددترین محورهای ارتباطی ایران است. ویژگی‌های طبیعی و زمین‌شناسی و شرایط نامناسب فیزیکی جاده نشان می‌دهد که مسیر جاده به درستی و ناظر بر مخاطرات محیطی (دامنه‌ای) انتخاب نشده است. بخش اعظم جاده از نواحی خطر القعر و به طور عمده روی رسویات جدید آبرفتی با مقاومت بسیار پایین و حساسیت بسیار بالا عبور کرده و از نظر لیتوژئیکی هم بیشتر از سنگ‌های شیل، رس، مارن و شیست تشکیل شده و در محدوده کوهستانی به دلیل داشتن شیب زیاد دامنه‌ها و ارتفاع زیاد، دچار ناپایداری‌هایی شده است.

در این پژوهش وزن‌دهی به معیارهای مؤثر در وقوع حرکات لغزشی با استفاده از دو روش نسبت فراوانی و توابع عضویت فازی با یکدیگر مقایسه شدند. عوامل توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت‌شیب)، زمین‌شناسی (واحدهای سنگ‌شناسی و گسل)، شبکه آبراهه، راه ارتباطی، کاربری اراضی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی و بارش به عنوان متغیرهای مستقل و پهنلهای لغزشی به عنوان متغیر وابسته در این مقایسه مورد استفاده قرار گرفتند. تحلیل و ارزیابی نتایج نشان داد که فازی‌سازی با استفاده از روش نسبت فراوانی به دلیل تطابق هر نقشه عاملی با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها و محاسبه پیکسل‌های لغزش‌یافته و بدون لغزش می‌تواند از ارزش بیشتری برخوردار باشد. از میان نقشه‌های پهنله‌بندی خطر زمین‌لغزش که با استفاده از نقشه‌های وزنی دو روش مذکور تهیه شده، نقشه پهنله‌بندی خطر با گامای ۸° مدل نسبت فراوانی نیز به دلیل تطابق بیشتر با پهنلهای لغزشی به وقوع پیوسته، از دقت بالاتری برخوردار است.

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دقت نقشه‌های پهنله‌بندی خطر برای فرآیندهای لغزشی مستقیماً در ارتباط با روش فازی‌سازی بوده و انتخاب روش و یا مدل از اهمیت زیادی برخوردار است. از میان دو روش مورد بحث، استفاده از مدل نسبت فراوانی به دلیل فازی‌سازی مناسب هر معیار با استناد به نقشه‌های پراکنش زمین‌لغزش‌های رخ داده و نحوه تفکیک طبقات خطر، مناسب‌ترین روش برای پهنله‌بندی زمین‌لغزش‌ها در محور ارتباطی مریوان- سنتنچ محسوب می‌شود.

**References**

- Ahmadi, H., Esmali, A., Feiznia, S., Shariat jafari, M., 2004. Mass movement hazard zonation with two multiple regression (MR) and Analytical Hierarchy process (AHP) methods. (Case study: Germichay watershed). Iranian J. Natural Res. Vol 56, No 4, 323-336. (In Per.)
- Alaiee Taleghani, M., Rahimzadeh, Z., Amini, A., 2011. Mass Zoning the Skirts Sensitivity to Instability (Slippage) at Javanrood Catchment Area by the Use of Two Variables Statistical Model of Surface Compaction. Geography and Development. No 22, 57-72. (In Per.)

- Feiznia, S., Kalarstaghi, A., Ahmadi, H., Safaei, M., 2004. An Investigation of Effective Factors on Landslide Occurrence and Landslide Hazard Zonation (Case Study Shirin Rood Drainage Basin - Tajan Dam). Iranian J. Natural Res. Vol 57, No 1, 3-22. (In Per.)
- Graee, P., Karimi, H., 2010. Determination of the best landslide susceptibility mapping method in the Ilam dam basin. Geographical Research. Vol 25, No 96, 101-127. (In Per.)
- Hoon chi, K., Park, n., chung.ch.jo, 2002. Fuzzy logic integration for landslide hazard mapping using spatial data from boeun, Korea, symposium on geospatial theory. Processing and applications. (In Eng.)
- Hosseinzadeh, M., Servati, M. R., and Mansouri, A. 2009. Zonation of Mass Movements Occurring Risk using Logistic Regression Model. IRAN Geology Quarterly, 3 (11): 27-37. (In Per.)
- khaledi, S., derafshi, K., Mehrjunejad, A., gharachahi, S., khaledi, S. 2012. Assessment of the landslide effective factors and zonation of this event using logistic regression in the GIS environment (Case Study Taleghan Watershed). Journal of Geography and Environmental Hazards. No 1, 65-82. (In Per.)
- Komac, M., 2006. A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in per alpine Slovenia. Geomorphology, No 24, 17-28. (In Eng.)
- Moradi, H. R., Pourghasemi, H. R., Mohammadi, M., Mahdavifar, M. R., 2010. Landslide Hazard Zoning using Gamma Fuzzy Operator, with a Case Study of Haraz Watershed. Environmental Sciences. Vol 7, No 4, 129-142. (In Per.)
- Shahabi, H., Khezri, S., Ahmad, B.B., Allahvirdiasi, H., 2012. Application of satellite images and fuzzy set theory in landside hazard mapping in central zab basin. IOSR Journal of applied physics, vol 1, 17-24. (In Eng.)
- Van Westen, C. J., Rengers, N. Soaters, R. 1993. Geographic information systems applied to landslide hazard zonation. Mapping awareness and GIS in Europe.17. 5. (In Eng.)
- Van Westen, C. J., Rengers, N. Terline, J. Soaters, R. 1997. Predication of the occurrence of slope instability phenomena through GIS -Based hazard zonation. Geologies ches Runds chall. 86. (In Eng.)
- Yamani, M., Ahmadabadi, A., zare, R., 2012. Evaluation of Performance Artificial Intelligence Techniques in landslide study with an emphasis on SVM algorithm (Case Study: Darakeh Basin). Journal of Geography and Environmental Hazards. No 3. (In Per.)
- Zhang F.L., 2007. Study on landslide susceptibility mapping based on GIS and with bivariate statistics. A case study in London area highway 212. Science paper online.

## پدیده کویرزایی در تالاب‌های ایران

### (مطالعه موردنی: تالاب میقان)

منیژه قهروندی تالی<sup>۱</sup> - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
بهاره میرزاخانی - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
آتنا عسگری - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۶ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۰۲/۲۸

#### چکیده

پدیده کویرزایی از مشکلات کشورهایی است که حوضه‌های آبریز بسته دارند. در پست‌ترین نقاط این حوضه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌هایی وجود دارند که باقیمانده آخرین دوره یخچالی هستند. در دهه اخیر تغییرات اقلیمی، کمبود بارندگی، فعالیت‌های انسانی و سوء مدیریت منابع آب سبب کاهش ورودی آب به تالاب‌ها شده و خشک شدن فصلی و یا دائمی تالاب‌ها را به دنبال داشته است. این خشکی منجر به رسوب کانی‌های محلول بهویژه نمک‌ها شده و تالاب‌ها را به کویر تبدیل کرده است. تالاب میقان نیز که حوضه آبریزی به مساحت حدود ۵۵۲۸ کیلومتر مربع را زهکشی می‌کند با معضل کاهش ورودی آب و پدیده کویرزایی مواجه است. این پژوهش با هدف بررسی گسترش کویری شدن در تالاب میقان انجام شده و داده‌های مورد استفاده در آن شامل نقشه توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی و داده‌باندهای انعکاسی از تصویر<sup>+</sup> IRS-P6 و تصویر<sup>+</sup> ETM در سال ۲۰۰۷ است. روش تحقیق شامل تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مبتنی بر ماتریس همبستگی، تحلیل‌های دانه‌سنگی از ۱۱ نمونه رسوب و بررسی‌های میکروسکوپی از ۱۲۰ دانه از هر نمونه رسوب بوده است. نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی در تصویر<sup>+</sup> IRS و تصویر<sup>+</sup> ETM دو سطح را شناسایی کرد که سطوح درونی متعلق به PC2 و سطوح بیرونی مربوط به PC1 در هر دو تصویر بوده است. بررسی‌های مورفوگلوبی مقاطع نشان داد که بخش خشک این تالاب قبلاً زیر آب بوده و آثار هوازدگی‌های شیمیایی در مقاطع وجود دارد. همچنین ضریب سایش نمونه‌ها نشان از فرسایش آبی در رسوبات نمکی و ژیپس دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تالاب میقان در طول تحولات اقلیمی، چنین خشکی‌ای را تجربه نکرده بوده است و اگر روند خشکی ادامه یابد این تالاب به کویری دائمی تبدیل می‌شود که امکان احیای آن وجود نخواهد داشت.

**کلید واژه‌ها:** جاده تالاب، کویرزایی، میقان، بحران آب.

## مقدمه

ایران کشوری کوهستانی و دارای حوضه‌های آبریز متعدد آرئیک است که رواناب آن‌ها به سمت چاله‌های داخلی ایران زهکشی می‌شود. این چاله‌ها به صورت دریاچه‌ها و تالاب‌های پرآب از زیستگاه‌های مهم آبی به شمار می‌روند. اکثر این تالاب‌ها در نتیجه نیروهای تکتونیکی و عوامل فرسایشی ایجاد شده‌اند و باقی‌مانده دریاچه‌های کواترنری هستند که در دوره‌های بین یخچالی، سطوح رسوی در اطراف آن‌ها شکل گرفته است که بیانگر تحولات اقلیمی آن‌هاست. در سال‌های اخیر پدیده‌هایی همچون افزایش جمعیت، گسترش شهرهای بزرگ و به تبع آن رشد فعالیت‌های انسانی و همچنین تغییرات اقلیمی سبب شده تا ورود آب به این تالاب‌ها کاهش یابد و در بعضی از فصول قطع شود و در نتیجه خشکی دائمی یا فصلی برای آن‌ها پدید آورد. خشک شدن تالاب‌های ایران سبب تجمع کانی‌های تبخیری به‌ویژه نمک‌ها و ایجاد روند کویرزایی در این تالاب‌ها شده و تحول پلایاگونه آن‌ها را شدت بخشیده است. به طوری که در سال‌های اخیر افزایش رسوب کانی‌های نمکی بر روی نهشته‌های آواری سبب گسترش زون نمکی و تبدیل تالاب‌ها به کویر شده است که این امر علاوه بر اثرات متعدد زیست محیطی، نقش مهمی نیز در ایجاد و تشديد طوفان‌های گرد و غبار ایفا می‌کند (قهرودی، ۱۳۹۱).

مطالعات متعددی در مورد منشأ نهشته‌های تبخیری، ژئوشیمی و رسوب‌شناسی نهشته‌های اطراف تالاب‌ها و پلایاها انجام شده است (Hardie, 1968; Eugster, 1980-1984). شرکت معدنی املاح ایران در طی سال‌های (۱۳۷۰ تا ۱۳۷۲) به منظور جستجو و اکتشاف ماده معدنی سولفات سدیم در محدوده دریاچه میقان، مطالعات رسوب‌شناسی انجام داده و سطوحی با حداقل تجمع سولفات سدیم را تعیین کرده است. زمانی فراهانی (۱۳۷۸) نیز مطالعاتی کلی بر روی رسوب‌شناسی میقان انجام داد و به این نتیجه رسید که کاهش ورودی آب به این تالاب، موجب هجوم جبهه آب شور به آب شیرین در این منطقه شده است. همچنین مهاجرانی (۱۳۷۸) رسوب‌شناسی، منشأ و نحوه گسترش نهشته‌های تبخیری در اطراف پلایاها را بررسی نموده است.

علاوه بر عملیات آزمایشگاهی، استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور به ویژه تحلیل مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup> (PCA)، ترکیب باندی، فیلترها و نسبت گیری طیفی در شناسایی پهنه‌های رسوبی را می‌توان در تحقیقات گونلو (۲۰۰۸)، رسولی و همکاران (۱۳۸۷) و قهرودی تالی (۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۰، ۱۳۸۹) مشاهده نمود. پژوهش‌های متعدد علوي پناه در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۳، ۱۹۹۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳، در خصوص استفاده از تکنیک‌های فوق در شناسایی پدیده‌ها در کویرها و بیانها قابل توجه است. در شناسایی منشاء رسوبات عهد حاضر مرادی و

۱ Principal Component Analysis(PCA)

دیگران (۱۳۸۵: ۱۰) با بکارگیری داده‌های ماهواره‌ای در جنوب دشت خوزستان به این نتیجه رسیدند که رسوب‌گذاری در این منطقه متاثر از دریا و روختانه بوده است. استفاده از تکنیک تحلیل مؤلفه‌های اصلی در شناسایی کانیهای ژیپس، اندریت، مارن، رس، نمک و آهک در جنوب شهر فیروزآباد در پژوهش هاشمی تنگستانی و توکلی (۱۳۸۶) نیز مشاهده می‌شود. محققین متعددی استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی را برای کاهش تعداد متغیرها و تفسیر بهتر اطلاعات ماهواره‌ای توصیه نموده‌اند (Sanchez-Martos & et al, 2001). این پژوهش ترکیبی از روش‌های فوق در مطالعه تشخیص شرایط تبدیل تالاب (Camdevyren & et al, 2005) میقان به کویر را مورد استفاده قرار داده است.

#### منطقه مورد مطالعه

تالاب میقان در شمال شرقی شهر اراک و در دشت فراهان قرار دارد و مساحت آن از حدود ۱۰۰ الی ۱۱۰ کیلومتر مربع متغیر است. این تالاب با آب شوری که دارد در حوضه میقان واقع است که از زیرحوضه‌های کویر مرکزی ایران است. تالاب میقان در پست‌ترین نقطه حوضه دارای ۱۶۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا است. از نظر ساختمان زمین‌شناسی، حوضه میقان از دو واحد بزرگ کوهستانی در حاشیه و دشت رسوبی در بخش میانی تشکیل شده است. در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، حوضه میقان به صورت سیستم گرانی دیده می‌شود که در امتداد دو گسل، فرو افتاده است. علت بسته شدن و استقلال حوضه، چین خوردن و بالا آمدن نهشته‌های زمان پلیوسن حاشیه شرق حوضه و همزمان فرو افتادن دشت میانی در اثر رخداد تکتونیکی پاسادین در عهد پلئیستوسن (۷۰۰ هزار سال قبل) است. تنشیت‌های این دوره شامل آبرفت‌های قدیمی، آبرفت‌های جوان، کفه‌های رسی و نمکی است که سطح نسبتاً پهناوری از حوضه را فرا گرفته است. شکل ۱ موقعیت تالاب میقان و واحدهای اراضی آن را نشان می‌دهد.

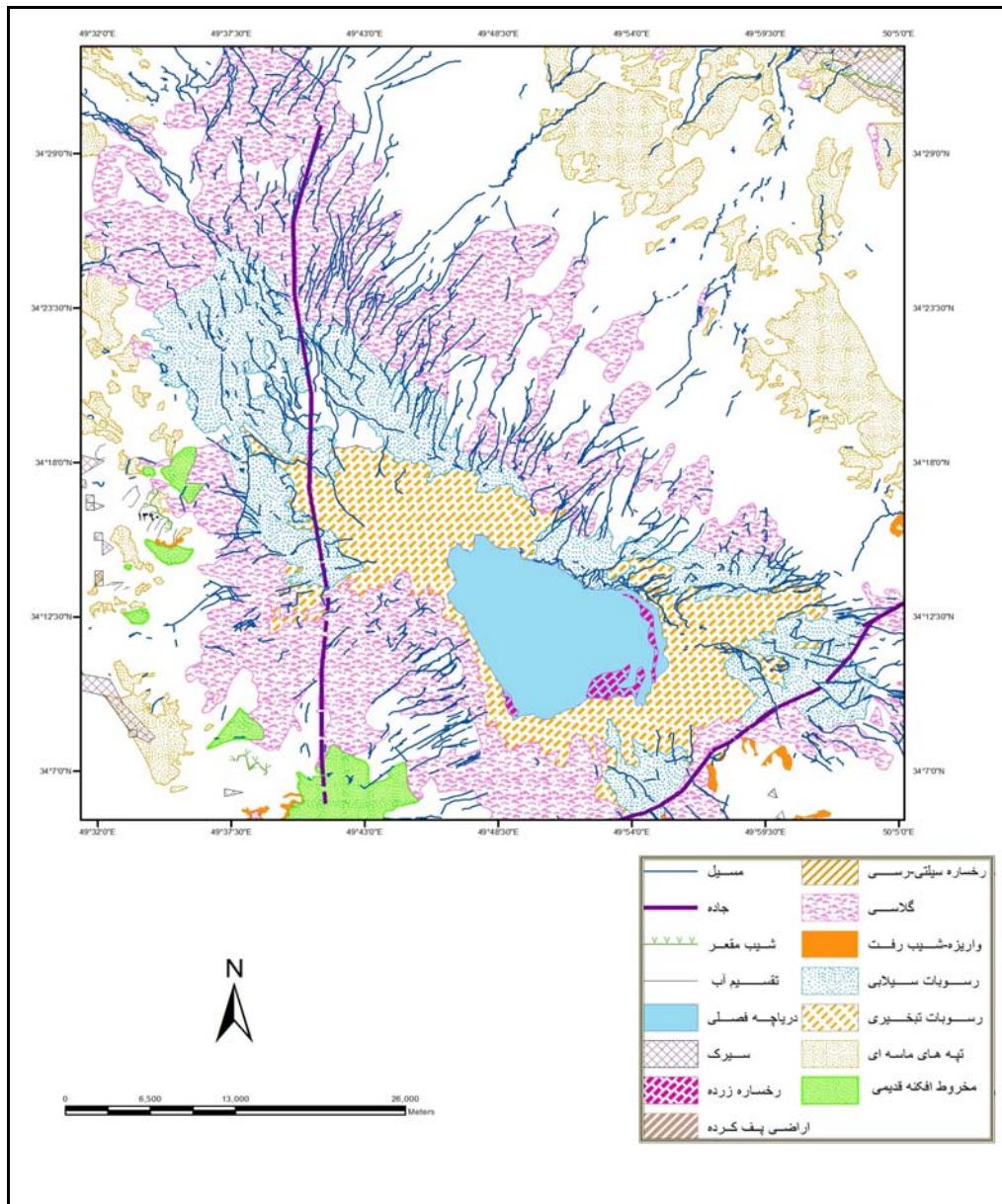
#### مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، داده ارتفاعی<sup>۱</sup> Aster، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و داده ۶ باند انعکاسی از تصویر<sup>۲</sup> ETM<sup>+</sup> در ابعاد ۲۸۱۴ × ۱۹۹۷ پیکسل مربوط به ماه جولای سال ۲۰۰۰ است که برای افزایش تفکیک مکانی با تصویر باند پانکروماتیک همان سنجنده، با ابعاد پیکسل ۱۵ متر ترکیب شده است.<sup>۳</sup> همچنین برای افزایش دقیق و کترول بیشتر، ۴ باند انعکاسی از تصاویر IRS-P6(LISS<sup>۴</sup> III) همان ماه مربوط به سال ۲۰۰۷ نیز مورد استفاده قرار گرفته است. مراحل انجام این پژوهش به ترتیب زیر است:

1 Enhanced Thematic Mapper

2 Merge Resolution

3 Linear Imaging Self Scanning



شکل ۱ واحدهای اراضی و موقعیت تالاب میقان

- برای به دست آوردن تغییرات سطوح رسوی اطراف تالاب، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مبتنی بر ماتریس همبستگی استفاده شد؛ بدین ترتیب که پس از ترکیب باندهای انعکاسی تصویر<sup>ETM<sup>+</sup></sup> با باند پانکروماتیک همان سنجنده، ماتریس همبستگی آنها محاسبه شد (جدول ۱). همان‌گونه که جدول اخیر نشان می‌دهد، ضرایب همبستگی بین باندهای

همبستگی قوی‌ای را نشان می‌دهد که حاکی از تکرار اطلاعات در باندهای مجاور است. مؤلفه‌ای ۶ گانه مبتنی بر باندهای ۱ تا ۷ سنجنده ETM (به استثنای باند ۶) محاسبه شد و سهم هر PC از کل تغییرات تحت عنوان در صد واریانس (یا مقدار ویژه<sup>۱</sup>) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به دست آمده در جدول ۲ نشان می‌دهد که هرچه PC در مرتب پایین‌تری قرار گیرد، اطلاعات کمتری را دارد. ۹۹/۲۷ درصد از واریانس در سه PC اولیه قرار می‌گیرد.

**جدول ۱** ماتریس همبستگی<sup>۲</sup> شش باند انعکاسی ETM

	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7
ETM1	۱					
ETM2	۰.۹۶۹۹	۱				
ETM3	۰.۸۸۶۸	۰.۹۶۱۳	۱			
ETM4	۰.۶۴۴۱	۰.۷۰۵۹	۰.۶۶۶۵	۱		
ETM5	۰.۴۳۹۰	۰.۶۱۰۵	۰.۷۱۵۸	۰.۶۳۴۵	۱	
ETM7	۰.۳۵۰۱	۰.۰۲۱۲	۰.۶۷۹۱	۰.۴۳۵۶	۰.۹۵۱۴	۱

**جدول ۲** ضرایب بردارهای ویژه ( $\lambda$ ) برای باندهای انعکاسی در مؤلفه‌ها

	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7	Eigenvector	Variances%
PC1	۰.۲۴۲۷	-۰.۲۱۱۲	۰.۳۹۳۹	-۰.۶۸۰۱	۰.۰۸۵۹	-۰.۵۲۰۸	۸۴۹.۶۹۹۳	۸۵.۸۸
PC2	۰.۳۲۱۳	-۰.۱۴۸۸	۰.۳۸۶۴	-۰.۲۴۱۳	-۰.۰۰۴۷	۰.۸۱۶۶	۷۴.۹۰۹۸	۷.۰۷
PC3	۰.۴۸۴۹	۰.۰۳۳۴	۰.۵۲۷۰	۰.۶۴۰۳	-۰.۱۲۴۷	-۰.۲۴۵۶	۵۷.۶۲۳۴	۵.۸۲
PC4	۰.۴۷۱۹	-۰.۶۸۲۰	-۰.۰۱۵۲	۰.۱۲۵۳	۰.۱۷۳۷	-۰.۰۲۸۱	۴.۸۳۴۰	۰.۰۴
PC5	۰.۴۷۱۷	۰.۳۰۰۸	-۰.۳۵۳۵	-۰.۲۲۵۱	-۰.۶۷۵۵	-۰.۰۱۹۴	۱.۷۴۸۴	۰.۰۱
PC6	۰.۳۶۶۷	۰.۵۶۷۳	-۰.۱۶۵۰	-۰.۰۵۲۴	۰.۷۰۰۳	۰.۰۱۳۹	۰.۴۹۱۳	۰.۰۰۴

- برای این که تحلیل فوق با دقت بالاتری انجام شود، مشابه عملیات مذکور را بر روی ۴ باند انعکاسی تصویر- IRS-P6(LISSIII) با بعد پیکسل ۲۷ متر اجرا شد. جدول ۳ همبستگی بین باندها را نشان می‌دهد که در دو باند اول ۰.۹۵۶۹ PC3 و PC2 و PC1 و ۰.۹۹/۰۷ درصد واریانس، در است. مؤلفه‌های ۴ گانه نیز در این تصویر تهیه شد (جدول ۴) که ۹۹/۰۷ درصد واریانس، در IRS و ETM و ETM2 متمرکز شده است. شکل ۲ سطوح به دست آمده از مؤلفه اول و دوم در تصویر IRS و ETM را نشان می‌دهد.

**جدول ۳** ماتریس همبستگی<sup>۳</sup> چهار باند انعکاسی IRS- P6(LISSIII)

	IRS1	IRS2	IRS3	IRS4
IRS1	۱			
IRS2	۰.۹۰۶۹	۱		
IRS3	۰.۶۷۹۰	۰.۶۶۵۱	۱	
IRS4	۰.۷۸۵۸	۰.۸۶۹۶	۰.۷۴۳۹	۱

1Eigen Value

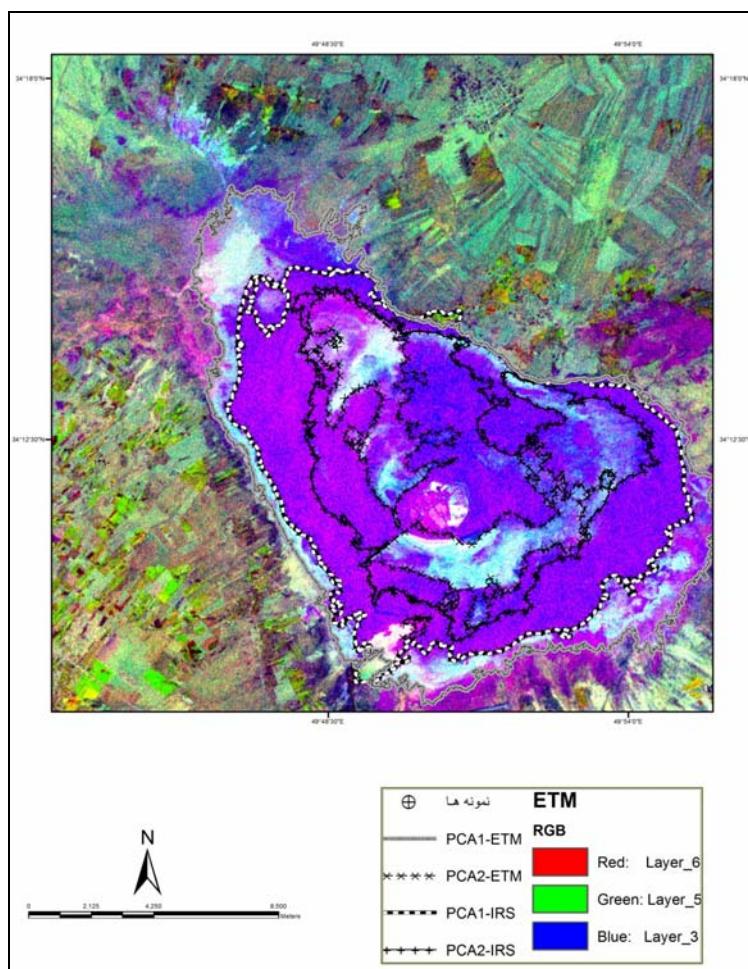
2 Correlation Matrix

3Correlation Matrix

#### دول ۴ ضرایب بردارهای ویژه( $\lambda$ ) برای باندهای انعکاسی تصویر IRS-P6(LI3III)

	IRS1	IRS2	IRS3	IRS4	Eigenvector	Variances%
PC1	۰.۰۲۰۹	۰.۲۹۰۸	-۰.۴۷۳۶	۰.۶۴۷۸	۰.۹۳۰۳۷	۸۴.۹۴
PC2	۰.۶۴۵۶	۰.۴۰۲۳	۰.۰۷۵۳	-۰.۶۴۴۶	۰.۹۰۳۵۳	۱۱.۰۷
PC3	۰.۴۴۱۱	-۰.۸۶۳۵	-۰.۲۱۱۷	-۰.۱۲۱۹	۰.۲۵۰۲۳	۳.۰۶
PC4	۰.۳۴۲۲	-۰.۰۸۸۶	۰.۸۵۱۵	۰.۳۸۷۰	۰.۷۴۶۷	۰.۹۱

- برای بررسی رسوب‌شناسی سطوح، در دو نوبت در ماه مرداد ۱۳۹۱ از داخلی ترین و خارجی ترین زون‌های به دست آمده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر اساس شکل ظاهری زمین، ۱۱ نمونه رسوب از عمق ۴۰ سانتیمتری برداشت شد که جدول ۵ موقعیت نمونه‌ها و شکل ۳ نمونه‌های خشک شده را نشان می‌دهد، همچنین موقعیت نمونه‌ها روی شکل مشخص شده است. عمق ۴۰ سانتیمتری از این نظر انتخاب شد که رسوبات دوره اخیر مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۲ سطوح رسوبی مستخرج از تحلیل مؤلفه‌های اصلی و موقعیت نمونه‌ها

جدول ۵ موقعیت نمونه‌های رسوب

شماره نمونه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع نقطه از سطح دریا (متر)
۱	۴۹° ۴۹' ۵۸/۸"	۳۴° ۱۱' ۱۱/۰ "	۱۶۸۱
۲	۴۹° ۵۰' ۱۹/۲"	۳۴° ۱۱' ۲۰/۲ "	۱۶۸۱
۳	۴۹° ۵۰' ۱۹/۷ "	۳۴° ۱۱' ۲۰/۵ "	۱۶۸۱
۴	۴۹° ۵۰' ۲۰/۲ "	۳۴° ۱۱' ۱۹/۲ "	۱۶۸۰
۵	۴۹° ۵۰' ۱۷/۸ "	۳۴° ۱۱' ۱۹/۵ "	۱۶۸۴
۶	۴۹° ۵۰' ۰۹/۳ "	۳۴° ۱۱' ۱۹/۲ "	۱۶۷۹
۷	۴۹° ۴۹' ۴۷/۵ "	۳۴° ۱۱' ۰۵/۳ "	۱۶۸۰
۸	۴۹° ۴۸' ۲۸/۸ "	۳۴° ۱۰' ۱۱/۰ "	۱۶۸۵
۹	۴۹° ۴۸' ۲۹/۹ "	۳۴° ۱۰' ۰۹/۹ "	۱۶۸۶
۱۰	۴۹° ۴۸' ۲۴/۰ "	۳۴° ۱۰' ۰۴/۱ "	۱۶۸۳
۱۱	۴۹° ۴۸' ۲۵/۹ "	۳۴° ۱۰' ۰۲/۴ "	۱۶۸۲



شکل ۳ نمونه‌های رسوب

- دانه‌سنگی (گرانولومتری) نمونه‌ها انجام شد و ضرایب جورشدگی رسوبات با اندازه‌گیری انحراف معیار

ترسیمی جامع که توسط فولک ارائه شده است، محاسبه شد (رابطه ۱):

$$\sigma = \frac{0.84 - 0.16}{4} + \frac{0.973 - 0.8}{6.6} \quad \text{رابطه ۱}$$

برای تعیین درجه نظم رسوب، اندیس کودفی کلاسمان (اندیس کرومین) نیز بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد. در این رابطه هر قدر دو حد اصلی قطر ذرات یعنی قطر ماکریم و مینیم رسوبات، اختلاف کمتری داشته باشند، رسوبات یکنواخت‌تر و منظم‌تر است.

$$\phi = \frac{D_{\min} - D_{\max}}{D_{\min} + D_{\max}} \quad \text{رابطه ۲}$$

در دو معادله فوق  $\phi$  اندازه ذرات در مقیاس فی است که عبارت از لگاریتم منفی قطر ذره در پایه ۲ است (رابطه ۳):

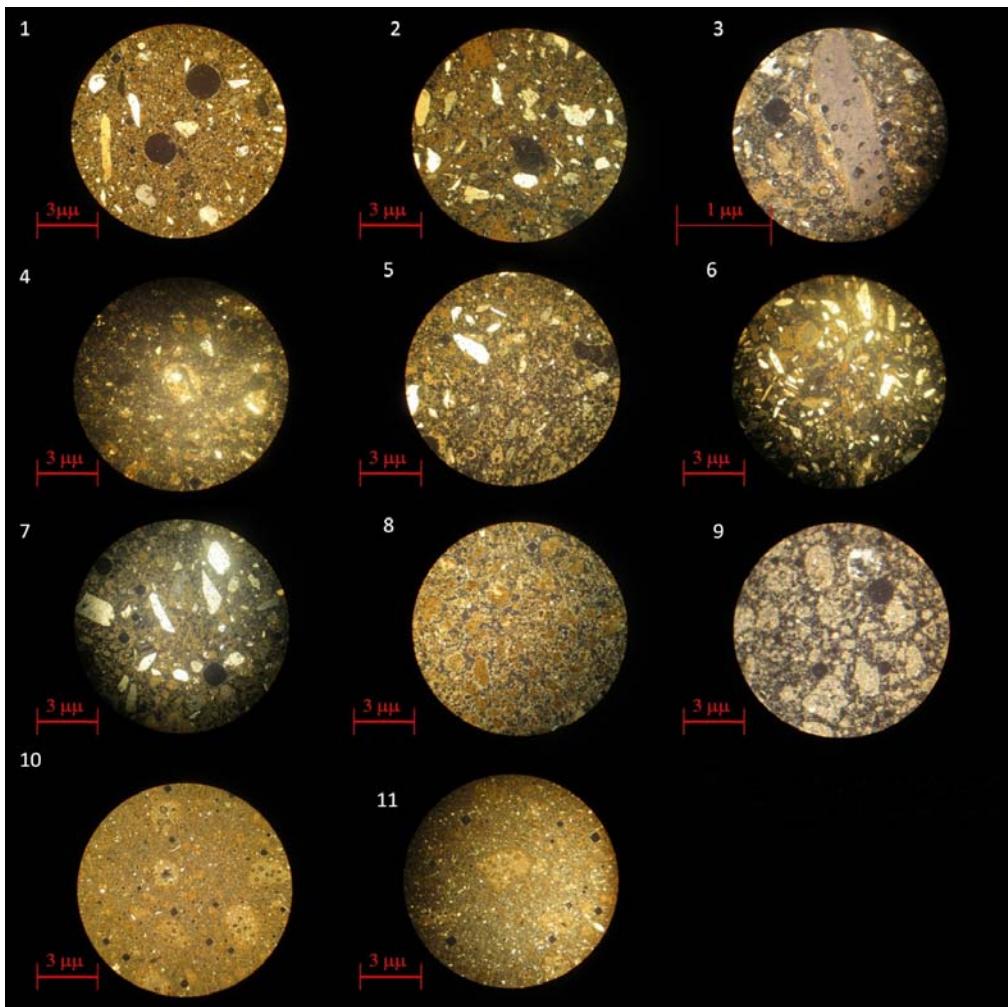
$$\phi = -\log_2 D \quad \text{رابطه ۳}$$

- برای عملیات مورفوسکوپی، رسوبات باقی‌مانده بر روی الک ۸۰ مش، فشرده‌سازی شد و پس از تهیه مقطع نازک از آن‌ها، با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان رنگی، مورفو‌لوزی دانه‌ها یعنی شکل، میزان گردش‌گی، شفافیت و ماتی و همچنین جنس رسوبات مورد بررسی قرار گرفت. از هر مقطع ۱۲۰ دانه به عنوان نمونه تصادفی انتخاب شد و ضرایب سایش هر کدام از آن‌ها محاسبه گردید. شکل ۴ مقاطع میکروسکوپی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

## بحث و نتایج

نتایج تحلیل در تصویر  $ETM^+$  دو سطح را شناسایی کرد که سطح درونی متعلق به  $PC2$  و سطح بیرونی مربوط به  $PC1$  بوده است. همچنین از تصویر  $IRS$  نیز دو سطح استخراج شد که سطح بیرونی متعلق به  $PC1$  و سطح درونی متعلق به  $PC2$  بوده است (شکل ۲). سطوح به دست آمده از دو تصویر، شباهت و تطابق زیادی با یکدیگر داشت و مشاهدات میدانی بر اساس تفاوت شکل و رنگ زون‌ها انجام گرفت. شکل‌های ۶ تا ۸ محیط برداشت شش نمونه را نشان می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود، میکروفرم‌های مختلف حاکی از سطوح رسوبی متفاوت است. بررسی‌های مورفوسکوپی مقاطع نشان داد که بیشترین دانه‌ها در نمونه‌ها از نوع کانی‌های رسی بودند. همچنین وجود کانی فلدسپات آلکالن در نمونه‌ها بیانگر آن است که رسوبات آن‌ها بخشی از سال زیر آب هستند. کانی‌های کوارتز، پلازیوکلاز، آهک و بیوتیت نیز به طور محدودتری در برخی از مقاطع مشاهده شدند. آتراسیون فلدسپات‌ها و تشکیل رس تقریباً در تمامی مقاطع قابل رویت بود. از دیگر نکات مهم در مورفوسکوپی رسوبات این است که کائولینیت در منطقه‌ای از تالاب که قبل از زیر آب بوده، بیشتر و در حاشیه پلایا بسیار کمتر دیده شده است. زاویه‌دار بودن ذرات کوارتز در کل نمونه‌ها مشاهده شد. به طور کلی نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۱ دارای ذرات مات، بسیار بیشتر از ذرات شفاف بوده است که از تسلط فرسایش بادی در جابجایی ذرات در این نقاط از تالاب میقان

حکایت می‌کند. از طرفی در این نمونه‌ها ذرات زاویه‌دار بر سایر ذرات افزونی داشته‌اند و بنابراین، مسافت حمل شده (توسط باد یا آب‌های جاری) چندان زیاد نبوده و فرآیندهای حمل نتوانسته‌اند زوایای ذرات را به خوبی از بین ببرند. البته شبیه منطقه کمتر از ۲ درجه است که این عامل نیز در از بین نرفتن زوایای ذرات نقش داشته است (جدول ۶).



شکل ۴ مقطع میکروسکوپی نمونه‌های رسوب

در بین نمونه‌ها، بیشترین ضربی سایش به نمونه‌های شماره ۶، ۷ و ۸ تعلق دارد اما جورشدگی ذرات تقریباً در تمامی نمونه‌ها نامناسب بود. نمونه شماره ۶ در بین نمونه‌ها از جورشدگی نسبتاً خوبی برخوردار بود (جدول ۷). تعداد ذرات کوارتز در بین نمونه‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ به حداقل خود می‌رسد که بیانگر تأثیرگذاری سازندهای مارنی نیمه غربی حوضه و حمل آن‌ها توسط رودهای فصلی و آبراهه‌ها و رسوب‌گذاری آن‌ها در این منطقه است. نمونه‌هایی که به شرق تالاب نزدیک‌تر بودند، درصد بیشتری کانی کوارتز داشتند. این امر می‌تواند ربط‌دهنده رسوبات این بخش از کویر با سازندهای

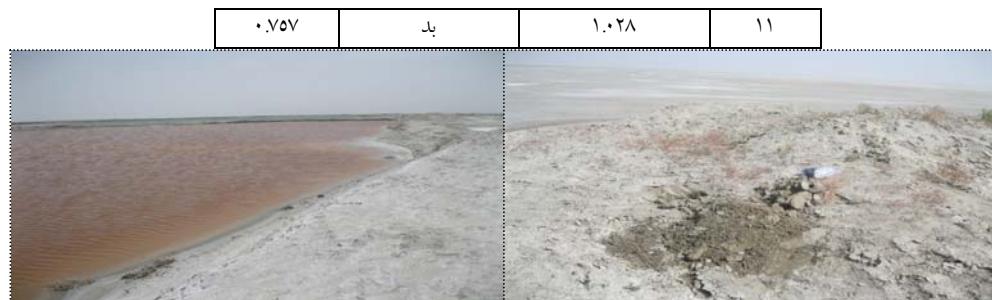
شمال شرق میقان باشد. از آنجا که جهت باد غالب در تابستان در کویر میقان شمال شرقی است، می‌توان گفت رسویات توسط آب‌های جاری به منطقه حمل و رسوی گذاری شده و در فصل تابستان، به دلیل خشکی میقان فرسایش بادی باشد پیشتری وارد عمل شده است که گردشگری ذرات و ضرب فرسایش در این بخش از رسویات را به حداقل می‌رساند؛ چنانچه مطالعات میکروسکوپی، گردشگری مناسب را برای نمونه شماره ۸ نشان داد.

جدول ۶ نتایج آنالیز مورفوسکوپی

ذرات درخشنان٪	ذرات مات٪	درصد شکل دانه			نمونه‌ها
		گرد	نیمه گرد	زاویه‌دار	
۳۷.۵	۶۲.۵	۱۴.۱۶	۲۵.۸۳	۶۰	نمونه ۱
۴۰	۶۰	۱۰.۸۳	۲۰.۸۳	۶۸.۳۳	نمونه ۲
۴۳.۳۳	۵۶.۶۶	۹.۱۶	۳۵.۸۳	۵۵.۸۳	نمونه ۳
۶۵	۳۵	۰.۰۵	۳۰.۸۳	۶۴.۱۶	نمونه ۴
۲۱.۶۶	۷۸.۳۳	۲۱.۶۶	۰.۶۷	۳۰.۸۳	نمونه ۵
۲۲.۵	۷۷.۵	۱۰.۸۳	۵۳.۳۳	۳۵.۸۳	نمونه ۶
۲۲.۵	۷۷.۵	۲۲.۵	۲۹.۱۶	۴۸.۳۳	نمونه ۷
۶.۶۶	۹۳.۳۳	۴۱.۶۶	۳۶.۶۶	۲۱.۶۶	نمونه ۸
۸.۳۳	۹۱.۶۶	۷.۵	۳۰.۸۳	۶۸.۳۳	نمونه ۹
۴۹.۱۶	۵۰.۸۳	۱	۴۲.۵	۴۷.۵	نمونه ۱۰
۲۹.۱۶	۷۰.۸۳	۵۰.۸۳	۴۶.۶۶	۴۷.۵	نمونه ۱۱

جدول ۷ نتایج آنالیز دانه‌سنجری

شماره نمونه	مقدار جورشدگی ذرات	نوع جورشدگی ذرات	اندیس کودفی
۱	۱.۲۷۳	بد	۰.۶۹۳
۲	۰.۸۳۳	متوفی	۰.۶۵۰
۳	۰.۷۴۷	متوفی	۰.۸۲۳
۴	۰.۹۳۲	متوفی	۰.۸۳۴
۵	۱.۰۴۳	بد	۰.۸۹۶
۶	۰.۴۲۵	خوب	۰.۶۶۷
۷	۱.۱۱۵	بد	۰.۸۹۴
۸	۰.۶۰۴	خوب متوفی	۰.۷۸۷
۹	۰.۹۷۹	متوفی	۱.۰۷۷
۱۰	۱.۰۶۸	بد	۱.۲۱۷



شکل ۶ محیط برداشت نمونه رسوب ۱ و ۲ (از راست به چپ)



شکل ۷ محیط برداشت نمونه رسوب ۴ و ۷ (از راست به چپ)



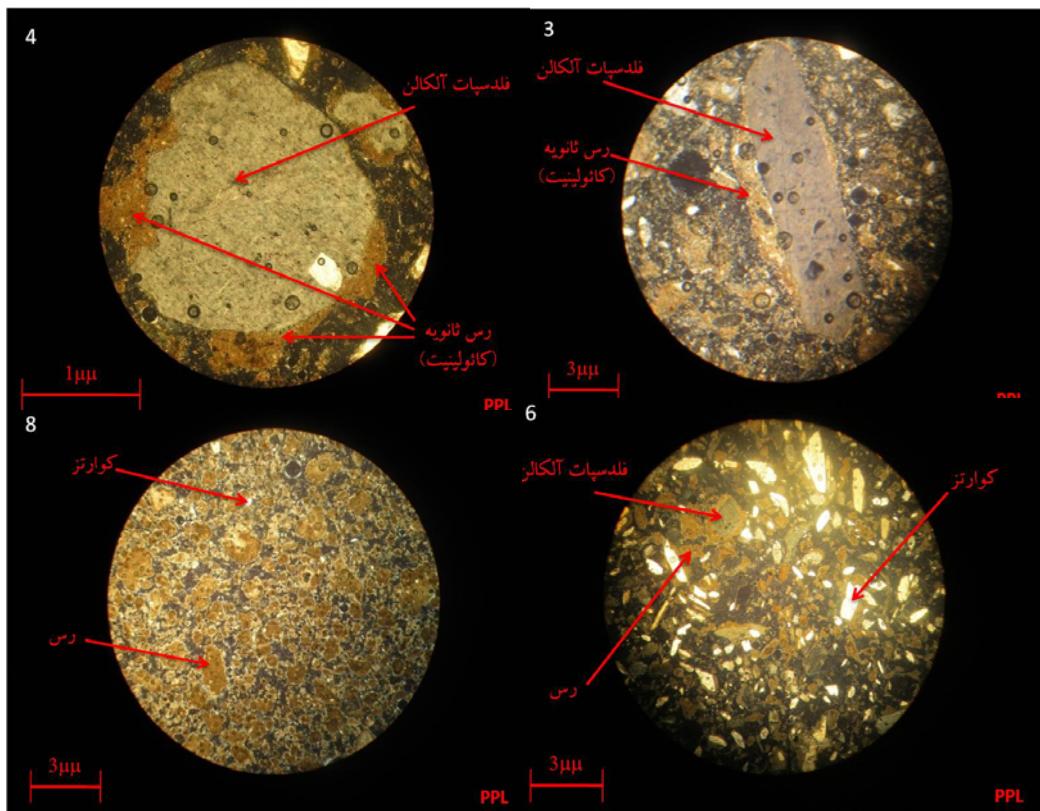
شکل ۸ محیط برداشت نمونه رسوب ۸ و ۹ (از راست به چپ)



شکل ۹ محیط برداشت نمونه رسوب ۱۰ و ۱۱ (از راست به چپ)

از نتایج بررسی‌های رسوب‌شناسی می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل وجود کانی فلدسپات آکالان و رس، آب و هوای محدوده‌ای که در حال حاضر خشک است، مرطوب‌تر بوده است. به بیان دیگر آلتراسیون فلدسپات‌ها و تشکیل رس که تقریباً در تمامی مقاطع قابل رویت بود، هوازدگی شیمیایی وجود آب و هوایی مرطوب‌تر از زمان حاضر را نشان می‌دهد (موسوی حرمی، ۱۳۸۱: ۳۱). به طور کلی فلدسپات‌های سالم بیانگر آب و هوای خشک و هوازدگی آن نشان‌دهنده آب و هوای مرطوب است (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۸: ۱۲). همچنین وجود کائولینیت در رسوبات سطحی خود تالاب (عدم وجود در حاشیه) و نیز کاهش مقدار کانی‌های فلدسپات در تالاب (و زیاد بودن آن در حاشیه) مرطوب بودن با تلاقی را در دوره‌های اخیر ثابت می‌کند (شکل ۱۰ مقاطع میکروسکوپی نمونه‌های ۳، ۴، ۶ و ۸ را نشان می‌دهد). زاویه‌دار بودن ذرات کوارتز که بیانگر تخریب فیزیکی است، بیشتر می‌تواند ناشی از مقاومت نسبی کانی کوارتز و کم شیب بودن و کوچک بودن حوضه میقان باشد. بنابراین به دلیل کم بودن مسافت حمل و شیب کم، فرآیندهای حمل فرصت کافی برای از بین بردن زوایا را نداشته‌اند. بخشی از نمونه‌ها دارای ذرات ماتو زاویه‌دار بیشتری است که می‌تواند حاکی از تسلط فرسایش بادی در جایگاهی ذرات در این نقاط از تالاب میقان باشد. از طرفی در این نمونه‌ها ذرات زاویه‌دار نیز بر سایر ذرات افروزی داشته‌اند. نمونه‌هایی که به شرق کویر نزدیک‌تر بودند، از درصد بیشتری کانی کوارتز برخوردار بودند. این امر می‌تواند ربط‌دهنده رسوبات این بخش از کویر با سازندهای شمال شرق کویر باشد. از آنجا که جهت غالب باد در تابستان در کویر میقان شمال شرقی است، می‌توان گفت رسوبات توسط آب‌های جاری به منطقه حمل و رسوب‌گذاری می‌شود و در فصل تابستان، به دلیل خشکی کویر میقان فرسایش بادی باشدت بیشتری وارد عمل شده، باعث حمل رسوبات رسی به حاشیه‌غربی و جنوب غربی کویر می‌شود و از طرفی گردش‌گی ذرات و ضربی فرسایش را نیز در این بخش از رسوبات به حد اکثر می‌رساند؛ چنانچه مطالعات میکروسکوپی، گردش‌گی مناسب را برای نمونه شماره ۸ نشان داد. تعداد ذرات کوارتز در نمونه‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ (زون بیرونی مؤلفه اول تصویر ETM) به حداقل خود می‌رسد که خود این مسئله تأثیرگذاری سازندهای مارنی نیمه غربی حوضه و حمل آن‌ها توسط رودهای فصلی و آبراهه‌ها و رسوب‌گذاری آن‌ها در این منطقه را نشان می‌دهد. به طور کلی جورش‌گی ذرات تقریباً در تمامی نمونه‌ها نامناسب بود. نمونه شماره ۶ از جورش‌گی نسبتاً خوبی برخوردار بود. در بین نمونه‌ها، بیشترین ضربی سایش به نمونه‌های ۷ و ۸ تعلق دارد. به طور کلی شواهد فوق نشان می‌دهد زونی که در سال‌های اخیر درگیر فرسایش آبی در زمستان و فرسایش بادی در تابستان بوده، بعد از آخرین دوره یخچالی و کاهش باران در تالاب میقان به وجود آمده است و کانی تبخیری غالب آن را آهک تشکیل می‌دهد زیرا کربنات‌ها که قابلیت اتحلال کمتری دارند، زودتر رسوب‌گذاری کرده و در نتیجه زون کربناتی را تشکیل داده‌اند. در ادامه خشکی، سولفات‌ها که حلالیت بیشتری را نسبت به آهک داشته‌اند شروع به رسوب‌گذاری نموده‌اند که در حال حاضر سولفات‌سیدیم در این منطقه برداشت می‌شود. مرز این زون با مرز زون داخلی به دست آمده از PCA2\_ETM مطابقت دارد. پژوهش‌های انجام شده در این منطقه، یک واحد با حداقل

تجمع ریس را نشان می‌دهد (موفق، ۱۳۷۸: ۵۵). زون داخلی بر اساس مشاهدات با سطوح نمکی انطباق دارد و با زون داخلی (PCA2\_IRS) شبیه است که در سال‌های اخیر بر وسعت آن افزوده شده است. تغییرات این زون در تصاویر، افزایش خشکی در این منطقه را نشان می‌دهد؛ چون کلوروها بهویشه کلوروسدیم و منیزیم از انحلال پذیرترین کانی‌های تبخیری تالاب‌ها هستند و فقط در زمان افزایش شدت خشکی رسوب می‌کنند و با باران مجدد حل شده و در سطوح غیر نمکی نیز رسوب می‌کنند و باعث گستردگی املاح نمکی و گسترش کویرزایی می‌شوند.



شکل ۱۰ مقاطع میکروسکوپی نمونه‌های ۳، ۴، ۶ و ۸

#### نتیجه‌گیری

تالاب‌های موجود در حوضه‌های مرکزی ایران، شواهد تغییرات اقلیمی درازمدت را در خود ثبت کرده‌اند. وسعت این تالاب‌ها در دوران سرد که با افزایش بارش و کاهش تبخیر مواجه بودند، افزوده شده و شواهد خود را به صورت پادگانه‌های مطبق و بسترهای سیلابی نگه داشته است که بیانگر گستردگی این دریاچه‌ها در دوران سرد است. در دوران گرم با افزایش تبخیر و کاهش باران، کانی‌های محلول رسوب کرده و پهنه‌های سخت حاصل از تجمع کانی‌های تبخیری را ایجاد کرده که شواهد دوره‌های گرم است. دریاچه میقان حوضه‌ای به مساحت ۵۵۲۸ کیلومتر مربع رازهکشی می‌کند

که در آخرین دوره سرد که حجم آب بیشتری را دریافت نموده، گستردگی بیشتری داشته است. با توجه به وجود بخش قابل ملاحظه‌ای از سنگ‌های آهکی، ترکیبات گچی و نمکی در نهشته‌های این حوضه، در دوره‌های سرد که دما پایین‌تر بوده و بارش بیشتری دریافت شده است، این کانی‌ها با جریان آب حل شده و به سمت حوضه‌های انتهایی زهکشی شده‌اند. با گرم شدن هوا و افزایش تبخیر نسبت به بارش، کانی‌های محلول رسوب گذاری کرده‌اند. بنابراین تالاب میقان به دلیل تجمع کانی‌های تبخیری، شرایط ایجاد کویر را داراست. قابلیت رسوب گذاری کانی‌های تبخیری به ترتیب شامل کلسیت، آرگونیت، ژیپس و هالیت است. بنابراین در حال حاضر تالاب‌های شور ایران دارای زون‌های کربناتی و سولفاتی (به‌ویژه کلسیت و ژیپس) هستند. املاح نمکی شامل کلرورها به دلیل انحلال‌پذیری زیاد، در زون مرطوب این تالاب‌ها تجمع یافته‌اند که در صورت خشک شدن تالاب، این املاح رسوب می‌کنند و با باران‌های اتفاقی و شدید که خاص اقلیم چنین مناطقی است، حل شده و گسترش می‌یابند و در نتیجه با خشک شدن تالاب‌ها، سطوح نمکی افزایش می‌یابد. همچنین نقش باد در حمل نمک و شور ساختن اراضی مجاور این زون‌ها را نباید نادیده گرفت. بنابراین مرطوب نگه داشتن زون مرکزی تالاب‌های شور ضرورت دارد. نوسانات اقلیمی به صورت سال‌های خشک و مرطوب در حال حاضر در تالاب میقان به صورت تغییرات سطوح نمکی و مرطوب و خشک بودن پهنه‌گچی نمایان می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که هر زمان که اقلیم مرطوب‌تر و بارش بیشتر بوده، بخش مرکزی مرطوب و شور دریاچه میقان گسترش یافته و در دوره‌های خشک‌تر نمک‌های محلول رسوب کرده و به همین دلیل در پهنه‌های آهک و ژیپس اطراف دریاچه نیز رسوب نمک ملاحظه می‌شود. بنابراین بزرگترین تهدید برای این تالاب در حال حاضر قطع شدن آب‌های وارد به آن به‌ویژه در ایام گرم سال است؛ به طوری که سیلاب‌های فصول سرد سبب گسترش زون کلروره و پخش نمک در زون‌های تخریبی شده و در فصول گرم قطع یا کاهش آب‌های وارد سبب خشکی زمین و تولید گرد و غبار می‌شود.

### تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی سپاسگزاری می‌کنیم که هزینه‌های این پژوهش را بر عهده داشته است.

### References

- Alavi Panah,S.K.,(2004). Study of desertification and land changes of playa Damghan by using Multitemporal and Multispectral Satellites. Desert Journal, 9:144-154.
- Alavi Panah, S.K., (2003). Study of surface temperature Lut Desert based upon Landsat thermal band and field measurement Biaban, 7: 67-79.
- Alavi Panah, S.K., M.R. Sarajian and Ch.B. Komaki, (2002). Temperature map of Lut Desert using thermal band of Landsat satellite. Biaban, 7: 85-99.
- Alavi Panah,S.K.,(2000). Assessment Performance of Landsat TM spectral bands in the deserts of Iran, Iran Natural Resource Journal. 53(1):67-78.
- Camdevyren, H., Demyr, N., Kanik, A., and Keskyn, S.2005. Use of principal component scores in multiple linear regression models for prediction of Chlorophyll -a in reservoirs. Ecol. Modell., 181,p 581-589.

- Eugster, H.P., (1984). Chemistry and sedimentology of marine and non – marineevaporites, Science, 77,237-248.
- Eugster,H.P.,(1980). Geochemistry of evaporitic lacustrine deposits.Science,8,35-63.1980.
- Ghahroudi Tali,M. (2011).Monitoring of coastline and landforms changes of Persian Gulf using Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS),Spatial Research, Azad Islami University,Ahar Unit,20:61-45.
- Ghahroudi Tali,M. (2012).Playas accelerate Aerosol in Iran., Conference on Geomorphology and human habitats (opportunities and constraints).Iranian Association Of Geomorphology.
- Ghahroudi Tali,M. (2011). Application of PCA Techniques and OIF index to detection of Evaporate in playa. Case Study. Maharl Playa, Geography of Arid Region Study Journal. 3:21-36.
- Ghahroudi Tali, M., 2010, Assessment of Climate Change in Southern Caspian Sea (Khazar Sea), Climate and Water Balance Changes in the Caspian Region ,Astrakhan, Russian Federation, 19-20 October, 2010.
- Günlü,A., Sivrikaya, F., Baskent, E. Z., Keles, S., Çakir, G., Kadiogullari, A. D.2008, Estimation of Stand Type Parameters and Land Cover Using Landsat-7 ETM Image: A Case Study from Turkey, Sensors 2008, 8, 2509-2525.
- Hardie,L.A.,1968,The origin of the Recent non- marine evaporite deposits of saline valley,Inyo country,California,Geochim.
- Krinsley,D.,1970.A Geomrphological and Paleoclimatological study of the playas of iran .PHD,Final Report Thesis,Air Force Cambridge Research Labs.
- Mohajerani, S., (1999). Desert sedimentlogy Meghan with Special Reference to the Origin and Spread of evaporate deposits. Master's thesis. Geology. Tehran University.
- Moradi, H.K.,(2006). The use of satellite data in the analysis of sedimentary environments of southern Khuzestan plain in the present Covenant. 10th Conference Geology Association of Iran, Tehran.
- Movaffagh, I., (1999). Evaporate mineral exploration project at Arak Trmzd Village Phase 1. Iranian mineral mining company. Department of Mines and Metals in Central Province. Arak.
- Musavi Herami, R., (2002). The principles of sedimentology, *university of tehran press*, p 82 .
- Negaresh,H., Latifi,L., . (2009). East wind deposited by finding the origin of Zabol by Microscopy and physical and chemical analysis of sediments. Journal of Geography and Environmental Planning. 20(1): 1-22.
- Rasouli, A.A., Abbasian,S., Jahanbakhsh, S., (2008). Monitoring of water level fluctuations of orumiyah by Satellites images Multisensory and Multitemporal, Modarres Quarterly,12(2), 53-71
- Sanchez-Martos,F.,Jimnez-Espinosa,R.,and Pulido-Bosch,A.2001,Mapping groundwater quality variables using PCA and geostistics:a case study of Bajo Andarax,southeastern Spain, Sciences Hydrologiques,46
- Tangestani Hashemi, M and Tavakoli, H., (13862007). Lithological units of salt domes detection using principal component analysis Esther data. The twenty-sixth annual Earth Science. Tehran.
- Zamani, F., (1999), Sedimentology of Evaporate basin of Mayghan lake Arak with special altitude on water effect. Master theists, Earth Science Faculty, Shahid Beheshti University.

## تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مساکن شهر اصفهان)

علی زنگی آبادی<sup>۱</sup>- استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

زهرا اسماعیلیان<sup>۱</sup>- استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، مؤسسه غیرانتفاعی جهاددانشگاهی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵

### چکیده

امروزه در کشور ما شهرنشینی رشد فزاینده‌ای یافته و هر ساله در کشور شاهد پیدایش شهرهای جدیدی هستیم. نظر به این که ایران به دلیل شرایط خاص طبیعی و جغرافیایی خود، همواره در معرض خطر بلایای طبیعی بوده و حوادث ناگواری را تجربه کرده است، به نظر می‌رسد که برنامه‌ریزی جهت مصون‌سازی هرچه بیشتر مساکن شهری ضرورت دارد. هدف پژوهش حاضر شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر بلایای طبیعی و اولویت‌بندی شاخص‌های مورد بررسی بوده است. نوع تحقیق به صورت پیمایشی، تحلیلی و مبتنی بر مشخصات کمی و کیفی مساکن شهر اصفهان است و جامعه آماری را مساکن شهر اصفهان تشکیل داده و روش و طرح نمونه‌برداری به صورت نمونه‌برداری احتمالی بوده است. در این راستا مساکن مناطق ۱۴ گانه شهر اصفهان به عنوان حوزه آماری انتخاب گردید و داده‌های مورد نیاز جهت مطالعه شامل داده‌های فضایی (شبکه معتبر محدوده به تقسیک عرض، واحدهای تقسیکی در مقیاس قطعات ملکی، انواع کاربری‌ها شامل اطلاعات لازم از جمله مساحت قطعات، نوع کاربری و...) و داده‌های آماری و توصیفی (نوع کاربری، تعداد طبقات، نوع سازه، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی تعداد خانوار در واحد مسکونی، تعداد جمعیت هر واحد مسکونی، کاربری‌های خطرناک، عمر سازه‌ها، سال تأسیس بنا و...) بود. پس از جمع آوری داده‌های مورد نیاز، پایگاه اطلاعاتی لازم در محیط نرم‌افزاری SPSS تشکیل شد. حجم نمونه به صورت نمونه‌گیری احتمالی با استفاده از فرمول کوکران با سطح اطمینان ۹۵/۵، تعداد ۳۴۰ نمونه محاسبه شد و در نهایت با مقایسه آسیب‌پذیری وضع موجود در مناطق ۱۴ گانه شهر، شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن اولویت‌بندی گردید. نتایج پژوهش نشان داد که میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر در برابر خطر بلایای طبیعی زیاد است و مشخص شد که متغیرهای «دسترسی به ساختمان»، «دسترسی به طبقات ساختمان» و «قدمت بنا» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر دارند.

**کلیدواژه‌ها:** بلایای طبیعی، اولویت‌بندی، شاخص‌های آسیب‌پذیری، مساکن شهر اصفهان.

## مقدمه

طبیعت، بستر مکان‌گرینی شهر و مجموعه‌های شهری و سایر فعالیت‌های انسانی است که همواره شرایطی را بر شهرها تحمیل می‌کند. یکی از مفهوم‌های موجود در طبیعت «بلایای طبیعی» است که شامل سیل، زلزله، گردباد، توفان، آتشسوزی و... می‌شود. بشر همواره در زندگی و ساخت و سازهای خود با این تهدید مواجه بوده و در طول تاریخ، این گونه حوادث را تجربه کرده و سعی در کاهش اثرات و جلوگیری از خسارت‌های جانی و مالی آن داشته است. با توجه به قرارگیری ایران بر روی کمریند زلزله آلپ - هیمالیا، کشور ایران طی قرون گذشته، ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۱/۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است (غفوری آشتیانی<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹: ۴). امروزه آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی نسبت به بلایای طبیعی، در نتیجه تمرکز جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در نواحی وسیع و متراکم و وضعیت نابسامان و بی‌قاعده سکونتگاه‌های ساکنان کم‌درآمد نواحی شهری و روستایی، به طور مداوم افزایش یافته است. با توجه به وسعت، جمعیت و اهمیت اقتصادی، سیاسی و اجتماعی شهر اصفهان و همچنین خطرات بالقوه و بالفعلی که متوجه آن است، در مقایسه با امکانات و تجهیزات مطابق استانداردهای جهانی و ویژگی‌های آستانه جمعیتی و دامنه انواع خطر، آسیب‌پذیری مساکن شهر در برابر بحران بلایای طبیعی کاملاً ملموس و مشهود است.

در ایران، پیشینه مطالعات در زمینه بحران و مدیریت بحران در زمینه‌های طبیعی علی‌رغم اهمیت روزافزون آن، بسیار اندک است. با این که تا کنون مطالعات گوناگونی در مورد مدیریت شهری و مدیریت بحران صورت گرفته، می‌توان گفت که تا به حال مطالعه‌ای جامع، سیستماتیک و آماری در زمینه مدیریت واحد بحران انجام نشده است. با توجه به سابقه بروز زمین‌لرزه تاریخی در شهر اصفهان و ثبت بیش از چند صد زمین‌لرزه با بزرگی بین ۲ تا ۵ ریشتر در پژوهش‌های انجام شده توسط کارشناسان امور لرزه‌خیزی سازمان ابریزی اتمی ایران طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۵ (مهاجر اشجاعی، ۱۳۶۰: ۱۲) و همچنین طی فعالیت‌های پایگاه لرزه‌نگاری استان اصفهان در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ میلادی و نتایج به دست آمده از مطالعات مربوط به پردازش داده‌های رقومی ماهواره‌ای و انجام برداشت‌های صحراوی، چند گسل مهم با راستاهای مختلف در حواشی شهر اصفهان وجود دارد (صفایی، ۱۳۸۴: ۵۷). با این وجود عوامل متعدد دیگری نیز باعث افزایش احتمال خطر بلایای طبیعی در شهر اصفهان شده‌اند که می‌توان از آن میان موارد زیر را برشمود: تمرکز جمعیت، نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آتی، نبود آمادگی لازم از طرف دولت و مردم در رویارویی با بحران بلایای طبیعی، عدم رعایت قوانین و مقررات

مقاوم‌سازی، وجود انبوهی از ساخت و سازهای غیر مجاز به صورت اسکان غیر رسمی، بلندمرتبه‌سازی‌های غیر مجاز و استفاده از مصالح ناسازگار در ساخت و سازهای سال‌های اخیر و بسیاری موارد دیگر. بنابراین آسیب‌پذیری بالای این شهر به مطالعات و پژوهش‌های کافی نیازمند است.

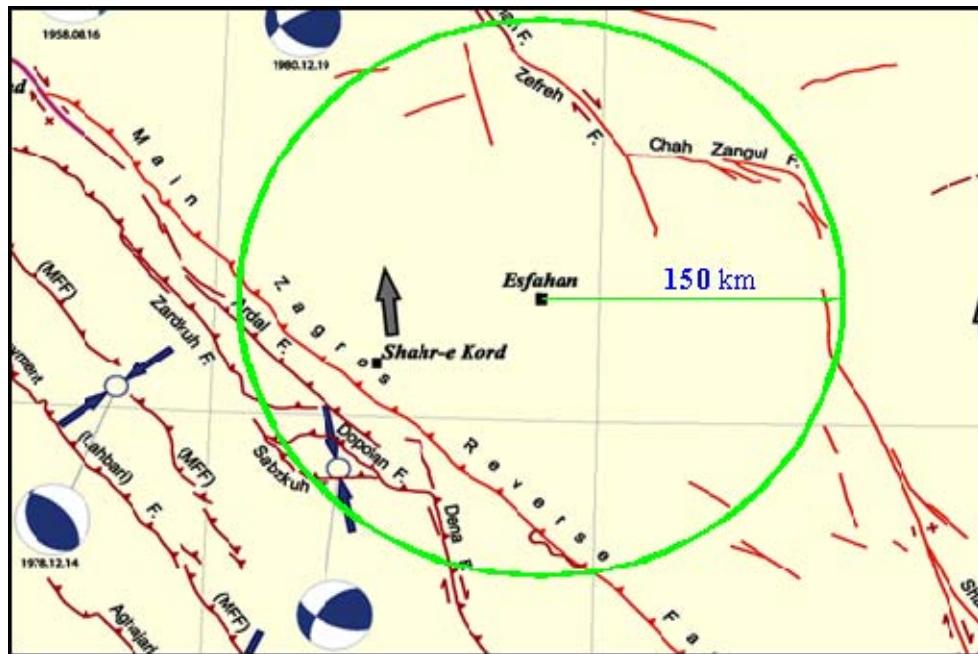
هدف این مقاله، شناخت و اولویت‌بندی شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن در مناطق ۱۴ گانه شهر اصفهان است و می‌کوشد به این پرسش‌ها پاسخ دهد که آیا ساختار سازه‌ای مساکن شهر اصفهان عملکرد مناسبی در برابر بحران بلایای طبیعی دارد یا خیر و اولین مناطق و اولین شاخص‌هایی که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرند کدامند.

#### منطقه مورد مطالعه

قلمرو مکانی این پژوهش، مناطق چهارده‌گانه شهر اصفهان است. شهر اصفهان در مرکزیت استان اصفهان، در مسیر یکی از شاهراه‌های حیاتی کشور قرار گرفته است. این شهر آثار تاریخی ارزشمندی دارد که آن را از سایر شهرها تمایز کرده و ضرورت عنایت به مشکلات آن را دو چندان می‌سازد. شهر اصفهان با اولین نشانه‌های نوگرایی، به سرعت تحولاتی را تجربه کرد و بعدها با احداث اولین کارخانه ذوب آهن ایران به یک قطب صنعتی بزرگ تبدیل شد. با گذشت زمان و پس از احداث صنایع سنگین دیگری مثل کارخانجات صنعتی عظیم (کارخانه‌های پتروشیمی، فولاد، صنایع هواپیماسازی، پالایشگاه و نیروگاه) و همچنین وجود چندین دانشگاه مهم، برخورداری از پتانسیل مطلوب کشاورزی (با توجه به عبور رودخانه زاینده‌رود)، مرکزیت جغرافیایی و افزایش جمعیت به همراه جذب مهاجرین مناطق مختلف، شهر به تدریج به رشدی مهارنشدنی دچار شد.

دشت اصفهان از نظر تقسیمات واحد زمین‌ساختی در زون سنتنچ- سیرجان قرار دارد که این واحد ساختمانی برای اولین بار توسط اشتولکین (۱۹۶۸) معرفی شده است. این واحد ساختمانی-رسوبی از پرتکاپوتین واحدهای ایران محسوب می‌شود و به واسطه قرارگیری بین واحدهای زاگرس رورانده و ایران مرکزی، برخی آن را جزئی از واحد زاگرس (ارتفاعات پیش زاگرس) و برخی دیگر آن را جزئی از واحد ایران مرکزی به شمار آورده‌اند (جمی، ۱۳۸۵: ۳۰).

دو پدیده مهم دیگر با فاصله نسبتاً زیادی از شهر اصفهان قرار گرفته است که یکی گسل قم- زفره و دیگری روراندگی زاگرس است و هر دو دارای روند شمالی غربی- جنوب شرقی هستند. پدیده مهم دیگری که با فاصله کمتری نسبت به این منطقه وجود دارد فرورفتگی گاوخونی و بالآمدگی زاینده‌رود و گسل‌های کوچک موجود در سازندهای اطراف اصفهان است (سازمان قطار شهری اصفهان و حومه، ۱۳۸۳: ۵۰).



نقشه ۱ گسل‌های اطراف شهر اصفهان

در آخرین سرشماری سال ۱۳۸۵، تعداد ۳۸۵۰۰۰ مسکن در شهر اصفهان وجود داشته که حدود ۳۸ درصد کل کاربری‌های شهر را شامل می‌شود (جدول ۱) (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵: ۱۱۵). تعداد مسکن در شهر اصفهان به جهت افزایش طبیعی جمعیت و مهاجرت، روند رو به رشدی داشته است (جدول ۲).

جدول ۱ روند تغییرات تعداد مسکن در شهر اصفهان طی سال‌های ۱۳۴۵-۸۵

سال	تعداد مسکن
۱۳۸۵	۳۸۵۰۰۰
۱۳۷۵	۲۶۶۰۰۰
۱۳۶۵	۱۸۵۰۰۰
۱۳۵۵	۱۰۳۵۰۰
۱۳۴۵	۵۵۰۰۰

جدول ۲ مقایسه مساحت و جمعیت شهر اصفهان در طی ۶ دوره زمانی متفاوت

سال	مساحت (هکتار)	جمعیت
۱۳۳۵	۱۹۷۳/۱۹	۲۵۴۷۰۸
۱۳۴۶	۳۶۳۶۷۶	۴۲۴۰۴۵
۱۳۶۹	۱۳۸۵۵/۵۴	۱۱۲۷۰۳۰
۱۳۸۰	۱۷۴۱۲/۸۸	۱۶۲۶۳۰۷
۱۳۸۵	۱۸۲۲۳۸/۳۹	۱۹۸۶۵۴۲

## مواد و روش‌ها

نوع پژوهش کاربردی و روش پژوهش تحلیل فضایی است و از آمار وضع موجود (شامل آمار ویژگی‌های مساکن شهر اصفهان، مشخصات کمی و کیفی مساکن، وضعیت زمین‌شناسی و سایر آمار مربوطه) استفاده شده است. روش جمع‌آوری داده‌ها ترکیبی از روش میدانی و اسنادی است. جهت تجزیه و تحلیل آماری متغیرها نیز از روش همبستگی یا همخوانی با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و گرافیکی استفاده شده است. از روش تحلیل استقرایی استفاده شده تا بتوان به کمک تجزیه و تحلیل آماری، مطالب به دست آمده را به مسایل بزرگ و کلی تری تعیین داد. جمع‌آوری داده‌ها به روش میدانی و با مراجعه به محیط شهر و با بررسی مساکن شهر و سازمان‌های مختلف، از طریق جمع‌آوری، مشاهده و پرسش‌نامه صورت گرفته است. جامعه آماری مورد مطالعه در فرآیند پرسشگری مساکن شهر اصفهان است.

حجم نمونه به صورت نمونه‌گیری احتمالی با استفاده از فرمول کوکران<sup>۱</sup> با سطح اطمینان ۹۵/۵، تعداد ۳۴۰ نمونه محاسبه شده است. روش توزیع پرسش‌نامه‌ها به نحوی است که از الگوی ترکیبی سلسله مراتبی در چارچوب تقسیمات درون شهر اصفهان تبعیت می‌کند. به منظور تعیین پایابی ابزار سنجش با توجه به ابعاد فرعی طرح شده در پرسش‌نامه، برای هر یک از ابعاد با استفاده از روش هماهنگی درون گویه‌ها و تکنیک ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شده است. با توجه به خصوصیات محلوده مورد مطالعه و موضوع تحقیق، مدلی شامل هفت متغیر (فضاهای باز، تراکم جمعیتی، ضریب اشغال بنا و تراکم ساختمانی، عمر و نوع سازه بنا، مساحت قطعات، دسترسی، همچواری با سایر کاربری‌های آسیب‌رسان) برای بیان آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. بیان ریاضی این مدل به شرح زیر است:

$$F(k_1, k_2, \dots, k_7) = \text{آسیب‌پذیری}$$

$k_1, k_2, \dots, k_7$  عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری هستند. یعنی آسیب‌پذیری تابعی از متغیرهای  $k_1$  تا  $k_7$  است.

ابزار تجزیه و تحلیل در این تحقیق، بیشتر مبنی بر فنون آماری و گرافیکی است:

فنون آماری مورد استفاده عبارتند از:

- ضریب همبستگی رگرسیون

- گروه‌بندی متغیرها با استفاده از فاکتور آنالیز (تحلیل عاملی).

$$1 + \frac{1}{N} \left( \frac{\frac{T}{2pq}}{d^2} - 1 \right)$$

$$N = \frac{\frac{T}{2pq}}{d^2} = 485/7 \approx 490$$

$$T = 2 \quad d = 0.05 \quad p = 0.7 \quad N = 444552$$

$$q = 0.3$$

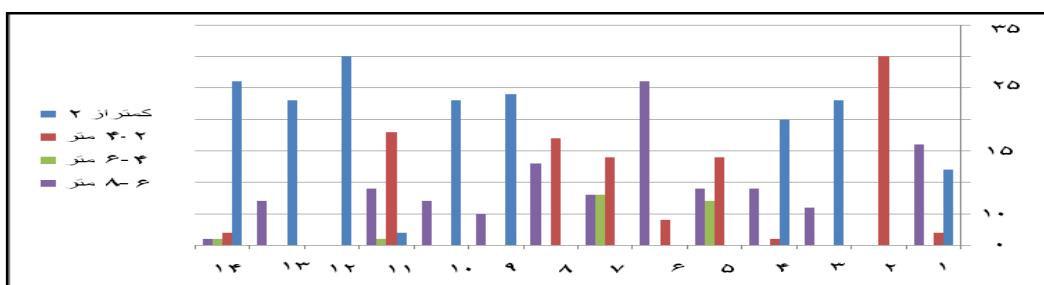
## بحث و نتایج

### نگاهی گذرا به شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن مؤثر در بحران بلایای طبیعی شهری

در زیر عوامل اصلی مؤثر انتخاب شده در ادبیات جهانی آمده است که می‌تواند در تحلیل آسیب‌پذیری مسکن مؤثر باشد.

### وضعیت دسترسی به ساختمان در مناطق

اهمیت این شاخص به این دلیل است که سهم کل معابر مجاور مسکن در تحلیل آسیب‌پذیری اهمیت دارد. برای بررسی این شاخص ساختمان‌هایی که در کنار معابر بالای ۸ متر بوده‌اند خوب، بین ۴-۸ متر متوسط، و زیر ۴ متر و کوچه بن‌بست ضعیف تعریف شده‌اند. بر اساس تحلیل آماری، مناطق ۹ و ۳ از نظر دسترسی به ساختمان بدترین وضعیت را دارند. با توجه به نمودار ۱، که وضعیت عرض معابر در مناطق را نشان می‌دهد، درصد معابر با عرض بالای ۶-۸ متر در مناطق بسیار پایین بوده، در مناطق ۳، ۱۳، ۱۲ و ۱۴ به پایین‌ترین حد می‌رسد. بنابراین مساکن دارای عرض معبر کمتر از ۴ متر و کوچه بن‌بست در این مناطق بیشتر از سایر مناطق است.



شکل ۱ وضعیت عرض معابر در مناطق مسکونی (ارقام به درصد)

### نحوه استقرار ساختمان در زمین

ترکیب توده و فضای ناحوه استقرار ساختمان در زمین، در بافت بسیار مهم است. با کم شدن فضای بین ساختمان‌ها و بیشتر شدن پیوستگی بافت‌ها، آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد (ناطقی<sup>۱</sup>: ۶۹: ۲۰۰۰). هرچند نحوه استقرار ساختمان در زمین ناشی از نحوه قطعه‌بندی طرح‌های تفصیلی و تفکیک زمین است، اما بر اساس مطالعات، در مناطق شهر اصفهان درصد مساکن یک طرف آزاد بالاتر است که پیوستگی بافت مناطق شهر را نشان می‌دهد.

### وضعیت قرارگیری مساکن در کوچه بن‌بست

با بالارفتن درجه محصوریت و ریختن آوار در خیابان در اثر زلزله و یا مشکلات سایر بلایای طبیعی، انسداد بیشتر خواهد شد و در نتیجه در سرعت و نحوه گریز و پناه و امدادرسانی به هنگام بحران تأثیرگذار خواهد بود (رمضانی گورابی، ۱۳۷۳: ۱۲۴). جهت مطالعه این متغیر در مناطق شهر اصفهان، عرض معابر و تعداد کوچه‌های بن‌بست در

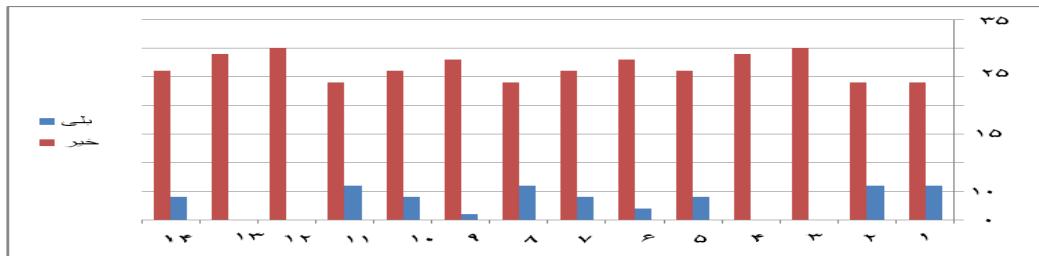
مناطق به دست آمد و سپس میانگین عرض معابر محاسبه شد. مناطق با میانگین عرض معابر ۵ متر با آسیب‌پذیری ۴، مناطق با میانگین عرض معابر ۶ متر با آسیب‌پذیری ۳، مناطق با میانگین عرض معابر ۸ متر با آسیب‌پذیری ۲ و مناطق با میانگین عرض معابر ۱۰ متر با آسیب‌پذیری ۱ مشخص شده‌اند (ناطقی، ۲۰۰۱: ۱۶۵).

جدول ۲ رابطه بین عرض معابر و قرار گرفتن مساکن در کوچه بن بست (ارقام به تعداد)

مناطق	کمتر از ۲ متر	۲-۴ متر	۴-۶ متر	۶-۸ متر	۸-۱۰ متر	بیشتر از ۱۰ متر	تعداد کوچه بن بست	عرض معابر	میانگین عرض معابر	میزان آسیب‌پذیری
۱	۱	۵	۱۴	۷	۳	۶	۴	۵	۴	۵
۲	۰	۴	۴	۲۲	۶	۶	۲	۵	۵	۵
۳	۳	۸	۱۴	۸	۳	۳	۱	۵	۵	۵
۴	۱	۵	۷	۵	۵	۱۱	۶	۶	۶	۶
۵	۷	۱۵	۱۰	۱۰	۱	۳	۱	۱	۶	۳
۶	۱	۸	۱۹	۷	۱	۰	۰	۶	۶	۳
۷	۱	۳	۱۶	۶	۱۰	۲	۴	۴	۶	۳
۸	۰	۰	۱۱	۴	۱۶	۱	۲	۲	۶	۷
۹	۰	۲	۱۱	۶	۳	۱	۲	۱۴	۶	۳
۱۰	۰	۳	۱۳	۱۱	۹	۰	۰	۰	۰	۵
۱۱	۶	۱۷	۱۰	۵	۰	۲	۱	۱	۱	۵
۱۲	۷	۳۱	۲۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۱۳	۵	۲۵	۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۱۴	۷	۳۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
جمع	۳۹	۱۵۳	۱۲۴	۱۱۲	۴۵	۴۷	۳۵	—	—	۴

#### وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری

وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری به هنگام گریز، پناه، تخلیه و امدادرسانی نقش مهمی دارد چرا که حجم بیشتری از بازماندگان یا گروه‌های امدادگری می‌توانند متقل شوند (مونتایا و لرنا<sup>۱</sup>: ۲۰۰۶: ۳۱۶). بررسی وضعیت مساکن شهر اصفهان از نظر دسترسی به راه اضطراری (نمودار ۲) نشان می‌دهد که تقریباً در هیچ یک از مناطق شهر، مساکن راه خروج اضطراری ندارند و فقط درصد کمی از مساکن در مناطق ۲، ۸ و ۱۱ نسبت به سایر مناطق دارای راه اضطراری هستند.



شکل ۲ وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری (ارقام به درصد)

### وضعیت مسکن از نظر داشتن نقشه سازه‌ای و نقشهٔ معماری

بر اساس تحلیل انجام شده، درصد قابل توجهی از مسکن‌ها در اکثر مناطق نقشهٔ سازه ندارند. در واقع شاید در طراحی ساختمان به مشخصات سازه‌ای بنا از نظر مقاومت در برابر بلایای طبیعی توجه شود ولی در اجرا به بعضی از نکات حساس که هزینه زیادی ندارد، توجه نمی‌شود که این امر می‌تواند خسارات زیادی به بار آورد.

### میزان تقارن هندسی پلان ساختمان

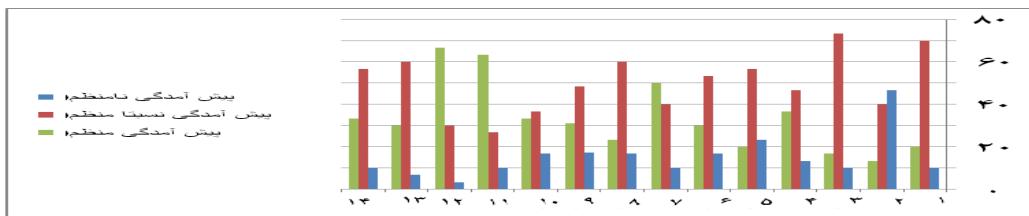
عدم تقارن در پلان معماری، غالباً باعث ایجاد پیچش می‌شود. یکی از علایم این نوع خسارت، تغییر شکل ستون‌گوشه ساختمان در یک سمت و خرابی کمتر ستون‌های میانی است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ۴۲). بر اساس بررسی انجام شده در جدول ۳، پلان نامنظم در مناطق ۱۰، ۱۴، و پلان نسبتاً منظم در اکثر مناطق درصد بسیار بالایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳ میزان تقارن هندسی پلان ساختمان در مناطق (ارقام به درصد)

مناطق	پلان نامنظم	پلان نسبتاً منظم	پلان منظم
۱	۱۷۶	۶۷۷	۱۷۷
۲	۱۶۷	۳۶۷	۴۶۷
۳	۳۰	۵۶۷	۱۳۲۳
۴	۳۰	۵۳۳	۱۷۷
۵	۲۲۸۳	۴۳۳	۲۲/۴
۶	۲۷۷	۶۷۷	۶۷
۷	۲۳۸۳	۶۷۷	۱۰
۸	۲۰	۷۶۷	۲۳
۹	۳۷/۹	۴۴/۸	۱۷/۲
۱۰	۲۰	۵۰	۳۰
۱۱	۳۳۸۳	۵۰	۱۷۷
۱۲	۷۰	۲۳۳	۶۷
۱۳	۴۶۷	۴۰	۱۳۲۳
۱۴	۷۷	۶۷۷	۲۷۶

### میزان رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان

هرچند وظیفه انتقال بارهای ساختمان بر عهده اعضای باربر است، عدم رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد نیروهای وارده بر سازه داشته باشد (تی. اس. چاچر و دیگران، ۲۰۰۰: ۱۸۳).

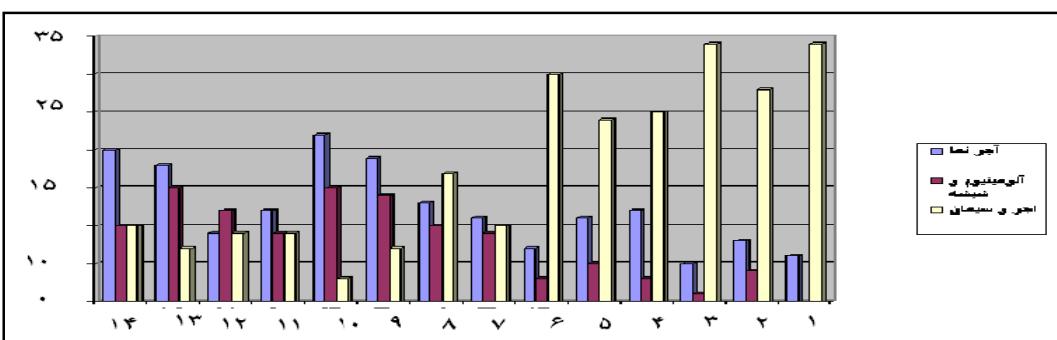


شکل ۳ میزان رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان در مناطق شهر (ارقام به درصد)

بر اساس نمودار ۳، پیش‌آمدگی نامنظم به ویژه در مناطق ۲ و ۵ و پیش‌آمدگی نسبتاً منظم در اکثر مناطق با درصد بالایی دیده می‌شود. عکس ۵-۳ نیز نمونه‌ای از پیش‌آمدگی در پلان ساختمان را نشان می‌دهد.

### وضعیت نمای ساختمان

مصالح نما باید در اتصال کامل با ساختمان باشند. چون سقوط این عناصر می‌تواند خطرات زیادی برای افرادی که در کنار ساختمان در حال عبور و مرور هستند، ایجاد کند. در سالیان اخیر استفاده از نمای شیشه بسیار چشمگیر است. بر اساس نمودار ۴، مناطق ۶، ۵ و ۲ بیشترین مساکن دارای نمای آلومینیوم و شیشه هستند و آسیب‌پذیرترین مناطق به شمار می‌روند.



شکل ۴ میزان خطر نمای مسکن به تفکیک مناطق (ارقام به درصد)

### وضعیت طول مجاز بالکن‌ها در مساکن شهر

طول مجاز بالکن‌های سه طرف باز نباید از  $1/20$  متر و بالکن‌های دو طرف باز از  $1/50$  متر بیشتر باشد و طره<sup>۱</sup> می‌بایست به خوبی در سقف طبقه مهار شود (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۲۵). با توجه به این توضیح، آمار مساکن شهر نشان می‌دهد از بین مساکنی که بالکن دارند، مناطق  $۱۳$ ،  $۱۲$ ،  $۹$ ،  $۵$  و  $۱۴$  بیشترین تعداد مساکن دارای بالکن در حد غیر مجاز را در خود دارند.

### وضعیت رابطه بین تعداد طبقات ساختمان با تعداد طبقات واحد مجاور

در هنگام زلزله، ارتعاش غیر هم‌فاز ساختمان‌های مجاور که فاصله کافی از یکدیگر ندارند، باعث برخورد بین آن‌ها می‌شود که به این پدیده ضربه گفته می‌شود (غفوری، ۱۹۹۹: ۴۷). به دلیل این که ساختمان‌های مجاور هم معمولاً دارای مشخصات دینامیکی مختلف هستند برخورد بین آن‌ها به وجود می‌آید. در حالت کلی، ارتعاش غیر هم‌فاز باعث برخورد بین دو ساختمان مجاور هم می‌شود (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ۵۲). بر اساس جدول  $۴$ ، اکثر ساختمان‌های یک طبقه در مجاورت ساختمان‌های یک، دو و سه طبقه، ساختمان‌های دو طبقه در مجاورت ساختمان‌های یک، دو، سه و چهار طبقه، ساختمان‌های سه طبقه در مجاورت ساختمان‌های دو، سه، چهار، پنج و شش طبقه و ساختمان‌های چهار، پنج و شش طبقه در مجاورت ساختمان‌های دو، سه، چهار، پنج و شش طبقه قرار گرفته‌اند.

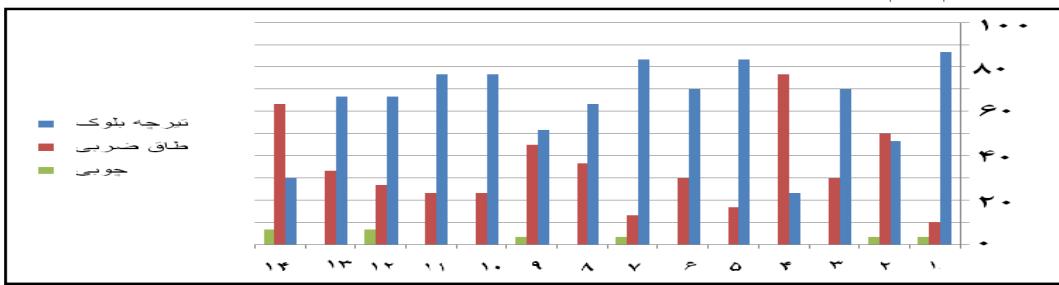
**جدول ۴** رابطه بین تعداد طبقات واحد مسکونی با تعداد طبقات واحد مجاور (ارقام به تعداد)

مجموع	طبقه و بیشتر	تعداد طبقات ساختمان مجاور						تعداد طبقات ساختمان
		۱ طبقه	۲ طبقه	۳ طبقه	۴ طبقه	۵ طبقه	۶ طبقه و بیشتر	
۱۱۶	۰	۰	۵	۹	۳۷	۶۴	۱ طبقه	
۱۷۰	۰	۰	۵	۲۲	۹۵	۴۸	۲ طبقه	
۸۰	۲	۲	۶	۲۷	۳۱	۱۲	۳ طبقه	
۳۱	۱	۰	۹	۶	۱۰	۵	۴ طبقه	
۱۱	۰	۴	۳	۲	۲	۰	۵ طبقه	
۱۰	۴	۳	۲	۰	۱	۰	۶ طبقه و بیشتر	
۴۱	۷	۱۰	۳۰	۶۶	۱۷۶	۱۲۹	مجموع	

<sup>۱</sup> طره یا تیر سرکش در ساختمان‌سازی به تیر یا عضو افقی گفته می‌شود که یک سرش بر پایه‌ای متکی و سر دیگرش از بدنه بنا بیرون نشسته باشد (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۲۵).

### وضعیت سقف مسکن در شهر

در مساکن سنتی ساخته شده از خشت و گل، سقف‌های گنبدی (با پلان مستطیل) بدون هیچ گونه عنصر متصل کننده کششی یا مهاری روی دیوار قرار گرفته‌اند و این امر آسیب‌پذیری مساکن را زیاد می‌کند (نعمیم واوشک سرایی، ۱۳۷۴: ۳۲). با توجه به نمودار ۵، درصد بالایی از مساکن دارای سقف تیرچه و بلوک هستند. این مورد در صورتی که با فقدان تکیه‌گاه‌های مطمئن برای سقف و مصالح سنگین با مقاومت نسبی بسیار کم (عدم مقاومت در کشش اعمال شده) همراه باشد، آسیب‌پذیری مساکن را بالا می‌برد.



شکل ۵ بررسی وضعیت سقف مسکن در مناطق (ارقام به درصد)

یکی از عوامل اصلی فرو ریختن مساکن هنگام وقوع زلزله، عدم یکپارچگی بین دیوار و سقف و در نتیجه عدم تشکیل یک سیستم مقاوم سه بعدی است (تی. اس. چاچر و دیگران، ۱۳۷۳: ۲۰۰۰). مطالعه این مورد نیز وضعیت بسیار نامطلوب مساکن را نشان می‌دهد؛ به نحوی که نزدیک به ۶۰ درصد از مساکن تیرهای سقف مستقیماً بر روی دیوار قرار گرفته‌اند. شکل ۶ نمونه‌ای از قرارگیری تیرهای سقف مستقیماً بر روی دیوار را نشان می‌دهد.



شکل ۶ قرارگیری تیرهای سقف مستقیماً بر روی دیوار

### وضعیت نسبت طول به عرض ساختمان

بر اساس دستورالعمل تحلیل آسیب‌پذیری، به طور کلی طول ساختمان نباید از سه برابر عرض آن تجاوز کند (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ۶۱). جدول ۵ نشان می‌دهد که در مناطق ۶، ۱۱ و ۵ بیشترین مساکنی وجود دارد که در آن‌ها طول بیشتر از ۳ برابر عرض است.

**جدول ۵ وضعیت نسبت طول به عرض ساختمان در مناطق (ارقام به درصد)**

مناطق	طول کمتر از سه برابر عرض	طول سه برابر عرض	طول بیشتر از سه برابر عرض
۱	۷۰	۳۰	۰
۲	۸۳/۳	۶۷	۱۰
۳	۷۳/۳	۲۳/۳	۳/۳
۴	۲۷۷	۶۰	۱۲۸
۵	۴۰	۴۰	۲۰
۶	۴۶۷	۳۰	۲۳۸
۷	۲۷۷	۶۰	۱۲۸
۸	۴۶۷	۴۶۷	۶۷
۹	۸۶۲	۱۰/۳	۳/۴
۱۰	۳۶۷	۴۳/۳	۲۰
۱۱	۳۰	۴۶۷	۲۳۸
۱۲	۹۰	۱۰	۰
۱۳	۶۳/۳	۲۶۷	۶۷
۱۴	۸۶۷	۱۳/۳	۰

**وضعیت تغییر یا حذف اعضای سازه‌ای**

گاهی در ساختمان‌ها دیده می‌شود که تیرهای فرعی (تیرهایی که نیروی قائم تیرچه‌ها به آن انتقال داده نمی‌شود) حذف می‌شوند و یا از میلگردی‌های آن کاسته می‌شود. این کار باعث می‌شود که برای ایجاد ارتباط بین قاب‌های مختلف، به تیرچه‌ها نیرو وارد شود که این امر می‌تواند به تخربی تیرچه و در نهایت سقف منجر شود (نعمیم واوشک سرایی، ۱۳۷۴: ۳۴). شکل ۷ نمونه‌ای از حذف اعضای سازه‌ای در ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد.



شکل ۷ حذف اعضای سازه‌ای در ساختمان مسکونی

بر اساس تحلیل جدول ۶، در اکثر مناطق تغییر اعضای سازه‌ای رقم بالاتری را نشان می‌دهد. این تغییر اعضای سازه‌ای می‌تواند شامل تغییر ستون، تغییر دیوار باریز، تغییر نقشه سازه‌ای و غیره باشد.

**جدول ۶** وضعیت تغییر یا حذف اعضای سازه‌ای (ارقام به درصد)

تغییر اعضای سازه‌ای	حذف اعضای سازه‌ای	مناطق
۵۸/۶	۴۱/۴	۱
۵۰	۵۰	۲
۸۰	۲۰	۳
۴۵	۵۵	۴
۵۳/۳	۴۷۷	۵
۷۰	۳۰	۶
۶۲	۳۸	۷
۵۳/۳	۴۷۷	۸
۱۰۰	۰	۹
۶۶۷	۳۳/۳	۱۰
۵۰	۵۰	۱۱
۱۰۰	۰	۱۲
۱۰۰	۰	۱۳
۸۰/۳	۱۹/۷	۱۴

**وضعیت محل استقرار اجسام سنگین و تأسیسات در ساختمان**

توزیع نیروی زلزله در طبقات ساختمان متناسب با وزن و ارتفاع هر طبقه است. بنابراین باید از قرار دادن بارها و تأسیسات در طبقات فوقانی خودداری کرد که این کار باعث می‌شود تا مرکز جرم ساختمان در پایین‌ترین سطح ممکن قرار گیرد (مونتایا و لرنا، ۱۶۹: ۲۰۰). بر اساس جدول ۷، وضعیت محل استقرار اجسام سنگین (تأسیسات ساختمان) در طبقات بالایی در مناطق ۲ و ۱۱ ارقام بالاتری را نسبت به سایر مناطق نشان می‌دهد که این امر باعث بالا رفتن آسیب‌پذیری در این مناطق می‌شود.

**جدول ۷** وضعیت محل استقرار اجسام سنگین و تأسیسات در ساختمان مناطق شهر (ارقام به درصد)

طبقات زیرین	طبقات میانی	طبقات بالایی	مناطق
۸۳/۳	۰	۱۶۷	۱
۰	۰	۱۰۰	۲
۱۰۰	۰	۰	۳
۷۷/۷	۰	۳۲۸۳	۴
۳۰	۲۳۸۳	۴۷۷	۵
۸۷۷	۰	۱۲/۳	۶
۳۷۶	۲۶۷	۴۷۷	۷
۴۳/۳	۰	۵۶۷	۸
۱۰۰	۰	۰	۹
۱۰۰	۰	۰	۱۰
۳۰	۱۰	۶۰	۱۱
۰	۰	۰	۱۲
۱۰۰	۰	۰	۱۳
۳۷۷	۱۲/۳	۵۰	۱۴

### وضعیت طبقه همکف از نظر داشتن کاربری تجاری و بازشوهای بزرگ

در سازه‌هایی که طبقه همکف آن‌ها دارای کاربری تجاری است، ایجاد بازشوهای بزرگتر، در صورتی که بادینده را حذف کنند باعث ایجاد طبقه نرم خواهد شد و آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد (نعمیم واوشك سرانی، ۱۳۷۴: ۵۰). مطالعه این متغیر در مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد که مساکن دارای طبقه همکف تجاری در مناطق ۱۱، ۶ و ۱۲ بیشترین میزان، و مساکن دارای بازشوهای بزرگ بیشتر در مناطق ۵، ۱۳ و ۱۰ وجود دارد، که این امر آسیب‌پذیری را در این مناطق افزایش می‌دهد.



شکل ۸ کاربری تجاری طبقه همکف، بازشوهای بزرگ و عدم رعایت نسبت طول به عرض

### تحلیل میزان آسیب‌پذیری

#### تحلیل متغیرهای مختلف آسیب‌پذیری مساکن شهر

در ابتدا سهم و رتبه هر یک از متغیرهای مختلف در میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر تحلیل شده است، برای این کار با توجه به امتیاز پاسخگویان به هر یک از طبقات متغیرها و سپس با مجموع امتیاز حاصل از آن‌ها امتیاز هر یک از متغیرها و در نتیجه رتبه هر کدام را مشخص نمودیم (فائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۰۵). از نظر آسیب‌پذیری، متغیرهای «دسترسی به ساختمان با رتبه آسیب‌پذیری ۱، دسترسی به طبقات ساختمان با رتبه آسیب‌پذیری ۲ و قدمت بنا با رتبه آسیب‌پذیری ۳» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر دارند. وضعیت سایر متغیرها در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸ میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر بر اساس متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری (بر اساس طیف ۱ تا ۲۵)

متغیر	طبقات متغیرها	امتیاز	امتیاز متغیر	رتبه آسیب‌پذیری
زیر بنا	کمتر از ۱۰۰	۱۰۲۴۰۰	۱۰۳۰۹۳	۴
	۱۰۰-۲۰۰	۶۹۳		
نقشه سازه	۲۱۴	۲۹	۲۴	
نقشه معماری	۴۰۲۵	۱	۲۵	
قدمت	بعد از ۶۷	۳۱۶۸۴	۱۱۵۵۳۰	۳
	۶۷ تا ۴۹	۷۷۸۴۱		
	۵۰ تا ۴۳	۵۴۷۶		
	قبل از ۴۳	۵۲۹		

۲۰	۵۷۶۳۸	۳۳۴۸۹	۲	عرض معبر
		۱۰۴۰۴	۲-۴	
		۲۸۹	۴-۶	
		۱۳۴۵۶	۶-۸	
۲۵	۱	۱	بنیست	
۱	۱۶۰۳۶۱	۳۶۱	خوب	دسترسی به ساختمان
		۱۶۰۰۰۰	متوسط	
۲	۱۴۱۹۰۱	۱۳۹۸۷۶	خوب	دسترسی به طبقات
		۲۰۲۵	متوسط	
۱۱	۸۶۷۵۶	۵۲۹۰۰	رعایت شده	رعایت فاصله
		۳۳۸۵۶	رعایت نشده	
۱۷	۶۹۸۴۶	۱۰۷۰۹	۳	بعد خانوار
		۵۴۷۵۶	۴-۶	
		۴۲۲۵	۶-۸	
		۲۰۶	+۸	
۲۱	۵۵۸۱۹	۶۲۵	۱	تعداد طبقه
		۷۸۹	۲	
		۲۳۷۱۶	۳	
		۲۴۶۴۹	۴	
۱۰	۸۷۸۲۱	۴۵۷۹۶	۱	تعداد واحد
		۴۲۰۲۵	۲	
۱۶	۷۲۲۲۹	۲۳۰۴	۱	تعداد اتاق
		۲۶۷۴۴	۲	
		۴۳۹۸۱	۳	
۹	۸۷۸۴۱	۴۶۲۲۵	دارد	داشتن حیاط
		۴۱۶۱۶	ندارد	
۸	۸۹۱۶۱	۵۶۱۶۹	فولادی	اسکلت
		۲۱۰۲۵	آجر و آهن	
		۱۵۲۱	بتن	
		۱۰۰۰۰	آجر و آهن	
		۴۹	بتن	
		۳۶۱	آجر و آهن	
		۳۶	بتن	
		۵۱۰۷۶	سنگ آجر	
۱۴	۷۶۲۳۶	۲۳۷۱۶	سیمان	مصالح
		۱۴۴۴	آلومینیم شیشه	
		۲۳۰۴	خاکریز	
۱۵	۷۲۲۲۹	۲۶۷۴۴	طیبی	توبوگرافی
		۴۳۹۸۱	مسطح	
		۵۴۷۶	نامنظم	
۱۸	۶۹۶۴۴	۴۹۲۸۴	نسبتاً	تقارن
		۱۴۸۸۴	منظم	
		۲۸۹۰۰	نامنظم	
۱۹	۶۲۵۶۵		پیش آمدگی	

		۷۶۴	نسبتاً	
		۲۵۹۲۱	منظم	
۵	۹۹۱۱۳	۴۰۹۶		نسبت طول
		۲۶۰۱		
		۹۲۴۱۶		
		۵۸۰۸۱	بالا	
۱۳	۷۷۸۸۶	۱۷۹۵۶	میانی	محل اجسام
		۱۸۴۹	زیرین	
		۴۲۴۳۶	حذف	
۱۲	۸۶۱۱۷	۴۳۶۸۱	تغییر	اعضای سازه ای
		۷۳۹۶	کپسول	
۷	۹۲۶۹۷	۲۲۸۰۱	جعبه	خدمات
		۶۲۵۰۰	بیمه	
		۵۳۲۹	خیلی کم	
۲۲	۵۴۶۵۵	۱۹۹۰۰	کم	مقابله
		۲۸۵۶۱	متوسط	
		۱۱۵۶	زیاد	
		۹	خیلی زیاد	
		۷۰۵۶	خیلی کم	
۲۳	۵۱۹۶۵	۲۱۳۱۶	کم	کمکهای اولیه
		۲۲۵۰۰	متوسط	
		۱۰۲۴	زیاد	
		۴۹	خیلی زیاد	
		۷۱۲۸۹	آگاهی	
۶	۹۳۷۸۹	۲۲۵۰۰	عدم آگاهی	آگاهی خانواده

با توجه به آزمون رگرسیون در جدول ۹، ضریب تعیین (R. Square) بین دو متغیر («وضعیت کمی و کیفی مساکن» در هر منطقه شهری و «آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی») ۶۵ درصد است؛ یعنی «وضعیت کمی و کیفی مساکن» تنها ۶۵ درصد واریانس ایجاد شده در متغیر وابسته را تبیین می‌کند و ۳۵ درصد باقی مانده توسط سایر عوامل قابل پیش‌بینی است.

#### جدول ۹ ضریب همبستگی و ضریب تعیین رگرسیون

ضریب همبستگی	ضریب تعیین R. Square	ضریب تعیین	ضریب همبستگی
.۸۰۵ <sup>۱۲</sup>	۰.۶۴۸	۰.۶۱۸	۳۷۳۸.۷۹۴

<sup>۱۲</sup> پیش‌بینی کننده: آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی

**نتیجه‌گیری**

- در بررسی آسیب‌پذیری شهری در برابر بلایای طبیعی، آگاهی از کیفیت و کمیت مساکن شهر در اولویت قرار دارد.
- مجموعه متغیرهای مورد مطالعه شامل ۲۴ متغیر است که در ۵ عامل اصلی طبقه‌بندی شده‌اند.
- سهم و رتبه هر یک از متغیرهای مختلف در میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر تحلیل شد که نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد متغیرهای «دسترسی به ساختمان»، «دسترسی به طبقات ساختمان» و «قدمت بنا» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر داشته‌اند.

**References**

- Jami, N, 1385, The evaluation of enginery geologically in Isfahan city, MS. Thesis, Faculty of Sciences, , Isfahan University.
- Khosh Nic, Z, 1382, Unorganized buildings, the view of today's city, Monthly Journal of Information Educational and Research on Urban Management and Planning, Number.48, Shahrdariha.
- Ramazani Gorabi, B, 137, earth quake Geography, The collection of Articles of the eight congress of Iranian geographer, Isfahan University press.
- Safaye, H, 1383, The importance of concerning the quake potential of active cracks in Esfahan region, Earth quake specific letter, Number. 15.PP.57-73.
- Ghaed Rahmaty, S. 1387, The atmospheric analysis of urban buildings in return to earth quakes, Ph.D. Thesis on Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and Social Sciences, Isfahan University.
- Kazemian, M, 1383, Epidemic's management after natural disasters, A book of abstracts of the second international congress of health, hygiene, and crisis management of unexpected disasters, Shokrawy press.
- Statistical Center of Iran, Statistical Annals of Iran in 1377, Number, 3311, Tehran press.
- The center of Settlement and Structure Research, 1384, The code for designing buildings in return to earth quake Number Z-253.
- Mohager Ashjaee, A, 1360, Record and interpretation of local quakes and the earth quake-prone in Esfahan and Shahrekord, Special department of seismology of Organization Atomic Energy of Iran.
- Adviser Engineers of Pars Naghsh-e- Jahan, 1382, Review Design of Esfahan descriptive planning
- Naeem, F. & Oshak saraye, R. 1374, Constructions' plan in return to earth quakes, Gillan University press.
- Ghafory-Ashtiani, M. 1999, Rescue Operation and Reconstructions in Iran, Disaster prevention and management, Volumes, Number1, MCB University ISSN 0965-3562.
- Montoya Morales, Ana Lorena, 2006," Urban disaster management: A case study of earthquake risk assessment in Cartago, Cistercian", ITC & University of Utrecht.
- Nateghi- A, Fariborz, 2000, Enlisting and Proposal Earthquake Disaster management Organization for Iran, Disaster Prevention and management, Volume1, Number3, MCB University, ISSN 0965-3562.
- Nateghi-A, Fariborz, 2001, Earthquake Scenario for the Mega-City of Tehran, Disaster Prevention and management, Volume10, Number 2. MCB University, ISSN 0965-3562.
- Paton, Douglas and Fohnston, David, 2001, Disaster and communities: Vulnerability, resilience and preparedness, disaster prevention and management, volume 10, number 4, MCB University, ISSN 0965-3562.
- Tschacher, Wolfgang and Nina Jacob Shagen, 2000," Analysis of crisis intervention processes", Journal of crisis, Vol. 23, No. 2

## **Analysis of Spatial - Temporal Structure of the Urban Heat Island in Tehran through Remote Sensing and Geographical Information System**

Alireza Sadeghinia<sup>1\*</sup> Alijani.B<sup>2</sup> Ziaeian.P<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ph.D Student Candidate of Climatology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

Prof of climatology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

Associate Prof of Remote Sensing, Kharazmi University, Tehran, IRAN

Received 13 November 2012

Accepted 5 May 2013

---

### **Introduction**

Urbanisation changes the land cover types in urban areas and results in different climatic conditions, which has been termed as "Urban climate". Urban climates are different from those of less built-up areas in terms of air temperature, humidity, wind speed and direction, and amount of precipitation. The previous researches show that urban areas are warmer than surrounding rural areas creating the "urban heat island" (UHI) (Rose and Devadas; 2009, 2). The buildings, concrete, asphalt and industrial activity of urban areas causes UHI. Replacing natural land cover with pavements, buildings and other infrastructures takes away the natural cooling effects. Also, tall buildings and narrow streets can heat the air trapped between them and reduce airflow. In addition, heat from vehicles, factories and air conditioners adds heat to the surroundings, further exacerbating the heat island effect. UHI can impact local weather and climate, altering local wind patterns, spurring the development of clouds and fog, increasing the number of lightning events, and influencing the rates of precipitation. Furthermore, the poor air quality that results from the increased energy usage for cooling purposes in heat-island city can cause discomfort for humans and affect health, aggravating asthma and promoting other respiratory illnesses (Liu and Zhang, 2011: 158).

Thermal remote sensing data play an important role in the study of UHI. First, UHI is studied using NOAA AVHRR thermal data (Balling and Brazell, 1988: 1289-1293; Gallo et al., 1993: 899-908; Gallo and Owen, 1988: 159-172; Streutker, 2002: 282-289). Later, thermal infrared data TM, ETM+ and ASTER are used to study UHI more precisely (Weng, 2001: 1999-2014; Weng et al., 2006: 1275-1286; Amiri et al., 2009: 2606; Flahatlar et al., 2011). Meanwhile, in some studies, The spatial and temporal variations of UHI are detected by using multi- temporal thermal images of landasat TM and ETM (Mo et al., 2011: 4616-4622).

Several researchers (Akbari, 1379; jangi, 1383; shakiba et al., 1388: 56-69; namdari, 1388; malekpour and taleai, 1389: 89-102, and 1390: 29-42) have studied the UHI in Tehran. But none of them have presented a comprehensive picture of its spatial and temporal variations. Thus, the main objective of this study is to study the spatial and temporal variations of UHI in Tehran urban area.

### **Study Area**

The city of Tehran as capital of Islamic republic of Iran is located between latitudes of 35°33'10"N to 35°50'12"N and longitudes of 51°05'17"E to 51°37'36"E with an average elevation of 1600 m, is surrounded by high mountains in the north and north east. Tehran experiences warm summers and cold winters. Tehran is a major center of culture, industry, commerce and transportation. The biggest city of the country, Tehran exhibits rapid population growth and urban expansion in the form of encroachment to the limited agricultural areas (malekpour et al., 2010). Due to its complicated expansion and urban structure and function the temperature variations are very important for its life and existence. Thus this study has tried to analyse the spatial and temporal variations of its temperature.

## Material and Methods

In this paper, multi-temporal Landsat TM images (13 images) are used for the analysis of UHI in Tehran. LST is extracted using the mono-window algorithm presented in Qin et al (2001). Then, using appropriate statistical methods, spatial and temporal variations of LST were analysed. Based on thermal radiance transfer equation, the mono-window algorithm only requires three parameters of emissivity, transmittance and effective mean atmospheric temperature - to retrieve LST from Landsat TM 6. The spatial model to retrieve LST from Landsat TM using ERDAS spatial model tool is designed. In this model, only two measured parameters are required; near-surface air temperature and water vapour content of the atmosphere at the time of satellite pass, which can be easily obtained from synoptic weather stations of Tehran. These two parameters are then converted to air transmittance and effective mean atmospheric temperature. The third required parameter is the emissivity, which can be calculated from the normalised difference vegetation index (NDVI). The remaining useful data can all be obtained from the Meta file in the satellite image data.

It is impossible to compare thermal data from different years directly using absolute LST. Therefore, a normalisation technique (Xu et al., 2009) has been used to compare the computed LST of different years. The LST images were rescaled to the same level between 0 and 1 using the maximum and minimum values for those images. Then temporal variations were explored. The intensity of UHI from 1986 to 2010 was evaluated by the urban heat island ratio index (URI) (Mu et al., 2011). The URI was proposed to quantitatively compare the UHI differences in different years based on the ratio of UHI area to whole city area.

## Results and Discussion

The temporal changes of LST during the study period showed that the distribution pattern of LST has changed. The area of moderate and very cool temperature of the city has been decreased but the area of very high temperatures (very hot areas) has been increased significantly. It is completely clear that spatial extent of UHI along with the spatial development of Tehran have been increased during this period of 25 years (1986 to 2010) and the extent of UHI has increased from 83 square kilometres (13 percent) to 99 square kilometres (16 percent). The temporal change of the intensity of UHI also showed that URI has increased. The URI has increased from 0.11 in 1986 to 0.15 in 2010. According to the spatial distribution of LST, UHI has maintained its principal center (Mehrabad airport) and The new hot clusters have emerged in the west (District 21 and west of district 22) and south-west (portion of District 18 and 19) of the Mehrabad airport. Our study showed that UHI of Tehran has extended toward the areas with an intensive decrease in vegetation and the extensive development of industries, working places and warehouses (the west and south-west of Tehran).

## Conclusion

In this study, the mono-window algorithm is applied to retrieve LST in Tehran using the Landsat TM data. Then, using appropriate statistical methods, spatial and temporal variations of LST are analysed. Consideration of spatial-temporal variation of LST during the study period showed that the distribution of the UHI in Tehran has changed. Center of the UHI that had already been located on Mehrabad airport has extended toward the west and southwest of Tehran. The metropolitan of Tehran has witnessed a very fast urban sprawl during the study years from 1986 to 2010. The urban expansion was accompanied by increased UHI intensity of 0.11 in 1986 to 0.15 in 2010 over an almost 25-year period and resulted in the development of the severe UHI in the region and thus the degradation of the liveability of the city.

**Key Words:** air pollution, Urbanisation, heat Islands, Tehran metropolis

## Simulation of Tehran Air Pollution Dispersion Model in Windy Air Conditions

Ali Akbar Shamsipur<sup>1\*</sup> Najib Zadeh.F<sup>2</sup> Hossein Poor.Z<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Prof of Climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup>M.Sc of climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>3</sup> M.Sc of climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

Received 13 November 2012

Accepted 5 May 2013

---

### Introduction

Population growth, along with the rapid development in industrial and many urban sectors, and lack of sustainable development approach in urban planning are all caused great changes in environment in form of pollution and ravage. In urban environments, complexity of spaces and urban manmade phenomena as well as the lack of regular and continuous measurement of atmospheric elements and components such as surface fluxes, turbulence intensity, overnight stable layer depth and inversion layer, daily mixed and boundary layer and energy balance components which are generally the input of dispersion models have made uncertain mechanisms in dispersion of pollutants over Tehran. One of the important aspects in the study of air pollution is how the pollutants disperse from sources of emissions. Wind direction, turbulence conditions and fluxes in near surface atmosphere are the most important climatic factors that affect dispersion pattern and distribution of air pollutants leaving from emission sources.

### Study Area

Tehran having a population of about 8,300,000 and a 15 million-plus metropolitan area is Iran's largest city and urban area, and one of the largest cities in southwest Asia. Tehran ( $35^{\circ} 42' N$ ,  $51^{\circ} 25' E$ ) covers an area of 750 km<sup>2</sup> and is situated in a semi-enclosed basin south of the Alborz Mountains. Its location for a big city is unusual, since it is not near a river or even close to the sea. The average annual rainfall is approximately 230 mm, with most precipitation falling in autumn and winter months. Due to high elevation (approximately 1140 m), aridity and latitude, the city experiences four seasons.

Climate can be extremely hot in summer (with mid-day temperatures ranging between 30 oC to 40 oC), and cold in winter when nighttime temperatures can fall below freezing point. Local precipitation is absent for six months of the year on the low-lying areas.

Tehran suffers from severe air pollution and the city often covers by smog making breathing difficult and causing widespread pulmonary illnesses. It is estimated that about 27 people die each day from pollution-related diseases. According to local officials, 3,600 people died in a single month due to the hazardous air quality. 80% of the city's air pollution is due to cars. The remaining 20% is due to industrial pollution. Other estimates suggest that motorcycles alone account for 30% of air and 50% of sound pollution in Tehran. Tehran is bound in the north by the massive Alborz mountain range that is stopping the flow of the humid Caspian wind. As a result, thermal inversion that traps Tehran's polluted air is frequently observed.

### Material and Methods

The methodology is based on undertaking literature review to develop theoretical foundations and explanation of the research method. In this research, three-hourly wind velocity and wind direction

---

\* Email: a\_sadeghinia@yahoo.com

Corresponding Author 00989193575022

data and air temperature of 2006 were obtained from Geophysics, Mehrabad and the Shemal-e-Tehran weather stations (Table 1). Also atmospheric gridded data obtained from NCEP/NCAR reanalysis dataset for surface and 700 hPa levels for prepared synoptic maps using GrADS software (Table 2). Mehrabad upper level atmospheric data has been taken from the University of Wyoming are used to identify effective thermodynamic indices on intensified or mitigation air pollution in Tehran. Moreover, two site emission data available in SO<sub>2</sub> of chimney exits south of Tehran including Tehran oil refinery source point and thermal power plant source point were used (Table 3).

In this research, using EDMF thermodynamic index available in The Air Pollution Model (TAPM), the dispersion pattern of pollutants in the air near the surface were studied under unstable weather and windy conditions over Tehran. Three-hourly meteorological data from three stations in Tehran were used to select two case studies. So two days with significant wind in all three weather stations were selected that they also include days of warm and cold periods. Then prevailing weather condition in synoptic-scale weather systems were evaluated by providing surface and upper level weather maps. Emission data from two point sources of Power plant and Tehran's oil refinery in south of Tehran used as the input to model. Atmospheric model with three nested cells with 4, 3.9, and 3 Km dimensions and pollution input with nets respectively 1000, 975, and 750 m were imported to model software. Pollution input is defined based on Eulerian and Lagrangian dispersion models, and their outputs were calculated for the innermost grid.

## Results and Discussion

In September 27 and March 21, a low pressure is seen in the surface in southeast of Caspian Sea and a high pressure is located over northwestern Iran. Barometric trough with contours of 1008 to 1011 hPa of it is drawn to Tehran area. Wind vectors represent weak surface western wind over the area. At 4 AM local time, the values of the vertical velocity (Omega) are positive which represent the stable conditions; however, at 4 PM local time omega becomes negative up to the level of 425 hPa and represents the unstable conditions (fig 3 and 4). Based on surface synoptic map in March 21, wind vectors represent high velocity and westerly direction. At 4 AM local time, vertical velocity is positive that indicates descending conditions, but in 4 PM it becomes negative and represents ascending condition (Fig 5 and 6).

The result of model output for both dates show different atmospheric conditions in different time scales. Analysis of the Probability Density Function (PDF) for the summer wind condition (September 27) show that in 66% of winds in this day show 2 and 3 m/s velocity, and more than 53% of winds blow from northwest. Figures 7 to 11 show that the instability and turbulence conditions intensify in daytime and reduce at night. Figures 12 and 13 show the differences of spatial dispersion of pollutants in the daily average with (a) Eulerian and Lagrangian dispersion models for summer under windy conditions.

Analysis of windy conditions in winter (March 21) by PDF is shown in figure (15). It shows westerly winds dominant and in this time more than 85% of winds velocity is more than 3 m/s. During winter condition, dispersion of pollutants in both Eulerian and Lagrangian models are the same in terms of density and wind direction of dispersions (fig 19).

## Conclusion

Simulation results indicate that in windy conditions of warm period, in south of Tehran with dry and hot air and soil, turbulent kinetic energy increases due to wind velocity and unstable atmospheric conditions and horizontal transfer of pollutants is associated with upward movement. Conversely, in the cold period, wind causes to increase the cooling air, so it results to decrease of turbulent kinetic energy in the atmosphere, hence pollutants are mostly transported horizontally.

**Key Words:** Air pollution, thermodynamic indices, TAPM, EDMF, Tehran.

## **Assessment of the Effects of Post Disaster Resettlement Patterns on the Quality of Life in Rural Areas (Case Study: Resettlement in Flooded Villages in Golestan Province)**

Amin Mohammadi Ostadkelayeh<sup>1\*</sup> Motiee Langerudi, S.H.<sup>2</sup> Rezvani, M.R.<sup>3</sup>  
Ghadiri Masoom, M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ph.D Student Candidate of Geography and Rural Planning, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup> Prof of Geography and Rural Planning, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>3</sup> Prof of Geography and Rural Planning, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>4</sup> Prof of Geography and Rural Planning, Tehran University, Tehran, IRAN

*Received 28 February 2013*

*Accepted 12 May 2013*

### **Introduction**

Post-disaster Quality of Life (QoL) assessment can be considered appropriately for monitoring and evaluation recovery plans and interventions. Particular reference has been considered to both understanding various aspects of the disaster's impacts, and establishing people's perceptions on their living circumstances and life chances after the event. Planned and involuntary resettlement after natural disasters has been considered as a major policy in post-disaster reconstruction in developing countries over the last few decades. Studies show that resettlement can result in adverse impacts on the resettled population. Conversely, a well-planned and managed resettlement process can lead to positive long-term development outcomes. Studies on post-disaster resettlement in rural areas of Iran revealed that these actions do not respond to all the needs of residents. Occurring extreme rainfalls, in August 2005 in Eastern part of the Golestan province in North of Iran, caused two devastating flood disasters and damaged several villages. After considerably long discussions, planners and policy makers decided to relocate a significant number of villages incorporating them in larger area. Finally in this area 11 villages replaced and integrated in one place but 3 villages were replaced without integration.

### **Study Area**

The study area is located in the north east of Iran in Golestan province; between  $(37^{\circ}, 42^{\circ})$  to  $(37^{\circ}, 22^{\circ})$  E longitude and  $(55^{\circ}, 54^{\circ})$  to  $(55^{\circ}, 20^{\circ})$  N latitude. It has mild temperature with annual rainfall of approximately 450 mm. After the flood, eleven villages (Ghezelotagh, Aghtoghe, chatal, Khojelar, Koorok, Pashaei, Ghapaneolia, Ghapanesofla, Seidlar, Sheikhlar and Davaji) were replaced and integrated in one place called Pishkamar town. Three villages (Gholaghkasan, Boghghojebala and Boghghojepaein) were replaced in safer area (with 1-2 Km).

### **Material and Methods**

In this research, in order to evaluate the role of post disaster resettlement on the QoL, we used subjective indicators and satisfaction levels in ten domains. The evaluated indications included environment quality, housing, education, health, personal well-being, participation, safety, information and communication, employment and income. Research method was descriptive and analytic. 279 samples were randomly chosen from the residents of Pishkamar and three other villages. Data

\* Email: shamsipr@ut.ac.ir

Corresponding Author 00989126024199

collection tool was a researcher-designed questionnaire that was conducted according to research objectives. The questionnaire was made of closed questions with answers in five-point Likert scale (1: grown much worse to 5: grown much better). In order to evaluate internal validity, at first content validity method was used to increase the validity of the questionnaire. In this method, the first step was testing the scales in the studies of QoL and poll of professors and professionals. Then, the developed questionnaire was filled out in two preliminary and final stages. Examining the answers to 30 questionnaires and doing statistical calculations was the final step. Chronbach alpha was used to evaluate the reliability and t-test was applied for data analysing.

## Results and Discussion

Results indicated that the integrated villages (Pishkamar) improved the QoL in the aspects of environment, housing, education, individual welfare, information and communication, safety, health, but in the aspect of employment, participation and income were not improved. Besides, results showed that the relocating of three villages improved the QoL in aspects of environment, housing, education, participation, information and communication, safety, health, but in the aspects of employment, individual welfare and income were not improved. In Pishkamar town, 63.35% of the respondents were satisfied with the quality of their lives after the integration and only less than 15.18% of them were dissatisfied for the quality of their lives. For the respondents in Pishkamar, the mean of the scores for QoL is 3.67 with the standard deviation of 1.068. In case of three villages, it was 54.55% for the people satisfaction for the quality of life and while 24% of them were dissatisfied. For the respondents in three villages, the mean of the scores for QoL was 3.36 with the standard deviation of 1.147.

## Conclusion

In general, the results of the study indicate that the resettlement of villages after disaster led to significant improvement in the QoL in study area. The resettlement policy was successful in reducing the flood disaster risk and also improved QoL (by relocating villagers), but it was not successful in permanent job creation. To reduce the negative economic impacts of resettlement, several measurements must be implemented, including: strengthening production capacity and skills (through training and technology transfer); diversification of economic activities (through the establishment of new economic activities) and increasing financial support for the most vulnerable communities.

**Keywords:** Quality of life, Post disaster resettlement, rural integration, Pishkamar

## Reconstruction of Spring-Summer Maximum Temperatures Based on a Regional Chronology (1750-2010) in the Western Ridge of Central Zagros, Iran

Ghasem Azizi<sup>1\*</sup> Arsalani.M<sup>2</sup> Arsalani.E<sup>3</sup> Safai rad.R<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Associate Prof of Climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup> M.Sc of Climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>3</sup> M.Sc Student of Climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

<sup>4</sup> M.Sc Student of Climatology, Tehran University, Tehran, IRAN

Received 12 March 2012

Accepted 15 May 2013

### Introduction

Long-term climate records are valuable for environmental planning, and tree rings allow records to extend to the time before the establishment of weather stations. For a better understanding of the past climate fluctuation and to mitigate the effect of climate fluctuation, dendroclimatic reconstructions have been applied in many parts of the world. Inter annual variations of climate have an intensive effect on water resources, agriculture, human settlements and regional ecosystems. The central Zagros region of Iran experiences different climatic situations over the seasons of a year. In recent years, dramatic changes in regional climate have damaged both local forests and agriculture. Weather stations cover a short time span of instrumental data in Iran. To overcome this challenge, tree rings can be used to put recent climate trends in a long-term context of climate variability. The central Zagros Mountains are one of the most important sites of oak forest in west of Iran. However, tree-ring based climate reconstructions are still scarce for this country. In this study, we present a reconstruction of temperature variations in the central Zagros Mountains using *Quercus infectoria* and *Quercus persica* tree rings over the last 250 years (1750-2010).

### Material and Methods

The study sites are located in the central Zagros Mountain range in the west of Iran. Due to the climatic regime, there is a clear distinction between a dry (summer) and a wet (winter-spring) season in this region. Our sampling sites are covered by old-growth oak forests and have the shortest distance to meteorological stations. In this study 54 cores from two species of *Quercus persica* in Dalab site (Ilam province) and *Q. infectoria* Olive in Shineh site (Lorestan province) were extracted using an increment borer. After the sample preparation, annual ring widths were measured with a LINTAB5 measuring system. The TSAP-Win software was used for cross dating and correlations between the growth cores. The growth cores were standardized with ARSTAN program to remove none climatic effects. The Expressed Population Signal (EPS; Wigley et al, 1995) was calculated for the regional chronology (RC). Monthly and seasonal maximum temperature from Ilam (1987-2010) and Khorramabad (1951-2010) weather stations were used to calibrate the regional chronology (1750-2010) during the common period (1951-2010). Based on a linear regression model, seasonal maximum temperature of spring-summer was reconstructed over the 1840-2010 period.

\* Email: aminmohammadi@ut.ac.ir

Corresponding Author 00989111433032

## Results and Discussion

The results of the study show that the two site chronologies are strongly correlated with each other ( $p<0.05$ ) for the common period 1834–2010, indicating common inter-annual and decade growth variations that show the influence of common regional environmental forcing factors. Maximum temperature has a negative effect on oaks tree growths in the region during the pre-growing and growing seasons. The negative effect of maximum temperature on the trees' growth in the growing season is more severe than in the per-growing season. Spring-summer Maximum temperature of the region shows a rising trend during the reconstructed period (1840-2010). Severe warm years during the reconstructed period occurred in 2010, 2000, 1984, 1966, 1958, 1955, 1952, 1945, 1944, 1933, 1929 and 1904. High maximum temperature might accelerate respiration, transpiration and evapotranspiration rates of trees and simultaneously decrease carbohydrate storage in the stem (Bao et al, 2012). The sampling sites are located in a wind exposed location of a semiarid region, therefore wind exposure can further increase the advert effect of maximum temperature on tree growth. Increasing maximum temperature reduces water availability of trees due to enhanced evaporation as well.

## Conclusion

We developed a tree ring-width regional chronology from two oak sites in the central Zagros Mountains in the west of Iran. Correlation coefficients indicate that the trees are sensitive to temperature variations, and maximum temperature has a negative effect on tree growth during the per-growing and growing seasons. Due to the correlation coefficient between regional instrumental records and the regional chronology, Spring–Summer maximum temperature of the growth year was used for reconstruction over the last 170 years (1840-2010). Severe warm years during the reconstructed period occurred in 2010, 2000, 1984, 1966, 1958, 1955, 1952, 1945, 1944, 1933, 1929 and 1904.

**Key Words:** Regional chronology, Oak, Interannual variations, Tree rings, Dendroclimatology

## Multiple Analysis of Risky Driving Behaviors in the Metropolis Mashhad

Ali Yousofi<sup>1\*</sup> Ghasemi Adkan.F<sup>2</sup> Taghavi Gorgi. H<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Associate Prof of Sociology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, IRAN

<sup>2</sup> M.Sc Student of Urban Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, IRAN

<sup>3</sup> M.Sc Student of Urban Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, IRAN

Received 30 March 2013

Accepted 12 May 2013

### Introduction

One of the most important public health threats in the world today, is driving accidents and Iran is among the countries that in driving accidents and loss of life is huge. While 90 to 95 percent of road accidents are caused by human factors. Risky driving behaviors, the second leading cause of death and the first cause of years of life lost due to re-mature death and disability in Iran considered. Meanwhile, some of the driver personality characteristics have an important share in intensifying or weakening of risky driving behaviors that most important of them are sensation seeking, angry, aggressive and has - mental health. The purpose of this paper is to present the realism descriptive of risky driving behavior in Mashhad, with a focus on the four personality characteristic, identify processes of risky driving intensifying or weakening.

### Study Area

The study area in this research is the city of Mashhad which includes 13 regional and 40 urban areas.

### Material and Methods

Present study is a survey research. Research population included all 18 years old and older individuals living in the city of Mashhad. Samples selected using "multi-stage cluster sampling" and a sample of 160 respondents were interviewed face to face in 2012.

Manchester Driving Behavior Questionnaire is used to assess risky driving behaviors. This questionnaire consists of 24 items that made and was used by Straddling and Meadows (2000) and is regulated in three parts of lapse, errors and driving violation. For assessing driving anger used Deffenbacher Driving anger-scale (1994) that is a 14-item questionnaire. Driving Anger Expression Inventory was used to measure the aggression. This 49-item questionnaire is a self assessment tool that evaluate of people anger-express when driving. Annett Sensation Seeking Scale was used to measure sensation seeking. Annett Sensation Seeking Scale contains two sub-scales of Novelty and emotional intensity. Also, mental health questionnaire of 12 questions (GHQ-12) is used in order to assess psychiatric disorders and mental health of drivers. To verify the theoretical analysis model of risky driving behavior in which has been identified that has an influence on sensation seeking, anger, aggression and mental health variables on risky behavior, path analysis technique was used.

---

\* Email: ghazizi@ut.ac.ir

\* Email: yousofi@um.ac.ir

Corresponding Author 00989123841192

Corresponding Author 00989153170398

## **Results and Discussion**

By calculating the direct and indirect effects as well as the overall impact of each factors, four influencing risky driver behaviors are found by using path analysis techniques. The results showed that anger and mental health effects on risky driving behavior are indirect, and aggression effect is direct. However, both direct and indirect sensation seeking effect. Also, results showed that sensation seeking, aggression and anger intensified and the mental health weaken/reduce risky driving behavior show the most impact on drivers risky behaviors associated with aggression (0.35) and variables of sensation seeking (0.26), mental health (-0.18) and anger (0.09) stand on the second and third places.

## **Conclusion**

Driver behavior is recognized in the majority of traffic accidents in the world and Iran, as the main cause of the accident. While driver behavior is quite influenced by the personality. Theoretical claim of present paper is that risky driving behavior consists of errors, lapses and driving violations, under the influence of a set of four features of important personalities including anger, aggression, sensation seeking, and mental health. The results of this claim examines through survey research conducted on 160 drivers in Mashhad showed that: First, willingness to perform risky driving behaviors is low and in this respect responsibility is in a situation of more or less similar. While the extent of divers anger and mental health are more than moderate, sensation seeking is moderate and aggression is lower than average. Second, sensation seeking, aggression and anger intensified and mental health weaken/reduce the risky driving behavior and maximum influence is related to aggression and sensation seeking. The mental health and anger variables are stand in the next places.

**Key Words:** risky driving behavior, sensation seeking, driving anger, aggression, mental health.

**The Comparison of the Frequency ratio model and Fuzzy Membership Functions in Landslide Hazard Zonation  
(Case study:Marivan - Sanandaj road)**

Amir Saffari <sup>1\*</sup> Akhdar.A <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Prof of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup>M.Sc Student of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

*Received 28 November 2012*

*Accepted 12 May 2013*

---

## Introduction

The natural phenomenon events are involved with several natural and unnatural factors that play a specific role in it event. Landslides, is example of such natural phenomena that resulted from interaction of various factors. Understanding the impact and weight of each factor by mathematical models can be solution for landslide study in term of zonation and extraction. Landslides are one of the natural hazards which may cause damage to some infrastructures such rail roads, dams, and roads, but also leads to casualties. The landslides hazard Zonation in the study area has been done in this study by using the two models namely frequency ratio model (RF) and functions of the fuzzy model over the Arc GIS 10 software. The final LHZ maps were comparing for evaluated the ideal landslides hazard zonation models.

## Study Area

The study area lied in Marivan – Sanandaj Road with 135 Km length located in longitude of 46°, 07' , 26" to 36" E and latitude of 35°, 23',11" to 35°, 32', 35" covered an area of 1281 square kilometers in Kurdistan Province (West of Iran). The study area is part of Sanandaj - Sirjan techtonic zone in high Zagros range. The 10 years (2000 to 2010) average of annual precipitation in area is around 850 mm/y which is reported by Meteorological Station in Marivan city.

## Material and Methods

In order for landslide inventory map in area, the numbers of variables such as elevation, slope, faults, roads and drainage buffers, land use/ land cover, soil type, annual rainfall, as well as rock type in front of digital maps and layers has been input in a GIS geo data base. The necessary information's were obtained from several sources such as geology and topography maps, ETM satellite images etc. These data were weighted and analyses by both the Frequency Ratio (RF) and Fuzzy Membership Functions (FMF) models over the Arc GIS environment. The reference landslide map was provided from Iranian Forests and Rangelands bureau. Landslide Hazard Zonation map was done based on two mentions methods. In FR method, weighting of the criteria was done by combining the landslides distribution map with the individual field measurements. In second method we determine the weights of criteria using fuzzy membership functions. The weight outcome classes of each criterion's in a both methods were normalized (between zero and one), where the Fuzzy Membership Functions and frequency ratio equation used for standardization over the all prepared raster maps. The final LHZ maps were superimposed and different fuzzy Gama operators applied for map accuracy evaluation.

\* Email: safari@tamu.ac.ir

Corresponding Author 0098912870792

The result has shown the LHZ class's outcome from FR method in more precision than FMF with gamma operator result of 0.7, 0.8 and 0.9.

### **Results and Discussion**

The results showed that most of the landslide occurred in areas with slope of more than 70 percent especially in slop with azimuth 0 to 90 (north and northeast slopes). It is also observed that the area with elevation in range of 1049-1350 m and shallow soil over rock as well as irrigated cultivate land are more sensitive to the land sliding. In terms of distance from other phenomena, the 100 meter radius from roads and faults were the most susceptible sloped region for landslides. The two main evaluation faction applied methods is:

#### **A - Evaluation of RF method and FMF for standardization of criteria apply for the landslides occurrence.**

The study outcome showed that LHZ using the standardized with frequency ratio model is more precision rather than other. This is because of fuzzy weight extraction of for each criteria class in sliding or non-sliding accordance pixels and frequency ratio equation applied.

#### **B - Evaluation of RF method and FMF for preparation of the LHZ maps.**

The fuzzy gamma operator was applied over the superimposing standard landslides hazard zonation maps of the area that prepared by two methods. The high precision LHZ map was selected as amp with greater percentage of the sliding pixels. This study showed that the accuracy of hazard zonation maps for sliding processes was directly associated with important steps of criteria class standardization and methods selected. Out of two discussed methods, the FR method was marked as suitable method for LHZ in term of criteria class standardization and landslides occurrence pixels. In an area such as study area (Marivan – Sanandaj Road)

### **Conclusion**

The Marivan – Sanandaj Road have importance role in international transit and markets access in the western part of Iran. In this study, the weighting of the criteria for the occurrence of landslide were compared by frequency ratio method and fuzzy membership functions. The outcome result based on spatial and statistical analysis was showed frequency ratio method as precision method. This because of high capability of this method for criteria class extraction and standardization over the land sliding input map as well as reality in fuzzy functional.

**Key Words:** Marivan – Sanandaj road, landslide, Evaluation, zonation, frequency ratio, fuzzy method

## Desertification and Playa Expansions in Everglades of Iran (Case Study: Meghan Lake)

Manijeh Ghahroudi Tali<sup>1\*</sup> Mirzakhani.B<sup>2</sup> Askari.A<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof of Geomorphology, Shahid Beheshti University, Tehran, IRAN

<sup>2</sup>M.Sc of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

<sup>3</sup>M.Sc of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, IRAN

*Received 16 March 2013*

*Accepted 18 May 2013*

---

### Introduction

Desertification Phenomena is a critical problem in dry climates. everglades, playas and shallow lakes are the main landscapes in the closed basins of Iran, which are formed under tectonic and climatic influences during the Pleistocene and Holocene periods. Due to climate changes, lack of precipitation, human activity and mismanagement of water resources, entering water has been reduced and caused seasonally or permanently dryness. The drought led to deposition of dissolved salt minerals and the pond has turned into the desert. Meghan is drained catchment area of approximately 5,528 square kilometres, which has been faced to water reduction and desertification phenomena. This study was performed to investigate spreading of desert in the Meghan everglade. Meghan wetland is located in the northeast of Arak in Farahan plain. Its area is range from about 100 to 110 square kilometres. Meghan basin is made along the fault lines and its water is salty. Its height is 1,660m above sea level and is composed of two parts: the mountainous area and the sediment plain.

### Material and Methods

The data is included to topography map 1:25000, Aster Data, Geology map 1:100000, 6 spectral bands and panchromatic of ETM+ images and 4 spectral bands of IRS-P6 images 2007. The method has the following steps:

- Principal components analysis based on correlation matrix was used to detect deposited faces from ETM+ and IRS-P6 images.
- To examine sedimentology of faces, 11 samples were taken of the innermost and outermost zones, which obtained from the principal components analysis.
- Granulometry were performed and sorting coefficients were calculated by the standard deviation of the integrated graphics provided by Folk(Equation 1)

### Equation 1

$$\sigma = \frac{0.84 - 0.16}{4} + \frac{0.95 - 0.05}{6.6}$$

- Regular rate of deposition was calculated according to Equation 2.
- What ever between the maximum and minimum diameters of the sediments are low, sediments are smoother and more regular.

---

\* Email: MGhahroudi@sbu.ac.ir

Corresponding Author 00989121263968

### **Equation 2**

$$\phi = \frac{\phi_s - \phi_1}{2}$$

in the above equations is the negative logarithm of the size of particle diameter scale is the base2  
(Equation3)

### **Equation3**

$$\phi = -\log_2 D$$

- For microscopic analysis, thin section samples were prepared of deposits remaining on the 80-mesh sieve, and using colour Polarising microscopy to calculate grain morphology, shape, roundness, transparency and opacity, also 120 seeds from each sample were selected to calculate friction coefficients.

### **Results**

The result of Image analysis of ETM +, were detected levels of a surface (inner surface) belong to the PC2 and the outer surface to the PC1. Also, two levels of IRS image were extracted same as ETM +. Compared the obtained levels were similar in colour and shape; so field observations was done based on the levels. Microscopic examination of the sections was shown that clay minerals as the most grains in samples. Also there were alkali feldspar minerals in sediment samples, which indicated they were under water during wet season. A highlight from the microscopic scale, already kaolinite was seen more than around Meghan. Angular grains of quartz were found in the all samples. In general, samples 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10 and 11, with opaque particles have much more transparent debris that indicated the movement of particles in wind erosion control. On the other hand, angular particles in the samples have become increased, thus, distance transport (by wind or runoff) was not far. Among the samples, the highest coefficients of friction belong to samples 6, 7 and 8, but the particles sorted in almost all cases were inappropriate.

### **Conclusion**

The results were concluded that due to the deposition of alkali feldspar and clay minerals, the weather was wetter. Generally intact feldspar was indicated the dry weather and weathering shown wet climate. Also there is kaolinite sediments in the lagoon surface and reduce the amount of feldspar minerals in the pond, was proved humid climate during the recent years. Some of examples were angular and opaque particles that could be indicated wind erosion. The above evidence was shown that recent zone had runoff erosion in winter and wind erosion in summer, after the last glaciers and reduced rainfall has occurred in the lagoon Meghan. It represented the dominant evaporated limestone and carbonate mineral are less solubility and was deposited earlier therefore have formed the carbonate zone. In the following period sulphite minerals was started to deposit.

In general, whenever the climate was wetter with more precipitation, the center of Meghan was wet and salty and in the drier period, solute salt was deposited, so lime and Gypsum faces were seen around the Meghan. Now the biggest threat for the wetlands is decreasing of entering water to the lake in the boreal summer. And in the winter, flash floods caused widespread damage zones and spread salt in summer, decrease the amount of entering water and cause drought and therefore more dust is generated.

**Key Words:** wetlands, desertification, Meghan, water crisis

## Analyzing the Vulnerability Indices of Urban Dwellings to the Natural Disasters Danger (Case Study: Isfahan's Dwelling)

Ali Zangi Abadi<sup>1</sup>\* Esmailian.Z<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Prof of Geography and Urban Planning, Esfahan University, Esfahan, IRAN

<sup>2</sup> Assistant Prof of Geography and Urban Planning, Esfahan University, Esfahan, IRAN

Received 13 February 2013

Accepted 18 May 2013

### Introduction

Nowadays, the vulnerability of human's dwellings to the natural disasters has been steadily increasing as the results of the population centralisation. Economic activities in vast and dense regions and disorganised and irregular conditions of dwellings in which the low-income dwellers of urban and rural areas live. The scale of damage caused by a crisis is not only related to its destructiveness power but largely to the quality of infrastructural structures exposed to the incident. With respect to the size, population and economic, political and social importance of Isfahan and potential and actual threats, the vulnerability of the city dwellings to the natural disasters crisis is completely tangible and evidence when compared with equipment and facilities corresponding the world standards, population threshold features and the range of various dangers. The aim of this article is to identify and prioritize the dwellings vulnerability indices in Isfahan's 14-fold zones. The spatial domain of this survey is the 14-fold zones of Isfahan based on the following hypothesis: Does the structural architecture of Isfahan dwellings have a suitable performance against the natural disasters crisis? What are the initial zones and indices need to be considered?

### Study Area

The study covers Esfahans Fourteen zones. Esfahan, in the center of Esfahan Province, has been located on one of the central thoroughfare of the country. This city is filled with a set of valuable historic monuments which distinguish it from other cities; Therefore, it necessitates more attention to it from a geologically. Esfahan plain has been situated in the Sanandaj \_ Sirjan zone.

### Material and Methods

The studying variables are quantitative and qualitative characteristics of Isfahan dwellings and the measurement of their vulnerability rate. Sample size has been accounted for 340 samples as probability sampling using Cochran formula with a confidence level of 95.5. In addition to the available statistics about the qualitative and quantitative characteristics of dwellings and vulnerability conditions of Isfahan, data collecting tools as well as other tools such as observation, questionnaire, map, field work, Internet resources and library resources have been utilised. To determine the reliability of the data collecting tools, the superficial reliability technique has been applied. To study the group vulnerability, "dwellings qualitative and quantitative indices" have been analysed using statistical models and methods.

### Results and Discussion

Initially, the proportion and the rank of each different variable on vulnerability rate of the city dwellings have been analysed. To do this work, regarding the score of responders to each class of

\* Email: z\_esmaelian@yahoo.com

Corresponding Author 00989132334679

variables and then summing the resulting scores, the score of any variable was identified and finally each of their rank determined. From the view of variables vulnerability rank of 1, accessibility to the building stories 2 and the building age 3" has the highest effect on the vulnerability of the city dwelling.

Regarding the regression test, determination coefficient (R. Square) between two variables "qualitative and quantitative conditions of dwellings" in any urban zone and "vulnerability to the natural disaster" is %65, that is, "qualitative and quantitative conditions of dwellings" only verified %65 of the resulted variance in dependent variable and the reminded %35 are predictable by other factors. After studying total scores of the city zones, vulnerability rate was classified based on a range from 1 to 14 in which number 1 means the highest vulnerability and 14 the lowest vulnerability. Total scores of the whole variables were studied and each of the zones and scores were studied separately from 100 and then the zones ranked based on it. Zones 12, 3 and 4 have the highest rate of vulnerability and zone 5, 10, 7, 6, 13, 2, and 8 the moderate, respectively. IT means that with respect to the whole studied variables about natural disasters vulnerability, these zones are in planning priority about the crisis management.

## Conclusion

In this survey, the following findings are to be studied and described:

1-when studying the urban vulnerability to the natural disaster, quality and quantity knowledge of the city dwellings has priority.

2-prioritising the urban zones from the viewpoint of quality and quantity vulnerability are possible using regression and Person analyses as well.

3-All of the variables studied were 24 ones classified to five basic elements.

4-The proportion and rank of any different variables on vulnerability rate of city dwellings were analysed. The results show that "accessibility to the building, accessibility to the building stories and building age" variables have the highest impact on the vulnerability rate of the city dwellings.

5- Finally, based on the whole variables analysis the vulnerability rate of dwellings obtained for the whole city and separated zones in which the zones 4, 3, 1 and 8 are the most vulnerable zones of the city, respectively.

**Key Words:** natural disaster, prioritising, vulnerability indices, Isfahan dwellings.

**(Research Journal)**  
**Volume. 1, No. 4, Summer 2012-2013**



**CONTENTS**

- **Analysis of Spatial - Temporal Structure of the Urban Heat Island in Tehran Through Remote Sensing and Geographical Information System.**  
Alireza Sadeghinia, Aljani.B, Ziaiean.P
- **Simulation of Tehran Air Pollution Dispersion Model in Windy Air Conditions.**  
Ali Akbar Shamsipur, Najib Zadeh.F, Hossein Poor.Z
- **Assessment of the Effects of Post Disaster Resettlement Patterns on the Quality of Life in Rural Areas (Case Study: resettlement in flooded villages in Golestan province).**  
Amin Mohammadi Ostadkelayeh, Motiee Langerudi, S.H, Rezvani, M.R, Ghadiri Masoom, M.
- **Reconstruction of Spring-Summer Maximum Temperatures Based on a Regional Chronology (1750-2010) in the Western Ridge of Central Zagros, Iran.**  
Ghasem Azizi, Arsalani.M, Arsalani.E, Safai rad.R
- **Multiple Analysis of Risky Driving Behaviors in the Metropolis Mashhad.**  
Ali Yousofi, Ghasemi Adkan.F, Taghavi Gorgi. H
- **The Comparison of the Frequency Ratio Model and Fuzzy Membership Functions in Landslide Hazard Zonation (Case Study:Marivan - Sanandaj Road).**  
Amir Saffari, Akhdar.A
- **Desertification and Playa Expansions in Everglades of Iran (Case Study: Meghan Lake).**  
Manijeh Ghahroudi Tali, Mirzakhani.B, Askari.A
- **Analyzing the Vulnerability Indices of Urban Dwellings to the Natural Disasters Danger (Case Study: Isfahan's dwelling).**  
Ali Zangi Abadi, Esmailian.Z

# GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

## Editor – in – Chief :

**Dr S.R. Hosseinzadeh**  
Department of Geography  
Ferdowsi University of Mashhad,  
Mashhad, Iran.

## Director :

**Dr H. Shayan**  
Department of Geography  
Ferdowsi University of Mashhad,  
Mashhad, Iran.

## Editorial Board:

**Professor V. R. Baker**  
Department of Hydrology and water Resources,  
University of Arizona, Tucson, USA.

**Professor Z. B. Hejazizadeh**  
Department of Geography,  
University of Alkhazmi, Tehran, Iran.

**Dr S. R. Hoseinzadeh**  
Department of Geography,  
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

**Dr M. Ghahroudi Tali**  
Department of Geography,  
University of Alkhazmi, Tehran, Iran.

**Professor J. Javan**  
Department of Geography,  
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

**Professor A. Masudian**  
Department of Physical Geography,  
University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**Dr H. Negaresk**  
Department of Physical Geography,  
University of Sistan, Zahedan, Iran.

**Dr A. Nohegar**  
Department of watershed,  
Management University of Hormozgan,  
Bandar Abbas, Iran.

**Professor B. Sari. Sarraf**  
Department of Physical  
Geography University of Tabriz,  
Tabriz, Iran.

**Dr H. Shayan**  
Department of Geography  
Ferdowsi University of Mashhad,  
Mashhad, Iran.

**Dr SH. Shataee. Joybari**  
Department of forest sciences  
University of Gorgan, Gorgan,  
Iran.

**Professor S. Velayati**  
Department of Geography  
Ferdowsi University of Mashhad,  
Mashhad, Iran.

**Dr M. Yamani**  
Department of Physical Geography,  
University of Tehran, Tehran, Iran.

**Geography and Environmental Hazards** (ISSN:2322-1682) is published four times a year in June, September, December and March by Ferdowsi University of Mashhad, Postal Code 9177948883, mashhad-Iran, tel: +98(0) 511-8796827

Fax: +98(0) 5118794144    E-mail: geo.eh@um.ac.ir    Website : <http://jm.um.ac.ir>

**2012 annual subscription rates:** 25 US\$For USA plus mailing costs, 20 US\$ for other Countries Plus mailing Costs. Please Contact to Editor – in – Chief for further arrangements and payment Options:  
Srhosszadeh @um.ac.ir

# GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

## Notes For Contributors

### AIMS AND SCOPE

**Geography and environmental Hazards** is an Iranian Interdisciplinary research journal devoted to the publication of original scientific and technical papers in natural and technological hazards. The subjects include of full rang of Hazardous events from extreme Geological, Geomorphological, Hydrological, Atmospheric and Biological events such as earthquakes, subsidence, floods, debris flows, landslides, storms, desertification, air pollution and epidemics to technological Impacts and Human malfunction such as industrial explosions, fires, nuclear and toxic waste releases.

With an approach to Geography this journal highlights issues of Geographically risk degree of regions, human exposure, vulnerability, awareness , respons to disasters and planning.

The role of hazards in affecting development process particularly in under development countries and issues of efficiency, social justice and sustainability are also discussed in the journal.

### NOTES FOR CONTRIBUTORS

**Geography and Environmental Hazards** is a bilingual Journal in Persian and English languages. Persian authors with papers in their own language must submit an extended abstract in English. authors with English papers must submit the initial electronic manuscript to one of the following Addresses:

Journal website: <http://jm.um.ac.ir>

Journal Email: [geo.eh@um.ac.ir](mailto:geo.eh@um.ac.ir)

Editor-in-chief: [srhosszadeh@um.ac.ir](mailto:srhosszadeh@um.ac.ir) or [Srhosseinzadeh@yahoo.com](mailto:Srhosseinzadeh@yahoo.com)

The initial manuscript must be sent in two separate files, **word** and **pdf** form.

### Manuscript style

All submissions must be printed on A4 paper size, be double-line spaced and have a margin of 3.5 cm all round.

Illustrations and tables must be printed on separate sheets and not be incorporated into the text.

**Title page** must list full title, short title, names and affiliations of author(s), and full address of each author. The precise mailing address, Telephone, Fax, and Email address of the corresponding author.

Supply an abstract of up to 300 words and a keyword list up to 6 words below the abstract. The abstract should precise the paper, giving a clear indication of its conclusions. It should contain no citation to other published works.

### Reference style

References should be presented in the text as name of author and year within brackets and listed at the end of the paper alphabetically. All references in the reference list should appear in the text.

Where reference is made to more than one work by the same author published in the same year, identify each citation in the text as follows: (Baker, 1987 a), (Baker 1987b). Where three or more authors are listed in the reference list, cite in the text as (Baker et al 1998) References should be listed in the following style:

- **Journals:** Baker, V.R., 1994. Geomorphological Understanding of Floods. *Geomorphology* 10,139–156.

- **Books:** Huggett, R., 1989. *Cataclysms and Earth History: the Development of Diluvialism*. Clarendon Press, Oxford, 220 pp.

- **Proceedings:** Baker, V.R., Webb, R.H., House, P.K., 2002. The scientific and societal value of paleoflood hydrology. In: House, P.K., Webb, R.H., Baker, V.R., Levish, D.R. (Eds.), *Ancient Floods, Modern Hazards: Principles and Applications of Paleoflood Hydrology*. Water Science and Application, vol. 5. American Geophysical Union, Washington, D.C., pp. 1–19.

**Illustrations** must relate clearly to the section in which appear and should be referred to in the text as **figure 1**, **figure 2**, etc. Illustrations should be supplied as **JPEG** or **TIFF** files, the filename must include the corresponding author, Surname and figure number. This journal is only greyscale so All figures (**Maps, graphs and pictures**) must be comprehensible in black and white, please use patterns to differentiate sections.

# **GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS**

## **Contents** (extended Abstracts)

VOLUME 1, NO 4, SUMMER 2012-2013	Pages
<b>Analysis of Spatial - Temporal Structure of the Urban Heat Island in Tehran Through Remote Sensing and Geographical Information System.</b> Alireza Sadeghinia, Alijani.B, Ziaeian.P	1
<b>Simulation of Tehran Air Pollution Dispersion Model in Windy Air Conditions.</b> Ali Akbar Shamsipur, Najib Zadeh.F, Hossein Poor.Z	3
<b>Assessment of the Effects of Post Disaster Resettlement Patterns on the Quality of Life in Rural Areas (Case Study: resettlement in flooded villages in Golestan province).</b> Amin Mohammadi Ostadkelayeh, Motiee Langerudi, S.H, Rezvani, M.R, Ghadiri Masoom, M.	5
<b>Reconstruction of Spring-Summer Maximum Temperatures Based on a Regional Chronology (1750-2010) in the Western Ridge of Central Zagros, Iran.</b> Ghasem Azizi, Arsalani.M, Arsalani.E, Safai rad.R	7
<b>Multiple Analysis of Risky Driving Behaviors in the Metropolis Mashhad.</b> Ali Yousofi, Ghasemi Adkan.F, Taghavi Gorgi. H	9
<b>The Comparison of the Frequency Ratio Model and Fuzzy Membership Functions in Landslide Hazard Zonation (Case Study:Marivan - Sanandaj Road).</b> Amir Saffari, Akhdar.A	11
<b>Desertification and Playa Expansions in Everglades of Iran (Case Study: Meghan Lake).</b> Manijeh Ghahroudi Tali, Mirzakhani.B, Askari.A	13
<b>Analyzing the Vulnerability Indices of Urban Dwellings to the Natural Disasters Danger (Case Study: Isfahan's dwelling).</b> Ali Zangi Abadi, Esmailian.Z	15