دانشگاه علوم پزشکی
وخدمات بهداشتی درمانی کرمان

دانشکده بهداشت

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته اکولوژی انسانی

عنوان

ارزیابی فرونشست دشت خاتون‌آباد با استفاده از تکنیک تداخل‌سنجی راداری

توسط

سید فرهاد جندقیان

استاد راهنما

آقای دکتر محسن مهدی پور

استاد مشاور

آقای دکتر محسن پورخسروانی

شماره پایان نامه:۱۰/۸/۱/۲۰ **سال تحصیلی: ۱۴۰۰**

أ

صورتجلسه دفاع

بسمه تعالی

تاریخ .....

شماره...۱۰۷۸۰۱۷۰۲۰

پیوست.....

صورتجلسه دفاع از پایان نامه

دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تحصیلات تکمیلی دانشگاه

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی خواهشمند است نظر خود را در مورد پایان نامه آقای سید فرهاد جندقیان دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اکولوژی انسانی تحت عنوان "ارزیابی فرونشست دشت خاتون آباد با استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری" به راهنمایی آقای دکتر محسن مهدی پور اعلام نمائید. در ساعت 12 روز دوشنبه مورخ 1400/12/02 با حضور اعضای محترم هیات داوران متشکل از:

سمت	نام و نام خانوادگی	امضا
الف:استاد(ان) راهنما	آقای دکتر محسن مهدی پور	۱۴۰۰/۱۲/۲
ب: استاد(ان) مشاور	آقای دکتر محسن پورخسروانی	
ج: عضو هیات داوران (داخلی)	آقای دکتر مجید هاشمی	
د :عضو هیات داوران (خارجی)	آقای دکتر علی مهرابی نژاد	
ه :نماینده تحصیلات تکمیلی	خانم دکتر مریم فرجی	

تشکیل گردید و ضمن ارزیابی به شرح پیوست با درجه ..... عالی ..... و نمره ..... ۱۹/۶ نوزده و شش ..... مورد تأیید قرار گرفت.

مهر و امضاء معاون آموزشی

دانشگاه علوم پزشکی کرمان
آموزش
دانشکده بهداشت

فهرست مندرجات

فهرست جداول ..... ذ

فهرست تصاویر یا نمودارها ..... ر

فهرست کوتاه نوشتهها (اختصارات) ..... **Error! Bookmark not defined.**

چکیده فارسی ..... ش

فصل اول مقدمه و اهداف..... Error! Bookmark not defined.

۱-۱مقدمه و بیان مسئله ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۲ اهداف طرح ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۲-۱ هدف اصلی پژوهش ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۲-۲ اهداف جزئی پژوهش ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۳ فرضیات یا سؤالات پژوهش ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-٤ نوآوری: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-٥ ضرورت اجرا ..... **Error! Bookmark not defined.**

تعریف واژگان ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-٦ فرونشست زمین (Land subsidence) ..... **Error! Bookmark not defined.**

تداخل سنجی راداری (Radar Interferometry)..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل دوم بررسی متون ..... Error! Bookmark not defined.

۲-۱ کلیات ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۱ چارلز داروین (Charles Darwin) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۲ جیمز هال (James Hall) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۳ جیمز وایت دانا (James Dwight Dana) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-٤ نظریه اشتیله (Stille,H) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-٥ نظریه کی (Kay,J) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-٦ نظریه ابوین (Aubouin,J) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۷ ادلمن و اسملی: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۸ جنینگز (Jennings,J.E) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۹ آلن (Allen,A) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۱۰ لافگرین (Lofgren) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۱۱ کابریچ: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۱۲ پولاند: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۱۳ کوک و دورمکامپ (Cook,T and Doornkamp,J,c) : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۲ تاریخچه بررسی فرونشست در جهان : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۳ نظریات مختلف در مورد عوامل ایجاد فرونشست ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-٤ فرونشست ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-٤-۱ بارهای سنگین(ایزوستازی) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-٤-۲ گسل‌ها ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵ فرونشست ناشی از عوامل ژئوتکنیکی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۱ فرونشست زمین در اثر گازی شدن زغال‌ها و آتش‌سوزی زیرزمینی **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۲ فرونشست زمین در اثر فعالیت‌های معدنی تحت‌الارضی..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۳ فرونشست زمین در اثر احداث سازه‌های عظیم..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-٤ ذوب شدن یخ زدگی خاک (ذوب پرمافراست) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۵ فرونشست زمین در زمین‌های واقع بر روی سنگ‌های انحلال‌پذیر **Error! Bookmark not defined.**

۲-٦-۵-۲ فرونشست در اثر برداشت سیالات..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۷ مکانیسم فرونشست در اثر برداشت آب زیرزمینی.... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۵-۸ فرونشست ناشی از اکسیداسیون خاک‌های آلی..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-٦ حرکات پوسته زمین ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۷ تکتونیک جنبا ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۸ مفهوم دوال و مصادیق آن ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۹ مفهوم کوپلینگ ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۰ آب زیرزمینی (Groundwater) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۱ سفره آب زیرزمینی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۲ تقسیم بندی سفره‌های آب زیرزمینی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۲-۱ سفره‌های آزاد ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۲-۲ سفره‌های تحت فشار ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۳ سطح ایستابی آب ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٤ پیزومتر ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۵ چاهک پیزومتر ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٦شق ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٦-۱ طول شق‌ها ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٦-۲ عرض شق‌ها ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٦-۳ عمق شق‌ها ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱٦-٤ شق‌ها و مشکلات بهره‌برداری از زمین ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۷ رادار (radar) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۸ اجزای سیستم تصویربرداری راداری ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹ انواع رادار ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-۱ رادارهای پالسی (Pulse Transmission) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-۲ رادار موج پیوسته (**CW**) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-۳ رادار روزنه مصنوعی Synthetic Aperture Radar ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-٤ رادار SLAR ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-۷ رادار TWS ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۹-۸ رادار HF-OTH ..... **Error! Bookmark not defined.**

۹-۱۹-۲ رادار پالس دوپلر ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۰-۱۹-۲ رادار دریایی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۱-۱۹-۲ رادار میلی‌متری ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲۰-۲ تصویربرداری راداری: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲۱-۲ انواع سیستم تصویربردار راداری : ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۲۱-۲ رادار با روزنه (آنتن) واقعی (RAR) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۲۱-۲ رادار با روزنه مصنوعی (SAR) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲۲-۲ شاخص انتخاب اولویت (Preference Selection Index)..... **Error! Bookmark not defined.**

۲۳-۲ مطالعات داخل کشور: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲٤-۲ مطالعات خارج از کشور : ..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل سوم مواد و روش‌های تحقیق..... Error! Bookmark not defined.

۱-۳ منطقه مورد مطالعه ..... **Error! Bookmark not defined.**

۱-۱-۳ خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱-۳ موقعیت ریاضی و نسبی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱-۳ موقعیت هیدرولوژیک ..... **Error! Bookmark not defined.**

٤-۱-۳ ویژگیهای اقلیمی منطقه ..... **Error! Bookmark not defined.**

٥-۱-۳ ویژگی‌های توپوگرافی ..... **Error! Bookmark not defined.**

٦-۱-۳ ویژگیهای زمین‌شناسی و تکتونیکی منطقه ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱-۷ ویژگی‌های خاکشناسی منطقه مطالعاتی..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۲ تداخل‌سنجی راداری (Radar Interferometry) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۳ تداخل‌سنجی تفاضلی راداری(D-InSAR) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-٤ تداخل‌سنجی تفاضلی پیشرفته راداری(A-D-InSAR) . **Error! Bookmark not defined.**

۳-۵ چگونگی تصویربرداری در سیستم‌های SAR ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-٦ سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) **Error! Bookmark not defined.**

۳-۷ نرم افزار Arc GIS ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۸ نرم افزار SNAP ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۹ ماهواره سنتینل ۱: ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۰ روش تداخل‌سنجی راداری ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۱ انتخاب زوج تصاویر تداخل‌سنجی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۲ هم مرجع سازی تصاویر(Corigestration)..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۳ تولید اینترفروگرام ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱٤ بازیابی فاز دگرشکلی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۵ عملگر Top Debuert ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱٦ حذف اثرتوپوگرافی و اعمال نقاط کنترل زمینی(Topophase removal) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۷ فرآیند فیلتر کردن ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۷-۱ فیلتر تطبیقی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۲-۱۷-۳ فیلتر گلدشتاین ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۷-۳ فیلتر باکسکار ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۸ ساخت فاز مطلق(Unwrapping) ..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۹ ساخت فاز جابه‌جایی(Phase to displacement)..... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۲۰ داپلر برد و اصلاح زمین (Range dopller and teraincorrection) ... **Error! Bookmark not defined.**

فصل چهارم نتایج..... Error! Bookmark not defined.

۴-۱ تهیه تداخل نگاشت منطقه موردمطالعه ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۲ آنالیز نرخ فرونشست در دشت خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۳ بررسی روند تغییرات آب زیرزمینی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۴ بررسی انطباق افت سطح آب‌های زیرزمینی با تغییرات سطح زمین . **Error! Bookmark not defined.**

۴-۵ انطباق تغییرات سطح پوسته زمین با مناطق مسکونی .... **Error! Bookmark not defined.**

فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری..... Error! Bookmark not defined.

۵-۱ بحث .... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۲ پیشنهادات .... **Error! Bookmark not defined.**

منابع ۱۵

فهرست جداول

جدول ۱-۳: وضعیت چاه‌های عمیق و نیمه عمیق دشت خاتون‌آباد (سازمان آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۸) **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۲-۳: وضعیت قنات و چشمه های دشت خاتون‌آباد(سازمان آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۸) **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۳: وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت خاتون‌آباد(سازمان آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۸) **Error! Bookmark not defined.**

جدول ٤-۳: مشخصات تصاویر سنتینل مورد استفاده در تحقیق ..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول ٥-۳: متغیرهای موردمطالعه ..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول ٦-۳: زمان بندی اجرای تحقیق ..... **Error! Bookmark not defined.**

فهرست تصاویر یا نمودارها

شکل۱-۱: فرونشست در دشت..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۱: فروچاله و آسیب به تاسیسات گازرسانی به دنبال فرونشست در شهر تهران سال ۱۳۹۵ **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۱ : آسیب های ناشی از فرونشست زمین به ساختمان ها، اصفهان ..... **Error! Bookmark not defined.**

نمودار ۱-۱: کاهش حجم مخازن آب زیرزمینی در گذر زمان ..... **Error! Bookmark not defined.**

نمودار ۲-۱: تعداد شهرهای با خطر فرونشست بالا در استان های کشور ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٤-۱ : وضعیت فرونشست دشت های ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۵-۱: تعدادی از عوامل ایجاد کننده فرونشست..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱-۲ : فرونشست زمین در اثر فعالیت‌های معدنی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۲ : فروچاله در مناطقدارای خوردگی و انحلال توده سنگ های کربناته ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲: فرونشست زمین به دنبال برداشت آب های زیرزمینی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٤-۲: جریان آب های زیرزمینی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۵-۲: سفره های آب زیرزمینی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٦-۲: سفره آب زیرزمینی آزاد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۷-۲: سفره‌های آبی تحت فشار..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۸-۲: شق‌های ایجاد شده در دشت یزد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۹-۲: شق‌های ایجاد شده در دشت یزد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۰ -۲: اندازه‌گیری طول شق بر روی google earth ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۱-۲: شق با عمق بیش از ۲متر در کنار جاده ابراهیم‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۲-۲: اسکوپ یک رادار دریایی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۳-۲: تصویربرداری راداری با تکنیک DinSAR ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱٤-۲: اصول تصویربرداری توسط سیستم SAR ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱-۳: موقعیت مکانی دشت خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۳: نقشه موقعیت هیدرولوژیک دشت خاتون‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۳: نقشه شبکه زهکش دشت خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٤-۳: نقشه طبقه‌بندی اقلیمی خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٥-۳: نقشه توپوگرافی دشت خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٦-۳: نقشه موقعیت ژئومورفیک خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۷-۳: نقشه شیب دشت خاتون‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۸-۳: جهت شیب دشت خاتون‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۹-۳: نقشه موقعیت زمین‌شناسی دشت خاتون‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۰-۳: نقشه زمین‌شناسی دشت خاتون‌آباد ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۱-۳: ساختار گسلی دشت خاتون‌آباد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۲-۳: نقشه خاک شناسی دشت خاتون‌آباد در استان کرمان ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۳-۳: تداخل‌سنجی راداری برای تولید مدل های ارتفاع دیجیتال ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱٤-۳: هندسه روش تداخل‌سنجی و روش تداخل‌سنجی تفاضلی برای اندازه‌گیری تغییرات سطح زمین..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱-٤: تداخل‌نگاشت به‌دست‌آمده از منطقه موردمطالعه (۲۰۱۸/۸/۲۸ تا ۲۰۲۰/٥/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-٤: تداخل نگاشت به‌دست‌آمده از منطقه موردمطالعه(۲۰۲۰/٥/۱۰ تا ۲۰۲۱/٦/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-٤: نقشه جابجایی رخ داده در منطقه موردمطالعه در بازه زمانی (۲۰۱۸/۸/۲۸ تا ۲۰۲۰/۵/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٤-٤: نقشه جابجایی رخ داده در منطقه موردمطالعه در بازه زمانی (۲۰۲۰/۵/۱۰ تا ۲۰۲۱/٦/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٥-٤: نقشه افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت خاتون‌آباد در بین سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۷ **Error! Bookmark not defined.**

شکل ٦-٤: نقشه افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت خاتون‌آباد در بین سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۳ **Error! Bookmark not defined.**

شکل۷-٤: نقشه میزان فرونشست و طبقات افت سطح آب‌های زیرزمینی در بازه زمانی(۲۰۱۸/۸/۲۸ تا ۲۰۲۰/۵/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۸-٤: نقشه میزان فرونشست و طبقات افت سطح آب‌های زیرزمینی در بازه زمانی(۲۰۲۰/۵/۱۰ تا ۲۰۲۱/٦/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۹-٤: نقشه میزان فرونشست و مناطق مسکونی در بازه زمانی (۲۰۱۸/۸/۲۸ تا ۲۰۲۰/۵/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۰-٤: نقشه میزان فرونشست و مناطق مسکونی در بازه زمانی (۲۰۲۰/۵/۱۰ تا ۲۰۲۱/٦/۱۰) **Error! Bookmark not defined.**

چکیده فارسی

مقدمه: فرونشـــست پدیده ای ژئومورفولوژیکي اســت که تحت تاثیر حرکت رو به پایین ســطح زمین با ســرعت بســیار کند و در طولانی مدت در مقیاس میلیمتر تا متر و در محدوده ای وســیع متاثر از عواملي چند مانند انحلال شیمیایي، برداشت منابع آب زیرزميني ، برداشت منابع معدني ، برداشت منابع نفت و گاز ، آتش ســوزی زیرزميني و نهایتا حرکات تکتونیکي حادث مي گردد. با توجه به تهدیدهای ناشـــی از این پدیده برای انسان و دستاوردهای انسانی، شناخت مکان های مستعد فرونشست، مدیریت عوامل انسانی ایجاد کننده این رخداد و همچنین شناخت راه های کاهش خسارات ناشی از آن حائز اهمیت می باشد.

روش کار: پژوهش حاضر با استفاده از داده های دورسنجی، منابع آب و با تکیه بر شواهد میدانی انجام گردید. بدین منظور داده های راداری مورد نیاز برای آنالیز نرخ فرونشـــست زمین در از ســازمان فضــایی اروپا (ESA) اخذ گردید. سپس این داده ها با استفاده از نرم افزار SNAP آنالیز شدند و نرخ فرونشست بدست آمده به واحد های متریک تبدیل گردید. در نهایت با اســتفاده از نرم افزار Arc GIS اطلاعات مکانی و متریک به مختصات جغرافیایی تبدیل و نقشه های توزیع فضایی میزان فرونشست در منطقه مورد مطالعه تهیه شد. در مرحله بعد با همپوشــانی این نقشــه ها با نقشــه های توزیع فضــایی ســکونتگاهها در نرم افزار Arc GIS نقشــه فرونشـــســـت در دشـــت خاتون آباد و مناطق مســـکونی تهیه گردید. و با اســـتفاده از تکنیک های زمین آمار و اطلاعات ســطح تراز پیزومتری منابع آب زیرزمینی، نقشــه پهنه بندی منابع آب زیرزمینی ، و ارتباط بین منابع آب زیر زمینی و فرونشست زمین تهیه گردید.

نتایج: نرخ فرونشست در دشت خاتون‌آباد در بازه زمانی مطالعه حدود ۸ سانتی متر در سال می باشد که بیشترین میزان آن در مناطق جنوبی منطقه می‌باشد. میزان فرونشست در مناطق مسکونی منطقه مورد مطالعه یعنی شمال و جنوب منطقه به سمت جنوب غربی و شرقی بیشترین حد خود را دارد و در شمالی‌ترین منطقه مورد مطالعه نیز شاهد بالاآمدگی سطح زمین در مناطق مسکونی می‌باشیم. نقشه‌های هیدروگراف منابع آب زیرزمینی در دشت خاتون‌آباد نشانگر افزایش مستمر افت سطح آب‌های زیرزمینی درطول تحقیق می‌باشد.

نتیجه‌گیری: آنالیز داده‌های راداری این دشت ، حاکی از این است که فرونشست دشت در یک سیستم تعادلی و هم‌زمان با پدیده بالاآمدگی در ارتفاعات مجاور به علت دوالیتی و ایزوستازی نرم پوسته زمین صورت می گیرد. همچنین از ارتباط میزان فرونشست زمین و تغییرات سطح آب های زیرزمینی در این منطقه می‌توان نتیجه گرفت که برداشت مازاد از منابع آب زیرزمینی از عوامل تشدید کننده پدیده فرونشست است و علت تامه این پدیده نمی باشد.

کلمات کلیدی: فرونشست، تداخل سنجی راداری، دشت خاتون آباد، دوالیتی

منابع

.۱ Ghanavati E, Sharifikia M, Hosseini S. Explanation of the Geomorphologic Process and Effect of Subsidence on Land Pattern Change in Geomorphologic Forms Case Study of Yazd-Ardakan Plain. Quantitative Geomorphological Research. ۲۰۲۰;۸(۳):.۱۶-۱

.۲ Qu F ,Lu Z, Zhang Q, Bawden GW, Kim J-W, Zhao C, et al. Mapping ground deformation over Houston–Galveston, Texas using multi-temporal InSAR. Remote Sensing of Environment. ۲۰۱۵;-۱۶۹:۲۹۰ .۳۰۶

.۳ Kohbanani H, Yazdani MR, Hosseini SK. Mapping Land Subsidence Hazard through InSAR (Case study: Kashmar and Khalil Abad plain). Desert Management. ۲۰۱۹;۷(۱۳):.۷۶-۶۵

.٤ Karemi M, Ghanbari A, Amiri S. Measurement of the level of risk of land subsidence in No. ۱۸ urban residence area of Tehran. Spatial Planning. ۲۰۱۳;۳(۱):.۵۶-۳۷

.۵ Chen X-x, Luo Z-j, Zhou S-l. Influences of soil hydraulic and mechanical parameters on land subsidence and ground fissures caused by groundwater exploitation. Journal of Hydrodynamics. ۲۰۱٤;۲٦(۱):.٦٤-۱۵۵

.٦ Babel MS, Gupta AD, Domingo NDS, Donna N. Land subsidence: A consequence of groundwater over-exploitation in Bangkok, Thailand. International Review for Environmental Strategies. ۲۰۰٦;٦(۲):.۲۷-۳۰۷

.۷ BABAEE SS, MOUSAVI Z, ROOSTAEI M. TIME SERIES ANALYSIS OF SAR IMAGES USING SMALL BASELINE SUBSET (SBAS) AND PERSISTENT SCATTERER (PS) APPROACHES TO DETERMINING SUBSIDENCE RATE OF QAZVIN PLAIN. JOURNAL OF GEOMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY. ۲۰۱٦;.-:(٤)۵

.۸ Mohammad Khorshiddoust A, Razmi R, Maiali Ahari N, Abbaszade K. Analyzing Influence of Grand Water Fluctuations on Land Subsidence: Ghaleh, Taut (East Azerbaijan). Geography and Planning. ۲۰۱۷;۲۱(٦۰):.۱۰۱-۸۱

.۹ Poorkhosravani M, Ramesht M, Almodaresi S. Duality in Geomorphology. Physical Geography Research Quarterly. ۲۰۱۲;٤٤(۳):.۷۲-٦۳

.۱۰ SALEHI R ,GHAFOORI M, LASHKARIPOUR GR, DEHGHANI M. EVALUATION OF LAND SUBSIDENCE IN SOUTHERN MAHYAR PLAIN USING RADAR INTERFEROMETRY. IRANIAN OF IRRIGATION & WATER ENGINEERING. ۲۰۱۳;.-:(۱۱)۳

.۱۱ Afsari A, Haji Naseri S, Fazeli M, Feirahi D. A sociological examination of water governance in Lake Urmia crisis: Grounded theory model. Strategic Studies of public policy. ۲۰۱۸;۷(۲۵):.۷۲-۵۳

.۱۲ Motagh M, Walter TR, Sharifi MA, Fielding E, Schenk A, Anderssohn J, et al. Land subsidence in Iran caused by widespread water reservoir overexploitation. Geophysical Research Letters. ۲۰۰۸;.(۱٦)۳۵

.۱۳ RAFIEEE RAA, MOHAMMADI A. EARLY MODERNIZATION SCHOOL AND HISTORICAL ORIGINS OF THE GROUNDWATER RESOURCES CRISIS IN IRAN: THE IMPACT AND PRACTICE OF TRUMAN'S POINT FOUR PROGRAM. .۲۰۱۷

.۱٤ beitollahi A. Specialized meeting on "Land subsidence in Isfahan; Challenges and solutions. Consortium of scientific-research centers of Isfahan province in the field of environment. .۱٤۰۰

.۱۵ Mohammahkhan S, Ganjaeian H, Garosi L, Zanganetabar Z. Assessing the impact of groundwater drop on the subsidence rate using the Sentinel- ۱Radar images-Case study: Qorveh Plain. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR). ۲۰۲۰;۲۸(۱۱۲):.۲۹-۲۱۹

.١٦ Bu P, Li C, Liao M, Yang W, Zhu C, Fang J. An approach for estimating underground-goaf boundaries based on combining DInSAR with a graphical method. Advances in Civil Engineering. ٢٠٢٠;.٢٠٢٠
.١٧ Ishwar S, Kumar D. Application of DInSAR in mine surface subsidence monitoring and prediction. Current Science. .٥١-٢٠١٧:٤٦
.١٨ Derakhshani R, Alipour M. Evaluation of Groundwater Sensitivity to Pollution in Khatunabad Plain Using Geographic Information System.
.١٩ Nakhai M, amiri M, Babaki RS. Evaluation of pollution potential and groundwater sensitivity analysis in Khatunabad aquifer using GIS-based drastic model. Advanced Applied Geology. ٢٠١٣;٣(٢):-١ .١٠
.٢٠ Qayyumi Mohammadi H, RAMESHT MH. Investigation of morphogenic processes affecting landslides in Isfahan province (with emphasis on drought and drought processes). Second National Conference on Drought Impacts and Management Strategies, Isfahan. .١٣٨٨
.٢١ Pourkhosravani M. Investigation and analysis of plain subsidence and its effects. First International Conference on Geographical Sciences, Abadeh. .١٣٩٤
.٢٢ Shamshki A, Soltani i. Overview of the cause of subsidence southwest of Tehran. Geological Survey of Iran. .١٣٨٣
.٢٣ LASHKARIPOUR GR, Ghafouri M, Rostami Barani HR. Investigation of the causes of cracks and land subsidence in the west of Kashmar plain. Sedimentary facies. ٢٠٠٩;١(١):.١١١-٩٥
.٢٤ Ranjbar M, Jafari N. Investigation of effective factors in land subsidence in Eshtehard plain. Geography (Scientific Research Journal of the Geographical Society of Iran), sixth year. ١٣٨٨;.١٩ و ١٨
.٢٥ Rahnama M, Moafi H. Investigation of land subsidence due to groundwater withdraw in Rafsanjan plain using GIS software. Arabian Journal of Geosciences. ٢٠٠٩;٢(٣):.٦-٢٤١
.٢٦ Mahmoudpour M, Khamehchiyan M, Nikudel MR, Ghassemi MR. Numerical simulation and prediction of regional land subsidence caused by groundwater exploitation in the southwest plain of Tehran, Iran. Engineering Geology. ٢٠١٦;.٢٨-٢٠١:٦
.٢٧ Erkens G, Bucx T, Dam R, De Lange G, Lambert J. Sinking coastal cities. Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences. ٢٠١٥;.٩٨-٣٧٢:١٨٩
.٢٨ Kampes BM. Radar interferometry: Springer; .٢٠٠٦
.٢٩ Rosen PA, Hensley S, Joughin IR, Li FK, Madsen SN, Rodriguez E, et al. Synthetic aperture radar interferometry. Proceedings of the IEEE. ٢٠٠٠;٨٨(.٨٢-٣٣٣:(٣
.٣٠ ghannadi ma, ENAYATI H, Khesali E. Generating Digital Elevation Model of the Earth Using Sentinel- ١Images and Interferometry. GEOGRAPHICAL DATA. ٢٠١٩;٢٧(١٠٨#M٠٠٥٧٥).-:
.٣١ SAADATFAR E, DEHGHANI M, ESMAEILY A, ZAMANI GHALE B. THE STUDY OF PRE-SEISMIC DEFORMATION OF AHAR-VARZEGAN FAULT USING TIME SERIES SAR INTERFEROMETRY. JOURNAL OF RADAR. ٢٠١٤;٢(٢(SERIAL NO. ٤)).-:
.٣٢ Kennedy BA. Hutton to Horton: views of sequence, progression and equilibrium in geomorphology. Geomorphology. ١٩٩٢;.٥٠-٢٣١:(٥-٣)٥
.٣٣ BARTINA H, SAYYAD G, MATINFAR HR, HOJATI S. ENHANCEMENT OF MIDDLE EAST DUST PLUMES BASED ON SPECTRAL DATA OF MODIS SENSOR. PHYSICAL GEOGRAPHY RESEARCH QUARTERLY. ٢٠١٤;.-:(٤)٤٥
.٣٤ Amini A, Moussavi-Harami R, Lahijani H, Mahboubi A. Sedimentological, geochemical and geomorphological factors in formation of coastal dunes and nebkha fields in Miankaleh coastal barrier system (Southeast of Caspian Sea, North Iran). Geosciences Journal. ٢٠١٢;١٦(٢):.٥٢-١٣٩

.۳۵ Arab Ameri A, Rafiee M, REZAEI K, SHIRANI K, mohammadi sabet n. Estimation of land subsidence rate using InSAR technique and analysis of the effective parameters in Mahyar Plain. WATERSHED ENGINEERING AND MANAGEMENT. ۲۰۱۹;۱۱(۳#I۰۰۹٦۵).-:
.۳٦ Farzinkia R, Zanganeh Asadi MA, AMIRAHMADI A, Zandi R. The Relationship between Tectonic Activity and Its Impact on Land Subsidence in the Jovein Basin. HYDROGEOMORPHOLOGY. ۲۰۱۹;۵(۲۰ #p۰۰۱۱۸٦).-:
.۳۷ Goorabi A, Karimi M, Yamani M, Perissin D. Land subsidence in Isfahan metropolitan and its relationship with geological and geomorphological settings revealed by Sentinel-۱A InSAR observations. Journal of Arid Environments. ۲۰۲۰;.۱۸۱:۱۰٤۲۳۸
.۳۸ Burton I. The environment as hazard: Guilford press; .۱۹۹۳
.۳۹ Unlu T, Akcin H, Yilmaz O. An integrated approach for the prediction of subsidence for coal mining basins. Engineering Geology. ۲۰۱۳;.۲۰۳-۱٦٦:۱۸٦
.٤۰ Loupasakis C, Angelitsa V, Rozos D, Spanou N. Mining geohazards—land subsidence caused by the dewatering of opencast coal mines: the case study of the Amyntaio coal mine, Florina, Greece. Natural hazards. ۲۰۱٤;۷۰(۱):.۹۱-٦۷۵
.٤۱ Maaß A-L, Schüttrumpf H. Long-term effects of mining-induced subsidence on the trapping efficiency of floodplains. Anthropocene. ۲۰۱۸;.۱۳-۲٤:۱
.٤۲ De PIPPO T. SUBMERGED FOREST.جنگلهای مغروق-
.٤۳ Fatholahi N, Akhoondzadeh Hanzaei M, Bahroudi A. Study of land subsidence due to the oil extraction using Radar Interferometry (InSAR). Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR). ۲۰۱۸;۲۷(۱۰۵):.۳٤-۲۳
.٤٤ Zhang Y, Wu J, Xue Y, Wang Z, Yao Y, Yan X, et al. Land subsidence and uplift due to long-term groundwater extraction and artificial recharge in Shanghai, China. Hydrogeology Journal. ۲۰۱۵;۲۳(۸):.٦٦-۱۸۵۱
.٤۵ Gharechelou S, Akbari Ghoochani H, GOLIAN S, GANJI K. Evaluation of land subsidence relationship with groundwater depletion using Sentinel- ۱and ALOS- ۱radar data (Case study: Mashhad plain). JOURNAL OF RS AND GIS FOR NATURAL RESOURCES (JOURNAL OF APPLIED RS AND GIS TECHNIQUES IN NATURAL RESOURCE SCIENCE). ۲۰۲۱;۱۲(۳(٤٤) #a.-:(۰۰۱٦۱۳
.٤٦ Belitz K, Phillips SP. Alternative to Agricultural Drains in California's San Joaquin Valley: Results of a Regional-Scale Hydrogeologic Approach. Water Resources Research. ۱۹۹۵;۳۱(۸):.٦۲-۱۸٤۵
.٤۷ Holzer TL, editor Ground failure in areas of subsidence due to ground-water decline in the United States. Proceedings of the Anaheim Symposium; .۱۹۷٦
.٤۸ Figueroa-Miranda S, Tuxpan-Vargas J, Ramos-Leal JA, Hernández-Madrigal VM, Villaseñor-Reyes CI. Land subsidence by groundwater over-exploitation from aquifers in tectonic valleys of Central Mexico: A review. Engineering Geology. ۲۰۱۸;.۱۰٦-۲٤٦:۹۱
.٤۹ Razmgir R. Landslide modeling and strategies to minimize it from the perspective of groundwater resources management (Case study of South Varamin plain): Ministry of Science, Research and Technology - Khajeh Nasir al-Din Tusi University of Technology - Faculty of Civil Engineering; .۱۳۹۰
.۵۰ Deverel SJ, Ingrum T, Leighton D. Present-day oxidative subsidence of organic soils and mitigation in the Sacramento-San Joaquin Delta, California, USA. Hydrogeology Journal. ۲۰۱٦;۲٤(۳):-۵٦۹ .۸٦
.۵۱ Shirani K, Pasandi M, Ebrahimi B. Assessment of Land Subsidence in the Najafabad Plain Using the Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry (DInSAR) Technique .Journal of Water and Soil Science. ۲۰۲۱;۲۵(۱):.۲۷-۱۰۵

.٥٢ Abdolmaleki A, Maleki A, Khazai A. Ground-displacement monitoring and geomorphological effects analysis using remote sensing data. Journal of RS and GIS for Natural Resources. ٢٠٢١;١٢(٤):-٩٥ .١١٨
.٥٣ POURKHOSRAVANI M, RAMESHT MH, ALMODARESI SA. DUALITY IN GEOMORPHOLOGY. PHYSICAL GEOGRAPHY RESEARCH QUARTERLY. ٢٠١٢;.-:((٨١) ٣)٤٤
.٥٤ RAMESHT MH, SEYF AA, SHAH ZEYDI SS, ENTEZARI M. THE INFLUENCE OF ACTIVE TECTONIC ON MORPHOLOGY OF DERAKHTANGAN ALLUVIAL FAN OF (SHAHDAD IN KERMAN). GEOGRAPHY AND DEVELOPMENT. ٢٠١٠;.-:(١٦)٧
.٥٥ KHOSRAVI G, RAMESHT MH, SERVATI MR, FORCE ER. ACTIVE TECTONICS, HUMANS, AND CIVILIZATION. PHYSICAL GEOGRAPHY RESEARCH QUARTERLY. ٢٠١٢;.-:((٨١) ٣)٤٤
.٥٦ SHAHBAZI A, POURKHOSRAVANI M .Tectonic or subsidence-induced movements. QUANTITATIVE GEOMORPHOLOGICAL RESEARCHES. ٢٠٢٠;٨(٤#I٠٠١٢٢٤).-:
.٥٧ Ramesht MH, BabaJamali F, Pourkhosravani M. Coupling, a Fundamental Theory in Civil Identity of Iran. Journal of Urban Social Geography. ٢٠١٥;.٢١-١:(١)١
.٥٨ Fitts CR. Groundwater science: Elsevier; .٢٠٠٢
.٥٩ IZADI A, DAVARI K, ALIZADEH A, GHAHREMAN B. APPLICATION OF PANEL DATA MODEL IN PREDICTING GROUNDWATER LEVEL. IRANIAN JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE. ٢٠٠٨;.-:(٢)٢
.٦٠ Yamani M, Alizadeh S .Potential finding of groundwater resources using hierarchical analysis method. Hydrogeomorphology. ٢٠١٥;١(١):.٤٤-١٣١
.٦١ Bear J. Hydraulics of groundwater: Courier Corporation; .٢٠١٢
.٦٢ Younger PL. Groundwater in the environment: an introduction: John Wiley & Sons; .٢٠٠٩
.٦٣ Winter TC. Ground water and surface water: a single resource: Diane Publishing; .١٩٩٩
.٦٤ Hosseinalizadeh m, Yaghubi a. Spatiotemporal Variability of Ground Water Using Geostatistic. Iranian Jornal of Watershed Management Science&Engineering. ٢٠١٠;٤(١٠):.٧-٦٣
.٦٥ TARI F, SEYYED NOURANI SMR, RAFIEE P. ESTIMATION OF REAL VALUE FOR UNDERGROUNDS WATERS IN IRAN'S DIFFERENT REGIONS (CASE STUDY: TEHRAN, SISTAN & BALOUCHESTAN & KERMAN PROVINCES). ECONOMIC RESEARCH REVIEW. ٢٠٠٦;.-:((٢١) ٢)٦
.٦٦ KARIMIRAD I, EBRAHIMI K, ARAGHINEJAD S. Assessing the Impact of Land-use Changes on Recharging of a Multilayer Aquifer. IRANIAN JOURNAL OF WATERSHED MANAGEMENT SCIENCE AND ENGINEERING. ٢٠١٩;١٢(٤٣#g٠٠٥٣٠).-:
.٦٧ ASGHARI MOGHADAM A, NOURANI V, KORD M .ESTIMATION OF HYDRAULIC PARAMETERS OF CONFINED AQUIFERS USING GENETIC ALGORITHM OPTIMIZATION TECHNIQUE. IRAN-WATER RESOURCES RESEARCH. ٢٠٠٨;.-:((٩) ٣)٣
.٦٨ ABADEH M, OUNAGH M, MOSAEDI A, ZAINOLDINI A. THE STUDY OF EFFECTS OF WATER TABLE DRAWDOWN ON THE SALINITY OF GROUNDWATER IN ZEYDABAD AREA, SIRJAN. JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES. ٢٠٠٦;.-:(٢)١٣
.٦٩ ROSTAMZADEH H, ASADI E, JAFARZADEH J. EVALUATION OF THE GROUNDWATER TABLE USING MULTI-CRITERIA DECISION MAKING AND SPATIAL ANALYSIS ,CASE STUDY: ARDEBIL PLAIN. JOURNAL OF SPATIAL ANALYSIS ENVIRONMENTAL HAZARTS. ٢٠١٥;٢(١#G٠٠٢٠٤).-:
.٧٠ Luthin J, Kirkham D. A piezometer method for measuring permeability of soil in situ below a water table. Soil Science. ١٩٤٩;٦٨(٥):.٥٨-٣٤٩
.٧١ SHAHSAVARI AA, KHODAEI K, DELKHAHI B, HATEFI R, ASADIAN F, NAJIBI SMA. DESIGN AND CONSTRUCTION OF MINIPIEZOMETERS TO DETERMINE SURFACE WATER-GROUNDWATER INTERACTIONS. IRANIAN JOURNAL OF GEOLOGY. ٢٠١٥;.-:(٣٥)٩

.۷۲ Amin P, ekhtesasi Mr. Investigating the trend of changes in horizontal and vertical shrinkage and mechanical properties of land subsidence and crack prone soils (Case study: Clay plain lands of East Yazd). JOURNAL OF RANGE AND WATERSHED MANAGEMENT (IRANIAN JOURNAL OF NATURAL RESOURCES). ۲۰۱۷;۷۰(۳#f۰۰۵٦۲).-:
.۷۳ ZARE CHAHOUKI A, EKHTESASI MR, TALEBI A, HOSSEINI SMM. STUDY OF HYDROGEOMORPHOLOGICAL CAUSES OF DEVELOPMENT OF POLYGONAL VEGETATION PATTERNS IN EARTH FISSURES OF THE YAZD-ARDAKAN PLAIN. ARID BIOM SCIENTIFIC AND RESEARCH JOURNAL. ۲۰۱۵;۵(۱#B۰۰۲۲۱).-:
.۷٤ Adewale A. Embedded system based radio detection and ranging (RADAR) system using Arduino and ultra-sonic sensor. American Journal of Embedded Systems and Applications. ۲۰۱۷;۵(۱):.۱۲-۷
.۷۵ Brooker GM. Mutual interference of millimeter-wave radar systems. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. ۲۰۰۷;٤۹(۱):.۸۱-۱۷۰
.۷٦ Skolnik MI. Introduction to radar. Radar handbook. ۱۹٦۲;.۲:۲۱
.۷۷ Fooladi Talari S, MOHAMEDPOUR K. Investigating the Influence of Various Measurements and Sensor Arrangements on Target Location Estimation by Processing the Surveillance Signals in Multi-Transmitter Multi-Receiver Passive Radar. JOURNAL OF RADAR. ۲۰۲۰;۷(۲(SERIAL No. ۲۲) #HD۰۰۱۰۰).-:
.۷۸ Farnett EC, Stevens GH, Skolnik M. Pulse compression radar. Radar handbook.۱-۲:۱۰;۱۹۹۰ .
.۷۹ Zikriapanah Gashti M, Shabani Kismi M. Principles of signal processing in SAR hybrid aperture radar systems. Third National Conference on Electrical and Computer Engineering Technology. .۱۳۹٦
.۸۰ Salman Mahiny A. The role of remote sensing and its data in the disaster and crisis management cycle. Disaster Prevention and Management Knowledge. ۲۰۱۸;۸(۳):.٤۰-۲۲۵
.۸۱ BEHZAD FALLAHPOUR M, DEHGHANI H, JABBAR RASHIDI A, SHEIKHI A. MODELLING AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF SAR IMAGING SYSTEM PERFORMANCE IN SPOTLIGHT MODE. SIGNAL AND DATA PROCESSING. ۲۰۱۷;۱۳(٤(SERIAL ۳۰) #G۰۰٤٤۹).-:
.۸۲ SAMAREH HASHEMI SR, SEYEDIN SAR. MODEL-BASED IMAGE FORMATION IN GROUND-BASED CIRCULAR STRIP-MAP SYNTHETIC APERTURE RADAR. JOURNAL OF RADAR. ۲۰۱۵;۳(۲(SERIAL NO.-:((۸۰
.۸۳ Wang Y, Liu Q, Fathy AE. CW and pulse–Doppler radar processing based on FPGA for human sensing applications. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. ۲۰۱۲;۵۱(۵):.۱۰۷-۳۰۹۷
.۸٤ Briggs JN. Target detection by marine radar: Iet; .۲۰۰٤
.۸۵ Hooper AJ. Persistent scatter radar interferometry for crustal deformation studies and modeling of volcanic deformation: Stanford University; .۲۰۰٦
.۸٦ Hooper A. A multi-temporal InSAR method incorporating both persistent scatterer and small baseline approaches. Geophysical Research Letters. ۲۰۰۸;.(۱٦)۳۵
.۸۷ Moradi Ar, Ghanadi MA. Provide a method to improve the digital elevation model obtained from Sentinel- ۱images using the digital SRTM model and two-dimensional conversion. Sepehr Geographical Information Quarterly. ۲۰۲۰;۲۹(۱۱۵):.٤۸-۳۵
.۸۸ Sousa J, Bastos L. Multi-temporal SAR interferometry reveals acceleration of bridge sinking before collapse. Natural Hazards and Earth System Sciences. ۲۰۱۳;۱۳(۳):.٦۷-٦۵۹
.۸۹ Werner C, Strozzi T, Wiesmann A, Wegmuller U, editors. A real-aperture radar for ground-based differential interferometry. IGARSS ۲۰۰۸-۲۰۰۸IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium; ۲۰۰۸: IEEE.
.۹۰ Maniya K, Bhatt MG. A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. Materials & Design. ۲۰۱۰;۳۱(٤):.۹-۱۷۸۵
.۹۱ Villanueva B, Kennedy B. Index versus tandem selection after repeated generations of selection. Theoretical and Applied genetics. ۱۹۹۳;۸۵(٦):.۱۲-۷۰٦

.۹۲ Salehi R, Ghafouri M, Lashgipur Gh PM. Investigation of subsidence of South Mahyar Plain Using Radar interferometry method. Journal of Irrigation and Water Engineering. .۵۷-۲۰۱۳:٤۷
.۹۳ SHARIFIKIA M. LAND SUBSIDENCE RATE AND AREA ASSESSMENT IN NOGH-BAHRAMANPLAIN BASED ON D-INSAR TECHNIQUE. SPATIAL PLANNING (MODARES HUMAN SCIENCES). ۲۰۱۲;.-:((۷۵) ۳)۱٦
.۹٤ Lashkaripour G-R, Ghafoori M, Rostami Barani HR. An investigation on the mechanism of earth-fissures and land subsidence in the western part of Kashmar Plain. Scientific Semiannual Journal Sedimentary Facies. ۲۰۰۹;۱(۱):.۱۱۱-۹۵
.۹۵ Saeidi H, Lashkaripour GR, Ghafoori M. Evaluation of Earth Fissures Caused by Land Subsidence in Kashmar-Bardaskan Plain, Northeast Iran. Arid Regions Geographic Studies. ۲۰۱۹;۹(۳۵):.۸۸-۷٤
.۹٦ Lashkaripour GR, Ghafouri M, Kazemi R, Damshenas M. Land subsidence due to groundwater decline in Neyshabur plain. Fifth Conference of Engineering Geology and the Environment, Natural Disaster Research Institute, Tehran, Iran. .۹۱-۲۰۰۷:۱۰۸۲
.۹۷ BEHNEYAFAR A, GHANBARZADI H, ESHRAFI A. A STUDY ON EFFECTIVE PARAMETERS IN SUBSIDENCE OF MASHHAD WEALD AND ITS GEOMORPHIC ISSUES. GEOGRAPHICAL JOURNAL OF CHASHMANDAZ-E-ZAGROS. ۲۰۱۰;.-:(۵)۲
.۹۸ ZARE MEHRJERDI AA. INVESTIGATION OF GROUND SUBSIDENC REASONS AND FRACTURES IN ROSTAGH AREA, SOUTH OF MEYBOD. GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL PLANNING (UNIVERSITY OF ISFAHAN). ۲۰۱۱;.-:((٤۳) ۳)۲۲
.۹۹ Declercq P-Y, Gerard P, Pirard E, Perissin D, Walstra J, Devleeschouwer X. Subsidence related to groundwater pumping for breweries in Merchtem area (Belgium), highlighted by Persistent Scaterrer Interferometry. International journal of applied earth observation and geoinformation. ۲۰۱۷;-٦۳:۱۷۸ .۸۵
.۱۰۰ Phien-wej N, Giao PH, Nutalaya P. Land subsidence in bangkok, Thailand. Engineering geology. ۲۰۰٦;۸۲(٤):.۲۰۱-۱۸۷
.۱۰۱ Xue Y-Q, Zhang Y, Ye S-J, Wu J-C, Li Q-F. Land subsidence in China. Environmental geology. ۲۰۰۵;٤۸(٦):.۲۰-۷۱۳
.۱۰۲ Kasmarek MC, Gabrysch RK, Johnson MR. Estimated land-surface subsidence in Harris County, Texas, ۱۷-۱۹۱۵to :۲۰۰۱ US Department of the Interior, US Geological Survey; .۲۰۰۹
.۱۰۳ Shen S-L, Zhu H, Zhang XL. Land subsidence due to groundwater drawdown in Shanghai. Geotechnique. ۲۰۰٤;.۷-۵٤:۱٤۳
.۱۰٤ Teatini P, Ferronato M, Gambolati G, Bertoni W, Gonella M. A century of land subsidence in Ravenna, Italy. Environmental Geology. ۲۰۰۵;٤۷(٦):.٤٦-۸۳۱
.۱۰۵ Tien Bui D, Shahabi H, Shirzadi A, Chapi K, Pradhan B, Chen W, et al. Land subsidence susceptibility mapping in south korea using machine learning algorithms. Sensors.۲٤٦٤:(۸)۱۸;۲۰۱۸ .
.۱۰٦ Shirzaei M, Freymueller J, Törnqvist TE, Galloway DL, Dura T, Minderhoud PS. Measuring, modelling and projecting coastal land subsidence. Nature Reviews Earth & Environment. ۲۰۲۱;۲(۱):-٤۰ .۵۸
.۱۰۷ Cigna F, Tapete D. Present-day land subsidence rates, surface faulting hazard and risk in Mexico City with ۲۰۱٤– ۲۰۲۰Sentinel- ۱IW InSAR. Remote Sensing of Environment. ۲۰۲۱;.۲۵۳:۱۱۲۱٦۱
.۱۰۸ Li M-G, Chen J-J, Xu Y-S, Tong D-G, Cao W-W, Shi Y-J. Effects of groundwater exploitation and recharge on land subsidence and infrastructure settlement patterns in shanghai. Engineering Geology. ۲۰۲۱;.۲۸۲:۱۰۵۹۹۵
.۱۰۹ Fan H, Deng K, Ju C, Zhu C, Xue J. Land subsidence monitoring by D-InSAR technique. Mining Science and Technology (China). ۲۰۱۱;۲۱(٦):.۷۲-۸٦۹

.۱۱۰ Guoqing Y, Jingqin M. D-InSAR technique for land subsidence monitoring. Earth Science Frontiers. ۲۰۰۸;۱۵(٤):.٤۳-۲۳۹
.۱۱۱ Mohammed OI, Saeidi V, Pradhan B, Yusuf YA. Advanced differential interferometry synthetic aperture radar techniques for deformation monitoring: A review on sensors and recent research development. Geocarto International. ۲۰۱٤;۲۹(٥):.٥۳-٥۳٦
.۱۱۲ Herrera G, Tomás R, Lopez-Sanchez J, Delgado J, Vicente F, Mulas J, et al. Validation and comparison of advanced differential interferometry techniques: Murcia metropolitan area case study. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. ۲۰۰۹;٦٤(٥):.۱۲-٥۰۱
.۱۱۳ DEHGHANI H, MOUSAZADEH K. SAR Imagery Systems Corrupt Based on Reflectors. (JOURNAL OF ADVANCED DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY) JOURNAL OF PASSIVE DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY. ۲۰۱٤;٤(٤#p.-:(۰۰٤۲٦
.۱۱٤ Chang KT. Geographic information system. International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology. .۹-۲۰۱٦:۱
.۱۱٥ Mohammadi. geographical information system. Sepehr Geographical Information Quarterly. ۱۹۹۳;۲(٦):.٤۰-۳٦
.۱۱٦ ZAMANI G, SHARIFI I, HOLAKOVEI K, NADIM A. DESIGNING GIS FOR CONTROL AND MANAGEMENT OF MALARIA IN KAHNUJ. HAKIM RESEARCH JOURNAL.-:(۱)۳;۲۰۰۰ .
.۱۱۷ Brown C, Harder C. The ArcGIS book: ۱۰big ideas about applying geography to your world. .۲۰۱٥
.۱۱۸ Booth B, Mitchell A. Getting started with ArcGIS. ESRI; .۲۰۰۱
.۱۱۹ Torres R, Snoeij P, Geudtner D, Bibby D, Davidson M, Attema E, et al .GMES Sentinel-۱mission. Remote Sensing of Environment. ۲۰۱۲;.۲٤-۱۲۰:۹
.۱۲۰ Geudtner D, Torres R, Snoeij P, Davidson M, Rommen B, editors. Sentinel-۱system capabilities and applications. ۲۰۱٤IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium; ۲۰۱٤: IEEE.
.۱۲۱ Snoeij P, Attema E, Davidson M, Duesmann B, Floury N, Levrini G, et al., editors. The Sentinel-۱ radar mission: Status and performance. ۲۰۰۹International Radar Conference" Surveillance for a Safer World"(RADAR ۲۰۰۹); ۲۰۰۹: IEEE.
.۱۲۲ Aedakani A, Fathi .Identification of Patriot MIM-۱۰٤missile defense systems around Iran by Sentinel-۱radar images. Application of remote sensing and GIS in planning. ۲۰۲۱;۱۲(۲):.٤۰-۲۷
.۱۲۳ Ferretti A, Prati C, Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry. IEEE Transactions on geoscience and remote sensing. ۲۰۰۱;۳۹(۱):.۲۰-۸
.۱۲٤ M. Mousavi, J. Amini, Y. Maghsudi. Proposal speckle reduction algorithm for SAR images. Journal of Geomatics Science and Technology. ۲۰۱٥;٥(۱):.۲۰۲-۱۸۹
.۱۲٥ Baran I, Stewart MP, Kampes BM ,Perski Z, Lilly P. A modification to the Goldstein radar interferogram filter. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. ۲۰۰۳;٤۱(۹):.۸-۲۱۱٤
.۱۲٦ Song R, Guo H, Liu G, Perski Z, Fan J. Improved Goldstein SAR interferogram filter based on empirical mode decomposition. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. ۲۰۱۳;۱۱(۲):.٤۰۳-۳۹۹
.۱۲۷ Yahia M, Hamrouni T-A, Abdelfattah R, editors. SAR speckle denoising using iterative filter. ۲۰۱۷ IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS); ۲۰۱۷: IEEE.
.۱۲۸ Lee J-S, Ainsworth TL, Wang Y, Chen K-S. Polarimetric SAR speckle filtering and the extended sigma filter. IEEE Transactions on geoscience and remote sensing. ۲۰۱٤;٥۳(۳):.٦۰-۱۱٥۰
.۱۲۹ KORD M, Yuosefi N, Abbas Novinpour E. Comparison of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), Inverse Distance Weighting and Geostatistics Methods for Estimating the Water Table (Case Study: Dehgolan Plain, Kurdistan Province). IRANIAN JOURNAL OF ECOHYDROLOGY. ۲۰۱۹;٦(۱ #f۰۸۷٥).-:

.۱۳۰ shemshaki A ,Soltani i. Overview of the cause of subsidence southwest of Tehran. ۱۳۸۳;Geological Survey of Iran.
.۱۳۱ Amiqpi M. Application of radar interferometry technique in studies of subsidence areas. Geomatics Conference ۸۸, Surveying Organization of the whole country. .۱۳۸۸
.۱۳۲ MOUSAVI M, GHAFOORI M, LASHKARIPOUR GR, AFSHAR S. AN INVESTIGATION ON LAND SUBSIDENCE AND ITS EFFECT ON RUPTURE OF WATER WELL CASINGS IN MASHHAD CITY AREA. IRANIAN OF IRRIGATION & WATER ENGINEERING. ۲۰۱۳;.-:(۱۳)٤
.۱۳۳ Tofighi, Shafiee .Cause of land subsidence in Rafsanjan plain. .۲۰۰۸
.۱۳٤ Ghazifard.A, Kamyab E. Investigation of the reasons for the gap in the northern Mahyar plain and its impact on the Isfahan-Shiraz road.
.۱۳٥ Kamyab. Investigation of the reasons for subsidence and rift in the northern Mahyar plain. Master Thesis in Geology Engineering, University of Isfahan, Faculty of Geology. .۱۳۸٤
.۱۳٦ Saeidi H, LASHKARIPOUR GR. Evaluation of joints and cracks resulting from land subsidence in Kashmar-Bardaskan plain in northeastern Iran. Geographical studies of arid regions. ۱۳۹۸;۹(۳٥ #a۰۰۱۲۸٤).-:

Abstract

Introduction: Subsidence is a geomorphological phenomenon that is very slow under the influence of downward movement of the earth's surface and in the long run on a scale of millimeters to meters and in a wide range affected by several factors such as chemical dissolution, groundwater abstraction, mineral resources Oil and gas extraction, underground fires, and eventually tectonic movements occur. Given the threats posed by this phenomenon to humans and human achievements, it is important to identify places prone to subsidence, manage the human factors that cause this event and also identify ways to reduce the damage caused by it.

Methods: The present study was conducted using telemetry data, water resources and relying on field evidence. For this purpose, radar data required for land subsidence rate analysis were obtained from the European Space Agency (ESA). Then, these data were analyzed using SAR Scape and SNAP software and the obtained subsidence rate was converted into metric units. Finally, using Arc GIS software, spatial and metric information was converted into geographical coordinates and spatial distribution maps of subsidence in the study area were prepared. In the next step, by overlapping these maps with the spatial distribution maps of settlements in Arc GIS software, the subsidence rate in Khatunabad plain and residential areas was estimated. Using geostatistical techniques and information on the piezometric level of groundwater resources, a map of groundwater resources, and the relationship between groundwater resources and land subsidence were prepared.

Results: The subsidence rate in Khatunabad plain during the study period is about ۸ cm per year, the highest rate is in the south of the region. The rate of subsidence in the residential areas of the

study area, ie north and south of the area to the southwest and east has its highest limit, and in the northernmost area of the study area we see rising ground level in residential areas. Hydrographic maps of groundwater resources in Khatunabad plain show a continuous increase in groundwater levels during the study.

Conclusion: Analysis of radar data of this plain indicates that the plain subsides in an equilibrium system and simultaneously with the phenomenon of elevation at adjacent heights due to duality and soft isostasis of the earth's crust. Also, from the relationship between land subsidence and changes in groundwater levels in this area, it can be concluded that excess abstraction of groundwater resources is one of the factors exacerbating the phenomenon of subsidence and is not the complete cause of this phenomenon.

Keywords: subsidence, radar interferometry, Khatunabad plain, duality

KERMAN UNIVERSITY

OF MEDICAL SCIENCES

Faculty of Health

Master Thesis in Human Ecology

Title

Evaluation of Khatunabad plain subsidence using radar interferometry technique

By

Seyed Farhad Jandaghiyan Ms.c

Supervisor

Mohsen Mehdipour ph.D

Advisor

Mohsen Pourkhosravani ph.D

Thesis No: ۱۰/۸/۱/۲۰ **Date ۲۰۲۱**