



# تولید نقشه ژئومورفولوژی به کمک تصاویر ماهواره‌ای برای برنامه‌ریزی و توسعه شهری

## مطالعه موردی: شهر کوربا، ایالت چاتیسگر هند

نویسنده: آرندام گوها، کی، ونیود کومار و ای. لسلی

بخش علوم زمین، مرکز ملی سنجش از دور وابسته به سازمان تحقیق فضایی هند، حیدرآباد

مترجم: حسین عزیزی

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

مشکلات در حال افزایش از نزع بین محیط طبیعی و توسعه شهری همراه شود، سروکار داشته باشد. مطالعات ژئومورفولوژی که برای توسعه شهری انجام می‌گیرد عمدتاً برای کمک به شناسایی مکانیابی منابع یا طبقه‌بندی مکان‌های مناسب برای فعالیت‌های ویژه استفاده می‌شود تا به انتخاب مکان مناسب برای فعالیت‌های ویژه کمک کند؛ به این امید که در مکان‌های منتخب از منابع پربازده استفاده شود و از مخاطرات طبیعی اجتناب شود.



نگاره ۱: مکان مورد مطالعه

مطالعات ژئومورفولوژی انجام گرفته در طول توسعه شهری و بعد از آن اغلب برای به حداقل رساندن تأثیرات محیطی و برای فراهم کردن یک پایگاه داده فضایی و موقتی محلی که پیش‌بینی تغییرات آینده و تغییرات مداومشان را آسان می‌سازد، استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر، مطالعات ژئومورفولوژیکی در ارتباط با دیگر اطلاعات زمین‌شناسی برای برنامه‌ریزی و توسعه شهری انجام می‌شود. منطقه مورد مطالعه برای تولید نقشه ژئومورفولوژی تقریباً ۴۰۰ کیلومتر مربع را در برمی‌گیرد که کل منطقه شهر کوربا را پوشش می‌دهد. شهر کوربا در یک منطقه خیلی وسیعی، شامل معادن سنگ بزرگ و بسیاری از خانه‌های حرارت نیرو با یک صنعت سنگین آلومینیوم گسترده شده است. منبع اصلی آب در منطقه، رودخانه هاسدئو است. کوربا قسمتی از بخش مرکزی و یکی از ثروتمندترین شهرهای ایالت چاتیسگر می‌باشد.

علاوه بر این، درآمدسرانه این شهر کوچک در ایالت، بالاترین درآمد است. منطقه مورد مطالعه خیلی خوب بوسیله راه و ریل به بیلاسپور و به ایالت رایپور مرکزی متصل می‌شود و تقریباً در ۲۰۰ کیلومتری شمال شرقی رایپور واقع شده است.

منطقه مورد مطالعه بوسیله صخره‌هایی با دوره‌های متفاوت از آرچاین

ژئومورفولوژی علمی است که راهنمای خیلی خوبی برای برنامه‌ریزی شهری می‌باشد. نقشه‌های ژئومورفولوژی نه تنها درباره متغیرهای چشم‌انداز ایده می‌دهد بلکه همچنین بطور غیر مستقیمی ارزیابی منابع در یک محیط را آسان می‌سازد. مقاله حاضر توانایی داده‌های ماهواره‌ای در مشخص کردن واحدهای ژئومورفولوژی اصلی در یک منطقه صنعتی شبیه شهر کوربا را نشان می‌دهد. همچنین قابل مشاهده است که با استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی همراه با دیگر اطلاعات مربوط به زمین از قبیل لیتولوژی و ساختارهای ژئولوژی می‌توان اهمیت مناطق را مشخص کرد؛ هر یک از مناطق برای نوع ویژه‌ای از توسعه و برنامه‌ریزی شهری مناسب است. این مقاله تأکید می‌کند که چگونه یک دیدگاه ساده شبیه تجمیع منطقی اطلاعات ژئومورفولوژی و ژئولوژیکی می‌تواند ورودی‌های با ارزشی برای برنامه‌ریزی و توسعه شهری فراهم کند.

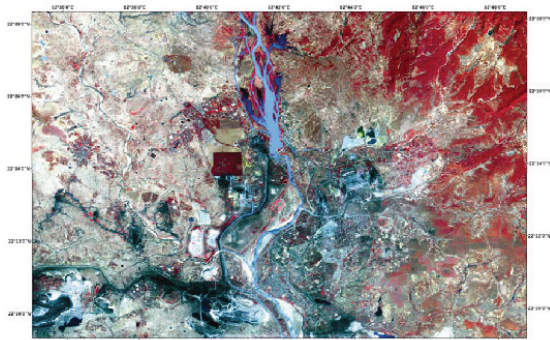
واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، لیتولوژی، برنامه‌ریزی شهری.

ژئومورفولوژی، مطالعه علمی چشم‌اندازها و فرایندهایی است که آنها را شکل می‌دهد. علم ژئومورفولوژی دو هدف دارد؛ یکی سازماندهی و نظام‌مند کردن توصیف چشم‌اندازها بوسیله طرح‌های طبقه‌بندی شده که از نظر عقلانی پذیرفته شده‌اند و دیگری، شناسایی چشم‌اندازها که مدارکی برای تغییرات در فرایندهایی که به آنها شکل می‌دهند و از آنها شکل می‌پذیرند، فراهم می‌سازد. لندفرم‌ها و واحدهای ژئومورفولوژی معمولاً برای مشاهده-گران فیلد یا روی تصاویر سنجش از دوری بروشنی نمایش داده می‌شوند. مطالعات ژئومورفولوژی می‌تواند پایه‌ای را برای طبقه‌بندی منطقه‌ای زمین فراهم سازد. علاوه بر این، دیگر متغیرهای محیطی اغلب بوسیله واحدهای ژئومورفولوژی کنترل می‌شوند. بنابراین، ژئومورفولوژی یک نقش بی‌نظیر در مدیریت و برنامه‌ریزی برای توسعه منطقه شهری دارد. تکنیک‌های تولید نقشه ژئومورفولوژی یک ابزار اساسی برای ارزیابی منابع می‌باشند. نه تنها به این دلیل که آنها وسیله مؤثری برای تولید داده‌های محیطی با ارزش هستند، بلکه به این دلیل که می‌توانند در برآوردها در تحقیق‌های با مقیاس متفاوت منطبق شوند. نتیجه اینکه نقشه‌ها می‌توانند بعنوان پایه‌ای برای دیگر تحقیقات محیطی و مسائل ویژه‌ای از قبیل مخاطرات سطحی و غیره استفاده شوند. دوماً، مطالعات ژئومورفولوژیکی با شناسایی و تحلیل فرایندهای ژئومورفولوژی معاصر که ممکن است اساساً با مدیریت به روز مناطق شهری و با شناسایی



رودخانه دور می‌شویم انقطاع کمتر است. زهکش‌های با نظم کمتر دشت (هم دائمی و هم غیر دائمی) سیستم رودخانه را قطع کرده‌اند. میانگین ارتفاع منطقه حدوداً ۹۲۵ - ۹۰۰ متر است و شیب منطقه ای ۱:۱۰۰۰۰ است.

داده تصویری LISS-IV IR P6 در ژوئن ۲۰۰۸ برای منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. داده ماهواره‌ای LISS-IV در محدوده طیفی به سه باندهای سبز (۰/۵۹-۰/۵۲ μm)، قرمز (۰/۶۹-۰/۶۲ μm) و NIR (مادون قرمز) (۰/۸۶-۰/۷۷ μm) نیاز دارد. داده قدرت تفکیکی رادیومتری خوبی (۷) دارد. نقشه ژئومورفولوژی منطقه از FFC (نگاره ۲) تصویر LISS-IV آماده شده است. همچنان که در تصویر مشاهده می‌گردد در نقشه‌های ژئومورفولوژی که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای LISS-IV تهیه می‌گردد لندفرم‌ها بهتر مورد مطالعه قرار می‌گیرند. استفاده از تکنیک‌های پردازش رقومی تصاویر مانند افزایش کنتراست و تغییر مقیاس هیستوگرام روی هر یک از باندهای داده LISS-IV، باعث شد تا شکل هر یک از واحدهای ژئومورفولوژی بسیار واضح و مشخص (قابل تفکیک) گردد.



نگاره ۲: LISS-IV IRS P6 تصویر کوربا

افزایش کنتراست تصویر FCC به منظور گسترش و توسعه محدوده‌ی باریکی از ارزش‌های روشنایی سطوح خاکستری نسبت به کل محدوده، جهت وضوح بیشتر صورت می‌گیرد. گسترش کنتراست در تصویر مورد نظر سبب شناسایی بهتر واحدهای ژئومورفولوژی و مرزهای آنها می‌گردد که این امر در فرایند آماده‌سازی نقشه‌های ژئومورفولوژی (نگاره ۳) بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تصویر FCC تقویت شده برای تفسیر واحدهای ژئومورفیک استفاده می‌شود و مرزها با فرایند رقومی‌سازی برای آماده‌سازی نقشه ژئومورفولوژیکی محدوده (نگاره ۳)، مشخص می‌شوند. نقشه ژئومورفولوژی بعد از ارزیابی واحدهای ژئومورفولوژی تفسیر شده در فیلد (میدان) پایان می‌یابد. منبع نقشه زمین‌شناسی (۱:۲۵۰۰۰۰) که بوسیله سازمان زمین‌شناسی هند (GSI) منتشر شده، بعنوان منبعی برای شناسایی لیتولوژی و ساختارهای زمین‌شناسی استفاده می‌شود. در ابتدا، نقشه زمین‌شناسی با تصویر LISS-IV IR P6 زمین مرجع می‌شوند. سپس، یک نقشه بُرداری اولیه از روی نقشه لیتولوژی و ساختارهای زمین‌شناسی از مرجع نقشه GSI آماده می‌شود. در مرحله بعد این نقشه‌ها به کمک داده‌های ماهواره‌ای به روز می‌شوند. عناصر سطح زمین از قبیل تراکم زهکشی، الگوی خاک و ویژگی‌های تصویر از قبیل تن، بافت

تا پرمین پوشیده است. منطقه شهرکوربا از دو واحد زمین‌شناسی اصلی تشکیل شده است. یکی گرانیت گنیس آرچاین و دیگری صخره‌های بزرگ گندوانا است. گرانیت گنیس آرچاین در شمال و شمال غرب منطقه مورد مطالعه پدیدار شده است. گنیس در طبیعت بصورت گسترده می‌باشد و ترکیبی از پلاجیوکلیس فلدسپات، بیوتیت، کوارتز و غیره است. صخره‌های گروه بزرگ گندوانا بر روی گنیس آرچاین و ماسه سنگ شیلی تالچر از تشکیلات گروه بزرگ گندوانا بر روی گنیس قرار گرفته است. در بخش شمال شرق، ماسه سنگ چینه‌بندی شده باراکار بوسیله ماسه سنگ آهن‌دار چینه‌بندی شده کامیتی پوشیده شده است. صخره‌های گروه بزرگ گندوانا بسمت جنوب عمیق‌تر می‌شوند. چندین گسل درون رودخانه‌ای اکنون درون گروه بزرگ گندوانا می‌باشد. این گسل‌ها در دوره‌ای از رسوبگذاری تالچر تا نزدیکی دوره رسوبگذاری گندوانا شکل یافتند.

جدول ۱: چینه‌شناسی کلی منطقه مورد مطالعه

عصر	واحد اصلی سنگی	سازند	نوع صخره
آرچاین	گرانیت گنیس	طبقه‌بندی نشده	بیوتیت غنی از گرانیت گنیس
تطبیق نیافته			
کربونیفر بالایی	گروه بزرگ گندوانا	کامیتی	ماسه سنگ چینه‌ای
پرمین		باراکار	ماسه سنگ
		تالچیر	ماسه سنگ شیلی و شیل

چینه‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. تولید نقشه واحدهای ژئومورفولوژی برای شناسایی پتانسیل طبقات ژئومورفیک برای توسعه شهری انجام شده است. روابط بین ساختار زمین‌شناسی، لیتولوژی و چشم‌اندازها، ورودی‌های مهمی برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری می‌باشند. وجود لندفرم‌های انسانی شبیه حوضه‌های خاکستر و گودال‌های ریخته‌گری باز در منطقه مورد مطالعه، چگونگی فرایندها یا فعالیت‌های انسانی که نقش مهمی در تغییر الگوهای چشم‌انداز طبیعی زمینی بازی می‌کند و رابطه این چشم‌اندازهای انسانی را با دیگر عناصر زمینی از قبیل لیتولوژی، ساختارهای زمین‌شناسی و دیگر عناصر ژئومورفولوژی نشان می‌دهد. بخش بزرگی از منطقه مورد مطالعه بوسیله دشت با رخداد‌های مجزا از قسمت غرب و شمال غربی منطقه اشغال شده است. یک مرز خطی در گوشه شمال‌غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارد. دشت‌های سیلابی در حال حاضر بطور ویژه‌ای در امتداد منطقه کانال فعال رودخانه هاسدئو هستند و همچنین دارای زهکش‌های منظم‌تری می‌باشند. دشت نزدیک به منطقه دشت سیلابی بسیار منقطع شده است، در حالیکه جایی که ما از کانال



سطح فرسایشی چند مقعری و گسترده که حاصل برش صخره آبرفتی کم ضخامت است و معمولاً پایان نتیجه تکامل مرحله فرسایش ماسه سنگ و ماسه سنگ شیلی نزدیک به حالت افقی (۱۰-۵ درجه عمق بسمت جنوب) می‌باشد. دشت وسیع است و در مکان‌ها بوسیله لندفرمهای انسانی مثل نخاله‌های معدنی، حفره‌های باز و چاله خاکستر، تغییر می‌یابد (نگاره ۵). چاله خاکستر، یک چاله انسان‌ساخت می‌باشد که برای ذخیره کردن خاکستر کارخانجات حرارت نیرو موجود در این محل استفاده می‌شود.



**نگاره ۵: چاله‌های خاکستر در گنیس**

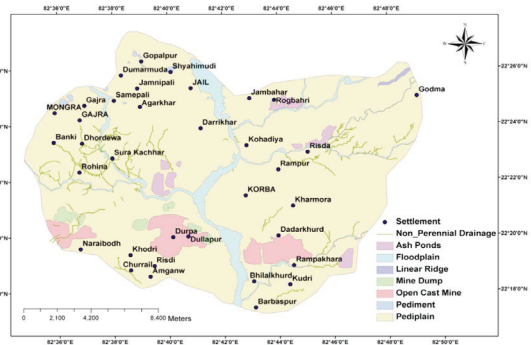


**نگاره ۶: سطح کوهپایه توسعه یافته بر روی گنیس**

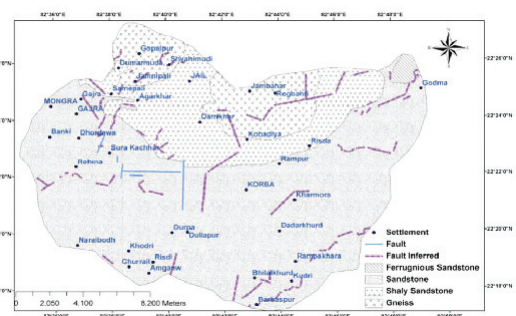
کوهپایه، یک سطح فرسایشی از صخره بصورت گسترده با شیب کم است. جایی که ضخامت پوشش خاک کم است یا فاقد پوشش خاک می‌باشد و محدوده بوسیله سطح صخره هوازده شده بطور ملایم، اشغال شده است. کوهپایه به شکل منفرد تشکیل شده است و عموماً بر روی گنیس و گهگاهی بر روی ماسه سنگ شکل می‌یابد (نگاره ۶). دشت سیلابی بوسیله سنگ و سیلت انتقال یافته و ته‌نشین شده توسط یک رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی-اش تشکیل می‌شود و آن توسط بخش فعال کانال رودخانه محدود می‌شود. مرزهای خطی توسط ماسه سنگ جواتر گروه بزرگ گندوانا تشکیل می‌شود. ماسه سنگ آهنگار و تشکیلات کامیتی فشرده شده‌اند و از نظر مکانیکی نسبت به ماسه سنگ بارکار خیلی مناسب‌ترند و بنابراین بعنوان مرزهای خطی ظاهر می‌شوند. گنیس در شمال و شمالغرب منطقه اتفاق می‌افتد. گنیس از نظر شیمیایی و مکانیکی صخره مناسبی است، سطح کوهپایه یا دشت هوازده را شکل می‌دهد. براساس کل اطلاعات ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی در پلات فرم GSI با استفاده از عامل منطقی بولین، هفت منطقه مجزا مشخص شده‌اند (نگاره ۷). هر منطقه بوسیله تنزل محیطی ویژه، دسترسی منابع، الگوی پوشش زمین که در ارزیابی نیازهای توسعه و برنامه‌ریزی شهری برای هر واحد کمک می‌کند، مشخص می‌شود. نقشه ساختار زمین‌شناسی متغیرهای زیادی درون این مناطق اضافه کرده است و بنابراین چالش‌های زیادی در برنامه‌ریزی قرار می‌دهد. در نتیجه مناطق بوسیله ترکیب منطقی اطلاعات ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی که در اینجا بحث شده است، ترکیب

و غیره، در به روز کردن اطلاعات زمین‌شناسی در دسترس، ثابت کرده‌اند که مفید می‌باشند. براساس این ورودی‌های داده‌های ماهواره‌ای، تعداد کمی از خطواره‌ها از داده‌های ماهواره و مرزهای واحدهای زمین‌شناسی که به روز شده‌اند، نقشه‌ای تهیه می‌شود. سرانجام، کار میدانی با ارزیابی این نقشه با مرجع واقعی زمینی انجام می‌شود و مرز بین واحدهای لیتولوژی به روز و اصلاح می‌گردد. در نهایت یک نقشه زمین‌شناسی به روز شده (نگاره ۸) بعد از همراهی اعمال همه این تغییرات آماده می‌شود.

نقشه ژئومورفولوژی آماده شده از داده‌های ماهواره‌ای با نقشه لیتولوژی که از عامل بولین برای مشخص کردن مناطق متفاوت، ویژگی‌های منابع مستعد در دسترس، تنزل محیطی، کاربری اراضی و غیره استفاده می‌شود، ترکیب می‌شود. سپس نقشه‌های ژئومورفولوژی و لیتولوژی با استفاده از کاربرد بولین با عامل منطقی OR همپوشانی می‌شوند. این امر، با استفاده از ویژگی‌های بی‌نظیر در نقشه منطقه شهری، مناطق را شناسایی می‌کند. نقشه ساختار زمین‌شناسی برای ایجاد نقشه منطقه شهری، ادغام نمی‌شوند. بطوریکه اطلاعات خطی نمی‌تواند با اطلاعات پلیگونی جمع شود. اما این اطلاعات با توجه به فهم متغیر ایجاد شده بوسیله ساختارهای زمین‌شناسی با تأثیر پتانسیل هر منطقه برای برنامه‌ریزی شهری، گرفته شده است.

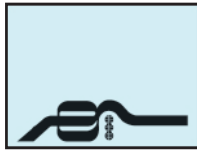


**نگاره ۳: نقشه جغرافیایی آماده شده بوسیله داده ماهواره‌ای تفسیر شده**



**نگاره ۴: نقشه زمین‌شناسی به روز شده منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای**

تعداد کمی واحدهای ژئومورفولوژی طبیعی در محدوده وجود دارند. این واحدها دشت، کوهپایه، مرز خطی و دشت سیلابی هستند. دشت، یک



منطقه ۴، کوهپایه‌های توسعه یافته سراسر ماسه سنگ‌ها و ماسه سنگ‌های شیلی را نشان می‌دهد. این منطقه می‌تواند برای پلانیشن (زمین‌های کشاورزی تجاری) و غیره استفاده شود و در نتیجه هوموس این منطقه افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین ضخامت نیم‌رخ خاک را افزایش خواهد داد بطوریکه در آینده می‌تواند برای کشاورزی استفاده شود.

جدول ۲: توصیف مختصر از زون شهری

زون شهری	توصیف	پتانسیل برای تنزل محیطی	پتانسیل برای توسعه شهری
زون ۱	منطقه تحت تأثیر قرار گرفته توسط چاله خاکستر	بالا	فقیر
زون ۲	منطقه تحت تأثیر قرار گرفته توسط فعالیت معدن کاوی	بالا	فقیر
زون ۳	کوهپایه و دشت توسعه یافته روی گنیس	پایین	متوسط
زون ۴	کوهپایه توسعه یافته روی ماسه سنگ	پایین	متوسط به بالا
زون ۵	مرز خطی توسعه یافته روی ماسه سنگ	پایین	متوسط
زون ۶	دشت توسعه یافته روی ماسه سنگ	متوسط	خیلی خوب
زون ۷	منطقه دشت سیلابی	پایین	خوب

منطقه ۵، یک مرز طبیعی توسعه یافته بوسیله ماسه سنگ آهن‌دار را نشان می‌دهد. این منطقه برای هر نوع توسعه شهری مناسب نیست اما اگر بطور مناسبی توسعه یابد ممکن است برای پارک تفریحی، پارک طبیعی و غیره استفاده شود.

منطقه ۶، منطقه بسیار گسترده در این محدوده است. این منطقه شامل سطوح دشتی که در سراسر آن ماسه سنگ، ماسه سنگ شیلی و ماسه سنگ آهن‌دار توسعه یافته است. این منطقه برای کشاورزی مناسب است زیرا محدوده‌ای مسطح تقریباً افقی همراه با پوشش خاک خوب و ذخیره آب زیر زمینی را اشغال کرده است. همانطور که آکوفر خوب در این منطقه توسعه یافته؛ این منطقه برای شهرنشینی خیلی مناسب است. در حقیقت شهرنشینی عمده قبلاً در این منطقه قرار گرفته بود. با این وجود، شهرنشینی وسیع و بی برنامه ممکن است باعث تنزل محیطی در منطقه شود.

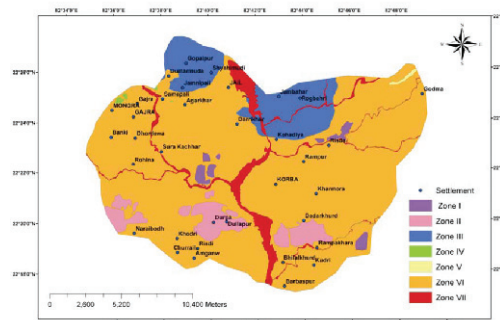
منطقه ۷، محدوده دشت‌سیلابی بر روی ماسه سنگ، ماسه سنگ شیلی و گنیس و غیره را نشان می‌دهد. دشتهای سیلابی برای زراعت حتی در فصل خشک مناسبند.

این مقاله، اهمیت معیار زمین شناسی و ژئومورفولوژی برای توسعه شهری را آشکار میکند و در نتیجه روشهای برنامه‌ریزی شهری متفاوتی نیاز است تا برای هر منطقه اتخاذ شود.

می‌شوند. جدول ۲، تفاوت‌های مناطق و پتانسیل‌شان را برای توسعه شهری خلاصه کرده است.

منطقه ۱، چاله خاکستر را نشان می‌دهد که درون ماسه سنگ و ماسه سنگ‌های شیلی اتفاق می‌افتد. این منطقه به نظارت محیطی سخت نیاز دارد زیرا چاله خاکستر توسعه یافته سراسر این واحدهای صخره‌ای ممکن است در منابع آب زیرزمینی مشکلی ایجاد نماید. عناصر سمی از چاله خاکستر ممکن است در آب‌های زیر زمینی از طریق صخره‌های قابل نفوذ و پرمفد شبیه ماسه سنگ، پراکنده شود. علاوه بر این، اگر ساختارهای زمین‌شناسی اکنون به چاله خاکستر نزدیک یا زیر حوضه‌ها باشد بنابراین آن ممکن است بعنوان مجرای آبی برای پراکندگی عناصر سمی سیستم آب زیرزمینی نقش بازی کند. حضور زهکش‌های دائمی و غیر دائمی نزدیک این منطقه، چالش‌های زیادی را برای برنامه‌ریزان ایجاد می‌کند. برای این هدف، روش‌ها نیاز به توسعه دارند تا پراکندگی مواد خاکستر را از طریق زهکش‌های سطحی متوقف کنند.

منطقه ۲، فعالیت‌های معدنی را نشان می‌دهد که بوسیله لندفرم‌های انسانی منتج از معدن‌کاوی بوجود می‌آید. این منطقه همچنین به نظارت محیطی نیاز دارد و چندین اقدام می‌تواند انجام بگیرد، مثل جنگل‌کاری روی زیاله‌ها، پرکردن بخشی از حفره‌های باز و تخلیه شده و غیره برای اینکه تعادل محیطی و الگوی اصلی چشم انداز طبیعی حفظ شود.



نگاره ۷: نقشه منطقه شهری آماده شده بوسیله جمع آوری منطقی اطلاعات زمین شناسی و ژئومورفولوژی

منطقه شامل کوهپایه و دشت است که سراسر گنیس‌ها توسعه یافته است. این منطقه ممکن است برای تراکم شهرنشینی مناسب نباشد زیرا گنیس کمتر هوازده شده بندرت آب زیر زمینی را ذخیره می‌کند. اگر مقدمات کافی برای حفره‌سازی سطوح در یک حوضه برای ذخیره آب بتواند فراهم شود، این منطقه می‌تواند برای کشاورزی استفاده شود. خطواره‌ها در سراسر این منطقه توسعه یافتند، بنابراین آب‌های زیرزمینی افزایش پیدا خواهد کرد و همراه با این خطواره، سکونت انسان نیز رشد پیدا خواهد کرد، بدلیل اینکه پایه گنیسی فشرده است، از نظر مکانیکی و شیمیایی هم مناسب است، لذا این منطقه برای توسعه صنایع سنگین مناسب می‌باشد. همچنین برای چاله خاکستر نیز مناسب است.