

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

Báo cáo học thuật

**ỨNG DỤNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM SENTINEL 2A
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ
TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT TP ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG**

Hà Nội, 12/2022

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

Báo cáo học thuật

**ỨNG DỤNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM SENTINEL 2A
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ
TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT TP ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG**

**Người báo cáo:
GVC.TS. Lê Thị Thu Hà**

Hà Nội, 12/2022

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	3
CHƯƠNG I TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT PHỤC VỤ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC	6
1.1. Khái quát chung về tài nguyên nước.....	6
1.2 Tổng quan về tình hình ứng dụng công nghệ viễn thám và gis thành lập bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt	
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ KHOA HỌC CHIẾT TÁCH THÔNG TIN TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ TƯ LIỆU ẢNH VỆ TINH QUANG HỌC SENTINEL 2.....	19
2.1. Những vấn đề chung về viễn thám.....	19
2.1.1. Định nghĩa về viễn thám	19
2.1.2. Nguyên lý hoạt động:	19
2.1.3. Phân loại viễn thám	21
2.1.4. Đặc điểm tư liệu viễn thám quang học Sentinel 2.....	22
2.1.5. Vai trò của tư liệu viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên nước.....	23
2.2 Quy trình thành lập bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt bằng tư liệu viễn thám quang học	
CHƯƠNG 3 THANH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG PHAN BỐ TAI NGUYEN NƯỚC MẶT PHỤC VỤ CONG TAC QUẢN LÝ TAI NGUYEN NƯỚC TẠI KHU VỰC TP ĐA LẠT, TỈNH LAM ĐỒNG BẰNG TƯ LIỆU VIỄN THAM SENTINEL 2	
3.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu	36
3.1.1. Vị trí địa lý.....	
3.1.2. Điều kiện tự nhiên	
3.1.3. Kinh tế- Xã hội:	
3.2. Đặc điểm dữ liệu và phần mềm nghiên cứu.....	52
3.2.1. Đặc điểm các kênh phổ của ảnh Sentinel 2.....	52
3.2.2. Phần mềm eCognition Developer.....	
3.2.3. Quy trình thực nghiệm của đề tài	53
3.2.4. Phân tích các kết quả thực nghiệm đề tài	
KẾT LUẬN & KIẾN NGHỊ	69
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	71

DANH MỤC CÁC HÌNH

hình 1.1. các nguồn nước trong tự nhiên.....	6
hình 1.3. dòng sông tiete cách sao paulo, brazil 40 km, bị ô nhiễm trầm trọng.....	15
hình 1.4. sông dương tử ngay cạnh ô nhiễm	15
hình 1.6. vedan xả nước thải chưa qua xử lý ra thẳng sông thị vải trong nhiều năm.	16
hình 1.7. cuộc sống con người đang bị đe dọa bởi sự ô nhiễm nguồn nước.....	17
hình 2.1. khái niệm chung về viễn thám	19
hình 2.2. nguyên lý hoạt động của viễn thám	20
hình 2.2. các kênh sử dụng trong viễn thám	21
hình 2.5. đường cong phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên	25
hình 2.7. chức năng của gis	28
hình 2.8. các thành phần của hệ thống tin địa li.....	29
hình 2.9. các kiểu vùng đệm.....	31
hình 2.10. phân tích chồng xếp	32
hình 2.11. ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu tai nguyên nước mặt..	34
hình 2.12. hàm lượng chất rắn lơ lửng được phân tích qua ảnh landsat 8 tại cửa sông đáy (ảnh chụp ngày 8, tháng 12, năm 2013)	34

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết đề tài

Tình trạng sử dụng nước lãng phí, không hợp lý làm cho nguồn nước bị suy thoái, ô nhiễm và cạn kiệt có thể làm cho thiếu nước ngọt trầm trọng và dẫn tới các cuộc tranh chấp về việc khai thác và sử dụng nguồn tài nguyên nước, năm 2000 LHQ đã thiết lập “*Mục tiêu thiên niên kỷ*”. Một trong những mục tiêu đó là “*Phát triển quản lý tổng hợp nguồn nước và sử dụng nước có hiệu quả, giúp các nước đang phát triển thông qua hành động về nước ở tất cả mọi cấp*”. Năm 2003 LHQ đã thành lập Ủy ban về nước của LHQ (UN-Water), để hỗ trợ các quốc gia trong nỗ lực liên quan đến nguồn nước của họ, nhằm đạt được các mục tiêu *Phát triển Thiên niên kỷ*. Trước tình hình đó, việc quản lý và quy hoạch tài nguyên nước một cách khoa học là một vấn đề cấp bách. Để quản lý và quy hoạch tài nguyên thì xác định công cụ, dữ liệu quản lý là hết sức quan trọng.

Tư liệu viễn thám đóng vai trò quan trọng trong quan trắc, giám sát và quản lý tài nguyên và môi trường đặc biệt tài nguyên nước. Viễn thám cung cấp thông tin về đối tượng, khu vực hay hiện tượng thông qua việc phân tích dữ liệu ảnh. Từ dữ liệu ảnh viễn thám xây dựng thành lập bản đồ theo dõi các yếu tố trên bề mặt trái đất và là tiền đề cung cấp dữ liệu cho GIS. Trên thế giới, tình hình ứng dụng viễn thám và GIS trong quản lý, quy hoạch tài nguyên nước đã và đang rất nhiều nhà khoa học nghiên cứu. Trong nước, việc ứng dụng viễn thám và GIS phần lớn để nghiên cứu biến động sử dụng đất, thay đổi lớp phủ, theo dõi diễn biến nhiệt độ bề mặt, theo dõi các yếu tố bề mặt được nhiều nhà khoa học nghiên cứu. Tuy nhiên, việc ứng dụng viễn thám vào trong thành lập bản đồ phân bố nước mặt phục vụ cho công tác quản lý tài nguyên nước vẫn còn ít được quan tâm.

Sentinel-2A là một nhiệm vụ quan sát Trái đất được ESA phát triển như một phần của Chương trình Copernicus để thực hiện các quan sát trên mặt đất nhằm hỗ trợ các dịch vụ như giám sát rừng, phát hiện thay đổi diện tích đất và quản lý thiên tai. Nhiệm vụ Sentinel-2A có các khả năng sau:

- Dữ liệu đa phổ với 13 dải trong phần giải sóng nhìn thấy, gần hồng ngoại, hồng ngoại và sóng ngắn của quang phổ
- Bao phủ toàn cầu có hệ thống các bề mặt đất từ 56 ° S đến 84 ° N, vùng ven biển và tất cả Biển Địa Trung Hải
- Chụp lặp lại mỗi 5 ngày dưới cùng một góc nhìn.

Với 13 kênh phổ, từ dải ánh sáng nhìn thấy và cận hồng ngoại đến dải hồng ngoại sóng ngắn với các độ phân giải không gian khác nhau, đầu thu đa phổ của Sentinel-2A mang lại khả năng giám sát mặt đất ở cấp độ chưa từng có. Sentinel-2 là

vệ tinh quan sát Trái đất quang học đầu tiên có ba băng phổ nằm trong dải “rìa đỏ” (red edge), cung cấp thông tin quan trọng về trạng thái của thực vật.

Vì vậy, đề tài “*Thành lập bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước tại khu vực TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng bằng tư liệu viễn thám Sentinel 2*” là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

2. Mục tiêu của đề tài:

Thành lập bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt khu vực TP, Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng bằng tư liệu ảnh viễn thám quang học Sentinel 2A.

3. Nhiệm vụ của đề tài:

- Nhiệm vụ 1: Thu thập, nghiên cứu các tài liệu tài liệu liên quan đến đề tài;
- Nhiệm vụ 2: Khảo sát, đánh giá và lựa chọn tư liệu ảnh vệ tinh;
- Nhiệm vụ 3: Khảo sát, xây dựng quy trình chiết tách thông tin nước mặt từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2A;
- Nhiệm vụ 4: Chiết xuất thông tin nước mặt từ dữ liệu ảnh vệ tinh;
- Nhiệm vụ 6: Viết và hoàn thiện luận văn.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu tài nguyên nước mặt.

Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu là khu vực TP. Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng

5. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phần mềm Snap, Envi, Ecognition trong việc xử lý tư liệu ảnh viễn thám.

Sử dụng phần mềm ArcGIS 10.3 để phân tích chiết xuất số liệu thống kê, thành lập bản đồ phân bố nước mặt khu vực TP. Đà Lạt.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

a) Ý nghĩa khoa học

Việc thực hiện đề tài là nhằm chứng kiến khả năng ứng dụng của công nghệ viễn thám và GIS trong giải quyết một số vấn đề (ở đây là việc đánh giá biến động diện tích nước mặt) qua đó xem xét đề xuất sử dụng phương pháp này thay thế các phương pháp truyền thống và lạc hậu.

b) Ý nghĩa thực tiễn

Đề tài khẳng định khả năng nâng cao độ chính xác trong chiết xuất tài nguyên nước mặt bằng công nghệ viễn thám

Cung cấp thông tin không gian về tài nguyên nước phục vụ quản lý tài nguyên nước mặt.

Xây dựng cơ sở dữ liệu nhằm định hướng sử dụng tài nguyên thiên hợp lí và đề xuất hiệu quả trong việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên.

7. Bố cục của đề tài

Đề tài được bố trí như sau:

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan về tài nguyên nước.

Chương 2: Cơ sở khoa học chiết tách thông tin tài nguyên nước mặt bằng công nghệ viễn thám và GIS.

Chương 3: Thành lập bản đồ phân bố tài nguyên nước mặt tại khu vực TP. Đà Lạt bằng công nghệ viễn thám và GIS.

Kết luận và kiến nghị.

Tài liệu tham khảo.

CHƯƠNG I

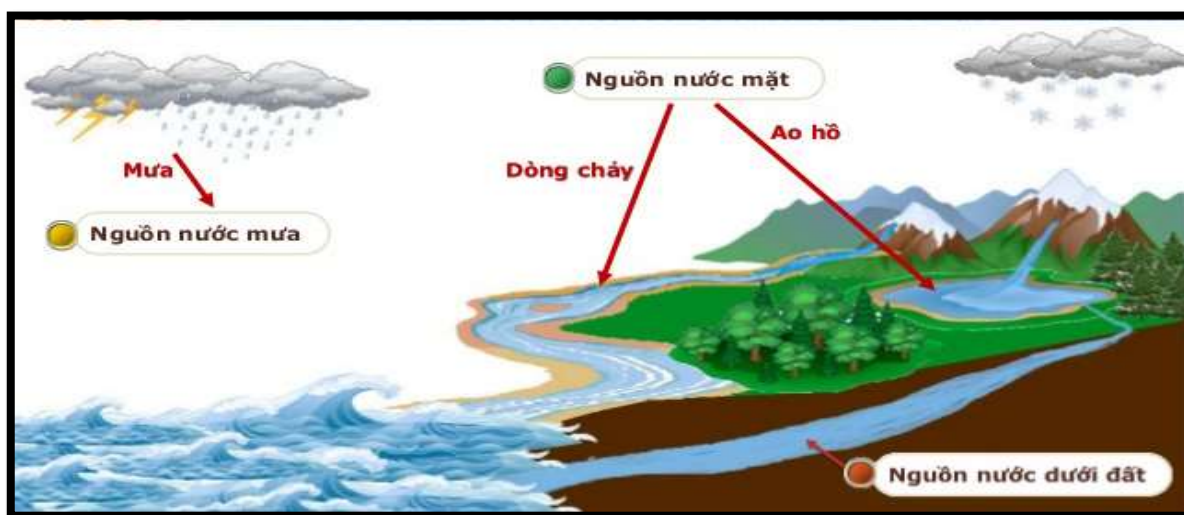
TỔNG QUAN VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC

1.1. Khái niệm tài nguyên nước

Tài nguyên nước là các nguồn nước mà con người sử dụng hoặc có thể sử dụng vào những mục đích khác nhau. Nước được dùng trong các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp, dân dụng, giải trí và môi trường. Hầu hết các hoạt động trên đều cần nước ngọt. 97% nước trên Trái Đất là nước muối, chỉ 3% còn lại là nước ngọt nhưng gần hơn 2/3 lượng nước này tồn tại ở dạng sông băng và các mũ băng ở các cực. Phần còn lại không đóng băng được tìm thấy chủ yếu ở dạng nước ngầm, và chỉ một tỷ lệ nhỏ tồn tại trên mặt đất và trong không khí.

Nước ngọt là nguồn tài nguyên tái tạo, tuy vậy mà việc cung cấp nước ngọt và sạch trên thế giới đang từng bước giảm đi. Nhu cầu nước đã vượt cung ở một vài nơi trên thế giới, trong khi dân số thế giới vẫn đang tiếp tục tăng làm cho nhu cầu nước càng tăng. Sự nhận thức về tầm quan trọng của việc bảo vệ nguồn nước cho nhu cầu hệ sinh thái chỉ mới được lên tiếng gần đây. Trong suốt thế kỷ 20, hơn một nửa các vùng đất ngập nước trên thế giới đã bị biến mất cùng với các môi trường hỗ trợ có giá trị của chúng. Các hệ sinh thái nước ngọt mang đậm tính đa dạng sinh học hiện đang suy giảm nhanh hơn các hệ sinh thái biển và đất liền. Chương trình khung trong việc định vị các nguồn tài nguyên nước cho các đối tượng sử dụng nước được gọi là quyền về nước (water rights).

1.2. Nước mặt



Hình 1.2. Các nguồn nước trong tự nhiên

Nước mặt là nước trong sông, hồ hoặc nước ngọt trong vùng đất ngập nước. Nước mặt được bổ sung một cách tự nhiên bởi giáng thủy và chúng mất đi khi chảy vào đại dương, bốc hơi và thấm xuống đất.

Lượng giáng thủy này được thu hồi bởi các lưu vực, tổng lượng nước trong hệ thống này tại một thời điểm cũng tùy thuộc vào một số yếu tố khác. Các yếu tố này như khả năng chứa của các hồ, vùng đất ngập nước và các hồ chứa nhân tạo, độ thấm của đất bên dưới các thể chứa nước này, các đặc điểm của dòng chảy mặt trong lưu vực, thời lượng giáng thủy và tốc độ bốc hơi địa phương. Tất cả các yếu tố này đều ảnh hưởng đến tỷ lệ mất nước.

Các hoạt động của con người có thể tác động lớn hoặc đôi khi phá vỡ các yếu tố này. Con người thường tăng khả năng trữ nước bằng cách xây dựng các bể chứa và giảm trữ nước bằng cách tháo khô các vùng đất ngập nước. Con người cũng làm tăng lưu lượng và vận tốc của dòng chảy mặt ở các khu vực lát đường và dẫn nước bằng các kênh.

Tổng lượng nước tại một thời điểm là vấn đề cần quan tâm. Một số đối tượng sử dụng nước có nhu cầu nước theo vụ. Ví dụ, trong mùa hè cần rất nhiều nước để phục vụ cho nông nghiệp hoặc phát điện nhưng trong mùa mưa thì không cần nước, vì vậy để cung cấp nước tốt cho mùa hè thì cần một hệ thống trữ nước trong suốt năm và xả nước trong một khoảng thời gian ngắn. Các đối tượng sử dụng nước khác có nhu cầu dùng nước thường xuyên như nhà máy điện cần nguồn nước để làm lạnh. Để cung cấp nước cho các nhà máy điện, hệ thống nước mặt chỉ cần đủ trong các bể chứa khi dòng chảy trung bình nhỏ hơn nhu cầu nước của nhà máy.

Nước mặt tự nhiên có thể được tăng cường thông qua việc cung cấp từ các nguồn nước mặt khác bởi các kênh hoặc đường ống dẫn nước. Cũng có thể bổ cấp nhân tạo từ các nguồn khác được liệt kê ở đây, tuy nhiên, số lượng không đáng kể. Con người có thể làm cho nguồn nước cạn kiệt (với nghĩa không thể sử dụng) bởi ô nhiễm.

Brasil được đánh giá là quốc gia có nguồn cung cấp nước ngọt lớn nhất thế giới, sau đó là Nga và Canada.

1.3 Tổng quan về tài nguyên nước mặt Việt Nam

Nước mặt là nước tồn tại trên mặt đất liền hoặc hải đảo. Nước mặt tồn tại dưới dạng nước trong sông, hồ, nước trong vùng đất ngập nước hay băng, tuyết...Nước mặt là nguồn tài nguyên vô cùng quý giá đối với mỗi quốc gia và là yếu tố không thể thiếu trong toàn bộ sự sống và các quá trình xảy ra trên Trái Đất [4].

Việt Nam nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, có lượng mưa trung bình hàng năm tương đối lớn (1.940 mm/năm), tuy nhiên do địa hình đồi núi nên trữ lượng và phân bố tài nguyên nước ở Việt Nam không đồng đều [4].

Việt Nam có hơn 2.360 con sông có chiều dài từ 10 km trở lên, trong đó có 109 sông chính. Cả nước có 16 lưu vực sông với diện tích lưu vực lớn hơn 2.500 km², trong đó 10/16 lưu vực có diện tích trên 10.000 km². Tổng diện tích các lưu vực sông

trên cả nước lên đến 1.167.000 km², trong đó phần lưu vực nằm ngoài diện tích lãnh thổ chiếm đến 72% [4].

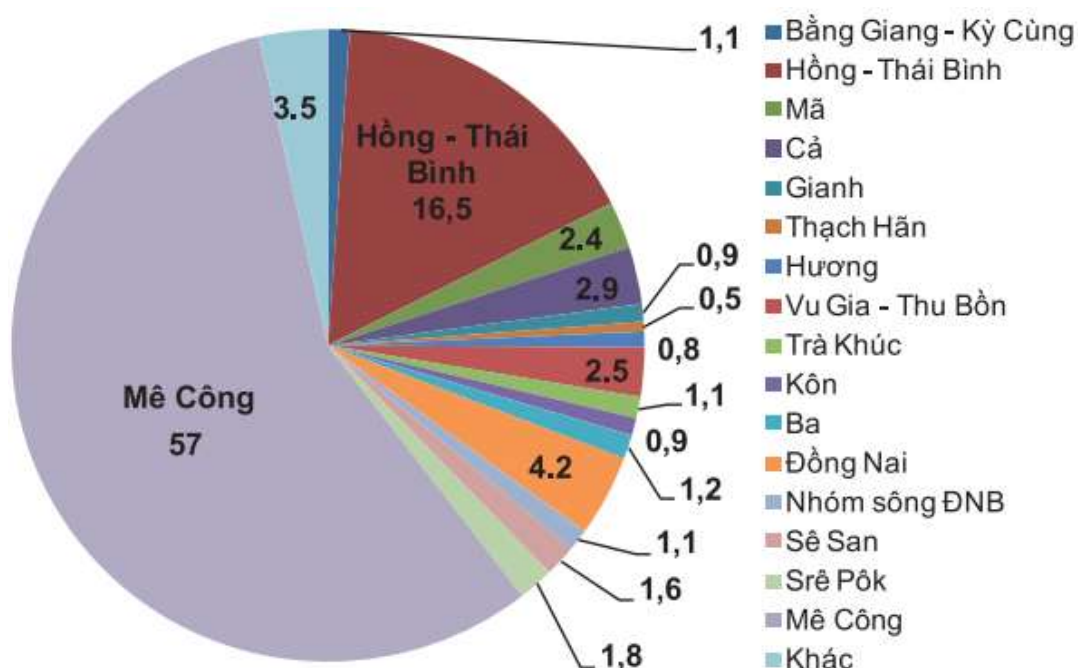
Bảng 1.1 Một số đặc trưng cơ bản của các hệ thống sông chính ở Việt Nam

TT	Hệ thống sông	Diện tích lưu vực (km ²)			Tổng lượng dòng chảy năm (tỷ m ³)		
		Ngoài nước	Trong nước	Tổng	Ngoài nước	Trong nước	Tổng
11	Bằng Giang – Kỳ Cùng	1.980	11.280	13.260	1,7	7,7	9,4
22	Hồng - Thái Bình	86.660	82.340	169.000	51,8	83,2	135
33	Mã	10.680	17.720	28.400	3,9	14,1	18
44	Cả	9.470	17.730	27.200	4	19,5	23,5
55	Thu Bồn	-	10.350	10.350	-	20,1	20,1
66	Ba	-	13.900	13.900	-	9,5	9,5
77	Sê San	-	-	11.620	-	-	12,9
88	Srê Pôk	-	-	18.265	-	-	13,5
99	Đồng Nai	6.700	33.300	40.000	3,5	33,5	37
110	Mê Kông	756.000	39.000	795.000	400	75	475

Nguồn: Hồ sơ tài nguyên nước Quốc gia, Bộ TN&MT, 2003;

Báo cáo Tài nguyên nước, những vấn đề và giải pháp quản lý, khai thác, sử dụng nước, Bộ TN&MT, 2009.

Do đặc điểm vị trí địa lý và điều kiện tự nhiên đặc thù nên khoảng 60% lượng nước mặt nước ta tập trung ở lưu vực sông Mê Kông, 16% tập trung ở lưu vực sông Hồng – Thái Bình, khoảng 4% ở lưu vực sông Đồng Nai, trong khi các lưu vực sông lớn khác tổng lượng nước chỉ chiếm một phần nhỏ (hình 1.2) [4]. Do lượng mưa phân bố không đồng đều cả về thời gian và không gian, vào mùa khô, lượng nước mặt chỉ bằng khoảng 20 – 30% lượng nước cho cả năm, trong đó khoảng một nửa trong số 16 lưu vực sông chính bị thiếu nước bất thường hoặc cục bộ.



Hình 1.1 Tỷ lệ phân bố tài nguyên nước mặt Việt Nam theo các lưu vực sông (nguồn: Báo cáo Tài nguyên nước, những vấn đề và giải pháp quản lý, khai thác, sử dụng nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009)

Tổng lượng nước mặt của các lưu vực sông trên lãnh thổ Việt Nam đạt khoảng 830 – 840 tỷ m³/năm, trong đó có khoảng 310 – 315 tỷ m³ là nước nội sinh, còn 520 – 525 tỷ m³ là nước chảy từ các nước láng giềng vào lãnh thổ nước ta. Ví dụ, ở lưu vực sông Mê Công có đến 90% tổng khối lượng nước bề mặt có nguồn gốc ngoại lai, hay lưu vực sông Hồng tỉ lệ nguồn nước ngoại lai chiếm 50% (bảng 1.1) [4].

Mặc dù tổng lượng nước cả năm của nước ta rất dồi dào, tuy nhiên nếu xét trên từng lưu vực, chỉ có 4 lưu vực sông đủ nước, bao gồm Mê Công, Sê San, Vu Gia – Thu Bồn và Gianh. Lưu vực sông Hương và sông Ba có lượng nước ở mức xấp xỉ tiêu chuẩn quốc tế. Các lưu vực sông khác có thể thiếu nước thường xuyên hoặc cục bộ [4]. Nếu xét lượng nước vào mùa khô thì nước ta lại thuộc các vùng phải đối mặt với thiếu nước, một số khu vực thuộc loại khan hiếm nước.

Tính đến năm 2012, với dân số khoảng 88 triệu người, tổng lượng nước bình quân đầu người theo năm ở nước ta đạt khoảng 9.500 m³/người. Như vậy, lượng nước bình quân đầu người theo năm ở Việt Nam thấp hơn chuẩn 10.000m³/người/năm của các quốc gia có tài nguyên nước trung bình theo quan điểm của Hiệp hội nước quốc tế (IWRA) [4]. Hơn nữa, nếu chỉ tính theo lượng nước nội sinh thì lượng nước bình quân đầu người theo năm ở Việt Nam còn thấp hơn nữa. Điều này có thể dẫn đến tình trạng khan hiếm nước mặt và đe dọa đến sự phát triển ổn định về kinh tế, xã hội, an ninh lương thực ở nước ta trong tương lai gần.

Dòng chảy của các con sông trong lưu vực ở nước ta đang được kiểm soát bởi hệ thống các hồ chứa và đập nước (bảng 1.2). Tổng dung tích hữu ích của các hồ chứa ở nước ta đạt khoảng 37 tỷ m³ (4,5% tổng lượng nước mặt trung bình năm), trong đó trên 45% thuộc lưu vực sông Hồng – Thái Bình, khoảng 22% ở lưu vực sông Đồng Nai và 5 – 7% ở lưu vực các sông Cả, Ba, Sê San [4]. Lượng nước trữ trong các hồ, đập ở các lưu vực sông khác chiếm khoảng 20% tổng lượng nước mặt hàng năm.

Bảng 1.2 Các hồ chứa thủy lợi, thủy điện quan trọng

STT	Lưu vực sông	Số lượng hồ chứa	Tên hồ chứa
11	Hồng	8	Sơn La, Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang, Huồi Quảng, Bản Chát, Nậm Na 3, Lai Châu
22	Mã	5	Cửa Đạt, Hủa Na, Trung Sơn, Pa Ma, Huồi Tạo
33	Cả	4	Bản Vẽ, Khe Bó, Bản Mông, Ngàn Trươi
44	Hương	4	Bình Điền, Hương Điền, Tả Trạch, A Lưới
55	Vu Gia – Thu Bồn	6	A Vương, Đắc Mi 4, Sông Tranh 2, Sông Bung 2, Sông Bung 4, Đắc Mi 1
6	Trà Khúc	2	Đak Đrinh, Nước Trong
7	Kôn – Hà Thanh	3	Vĩnh Sơn A, Vĩnh Sơn B, Bình Định, Núi Một
8	Ba	5	Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông Hnăng, Ayun Hạ, cụm hồ An Khê – Kanak
9	Sê San	5	Plêy Krông, Ialy, Sê San 4, Thượng Kon Tum, Sê San 4A
110	Srêpôk	6	Buôn Tua Srah, Buôn Kuốp, Srêpôk 3, Srêpôk 4, Đúc Xuyên, Srêpôk 7
111	Đồng Nai	13	Dầu Tiếng, Trị An, Thác Mơ, Đơn Dương, Hàm Thuận – Đa Mi – Cầu Đơn, Đại Ninh, Đồng Nai 2, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4, Srok Phu Miêng, Phước Hòa

Nguồn: Cục Quản lý Tài nguyên nước, Bộ TN&MT, 2012

Như vậy, có thể nhận thấy, tài nguyên nước ở Việt Nam có vai trò hết sức quan trọng và đang trở nên quý hiếm trong những năm gần đây. Trong khi nhu cầu về nước không ngừng tăng cao, nguồn nước mặt ở nhiều sông, hồ lại đang bị suy thoái và ô nhiễm nghiêm trọng dẫn đến nguồn nước sạch ngày càng khan hiếm. Hạn hán, thiếu nước xảy ra thường xuyên, nghiêm trọng ở nhiều vùng ở nước ta, không chỉ vào mùa khô mà cả mùa mưa. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, sự gia tăng dân số và các hoạt

động của con người đang gây áp lực rất lớn đến chất lượng nguồn nước mặt, đe dọa an ninh về nguồn nước ở Việt Nam. Ở nhiều thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, các hệ thống sông, hồ bị ô nhiễm hết sức nghiêm trọng bởi rác thải, nước thải sinh hoạt, công nghiệp, ý tế. Đặc biệt ở Hà Nội, nơi tập trung 22% làng nghề cả nước (1.350 làng có nghề, 286 làng nghề truyền thống), trong đó có 43 làng chế biến thực phẩm, 59 làng dệt nhuộm đồ da, 135 làng thủ công mỹ nghệ, chất lượng nước mặt ở các sông, hồ bị ô nhiễm nặng nề. Theo số liệu thống kê, tại các làng nghề chế biến lương thực, thực phẩm ở Hà Nội, lượng nước thải có nơi lên đến 7000 m³/ngày, nơi ít nhất cũng trên 1000 m³/ngày [5].

1.3. Vai trò của tài nguyên nước

Nước là nguồn tài nguyên vô cùng quan trọng cho tất cả các sinh vật trên quả đất. Nếu không có nước thì chắc chắn không có sự sống xuất hiện trên quả đất, thiếu nước thì cả nền văn minh hiện nay cũng không tồn tại được. Từ xưa, con người đã biết đến vai trò quan trọng của nước; các nhà khoa học cổ đại đã coi nước là thành phần cơ bản của vật chất và trong quá trình phát triển của xã hội loài người thì các nền văn minh lớn của nhân loại đều xuất hiện và phát triển trên lưu vực của các con sông lớn như: nền văn minh Lưỡng hà ở Tây Á nằm ở lưu vực hai con sông lớn là Tigre và Euphrate (thuộc Irak hiện nay); nền văn minh Ai Cập ở hạ lưu sông Nil; nền văn minh sông Hằng ở Ấn Độ; nền văn minh Hoàng hà ở Trung Quốc; nền văn minh sông Hồng ở Việt Nam ...

1.3.1. Vai trò của nước đối với con người

Nước có vai trò đặc biệt quan trọng với cơ thể, con người có thể nhịn ăn được vài ngày, nhưng không thể nhịn uống nước. Nước chiếm khoảng 70% trọng lượng cơ thể, 65-75% trọng lượng cơ, 50% trọng lượng mỡ, 50% trọng lượng xương. Nước tồn tại ở hai dạng: nước trong tế bào và nước ngoài tế bào. Nước ngoài tế bào có trong huyết tương máu, dịch limpho, nước bọt... Huyết tương chiếm khoảng 20% lượng dịch ngoài tế bào của cơ thể (3-4 lít). Nước là chất quan trọng để các phản ứng hóa học và sự trao đổi chất diễn ra không ngừng trong cơ thể. Nước là một dung môi, nhờ đó tất cả các chất dinh dưỡng được đưa vào cơ thể, sau đó được chuyển vào máu dưới dạng dung dịch nước. Một người nặng 60 kg cần cung cấp 2-3 lít nước để đổi mới lượng nước của cơ thể, và duy trì các hoạt động sống bình thường.

Uống không đủ nước ảnh hưởng đến chức năng của tế bào cũng như chức năng các hệ thống trong cơ thể. Như suy giảm chức năng thận. Những người thường xuyên uống không đủ nước da thường khô, tóc dễ gãy, xuất hiện cảm giác mệt mỏi, đau đầu, có thể xuất hiện táo bón, hình thành sỏi ở thận và túi mật. Khi cơ thể mất trên 10% lượng nước có khả năng gây trụy tim mạch, hạ huyết áp, nhịp tim tăng cao. Nguy

hiêm hơn, bạn có thể tử vong nếu lượng nước mất trên 20%”. Bên cạnh oxy, nước đóng vai trò quan trọng thứ hai để duy trì sự sống.

Tóm lại, nước rất cần cho cơ thể, mỗi người phải tập cho mình một thói quen uống nước để cơ thể không bị thiếu nước. Có thể nhận biết cơ thể bị thiếu nước qua cảm giác khát hoặc màu của nước tiểu, nước tiểu có màu vàng đậm chứng tỏ cơ thể đang bị thiếu nước. Duy trì cho cơ thể luôn ở trạng thái cân bằng nước là yếu tố quan trọng bảo đảm sức khỏe của mỗi người.

1.3.2. Vai trò của nước đối với sinh vật

- Nước chứa trong cơ thể sinh vật một hàm lượng rất cao, từ 50 - 90% khối lượng cơ thể sinh vật là nước, có trường hợp nước chiếm tỷ lệ cao hơn, tới 98% như ở một số cây mọng nước, ở ruột khoang (ví dụ: thủy tức).
 - Nước là dung môi cho các chất vô cơ, các chất hữu cơ có mang gốc phân cực (ưa nước) như hydroxyl, amin, các boxyl...
 - Nước là nguyên liệu cho cây trong quá trình quang hợp tạo ra các chất hữu cơ. Nước là môi trường hoà tan chất vô cơ và phương tiện vận chuyển chất vô cơ và hữu cơ trong cây, vận chuyển máu và các chất dinh dưỡng ở động vật.
 - Nước bảo đảm cho thực vật có một hình dạng và cấu trúc nhất định. Do nước chiếm một lượng lớn trong tế bào thực vật, duy trì độ trương của tế bào cho nên làm cho thực vật có một hình dáng nhất định.
 - Nước nối liền cây với đất và khí quyển góp phần tích cực trong việc bảo đảm mối liên hệ khăng khít sự thống nhất giữa cơ thể và môi trường. Trong quá trình trao đổi giữa cây và môi trường đất có sự tham gia tích cực của ion H^+ và OH^- do nước phân ly ra.
 - Nước tham gia vào quá trình trao đổi năng lượng và điều hòa nhiệt độ cơ thể.
 - Nước còn là môi trường sống của rất nhiều loài sinh vật.
 - Cuối cùng nước giữ vai trò tích cực trong việc phát tán nòi giống của các sinh vật, nước còn là môi trường sống của nhiều loài sinh vật.
- Vì vậy các cơ thể sinh vật thường xuyên cần nước.



Hình 1.4..Vai trò của nước đối với hệ sinh thái trái đất

1.3.3. Vai trò của nước đối với sản xuất phục vụ cho đời sống con người



Hình 1.5..Vai trò của nước đối với sự phát triển kinh tế-xã hội

- Trong nông nghiệp: tất cả các cây trồng và vật nuôi đều cần nước để phát triển. Từ một hạt cải bắp phát triển thành một cây rau thương phẩm cần 25 lít nước; lúa cần

4.500 lít nước để cho ra 1 kg hạt. Dân gian ta có câu: “Nhất nước, nhì phân, tam cần, tứ giống”, qua đó chúng ta có thể thấy được vai trò của nước trong nông nghiệp. Theo FAO, tưới nước và phân bón là hai yếu tố quyết định hàng đầu là nhu cầu thiết yếu, đồng thời còn có vai trò điều tiết các chế độ nhiệt, ánh sáng, chất dinh dưỡng, vi sinh vật, độ thoáng khí trong đất, làm cho tốc độ tăng sản lượng lương thực vượt qua tốc độ tăng dân số thế giới. Đối với Việt Nam, nước đã cùng với con người làm nên nền Văn minh lúa nước tại châu thổ sông Hồng – các nền Văn minh của dân tộc, của đất nước, đã làm nên các hệ sinh thái nông nghiệp có năng suất và tính bền vững vào loại cao nhất thế giới, đã làm nên một nước Việt Nam có xuất khẩu gạo đứng nhất nhì thế giới hiện nay. Nước Việt Nam theo nghĩa đen đúng của nó là nước.

- Trong Công nghiệp: Nước cho nhu cầu sản xuất công nghiệp rất lớn. Nước dùng để làm nguội các động cơ, làm quay các tuabin, là dung môi làm tan các hóa chất màu và các phản ứng hóa học. Để sản xuất 1 tấn gang cần 300 tấn nước, một tấn xút cần 800 tấn nước. Người ta ước tính rằng 15% sử dụng nước trên toàn thế giới công nghiệp như: các nhà máy điện, sử dụng nước để làm mát hoặc như một nguồn năng lượng, quặng và nhà máy lọc dầu, sử dụng nước trong quá trình hóa học, và các nhà máy sản xuất, sử dụng nước như một dung môi. Mỗi ngành công nghiệp, mỗi loại hình sản xuất và mỗi công nghệ yêu cầu một lượng nước, loại nước khác nhau. Nước góp phần làm động lực thúc đẩy sự phát triển kinh tế. Nếu không có nước thì chắc chắn toàn bộ các hệ thống sản xuất công nghiệp, nông nghiệp...trên hành tinh này đều ngừng hoạt động và không tồn tại.

- Từ 3.000 năm trước công nguyên, người Ai Cập đã biết dùng hệ thống tưới nước để trồng trọt và ngày nay con người đã khám phá thêm nhiều khả năng của nước đảm bảo cho sự phát triển của xã hội trong tương lai: nước là nguồn cung cấp thực phẩm và nguyên liệu công nghiệp dồi dào, nước rất quan trọng trong nông nghiệp, công nghiệp, trong sinh hoạt, thể thao, giải trí và cho rất nhiều hoạt động khác của con người. Ngoài ra nước còn được coi là một khoáng sản đặc biệt vì nó tàng trữ một nguồn năng lượng lớn và lại hòa tan nhiều vật chất có thể khai thác phục vụ cho nhu cầu nhiều mặt của con người.

1.4. Hiện trạng tài nguyên nước

1.4.1. Hiện trạng về tài nguyên nước trên thế giới

Trung bình mỗi ngày trên trái đất có khoảng 2 triệu tấn chất thải sinh hoạt đổ ra sông hồ và biển cả, 70% lượng chất thải công nghiệp không qua xử lý bị trực tiếp đổ vào các nguồn nước tại các quốc gia đang phát triển. Đây là thống kê của Viện Nước quốc tế (SIWI) được công bố tại Tuần lễ Nước thế giới (World Water Week) khai mạc tại Stockholm, thủ đô Thụy Điển ngày 5/9.



Hình 1.6. Dòng sông Tiete cách Sao Paulo, Brazil 40 km, bị ô nhiễm trầm trọng.

Ảnh chụp ngày 2-9-2010



Hình 1.7. Sông Dương Tử ngày càng ô nhiễm

Thực tế trên khiến nguồn nước dùng trong sinh hoạt của con người bị ô nhiễm nghiêm trọng. Một nửa số bệnh nhân nằm viện ở các nước đang phát triển là do không được tiếp cận những điều kiện vệ sinh phù hợp (vì thiếu nước) và các bệnh liên quan đến nước. Thiếu vệ sinh và thiếu nước sạch là nguyên nhân gây tử vong cho hơn 1,6 triệu trẻ em mỗi năm. Tổ chức Lương Nông LHQ (FAO) cảnh báo trong 15 năm tới sẽ có gần 2 tỷ người phải sống tại các khu vực khan hiếm nguồn nước và 2/3 cư dân trên hành tinh có thể bị thiếu nước.

1.4.2. Hiện trạng về tài nguyên nước ở Việt Nam

Giống như một số nước trên thế giới, Việt Nam cũng đang đứng trước thách thức hết sức lớn về nạn ô nhiễm môi trường nước, đặc biệt là tại các khu công nghiệp và đô thị.

Thực trạng ô nhiễm nước mặt: Hiện nay chất lượng nước ở vùng thượng lưu các con sông chính còn khá tốt. Tuy nhiên ở các vùng hạ lưu đã và đang có nhiều vùng bị ô nhiễm nặng nề. Đặc biệt mức độ ô nhiễm tại các con sông tăng cao vào mùa khô khi lượng nước đổ về các con sông giảm. Chất lượng nước suy giảm mạnh, nhiều chỉ tiêu như: BOD, COD, NH₄, N, P cao hơn tiêu chuẩn cho phép nhiều lần.

Ô nhiễm nước mặt khu đô thị: các con sông chính ở Việt Nam đều đã bị ô nhiễm. Ví dụ như sông Thị Vải, là con sông ô nhiễm nặng nhất trong hệ thống sông Đồng Nai, có một đoạn sông chết dài trên 10km. Giá trị đo thường xuyên dưới 0.5mg/l, giá trị thấp nhất ở khu cảng Vedan (0.04 mg/l) Với giá trị gần bằng 0 như vậy, các loài sinh vật không còn khả năng sinh sống.



Hình 1.9. Vedan xả nước thải chưa qua xử lý ra thẳng sông Thị Vải trong nhiều năm.

Thực trạng ô nhiễm nước dưới đất: Hiện nay nguồn nước dưới đất ở Việt Nam cũng đang phải đối mặt với những vấn đề như bị nhiễm mặn, nhiễm thuốc trừ sâu, các chất có hại khác... Việc khai thác quá mức và không có quy hoạch đã làm cho mực nước dưới đất bị hạ thấp. Hiện tượng này ở các khu vực đồng bằng bắc bộ và đồng bằng sông Cửu Long. Khai thác nước quá mức cũng sẽ dẫn đến hiện tượng xâm nhập mặn ở các vùng ven biển. Nước dưới đất bị ô nhiễm do việc chôn lấp gia cầm bị dịch bệnh không đúng quy cách.

Thực trạng ô nhiễm nước biển: Nước biển Việt Nam đã bị ô nhiễm bởi chất rắn lơ lửng (đồng bằng sông Cửu Long và sông Hồng), nitrat, nitrit, colifom (chủ yếu là đồng bằng sông Cửu Long), dầu và kim loại kẽm...

Hầu hết sông hồ ở các thành phố lớn như Hà Nội và TP HCM, nơi có dân cư đông đúc và nhiều khu công nghiệp lớn đều bị ô nhiễm. Phần lớn lượng nước thải sinh hoạt (khoảng 600.000 m³ mỗi ngày, với khoảng 250 tấn rác được thải ra các sông ở khu vực Hà Nội) và công nghiệp (khoảng 260.000 m³ nhưng chỉ có 10% được xử lý) đều không được xử lý, mà đổ thẳng vào các ao hồ, sau đó chảy ra các con sông lớn tại vùng Châu Thổ sông Hồng và sông Mê Kông. Ngoài ra, nhiều nhà máy và cơ sở sản xuất như các lò mổ và ngay bệnh viện (khoảng 7.000 m³ mỗi ngày, chỉ 30% là được xử lý) cũng không được trang bị hệ thống xử lý nước thải.



Hình 1.10. Cuộc sống con người đang bị đe dọa bởi sự ô nhiễm nguồn nước.

Nhiều ao hồ và sông ngòi tại Hà Nội bị ô nhiễm nặng, đáng lưu ý là hệ thống hồ trong công viên Yên Sở. Đây được coi là thùng chứa nước thải của Hà Nội với hơn 50% lượng nước thải của thành phố. Người dân trong khu vực này không có đủ nước sạch cho nhu cầu sinh hoạt và tưới tiêu. Điều kiện sống của họ cũng bị đe dọa nghiêm trọng vì nhiều khu vực trong công viên là nơi nuôi dưỡng mầm mống của dịch bệnh. Mặc dù mở cửa từ năm 2002 nhưng công viên Yên Sở không được sử dụng hiệu quả do sự ô nhiễm và mùi ô uế bốc lên từ hồ. Vì vậy, quá trình phát triển vẫn đậm chân

tại chỗ. Nhiều sông hồ ở phía Nam thành phố như Tô Lịch và Kim Ngưu cũng đang nằm trong tình trạng ô nhiễm như vậy.

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ KHOA HỌC CHIẾT TÁCH THÔNG TIN NƯỚC MẶT BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS

2.1. Khái quát chung về công nghệ viễn thám

2.1.1. Định nghĩa về viễn thám

Viễn thám được định nghĩa là một khoa học và công nghệ thu thập và phân tích thông tin về đối tượng mà không có sự tiếp xúc trực tiếp đến vật thể.

Theo Lê Văn Trung (2010), Viễn thám được định nghĩa như là một khoa học nghiên cứu các phương pháp thu nhận, đo lường và phân tích thông tin của đối tượng (vật thể) mà không có những tiếp xúc trực tiếp với chúng.

Viễn thám (Remote sensing) được định nghĩa bằng nhiều cách khác nhau, nhưng nhìn chung để thống nhất theo quan điểm chung sau: viễn thám là khoa học và công nghệ thu thập thông tin của vật thể mà không tiếp xúc trực tiếp với vật thể đó.



Hình 2.1. Khái niệm chung về viễn thám

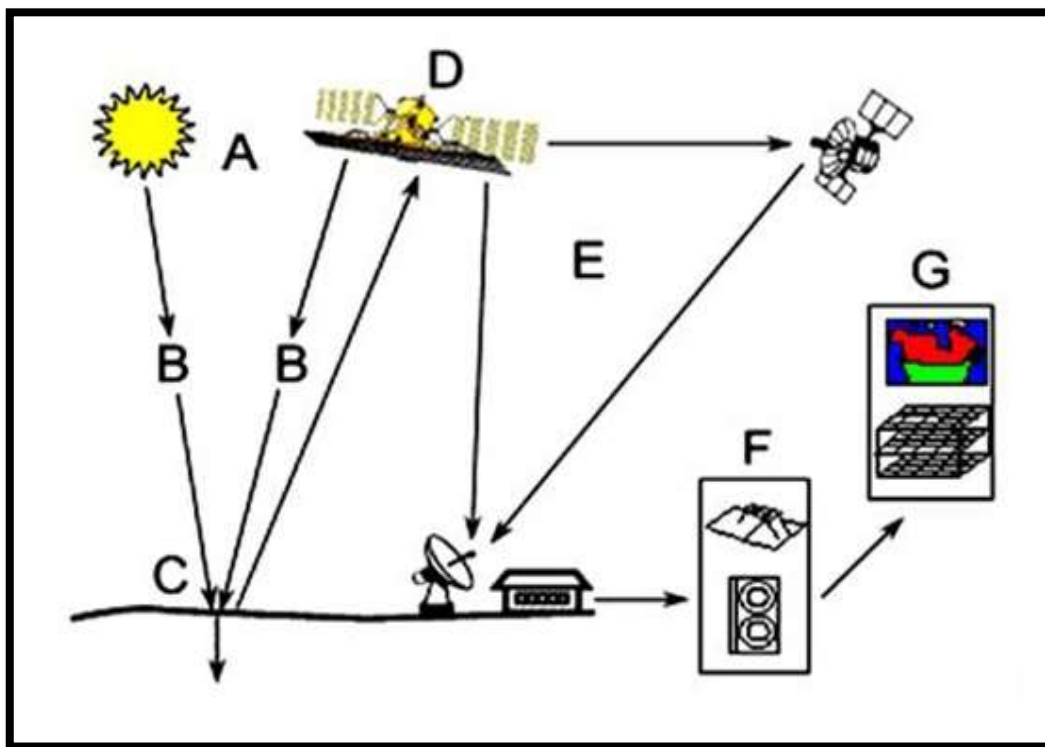
2.1.2. Nguyên lý hoạt động:

Trong viễn thám, nguyên tắc hoạt động của nó liên quan giữa sóng điện từ từ nguồn phát và vật thể quan tâm.

Nguồn phát năng lượng (A) - yêu cầu đầu tiên cho viễn thám là có nguồn năng lượng phát xạ để cung cấp năng lượng điện từ tới đối tượng quan tâm.

Sóng điện từ và khí quyển (B) - khi năng lượng truyền từ nguồn phát đến đối tượng, nó sẽ đi vào và tương tác với khí quyển mà nó đi qua. Sự tương tác này có thể xảy ra lần thứ 2 khi năng lượng truyền từ đối tượng tới bộ cảm biến.

Sự tương tác với đối tượng (C) - một khi năng lượng gặp đối tượng sau khi xuyên qua khí quyển, nó tương tác với đối tượng. Phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng và sóng điện từ mà năng lượng phản xạ hay bức xạ của mỗi đối tượng có sự khác nhau.



Hình 2.2. Nguyên lý hoạt động của viễn thám

Việc ghi năng lượng của bộ cảm biến (D) - sau khi năng lượng bị tán xạ hoặc phát xạ từ đối tượng, một bộ cảm biến để thu nhận và ghi lại sóng điện từ.

Sự truyền tải, nhận và xử lý (E) - năng lượng được ghi nhận bởi bộ cảm biến phải được truyền tải đến một trạm thu nhận và xử lý. Năng lượng được truyền đi thường ở dạng điện. Trạm thu nhận sẽ xử lý năng lượng này để tạo ra ảnh dưới dạng hardcopy hoặc là số.

Sự giải đoán và phân tích (F) - ảnh được xử lý ở trạm thu nhận sẽ được giải đoán trực quan hoặc được phân loại bằng máy để tách thông tin về đối tượng.

Ứng dụng (G) - đây là thành phần cuối cùng trong quy trình xử lý của công nghệ viễn thám. Thông tin sau khi được tách ra từ ảnh có thể được ứng dụng để hiểu tốt hơn về

đối tượng, khám phá một vài thông tin mới hoặc hỗ trợ cho việc giải quyết một vấn đề cụ thể. (Trần Thống Nhất, Nguyễn Kim Lợi, 2009).

2.1.3. Phân loại viễn thám

* Theo đặc điểm quỹ đạo viễn thám chia làm 2 loại:

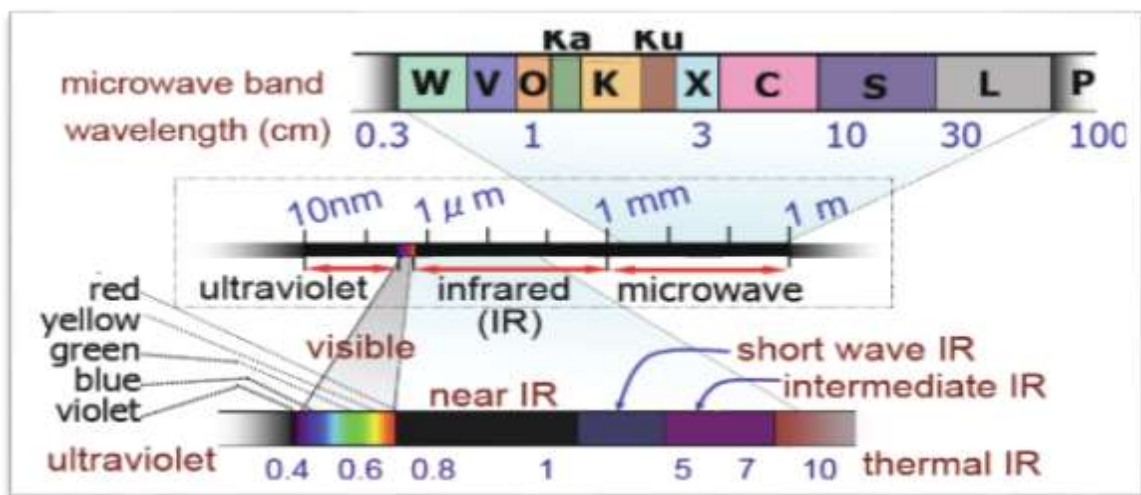
- Viễn thám vệ tinh địa tĩnh: Tọa độ góc quay bằng tốc độ góc quay trái đất
- Viễn thám vệ tinh quỹ đạo cực: Vệ tinh có mặt phẳng quỹ đạo vuông góc hoặc gần vuông góc so với mặt phẳng xích đạo và thiết kế thời gian sao cho thời gian thu ảnh trên mỗi vùng lãnh thổ trùng với giờ địa phương và thời gian thu lặp lại là cố định.

* Theo thiết bị bay chụp viễn thám chia làm 2 loại:

- Viễn thám vũ trụ: Sử dụng vệ tinh và các tàu vũ trụ để bay chụp
- Viễn thám hàng không: Sử dụng các loại máy bay, khí cầu để bay.

* Theo bước sóng, bước sóng chia làm 3 loại

- Viễn thám quang học: Bức xạ phổ của các đối tượng mặt đất do ánh sáng mặt trời, gồm các dải sóng nhìn thấy (Visible), cận hồng ngoại (Near-IR) và hồng ngoại trung (Mid-IR), ảnh thu được bởi kỹ thuật viễn thám này được gọi là ảnh quang học.

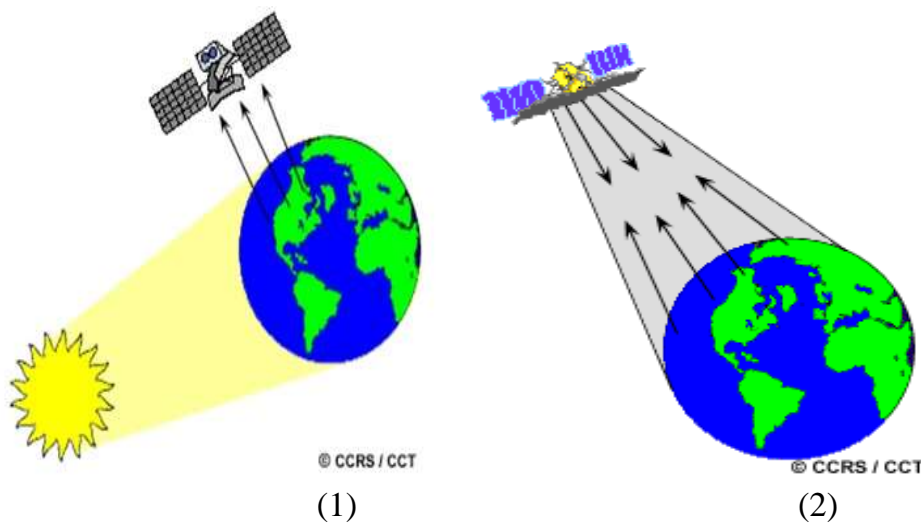


Hình 2.2. Các kênh sử dụng trong viễn thám

- Viễn thám hồng ngoại nhiệt: Ghi nhận bức xạ nhiệt của các đối tượng trên mặt đất ở dải sóng hồng ngoại nhiệt (Thermal IR). Nguồn năng lượng chính là bức xạ nhiệt do chính vật thể sinh sản ra, hầu như mỗi vật thể trong nhiệt độ bình thường đều tự phát ra một bức xạ. Ảnh thu được bởi kỹ thuật viễn thám này được gọi là ảnh nhiệt.
- Viễn thám siêu cao tần: Trong viễn thám siêu cao tần 2 kỹ thuật chủ động và bị động đều được áp dụng như hình
- + Viễn thám bị động (1): Sử dụng năng lượng mặt trời hoặc năng lượng do vật thể bức xạ

+ Viễn thám chủ động (2): Thiết bị thu nhận phát ra nguồn năng lượng tới vật thể rồi thu nhận tín hiệu phản xạ lại.

Viễn thám bị động thu lại sóng vô tuyến cao tần với bước sóng lớn hơn 1mm mà được bức xạ tự nhiên hoặc phản xạ từ một số đối tượng. Vì có bước sóng dài nên năng lượng thu nhận được của kỹ thuật viễn thám trong dải sóng nhìn thấy. Đối với viễn thám Radar siêu cao tần chủ động (Radio Detection And Ranging), vệ tinh cung cấp năng lượng riêng và phát trực tiếp đến các vật thể, rồi thu lại năng lượng do sóng phản xạ lại từ các vật thể. Cường độ năng lượng phản xạ được đo lường để phân biệt giữa các đối tượng với nhau. Ảnh thu được từ kỹ thuật viễn thám này được gọi là ảnh Radar.



Hình 2.4. Viễn thám chủ động (1) và bị động (2)

2.1.4. Đặc điểm tư liệu viễn thám

Tư liệu ảnh viễn thám bao gồm các loại ảnh hàng không và ảnh vệ tinh ở dạng tương tự và dạng số. Viễn thám vệ tinh sử dụng các bộ cảm gắn trên vệ tinh nhân tạo hoạt động ở bước sóng từ 400 nm đến 25 cm để thu thập dữ liệu về nghiên cứu Trái đất. một số bộ cảm hoạt động ở vùng nhìn thấy và cận hồng ngoại của giải phổ cung cấp các thông số liên hệ với màu của đối tượng, thường liên quan đến tính hóa học hay khoáng vật của đối tượng. Dữ liệu thu thập từ các bộ cảm hồng ngoại nhiệt cho biết giá trị liên quan đến và các tính chất nhiệt của đối tượng. Với những thông tin về độ nhám bề mặt và độ ẩm, có thể chiết xuất từ dữ liệu thu được từ bước vi sóng (radar).

Ảnh vệ tinh ngày càng đa dạng cung cấp nhiều thông tin. Việc ứng dụng viễn thám trong theo dõi quá trình xâm nhập mặn nói riêng và trong quan trắc môi trường nói chung đòi hỏi phải chú ý lựa chọn dữ liệu sao cho phù hợp. Các thông số quan

trọng đặc trưng cho thông tin của một ảnh vệ tinh cần lựa chọn cho đối tượng nghiên cứu đó là độ phân giải không gian, độ phân giải phổ và độ phân giải thời gian.

Độ phân giải không gian: độ phân giải không gian của ảnh vệ tinh cho biết đối tượng nhỏ nhất có thể phân biệt trên ảnh. Mỗi pixel của ảnh phản ánh một giá trị trung bình của một vật thể trong pixel.

Độ phân giải phổ: vệ tinh thu nhận sóng phản xạ trên một khoảng bước sóng nhất định. Độ rộng hẹp của khoảng bước sóng này là độ phân giải phổ của ảnh. Khoảng các bước sóng càng hẹp thì tính chất phản xạ phổ của đối tượng càng đồng nhất.

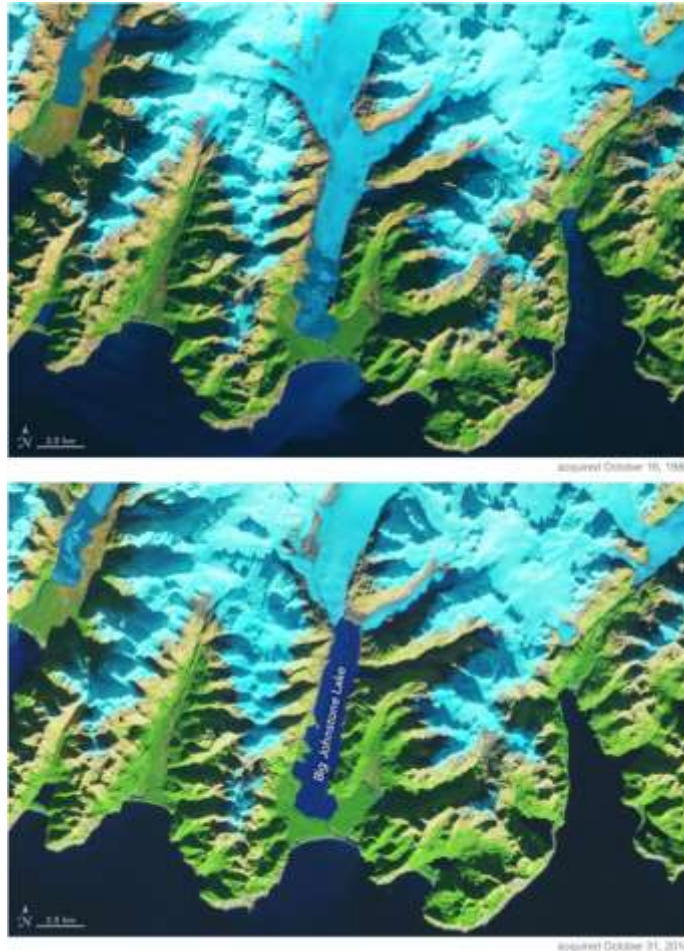
Độ phân giải không gian: khoảng thời gian mà một vệ tinh hoàn thành toàn bộ chu kỳ bay quanh quỹ đạo để chụp lại khu vực xem xét trước đó. Khoảng thời gian lặp lại càng nhỏ thì thông tin thu thập càng nhiều.

2.1.5. Vai trò của tư liệu viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên nước

Tài nguyên nước ở đây bao hàm cả nước mặt và nước ngầm, để phục vụ mục đích quản lý và khai thác phải có sự giám sát phân bố các đối tượng thủy văn và các nguồn nước ngầm, qua đó xác định được khối lượng và chất lượng diễn biến theo mùa, theo thời gian. Các hiện tượng thủy văn có liên quan như lũ lụt, nhiễm mặn, biến động lòng sông, ao hồ.

Ảnh vệ tinh được sử dụng chuyên cho mục đích kiểm kê các nguồn nước mặt, qua công tác hiện chỉnh bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh là tài liệu chính dùng để cập nhật mạng lưới thủy văn bao gồm sông, suối, kênh mương, các hồ chứa nước và hồ, đầm, ao.

Về mặt nước ngầm, các nhà địa chất – thủy văn đã tiến hành một số thử nghiệm sử dụng ảnh vệ tinh kết hợp với các phương pháp truyền thống để điều tra, thành lập bản đồ nước ngầm.



Như vậy, tính năng nổi bật về vai trò của viễn thám trong nghiên cứu biến động lớp phủ mặt đất được khái quát như sau:

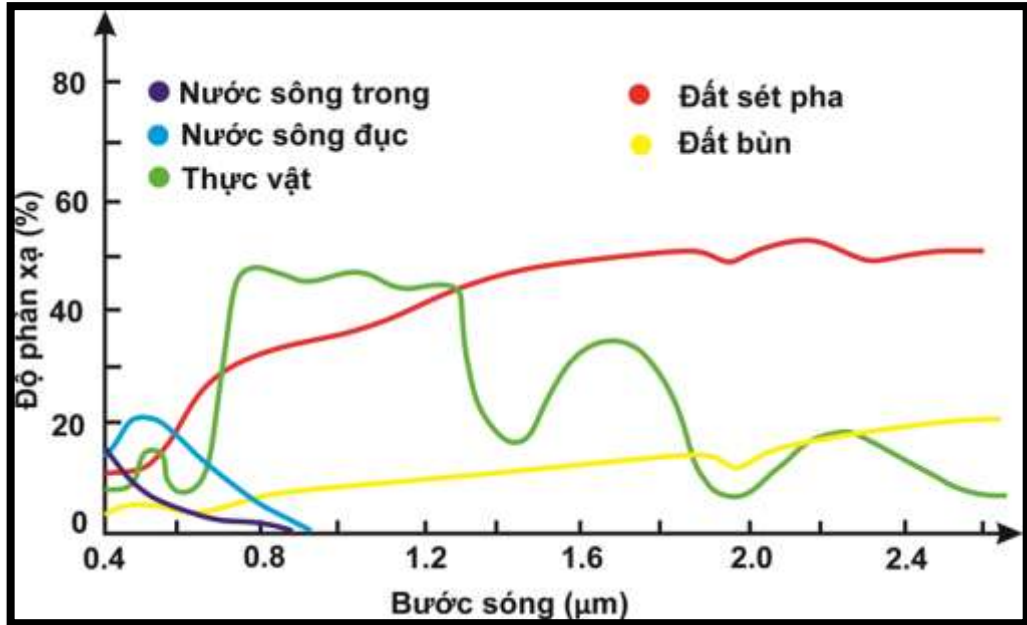
- Tính chất chụp lặp của dữ liệu viễn thám trong công tác thu thập dữ liệu cho khu vực rộng lớn là không thể có được bởi các phương pháp thông thường.
- Thông tin được thu thập ở những khu vực khó hoặc không thể tiếp cận được bằng phương pháp khác.
- Tiết kiệm thời gian và tiền bạc.
- Xác định rõ ràng các khu vực có sự thay đổi.
- Dữ liệu phong phú trải đều trong các mùa khác nhau, đa độ phân giải không gian cũng như phân giải phổ cho phép tiếp cận đối tượng theo nhiều hướng khác nhau.
- Dữ liệu kỹ thuật số là dữ liệu lưu trữ mang tính vĩnh viễn.
- Thông tin không bị chi phối bởi các yếu tố chính trị, xã hội trên bề mặt trái đất.

Đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên chính

Những thông tin về đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên sẽ cho phép các nhà chuyên môn chọn các kênh ảnh tối ưu, chứa nhiều thông tin nhất về đối tượng

nghiên cứu, đồng thời đây cũng là cơ sở để phân tích nghiên cứu các tính chất của đối tượng, tiến tới phân loại chúng.

Sau đây là tóm tắt đặc điểm phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên chính trên dữ liệu viễn thám.



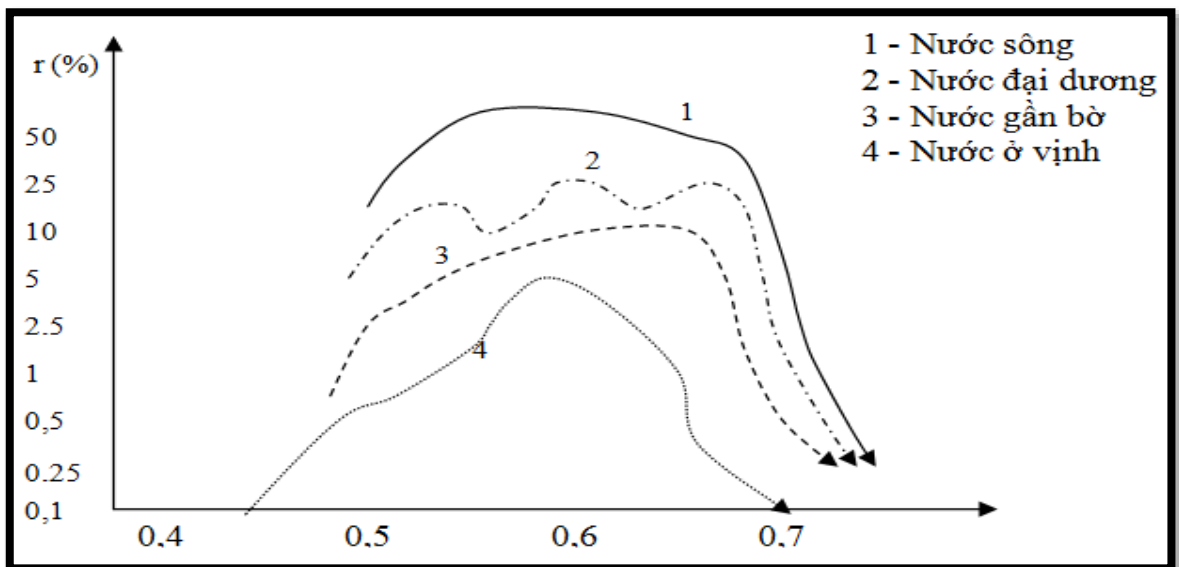
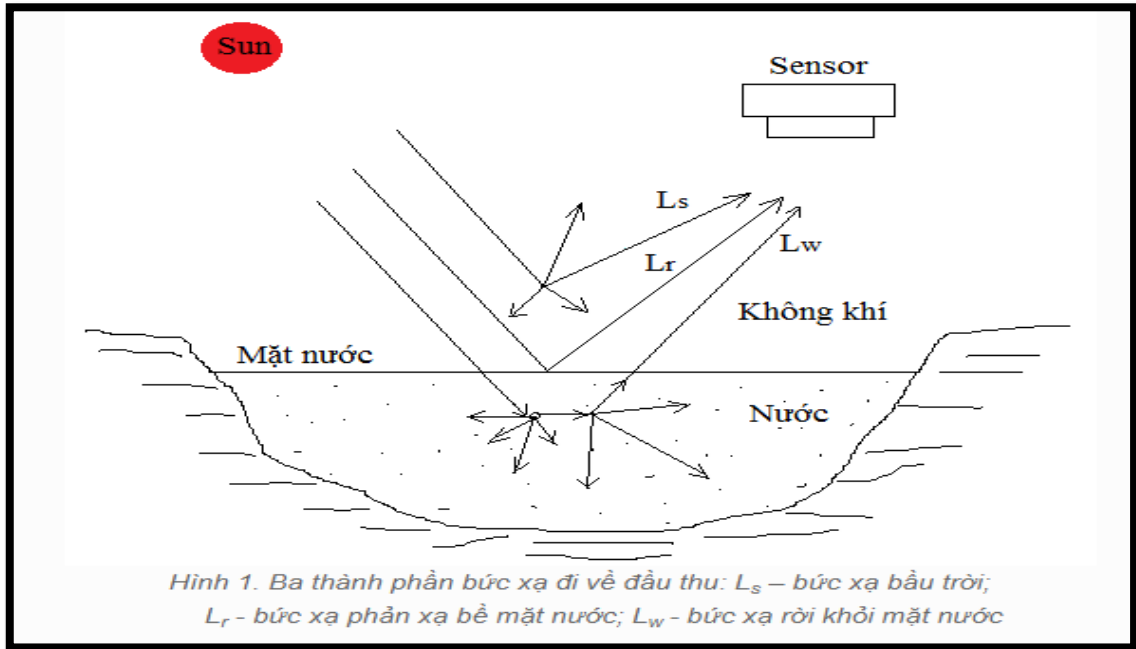
Hình 2.5. Đường cong phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên

Hình dạng của đường cong phổ phản xạ còn phụ thuộc rất nhiều vào tính chất của các đối tượng. Trong thực tế, các giá trị phổ của các đối tượng khác nhau, của một nhóm đối tượng cũng rất khác nhau, song về cơ bản chúng dao động xung quanh giá trị trung bình.

- **Thực vật:** Thực vật khoẻ mạnh chứa nhiều diệp lục tố (Chlorophyll), phản xạ rất mạnh ánh sáng có bước sóng từ 0,45 - 0,67μm (tương ứng với dải sóng màu lục Green) vì vậy ta nhìn thấy chúng có màu xanh lục. Khi diệp lục tố giảm đi, thực vật chuyển sang có khả năng phản xạ ánh sáng màu đỏ trội hơn. Kết quả là lá cây có màu vàng (do tổ hợp màu Green và Red) hoặc màu đỏ hảm (rừng ở khí hậu lạnh, hiện tượng này khá phổ biến khi mùa đông đến), ở vùng hồng ngoại phản xạ (từ 0,7 -1,3 μm) thực vật có khả năng phản xạ rất mạnh, khi sang vùng hồng ngoại nhiệt và vi sóng (Microwave) một số điểm cực trị ở vùng sóng dài làm tăng khả năng hấp thụ ánh sáng của hơi nước trong lá, khả năng phản xạ của chúng giảm đi rõ rệt và ngược lại, khả năng hấp thụ ánh sáng lại tăng lên. Đặc biệt đối với rừng có nhiều tầng lá, khả năng đó càng tăng lên (ví dụ rừng rậm nhiệt đới).

- **Nước:** Nước trong chỉ phản xạ mạnh ở vùng sóng của tia xanh lơ (Blue) và yếu dần khi sang vùng tia xanh lục (Green), triệt tiêu ở cuối dải sóng đỏ (Red). Khi nước bị đục, khả năng phản xạ tăng lên do ảnh hưởng sự tán xạ của các vật chất lơ lửng. Sự

thay đổi về tính chất của nước (độ đục, độ mặn, độ sâu, hàm lượng Chlorophyl,...) đều ảnh hưởng đến tính chất phổ của chúng. Nghĩa là khi tính chất nước thay đổi, hình dạng đường cong và giá trị phổ phản xạ sẽ bị thay đổi.



Hình 2.6. Đường cong phản xạ phổ của các loại nước mặt trên ảnh vệ tinh

• **Đất khô:** Đường cong phổ phản xạ của đất khô tương đối đơn giản, ít có những cực đại và cực tiểu một cách rõ ràng, lý do chính là các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất phổ của đất khá phức tạp và không rõ ràng như ở thực vật. Các yếu tố ảnh hưởng đến

đường cong phổ phản xạ của đất là: lượng ẩm, cấu trúc của đất (tỉ lệ cát, bột và sét), độ nhám bề mặt, sự có mặt của các loại oxyt kim loại, hàm lượng vật chất hữu cơ,... các yếu tố đó làm cho đường cong phổ phản xạ biến động rất nhiều quanh đường cong có giá trị trung bình. Tuy nhiên quy luật chung là giá trị phổ phản xạ của đất tăng dần về phía sóng có bước sóng dài. Các cực trị hấp thụ phổ do hơi nước cũng diễn ra ở vùng 1,4; 1,9; và 2,7 μm .

• **Đá:** Đá cấu tạo khối, khô có dạng đường cong phổ phản xạ tương tự như của đất song giá trị tuyệt đối thường cao hơn. Tuy nhiên, cũng như đối với đất, sự biến động của giá trị phổ phản xạ phụ thuộc vào nhiều yếu tố của đá: mức độ chứa nước, cấu trúc, cấu tạo, thành phần khoáng vật, tình trạng bề mặt,...

Tóm lại:

- Phổ phản xạ là thông tin quan trọng nhất mà viễn thám thu được về các đối tượng. Dựa vào đặc điểm phổ phản xạ (cường độ, dạng đường cong ở các dải sóng khác nhau) có thể phân tích, so sánh và nhận diện các đối tượng trên bề mặt. Thông tin về phổ phản xạ là thông tin đầu tiên, là tiền đề cho các phương pháp phân tích xử lý ảnh trong viễn thám, đặc biệt là xử lý số.

- Các đối tượng khác nhau trong cùng một nhóm đối tượng sẽ có dạng đường cong phổ phản xạ chung, tương đối giống nhau, song sẽ khác nhau về các chi tiết nhỏ trên đường cong, hoặc khác nhau về độ lớn giá trị cường độ phản xạ. Khi tính chất của đối tượng bị thay đổi thì đường cong phổ phản xạ cũng sẽ bị biến đổi.

2.2. Tổng quan về GIS

2.2.1. Khái niệm

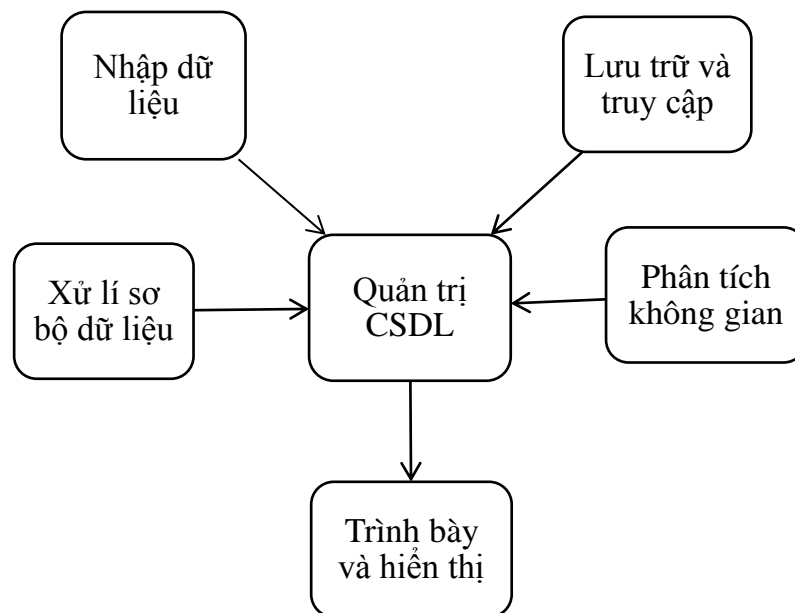
Hệ thống thông tin địa lý (*Geographic Information System* - gọi tắt là GIS) được hình thành vào những năm 1960 và phát triển rất rộng rãi trong 10 năm lại đây. GIS ngày nay là công cụ trợ giúp quyết định trong nhiều hoạt động kinh tế - xã hội, quốc phòng của nhiều quốc gia trên thế giới. GIS có khả năng trợ giúp các cơ quan chính phủ, các nhà quản lý, các doanh nghiệp, các cá nhân... đánh giá được hiện trạng của các quá trình, các thực thể tự nhiên, kinh tế - xã hội thông qua các chức năng thu thập, quản lý, truy vấn, phân tích và tích hợp các thông tin được gắn với một nền hình học (bản đồ) nhất quán trên cơ sở tọa độ của các dữ liệu đầu vào.

Có nhiều cách tiếp cận khác nhau khi định nghĩa GIS. Nếu xét dưới góc độ hệ thống, thì GIS có thể được hiểu như một hệ thống gồm các thành phần: con người, phần cứng, phần mềm, cơ sở dữ liệu và quy trình-kiến thức chuyên gia, nơi tập hợp các quy định, quy phạm, tiêu chuẩn, định hướng, chủ trương ứng dụng của nhà quản lý, các kiến thức chuyên ngành và các kiến thức về công nghệ thông tin.

2.2.2. Chức năng của GIS

GIS có 4 chức năng cơ bản:

- Thu thập dữ liệu: dữ liệu sử dụng trong GIS đến từ nhiều nguồn khác nhau và GIS cung cấp công cụ để tích hợp dữ liệu thành một định dạng chung để so sánh và phân tích.
- Quản lý dữ liệu: sau khi dữ liệu được thu thập và tích hợp, GIS cung cấp các chức năng lưu trữ và duy trì dữ liệu.
- Phân tích không gian: là chức năng quan trọng nhất của GIS nó cung cấp các chức năng như nội suy không gian, tạo vùng đệm, chồng lớp.
- Hiển thị kết quả: GIS có nhiều cách hiển thị thông tin khác nhau. Phương pháp truyền thống bằng bảng biểu và đồ thị được bổ sung với bản đồ và ảnh ba chiều. Hiển thị trực quan là một trong những khả năng đáng chú ý nhất của GIS, cho phép người sử dụng tương tác hữu hiệu với dữ liệu. (Nguyễn Kim Lợi, Lê Cảnh Định, Trần Thống Nhất, 2009).

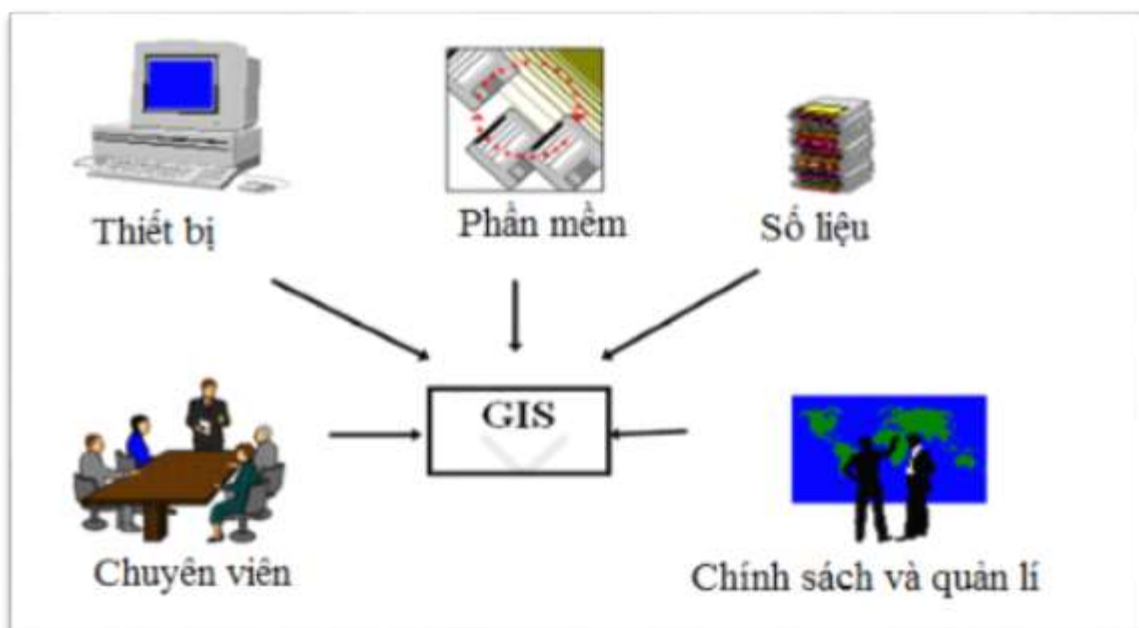


Hình 2.7. Chức năng của GIS

2.2.3. Các thành phần của GIS

Công nghệ GIS bao gồm 5 hợp phần cơ bản là:

- Thiết bị (hardware)
- Phần mềm (software)
- Số liệu (Geographic data)
- Chuyên viên (Expertise)
- Chính sách và cách thức quản lý (Policy and management)



Hình 2.8. Các thành phần của hệ thống tin địa lí

2.2.4. Khả năng phân tích không gian của GIS

*Thông tin không gian trong GIS

Thông tin không gian trong HTTĐL được xây dựng và phát triển tương tự như cách xây dựng các thông tin bản đồ. Các đối tượng số trong CSDL không gian là sự phản ánh lại các thực thể trong thế giới thực cùng với thông tin thuộc tính tương ứng. Các thông tin được mô tả bao gồm: Địa hình, địa vật (những chi tiết về mặt phẳng), và một số chú giải mô tả. Địa hình có thể được mô tả các đường đồng mức, các điểm ghi chú độ cao hoặc mô hình số độ cao, còn những chi tiết về mặt phẳng có thể được thể hiện bằng điểm, đường, vùng.

Để phản ánh được toàn bộ các thông tin cần thiết của các đối tượng số, các đối tượng địa lý còn được phản ánh theo cấu trúc phân mảnh, phân lớp thông tin. Tuy nhiên, khái niệm mảnh trong HTTĐL không hoàn toàn giống với khái niệm chia mảnh bản đồ mà nó có hình dạng bất kỳ sao cho phù hợp với khả năng xử lý của hệ thống. Ví dụ như: chia mảnh theo đơn vị hành chính, hoặc chia theo mật độ phân bố dân cư.

Một trong những bước quan trọng trong xây dựng CSDL thông tin địa lý là phân loại các lớp thông tin. Mỗi một lớp thông tin lưu trữ một loại các đối tượng có những tính chất, đặc điểm giống nhau, các phân lớp thông tin sẽ ảnh hưởng rất lớn đến tính hiệu quả, khả năng xử lý và sử dụng lâu dài của CSDL không gian. Để đạt được điều này trước hết cần thiết kể các lớp thông tin cơ bản và các lớp thông tin bổ xung tùy theo các ứng dụng khác.

* Khả năng phân tích không gian của GIS

Các chức năng xử lý phân tích thông tin địa lý có thể chia thành các nhóm ghép tính sau:

Các phép toán về xử lý cơ sở toán học thông tin không gian

Chuyển đổi phép chiếu, chuyển đổi tọa độ, múi chiếu, chuyển đổi tỷ lệ nền địa lý.

Chuyển đổi giữa các đơn vị khác nhau.

Nắn chỉnh hình học, thực hiện việc điều chỉnh hình ảnh bản đồ theo điều kiện hình học để chuyển đổi về đồ hình thực của nó, nhằm loại bỏ các sai số biến dạng hình học.

Xử lý thông tin bản đồ: tiếp biên, ghép bản đồ, chồng lớp không gian, lập bản đồ chuyên đề, phân tích hoặc chồng phủ các vùng.

Các phép toán về chỉnh sửa, chuẩn hóa dữ liệu.

Phép sửa lỗi (CLEAN): được dùng để sửa lỗi thường gặp trong quá trình nhập các lỗi bản đồ (có thể là tự động hoặc hiển thị lỗi để thao tác viên sửa), các lỗi do CLEAN là:

Đường cắt nhau (Intersection): các đường bắt buộc phải cắt nhau tại các điểm nút, không được chéo nhau.

Bắt không đúng vị trí: gồm bắt quá (over shoot), bắt chưa tới (under shoot).

Đường số hóa trùng lặp nhau nhiều lần (Duplicate).

Lọc, bỏ bớt giá trị điểm tham gia tạo đường khi mật độ quá dày.

Phép toán xây dựng topology (BUILD) có chức năng chạy tự động nhằm xây dựng cấu trúc topology của các đối tượng không gian dạng vector.

Các phép toán chuyển đổi: khuôn dạng dữ liệu khi xuất dữ liệu dạng các hệ thông tin địa lý khác.

Các phép phân tích dữ liệu địa lý

Các công cụ về phân tích dữ liệu địa lý chia thành các nhóm chính là hỏi đáp CSDL (Database Query), đại số bản đồ (Map Algebra) và các toán tử nội suy bề mặt.

-Hỏi đáp cơ sở dữ liệu thường có 2 định hướng:

+ Hỏi đáp dữ liệu không gian (Spatial Query) để trả lời câu hỏi chúng ta có gì tại vị trí này.

+ Hỏi đáp dữ liệu thuộc tính (Attribute Query) để trả lời câu hỏi những vị trí nào mang thuộc tính này. Gồm 2 bước, chọn các đối tượng thỏa mãn điều kiện tìm kiếm theo từng lớp riêng rẽ và chồng xếp các đối tượng tìm riêng rẽ trên từng lớp ra tập đối tượng thỏa mãn toàn bộ các kiểu điều kiện chung cho các lớp thông tin.

-Đại số bản đồ (Map Algebra): có thể coi là phần mở rộng của phân tích không gian, là cốt lõi của việc tạo ra các dữ liệu bản đồ mới từ các dữ liệu cũ. Thông thường nó được dùng để xử lý ảnh số, tính toán, phân tích bề mặt.

+ Các phép toán nội suy bề mặt: bao gồm các phép toán liên quan đến nội suy địa hình hoặc bề mặt liên tục nào đó trong không gian 3 chiều (3D):

- . Nội suy bề mặt địa hình từ các số liệu đầu vào.
- . Các phép toán giải quyết các bài toán liên quan đến khoảng cách.
- . Các phép toán về tính lân cận.

Một khi đã có một hệ thống GIS lưu giữ các thông tin địa lý, có thể bắt đầu hỏi các câu hỏi đơn giản như:

* Hoạt động công nghiệp ở đâu?

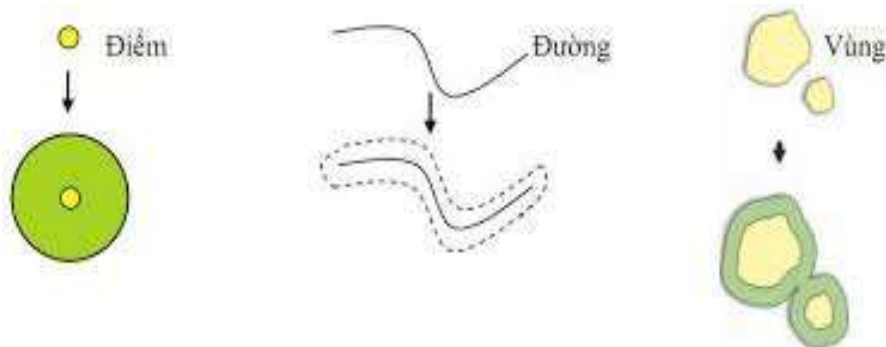
Và các câu hỏi phân tích như:

- Tất cả các vị trí hợp lý cho xây dựng các tòa nhà mới nằm ở đâu?
- Kiểu đất ưu thế cho ruwngd sồi là gì?
- Nếu xây dựng một đường quốc lộ mới đây, giao thông sẽ chịu ảnh hưởng như thế nào?

GIS cung cấp cả khả năng hỏi đáp đơn giản “chỉ và nhấn” và các công cụ phân tích tinh vi để cung cấp kịp thời thông tin cho những người quản lý và phân tích. Các hệ GIS hiện đại có nhiều công cụ phân tích hiệu quả, trong đó có 2 công cụ quan trọng đặc biệt:

+ Phân tích liên kề

GIS có khả năng phân tích những đối tượng xung quanh một đối tượng cụ thể nào đó bằng cách dùng một vùng đệm. Vùng đệm là một dạng hình học dựa trên đối tượng tồn tại khác (điểm, đường và vùng) mà nó có thể được GIS tạo ra. Đối tượng đệm diễn tả tổng diện tích trong một khoảng cách nào đó của một feature được cho trước.



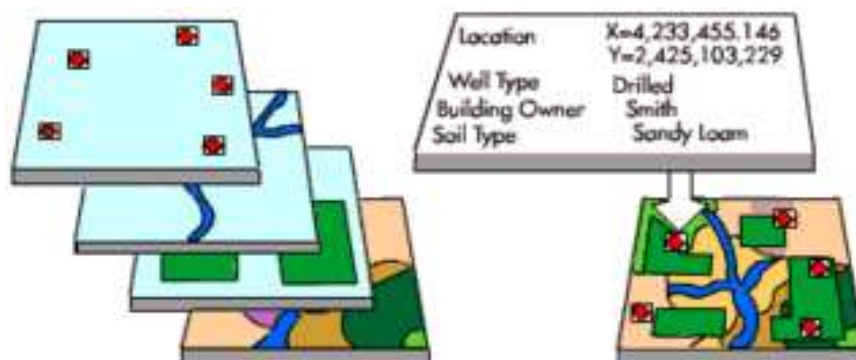
Hình 2.9. Các kiểu vùng đệm

Ta có thể dùng GIS để tạo ra những vùng đệm và sau đó xá định tất cả các feature nằm trong một khoảng cụ thể. Chẳng hạn như ta lựa chọn tất cả các địa chỉ trong một vùng đệm 500m của một con đường đông đúc và so sánh chúng với dữ liệu về tác động bệnh hen suyễn. Bằng các so sánh 2 tập hợp dữ liệu, ta có thể thống kê được những người bệnh hen suyễn đang sống trong vùng đệm nhiều hơn là dân số chung.

Nó cho phép phân tích hay không nhân tố của sự sống gần những con đường đông đúc với nguyên nhân gây ra bệnh hen suyễn.

+ Phân tích chồng xếp

Chồng xếp là quá trình tích hợp các lớp thông tin khác nhau. Các thao tác phân tích đòi hỏi một hoặc nhiều lớp dữ liệu phải được liên kết vật lý. Sự chồng xếp này, hay liên kết không gian, có thể là sự kết hợp dữ liệu về đất, độ dốc, thảm thực vật hoặc sở hữu đất với định giá thuế...



Hình 2.10. Phân tích chồng xếp

Quá trình chồng xếp sử dụng một bản đồ để sinh ra thông tin mới và các đối tượng mới. Trong nhiều trường hợp toponym mới sẽ được tạo lại. Phân tích chồng xếp khá tốn thời gian và phụ thuộc vào nhóm các ứng dụng có tính chất sâu, khi hệ thống được khai thác được sử dụng ở mức độ cao hơn là được sử dụng cho từng vùng cụ thể hoặc cả nước với tỷ lệ bản đồ phù hợp.

Với nhiều thao tác trên dữ liệu địa lý, kết quả cuối cùng được hiển thị tốt nhất dưới dạng bản đồ hoặc biểu đồ. Bản đồ khá hiệu quả trong việc lưu giữ và trao đổi thông tin địa lý. Nhờ khả năng xử lý tập hợp dữ liệu lớn từ các cơ sở dữ liệu phức tạp, nên GIS thích hợp với các nhiệm vụ quản lý tài nguyên môi trường. Các mô hình phức tạp cũng có thể dễ dàng cập nhật thông tin nhờ sử dụng GIS.

2.2.5. Vai trò của GIS trong quản lý tài nguyên nước mặt

So với việc đánh giá biến động bằng phương pháp truyền thống thì việc tự động hóa trong đánh giá biến động cho ta một lợi ích to lớn. Viễn thám và GIS cho phép người dùng thực hiện các chức năng: Hiển thị trực quan, tạo lập bản đồ, trợ giúp ra quyết định, trình bày, khả năng tùy biến của chương trình.

Nguyên lý của việc đánh giá biến động của phần mềm này là sau khi chồng xếp 2 lớp thông tin bản đồ lên nhau, phần mềm sẽ tự động hiển thị những vùng biến động về trọng dữ liệu đã đăng ký giữa hai lớp và tính toán được diện tích biến động của các vùng đó trên bản đồ với thao tác đơn giản để đưa ra kết quả. Từ lớp thông tin biến động ta có thể xây dựng được bản đồ biến động.

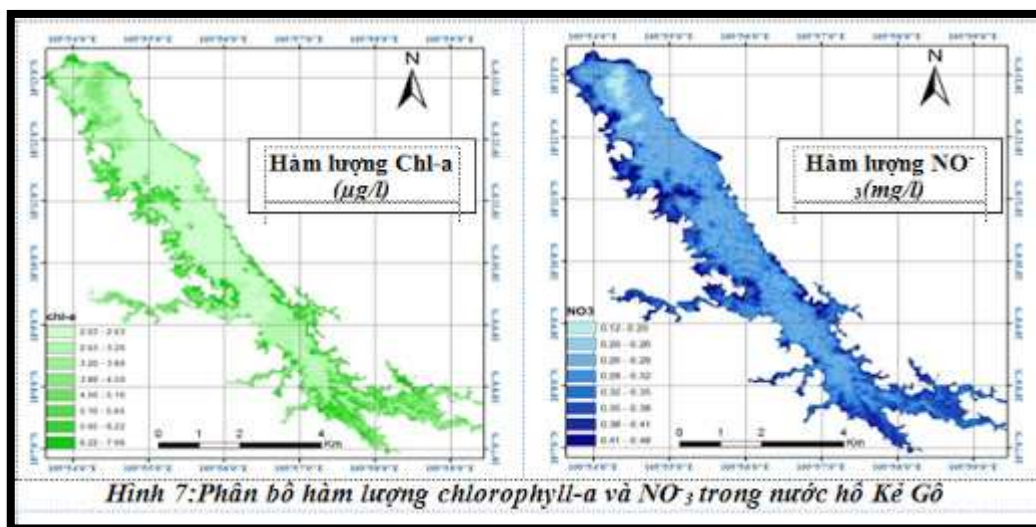
Để đánh giá biến động cần có một ma trận đánh giá biến động. Ma trận này dựa trên các thông tin biến động ta đã xử lý ở trên. Bản đồ biến động thể hiện sự phân bố không gian của các đối tượng bị biến động hoặc cũng có thể biểu thị được mức độ biến động của các đối tượng trên bản đồ còn ma trận biến động hiển thị kết quả thống kê diện tích của các loại đối tượng cùng với sự phân bố biến động sang các đối tượng khác. Và đây chính là ưu điểm hơn hẳn của phương pháp này so với các phương pháp khác.

2.4. Ứng dụng của viễn thám và GIS trong nghiên cứu tài nguyên nước.

Tài nguyên nước bao hàm nước mặt và nước ngầm. Để phục vụ các mục đích quản lý và khai thác tài nguyên nước phải điều tra và giám sát sự phân bố các đối tượng thủy văn và các nguồn nước ngầm, khối lượng và chất lượng cũng như diễn biến theo mùa, theo thời gian của chúng, các hiện tượng thủy văn có liên quan như lũ lụt, nhiễm mặn, biến động lòng sông, lòng hồ,...

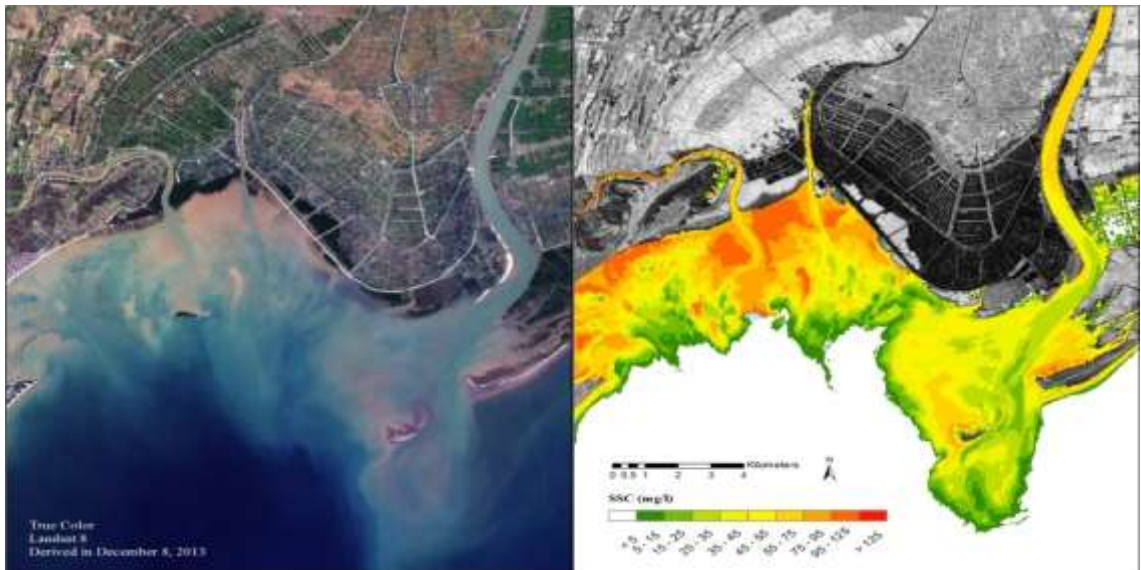
Ngày nay, ảnh vệ tinh có thể đem lại nhiều thông tin trực tiếp và gián tiếp về các nguồn nước mặt cũng như nước ngầm. Các thông tin về chất lượng nước và về nước ngầm cũng cần được nghiên cứu áp dụng, khai thác từ ảnh vệ tinh. Khả năng sử dụng ảnh vệ tinh để điều tra, giám sát tài nguyên nước là một phương pháp cho kết quả nhanh và kịp thời nhất.

Ảnh vệ tinh được sử dụng chuyên cho mục đích kiểm kê các nguồn nước mặt, qua công tác hiện chỉnh bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh là tài liệu chính dùng để cập nhật mạng lưới thủy văn bao gồm sông, suối, kênh mương, các hồ chứa nước và hồ, đầm, ao. Ảnh vệ tinh đã được một số cơ quan sử dụng để khảo sát, thành lập bản đồ biến động lòng sông ở các tỉ lệ khác nhau, từ 1: 100 000 đến 1: 25 000. Ảnh vệ tinh hiện nay có khả năng sử dụng để điều tra giám sát chất lượng nước như độ mặn, mức độ ô nhiễm do chất thải công nghiệp và để điều tra, quản lý tổng hợp các lưu vực sông.

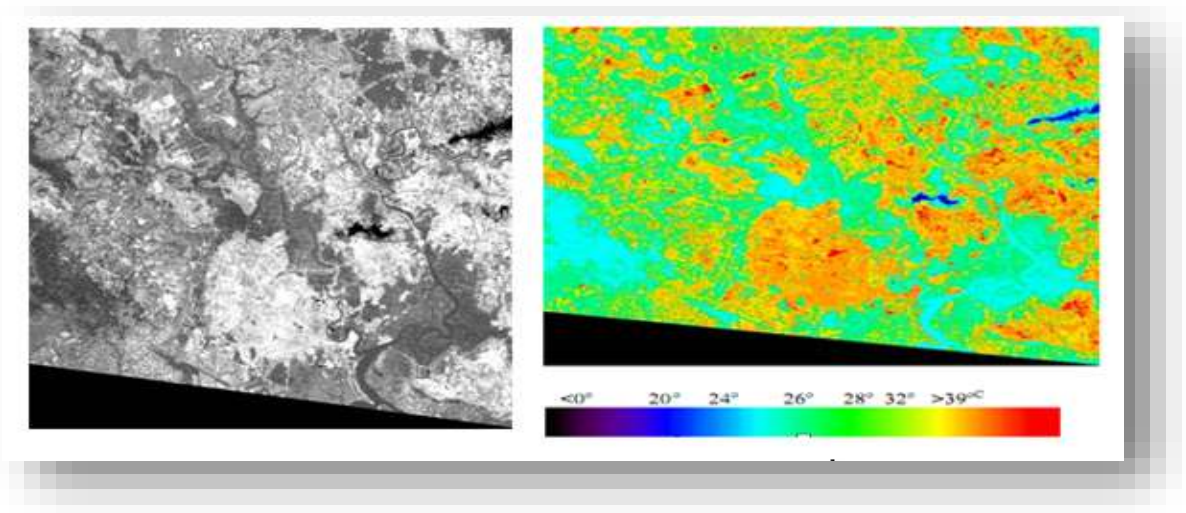




Hình 2.11. Ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên nước mặt



Hình 2.12. Hàm lượng chất rắn lơ lửng được phân tích qua ảnh Landsat 8 tại cửa sông Đáy (Ảnh chụp ngày 8, tháng 12, năm 2013)



Hình 2.9. Kênh 6 của ảnh Landsat và sự phân bố nhiệt tương ứng

CHƯƠNG 3

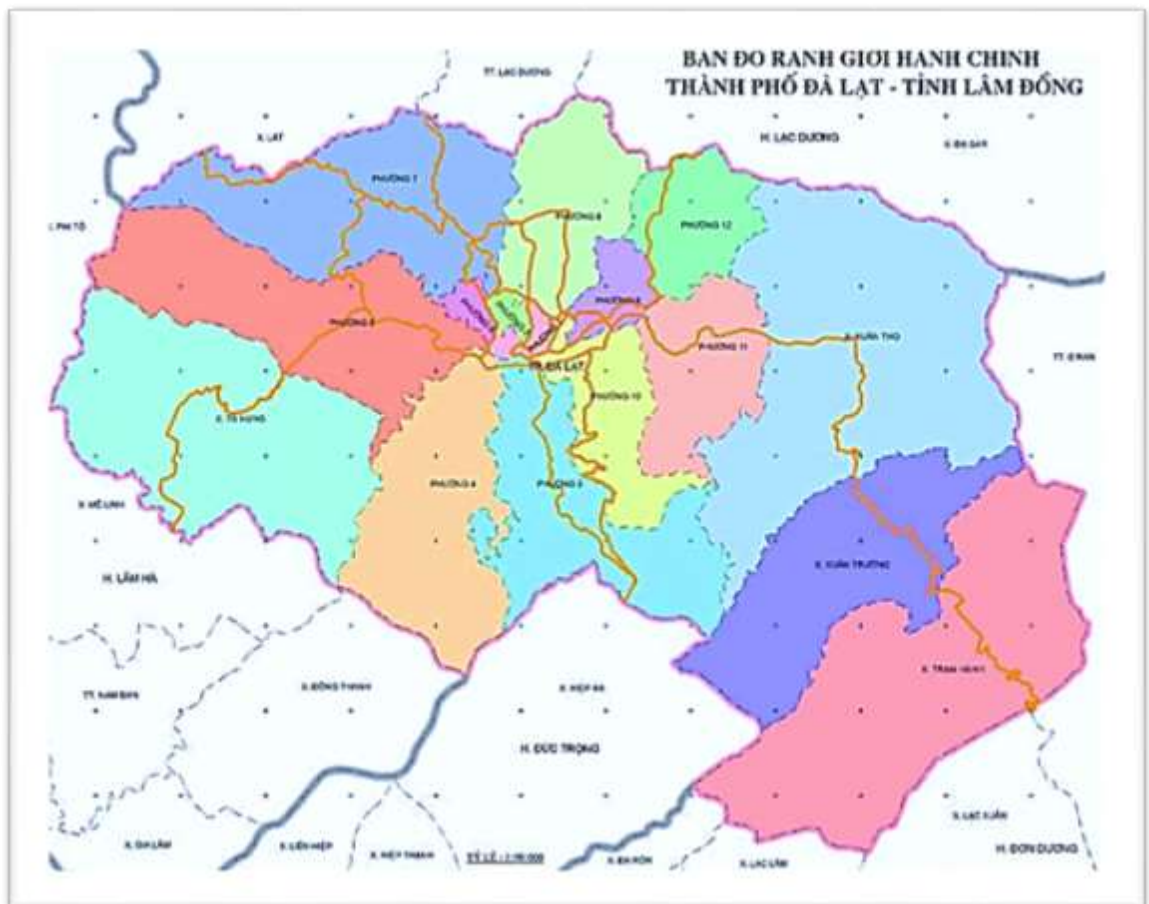
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN BỐ TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT TẠI TP. ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THĂM VÀ GIS

3.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

3.1.1 Vị trí địa lý

Thành phố Đà Lạt nằm trên cao nguyên Lâm Viên, là trung tâm tỉnh lỵ của tỉnh Lâm Đồng, cách thành phố Hồ Chí Minh khoảng 300km về phía Đông Bắc, cách Phan Rang 110km về phía Tây, cách Nha Trang 130km về phía Tây Nam. Địa giới hành chính được xác định như sau:

- + Phía Bắc giáp huyện Lạc Dương.
- + Phía Nam giáp huyện Đức Trọng.
- + Phía Đông và Đông Nam giáp huyện Đơn Dương.
- + Phía Tây và Tây Nam giáp huyện Lâm Hà.



Hình 3. 1 Bản đồ ranh giới hành chính Thành phố Đà Lạt

Đà Lạt là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa, dịch vụ và đầu mối giao lưu kinh tế quan trọng của tỉnh Lâm Đồng, đồng thời là một trong những trung

tâm du lịch, đặc biệt là du lịch tham quan, nghỉ dưỡng, hội nghị, hội thảo và sinh thái của cả nước và khu vực. Là một trong những trung tâm đào tạo đa ngành và nghiên cứu khoa học lớn của cả nước.

Đà Lạt là đầu mối giao thông quan trọng của tỉnh Lâm Đồng và phía Nam vùng Tây Nguyên với các tuyến: Quốc lộ 20, 27, đường cao tốc Đà Lạt - Dầu Giây, sân bay quốc tế Liên Khương, tạo điều kiện thuận lợi cho thành phố trong giao lưu kinh tế quốc tế, hợp tác liên vùng với các tỉnh trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, Duyên hải miền Trung, Tây nguyên...

Như vậy, có thể thấy vị trí địa lý của Đà Lạt có nhiều thuận lợi để Thành phố phát triển thành đô thị có vai trò trung tâm về kinh tế, văn hóa, khoa học - kỹ thuật, là đầu mối phát triển kinh tế liên vùng và đối ngoại, thu hút, thúc đẩy sự phát triển kinh tế tỉnh Lâm Đồng, vùng phía Nam Tây Nguyên nói riêng và cả các vùng lân cận như các tỉnh phía Bắc Đông Nam bộ và phía Nam Duyên hải miền Trung.

3.1.2 Điều kiện tự nhiên

1. Khí hậu

Chế độ khí hậu của lưu vực cũng như vùng Đông Nam Bộ chịu sự chi phối của các hoạt động gió mùa nhiệt đới. Hàng năm có 2 loại gió mùa chính thay nhau hoạt động là gió mùa Đông và gió mùa Hạ.

Gió mùa Đông thịnh hành từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Đây là thời kỳ hoạt động của khối không khí cực đới lục địa Châu Á và khối không khí biển Đông là sự biến dạng của nó. Tuy nhiên có sự xen lẫn của khối không khí biển Thái Bình Dương. Vào tháng đầu mùa đông (tháng 11) mức độ hoạt động và cường độ của khối không khí lạnh cực đới còn chưa đủ mạnh để lấn xuống vĩ độ thấp, nhưng sang tháng 12, tháng 11 nó đã phát triển đến đỉnh cao, có thể lấn xuống gây ra những đợt lạnh, có khi xuất hiện vài ngày lạnh dị thường (16°C - 18°C). Đến cuối mùa tháng (2 - 4) khối không khí lạnh cực đới hoạt động yếu dần và ít ảnh hưởng tới vĩ tuyến thấp. Lúc này không khí biển Đông hoạt động là chủ yếu và xen vào đó là không khí Thái Bình Dương tạo nên thời tiết nóng ẩm. Đặc điểm thời tiết của mùa này là do hoạt động luân phiên của ba khối không khí trên nên ít mưa, gió thổi theo hướng chủ yếu từ Tây Bắc đến Đông Nam, nói chung thời tiết khô hanh.

Gió mùa Hạ thịnh hành từ tháng 5 đến tháng 10. Khống chế thời tiết trong thời kỳ này chủ yếu là hai khối không khí biển là khối không khí biển Bắc Ấn Độ Dương và khối không khí biển Xích Đạo, kèm theo những nhiễu loạn khá mãnh liệt như: Hội tụ nhiệt đới, rãnh khí áp, bão ở miền Trung và Nam Trung Bộ. Đặc điểm của khối không khí này là mang nhiều hơi nước, gặp những nhiễu loạn trên nên hay gây nên những đợt mưa lớn. Hướng gió thịnh hành là gió Tây và Tây Nam.

Từ những điều kiện khí hậu, địa hình, địa mạo trên dẫn đến việc phân bố dòng chảy trong năm chia làm hai mùa rõ rệt. Mùa mưa kéo dài từ tháng 7 đến tháng 11. Mùa khô từ tháng 12 đến tháng 6. Mùa mưa tổng lượng dòng chảy chiếm đến 70% lượng dòng chảy của cả năm.

a. Nhiệt độ không khí

Nhiệt độ bình quân	18.1 ⁰ C
Nhiệt độ cao nhất	29.80 C
Nhiệt độ thấp nhất	4.50 C

Nói chung, nhiệt độ hàng năm khá ổn định, sự biến đổi nhiệt độ trong ngày là lớn (chênh lệch 6.1 – 13.2⁰ C). Trong khi nhiệt độ trung bình tháng ít dao động qua mỗi năm.

b. Độ ẩm không khí

Độ ẩm trung bình	83.0%
Độ ẩm cao nhất	89.0%
Độ ẩm thấp nhất	77.0%

Độ ẩm trong năm phụ thuộc vào mưa. Thời kỳ mưa nhiều độ ẩm lớn và ngược lại thời kỳ mùa khô độ ẩm nhỏ

c. Gió trên mặt đất

Theo tài liệu thực đo 20 năm (1984 - 2004) của trạm khí tượng Đà Lạt. Tốc độ gió và hướng gió ứng với các tần suất được xác định như sau :

- + Tốc độ gió trung bình: $V_{tb} = 2.10$ (m/s)
- + Tốc độ gió mạnh nhất : $V_{max} = 20.00$ (m/s)
- + Hướng gió chủ yếu là Đông Bắc và Tây - Tây Nam (NE, và W - NW)

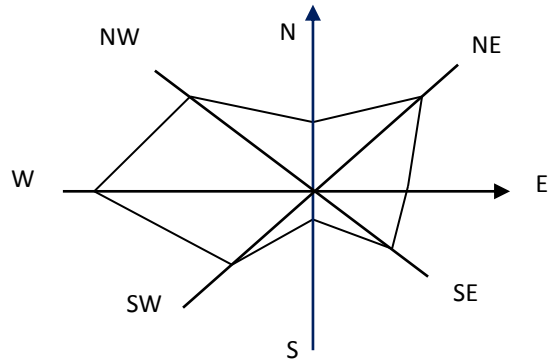
Hướng gió và tốc độ gió mạnh nhất đã xuất hiện trong trong thời gian quan trắc (1979-2004)

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8
Tốc độ gió (m/s)	10	14	15	16	17	20	17	1
Hướng gió	N,NE	NE	NW	SW	W	NW	SW	V

Tốc độ gió lớn nhất phân bố theo hướng và tháng không chênh nhau nhiều. Thấp nhất là tháng 1 (10 m/s – N,NE), cao nhất là tháng 6 (20m/s – NW)

Hướng	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tần suất xuất hiện %	50	10,2	5,7	6,3	1,8	7,2	16,0	8,8

Tần suất gió xuất hiện theo các hướng hoàn toàn khác nhau. Thấp nhất là 1,8% - S, cao nhất là 20% - W. Hoa gió theo 8 hướng



Tốc độ gió mạnh nhất và hướng gió theo tần suất

H ướng g ió	Tần suất gió Vp%, m/s											
	1	2	3	5	10	20	25	30	40	50		
N	7,9	6,7	5,4	4,3	2,8	1,4	0,9	0,4	,7	,1	9	9
NE	3,8	1,5	9,3	7,4	4,9	2,5	1,8	1,0	0,0	,2	9	9
E	8,7	7,4	6,0	4,9	3,4	1,9	1,4	0,9	0,1	,5	9	9
SE	2,7	9,9	8,7	7,0	4,9	2,3	2,2	1,4	0,5	,9	9	9
S	5,3	4,3	3,3	2,4	1,1	0,0	,6	,2	,6	,1	8	8
SW	2,2	1,3	9,5	8,1	6,0	4,2	3,5	2,8	1,8	1,0	1	1
W	5,1	3,1	1,2	9,7	7,4	5,4	4,6	3,5	2,9	2,0	1	1
NW	2,4	0,9	9,3	8,0	6,1	4,4	3,8	3,1	2,2	1,4	1	1

Nhìn chung tốc độ gió mạnh nhất theo các hướng không chênh nhau nhiều và

được giảm dần khi tăng tần suất gió. Tốc độ gió mạnh nhất là 25,1m/s (tần suất 1%, gió hướng Tây- W). Tốc độ gió trung bình theo các tháng cũng không chênh nhau nhiều, trung bình tháng cao nhất là 1,8m/s (tháng 8), trung bình tháng thấp nhất là 1,0m/s (tháng 10).

d. Mưa

Lượng mưa năm

- Sắp xếp lượng mưa năm trạm Đà Lạt từ năm 1954 đến năm 2004, tính tần suất.
- Vẽ đường tần suất kinh nghiệm.
- Tính tham số thống kê.

Kết quả tính toán tần suất theo phương pháp đường thích hợp được lượng mưa năm trạm Đà Lạt ứng với các tần suất trong bảng sau

Tần suất P(%)	5,0%	10,0%	25,0%	50,0%	75,0%
X năm (mm)	2143,50	2051,99	1899,62	1734,61	1573,10

Các thông số:

$$X_{tb} = 1738,50 \text{ mm}$$

$$\square X = 85186,50 \text{ mm}$$

$$C_v = 0,14; C_s = 0,08$$

Lượng mưa ngày lớn nhất

- Sắp xếp lượng mưa ngày lớn nhất trạm Đà Lạt từ năm 1953 đến năm 2004, tính tần suất.

- Vẽ đường tần suất kinh nghiệm.
- Tính tham số thống kê.

Kết quả tính toán tần suất theo phương pháp đường thích hợp được lượng mưa ngày lớn nhất trạm Đà Lạt ứng với các tần suất trong bảng sau:

Tần suất P(%)	0,1%	0,2%	0,5%	1,0%	1,5%
X _{max} (mm)	178,78	168,59	154,61	144,02	138,63

Các thông số:

$$X_{tb} = 79,90 \text{ mm}$$

$$\square X = 3915,10 \text{ mm}$$

$$C_v = 0,25$$

$$C_s = 1,30$$

e. Bốc hơi và tổn thất bốc hơi

Lượng bốc hơi trên bề mặt lưu vực được đánh giá dựa trên cơ sở tài liệu dòng chảy năm của trạm thủy văn Thanh Bình, mưa lưu vực lấy của trạm Đà Lạt, bốc hơi lấy của trạm Khí tượng Đà Lạt. Lượng tổn thất bốc hơi được tính theo phương trình cân bằng nước: $Z_o = X_o - Y_o$

Trong đó:

$$X_o \quad \text{Lượng mưa trên lưu vực} \quad X_o = 1738,00 \text{ mm}$$

$$Y_o \quad \text{Lớp dòng chảy năm} \quad Y_o = 944,20 \text{ mm}$$

$$Z_o \quad \text{Lượng tổn thất bốc hơi trên lưu vực} \quad Z_o = 794,30 \text{ mm}$$

f. Bốc hơi mặt nước

Lượng bốc hơi bình quân năm trên mặt nước được xác định theo các căn cứ sau

:

- Từ tài liệu đo bốc hơi bằng ống piche tại trạm khí tượng Đà Lạt được tính chuyển thông qua một số quan hệ đã được tổng kết theo vùng.

- Lượng bốc hơi ống piche 28 năm (1977-2004) tại trạm Đà Lạt $Z_{pi25\%} = 944,51 \text{ mm}$

- Quan hệ giữa Z_{pi} và bốc hơi đo bằng chậu (Z_{pa}) do trường Đại Học Thủy Lợi tổng hợp cho vùng Đông Nam Bộ (lưu vực sông Đồng Nai). Hệ số $K = 1,2$; $-1,43$

$$Z_{\text{nước}} = 1,43 \times Z_{pi} = 1,43 \times 944,51 = 1350,60 \text{ mm}$$

g. Tổn thất bốc hơi

- Lượng tổn thất bốc hơi gia tăng khi có hồ chứa

$$\square Z = Z_{\text{nước}} - Z_o = 556,32 \text{ mm}$$

- Phân phối lượng tổn thất bốc hơi hồ chứa hàng tháng trong năm như sau:

T háng		I	II	V		I	II	III	X		I	II	ăm	N
ΔZ (mm)	1,5 3	4,06	6,34	8,62	9,88	9,12	7,86	7,86	7,61	6,59	4,57	2,29	56,32	5

3.1.2.1 Địa hình

Địa hình là một hình thể phản ánh yếu tố địa chất và quá trình địa mạo; do đó, gắn liền với nguồn gốc địa chất và tuổi khu vực, địa hình Đà Lạt nhìn chung thuộc dạng sơn nguyên, có thể phân thành 3 dạng địa hình cục bộ: Núi cao, đồi thấp và thung lũng.

- **Địa hình núi cao:** Bao gồm các dãy núi cao bao quanh khu vực trung tâm Đà Lạt, chiếm trên 70% diện tích tự nhiên toàn Thành phố, có thể chia làm 2 khu vực:

+ Khu vực nằm ở phía Nam, phía Đông và phía Tây: bao gồm các dãy núi có độ cao thay đổi từ 1.450 – 1.550m, cá biệt có dãy cao trên 1.600m, tạo thành vòng cung bao quanh 3 mặt khu trung tâm. Hầu hết diện tích có độ dốc rất lớn, nhiều thác, thực bì chủ yếu là rừng thông nguyên sinh, thích hợp cho phát triển lâm nghiệp kết hợp với du lịch.

+ Khu vực phía Bắc: Bao gồm các dãy núi có độ cao thay đổi từ 1.600m đến 1.700m, đặc biệt có núi Liang Biang (thuộc Lạc Dương) cao tới 2.165m.

- **Địa hình đồi:** Là các dải đồi hoặc núi thấp - ít dốc (phần lớn từ 20° trở xuống), phân bố tập trung ở khu vực trung tâm Thành phố với độ cao phổ biến từ 1.500 đến 1.550m và Tà Nung (độ cao phổ biến 1.100 – 1.200m), chiếm gần 30% diện tích tự nhiên.

- **Địa hình thung lũng:** Gồm các dải đất trũng phân tán ven các suối, đa phần diện tích đã được sử dụng làm hồ chứa nước. Tuy chỉ chiếm khoảng 1% tổng diện tích tự nhiên, nhưng dạng địa hình này có vai trò quan trọng trong bảo vệ nguồn nước, cải tạo khí hậu và tạo nên những nét đẹp riêng cho cảnh quan Thành phố.

3.1.2.2 Các nguồn tài nguyên

a. Tài nguyên đất

Theo bản đồ đất Tp. Đà Lạt tỉ lệ 1/25.000 được lập trên cơ sở kế thừa tài liệu và bản đồ đất tỉ lệ 1/100.000 của Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp để điều tra bổ sung, toàn Thành phố có 5 nhóm đất với 12 đơn vị phân loại đất.

Bảng: Diện tích các loại đất - Tp. Đà Lạt – tỉnh Lâm Đồng

Số TT	Hạng mục	Ký Hiệu	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)
*	Tổng diện tích tự nhiên		39.446	100,00
I	Nhóm đất phù sa		414	1,05
1	Đất phù sa chua	P-c-h	284	0,72
2	Đất phù sa gley	P-gl-h	130	0,33
II	Nhóm đất glây		409	1,04

Số TT	Hạng mục	Ký Hiệu	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)
3	Đất gley chua	Gl- c-h	409	1,04
III	Nhóm đất đỏ		1360	3,45
4	Đất đỏ chua giàu mùn	Fđ- c-hu	284	0,72
5	Đất đỏ chua tầng mặt giàu hữu cơ	Fđ- c-um	561	1,42
6	Đất đỏ chua nghèo Bazơ	Fđ- c-vt	515	1,31
IV	Nhóm đất đen		558	1,41
7	Đất đen giàu mùn	R- hu-h	558	1,41
V	Nhóm đất xám		36.043	91,37
8	Đất xám	X- cn-h	3.415	8,66
9	Đất xám rất chua sỏi sạn	X- cn-sk1	420	1,06
10	Đất xám đỏ vàng	X- cr-h	21.890	55,49
11	Đất xám giàu mùn tích nhôm	X- hu-nh	8.834	22,40
12	Đất xám tầng mặt giàu mùn rất chua	X- um-nn	1.484	3,76
VI	Sông, suối, MNCD		662	1,68

- Qua so sánh đặc điểm các loại đất ở Đà Lạt với đặc điểm đất đai của Lâm Đồng cũng như tiêu chuẩn đánh giá chung của Việt Nam, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

+ Độ phì nhiêu đất đai ở Đà Lạt tương đối khá, diện tích đất bị thoái hóa chiếm tỉ lệ rất nhỏ.

+ Các loại đất thích hợp cho phát triển nông nghiệp về đại thể là phân bố khá tập trung, thuận lợi cho tổ chức khai thác và bảo vệ.

+ Tầng dày đất khá sâu, thể hiện:

Bảng: Tỷ lệ diện tích đất phân theo tầng dày

Hạng mục	Đơn vị	Toàn quốc	Lâm Đồng	Đà Lạt
Tổng diện tích	%	100	100	100
Tầng dày trên 100 cm	%	48,01	59,46	72,50
Tầng dày từ 50 – 100 cm	%	23,55	28,73	26,91
Tầng dày dưới 50 cm	%	27,44	11,80	2,04

+ Độ dốc lớn, cùng với lượng mưa và cường độ mưa lớn nên đất dễ bị rửa trôi và xói mòn, tiềm ẩn nguy cơ thoái hóa nếu không được bảo vệ tốt và sử dụng hợp lý.

Bảng: Tỷ lệ diện tích đất phân theo độ dốc

Hạng mục	Đơn vị	Toàn quốc	Lâm Đồng	Đà Lạt
Tổng diện tích	%	100	100	100
Độ dốc < 8 ⁰	%	46,30	20,66	2,53
Độ dốc từ 8 – 20 ⁰	%	11,65	16,56	27,22
Độ dốc > 20 ⁰	%	42,05	62,78	70,25

+ Khả năng giữ nước và dinh dưỡng của đất không cao, kể cả đất Bazan, cần đặc biệt chú trọng biện pháp bảo vệ và nâng cao hàm lượng hữu cơ trong đất.

b. Nước mặt

Đà Lạt nằm ở vị trí đầu nguồn của hệ thống sông Đồng Nai, thuộc lưu vực của 4 nhánh sông - suối lớn là: Đa Nhim, Đa Tam, Cam Ly, Suối Vàng.

- *Sông Đa Nhim*: Sông Đa Nhim nằm ở phía Đông thành phố Đà Lạt, là một trong 2 nhánh chính của hệ thống sông Đồng Nai thuộc địa phận Lâm Đồng; phần lưu vực nằm trong địa phận Đà Lạt có diện tích khoảng 116 km².

- *Suối Prenn*: Nằm ở khu vực phía Nam, có 2 nhánh chính là Đatanla và Prenn, diện tích lưu vực phần nằm trên địa phận Đà Lạt khoảng 121 km², hiện có 2 thác nổi tiếng (Đatanla, Prenn) và hồ Tuyền Lâm, có vai trò quan trọng trong phát triển du lịch và cung cấp nước tưới cho khu vực phía bắc huyện Đức Trọng.

- *Suối Cam Ly*: Suối Cam Ly bắt nguồn từ các dãy núi phía Đông – Bắc của Thành phố, chảy qua khu vực trung tâm, sau đó đổ về sông Đa Dâng qua địa phận Tà Nung và khu vực Nam Ban thuộc huyện Lâm Hà. Diện tích lưu vực trong địa phận Đà Lạt khoảng 150 km², là nguồn cung cấp nước chính và đồng thời là trục tiêu chính cho khu vực trung tâm của Thành phố. Hiện nay, trên lưu vực này đã xây dựng nhiều hồ nước có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của Thành phố như Xuân Hương, Đa Thiện, Chiến Thắng, Than Thở, Thái Phiên ...

- *Suối Vàng*: Suối Vàng là một nhánh của sông Đa Dâng, bắt nguồn từ khu vực phía Tây dãy Lang Biang, lưu vực chủ yếu nằm trên địa phận huyện Lạc Dương, hiện có 2 hồ lớn nằm ở phía Tây Bắc Thành phố là hồ Suối Vàng và hồ Đan Kia, là nguồn cung cấp nước sinh hoạt chủ yếu cho thành phố, có vai trò quan trọng trong phát triển du lịch và đô thị của Đà Lạt.

Nhìn chung, sông suối trên địa phận Đà Lạt có bậc thềm hẹp, sườn dốc, nhiều thác ghềnh, dòng chảy mạnh và phân bố không đều trong năm. Lượng dòng chảy trung bình năm: 23-28 l/s/km², lượng dòng chảy kiệt từ 0,25 l/s/km² (lưu vực sông Đa Nhim) đến 1,36 l/s/km² (lưu vực suối Cam Ly và Prenn).

Đà Lạt có nhiều vị trí thuận lợi cho xây dựng hồ chứa nước để điều tiết dòng chảy và giữ lại cho mùa khô, nhưng cũng có hạn chế là địa hình bị chia cắt nên chi phí cho xây dựng công trình dẫn nước khá tốn kém.

c. Nước ngầm

Mặc dù là miền núi, nhưng Đà Lạt có trữ lượng nước ngầm tương đối khá, bao gồm:

- Nước ngầm tầng nông: Nước ngầm tầng nông phụ thuộc chặt chẽ vào các hoạt động khai thác tài nguyên trên bề mặt, ngưỡng nước ngầm tầng nông chỉ dao động trong khoảng từ 3-7m, trữ lượng trung bình khoảng 0,1-1,0 l/s, chất lượng tốt.

- Nước ngầm tầng sâu: Nước ngầm tầng sâu ở Đà Lạt được phát hiện bởi 2 tầng chứa nước:

+ Tầng chứa nước lỗ hổng: Phân bố rải rác ở khu vực Cô Giang, Thái Phiên, Cam Ly, Nam Thiên với diện tích hẹp, bề dày không quá 10 m, lưu lượng mạch nước từ 0,1-0,2 l/s, thành phần hóa học thuộc kiểu Bicarbonnat, độ khoáng hóa từ 0,08-0,1g/l.

+ Tầng chứa nước phun trào, trầm tích axit, riolit, cuội kết, sạn kết ..., độ sâu tầng nước tĩnh khoảng 30-50m, mức độ giàu của nước ở tầng này không đều, lưu lượng từ 0,1-1,0 l/s, nếu khoan sâu hơn cũng chỉ đạt 0,5-2,0 l/s, chất lượng tốt, hiện chưa được khai thác.

Nhìn chung, nguồn nước mặt ở Đà Lạt tuy không dồi dào nhưng có thể đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội của một thành phố với hướng chủ đạo là du lịch-dịch

vụ, đào tạo và nghiên cứu khoa học. Hướng sử dụng nguồn nước chủ yếu là nước mặt, nước ngầm chỉ nên được sử dụng ở các điểm dân cư ngoại thành khi chưa có điều kiện cấp nước tập trung. Mặc dù chất lượng nguồn nước ở một số hồ chứa lớn (Đan Kia, Suối Vàng, Tuyên Lâm, Chiến Thắng, Đa Thiện) còn tốt nhưng về lâu dài vẫn phải chú trọng biện pháp bảo vệ để hạn chế tối đa về ô nhiễm và bồi lắng.

Tài nguyên rừng

Theo số liệu kiểm kê rừng tại thời điểm 2014 (Quyết định số 299/QĐ-UBND ngày 28/01/2015 của UBND tỉnh Lâm Đồng về việc phê duyệt kết quả kiểm kê rừng trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng năm 2014), tổng trữ lượng gỗ Tp. Đà Lạt khoảng 2,526 triệu m³ (rừng tự nhiên 1,891 triệu m³ chiếm khoảng 74,86% trữ lượng, rừng trồng 0,634 triệu m³ chỉ chiếm 25,14% trữ lượng rừng). Rừng là nguồn tài nguyên thiên nhiên nổi bật và hết sức quý giá, các cánh rừng thông đại ngàn cùng với các hồ - thác đã tạo nên vẻ đẹp thơ mộng có sức cuốn hút đối với du khách. Tạo môi trường tốt để phát triển du lịch – ngành kinh tế đặc thù ở Đà Lạt. Ngoài giá trị về phát triển du lịch, rừng ở Đà Lạt còn có vai trò to lớn trong bảo vệ môi trường, bổ sung nguồn nguyên liệu cho phát triển công nghiệp chế biến và tiêu thụ công nghiệp của Thành phố.

Bảng: Hiện trạng trữ lượng các loại rừng Tp. Đà Lạt năm 2014

Phân loại rừng	Đơn vị tính	Toàn tỉnh	Tp. Đà Lạt
I. RỪNG PHÂN THEO NGUỒN GỐC	m³	60.082.519	2.525.686
1. Rừng tự nhiên	m ³	54.967.539	1.891.999
- Rừng nguyên sinh	m ³	224.952	
- Rừng thứ sinh	m ³	54.742.588	1.891.999
2. Rừng trồng	m ³	5.114.980	633.687
- Trồng mới trên đất chưa có rừng	m ³	4.368.939	613.089
- Trồng lại sau khi k.thác rừng trồng đã có	m ³	745.099	20.599
- Tái sinh tự nhiên từ rừng trồng đã k.thác	m ³	942	
3. Rừng trồng cao su	m ³	53.303	
II. RỪNG PHÂN THEO ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA	m³	60.082.519	2.525.686
1. Rừng trên núi đất	m ³	60.082.298	2.525.686

Phân loại rừng	Đơn vị tính	Toàn tỉnh	Tp. Đà Lạt
2. Rừng trên núi đá	m ³	221	
III. RỪNG TN PHÂN THEO LOÀI CÂY	m ³		
1. Rừng gỗ tự nhiên	m ³	46.761.153	1.891.999
- Rừng gỗ lá rộng TX hoặc nửa rụng lá	m ³	26.872.112	302.674
- R. gỗ lá rộng rụng lá	m ³	393.987	
- Rừng gỗ lá kim	m ³	15.155.429	1.578.067
- Rừng gỗ hỗn giao lá rộng, lá kim	m ³	4.339.625	11.259
2. Rừng tre nứa	10 ³ cây	118.175	
- Nứa	10 ³ cây	434	
- Lô ô	10 ³ cây	115.617	
- Các loài khác	10 ³ cây	2.124	
3. R. hỗn giao gỗ và tre nứa			
- Gỗ	m ³	8.206.387	
- Tre nứa	10 ³ cây	387.080	
IV. RỪNG GỖ TN PHÂN THEO TRỮ LƯỢNG	m ³	46.761.153	1.891.999
1. Rừng giàu	m ³	14.978.432	391.161
2. Rừng trung bình	m ³	23.917.537	1.120.797
3. Rừng nghèo	m ³	7.738.511	379.279
4. Rừng nghèo kiệt	m ³	126.665	764
5. Rừng chưa có trữ lượng	m ³	7	

Nguồn: Quyết định số 299/QĐ-UBND ngày 28/01/2015 của UBND tỉnh Lâm Đồng về việc phê duyệt kết quả kiểm kê rừng trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng năm 2014

d. Tài nguyên khoáng sản

Trên địa bàn Đà Lạt có một số tài nguyên khoáng sản như sau:

Thiếc: Phân bố chủ yếu ở phía bắc Thành phố, tập trung ở Phường 8, Phường 9 và Phường 12 với trữ lượng khoảng 1,15 triệu tấn.

Cao lanh: Phân bố chủ yếu ở Trại Mát, Prenn với trữ lượng khoảng 2,0 triệu tấn.

Đá xây dựng: Chủ yếu ở Tà Nung, Phường 5, Phường 7 nhưng có quy mô nhỏ.

Tuy nhiên, việc khai thác các khoáng sản này cần phải được quy hoạch, tính toán hết sức khoa học và phải đảm bảo vừa đem lại nguồn lợi kinh tế vừa bảo vệ được cảnh quan môi trường của thành phố trong hiện tại và cả trong tương lai.

3.1.3 Kinh tế - Xã hội

Thành phố Đà Lạt có tổng diện tích tự nhiên là 39.445,72 ha; là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa, dịch vụ và đầu mối giao lưu kinh tế quan trọng của tỉnh Lâm Đồng; đồng thời là một trong những trung tâm du lịch, đặc biệt là du lịch tham quan, nghỉ dưỡng, hội nghị, hội thảo và sinh thái của vùng Tây Nguyên, cả nước và khu vực; là một trong những trung tâm đào tạo đa ngành và nghiên cứu khoa học lớn của cả nước. Đà Lạt nổi tiếng là thành phố du lịch của cả nước nên diện tích đất du lịch liên tục được mở rộng; trên địa bàn thành phố hiện có khoảng 70 điểm/khu du lịch với tổng diện tích khoảng 6.903 ha, chiếm khoảng 17,5% diện tích toàn thành phố; trong các khu/điểm du lịch, diện tích đất xây dựng các công trình chiếm khoảng 14,2%, diện tích đất mặt nước chuyên dùng chiếm khoảng 8,1% và diện tích đất rừng phòng hộ chiếm khoảng 77,7%; dân số thành phố Đà Lạt đến cuối năm 2020 là 231.888 người.

a. Về dân số

Dân số thành phố Đà Lạt đến cuối năm 2020 là 231.888 người. Tốc độ tăng dân số hằng năm là 1,15%. Mật độ dân số là 588 người/km². Cộng đồng cư dân của Đà Lạt có nguồn gốc phong phú, đa dạng, với nhiều thành phần dân tộc khác nhau. Hiện trên địa bàn Thành phố có 34 dân tộc anh em, trong đó người Kinh chiếm 95,97%, người K'Ho chiếm 1,68%, người Hoa chiếm 0,81% và nhiều các dân tộc khác như Mường, Tày, Nùng, Thái... điều đó làm nên bản sắc đa dạng trong văn hóa và tập tục sản xuất của người dân.

Đà Lạt có 12 phường và 04 xã, nền kinh tế chủ yếu là Dịch vụ du lịch, trồng rau, hoa. Trong những mùa du lịch, lễ hội số khách từ các nơi đến thành phố ước đạt khoảng 120.000 người (chiếm hơn 50% cư dân thành phố).

b. Tăng trưởng kinh tế và chuyển dịch cơ cấu kinh tế

- Thời kỳ 2001-2005, nhờ các chính sách đúng đắn trong phát triển kinh tế, kêu gọi đầu tư nên tốc độ tăng trưởng kinh tế của Đà Lạt cao hơn trung bình toàn quốc và của tỉnh Lâm Đồng (10,7%). GDP bình quân đầu người đạt 8,8 triệu đồng, gấp 1,42

lần so với bình quân toàn Tỉnh. Khẳng định vị thế đi đầu trong phát triển kinh tế trên địa bàn của tỉnh Lâm Đồng.

- Thời kỳ 2006-2010, thực hiện hàng loạt các giải pháp đột phá, tăng tốc đề ra tại Nghị quyết số 01-NQ/TU đã thúc đẩy tăng trưởng kinh tế với tốc độ cao, đạt 16%/năm, cao hơn bình quân toàn Tỉnh (14%). Thu nhập bình quân đầu người tăng từ 8,8 triệu đồng năm 2005 lên 21 triệu đồng năm 2010, cao hơn bình quân toàn Tỉnh (19 triệu đồng/người/năm).

- Giai đoạn 2011-2015, tốc độ tăng trưởng kinh tế vẫn duy trì ở mức cao 16,8%, cao hơn bình quân toàn Tỉnh (14,1%). Thu nhập bình quân đầu người năm 2015 đạt khoảng 60 triệu đồng/người/năm, cao hơn bình quân toàn Tỉnh (52,2 triệu đồng/người/năm).

Bảng: Tăng trưởng và chuyển dịch cơ cấu kinh tế thành phố Đà Lạt qua các thời kỳ

Số T	Một số chỉ tiêu	Đơn vị	1996	2001	2006-	2011-
			2000	2005	2010	2015
1	Nhịp độ tăng GDP hàng năm	%	7,2	12,0	16,0	16,8
2	GDP bình quân đầu người năm cuối kỳ					
	Quy USD	US D	429	624	1.160	3.000
	Theo giá thực tế	10 ³ Đ	4.750	8.800	21.00 0	60.00 0
3	Nhịp độ tăng GDP hàng năm					
	+ Nông - lâm - thủy	%	8,5	2,7	9,0	17,8
	+ Công nghiệp - xây dựng	%	6,5	11,0	15,0- 16,0	16,6
	+ Dịch vụ - du lịch	%	7,0	15,1	17,0- 18,0	16,9
4	Chuyê n dịch cơ cấu kinh tế năm cuối kỳ					

Số T	Một số chỉ tiêu	Đơn vị	1996 2000	2001 2005	2006- 2010	2011- 2015
	Tỷ trọng ngành nông-lâm-thủy	%	20,0	12,6	11,0	9,0
	Tỷ trọng ngành công nghiệp-XD	%	19,0	17,8	15,7	15,5
	Tỷ trọng ngành du lịch-dịch vụ	%	61,0	69,6	73,3	75,5

Nguồn: “Văn kiện Đại hội Đại biểu Đảng bộ Thành phố Đà Lạt khóa VIII, IX, X, XI”.

Chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng tích cực, ngành du lịch – dịch vụ ngày càng phát huy được thế mạnh, khẳng định được vai trò chủ lực trong phát triển kinh tế – xã hội của Thành phố, nên tỷ trọng của ngành du lịch – dịch vụ tăng từ 61% năm 2000 lên 69,6% năm 2005, đạt 73,3% năm 2010 và khoảng 75,5% năm 2015; tương ứng tỷ trọng ngành công nghiệp - xây dựng giảm từ 19% xuống còn 17,8% năm 2005, còn 15,7% năm 2010 và khoảng 15,5% năm 2015; tỷ trọng ngành nông – lâm – thủy sản giảm từ 20% năm 2000 xuống còn 12,6% năm 2005 còn 11% năm 2010 và khoảng 9,0% năm 2015.

c. Trồng trọt

Trồng trọt chiếm tỷ trọng đến 95,3% GTSX toàn ngành, tổng diện tích đất nông nghiệp trên địa bàn là 10.500ha, trong đó: diện tích trồng cây lâu năm 4.818ha (cà phê 3.985ha, chè 462ha, cây lâu năm khác 370ha); diện tích trồng cây hàng năm khác 5.682ha tương ứng với diện tích gieo trồng 12.770ha (tăng 13,5% so với năm 2010) gồm: 8.050ha rau, đậu các loại; 4.100ha hoa các loại; 165 ha cây lương thực; 455ha cây hàng năm khác.

Thông qua việc đẩy mạnh công tác khuyến nông, chuyển đổi giống và chuyển giao tiến bộ về khoa học kỹ thuật làm cho năng suất cây trồng tăng qua các năm. Diện tích đất sản xuất nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao trên địa bàn 4.720ha (tăng 17% so với năm 2011), diện tích nhà kính, nhà lưới 1.600ha; giá trị sản xuất bình quân đạt 220 triệu đồng/ha/năm (tăng 39,4% so với năm 2011), đặc biệt mô hình trồng hoa ly ly, hoa địa lan... có giá trị sản xuất đạt 1,5-2 tỷ đồng/ha/năm.

d. Chăn nuôi

Đàn gia súc, gia cầm trên địa bàn tiếp tục được duy trì và phát triển sản phẩm cung ứng đủ nhu cầu; năm 2015 đàn trâu bò 1.950 con, heo 9.400 con và đàn gia cầm 235 ngàn con, đàn cút 20 ngàn con; tổng sản lượng thịt hơi các loại cung cấp ra thị trường hàng năm trên 3.200 tấn thịt hơi các loại, trên 35 triệu quả trứng...

Chăn nuôi gia súc, gia cầm được duy trì, đã phát triển một số mô hình nuôi cá nước lạnh mang lại hiệu quả kinh tế cao. Nhờ chủ động trong công tác phòng chống dịch bệnh, tăng cường kiểm soát giết mổ gia súc, kiểm tra vệ sinh thú y, nên không phát sinh dịch bệnh nghiêm trọng.

e. Lâm nghiệp:

Hàng năm thực hiện giao khoán BVR 14.500ha với trên 500 hộ nhận khoán, duy trì độ che phủ của tán rừng ở mức 47,6%; giai đoạn 2011-2015 trồng rừng 466ha; chăm sóc nuôi dưỡng rừng 881ha; trồng cây phân tán 142 ngàn cây xanh trên các tuyến đường, trường học, trụ sở cơ quan đơn vị...

Công tác quản lý bảo vệ rừng, trồng mới, chăm sóc rừng, tận thu lâm sản và phòng cháy, chữa cháy rừng có nhiều cố gắng, giữ được độ che phủ rừng ở mức cao, tạo cảnh quan, môi trường sinh thái trong lành để thúc đẩy du lịch phát triển.

Nhìn chung, nông nghiệp vẫn là một lĩnh vực có thế mạnh và không thể coi nhẹ trong những năm trước mắt, vấn đề quan trọng là phải thúc đẩy nông nghiệp phát triển đúng hướng để vừa tạo việc làm cho lực lượng lao động hiện còn chiếm trên 31,7% lao động xã hội của Thành phố, vừa theo kịp được trình độ tiên tiến trong nước và khu vực, kết hợp chặt chẽ giữa phát triển nông nghiệp với tôn tạo và làm đẹp cảnh quan, góp phần xứng đáng vào phát triển du lịch của Thành phố.

f. Khu vực kinh tế công nghiệp

Công nghiệp – xây dựng hiện chiếm tỷ trọng lớn thứ 02 trong tổng cơ cấu nền kinh tế toàn Thành phố và đạt được tốc độ tăng trưởng khá cao trong các thời kỳ vừa qua, khoảng 16-17%/năm, giá trị sản xuất ngành công nghiệp giai đoạn 2011-2015 (giá SS 1994 - PP cũ) đạt khoảng 2.199 tỷ đồng. Công nghiệp của Thành phố chủ yếu là chế biến nông sản, thực phẩm, rượu, may mặc; tiểu thủ công nghiệp tập trung vào các loại hàng mỹ nghệ phục vụ du lịch. Các doanh nghiệp đã chú trọng đầu tư trang thiết bị hiện đại, nâng chất lượng và mẫu mã hàng hóa, mở rộng thị trường. Năm 2015, toàn thành phố có 873 đơn vị, cơ sở sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, một số sản phẩm công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp đã dần tạo được uy tín và thương hiệu trên thị trường trong và ngoài nước như chè cao cấp, trà Artisô, rượu vang, tranh thêu...

g. Khu vực kinh tế dịch vụ

Giá trị sản xuất ngành thương mại – dịch vụ giai đoạn 2011-2015 (giá SS 1994 – PP cũ) đạt khoảng 10.991 tỷ đồng, tăng trưởng bình quân đạt 17,7%/năm.

Thương mại: giai đoạn 2011-2015 tổng mức bán lẻ hàng hóa và dịch vụ trên địa bàn đạt khoảng 38.433 tỷ đồng. Hoạt động thương mại trên địa bàn có bước phát triển, hạ tầng thương mại được đầu tư chủ yếu từ hình thức xã hội hóa, các trung tâm thương mại, siêu thị được đầu tư đưa vào hoạt động (Trung tâm thương mại và siêu thị Big C, TTTM Đà Lạt Center – khu C chợ Đà Lạt...); mạng lưới chợ dân sinh cũng được tranh thủ từ nhiều nguồn vốn để thực hiện đầu tư tại các khu dân cư đáp ứng nhu cầu mua sắm trao đổi hàng hóa của nhân dân (đã đầu tư xây dựng và đưa vào hoạt động các chợ La Sơn Phu Tử, chợ Phường 11, chợ thực phẩm tươi sống Thái Phiên, chợ thực phẩm tươi sống Trại Mát, chợ xã Trạm Hành, chợ Tà Nung, chợ Xuân Thọ, chợ Xuân Trường...).

Du lịch: được xác định là nhiệm vụ trọng tâm và là ngành kinh tế mũi nhọn. Thành phố tổ chức thực hiện chương trình phát triển du lịch chất lượng cao trên địa bàn giai đoạn 2011-2015, trong đó tập trung đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng tạo điều kiện thuận lợi để thu hút các nguồn lực đầu tư phát triển du lịch – dịch vụ. Năm 2015, toàn thành phố có 628 cơ sở lưu trú với trên 11.500 phòng, trong đó: có 225 khách sạn đạt tiêu chuẩn từ 1-5 sao chiếm 36% trên tổng số cơ sở lưu trú du lịch, có 32 doanh nghiệp kinh doanh lữ hành – vận chuyển du lịch. Lượng khách đến thăm quan du lịch Đà Lạt đều tăng qua các năm, mức tăng trưởng trung bình 10%/năm.

3.2. Đặc điểm dữ liệu và phần mềm nghiên cứu

3.2.1. Ảnh Sentinel 2

Sentinel-2 là một nhiệm vụ quan sát Trái đất được ESA phát triển như một phần của Chương trình Copernicus để thực hiện các quan sát trên mặt đất nhằm hỗ trợ các dịch vụ như giám sát rừng, phát hiện thay đổi diện tích đất và quản lý thiên tai. Nó bao gồm hai vệ tinh giống hệt nhau được xây dựng bởi Airbus DS, Sentinel-2A và Sentinel-2B.

Nhiệm vụ Sentinel-2 có các khả năng sau:

- Dữ liệu đa phổ với 13 dải trong phần giải sóng nhìn thấy, gần hồng ngoại, hồng ngoại và sóng ngắn của quang phổ
- Bao phủ toàn cầu có hệ thống các bề mặt đất từ 56 ° S đến 84 ° N, vùng ven biển và tất cả Biển Địa Trung Hải
- Chụp lặp lại mỗi 5 ngày dưới cùng một góc nhìn. Chu kỳ chụp lặp của Sentinel-2 sẽ ngắn hơn 5 ngày ở vĩ độ cao hoặc chụp với các góc nhìn khác nhau.
- Độ phân giải không gian 10 m, 20 m và 60 m

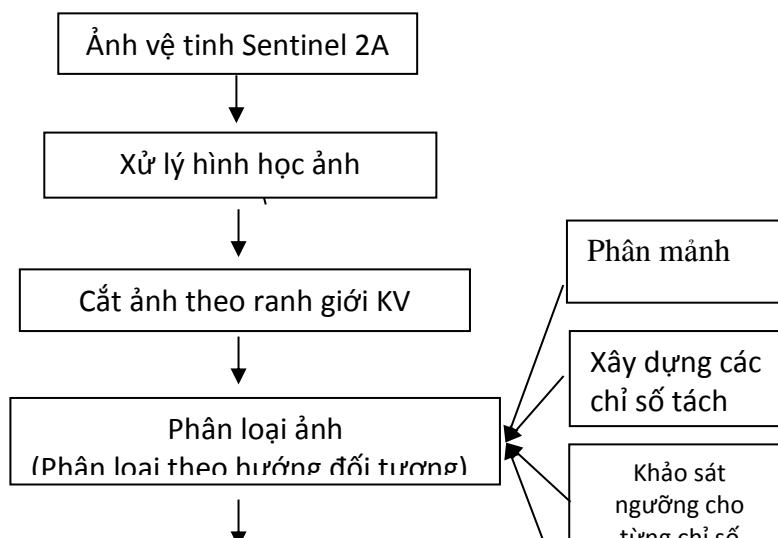
- Dải quét rộng 290 km
- Chính sách dữ liệu mở và miễn phí

Để đạt được chụp lặp thường xuyên và sẵn sàng cho nhiệm vụ, hai vệ tinh Sentinel-2 giống hệt nhau (Sentinel-2A và Sentinel-2B) được lên kế hoạch hoạt động đồng thời. Quỹ đạo theo kế hoạch là mặt trời đồng bộ ở độ cao 786 km, 14,3 vòng quay mỗi ngày, thời gian chụp vào khoảng 10:30 giờ địa phương để giảm thiểu độ che phủ của đám mây và đảm bảo ánh sáng mặt trời phù hợp. Nó gần với thời gian địa phương của vệ tinh Landsat và SPOT và cho phép kết hợp dữ liệu Sentinel-2 để xây dựng chuỗi ảnh đa thời gian.

Bảng 1.2 Các kênh phổ trên bộ cảm của vệ tinh Sentinel-2

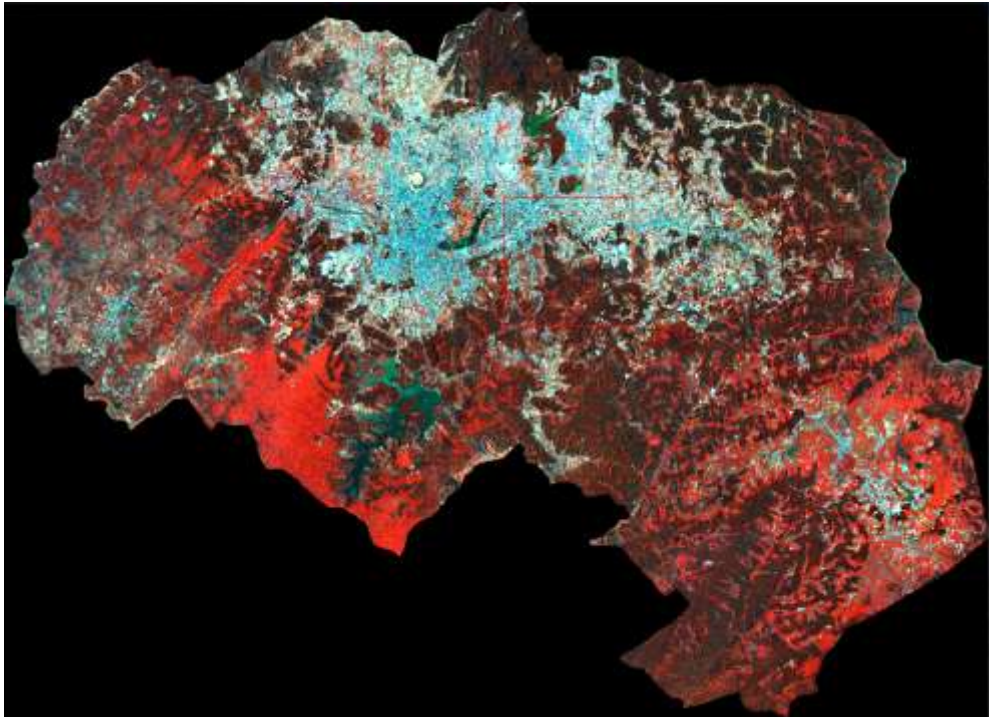
Kênh phổ	Sentinel-2A		Sentinel-2B		Độ phân giải không gian (m)
	Bước sóng trung tâm (nm)	Băng thông (nm)	Bước sóng trung tâm (nm)	Băng thông (nm)	
Kênh 1 – sol khí ven biển	443,9	27	442,3	45	60
Kênh 2 - Xanh lam	496,6	98	492,1	98	10
Kênh 3 - Xanh lục	560,0	45	559	46	10
Kênh 4 - Đỏ	664,5	38	665	39	10
Kênh 5 – gần đỏ	703,9	19	703,8	20	20
Kênh 6 - gần đỏ	740,2	18	739,1	18	20
Kênh 7 - gần đỏ	782,5	28	779,7	28	20
Kênh 8 - NIR	835,1	145	833	133	10
Kênh 8A - NIR hẹp	864,8	33	864	32	20
Kênh 9 - Hơi nước	945	26	943,2	27	60
Kênh 10 - SWIR - Cirrus	1373,5	75	1376,9	76	60
Kênh 11 - SWIR	1613,7	143	1610,4	141	20
Kênh 12 - SWIR	2202,4	242	2185,7	238	20

3.2.3. Quy trình thực nghiệm của đề tài

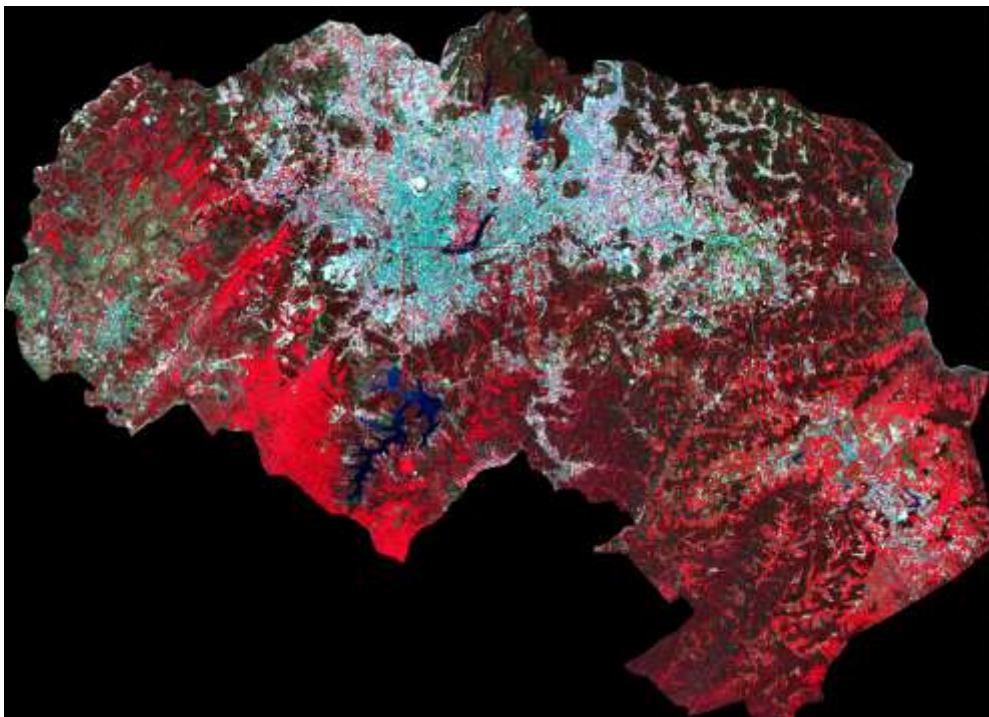


Hình 3.4 Quy trình các bước thực nghiệm của đề tài

3.3. Kết quả thực nghiệm của đề tài



Hình 3.....:ẢNH CẮT 13.03.2021 THEO RANH GIỚI TP. ĐÀ LẠT



Hình 3.....: ẢNH CẮT 18.11.2021 THEO RANH GIỚI TP. ĐÀ LẠT

3.3.1 Kết quả chiết tách nước mặt bằng phương pháp kết hợp chỉ số NDWI

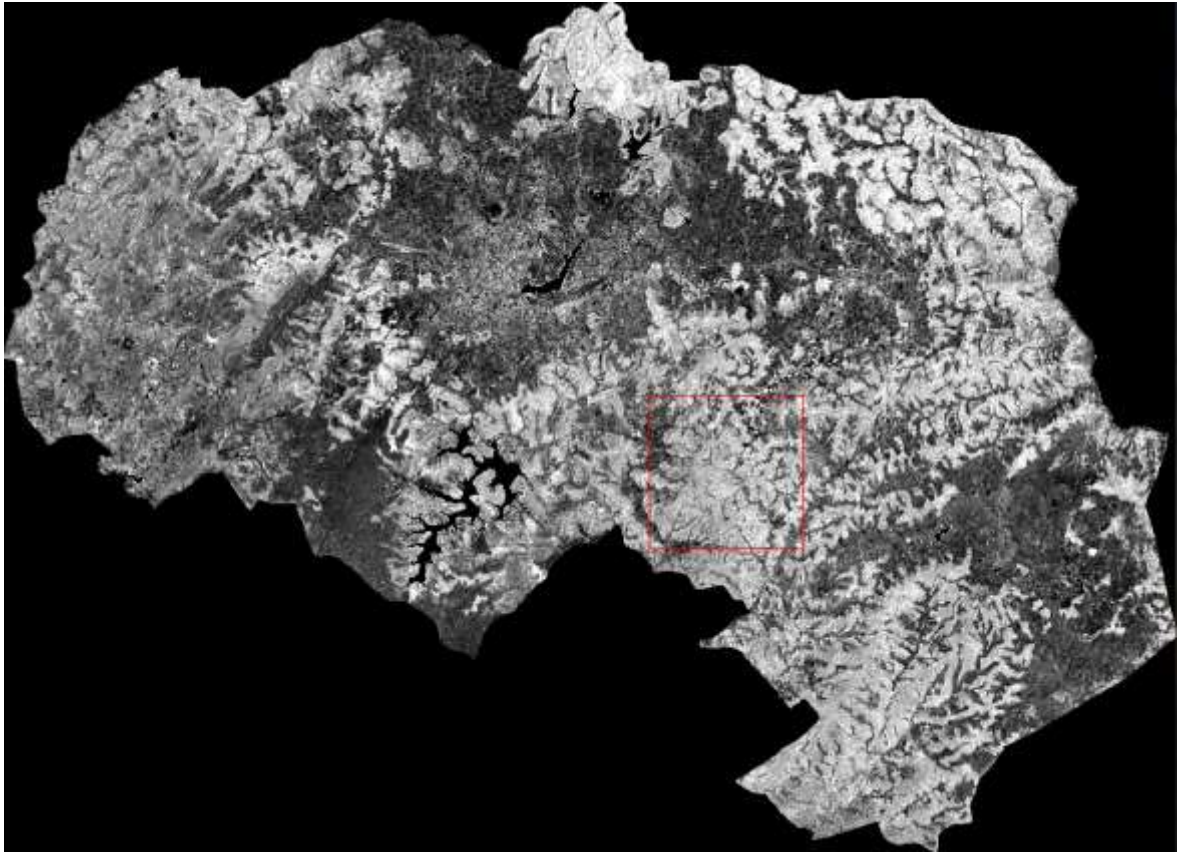
Giá trị chỉ số NDWI dương cho thấy sự tồn tại nước mặt, chỉ số về nước có thể sử dụng để phát hiện và đánh giá sự thay đổi diện tích che phủ bởi nước mặt.

Chỉ số NDWI được đề xuất xây dựng bởi McFeeters nhằm (a) tối đa hóa độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải sóng màu xanh lá cây (green band) và (b) giảm thiểu độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải hồng ngoại gần (Near Infrared - NIR), với công thức như sau:

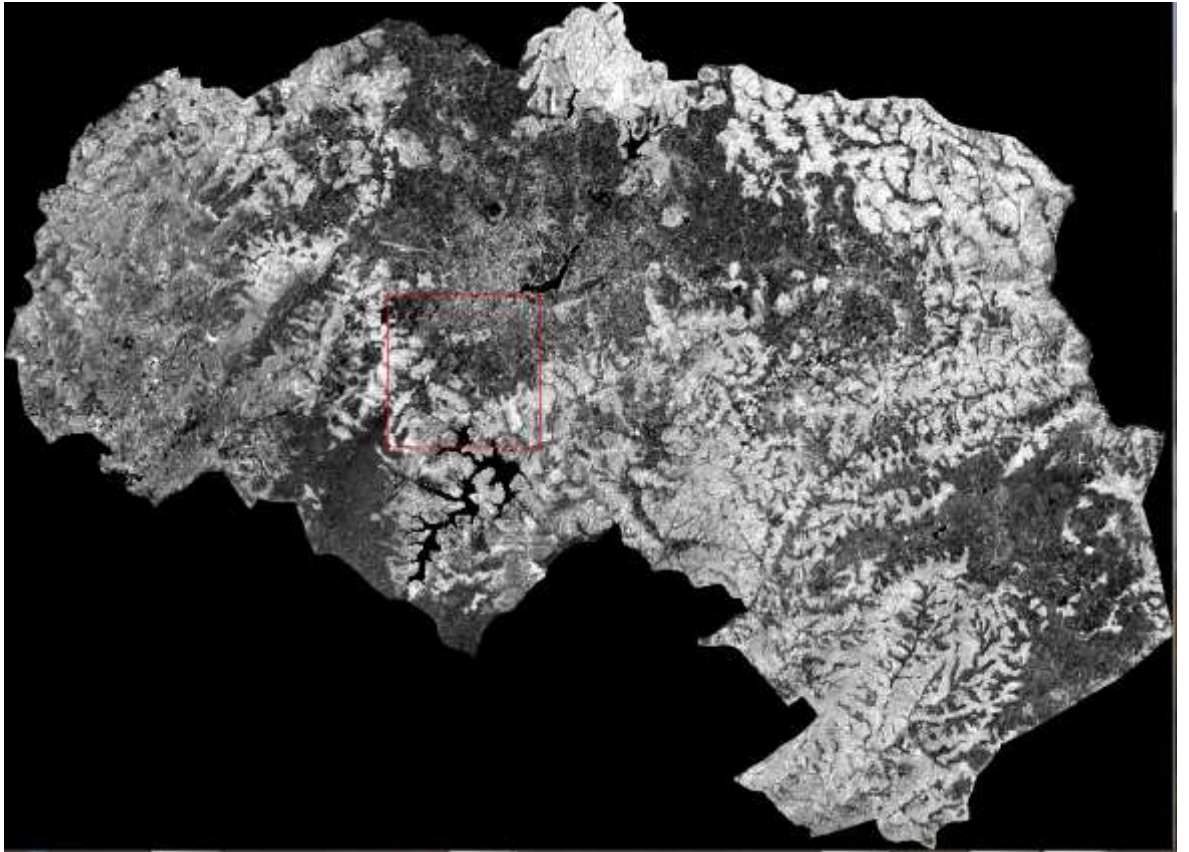
$$NDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{NIR}}{\rho_{Green} + \rho_{NIR}} \quad (1)$$

Đối với ảnh Sentinel 2A chỉ số NDWI được xác định như sau

$$NDWI = \frac{\rho_{B3} - \rho_{B8}}{\rho_{B3} + \rho_{B8}}$$



Hình 3.....: Kết quả ảnh chỉ số NDWI ngày 13.03.2021 khu vực TP. Đà Lạt



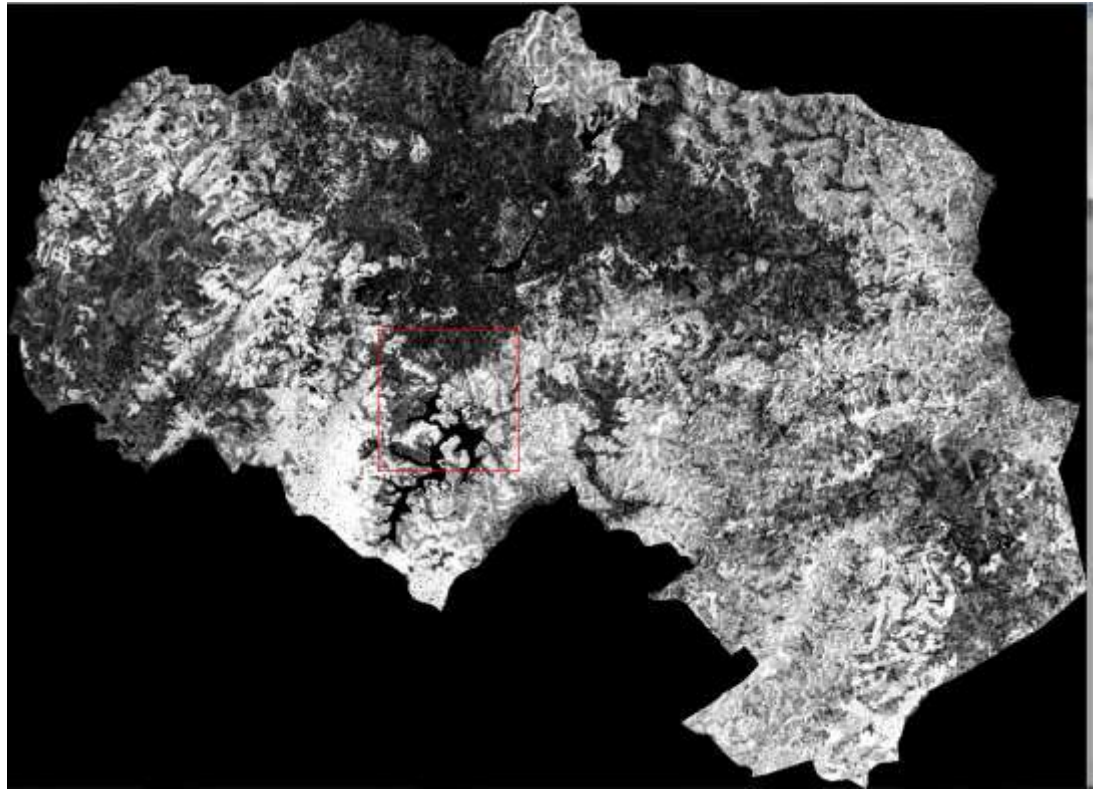
Hình 3.....: Kết quả ảnh chỉ số NDWI ngày 18.11.2021 khu vực TP. Đà Lạt

Một hạn chế chính của chỉ số NDWI là hay bị nhầm lẫn đối với các khu vực có công trình xây dựng. Xu [3] đã nhận thấy rằng khu vực nước mặt và các khu vực công trình xây dựng có thể phân biệt được với nhau dựa trên dải hồng ngoại sóng ngắn (short wavelength infrared - SWIR). Dựa vào đó, chỉ số MNDWI được đề xuất tính toán như sau:

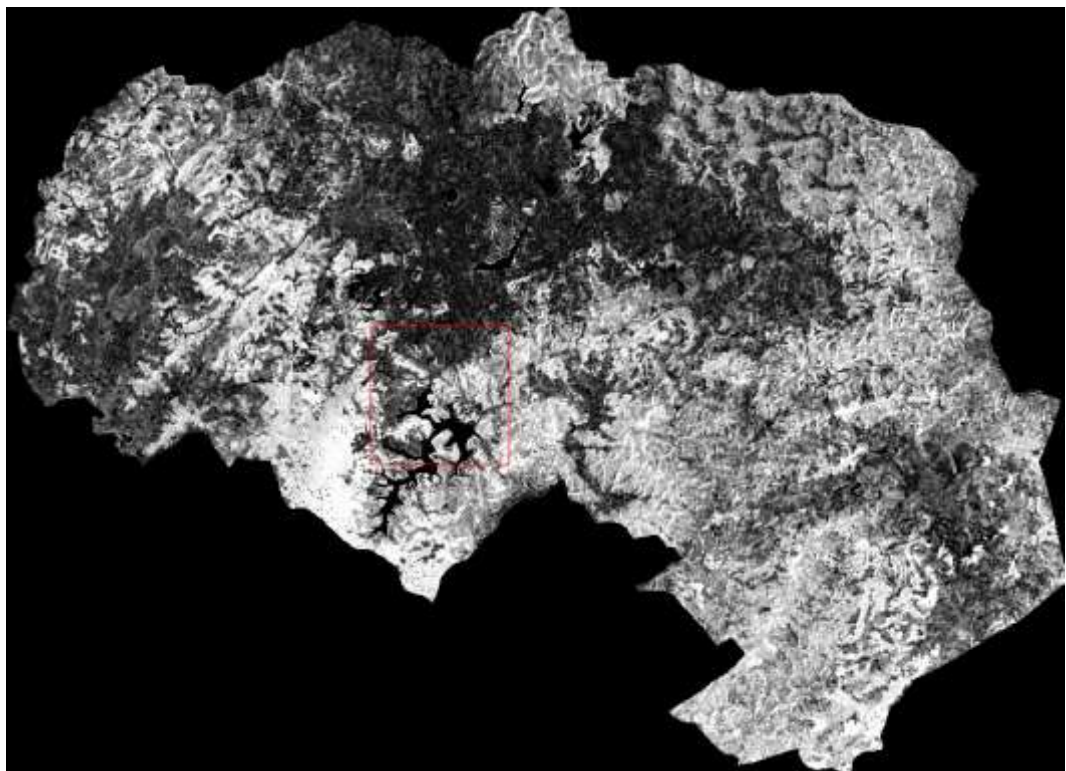
$$MNDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{SWIR}}{\rho_{Green} + \rho_{SWIR}} \quad (2)$$

Đối với ảnh Sentinel 2A chỉ số MNDWI được xác định như sau

$$MNDWI = \frac{\rho_{B3} - \rho_{B12}}{\rho_{B3} + \rho_{B12}}$$



Hình 3.....:Kết quả ảnh chỉ số MNDWI ngày 13.03.2021 khu vực TP. Đà Lạt



Hình 3.....:Kết quả ảnh chỉ số MNDWI ngày 18.11.2021 khu vực TP. Đà Lạt
Sau khi các ảnh chỉ số NDWI và MNDWI được đề xuất, việc chiết tách các vùng nước mặt được thực hiện bằng phương pháp phân ngưỡng. Giá trị ảnh chỉ số

NDWI và MNDWI thường nằm trong khoảng $[-1, 1]$ với 0 là giá trị ngưỡng chung được chọn để phân tách nước - không nước.

Trong nghiên cứu này tiến hành tính toán cả hai chỉ số NDWI và MNDWI. Nghiên cứu đã tiến hành chiết xuất đối tượng nước mặt sử dụng các chỉ số và lựa chọn chỉ số tách nước phù hợp cho từng loại hình tài nguyên nước mặt.

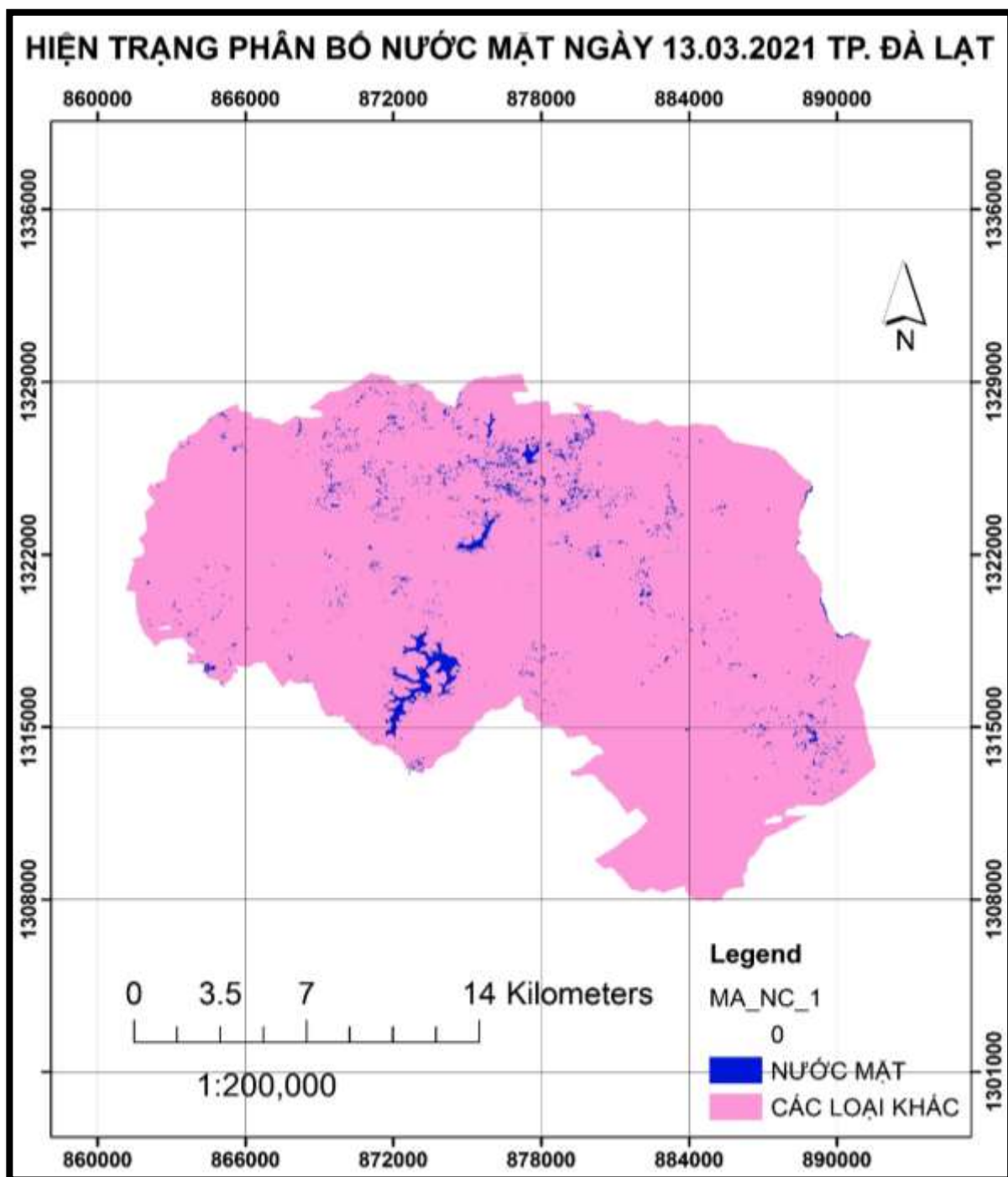
3.3.2 Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại

Độ chính xác kết quả hiện trạng phân bố nước mặt được chiết xuất từ hai cặp ảnh vệ tinh Sentinel 2A được đánh giá qua phương pháp kết hợp khảo sát trực tiếp trên ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian 1m.

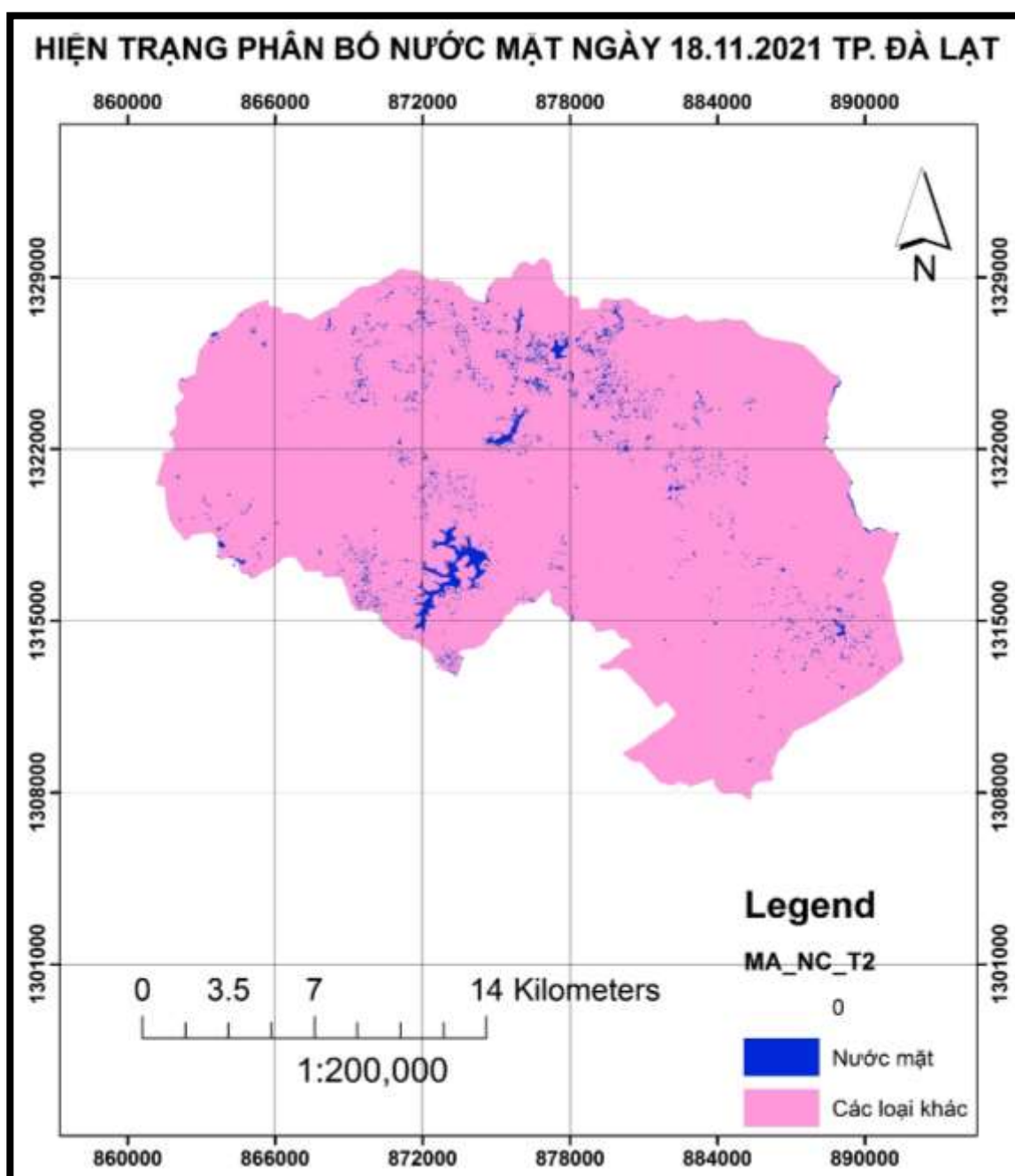
Mẫu kiểm chứng được lấy ngẫu nhiên, các vùng phân bố trên toàn khu vực nghiên cứu tương ứng với 80 vùng cho 2 loại lớp phủ (nước và các loại khác). Các vùng này sau đó sẽ được chồng xếp lên dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao năm 2021 để tính thống kê về mức độ trùng khớp giữa đối tượng trên thực tế. Hệ số Kappa được tính theo công thức của Congalton (*Congalton R.G, 1991*), độ chính xác phân loại hiện trạng phân bố nước mặt năm 2021 từ ảnh chỉ số MNDWI là 94,07 %, trong khi đó độ chính xác phân loại hiện trạng phân bố nước mặt năm 2021 từ ảnh chỉ số NDWI là 88,64 %.

Như vậy, nghiên cứu này lựa chọn ảnh chỉ số MNDWI để chiết tách thông tin nước mặt và xác định sự phân bố tài nguyên nước mặt cho khu vực nghiên cứu của đề tài là phù hợp.

3.3.3 Kết quả phân loại hiện trạng phân bố nước mặt TP. Đà Lạt 2 thời điểm nghiên cứu



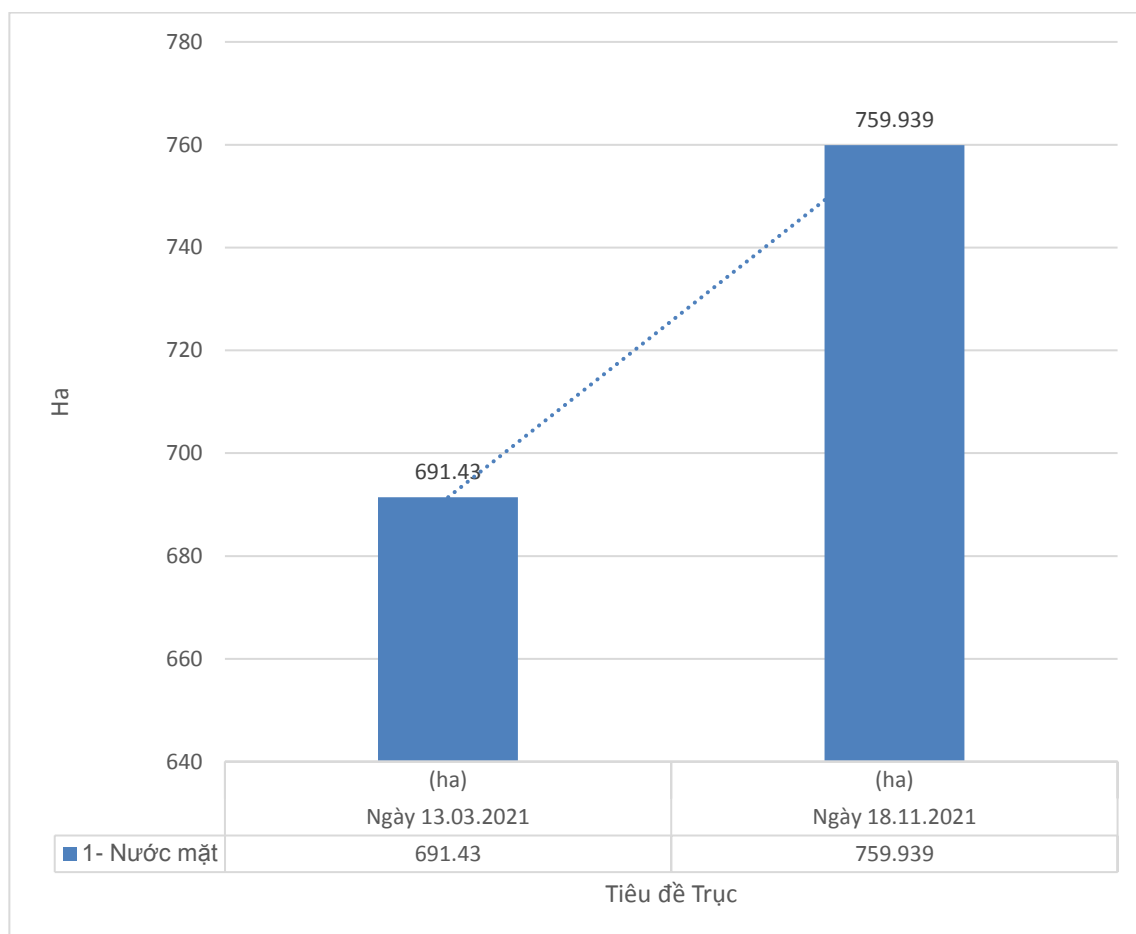
Hình 3...: Kết quả chiết tách nước mặt từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A ngày 13.03.2021 tại khu vực nghiên cứu.



Hình 3...: Kết quả chiết tách nước mặt từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A ngày 18.11.2021 tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 3.....: Thống kê diện tích nước mặt hai thời điểm tháng 3 và tháng 11 năm 2021 TP. Đà Lạt.

Loại lớp phủ	Ngày 13.03.2021 (ha)	Ngày 18.11.2021 (ha)	Tăng/giảm (ha)
1- Nước mặt	691,430	759,939	+ 68,51
2- Các loại khác	38.768,330	38.699,821	- 68,51
Tổng diện tích (ha)	39.459,760	39.459,760	0

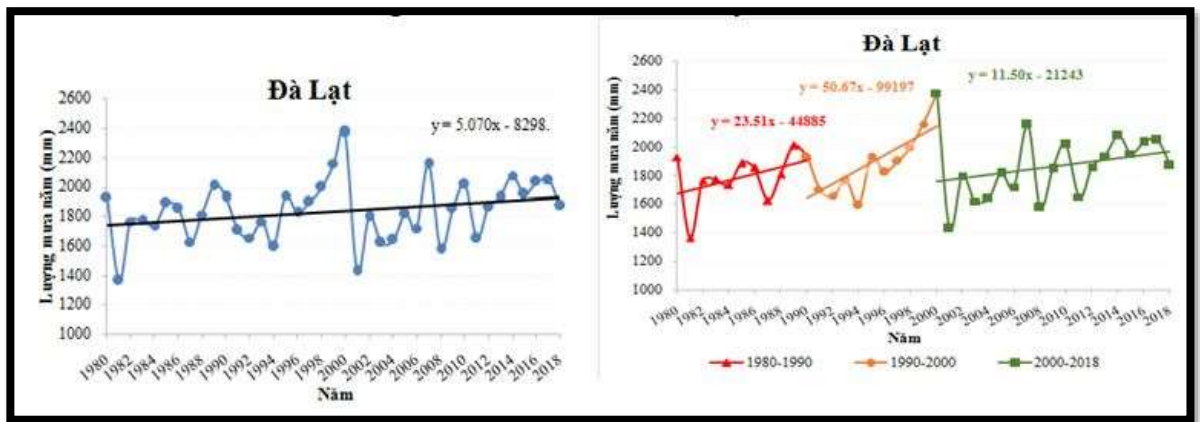


Hình 3.....: Biểu đồ biểu thị sự gia tăng diện tích nước mặt giữa hai thời điểm trong một năm tại TP. Đà Lạt

Nhìn vào các kết quả phân bố không gian tài nguyên nước mặt trên địa bàn thành phố Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng, kết hợp với số liệu thống kê được thể hiện trên bảng 3.5 và 3.6, hình 3.7, chúng ta thấy rõ Đà Lạt là một khu vực có nguồn tài

nguyên nước mặt chiếm gần 2% diện tích trên toàn thành phố, tập trung chủ yếu là nước tồn tại dạng sông, suối, hồ,... Lượng nước mặt tập trung chủ yếu dưới dạng các hồ lớn như Xuân Hương, Than Thở, Tuyên Lâm,... trong khi đó nông nghiệp, du lịch, dân số đều gia tăng đáng kể trong 20 năm gần đây, do đó, TP. Đà Lạt cần có những giải pháp sử dụng nước hợp lý, đặc biệt bảo vệ sự trong lành của môi trường nước mặt để đảm bảo tính thẩm mỹ để phát triển du lịch, và liên quan đến sức khỏe của người dân địa phương.

Kết hợp với số liệu tổng lượng mưa năm của tỉnh Lâm Đồng (tại một số trạm khí tượng Đà Lạt, Liên Khương, Bảo Lộc) thời đoạn từ 1980-2018 để thấy rõ đặc điểm và xu thế biến đổi của lượng mưa năm tại khu vực này.



Hình 3...: Xu thế biến đổi lượng mưa năm và qua từng giai đoạn tại trạm Đà Lạt

Lượng mưa năm tại trạm Đà Lạt từ năm 1980-2018 có xu thế tăng nhưng không lớn, với tốc độ 5,1mm/năm. Tổng lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1980-2018 khoảng 1.837mm, năm có lượng mưa năm cao nhất là năm 2000 (2.379mm) vượt so với trung bình nhiều năm 542mm và năm có tổng lượng mưa thấp nhất là năm 1981 (1.363mm) thấp hơn trung bình thời kỳ này khoảng 474mm. Chênh lệch giữa lượng mưa năm lớn nhất và nhỏ nhất đạt trên 1000mm

Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại trạm Đà Lạt có sự biến động giữa các giai đoạn. Trong giai đoạn 1980-1990, lượng mưa năm có xu thế tăng với tốc độ 23,5mm/năm và tăng nhanh hơn thời kỳ 40 năm là 4,6 lần. Trong thập kỷ tiếp theo, lượng mưa năm có xu thế tăng rất nhanh, với tốc độ 50,7mm/năm, tăng nhanh gấp 10 lần thời kỳ 1980-2018. Ở giai đoạn 2000-2018, lượng mưa năm có tốc độ tăng khoảng gần 11,5mm/năm, tăng nhanh hơn thời kỳ 1980-2018 gấp 2,3 lần. Điều này cho thấy tổng lượng mưa hàng năm đang có dấu hiệu gia tăng mạnh hơn, đặc biệt là từ khoảng năm 1990 trở lại đây.

Bảng 3.....: Trị số phổ biến của độ lệch tiêu chuẩn (S) và biến suất (S_r) tổng lượng mưa tháng trung bình tỉnh Lâm Đồng

Trạm	Đà Lạt			Liên Khương			Bảo Lộc		
Tháng	R	S	S _r	R	S	S _r	R	S	S _r
I	9.2	13.9	151.6	5.0	9.7	194.1	60.5	83.6	138.1
II	23.1	29.7	128.2	12.5	22.6	180.0	58.4	48.4	83.0
III	71.4	48.8	68.3	52.5	50.7	96.5	127.3	84.6	66.5
IV	176.4	92.2	52.3	133.2	77.2	58.0	221.0	122.5	55.4
V	216.7	82.6	38.1	219.1	94.6	43.2	255.0	132.2	51.8
VI	201.7	72.6	36.0	185.3	63.4	34.2	328.9	116.1	35.3
VII	225.3	73.6	32.7	188.1	72.9	38.7	407.9	146.1	35.8
VIII	238.1	102.5	43.1	181.0	73.1	40.4	464.0	212.1	45.7
IX	284.6	102.6	36.1	277.0	104.0	37.6	406.3	127.6	31.4
X	246.7	86.8	35.2	240.2	93.8	39.1	351.3	150.6	42.9
XI	105.9	74.7	70.6	95.7	71.2	74.4	193.0	104.8	54.3
XII	38.0	41.5	109.3	29.3	44.5	152.0	80.8	70.4	87.1
TB	1837.2	200.4	10.9	1618.9	216.8	13.4	2954.3	531.1	18.0

Trên bảng 3.... với trị số biến suất trong các tháng tiêu biểu I, IV, VII, X tại tỉnh Lâm Đồng cho ta thấy các tháng mùa khô có lượng mưa rất ít nhưng lại có mức độ biến đổi cao hơn nhiều so với các tháng mùa mưa. Độ lệch chuẩn cả năm và biến suất tương ứng tại các trạm Đà Lạt là 200,4 mm, 10,9%; Liên Khương là 216,8 mm, 13,4%; Bảo Lộc 531,1 mm, biến suất 18,0%, trong các tháng mùa khô có biến suất lớn hơn trong mùa mưa do tổng lượng mưa các tháng mùa khô thấp với đặc thù mưa dông nên tổng lượng mưa theo các năm không đồng đều dẫn đến biến suất theo từng năm lớn.

Chế độ dòng chảy ở Đà Lạt phụ thuộc vào khí hậu và phân ra hai mùa rõ rệt: mùa lũ và mùa kiệt.

Tháng 5 Đà Lạt bước vào thời kỳ mùa mưa, dòng suối sau thời kỳ khô đã kiệt nước, vì thế những trận mưa đầu mùa không sinh ra được dòng chảy mặt mà thấm vào đất đai, nhờ tính thấm khá nên mùa lũ trên suối đến chậm hơn mùa mưa 1,5 - 2 tháng.

Thời kỳ từ tháng 5 đến tháng 7 là mùa chuyển tiếp từ kiệt sang lũ trên các dòng suối của Đà Lạt. Trong mùa chuyển tiếp lưu vực được tích thêm ẩm và bước vào mùa lũ trong tháng 7 trùng với những tháng mưa lớn và kéo dài của mùa mưa.

Mùa mưa kết thúc vào tháng 11, sự chuyển tiếp từ lũ sang kiệt không đột ngột, nước suối từ từ rút xuống và trong quá trình rút thường có những trận lũ khá lớn do những trận mưa cuối mùa rơi trên lưu vực đã no nước. Trong thời gian chuyển tiếp từ lũ sang kiệt, vai trò của nước ngầm điều tiết lại lượng nước trong các dòng suối

rất đáng kể, làm giảm sự phân hoá trong chế độ dòng chảy, mùa lũ thực sự chầm dứt vào cuối tháng 11.

Vào mùa lũ, lượng nước trong các dòng suối chiếm khoảng 70% lượng nước toàn năm, tháng lũ lớn nhất thường xảy ra vào tháng 9,10 lượng nước vào tháng này chiếm khoảng 20% lượng nước toàn năm. Lũ đầu mùa thường do những đợt mưa dông gây ra, lũ lớn trong mùa lũ chính do ảnh hưởng bão và dải hội tụ nhiệt đới, lũ cuối mùa thường do ảnh hưởng bão hoặc đôi khi là những đợt mưa phong.

Ngay khi mùa mưa kết thúc, nước trong các suối bắt đầu rút, đến tháng 4 có lượng dòng chảy bé nhất, chiếm khoảng 2% lượng nước toàn năm. Các suối có lưu vực nhỏ (<5km²) tại vùng tây- nam, đông - nam thành phố bắt nguồn tại những độ cao không có thực vật rừng che phủ, lớp phong hoá mỏng nên thường bị cạn kiệt, không còn dòng chảy.

Lượng mưa giữa hai mùa khô và mùa mưa chênh lệch khá rõ rệt, tuy nhiên theo như kết quả phân tích trên bảng 3... sự chênh lệch lượng nước mặt tại TP. Đà Lạt chỉ mở rộng gần 70ha, lí do được xác định là do địa hình khu vực TP. Đà Lạt rất dốc, nên ko giữ đc nhiều lượng nước mặt trong mùa mưa, do đó việc phát triển và mở rộng nông nghiệp chất lượng cao cần đòi hỏi khai thác thêm các nguồn nước khác hoặc công nghệ hiện đại để tiết kiệm nước hơn.

3.4 Đánh giá vai trò của bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước tại khu vực TP. Đà Lạt

Bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt giúp đánh giá tình hình thực hiện quy hoạch tài nguyên nước TP. Đà Lạt giai đoạn 2010-2020, định hướng đến năm 2030 được UBND tỉnh Lâm Đồng phê duyệt tại Quyết định số 3594/QĐ-UBND ngày 28/12/2012.

1. Giúp công tác phân bổ nguồn nước

- Đảm bảo nguồn cấp nước sinh hoạt cho dân cư (với quy mô dân số vào năm 2020 dự kiến là 425 nghìn người và khu du lịch (dự kiến lượng khách du lịch đến năm 2020 là 15 triệu lượt khách, đến năm 2030 là 25 triệu lượt khách). Với lượng nước năm 2015 là 70,6 triệu m³/năm, năm 2020 là 89,04 triệu m³/năm và năm 2030 là 109,21 m³/năm.

Trong đó khai thác từ nguồn nước dưới đất là 24,64 triệu m³/năm vào năm 2015, vào năm 2020 là 35,73 triệu m³/năm và 44,12 triệu m³/năm vào năm 2030.

- Chia sẻ, phân bổ hài hòa, hợp lý tài nguyên nước trên địa bàn cho các ngành nông nghiệp (đến năm 2015 là 360,01 triệu m³/năm, đến năm 2020 là 361,82 triệu m³/năm, năm 2030 là 398,24 triệu m³/năm), công nghiệp (đến năm 2015 là 205,4 triệu

m³/năm, đến năm 2020 là 430,6 triệu m³/năm, đến năm 2030 là 1321,0 triệu m³/năm); đặc biệt đảm bảo nguồn cấp cả về số lượng và chất lượng.

- Đảm bảo nước cho hệ sinh thái thủy sinh và duy trì môi trường các dòng sông.
- Khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất, phối hợp với khai thác sử dụng tài nguyên nước mặt để cung cấp ổn định nước cho sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp.

Từ giai đoạn 2016 - 2020, tăng cường tái sử dụng nước thải sau khi xử lý phục vụ cho mục đích công nghiệp và nhu cầu khác phù hợp với chất lượng nước.

2. Bảo vệ tài nguyên nước

- Duy trì dòng chảy vào mùa khô trên các sông chính: suối Phước Thành, suối Đa Thiện, suối Cam Ly, suối Đa Tam, sông Đa Nhim.

- Phòng ngừa, hạn chế và giảm thiểu tình trạng cạn kiệt, ô nhiễm tài nguyên nước dưới đất trên địa bàn TP. Đà Lạt.

- Bảo vệ tính toàn vẹn và sử dụng có hiệu quả các địa điểm lấy nước, các tầng chứa nước quan trọng, đảm bảo chất lượng nước phục vụ cho các mục đích sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp và du lịch.

- Kiểm soát được tình hình ô nhiễm nguồn nước.

*** Bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt giúp đưa ra các giải pháp thực hiện quy hoạch tài nguyên nước**

1. Giải pháp về quản lý

- Tăng cường năng lực quản lý tài nguyên nước các cấp, ngành: Đẩy mạnh công tác điều tra đánh giá tài nguyên nước, xây dựng cơ sở dữ liệu thông tin, xác định các vùng có nguy cơ thiếu nước, thực hiện quy hoạch chi tiết tại từng vùng và có biện pháp chỉnh sửa cho phù hợp với tình hình thay đổi tại địa phương.

- Tăng cường thể chế, năng lực quản lý ở các cấp: Hoàn thiện hệ thống văn bản pháp luật thuộc thẩm quyền của Ủy ban nhân dân Tỉnh về tài nguyên nước; tuyển dụng và nâng cao trình độ chuyên môn năng lực cho các cán bộ để giải quyết các vấn đề thực tiễn; Xây dựng và hiện thực chương trình tăng cường trang thiết bị và công cụ phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước các cấp.

- Tăng cường công tác quản lý và cấp phép về tài nguyên nước: Kiểm tra, thanh tra về việc chấp hành các quy định trước và sau khi được cấp giấy phép; việc thực hiện các biện pháp phòng chống ô nhiễm, bảo vệ và phát triển bền vững tài nguyên nước.

- Tăng cường năng lực và sự tham gia của các bên liên quan: Xây dựng cơ chế đối thoại, trao đổi thông tin, cơ chế trách nhiệm giữa các cộng đồng ven sông với các

hộ, ngành khai thác sử dụng tài nguyên nước và cơ quan quản lý Nhà nước về tài nguyên nước.

- Công tác truyền thông: Tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức và khuyến khích sự tham gia của cộng đồng trong việc khai thác sử dụng tiết kiệm và bảo vệ tài nguyên nước; huy động sự tham gia của cộng đồng trong việc giám sát các quy định pháp luật về tài nguyên nước.

2. Các giải pháp bảo vệ, cải tạo, phục hồi tài nguyên nước

- Tăng cường các biện pháp quản lý, chống thất thoát, lãng phí tài nguyên nước, nâng hiệu quả khai thác của các công trình khai thác sử dụng nước đặc biệt là công trình thủy lợi và cấp nước tập trung.

- Nghiên cứu xây dựng mạng quan trắc tài nguyên nước, giám sát khai thác sử dụng tài nguyên nước trên các khu dùng nước, các sông suối chính, các hồ khai thác sử dụng nước lớn như các hồ thủy điện, thủy lợi, các khu công nghiệp... nhằm phát hiện sớm các vi phạm trong khai thác tài nguyên nước đặc biệt các khu vực có nguy cơ cạn kiệt nguồn nước.

- Xây dựng các đới phòng hộ vệ sinh cho các công trình đang khai thác nước (giếng khoan, nguồn lộ); Trám lấp các giếng khoan không sử dụng.

- Trên các sông cần có lưu lượng khống chế để đảm bảo nước cho dòng chảy môi trường bảo vệ hệ sinh thái thủy sinh, cần có sự giám sát, theo dõi chặt chẽ để duy trì được dòng chảy môi trường.

- Đảm bảo độ che phủ cây xanh tại các khu đô thị để duy trì, cân bằng nguồn nước ngầm; hạn chế tối đa việc chuyển đổi đất rừng ở thượng lưu nguồn nước các sông nội tỉnh, sông liên tỉnh (đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường phê duyệt danh mục), ở những nơi có độ dốc lớn, những khu vực đất dành cho không gian canh quan sang đất xây dựng, đất sản xuất để đảm bảo duy trì nguồn nước và hạn chế xói mòn.

- Bảo vệ nghiêm ngặt các hồ chứa và hành lang bảo vệ hồ chứa nước được quy hoạch để cấp nước phục vụ sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp trên địa bàn, đặc biệt là hồ Xuân Hương, hồ Tuyên Lâm,

- Tăng cường bảo vệ nguồn sinh thủy bằng cách duy trì và phát triển diện tích rừng đầu nguồn. Nghiêm cấm khai thác rừng thuộc lưu vực các hồ chứa nước quan trọng.

- Nghiên cứu xây dựng các mô hình bổ cập nước mặt cho nước dưới đất để tăng cường khả năng đáp ứng của nguồ nước cho các hoạt động dân sinh, phát triển kinh tế.

- Nghiêm cấm các hành vi xả thải, chôn lấp rác thải tại những khu vực được quy hoạch khai thác nước dưới đất.

- Xây dựng mô hình ngân hàng dữ liệu chất lượng nước.

*** Bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt giúp tăng cường năng lực quản lý tài nguyên nước các cấp, ngành TP. Đà Lạt**

- Đã triển khai xây dựng cơ sở dữ liệu, thông tin tài nguyên nước, thường xuyên cập nhật, bảo đảm phục vụ cho công tác quản lý, thanh tra, kiểm tra, cấp phép khai thác, sử dụng tài nguyên nước và xả nước thải vào nguồn nước.

- Tăng cường thể chế, năng lực quản lý ở các cấp, đã ban hành các văn bản phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh như: Quyết định số 3063/2014/QĐ-UBND ngày 15/12/2014 của UBND Tỉnh quy định quản lý tài nguyên nước trên địa bàn Tỉnh Lâm Đồng, Quyết định số 1722/QĐ-UBND ngày 11/8/2014 của UBND Tỉnh phê duyệt kế hoạch hành động nâng cao hiệu quả quản lý, bảo vệ, sử dụng tổng hợp tài nguyên nước Tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2014 - 2020.

- Tăng cường công tác quản lý và cấp phép về tài nguyên nước Trên cơ sở Quy hoạch 2012, từ ngày 31/12/2012 đến hết ngày 30/10/2016, UBND Tỉnh đã cấp 260 giấy phép khai thác, sử dụng tài nguyên nước, xả nước thải vào nguồn nước, trong đó 23 giấy phép khai thác nước dưới đất với tổng lưu lượng 35.653 m³/ngày đêm, 39 giấy phép khai thác sử dụng nước mặt với tổng lưu lượng 264.410 m³/ngày đêm, 195 giấy phép xả nước thải với tổng lưu lượng 248.930 m³/ngày đêm, 03 giấy phép hành nghề khoan nước dưới đất.

*** Bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt giúp thực hiện xây dựng mạng giám sát tài nguyên nước tài nguyên nước mặt tỉnh Lâm Đồng**

Mạng giám tài nguyên nước tỉnh Lâm Đồng được phê duyệt với 10 điểm giám sát tài nguyên nước mặt và 20 điểm giám sát tài nguyên nước dưới đất. Thời gian triển khai thực hiện dự kiến vào giai đoạn 2013 - 2015, tuy nhiên đến nay mạng giám sát tài nguyên nước của Tỉnh vẫn chưa được xây dựng. Bản đồ hiện trạng phân bố tài nguyên nước mặt giúp thực tình hình triển khai thực hiện các dự án ưu tiên tài nguyên nước mặt tỉnh Lâm Đồng.

KẾT LUẬN & KIẾN NGHỊ

Quản lý và quy hoạch tài nguyên nước một cách khoa học là một vấn đề cấp bách. Để quản lý và quy hoạch tài nguyên thì xác định công cụ, dữ liệu quản lý là hết sức quan trọng. Công nghệ viễn thám và GIS, hai hợp phần quan trọng trong quan trắc, giám sát và quản lý tài nguyên và môi trường đặc biệt tài nguyên nước mặt. Công nghệ viễn thám cung cấp thông tin về đối tượng, khu vực hay hiện tượng thông qua việc phân tích dữ liệu ảnh. Từ dữ liệu ảnh viễn thám xây dựng thành lập bản đồ hiện trạng để từ đó theo dõi các yếu tố trên bề mặt trái đất và là tiền đề cung cấp dữ liệu cho GIS. GIS với khả năng quản lý dữ liệu, tích hợp đa nguồn dữ liệu và khả năng phân tích không gian đơn lớp và đa lớp phù hợp cho việc đánh giá phục vụ đắc lực trong quản lý, quy hoạch tài nguyên nước mặt.

Nghiên cứu đã tiến hành chiết xuất thông tin tài nguyên nước mặt dựa trên xác định ngưỡng của các chỉ số NDWI và MNDWI. Các chỉ số được tính toán từ ảnh Sentinel 2A đã chứng minh được hiệu quả trong nghiên cứu về chiết tách diện tích nước mặt. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng các chỉ số chiết tách nước NDWI và MNDWI có khả năng phân tách các đối tượng nước mặt dễ dàng hơn, đặc biệt khi sử dụng để phân tách các vùng nước ở khu vực dân cư và công trình xây dựng và cho độ chính xác kết quả phân loại từ ảnh vệ tinh là cao hơn. Qua đó, có thể kết luận rằng ảnh viễn thám quang học là một giải pháp ưu việt trong nghiên cứu về nước mặt.

Bên cạnh đó, còn một số hạn chế và thách thức về dữ liệu và phương pháp cần phải được tiếp tục nghiên cứu. Để tăng cường độ chính xác và tin cậy phương pháp xác định ngưỡng mới có thể được áp dụng. Vấn đề quan trọng khi thực hiện phương pháp phân ngưỡng mới sử dụng hàm phân tích thống kê là số lượng dữ liệu thực địa cần lớn và chi tiết hơn rất nhiều, cũng như được thực hiện thu thập trong một giai đoạn thời gian dài để đối chiếu với từng cảnh ảnh cụ thể. Từ đó, lựa chọn được từng ngưỡng chính xác với từng khu vực nghiên cứu cụ thể.

Ngoài ra, cần tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu này ứng dụng trong lĩnh vực mới về trí tuệ nhân tạo và các thuật toán học máy (machine learning).

Công nghệ viễn thám sử dụng từ liệu ảnh viễn thám quang học đã được chứng minh là hiệu quả trong nghiên cứu về nước mặt. Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của ảnh viễn thám quang học là bị ảnh hưởng bởi mây và thời tiết, khiến cho việc tiếp cận thông tin đôi khi bị thiếu hoặc không chính xác, đặc biệt đối với khu vực đồi núi ở Việt Nam. Từ liệu ảnh viễn thám radar cũng sẽ là một hướng tiếp cận hiệu quả khi loại bỏ được ảnh hưởng của mây và mưa trong nghiên cứu về nước mặt. Kết hợp với ảnh quang học, các công nghệ mới như thiết bị bay không người lái sẽ tạo ra một giải

pháp hoàn chỉnh trong việc nghiên cứu thành lập bản đồ hiện trạng và biến động diện tích tài nguyên nước mặt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Báo cáo tình hình phát triển kinh tế - xã hội năm 2019 và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội năm 2020 tỉnh Lâm Đồng.
2. Báo cáo thuyết minh quy hoạch và quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Quảng Ninh đến năm 2020, định hướng đến năm 2030, sở tài nguyên và môi trường tỉnh Lâm Đồng.
3. Cổng thông tin điện tử Thành phố Đà Lạt, <https://dalat.lamdong.gov.vn/>
4. Lê Thị Vân Anh, 2020, “Xác định các khu vực nước mặt vào mùa mưa - mùa khô vùng Đồng Tháp Mười sử dụng tư liệu ảnh viễn thám” - Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật Trắc địa – Bản đồ, Trường Đại học Mở - Địa chất.
5. Vũ Danh Tuyên, Trịnh Lê Hùng, Lê Anh Tú, Phạm Thị Thương Huyền, and Quách Thị Chúc, 2014. "Nghiên cứu quy trình đánh giá hàm lượng chất lơ lửng, chất diệp lục vùng ven biển bằng dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT" - Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường.
6. H. Liu and K. C. Jezek, 2004. "Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating Canny edge detection and locally adaptive thresholding methods" International Journal of Remote Sensing, vol. 25, pp. 937–958.
7. Tổng cục Khí tượng Thủy Văn, 2020. Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại tỉnh Lâm Đồng thời kỳ từ 1980 – 2018 - Bản tin KHCN&HTQT Quý II năm 2020. <http://vnmha.gov.vn/ban-tin-quy-khcnhtqt-135/xu-the-bien-doi-luong-mua-nam-tai-tinh-lam-dong-thoi-ky-tu-1980-%E2%80%93-2018-ban-tin-khcnhtqt-quy-ii-nam-2020-6773.html>

Tiếng Anh

8. J. H. W. Ryu, J.-S., and Min, K.D., 2002. "Waterline extraction from Landsat TM data in a tidal flat: a case study in Gomsu Bay, Korea" Remote Sensing of Environment, vol. 83, pp. 442–456.
9. McFEETERS, S K, 1996. "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features". International Journal of Remote Sensing, Volume 17, Issue 7.
10. Meenu Ramadas, Alok Kumar Samantaray, 2017. "Applications of Remote Sensing and GIS in Water Quality Monitoring and Remediation: A State-of-the-Art Review". Water Remediation, pp 225-246.

