

مانیتورینگ خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از یک روش نیمه اتوماتیک جدید

علی اصغر آل شیخ ، استادیار گروه مهندسی نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر
آدرس: تهران، خیابان ولیعصر، تقاطع میرداماد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر، کدپستی ۱۹۹۶۷۱۵۴۳۳

alesheikh@kntu.ac.ir

تلفن ۵-۸۷۷۹۴۷۳ (داخلی ۲۳۵) دورنگار ۸۷۷۹۴۷۶

علی قربانعلی ، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سنجش از دور

alighorbanali@yahoo.com

احمد طالب زاده ، معاونت کاربرد مرکز سنجش از دور ایران

talebzadeh_a@yahoo.com تلفن ۲۰۹۳۴۴۱

چکیده

استخراج خطوط ساحلی با هدف مانیتورینگ منطقه ساحلی برای توسعه ملی و حفاظت از محیط زیست کاری اساسی و ضروری است. دریاچه ارومیه با وسعتی حدود نیم میلیون هکتار وسیعترین دریاچه داخلی کشور است که در سطح ملی بعنوان پارک ملی محسوب می شود و در سطح بین المللی در فهرست یونسکو به ثبت رسیده است. هدف این مقاله از یکسو مانیتورینگ خطوط ساحلی دریاچه ارومیه در فاصله سالهای ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ و از سوی دیگر ارائه روشی نیمه اتوماتیک برای استخراج خطوط ساحلی از تصاویر اپتیک است. در این پروژه تحقیقاتی ابتدا خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر سنجنده های TM و ETM+ در فاصله سالهای ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ و به روشی نیمه اتوماتیک استخراج شده است و سپس برای بررسی دقت خطوط ساحلی استخراج شده از یک تصویر واقعیت زمینی استفاده شده و دقت خطوط ساحلی استخراج شده برابر ۱/۳ پیکسل برآورد شد.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، مانیتورینگ، محیط زیست، خط ساحلی، آستانه گذاری، نسبت بین باندها

۱- مقدمه

مانیتورینگ منطقه ساحلی یک هدف مهم در توسعه ملی و حفاظت از محیط زیست می باشد. به منظور

مانیتورینگ نواحی ساحلی، نیاز به استخراج خطوط ساحلی در زمانهای مختلف می باشد.

هم اکنون تکنولوژی سنجش از دور به عنوان یک روش مقرون به صرفه جهت اخذ داده های مورد نیاز در زمان لازم نقش منحصر بفردی را ایفا می نماید. تصاویر اپتیک در میان داده های دور سنجی دارای مزایای فراوانی است که تفسیر آسان و در دسترس بودن بیشتر از آن جمله اند. به همین علت اکثر تحقیقات در خصوص استخراج خط ساحلی با استفاده از تصاویر اپتیک صورت می گیرد. از طرف دیگر مشخصه های طیفی آب به گونه ایست که در باندهای مادون قرمز انعکاسی نسبت به باندهای مرئی تفاوت بارزی وجود دارد. همین ویژگیهای آب سبب شده که تصاویر سنجنده هایی که هم باندهای مرئی و هم باندهای مادون قرمز انعکاسی زیادی دارند برای استخراج خطوط ساحلی بطور گسترده مورد استفاده قرار گیرند. سنجنده های TM و ETM+ ماهواره های لندست از این جمله اند. هدف این مقاله از یکسو مانیتورینگ خطوط ساحلی دریاچه ارومیه در فاصله سالهای ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ می باشد و از سوی دیگر ارائه روش نیمه اتوماتیک نوینی برای استخراج خطوط ساحلی از تصاویر اپتیک می باشد.

۲- ناحیه مورد مطالعه

ناحیه مورد مطالعه دریاچه ارومیه است که حد فاصل طولهای جغرافیایی ۴۵ تا ۴۶ درجه شرقی و عرضهای جغرافیایی ۳۷ تا ۳۸/۵ درجه شمالی است. این دریاچه یکی از بزرگترین و شورترین دریاچه های جهان است. از طرف دیگر وسیعترین دریاچه داخلی کشور با مساحت تقریبی نیم میلیون هکتار می باشد. ارتفاع این دریاچه از سطح دریاهای آزاد بطور متوسط ۱۲۷۶ متر است که در نیم قرن گذشته نوسانی در حدود ۴ متر داشته است [۱]. این دریاچه دارای ۱۰۲ جزیره کوچک و بزرگ بوده که بزرگترین این جزایر هم اکنون به خشکی پیوسته است. عمق آب دریاچه بین ۵ تا ۱۶ متر متغیر است ولی بطور متوسط شش متر گزارش شده است [۲]. عمیق ترین نقطه دریاچه در قسمت شمال غرب (مقابل روستای آق گنبد) حدود ۱۶ متر میباشد [۳]. این دریاچه در سطح ملی یک پارک ملی محسوب شده و در سطح بین المللی در فهرست یونسکو به ثبت رسیده است. از طرف دیگر این دریاچه جزو تالابهای بین المللی کنوانسیون رامسر است و از نظر تنوع زیستی در فهرست مناطق مهم بین المللی پرندگان به ثبت رسیده است [۴].

۳- روشهای متداول استخراج خطوط ساحلی

روشهای مختلفی جهت استخراج خطوط ساحلی از تصاویر اپتیکی به کار گرفته شده است. با توجه به این که انعکاس آب در باندهای مادون قرمز انکاسی بسیار کم و نزدیک به صفر است. خط ساحلی را میتوان تنها با استفاده از یک باند شناخت. مثلاً با استفاده از آستانه گذاری روی باند ۴ یا باند ۵ سنجنده ETM+ یا TM. ولی هنگام یافتن حد آستانه مناسب برای جداکردن آب از خشکی مشکلاتی پیش می آید. در چنین حالتی مقدار حد آستانه را معمولاً از روی هیستوگرام تصویر بدست می آورند که چندان آسان نیست. ولی مسئله اصلی اینست که هر مقدار آستانه ای که انتخاب شود در بخشهایی از تصویر جواب خوبی را نمی دهد. مثلاً اگر با استفاده از باند ۵ یا باند ۷ عمل آستانه گذاری صورت گیرد جدا کردن زمینهای بسیار مرطوب از آب امکانپذیر نیست و یا بی دقت خواهد بود. استفاده از باند ۴ نیز به تنهایی مشکل ساز است زیرا در نواحی ساحلی ایکه عمقی کمتر از یک متر دارند انعکاسات کف آب به سنجنده رسیده [۵] و یافتن حد آستانه را مشکل میسازد. وجود ذرات معلق در آب و گل آلودگی آب در مناطق ساحلی نیز یافتن خط ساحلی با استفاده از تنها یک باند را مشکل میسازد. به همین دلیل متخصصین برای حل این مشکل استفاده از نسبت بین باندها را پیشنهاد نمودند. معمولترین فرمول مورد استفاده نسبت باند ۵ به باند ۲ است. به این مفهوم که هر جا این نسبت کوچکتر از یک بود آنجا آب است و در غیر اینصورت خشکی است. از این نسبت به عنوان الگوریتم جداسازی آب از خشکی در نرم افزار ERMapper استفاده شده است. ولی در صورتیکه این فرمول روی ساحلی که دارای انواع مختلفی از پوشش زمینی است مورد استفاده قرار گیرد مشخص میشود که این فرمول در چنین سواحلی نه تنها دقیق نیست بلکه اشتباهاً بعضی از خشکیهای پوشیده شده با پوشش گیاهی را جزو آب طبقه بندی می نماید. به همین منظور برخی محققین به این فرمول شرط دیگری را افزوده اند و آن اینست که نسبت باند ۴ به ۲ در آب لزوماً کمتر از یک است. این شرط جدید به این دلیل لحاظ گردیده که در نواحی ساحلی با پوشش گیاهی نسبتاً دقیق است ولی در سواحل پوشیده از سنگ و خاک اشتباهاً گاهی آنها را آب در نظر میگیرد. ترکیب دو شرط مذکور جواب نسبتاً قابل قبولی می دهد [۶]. خصوصاً وقتی که هدف ما سرعت استخراج خطوط ساحلی از تصاویر است؛ روش مذکور روش خوبی است. برای کشورهایی که خط ساحلی طولانی ای دارند و به نقشه خطوط ساحلی بروز شده احتیاج دارند؛ این روش چون اتوماتیک است روش خوبی است. ولی اگر دنبال دقت

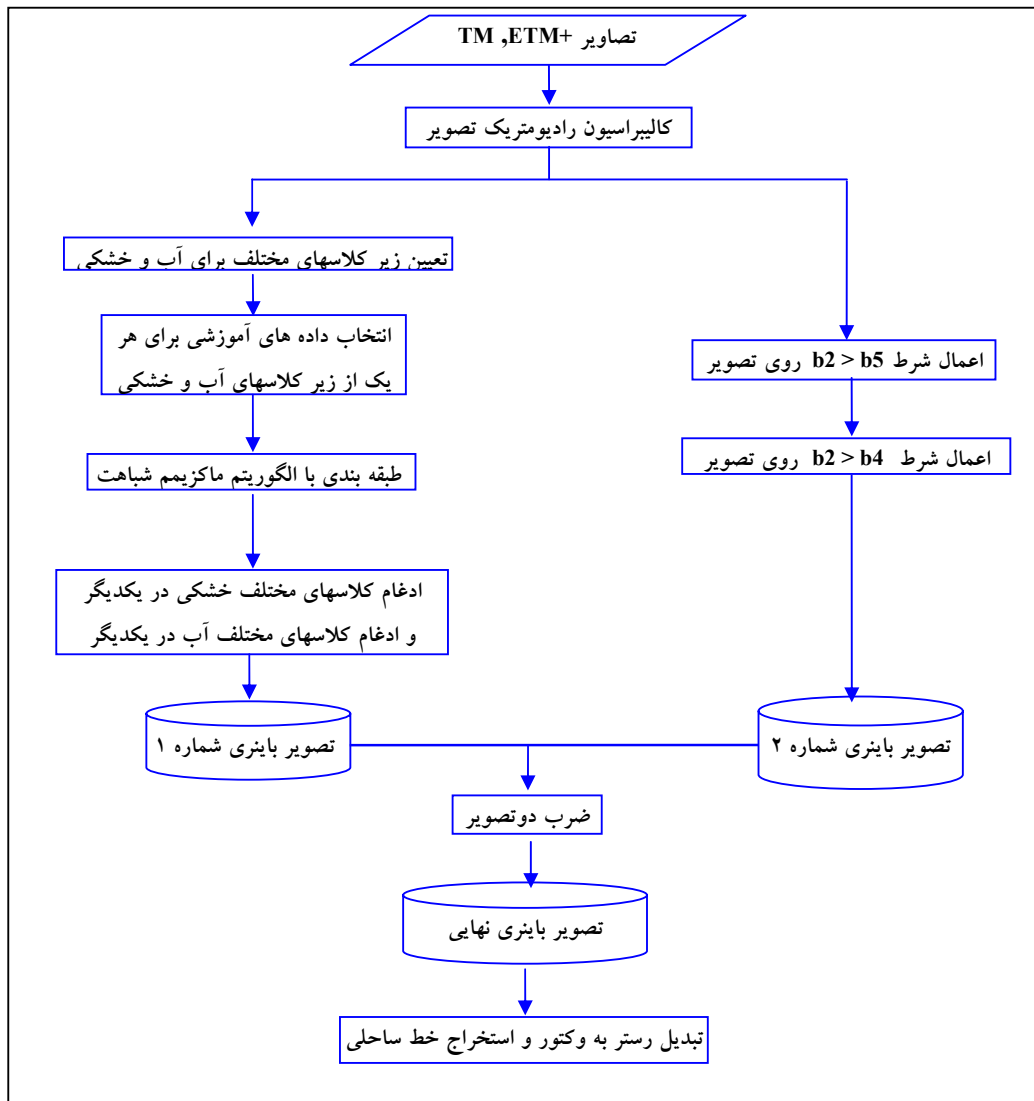
بیشتر باشیم و سرعت کار برای ما اهمیت زیادی نداشته باشد با تولید ترکیب رنگی کاذب می بایستی که خط ساحلی ویرایش شود. بهترین ترکیب رنگی برای ویرایش خط ساحلی ترکیب رنگی RGB۵۴۳ است که ضمن آنکه مرز میان آب و خشکی را بهتر ظاهر می نماید به ترکیب رنگی واقعی سطح زمین نیز بسیار نزدیک است.

۴- داده های مورد استفاده

داده های مورد استفاده عبارتند از ۹ عدد شیت تصویر TM و ETM+ از دریاچه ارومیه که سه شیت مربوط به سال ۱۹۸۹، سه شیت مربوط به سال ۱۹۹۸ و سه شیت مربوط به سال ۲۰۰۱ میلادی است. علل استفاده از این تصاویر مختلف است که از آن جمله می توان به دارا بودن شش باند در محدوده مرئی و مادون قرمز انعکاسی و نیز پیکسل سایز ۳۰ متری اشاره نمود که آنرا جزو سنجنده های با قدرت تفکیک متوسط قرار داده است. چنین سنجنده هایی همچون پلی عمل می نمایند میان سنجنده های با قدرت تفکیک بالا (مثل اسپات ۵) و سنجنده های با قدرت تفکیک پایین (مثل WIFS). به منظور زمین مرجع نمودن تصاویر از ۳۲ شیت نقشه ۱:۵۰۰۰۰ منطقه استفاده به عمل آمد.

۵- متدولوژی

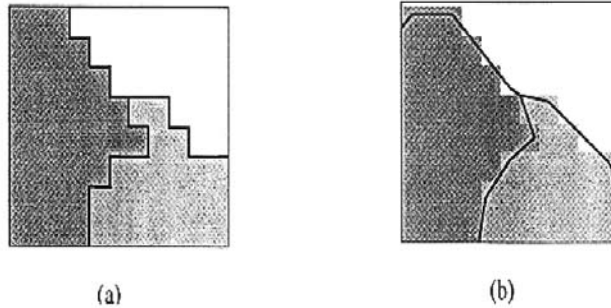
برای شروع کار نخست ۹ شیت تصویر موجود را با در نظر گرفتن آزمون و زاویه ارتفاعی خورشید کالیبراسیون رادیومتریک نمودیم. سپس تصویر را با استفاده از الگوریتم ماکزیمم شباهت طبقه بندی نمودیم. در هنگام معرفی داده های آموزشی بجای آنکه دو کلاس آب و خشکی را به الگوریتم معرفی نماییم. هر کدام از کلاسهای آب و خشکی را به زیر کلاسهای کوچکتری تقسیم نموده و برای هر کدام از زیر کلاسها داده های آموزشی جداگانه ای معرفی می نماییم. بطور مثال برای آب در هنگام معرفی داده های آموزشی بجای آنکه آب را یک کلاس در نظر بگیریم با توجه به رنگ آب در نواحی مختلف تصویر آنرا به چهار کلاس مجزا تقسیم بندی نمودیم. علت این تقسیم بندی این بود که بازتاب آب با توجه به میزان عمق آب و عمق آب نیز با توجه به فاصله از ساحل تغییر مینماید.



شکل ۱؛ فلوچارت استخراج خط ساحلی از تصاویر TM و ETM+

نکته ای که در اینجا مهم به نظر می‌رسد اینست که داده‌های آموزشی کلاسی از آب که به ساحل نزدیکتر است (نواحی خیلی کم عمق) را چگونه انتخاب نماییم که دقت خط ساحلی استخراج شده نهایی بالاتر رود؟ بدین منظور ضمن آنکه باید دقت شود که پیکسل‌های خشکی را بجای آب انتخاب نمود لکن پیکسل‌های مختلط یا پیکسل‌هایی که به آب بودن آنها شک داریم را بعنوان نمونه پیکسل‌های آب به الگوریتم معرفی مینماییم. در هنگام معرفی داده‌های آموزشی کلاسه‌های مختلف خشکی با توجه به آنکه بسیاری از اوقات در نواحی ساحلی، زمینهای بسیار مرطوب وجود دارد. حتما کلاسی را به این نوع از زمینها اختصاص میدهیم. بعد از انجام طبقه بندی به روش

ماکزیمم شباهت تمام کلاسهای خشکی را در هم ادغام مینماییم. هر چهار کلاس آب را نیز در هم ادغام نموده و در نتیجه تصویر به دو کلاس آب و خشکی طبقه بندی می گردد. هم اکنون یک تصویر باینری بدست آمده است. این تصویر باینری را در تصویر باینری حاصل شده از اعمال دو شرط ($band2 > band4$ و $band2 > band5$) ضرب می نماییم. تصویر باینری نهایی بدست آمده با دقت خوبی خط ساحلی را به نمایش در می آورد. بر روی این تصویر باینری عمل تبدیل رستر به وکتور انجام گرفت تا خطوط ساحلی سالهای مختلف به صورت یکسری لایه های وکتوری در آیند (شکل شماره ۱). برای تبدیل رستر به وکتور از دو نرم افزار مختلف که دو تکنیک مختلف را استفاده می کنند استفاده شد. یکی نرم افزار ERDAS که از تکنیک پلکانی (راه پله ای) بهره گرفته و دیگری نرم افزار ENVI که از تکنیک سمت گیری پیکسلهای مرزی استفاده می نماید. شکل شماره ۲ این دو تکنیکها را نمایش می دهد.



(a) تکنیک پلکانی

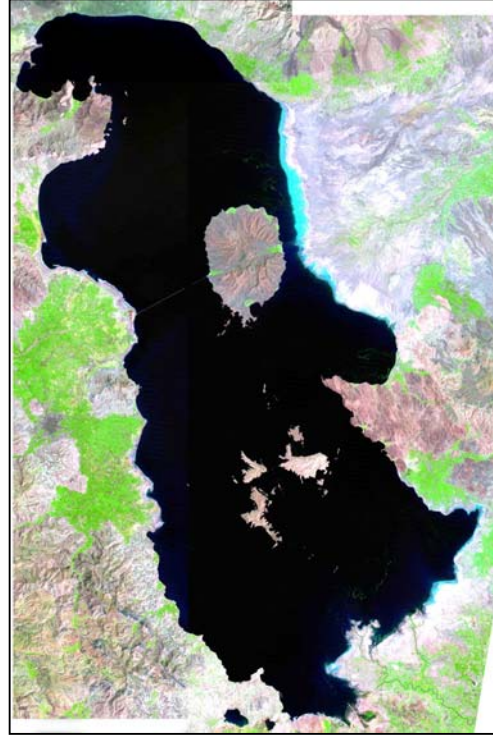
(b) تکنیکی که جهت گیری پیکسلهای مرزی را مد نظر قرار میدهد

شکل ۲؛ تبدیل رستر به وکتور

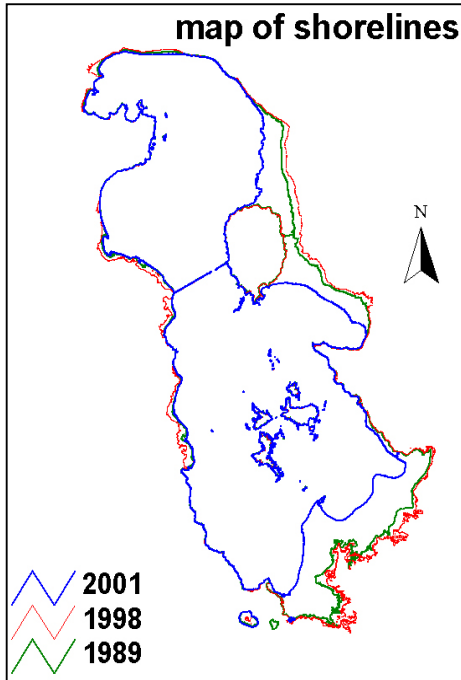
بعد از تبدیل رستر به وکتور، تصاویر هریک از سالها با استفاده از نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ ژئو رفرنس و سپس موزاییک شدند. در این تحقیق خطوط ساحلی سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ دریاچه ارومیه استخراج شدند. شکلهای شماره ۳ و ۴ و ۵ تصویر موزاییک شده دریاچه ارومیه را به ترتیب در سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ با ترکیب رنگی RGB۵۴۳ نشان میدهد. شکل شماره ۶ خطوط ساحلی استخراج شده از هر یک از این سالها را نشان میدهد. با مشاهده شکل ۶ مشخص میشود که در بازه ۹ ساله ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۸ خط ساحلی تغییر عمده ای نداشته ولی چون سطح آب کمی بالا آمده لذا خط ساحلی با توجه به شیب منطقه کمی به جلو آمده و در نتیجه برخی مناطق خصوصا سواحل شرقی و جنوبی زیر آب رفته است. برعکس در فاصله سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ خط ساحلی تغییر زیادی کرده که در اثر کاهش ارتفاع آب بوده است. این امر سبب شده بخشهای زیادی از دریاچه بخصوص در نواحی جنوبی و شرقی خشک شود و حتی بزرگترین جزیره این دریاچه به خشکی متصل شده است.



شکل ۴: تصویر موزاییک شده دریاچه ارومیه در سال ۱۹۹۸



شکل ۳: تصویر موزاییک شده دریاچه ارومیه در سال ۱۹۸۹



شکل ۶: نقشه خطوط ساحلی دریاچه ارومیه در سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱



شکل ۵: تصویر موزاییک شده دریاچه ارومیه در سال ۲۰۰۱

چون نقشه واقعیت زمینی مناسبی برای اندازه گیری دقت خط ساحلی تولید شده به روش نیمه اتوماتیک فوق وجود نداشت. لذا با تولید یک تصویر واقعیت زمینی، دقت خط ساحلی تولید شده را برآورد نمودیم. به منظور تولید تصویر واقعیت زمینی، باند پانکروماتیک تصویر ETM+ را با باندهای چند طیفی این سنجنده با استفاده از روش آنالیز مؤلفه های اصلی (PCA) تلفیق نمودیم. سپس خطوط ساحلی را با استفاده از تفسیر بصری تصویر رسم نمودیم. از مقایسه این خط ساحلی با خط ساحلی بدست آمده از روش نیمه اتوماتیکی که پیشاپیش توضیح داده شد دقت خط ساحلی ۱/۳ پیکسل برآورد شد.

۶- خلاصه نتایج

در این تحقیق خطوط ساحلی سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ دریاچه ارومیه استخراج شد و مشخص شد که در فاصله بازه ۹ ساله ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۸ خط ساحلی تغییر عمده ای نداشته ولی چون سطح آب کمی بالا آمده لذا خط ساحلی با توجه به شیب منطقه کمی به جلو آمده و برخی مناطق زیر آب رفته است. برعکس در فاصله سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ خط ساحلی تغییر زیادی کرده و بسیار عقب رفته است که در اثر کاهش ارتفاع آب بوده است. این امر سبب شده که بزرگترین جزیره این دریاچه به خشکی متصل شده است. در کنار آن در این تحقیق ضمن مروری بر روشهای قبلی استخراج خط ساحلی، روش جدیدی پیشنهاد گردید که دقت خط ساحلی نهایی تولید شده را به ۱/۳ پیکسل می رساند.

۷- منابع و مأخذ

- ۱- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۰. "طرح مدیریت دریاچه ارومیه. بانک جهانی".
- ۲- جبارلوی شبستری، ب. ۱۳۷۸. "دریاچه ارومیه اشک طبیعت ایران"، انتشارات نقش مهر.
- ۳- نظریها، م. ۱۳۸۱. "مقایسه پیامدهای احداث میانگذر خاکی شهید کلاتری بر روی دریاچه ارومیه و خاکریز گریت سالت لیک در ایالت یوتا آمریکا".
- ۴- مخدوم، م. ۱۳۸۱. "مروری بر مطالعات انجام یافته در دریاچه ارومیه و آبخیز آن".
- 5 - Jupp, D.L.B., 1988, "Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters". Proceeding of the symposium on remote sensing of coastal zone ,Gold Coast, Queensland, September 1988, IV.2.1-IV.2.19.
- 6 - Winarso, G., "The potential application remote sensing data for coastal study".