

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THEO NGHỊ ĐỊNH THƯ

ĐỀ TÀI:

**NGHIÊN CỨU HIỆN TRẠNG NGUỒN NƯỚC MẶT VÀ DỰ BÁO
XÂM NHẬP MẶN TẠI LƯU VỰC SÔNG CAUTO LÀM CƠ SỞ ĐỀ XUẤT
CÁC GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG SẢN XUẤT LÚA GẠO VÀ CẢI THIÊN
CẤP NƯỚC CHO NGƯỜI DÂN**

MÃ SỐ NĐT.100.CU/21

BÁO CÁO

(Thuộc Nội dung 1/Công việc 1.2)

**Mục 1.2.1: Nghiên cứu, đánh giá mối quan hệ giữa ảnh viễn thám
và độ mặn sử dụng phương pháp phân tích tương quan**

Hà Nội, năm 2021

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THEO NGHỊ ĐỊNH THƯ

ĐỀ TÀI:

**NGHIÊN CỨU HIỆN TRẠNG NGUỒN NƯỚC MẶT VÀ DỰ BÁO
XÂM NHẬP MẶN TẠI LƯU VỰC SÔNG CAUTO LÀM CƠ SỞ ĐỀ XUẤT
CÁC GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG SẢN XUẤT LÚA GẠO VÀ CẢI THIỆN
CẤP NƯỚC CHO NGƯỜI DÂN**

MÃ SỐ NĐT.100.CU/21

BÁO CÁO

(Thuộc Nội dung 1/Công việc 1.2)

Mục 1.2.1: Nghiên cứu, đánh giá mối quan hệ giữa ảnh viễn thám và độ mặn sử dụng phương pháp phân tích tương quan

Cơ quan thực hiện: Viện Khoa học tài nguyên nước, Số 8, Pháo Đài Láng, Đống Đa, HN
Chủ nhiệm đề tài: TS. Trần Anh Phương

THỰC HIỆN CHUYÊN ĐỀ

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI

VIỆN TRƯỞNG

TS. Lưu Đức Dũng

TS. Trần Anh Phương

Hà Nội, năm 2021

MỤC LỤC

Mở đầu.....	1
I. Tổng quan về độ mặn.....	2
I.1. Xâm nhập mặn	2
I.2. Độ mặn	2
I.3. Xác định độ mặn trong nước.....	5
II. Viễn thám và các đặc điểm của ảnh viễn thám.....	10
II.1. Tổng quan về viễn thám.....	10
II.1.1. Định nghĩa.....	10
II.1.2. Hệ thống viễn thám.....	10
II.1.3. Phân loại viễn thám.....	11
II.2. Cơ sở khoa học của công nghệ viễn thám	15
II.2.1. Nguyên lý cơ bản của viễn thám	15
II.2.2. Cơ sở vật lý của viễn thám.....	18
II.3. Một số loại ảnh viễn thám được sử dụng.....	23
III. Mối tương quan giữa dữ liệu ảnh viễn thám và độ mặn nước sông.....	24
III.1. Tổng quan phương pháp phân tích tương quan.....	24
III.1.1. Liên hệ tương quan và phương pháp phân tích tương quan.....	24
III.1.2. Phân tích mối liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu biến đổi theo không gian	28
III.1.3. Phân tích mối liên hệ tương quan giữa hai chỉ tiêu biến động theo thời gian	32
III.2. Mối tương quan giữa dữ liệu ảnh viễn thám và độ mặn nước sông.....	34
Kết luận.....	39
Tài liệu tham khảo	40

MỞ ĐẦU

Quá trình xâm nhập mặn trên các con sông đang diễn ra nhiều nơi trên thế giới, điều này làm cho diện tích đất nông nghiệp bị thu hẹp và ảnh hưởng lớn đến tài nguyên thiên nhiên. Hiện tượng này dần xảy ra ở nhiều nơi, nhiều khu vực với tần suất xuất hiện dày hơn và mức độ tác động ngày càng mạnh. Xâm nhập mặn ảnh hưởng sâu sắc tới đời sống của người dân, nhất là đối với những hộ dân sống phụ thuộc vào nguồn lợi sinh ra từ những con sông như trồng trọt; đánh bắt, nuôi trồng thủy sản ... Việc thiệt hại về cây trồng, vật nuôi tác động trực tiếp đến đời sống người dân, thay đổi cơ cấu cây trồng mùa vụ, giảm số lượng vật nuôi, dẫn đến tác động không nhỏ đến tình hình phát triển kinh tế, xã hội lưu vực sông Cauto (thuộc Cuba).

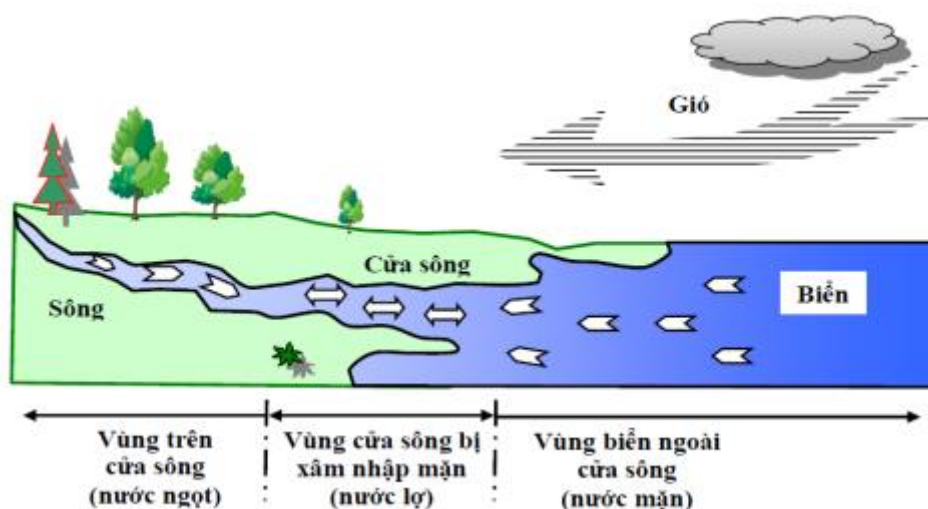
Trước thực trạng trên đòi hỏi cần có các biện pháp như: theo dõi diễn biến, dự báo, đánh giá mức độ xâm nhập mặn. Thành lập bản đồ mô tả hiện trạng xâm nhập mặn qua từng thời kỳ có thể xem như một phương pháp hiệu quả tạo tiền đề cho việc theo dõi quá trình diễn biến, giúp các nhà quản lý theo dõi, đánh giá mức độ gia tăng và có biện pháp ứng phó kịp thời. Lập bản đồ theo dõi hiện trạng xâm nhập mặn cũng giúp xác định những khu vực bị ảnh hưởng dựa trên đặc tính đối tượng canh tác nông nghiệp từ đó rút ra nhận xét về tính chất cũng như mức độ ảnh hưởng của tình trạng xâm nhập mặn.

Tuy nhiên nếu thực hiện bằng phương pháp như thu thập thông tin mẫu nước, mẫu đất, độ mặn, thống kê, nhập liệu ... sẽ gây mất rất nhiều thời gian và chi phí. Những năm gần đây, dữ liệu viễn thám đã tạo ra một cuộc cách mạng trong nghiên cứu liên quan đến nông nghiệp, đất đai, nước, biển, địa mạo. Đặc biệt một số dữ liệu ảnh viễn thám với ưu điểm được cung cấp đầy đủ và miễn phí cùng với độ phân giải thời gian cao được xem như một công cụ thích hợp và hiệu quả trong việc xác định các đối tượng trên bề mặt Trái Đất, chúng có thể xác định mức độ mặn trong nước cũng như vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ tình trạng xâm nhập mặn. Việc nghiên cứu, đánh giá mối quan hệ giữa ảnh viễn thám và độ mặn sẽ giúp xác định khả năng, mức độ độ phản ánh tình trạng xâm nhập mặn và tạo ra cơ sở cho công tác nghiên cứu độ mặn thông qua ảnh viễn thám.

I. Tổng quan về độ mặn

I.1. Xâm nhập mặn

Xâm nhập mặn là hiện tượng nước biển xâm nhập vào vùng nước ngọt của lòng sông hoặc các tầng nước ngọt dưới đất. Hiện tượng này diễn ra phổ biến tại các cửa sông tiếp giáp với biển. Vào mùa nước cạn, lượng nước từ sông đổ ra biển giảm thấp, nước biển lấn sâu vào sông làm cho nước sông bị nhiễm mặn, độ mặn sẽ giảm dần theo hướng vào đất liền.



Hình I.1: Hiện tượng xâm nhập mặn từ biển vào lòng sông vùng cửa sông

Nước ngọt (nước sông) có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước biển (1,0 g/ml so với 1,025 g/ml) nên nước ngọt ở trên mặt còn nước biển ở dưới đáy và khi sóng triều truyền vào cửa sông sẽ có dạng hình nêm, thường gọi là nêm mặn hay lưỡi mặn. Hình dạng và hướng nêm mặn thường xuyên thay đổi tùy thuộc vào chế độ thủy triều, lưu lượng và vận tốc dòng chảy nước ngọt. Khi triều cường, nêm mặn hướng sâu vào sông, nước sông chảy ra biển dưới lực dồn ép của nước biển. Khi triều kiệt, nêm mặn rút về phía biển và nước sông cũng đẩy nước biển về phía biển làm cho nêm mặn rút nhanh [1].

Độ mặn của nước là tổng nồng độ của tất cả các ion trong nước bao gồm các ion chính như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Nồng độ của những ion này khác nhau tùy theo loại nước và nó được biểu thị là số gram chất tan/kg dung dịch. Đơn vị đo độ mặn thường được sử dụng là phần ngàn (ppt hay ‰) [2].

I.2. Độ mặn

Xem xét về môi trường, độ mặn hay độ muối được ký hiệu S‰ (S viết tắt từ chữ salinity - độ mặn) là tổng lượng (tính theo gram) các chất hòa tan chứa trong 1 kg nước. Trong hải dương học, người ta sử dụng độ muối (salinity) để đặc trưng cho độ khoáng của nước biển, nó được hiểu như tổng lượng tính bằng gam của tất cả các chất khoáng rắn hòa tan có trong 1 kg nước biển. Vì tổng nồng độ các ion chính (11 ion, bao gồm: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^-) chiếm tới

99,99% tổng lượng các chất khoáng hoà tan nên có thể coi độ muối nước biển chính bằng giá trị này. Điều đó cũng có nghĩa là đối với nước biển khơi, độ muối có thể được tính toán thông qua nồng độ của một ion chính bất kỳ.

Độ mặn là lượng muối hòa tan trong nước, độ mặn là một yếu tố quan trọng trong việc xác định nhiều khía cạnh của hóa học của nước tự nhiên và các quá trình sinh học bên trong nó, và là một biến trạng thái nhiệt động lực, cùng với nhiệt độ và áp suất, chi phối các đặc tính vật lý như mật độ và khả năng nhiệt của nước.

Độ mặn là một trong những yếu tố nghiêm trọng nhất làm hạn chế năng suất cây trồng nông nghiệp, có ảnh hưởng xấu đến sự nảy mầm, sức sống thực vật và năng suất cây trồng [3]. Mặn hóa ảnh hưởng đến nhiều khu vực thủy lợi chủ yếu là do việc sử dụng nước lợ. Trên khắp thế giới, hơn 45 triệu ha đất bị tưới đã bị hư hại do muối và 1,5 triệu ha được đưa ra sản xuất mỗi năm do mức độ mặn cao trong đất [3]. Độ mặn cao ảnh hưởng đến thực vật bằng nhiều cách: stress nước, nhiễm độc ion, rối loạn dinh dưỡng, stress oxy hóa, thay đổi quá trình trao đổi chất, xáo trộn màng tế bào, giảm sự phân chia và mở rộng tế bào, độc tính di truyền. Cùng nhau, những ảnh hưởng này làm giảm sự tăng trưởng, phát triển và sống còn của cây.

Trong quá trình khởi phát và phát triển stress muối bên trong thực vật, tất cả các quá trình chính như quang hợp, tổng hợp protein và chuyển hóa năng lượng và lipid đều bị ảnh hưởng [4]. Trong lần tiếp xúc ban đầu với độ mặn, thực vật gặp stress nước, do đó làm giảm sự mở rộng lá. Tác động osmotic của stress về độ mặn có thể được quan sát thấy ngay sau khi áp dụng muối và được cho là tiếp tục trong suốt thời gian phơi nhiễm, dẫn đến việc ức chế sự giãn nở của tế bào và sự phân chia tế bào cũng như đóng cửa khí quản [5, 6]. Trong thời gian tiếp xúc lâu dài với độ mặn, thực vật gặp stress ion, có thể dẫn đến sự lão hóa sớm của lá trưởng thành, và do đó giảm diện tích quang hợp để hỗ trợ sự tăng trưởng liên tục. Trên thực tế, natri dư thừa và quan trọng hơn chloride có tiềm năng ảnh hưởng đến enzyme thực vật và gây sưng tế bào, dẫn đến giảm sản xuất năng lượng và những thay đổi sinh lý khác. Sự căng thẳng ion dương dẫn đến sự lão hóa sớm của lá già và các triệu chứng độc tính (hooc-môn, hoại tử) ở lá trưởng thành do Na^+ cao ảnh hưởng đến thực vật bằng cách phá vỡ quá trình tổng hợp protein và can thiệp vào hoạt động của enzym. Nhiều nhà máy đã phát triển một số cơ chế hoặc loại trừ muối khỏi tế bào của họ hoặc để chịu đựng sự hiện diện của nó trong các tế bào. Trong chương này, chúng tôi chủ yếu thảo luận về độ mặn của đất, ảnh hưởng của nó đối với cây trồng và cơ chế khoan dung cho phép cây chịu được stress, đặc biệt chú trọng đến sự cân bằng ion, Na^+ .

Độ mặn (Ký hiệu là S viết tắt từ chữ Salinity) là thước đo lượng muối hòa tan trong đất và nước. Muối rất dễ hòa tan trong nước mặt và nước ngầm, có thể được vận chuyển cùng với sự di chuyển của nước. Nó thường được biểu thị bằng phần nghìn (ppt) hoặc phần trăm (%). Thường được đo bằng: g (muối)/Kg (nước biển). Độ mặn là yếu tố quan trọng để xác định đặc tính vật lý và hóa học của nước tự nhiên.

Bảng I.1: Phân chia tình trạng độ mặn trong nước

TT	Tình trạng độ mặn	Độ mặn (mg/l)	Mô tả và sử dụng
1	Tươi	<500	Uống và tưới tiêu
2	Ngoài lề	500 –1 000	Hầu hết việc tưới tiêu, tác động xấu đến hệ sinh thái trở nên rõ ràng
3	Nước lợ	1 000 - 2 000	Chỉ tưới một số loại cây trồng; hữu ích cho hầu hết các cỏ phiếu
4	Nước muối	2 000 - 10 000	Hữu ích cho hầu hết các loại vật nuôi
5	Mặn cao	10 000–35 000	Nước ngầm rất mặn, hạn chế sử dụng cho một số loại gia súc
6	Nước muối	> 35 000	Nước biển; một số khai thác và sử dụng công nghiệp tồn tại

Độ mặn trong tài nguyên nước của chúng ta nói chung có nguồn gốc từ ba nguồn. Thứ nhất, một lượng nhỏ muối (chủ yếu là natri clorua) được bốc hơi từ nước đại dương và được mang theo các đám mây mưa và lắng đọng trên toàn cảnh quan cùng với lượng mưa. Thứ hai, một số cảnh quan cũng có thể chứa muối được giải phóng từ đá trong quá trình phong hóa (phân hủy dần dần). Thứ ba, muối có thể tồn tại trong trầm tích do biển rút đi để lại sau những thời kỳ mà mực nước biển cao hơn nhiều hoặc bề mặt đất thấp hơn nhiều. Nồng độ muối trong lượng mưa cao hơn gần bờ biển và giảm khi di chuyển vào đất liền.

Độ mặn có ba dạng, được phân loại theo nguyên nhân của chúng: độ mặn sơ cấp (còn gọi là độ mặn tự nhiên); độ mặn thứ cấp (còn gọi là độ mặn vùng đất khô hạn), và độ mặn cấp ba (còn được gọi là độ mặn thủy lợi).

- Độ mặn sơ cấp (còn gọi là độ mặn tự nhiên)

Độ mặn sơ cấp là do các quá trình tự nhiên như sự tích tụ muối từ lượng mưa trong nhiều nghìn năm hoặc từ quá trình phong hóa đá.

Khi mưa rơi xuống cảnh quan, một số bốc hơi từ đất, bề mặt thực vật và các vùng nước, một số thấm vào đất và nước ngầm, một số đi vào sông suối và chảy vào hồ hoặc đại dương. Một lượng nhỏ muối do mưa mang lại có thể tích tụ trong đất theo thời gian (đặc biệt là đất pha sét), và cũng có thể di chuyển vào mạch nước ngầm.

Ở những khu vực nhận được nhiều mưa, một lượng lớn nước ngấm vào đất mang theo “muối” vào nước ngầm và thoát ra khỏi lưu vực thông qua sông suối, do đó độ mặn của đất và nước ngầm vẫn tương đối trong lành.

Tuy nhiên, ở những khu vực khô hơn với thảm thực vật tự nhiên, không có quá nhiều lượng mưa và một tỷ lệ lớn hơn của mưa vào cảnh quan bị mất đi do bốc hơi và thoát hơi nước từ thực vật. Tại đây, muối có xu hướng tích tụ trong đất và nước ngầm và có thể tích tụ trong thời gian dài để đạt đến mức cao. Độ mặn của nước ngầm cũng có thể rất cao, đặc biệt nếu muối cũng đã được giải phóng trong quá trình phong hóa của lớp đá gốc.

- Độ mặn thứ cấp hoặc đất khô hạn

Độ mặn thứ cấp được tạo ra khi mực nước ngầm tăng lên, mang theo muối tích tụ qua các quá trình tạo mặn 'sơ cấp' lên bề mặt. Nguyên nhân là do việc phát quang thảm thực vật lâu năm (sống lâu) ở những khu vực khô hạn hơn; tức là các khu vực có xu hướng tích tụ muối trong cấu trúc đất và nước ngầm theo thời gian. Khi thảm thực vật bị dọn sạch, lượng mưa rơi xuống thấm vào mạch nước ngầm nhiều hơn và mực nước ngầm tăng lên.

Sự nhiễm mặn của các con suối và sông có thể đe dọa các hệ sinh thái và các loài cấu thành của chúng, và có thể làm cho nước không sử dụng được. Độ mặn do tưới xảy ra khi lượng nước dư thừa bón cho cây trồng đi qua vùng rễ tới mạch nước ngầm, nâng mực nước ngầm và muối lên bề mặt. Muối cũng có thể được vận chuyển qua các hệ thống nước mặt và nước ngầm.

- Độ mặn cấp ba hoặc được tưới

Độ mặn bậc ba xảy ra khi nước được tưới lại cho cây trồng hoặc làm vườn qua nhiều chu kỳ, trực tiếp hoặc bằng cách cho phép nó lọc vào nước ngầm trước khi bơm ra để tái sử dụng. Mỗi lần áp dụng nước, một số nước sẽ bay hơi và muối trong nước còn lại sẽ trở nên đậm đặc hơn; nồng độ muối rất cao có thể là kết quả của nhiều chu kỳ tái sử dụng.

I.3. Xác định độ mặn trong nước

Muối trong nước có ảnh hưởng rất lớn đến đời sống của động thực vật thủy sinh và con người. Mức độ mặn cao có thể gây hại đến nhiều loài động thực vật. Độ mặn là một yếu tố sinh thái có tầm quan trọng đáng kể, ảnh hưởng đến các loại sinh vật sống trong một vùng nước và ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của các loại cây trồng.

Đo độ mặn là một phép đo quan trọng trong nước biển hoặc tại các cửa sông nơi nước ngọt từ sông hoặc suối hòa lẫn với nước biển mặn vì các sinh vật thủy sinh có khả năng khác nhau để tồn tại và phát triển ở các mức độ mặn khác nhau. Các sinh vật nước mặn tồn tại ở độ mặn lên tới 40 ppt, tuy nhiên nhiều sinh vật nước ngọt không thể sống ở độ mặn trên 1 ppt. Độ mặn ảnh hưởng đến nồng độ oxy hòa tan trong nước. Độ hòa

tan của oxy trong nước giảm khi độ mặn tăng. Độ hòa tan của oxy trong nước biển thấp hơn khoảng 20% so với nước ngọt ở cùng nhiệt độ.

- Ảnh hưởng của nước nhiễm mặn đến đời sống.

Nồng độ muối cao gây nguy hiểm cho môi trường cũng như ảnh hưởng đến nông nghiệp, cơ sở hạ tầng và do đó, nền kinh tế rộng lớn hơn. Nước mặn làm kìm hãm sự phát triển của thực vật do mất nước, ngăn cản sự hấp thụ nitơ. Trong nước ngọt, muối gây hại cho sức khỏe của thực vật và đời sống thủy sinh, khiến các loài gặp nguy hiểm.

Độ mặn thúc đẩy sự tích tụ của các hạt lơ lửng (như đất sét) thành các khối lớn hơn, cho phép một lượng ánh sáng mặt trời không tự nhiên xâm nhập vào. Điều này có thể thiêu đốt các loài thực vật và khuyến khích sự phát triển của các loài tảo độc, ký sinh hoặc có tính cạnh tranh cao. Ngoài ra, khi nước mặn làm ô nhiễm đất, cấu trúc và tính toàn vẹn của đất bị suy thoái, dễ bị xói mòn.

Độ mặn cao trong nước và đất có thể gây ra:

- + Ăn mòn máy móc và cơ sở hạ tầng như hàng rào, đường và cầu
- + Sức khỏe kém hoặc thảm thực vật bản địa chết, dẫn đến suy giảm đa dạng sinh học do sự thống trị của các loài chịu mặn, có khả năng làm thay đổi cấu trúc hệ sinh thái
- + Giảm năng suất cây trồng do làm suy giảm sự phát triển và sức khỏe của cây trồng không chịu được muối.

Lớp phủ bề mặt giảm cũng làm cho đất dễ bị xói mòn hơn. Đất bị xói mòn có thể gây ô nhiễm nước với lượng phù sa tăng lên, đe dọa:

- + Các hệ sinh thái giá trị cao và các loài động thực vật mà chúng hỗ trợ
- + An toàn của nước cho cả người và động vật tiêu dùng.

Bất chấp những tác động tiêu cực của độ mặn, một số môi trường thủy sinh đã thích nghi với một loạt các nồng độ muối và có thể chịu được các thời kỳ có độ mặn cao.

- Ảnh hưởng của nước nhiễm mặn đến sức khỏe

Natri và kali có một mối quan hệ độc đáo cho phép chúng cân bằng thích hợp để loại bỏ các chất lỏng không mong muốn của cơ thể khỏi máu. Từ đó, nó đến thận để xử lý tiếp thành urê, cuối cùng sẽ trở thành ure, bài tiết dưới dạng nước tiểu và loại bỏ khỏi cơ thể. Khi ăn quá nhiều muối, sự hài hòa giữa nồng độ natri và kali bị gián đoạn và thận không thể loại bỏ đủ nước từ máu. Thận trở nên quá tải, dẫn đến những tổn thương không thể khắc phục được, bao gồm cả sỏi thận và suy thận. Ngoài ra, chất lỏng không được di chuyển tích tụ sẽ gây ra huyết áp cao và các vấn đề về tim.

Các phương pháp đo độ mặn:

a. Bút đo độ mặn cầm tay

Một trong những phương pháp đo độ mặn đơn giản nhất là sử dụng bút đo độ mặn cầm tay. Bút đo độ mặn cầm tay Horiba Salt-11 là một trong những thiết bị được tìm kiếm hàng đầu. Đây là sản phẩm với cải tiến vượt trội trang bị công nghệ Nhật Bản được tin dùng trong các ngành nghề: công nghiệp, nuôi tôm, chất lượng thực phẩm,...

Bút đo độ mặn cầm tay có thiết kế nhỏ gọn, dễ dàng di chuyển trong nhiều môi trường khác nhau mà giá thành rất rẻ. Phương pháp đo này cho kết quả chính xác và nhanh chóng chỉ từ một giọt mẫu. Thực hiện đo giá trị độ dẫn của mẫu sau đó chuyển đổi nó thành giá trị độ mặn dựa trên đường cong chuẩn độ mặn đã chọn. Cảm biến có hai kim loại titan được phủ màu đen bạch kim chống ăn mòn và cảm biến nhiệt độ để đo chính xác. Đồng hồ được lập trình với hai đường cong hiệu chuẩn tiêu chuẩn Nước biển và clorua natri (NaCl).

Thao tác đo: Đặt giọt nước lên cảm biến bằng pipet pastuer nhựa đi kèm trong bộ sản phẩm. Hãy chắc chắn rằng mẫu được phủ đầy lên mặt sensor (cảm biến) và không có bong bóng nào được hình thành. Ghi lại đọc độ mặn một khi nó ổn định.

b. Đo độ mặn bằng khúc xạ kế

Sử dụng công cụ này để đo chính xác độ mặn trong chất lỏng. Khúc xạ kế đo mức độ ánh sáng uốn cong, hoặc khúc xạ, khi nó đi vào chất lỏng. Đây được gọi là chiết suất. Càng nhiều muối (và vật liệu khác) hòa tan trong nước, ánh sáng càng gặp nhiều lực cản và càng bị uốn cong. Điều này là do ánh sáng truyền với vận tốc khác nhau tùy thuộc vào môi trường.

Có hai loại phổ biến là khúc xạ kế cơ học và khúc xạ kế kỹ thuật số:

- Khúc xạ kế cơ học:

Do theo nguyên tắc ánh sáng có vận tốc khác nhau phụ thuộc vào tỉ trọng của môi trường truyền qua. Khi môi trường ít dày đặc, ánh sáng sẽ truyền đi nhanh hơn. Khi ánh sáng truyền từ môi trường có tỉ trọng này sang môi trường có tỉ trọng khác, ánh sáng sẽ bị quay đi một góc, tia ánh sáng bị khúc xạ và hiển thị trên thang đo của khúc xạ kế.

Nhỏ một vài giọt nước (có chứa muối) lên trên lăng kính ở phía đầu của khúc xạ kế. Nước phải phủ đều và không được có bọt khí để đạt được kết quả chính xác. Đặt nắp trên lăng kính. Chỉnh độ đi-ốp cho phù hợp với mắt người đọc, và đọc số vạch chuyển màu trên ống ngắm.



Hình 1.2: Khúc xạ kế cơ học

- Khúc xạ kế kỹ thuật số:

Đo nồng độ muối một cách chính xác bên cạnh đó nó còn bổ sung chức năng tự động bù trừ nhiệt độ đối với mẫu cần đo. Hoặc nó có thể đo được cả chỉ số khúc xạ đối với 1 số loại máy chuyên dụng phù hợp với nhu cầu sử dụng.

Nhỏ vài giọt mẫu nước cần đo lên lăng kính hoặc buồng chứa mẫu sau đó nhấn phím “Start” trên máy để bắt đầu đo khi đo xong cần vệ sinh lăng kính sạch sẽ sau đó nhấn phím “Zero” để đưa giá trị ban đầu về 0 và tiếp tục đo mẫu khác. Cần qua bước kiểm tra độ chính xác của máy trước khi sử dụng.

c. Máy đo độ mặn kỹ thuật số

Máy đo độ mặn là phương pháp đo chính xác và là phương pháp đo tin cậy được ứng dụng đo trong sản xuất công nghiệp. Ưu điểm của máy là dễ dàng sử dụng, tự động chuyển đổi, và đo được nhiều thông số chỉ trong một máy duy nhất. Tuy nhiên so với Bút đo độ mặn cầm tay Horiba Salt-11 thì chúng có giá thành khá cao.



Hình 1.3: Máy đo độ mặn kỹ thuật số

d. Sử dụng tỷ trọng kế

Sử dụng công cụ này để đo độ mặn trong nước cũng khá chính xác. Tỷ trọng kế đo trọng lượng riêng của nước, hoặc khối lượng riêng của nó so với H₂O. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc của Archimedes, đó là lực hướng lên tác dụng lên vật thể ngập một phần hoặc hoàn toàn trong chất lỏng bằng trọng lượng của chất lỏng bị dịch chuyển. Vì hầu hết tất cả các loại muối đều đậm đặc hơn nước nên chỉ số tỷ trọng kế có thể cho bạn biết lượng muối hiện diện. Điều này đủ chính xác cho hầu hết các mục đích, chẳng hạn như đo độ mặn trong bể cá, nhưng nhiều mẫu tỷ trọng kế không chính xác hoặc dễ sử dụng không đúng cách.

e. Phương pháp tổng chất rắn hòa tan (TDS)

Phân tích TDS đất hoặc nước bởi một phòng thí nghiệm được công nhận là phương pháp đo độ mặn nghiêm ngặt nhất. Các phòng thí nghiệm có thể phân tích TDS, đây là thước đo tổng của vật liệu hạt hòa tan trong nước và đại diện cho tổng hàm lượng muối.

Cách đo độ mặn bằng phương pháp TSD:

- Phân tích hóa học và tổng hợp tất cả các anion và cation chính có trong mẫu (đo chính xác nhất hàm lượng muối).
- Kỹ thuật đo trọng lượng trong đó một thể tích mẫu đã biết được bốc hơi ở 180 °C đến khô và phần còn lại của chất rắn còn lại được cân.
- Sau đó chuyển đổi EC sang TDS sẽ xác định được độ mặn cần tìm.

II. Viễn thám và các đặc điểm của ảnh viễn thám

II.1. Tổng quan về viễn thám

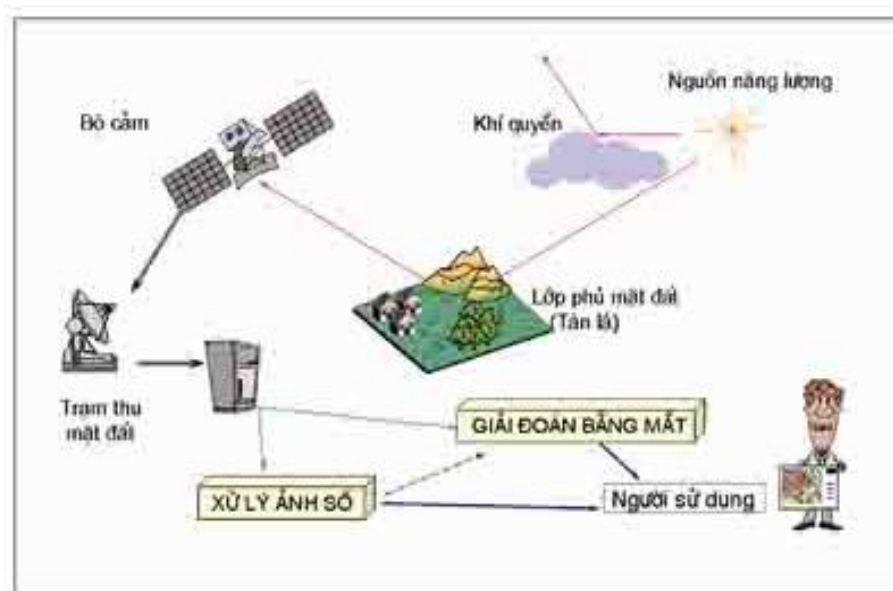
II.1.1. Định nghĩa

Viễn thám (Remote sensing) được định nghĩa bằng nhiều từ ngữ khác nhau, nhưng nói chung đều thống nhất theo quan điểm chung là khoa học và công nghệ thu thập thông tin của vật thể mà không tiếp xúc trực tiếp với vật thể đó. Định nghĩa sau đây có thể coi là tiêu biểu: “Viễn thám là khoa học và công nghệ mà theo đó các đặc tính đối tượng quan tâm được nhận diện, đo đạc, phân tích các tính chất mà không có sự tiếp xúc trực tiếp với đối tượng”. Đối tượng trong định nghĩa này có thể hiểu là một đối tượng cụ thể, một vùng hay một hiện tượng.

Viễn thám điện từ là khoa học và công nghệ sử dụng sóng điện từ để chuyển tải thông tin từ vật cần nghiên cứu tới thiết bị thu nhận thông tin cũng như công nghệ xử lý để các thông tin thu nhận có ý nghĩa. Viễn thám điện từ bao gồm viễn thám quang học và viễn thám rada.

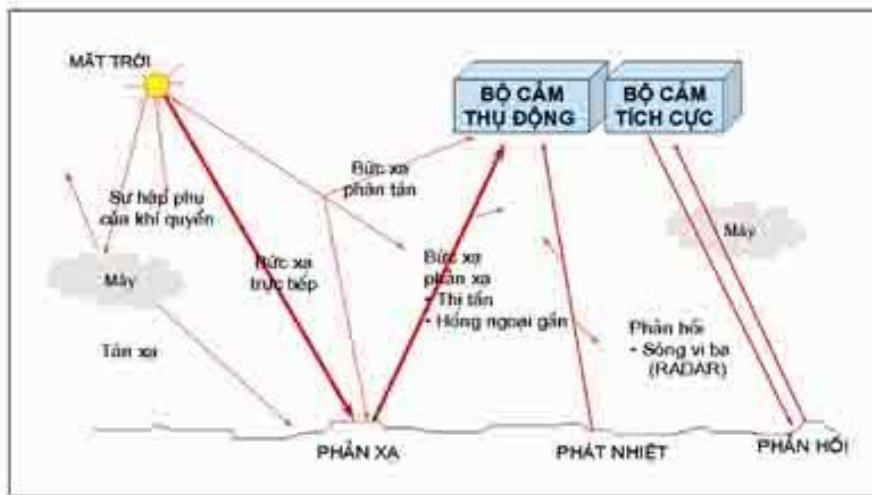
II.1.2. Hệ thống viễn thám

Có thể hình dung hệ thống viễn thám một cách đơn giản theo hình II.1. Bức xạ mặt trời một phần bị khuếch tán trong khí quyển; khi xuống đến mặt đất, một phần bị hấp thụ, một phần truyền qua, một phần phản xạ. Bộ cảm trên vệ tinh thu những sóng phản xạ này - sóng điện từ mang thông tin. Tín hiệu thu được từ vệ tinh truyền xuống trạm thu mặt đất. Sau khi được xử lý bằng công nghệ xử lý ảnh số hay giải đoán bằng mắt thường, những thông tin này sẽ chuyển đến cho người dùng.



Hình II.1: Hệ thống viễn thám

Hình II.2 minh họa quá trình thu nhận sóng điện từ mang thông tin của viễn thám quang học (với bộ cảm thụ động) và viễn thám radar (với bộ cảm tích cực).



Hình II.2: Quá trình thu nhận sóng điện từ

II.1.3. Phân loại viễn thám

a. Viễn thám quang học

Ảnh viễn thám quang học là loại ảnh được tạo ra bởi việc thu nhận các bước sóng ánh sáng nhìn thấy (0,4 - 0,76 micromet) qua vệ tinh sử dụng các ống kính quang học. Như phần trên đã đề cập, quá trình “chụp ảnh” vệ tinh quang học thực chất là quá trình thu nhận năng lượng sóng điện từ phản xạ hoặc phát xạ từ vật thể. Thông tin có được về đối tượng trong quá trình này chính là nhờ sự khác biệt của phản ứng với sóng điện từ của các đối tượng khác nhau (phản xạ, hấp thụ hay phân tách sóng điện từ).

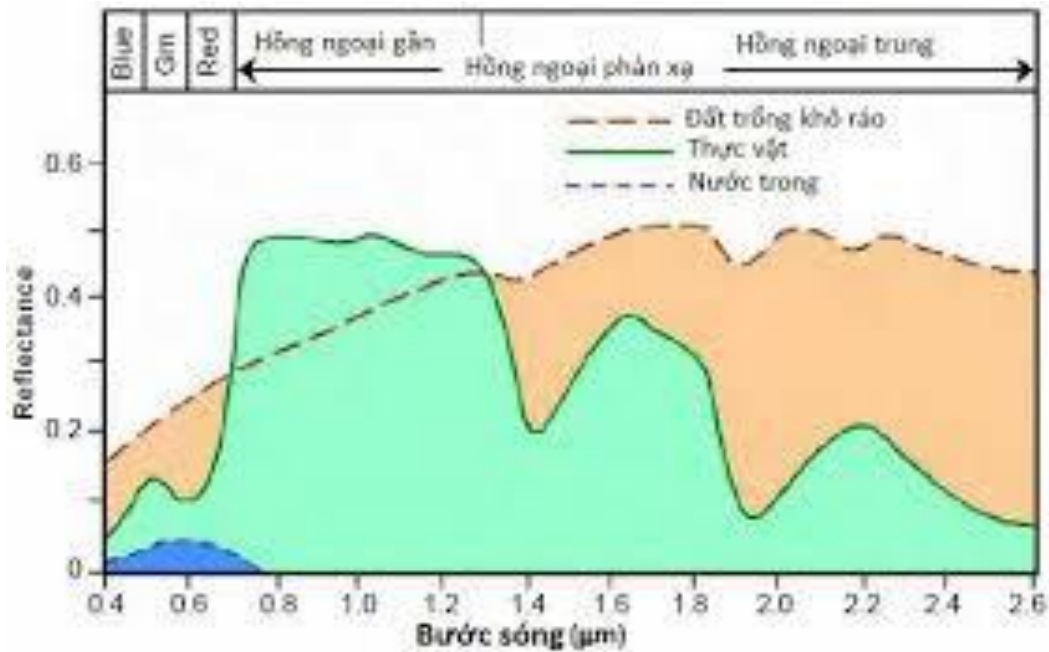
Năng lượng sóng phản xạ từ đối tượng bao gồm hai phần:

- Năng lượng phản xạ trực tiếp từ bề mặt đối tượng
- Năng lượng tán xạ bởi cấu trúc bề mặt đối tượng.

Năng lượng phản xạ trực tiếp không phụ thuộc vào bản chất của đối tượng mà chỉ phụ thuộc vào đặc tính bề mặt, có nghĩa là độ gồ ghề, hướng... của đối tượng và tạo nên độ chói cho đối tượng.

Năng lượng tán xạ là kết quả của một quá trình tương tác giữa bức xạ với bề dày của đối tượng mà bức xạ đó có khả năng xuyên tới. Năng lượng này phụ thuộc vào cấu trúc, bản chất và trạng thái của đối tượng. Đây là nguồn năng lượng mang thông tin giúp ta có thể nhận biết được các đối tượng và trạng thái của chúng.

Các đối tượng chủ yếu trên mặt đất bao gồm: lớp phủ thực vật, nước, đất trống (hay cát, đá công trình xây dựng). Mỗi loại này có phản xạ khác nhau với sóng điện từ tại các bước sóng khác nhau. Hình dưới đây biểu diễn đường cong phản xạ phổ của các loại lớp phủ mặt đất (thực vật, đất và nước). Đây chỉ là các đường cong có tính chất khái quát việc phản xạ phổ của ba loại lớp phủ chủ yếu. Trên thực tế, các loại thực vật, đất và nước khác nhau sẽ có các đường cong phản xạ phổ khác nhau. Sự khác nhau này chủ yếu được thể hiện ở độ lớn của phần trăm phản xạ, song hình dạng tương đối của đường cong ít khi có sự thay đổi.



Hình II.3: Đường cong phản xạ phổ

Thực vật, như minh họa trên, phản xạ phổ cao nhất ở bước sóng màu lục (0,5-0,6µm) trong vùng nhìn thấy, và do đó, có màu xanh lục. Nhưng các đặc trưng phản xạ phổ của thực vật nổi bật nhất ở vùng hồng ngoại gần (0,7-1,4µm), là vùng bước sóng mà thực vật có phản xạ cao nhất. Mức độ phản xạ của thực vật phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau, có thể kể đến là lượng chlorophyll (diệp lục), độ dày tán lá và cấu trúc tán lá.

Nước có phản xạ chủ yếu nằm trong vùng nhìn thấy (0,4-0,7µm) và phản xạ mạnh ở dải sóng lam (0,4-0,5µm) và lục (0,5-0,6µm). Giá trị phản xạ của một đối tượng nước phụ thuộc chủ yếu vào độ đục của nó. Nước trong có giá trị phản xạ rất khác nước đục, nước càng đục có độ phản xạ càng cao.

Đất có phần trăm phản xạ tăng dần theo chiều tăng của chiều dài bước sóng. Phần trăm phản xạ của đất chủ yếu phụ thuộc vào độ ẩm và màu của đất.

Cần chú ý là phản xạ phổ của cùng một loại đối tượng cũng có thể được thể hiện khác nhau trên cùng một ảnh do có nhiều yếu tố ảnh hưởng khác nhau, chủ yếu là do các sai biệt về không gian. Các vị trí khác nhau của cùng một đối tượng có thể được chiếu sáng khác nhau, do đó chúng có phản xạ phổ khác nhau, ví dụ như cùng một loại thực vật mọc hai bên sườn núi được chiếu sáng khác nhau sẽ cho phản xạ phổ khác nhau, đây có thể được kể là ảnh hưởng của địa hình.

Một loại sai biệt nữa là sự sai biệt có tính chất cục bộ khi cấu trúc của đối tượng khác nhau trong không gian (ví dụ lúa được cấy và lúa được sạ), hoặc cấu trúc đó khác nhau theo hướng của nguồn sáng (ví dụ các dãy cây trồng hướng Bắc Nam sẽ có ảnh khác với cũng các dãy đó được trồng hướng Đông – Tây).

b. Viễn thám Radar

RADAR (Radio Detection And Ranging - tạm dịch là: dò tìm bằng sóng radio và tập hợp sóng), là hệ thống viễn thám chủ động vì nó sử dụng nguồn năng lượng riêng. Hệ thống này phóng nguồn năng lượng tới đối tượng và ghi lại năng lượng trở về từ đối tượng (gọi là rada trở về) và chuyển chúng thành hình ảnh.

Viễn thám RADAR có một số đặc điểm:

- Hoạt động trong một dải sóng rộng từ band radio đến band cực ngắn (với bước sóng từ micromet đến vài milimét, xem hình 8);
- Có thể thu và phát các tần số radio phân cực theo cả chiều ngang lẫn thẳng đứng;
- Đo được độ mạnh của backscatter (một phần năng lượng mà ăngten radar nhận được và thời gian kéo dài giữa quá trình nhận và truyền tín hiệu);
- Do bước sóng radio thường dài hơn bước sóng của ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại nên chúng có thể xuyên qua được tán cây của lớp phủ thực vật nên chất lượng ảnh RADAR không phụ thuộc thời tiết như ảnh viễn thám quang học. Chưa kể với những hệ thống RADAR có bước sóng dài hơn có thể xuyên qua lớp phủ bề mặt. Một số hệ thống RADAR có thiết bị có thể đo được độ ẩm của đất;
- Cách thức tương tác của các tín hiệu RADAR phụ thuộc vào kích thước vật thể, hình dạng, độ nhẵn bề mặt, góc tiếp xúc với các mức năng lượng sản sinh từ sóng cực ngắn và hằng số điện môi;
- So với các hệ thống viễn thám khác, viễn thám radar ghi tư liệu trên cơ sở của thời gian hơn là khoảng cách. Radar có thể ghi lại hình ảnh ở bước sóng dài hơn với độ phân giải cao hơn vì ở vùng sóng cực ngắn, sự hấp thụ và tán xạ ánh sáng là nhỏ nhất. Thiết bị “chụp” ảnh RADAR có thể đặt trên máy bay hay vệ tinh.

RADAR thường được dùng để thành lập bản đồ che phủ đất, xác định cấu trúc thảm thực vật và lập mô hình số độ cao (DEM)

Các loại ảnh RADAR hay được dùng là RADARSAT, ERS, Envisat, Space Shuttle.

Gần đây còn có ảnh LIDAR (Light Detection And Raging, tạm dịch là dò tìm bằng ánh sáng và tập hợp ánh sáng), cũng thuộc loại bộ cảm chủ động nhưng sử dụng sóng LASER.

Ảnh LIDAR có một số đặc điểm:

- Sử dụng bước sóng trong khoảng xanh biển đến cận hồng ngoại (from blue to near-infrared).
- Đo khoảng cách giữa bộ cảm và đối tượng.
- Có thể triển khai hệ thống quét (scan) và chụp ảnh.
- Có khả năng đo/ghi lại những tín hiệu phản hồi rời rạc, hệ thống hiện đại hơn có thể đo/ghi lại toàn bộ các dạng sóng từ tín hiệu phản hồi.

Sử dụng phổ biến trong thu thập thông tin về mô hình số độ cao (DEM), và cũng có thể sử dụng để đo chiều cao và cấu trúc thảm thực vật.

Xử lý ảnh RADAR cũng như LIDAR cần có những phần mềm chuyên biệt, khác với các phần mềm xử lý ảnh viễn thám quang học.

Có rất nhiều công ty kinh doanh được phép bán ảnh. Người dùng cần thoả thuận bản quyền quy định rõ cách thức sử dụng cũng như phân phối ảnh vệ tinh để được phép sở hữu thông tin tối đa của ảnh cho hoạt động của mình.

c. Ảnh máy bay và chụp ảnh máy bay

Chụp ảnh máy bay là một dạng đầu tiên của chụp ảnh viễn thám và nó vẫn đang tồn tại như một phương tiện chụp ảnh hữu hiệu nhất hiện nay. Dần dần, chụp ảnh máy bay đã được sử dụng thêm các phương tiện chụp ảnh hồng ngoại, radar và các loại chụp ảnh khác bên cạnh sự tiên bộ của chụp ảnh vệ tinh.

Chụp ảnh hàng không được sử dụng trong nhiều lĩnh vực quân sự cũng như kinh tế như điều tra đất, mùa màng nông nghiệp, quy hoạch đô thị, thành lập các bản đồ địa chất và tìm kiếm khai thác khoáng sản. Chụp ảnh máy bay còn được sử dụng trong việc thăm dò dầu khí ở một số nước...

Các máy quét đa phổ, một hệ thống chụp ảnh bên sườn thứ hai được sử dụng trong chụp ảnh hàng không, trong đó có dạng hệ thống quét cơ quang học để các tài liệu thu nhận được ghi lại trên băng từ và chuyển lại thành hình ảnh. Ngoài việc sử dụng dải phổ giống như đối với phim (0,3 - 0,9m) các máy quét còn có thể sử dụng toàn bộ dải sóng của năng lượng hồng ngoại phản xạ đến dải sóng 3m. Các bước sóng dài hơn cung cấp các thông tin có giá trị về thực vật, đất và các loại đá.

Tùy theo các loại tỷ lệ mà các loại ảnh hàng không được chia thành từng cấp khác nhau. Mỗi cấp có độ chính xác riêng và phù hợp với từng mục đích giải đoán.

- *Ảnh hàng không tỷ lệ rất nhỏ*

Ảnh này có tỷ lệ nhỏ hơn 1/100.000, còn gọi là ảnh có độ cao lớn, có nội dung gần gũi với ảnh vệ tinh tỷ lệ trung bình, đặc biệt có tác dụng trong những vùng có độ phân cắt sâu lớn, thường chụp ảnh tỷ lệ rất nhỏ cho địa hình vùng núi cao.

- *Ảnh hàng không tỷ lệ nhỏ*

Bao gồm các ảnh hàng không có tỷ lệ từ 1/100.000 đến 1/35.000. Ảnh cho phép phân biệt các dạng và kiểu địa hình, các kiến trúc địa chất có hạng bậc khác biệt nhau, các kiến trúc phá hủy, có thể dùng làm cơ sở để vẽ bản đồ địa chất các tỷ lệ tương ứng hoặc nhỏ hơn, phân chia được các tầng đá khác nhau, khoanh định các diện tích có lớp nước ngầm xuất lộ, phân chia được nhiều kiểu cảnh quan.

- *Ảnh hàng không tỷ lệ trung bình*

Có tỷ lệ từ 1/35.000 - 1/12.000, ảnh hàng không cấp độ này rất phù hợp cho việc giải đoán địa chất. Có thể dùng ảnh cấp này để giải đoán địa chất công trình tỷ lệ vừa và

lớn. Khó phân biệt được các dạng thực vật riêng biệt nhưng cho phép giải đoán khá tốt lớp phủ thực vật để định loại các kiểu thảm, phân biệt các dạng địa hình vừa và nhỏ cũng như các yếu tố thủy văn. Ảnh hàng không tỷ lệ trung bình cũng cho phép đo vẽ để thành lập bản đồ địa hình cùng tỷ lệ.

- *Ảnh hàng không tỷ lệ lớn*

Có tỷ lệ từ 1/12.000 - 1/1.000, ảnh cấp này cho phép giải đoán chính xác toàn bộ phần cơ bản của địa hình, kể cả vi địa hình, thành phần các quần hợp thực vật thân gỗ và nhiều tầng cây bụi. Tuy nhiên vì diện tích chụp nhỏ nên ảnh chỉ dùng để nghiên cứu các diện tích quan trọng. Dùng ảnh hàng không tỷ lệ lớn cũng cho phép đo vẽ thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn.

- *Ảnh hàng không tỷ lệ rất lớn*

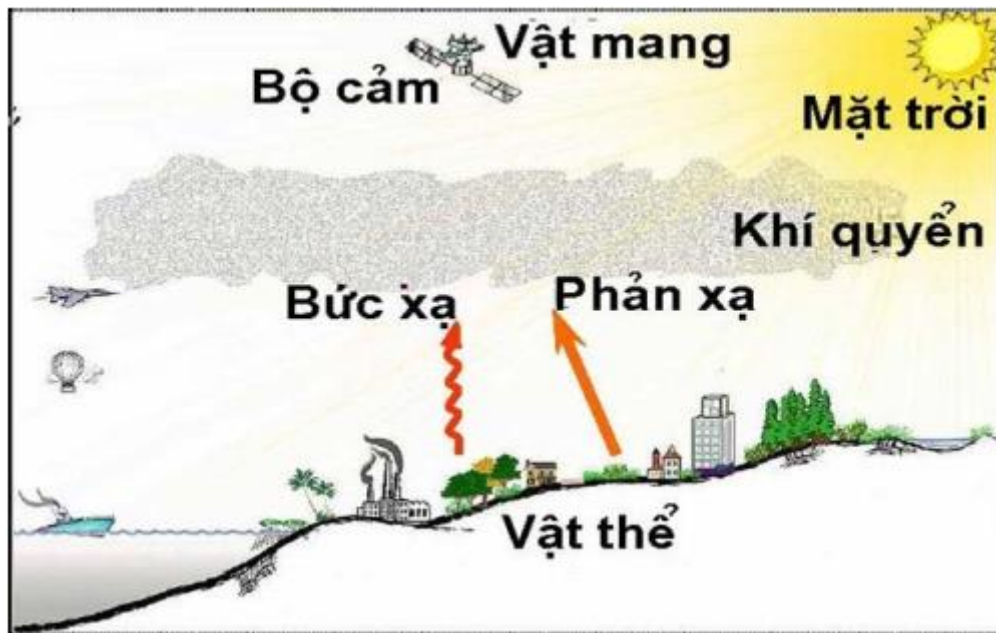
Là loại ảnh có tỷ lệ trên 1/1.000, diện chụp rất nhỏ, chủ yếu dùng trong công tác xây dựng công trình. Song ảnh hàng không tỷ lệ rất lớn cũng cho phép đo đạc và nghiên cứu vấn đề của một đô thị, v.v..

Khi giải quyết các vấn đề khu vực, tốt nhất là dùng ảnh thuộc vài ba cấp tỷ lệ khác nhau. Ví dụ: khảo sát sơ bộ trên cấp ảnh 1/1.000.000 - 1/120.000, sau đó chính xác hoá bằng ảnh 1/12.000 - 1/35.000, cuối cùng bổ sung những chỗ quan trọng bằng ảnh 1/2.000 - 1/5.000.

II.2. Cơ sở khoa học của công nghệ viễn thám

II.2.1. Nguyên lý cơ bản của viễn thám

Sóng điện từ được phản xạ hoặc bức xạ từ vật thể là nguồn cung cấp thông tin chủ yếu về đặc tính của đối tượng. Ảnh viễn thám cung cấp thông tin về các vật thể tương ứng với năng lượng bức xạ ứng với từng bước sóng đã xác định. Đo lường và phân tích năng lượng phản xạ phổ ghi nhận bởi ảnh viễn thám, cho phép tách thông tin hữu ích về từng lớp phủ mặt đất khác nhau do sự tương tác giữa bức xạ điện từ và vật thể. Thiết bị dùng để cảm nhận sóng điện từ phản xạ hay bức xạ từ vật thể được gọi là bộ cảm biến. Bộ cảm biến có thể là các máy chụp ảnh hoặc máy quét. Phương tiện mang các bộ cảm biến được gọi là vật mang (máy bay, khinh khí cầu, tàu con thoi hoặc vệ tinh...). Hình sau thể hiện sơ đồ nguyên lý thu nhận ảnh viễn thám.



Hình II.4: Nguyên lý thu nhận dữ liệu ảnh viễn thám

Nguồn năng lượng chính thường sử dụng trong viễn thám là bức xạ mặt trời, năng lượng của sóng điện từ do các vật thể phản xạ hay bức xạ được bộ cảm biến đặt trên vật mang thu nhận. Thông tin về năng lượng phản xạ của các vật thể được ảnh viễn thám thu nhận và xử lý tự động trên máy hoặc giải đoán trực tiếp từ ảnh dựa trên kinh nghiệm của chuyên gia. Cuối cùng, các dữ liệu hoặc thông tin liên quan đến các vật thể và hiện tượng khác nhau trên mặt đất sẽ được ứng dụng vào trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: nông lâm nghiệp, địa chất, khí tượng, môi trường...

Toàn bộ quá trình thu nhận và xử lý ảnh viễn thám có thể chia thành 5 phần cơ bản như sau:

- Nguồn cung cấp năng lượng.
- Sự tương tác của năng lượng với khí quyển
- Sự tương tác với các vật thể trên bề mặt đất
- Chuyển đổi năng lượng phản xạ từ vật thể thành dữ liệu ảnh
- Hiện thị ảnh số cho việc giải đoán và xử lý

Năng lượng của sóng điện từ khi lan truyền qua môi trường khí quyển sẽ bị các phân tử khí hấp thụ dưới các hình thức khác nhau tùy thuộc vào từng bước sóng cụ thể. Trong viễn thám, người ta thường quan tâm đến khả năng truyền sóng điện từ trong khí quyển, vì các hiện tượng và cơ chế tương tác giữa sóng điện từ với khí quyển sẽ có tác động mạnh đến thông tin do bộ cảm biến thu nhận được. Khí quyển có đặc điểm quan trọng đó là tương tác khác nhau đối với bức xạ điện từ có bước sóng khác nhau. Đối với viễn thám quang học, nguồn năng lượng cung cấp chủ yếu là do mặt trời và sự có mặt cũng như thay đổi các phân tử nước và khí (theo không gian và thời gian) có trong lớp khí quyển là nguyên nhân gây chủ yếu gây nên sự biến đổi năng lượng phản xạ từ mặt đất đến bộ cảm biến. Khoảng 75% năng lượng mặt trời khi chạm đến lớp ngoài của

khí quyển được truyền xuống mặt đất và trong quá trình lan truyền sóng điện từ luôn bị khí quyển hấp thụ, tán xạ và khúc xạ trước khi đến bộ cảm biến. Các loại khí như oxy, nitơ, cacbonic, ôzôn, hơi nước... và các phân tử lơ lửng trong khí quyển là tác nhân chính ảnh hưởng đến sự suy giảm năng lượng sóng điện từ trong quá trình lan truyền.

Để hiểu rõ cơ chế tương tác giữa sóng điện từ và khí quyển và việc chọn phổ điện từ để sử dụng cho việc thu nhận ảnh viễn thám, bảng sau thể hiện đặc điểm của dải phổ điện từ thường được sử dụng trong kỹ thuật viễn thám.

Bảng II.1: Đặc điểm của dải phổ điện từ sử dụng trong dữ liệu viễn thám

Dải phổ điện từ	Bước sóng	Đặc điểm
Tia cực tím	$0,3 \div 0,4\mu\text{m}$	Hấp thụ mạnh bởi lớp khí quyển ở tầng cao (tầng ôzôn), không thể thu nhận năng lượng do dải sóng này cung cấp nhưng hiện tượng này lại bảo vệ con người tránh tác động của tia cực tím.
Tia nhìn thấy	$0,4 \div 0,76\mu\text{m}$	Rất ít bị hấp thụ bởi oxy, hơi nước và năng lượng phản xạ cực đại ứng với bước sóng $0,5\mu\text{m}$ trong khí quyển. Năng lượng do dải sóng này cung cấp giữ vai trò trong viễn thám.
Cận hồng ngoại Hồng ngoại trung	$0,77 \div 1,34\mu\text{m}$ $1,55 \div 2,4\mu\text{m}$	Năng lượng phản xạ mạnh ứng với các bước sóng cận hồng ngoại từ $0,77 \div 0,9\mu\text{m}$. Sử dụng trong chụp ảnh hồng ngoại theo dõi sự biến đổi thực vật từ $1,55 \div 2,4\mu\text{m}$
Hồng ngoại nhiệt	$3 \div 22\mu\text{m}$	Một số vùng bị hơi nước hấp thụ mạnh, dải sóng này giữ vai trò trong phát hiện cháy rừng và hoạt động núi lửa. Bức xạ nhiệt của trái đất của năng lượng cao nhất tại bước sóng $10\mu\text{m}$
Vô tuyến (rada)	$1\text{mm} \div 30\text{cm}$	Khí quyển không hấp thụ mạnh năng lượng các bước sóng lớn hơn 2cm , cho phép thu nhận năng lượng cả ngày lẫn đêm,

Dải phổ điện từ	Bước sóng	Đặc điểm
		không bị ảnh hưởng của mây, sương mù hay mưa.

II.2.2. Cơ sở vật lý của viễn thám

a. Bức xạ điện từ

Bức xạ điện từ truyền năng lượng điện từ trên cơ sở các dao động của trường điện từ trong không gian hoặc trong lòng các vật chất. Quá trình lan truyền của sóng điện từ tuân theo định luật Maxwell. Bức xạ điện từ có tính chất sóng và tính chất hạt.

Tính chất sóng được xác định bởi bước sóng, tần số và tốc độ lan truyền, tính chất hạt được mô tả theo tính chất quang lượng tử hay photon. Bức xạ điện từ có bốn tính chất cơ bản đó là tần số hay bước sóng, hướng lan truyền, biên độ và mặt phân cực.

Bốn thuộc tính của bức xạ điện từ liên quan đến các nội dung thông tin khác nhau, ví dụ như tần số hay bước sóng liên quan tới màu sắc, sự phân cực liên quan đến hình dạng của vật thể.

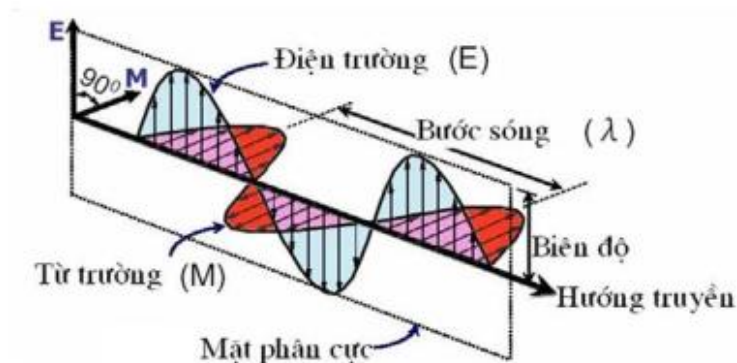
Bức xạ điện từ vừa có cả tính chất sóng cũng như tính chất hạt. Tính chất sóng được xác định bởi bước sóng λ , tần số ν và tốc độ lan truyền C , mối liên quan giữa chúng thể hiện theo công thức:

$$\lambda = C/\nu \quad (C=299,793\text{km/s trong môi trường chân không})$$

Tính chất hạt được mô tả theo tính chất của photon hay quang lượng tử và năng lượng E được thể hiện như sau:

$$E = h.\nu \quad (h \text{ là hằng số Plank})$$

Quá trình lan truyền của sóng điện từ qua môi trường vật chất sẽ tạo ra phản xạ, hấp thụ, tán xạ và bức xạ sóng điện từ dưới các hình thức khác nhau tùy thuộc vào bước sóng.



Hình II.5: Bức xạ sóng điện từ

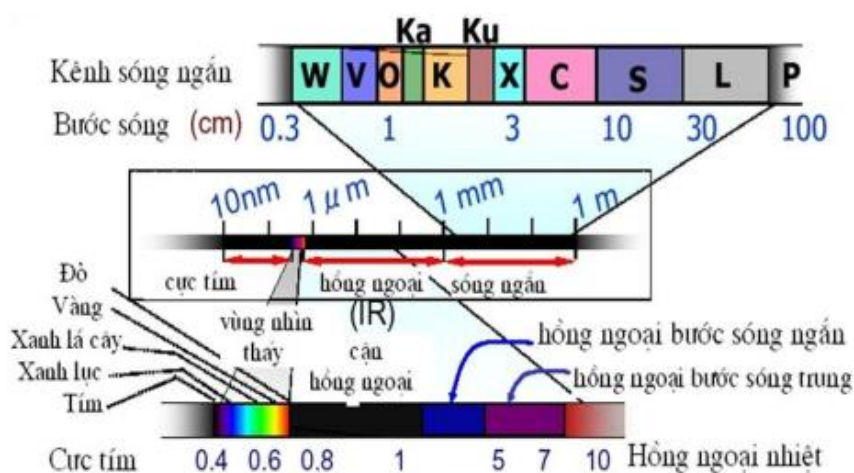
Tất cả các vật thể đều phản xạ và hấp thụ, phân tách và bức xạ sóng điện từ theo các cách khác nhau và đặc trưng này thường được gọi là đặc trưng phổ.

Hiện tượng phản xạ phổ có liên quan mật thiết với môi trường mà trong môi trường đó sóng điện từ lan truyền, vì năng lượng truyền trong không gian ở dạng sóng điện từ. Dải sóng điện từ được coi là dải sóng từ $0,1\mu$ đến 10km .

Dải sóng nhìn thấy còn gọi là vùng sóng chụp ảnh được tức là sóng điện từ ở vùng này có thể ghi nhận được lên phim ảnh. Trong phương pháp viễn thám các thông tin ở vùng phổ nhìn thấy có thể ghi lên phim ảnh như là tài liệu gốc đo trực tiếp năng lượng phản xạ phổ ở dạng liên tục.

Phổ trong toàn bộ dải sóng điện từ được mang tên khác nhau bắt đầu từ tia gama, tia X, tia cực tím, sóng nhìn thấy, tia hồng ngoại và sóng cực ngắn. Sóng điện từ và các kênh phổ dùng trong viễn thám bắt đầu từ vùng cực tím ($0,3-0,4\mu\text{m}$), sóng ánh sáng ($0,4-0,7\mu\text{m}$), hồng ngoại nhiệt ($8,0-10,0\mu\text{m}$). Các sóng hồng ngoại ngắn mới đây được sử dụng rộng rãi trong phân loại thạch học. Sóng hồng ngoại nhiệt được sử dụng trong đo nhiệt, sóng microwave được sử dụng trong kỹ thuật radar.

Viễn thám thường sử dụng 4 tính chất cơ bản của bức xạ điện từ đó là tần số hay bước sóng, hướng lan truyền, biên độ và mặt phẳng phân cực để thu nhận thông tin từ các đối tượng. Ví dụ, tần số hay bước sóng liên quan tới màu sắc của vật thể trong vùng ánh sáng nhìn thấy. Trong vùng hồng ngoại (infrared-IR) có bước sóng có từ ($0,7-10,0\mu\text{m}$), kỹ thuật viễn thám thường sử dụng sóng hồng ngoại phản xạ ($0,7-3,0\mu\text{m}$).



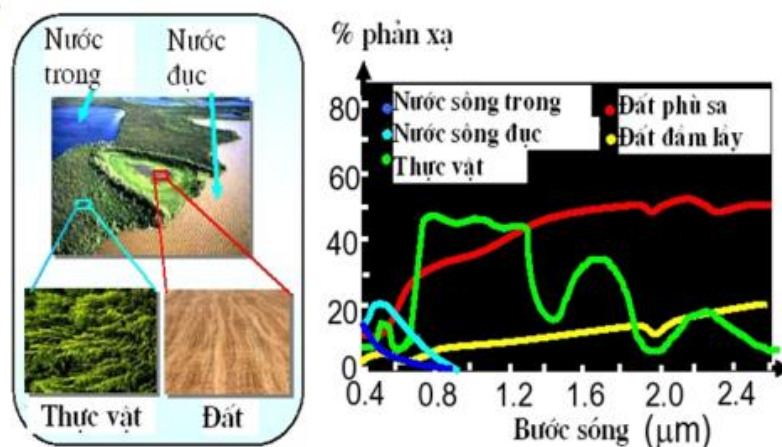
Hình II.6: Dải tần số được sử dụng trong viễn thám

Trong vùng hồng ngoại (infrared-IR) có bước sóng có từ ($0,7-10,0\mu\text{m}$), kỹ thuật viễn thám thường sử dụng sóng hồng ngoại phản xạ ($0,7-3,0\mu\text{m}$). Tùy thuộc vào bước sóng điện từ phản xạ hay bức xạ từ các vật thể được thu nhận bởi bộ cảm biến sẽ tạo ra các ảnh viễn thám có màu sắc khác nhau. Thể hiện màu tự liệu ảnh vệ tinh giữ vai trò rất quan trọng trong việc giải đoán ảnh bằng mắt, nếu ảnh đa phổ gồm 3 kênh được ghi nhận tương ứng cùng vùng phổ của đỏ, lục và xanh chàm sẽ cho phép tái tạo màu tự nhiên trên màn hình hiển thị ảnh. Ví dụ, lá cây sẽ có màu lục trên ảnh như sự cảm nhận của con người ngoài thực tế, vì chất diệp lục hấp thụ ánh sáng có bước sóng lục. Ngược lại, nếu thông tin ghi nhận trên vùng phổ thông không nhìn thấy (sóng hồng ngoại) sự

tổ hợp màu với kênh phổ hồng ngoại sẽ không cho màu tự nhiên, trường hợp này được gọi là tổ hợp màu hồng ngoại. Trên tổ hợp màu này, các đối tượng được thể hiện trên film hồng ngoại.

Ảnh viễn thám sẽ cung cấp thông tin về các vật thể tương ứng với năng lượng bức xạ với từng bước sóng do bộ cảm biến nhận được trong dải phổ đã xác định. Các đặc trưng này của vật thể thường gọi là đặc trưng phổ. Phản xạ phổ ứng với từng lớp phủ mặt đất cho thấy có sự khác nhau do sự tương tác giữa các bức xạ điện từ và vật thể, điều này cho phép viễn thám có thể xác định hoặc phân tích được đặc điểm của lớp phủ thông qua việc đo lường phản xạ phổ. Phản xạ phổ ứng với 1 số lớp phủ đặc trưng của mặt đất (trục ngang thể hiện bước sóng, trục đứng thể hiện phần trăm năng lượng điện từ phản xạ), trong đó thực vật có sự phản xạ rất cao trong vùng gần hồng ngoại (ba vị trí thấp nhất của đường cong phản xạ phổ ứng với 3 bước sóng bị thực vật hấp thụ mạnh nhất).

Đất cho sự phản xạ khá cao đối với hầu hết các vùng phổ nhưng nước hầu như không phản xạ trong vùng hồng ngoại (hấp thụ hoàn toàn năng lượng sóng hồng ngoại). Sóng điện từ khi lan truyền tới bề mặt của vật thể, năng lượng sóng điện từ sẽ tương tác với vật thể đó dưới dạng hấp thụ (A), phản xạ (R) và truyền qua vật thể (T), phần trăm năng lượng điện từ phản xạ phụ thuộc vào chất liệu và điều kiện tương tác với vật thể đó.



Hình II.7: Phổ phản xạ của thực vật, đất và nước

Ngoài dải phổ nhìn thấy, thông tin về năng lượng phản xạ phổ của các đối tượng được ghi nhận bằng số rời rạc và được hiển thị tiếp theo dưới dạng ảnh qua thiết bị biến đổi thông tin rời rạc thành thông tin liên tục.

Năng lượng phản xạ từ các vật thể thường có 2 dạng:

- Phản chiếu khi toàn bộ năng lượng điện từ phản xạ trực tiếp từ bề mặt vật thể theo 1 hướng nào đó.
- Phản xạ khuếch tán khi bề mặt vật thể gồ gề làm cho năng lượng sóng điện từ khuếch tán theo nhiều phương, hiện tượng khuếch tán năng lượng sẽ xảy ra.

Năng lượng sóng điện từ bị vật thể hấp thụ nhiều hay ít tùy thuộc vào bước sóng và loại vật thể. Nước hấp thụ năng lượng ánh sáng nhìn thấy có bước sóng dài và hồng ngoại nhiều hơn so với ánh sáng nhìn thấy có bước sóng ngắn. Do đó, nước trong thường có màu xanh hay xanh chàm do phản xạ mạnh vùng có bước sóng ngắn hơn, ở vùng ánh sáng đỏ và hồng ngoại nước có tạp chất trên lớp mặt (phù sa) sẽ phản xạ tốt hơn nhưng cũng dễ gây nhầm lẫn đối với vùng cận nhưng nước trong. Ngoài ra, chất diệp lục trong tảo lại hấp thụ mạnh năng lượng có bước sóng màu chàm so với lục nên vùng tảo sẽ xanh hơn. Màu sắc và độ sáng của nước còn tùy thuộc vào trạng thái bề mặt do ảnh hưởng của phản chiếu hay tán xạ tại bề mặt nước.

Tóm lại, năng lượng của bức xạ điện từ E phụ thuộc vào bước sóng. Để giải thích vì sao ánh sáng chàm cung cấp nhiều năng lượng hơn ánh sáng đỏ, ta sử dụng công thức sau:

$$E = hc/\lambda$$

Trong đó: $\lambda_{\text{chàm}} = 0,42 \mu\text{m}$; $\lambda_{\text{đỏ}} = 0,66 \mu\text{m}$; $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{Js}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$E_{\text{chàm}} = 6,6 \times 10^{-34} \text{Js} (3 \times 10^8 \text{m/s}) / 0,425 \mu\text{m} = 4,66 \times 10^{-31} \text{J}$$

$$E_{\text{đỏ}} = 6,6 \times 10^{-34} \text{Js} (3 \times 10^8 \text{m/s}) / 0,66 \mu\text{m} = 3 \times 10^{-31} \text{J}$$

Kết quả cho thấy năng lượng của ánh sáng chàm là $4,66 \times 10^{-31} \text{J}$ lớn hơn năng lượng của ánh sáng đỏ. Năng lượng của bức xạ điện từ E khi tương tác với vật thể sẽ bị hấp thụ (E_A), phản xạ (E_R) và thấu quang (E_T).

$$E = E_A + E_R + E_T$$

Đặc trưng của bề mặt đất có thể phân biệt bằng cách so sánh năng lượng phản xạ E_R của từng vật thể khác nhau ứng với từng bước sóng và phản xạ phổ được xác định bởi E_R/E .

Năng lượng sóng điện từ do nguồn cung cấp là mặt trời, khi truyền đến mặt đất sẽ bị hấp thụ hoặc tán xạ bởi các phân tử nước và khí có trong lớp khí quyển. Tùy thuộc vào bước sóng, ảnh hưởng của khí quyển đến phản xạ phổ ứng với từng loại lớp phủ mặt đất cho thấy có sự khác nhau theo vị trí cũng như thời gian trong năm.

Do tính chất của vật thể có thể được xác định thông qua năng lượng bức xạ từ vật thể hay phản xạ của vật thể đối với năng lượng bức xạ do mặt trời cung cấp, nếu năng lượng của sóng điện từ do các vật thể phản xạ hay bức xạ được thu nhận bởi bộ cảm đặt trên vật mang (vệ tinh), ta có thể nhận biết đối tượng hoặc các điều kiện môi trường khí quyển xung quanh trái đất thông qua những đặc trưng riêng về sự phản xạ sóng điện từ.

b. Nguồn sáng phản xạ phổ năng lượng mặt trời

Sự phân loại sóng điện từ và các kênh phổ sử dụng trong viễn thám được thể hiện trong bảng sau:

Bảng II.2: Phân loại sóng điện từ và các kênh phổ

Lớp		Độ dài sóng	Tần số	
Tử ngoại		$100\text{Å}^0 \sim 0,4\mu\text{m}$	750~ 3.000THz	
Nhìn thấy		$0,4 \sim 0,7\mu\text{m}$	430 ~ 750THz	
Hồng ngoại	Cận hồng ngoại	$0,7 \sim 1,3\mu\text{m}$	230 ~ 430THz	
	Hồng ngoại gần	$1,3 \sim 3\mu\text{m}$	100 ~ 230THz	
	Giữa hồng ngoại	$3 \sim 8\mu\text{m}$	38~100THz	
	Hồng ngoại nhiệt	$8 \sim 14\mu\text{m}$	22 ~ 38THz	
	Hồng ngoại xa	$14\mu \sim 1\text{mm}$	0,3 ~ 22THz	
		$0,1 \sim 1\text{mm}$	0,3 ~ 3THz	
Sóng Radio	Sóng Micro	Milimet (EHF)	$1 \sim 10\text{m}$	30 ~ 300GHz
		Centimet (SHF)	$1 \sim 10\text{cm}$	3 ~ 30GHz
		Decimet (UHF)	$0,1 \sim 1\text{m}$	0,3 ~ 3GHz
	Sóng cực ngắn (VHF)		$1 \sim 10\text{m}$	30 ~ 300MHz
	Sóng ngắn (HF)		$10 \sim 100\text{m}$	3 ~ 30MHz
	Sóng trung (MF)		$0,1 \sim 1\text{km}$	0,3 ~ 3MHz
	Sóng dài (LF)		$1 \sim 10\text{km}$	30 ~ 300KHz
	Sóng rất dài (VLF)		$10 \sim 100\text{km}$	3 ~ 30KHz

Mọi đối tượng tự nhiên đều phản xạ năng lượng mặt trời chiếu lên chúng một cách xác định, đặc trưng cho trạng thái và bản chất các đối tượng đó.

Phương pháp thụ động ghi nhận ảnh là thu nhận ánh sáng phản xạ từ đối tượng do mặt trời chiếu xuống. Hiện nay đa số các hệ thống thu nhận ảnh vũ trụ (trừ hệ thống radar) hoạt động theo phương pháp thụ động. Vì vậy khi nghiên cứu nguồn sáng trong hệ thống viễn thám ta chủ yếu xét đến mặt trời.

Các nghiên cứu về vật lý cho thấy: mật độ phổ của năng lượng ánh sáng mặt trời là một hằng số của bước sóng.

II.3. Một số loại ảnh viễn thám được sử dụng

Công nghệ viễn thám với dữ liệu ảnh đa phổ, đa thời gian có khả năng giám sát liên tục sự biến động chất lượng nước (độ đục, độ mặn, chất rắn lơ lửng, ...) trên phạm vi rộng lớn mà không bị hạn chế bởi số lượng trạm quan trắc. Trên thế giới đã có các nghiên cứu ứng dụng viễn thám để giám sát độ mặn trong nước thông qua khảo sát tương quan giữa giá trị phổ của ảnh vệ tinh và độ mặn đo ở thực địa. Mối tương quan có ý nghĩa thống kê được tìm thấy giữa độ mặn thực địa và giá trị phản xạ phổ của các kênh ảnh trong dải sóng khả kiến và cận hồng ngoại. Mô hình hồi quy giám sát độ mặn được xây dựng dựa trên sự kết hợp giữa dữ liệu viễn thám và dữ liệu đo mặn thực địa và mô hình này được áp dụng để thành lập bản đồ mô phỏng độ mặn cho khu vực rộng lớn. Các nghiên cứu này cho thấy công nghệ viễn thám là công cụ hiệu quả để hỗ trợ phương pháp truyền thống trong công tác giám sát và cảnh báo xâm nhập mặn.

a. Ảnh vệ tinh Landsat

Chương trình Landsat đưa ra kỷ lục toàn cầu về việc thu thập ảnh vệ tinh liên tục dài nhất về bề mặt Trái đất; nó tiếp tục cung cấp những hình ảnh tuyệt đẹp về mặt trực quan và có giá trị khoa học về hành tinh của chúng ta. Năm 1975, Giám đốc điều hành NASA, Tiến sĩ James Fletcher, dự đoán rằng nếu một sự phát triển trong kỷ nguyên không gian sẽ cứu thế giới, thì đó sẽ là Landsat và các vệ tinh kế nhiệm của nó.

Kể từ đầu những năm 1970, Landsat đã liên tục và nhất quán lưu trữ các hình ảnh về Trái Đất; kho lưu trữ dữ liệu vô song này cung cấp cho các nhà khoa học khả năng đánh giá những thay đổi trong cảnh quan của Trái đất. Trong hơn 40 năm, chương trình Landsat đã thu thập thông tin quang phổ từ bề mặt Trái đất, tạo ra một kho lưu trữ lịch sử về chất lượng, chi tiết, phạm vi và độ dài chưa từng có [7].

Tiến sĩ Darrel Williams, Nhà khoa học của Dự án Landsat 7, cho biết khi bắt đầu xu hướng quan sát lặp đi lặp lại, hiệu chỉnh về Trái Đất ở độ phân giải không gian, nơi người ta có thể phát hiện ra sự tương tác của con người với môi trường. Cảm biến Landsat có độ phân giải không gian vừa phải. Mặc dù không thể nhìn thấy các ngôi nhà riêng lẻ trên hình ảnh Landsat, nhưng chúng ta có thể thấy các vật thể nhân tạo lớn như đường cao tốc. Đây là một độ phân giải không gian quan trọng vì nó đủ thô để phủ sóng toàn cầu, nhưng đủ chi tiết để mô tả các quá trình ở quy mô con người như tăng trưởng đô thị.

b. Ảnh vệ tinh Sentinel

Sentinel là tên của một loạt các vệ tinh quan sát trái đất thuộc Chương trình Copernicus của Cơ quan Không gian Châu Âu (ESA). Các vệ tinh được đặt tên từ Sentinel-1 tới Sentinel-6 có các thiết bị thu nhận quan sát đất liền, đại dương và khí quyển.

Sentinel-1A là vệ tinh đầu tiên trong loạt các vệ tinh thuộc chương trình Copernicus, đã được lên quỹ đạo ngày 3/4/2014. Thiết bị thu nhận ảnh radar khẩu độ mở tổng hợp, kênh C (synthetic aperture radar (SAR)). Các chế độ thu nhận ảnh bao gồm

Interferometric wide-swath mode, 250 km, 5×20 m resolution Wave-mode images 20×20 km, 5×5 m resolution (at 100 km intervals) Strip map mode 80 km swath, 5×5 m resolution Extra wide-swath mode 400 km, 20×40 m resolution Sentinel-1A có nhiệm vụ giám sát băng, tràn dầu, gió và sóng biển, thay đổi sử dụng đất, biến dạng địa hình và đáp ứng các trường hợp khẩn cấp lũ và động đất. Do là dữ liệu radar nên có các chế độ phân cực đơn VV hoặc HH) và phân cực đôi (VV+VH hoặc HH+HV).

Sentinel-2A được phóng lên quỹ đạo ngày 23/6/2015. Đây là vệ tinh gắn thiết bị thu nhận ảnh đa phổ với 13 kênh phổ (443 nm–2190 nm), swath width 290 km, spatial resolutions 10 m (4 visible và near-infrared bands), 20 m (6 red-edge/shortwave infrared) và 60 m (3 atmospheric correction bands). Hiện tại dữ liệu thu nhận từ vệ tinh vẫn còn trong giai đoạn hiệu chỉnh do vậy dữ liệu ảnh chưa sử dụng được (cho tới hiện tại 13 /12/2015). Khi vệ tinh thứ hai (Sentinel-2B) đưa vào sử dụng thì cả hai sẽ có chu kỳ lặp lại là 5 ngày và nếu kết hợp với Landsat 8 thì chu kỳ quan sát trái đất sẽ là 3 ngày. Với dữ liệu này thì độ phân giải không gian cao hơn ảnh vệ tinh Landsat 8. Sentinel-2A có nhiệm vụ giám sát các hoạt động canh tác nông nghiệp, rừng, sử dụng đất, thay đổi thực phủ/ sử dụng đất.

c. Ảnh vệ tinh Modis

Ảnh viễn thám MODIS được thu từ bộ cảm MODIS đặt trên vệ tinh Terra (2000) và vệ tinh Aqua (2002). Trong khoảng thời gian một ngày đêm, các đầu đo của các vệ tinh này sẽ quét gần hết Trái Đất trừ một số dải hẹp ở vùng xích đạo. Các dải này sẽ được phủ hết vào ngày hôm sau [8].

Ảnh MODIS cung cấp dữ liệu ảnh toàn cầu 2 ngày một lần với độ phân giải không gian là 250m, 500m và 1000m. Số kênh phổ của MODIS là 36 kênh và dữ liệu ở dạng 12 bit, MODIS có đặc tính chỉnh hình học và phổ. Phương pháp chỉnh phổ kênh đôi với kênh được tham chiếu cho 36 kênh cho ra sai số ½ pixel hoặc cao hơn.

III. Mối tương quan giữa dữ liệu ảnh viễn thám và độ mặn nước sông

III.1. Tổng quan phương pháp phân tích tương quan

III.1.1. Liên hệ tương quan và phương pháp phân tích tương quan

Một trong những mục tiêu của khoa học nói chung là tìm hiểu những mối tương quan giữa các yếu tố có liên hệ với nhau, và qua đó có thể tính toán một yếu tố phụ thuộc từ các yếu tố độc lập. “Mối tương quan” ở đây bao gồm các đặc điểm như mức độ tương quan (degree of correlation) và xây dựng một mô hình tương quan. Mô hình ở đây chính là hàm số nối kết hai biến với nhau, và hàm số này phải có độ tin cậy nhất định.

Chúng ta có thể xác định biến mục tiêu và biến độc lập có quan hệ với nhau hay không và quan hệ như thế nào về mặt định lượng chỉ bằng phương pháp hồi quy. Tuy nhiên trong những trường hợp chúng ta muốn tìm hiểu nhanh liệu hai biến bất kỳ có quan hệ với nhau, mức độ quan hệ ra sao hay không mà chưa cần dùng đến phương pháp hồi quy phức tạp hay muốn kiểm chứng từ phương trình hồi quy lần nữa xem hai biến

có quan hệ với nhau không, thì phương pháp phân tích tương quan sẽ cho chúng ta kết quả nhanh chóng.

Phân tích tương quan là phương pháp nghiên cứu mối quan hệ tuyến tính giữa 2 hay nhiều biến khác nhau, dựa trên đo lường mức độ quan hệ, hay cường độ quan hệ tuyến tính. Điểm khác biệt thứ nhất giữa tương quan và hồi quy đó là phân tích tương quan không quan tâm biến nào sẽ là biến độc lập và biến nào sẽ là biến phụ thuộc, các biến ở vị thế “ngang nhau”, tức biến này có thể tác động lên biến kia và ngược lại, còn phân tích hồi quy chỉ quan tâm đến biến mục tiêu, tìm hiểu xem các biến khác sẽ tác động ra sao lên biến mục tiêu này.

Phân tích tương quan sử dụng hệ số tương quan (Correlation Coefficient) và phương pháp kiểm định hệ số tương quan để xem xét giữa các biến có mối quan hệ tương quan với nhau hay không. Tương quan đơn giản là tác động qua lại giữa hai phía, nghĩa là phương pháp này có thể xem xét mối liên hệ theo hai chiều, còn phân tích hồi quy thì thể hiện khía cạnh một chiều (biến độc lập tác động thế nào đến biến mục tiêu chứ không xét ngược lại). Phân tích hồi quy là phương pháp nghiên cứu mối quan hệ giữa hai biến mà cụ thể một biến sẽ là biến độc lập (ảnh hưởng đến biến mục tiêu), và biến còn lại sẽ là biến mục tiêu (bị ảnh hưởng bởi biến độc lập), mô hình hóa, định lượng hóa mối quan hệ này để qua đó có thể xác định được giá trị của biến mục tiêu nếu các biến độc lập thay đổi như thế nào.

Điểm khác biệt thứ hai, có thể là khác biệt lớn nhất đó chính là kết quả của phân tích hồi quy, chính là kết quả dự báo của biến mục tiêu. Đây là cơ sở để phân tích hồi quy còn là phương pháp chính trong phân tích dự báo (Predictive analytics) bên cạnh là kiến thức nền tảng trong lĩnh vực thống kê (Statistics) và khai phá dữ liệu (Data mining). Còn kết quả của phân tích tương quan chỉ dừng lại ở việc đánh giá có mối quan hệ giữa hai biến hay không, đo lường chiều hướng và tính bền vững trong mối quan hệ này.

Mối liên hệ ràng buộc lẫn nhau giữa các chỉ tiêu hoặc tiêu thức của hiện tượng (từ đây chỉ dùng từ “chỉ tiêu” đặc trưng cho cả hai), trong đó sự biến động của một chỉ tiêu này (chỉ tiêu kết quả) là do tác động của nhiều chỉ tiêu khác (các chỉ tiêu nguyên nhân) gọi là liên hệ tương quan - một hình thức liên hệ không chặt chẽ [9].

Một phương pháp toán học áp dụng vào việc phân tích thống kê nhằm biểu hiện và nghiên cứu mối liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu của hiện tượng kinh tế xã hội gọi là phân tích tương quan.

Quá trình phân tích tương quan gồm các công việc cụ thể sau:

- Phân tích định tính về bản chất của mối quan hệ, đồng thời dùng phương pháp phân tổ hoặc đồ thị để xác định tính chất và xu thế của mối quan hệ đó.
- Biểu hiện cụ thể mối liên hệ tương quan bằng phương trình hồi quy tuyến tính hoặc phi tuyến tính và tính các tham số của các phương trình.
- Đánh giá mức độ chặt chẽ của mối liên hệ tương quan bằng các hệ số tương quan hoặc tỉ số tương quan.

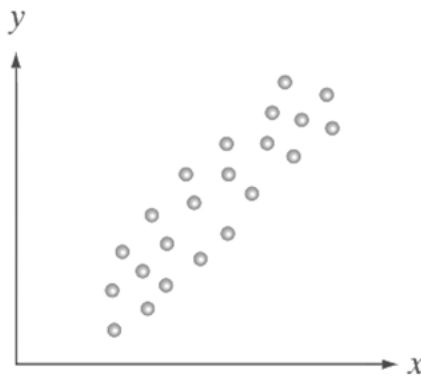
Cụ thể hệ số tương quan của phân tích tương quan sẽ nằm từ -1 đến 1:

- Nếu hệ số < 0 , thì hai biến có mối quan hệ theo chiều nghịch nhau, tức một biến tăng thì biến còn lại sẽ giảm hoặc ngược lại.
- Hệ số > 0 thì hai biến có mối quan hệ thuận, một biến tăng, biến còn lại có thể tăng theo hoặc ngược lại.
- Hệ số $= 0$; 2 biến không có mối quan hệ tuyến tính với nhau.
- Hệ số càng tiến gần giá trị -1, mối liên hệ nghịch càng chắc chắn, tương tự với giá trị 1, mối liên hệ thuận càng chắc chắn.

Như các kiến thức về đồ thị hàm số, cho các giá trị của x và các giá trị y tương ứng, nhiệm vụ là tìm phương trình và vẽ đồ thị. Nếu phương trình lập được thành công và đồ thị vẽ được là một đường thẳng thì lúc này chúng ta đã chứng minh giữa x và y đã có mối quan hệ tuyến tính (chưa xét đến nghịch hay thuận).

Nhưng đó chỉ là bài toán rất đơn giản để hiểu thế nào là mối quan hệ tuyến tính giữa x và y . Trong thực tế, khi tìm hiểu về mối quan hệ giữa hai hay nhiều đối tượng, hiện tượng nghiên cứu khác nhau ở mọi lĩnh vực và đảm bảo kết quả chính xác thì dữ liệu cần phân tích là rất nhiều, do đó các công thức tính toán như trước đây chúng ta từng được học sẽ không thể nào áp dụng. Lúc này phương pháp phân tích tương quan và phân tích hồi quy sẽ cực kỳ hữu dụng.

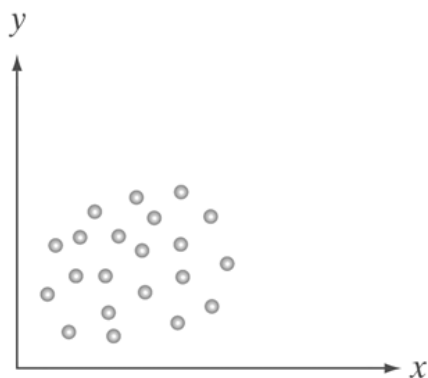
Giả sử chúng ta có một tập dữ liệu gồm nhiều giá trị x , và tương ứng với mỗi giá trị x là một giá trị y , chúng ta sẽ có các điểm dữ liệu gọi là $M_i (x_i, y_i)$, nếu các điểm dữ liệu này nằm trên cùng một đường thẳng chúng tỏ x và y có quan hệ tuyến tính và ngược lại.



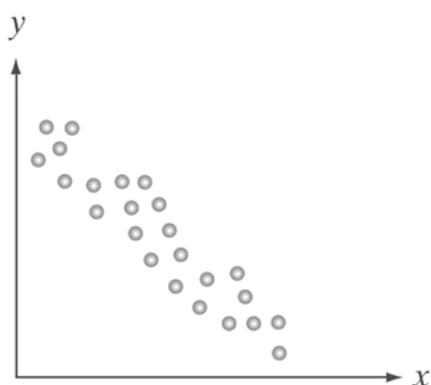
Hình III.1: Mối quan hệ tuyến tính của các điểm dữ liệu

Giá trị x tăng thì y tăng theo, lúc này x và y có quan hệ tuyến tính thuận, hệ số tương quan sẽ lớn hơn 0 nhưng chưa chắc tiến gần 1, chưa có cơ sở khẳng định mối quan hệ này vững chắc.

Hình sau cho thấy x và y không thể hiện mối quan hệ tuyến tính, lúc này hệ số tương quan có thể gần giá trị 0.

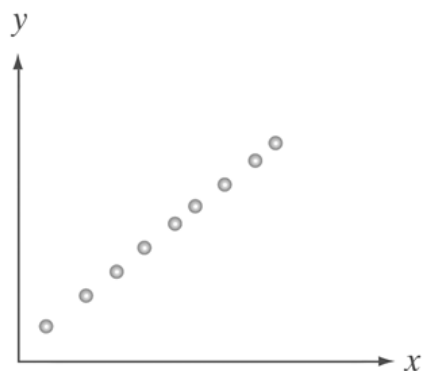


Hình III.2: *Mối quan hệ không tuyến tính của các điểm dữ liệu*



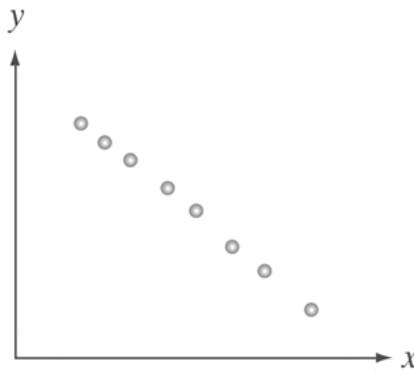
Hình III.3: *Mối quan hệ tuyến tính nghịch*

Giá trị x giảm, giá trị y lại tăng, x và y thể hiện mối quan hệ tuyến tính nghịch, lúc này hệ số tương quan sẽ mang giá trị âm và nhỏ hơn 0, nhưng chưa chắc tiến gần giá trị -1 và không có cơ sở khẳng định mối quan hệ này là bền vững.



Hình III.4: *Mối quan hệ tương quan thuận chắc chắn giữa x và y*

Giá trị x tăng, y chắc chắn sẽ tăng, lúc này x và y thể hiện mối quan hệ tuyến tính thuận và cực kỳ bền vững và hoàn hảo, lúc này giá trị của hệ số tương quan có thể bằng 1.



Hình III.5: Mối quan hệ tương quan nghịch chắc chắn giữa x và y

Giá trị của x giảm, và y chắc chắn tăng, lúc này giữa x và y thể hiện mối quan hệ tuyến tính nghịch, và mối quan hệ này bền vững, giá trị của hệ số tương quan sẽ bằng -1.

Công thức của hệ số tương quan tổng quát như sau:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

Với S_{xy} là hiệp phương sai (Covariance) của x và y, S_x là độ lệch chuẩn của các giá trị x, S_y là độ lệch chuẩn của các giá trị y. Hiệp phương sai của x và y cũng là một chỉ số thể hiện sự tương quan của 2 biến bất kỳ.

III.1.2. Phân tích mối liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu biến đổi theo không gian

Liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu biến đổi theo không gian, nghĩa là mối liên hệ của các chỉ tiêu được nghiên cứu trên góc độ ở các không gian khác nhau và được sắp xếp theo một thứ tự nào đó. Ví dụ, nghiên cứu mối liên hệ giữa tuổi nghề của công nhân với năng suất lao động của họ.

Với liên hệ tương quan không gian, thường nghiên cứu 3 trường hợp: liên hệ tương quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu, liên hệ tương quan phi tuyến tính giữa 2 chỉ tiêu và liên hệ tương quan tuyến tính giữa nhiều chỉ tiêu.

a. Mối liên quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu

- Phương trình hồi quy tuyến tính

Nếu gọi y và x là các trị số thực tế của chỉ tiêu kết quả và chỉ tiêu nguyên nhân có thể xây dựng được phương trình hồi quy đường thẳng như sau:

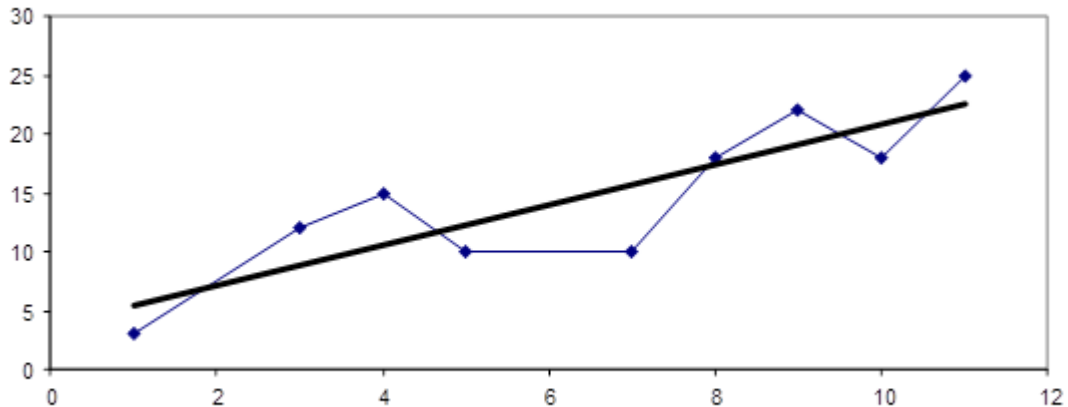
$$\tilde{y}_x = a + bx \quad ; \quad (1a)$$

Trong đó: \tilde{y}_x - trị số lý thuyết (điều chỉnh) của chỉ tiêu kết quả;

a và b là các hệ số của phương trình

Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất xây dựng được hệ phương trình chuẩn tắc xác định các hệ số a và b của phương trình đường thẳng:

$$\begin{cases} na + b\Sigma x = \Sigma y \\ a\Sigma x + b\Sigma x^2 = \Sigma xy \end{cases} ; (1b)$$



Hình III.6: Đồ thị đặc trưng mối quan hệ giữa chỉ tiêu kết quả (Y) và chỉ tiêu nguyên nhân (X)

- Hệ số tương quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu (ký hiệu là r)

Công thức tính hệ số tương quan:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta_x \cdot \delta_y} ; (2a)$$

hoặc
$$r = b \cdot \frac{\delta_x}{\delta_y} ; (2b)$$

Trong đó:
$$\overline{xy} = \frac{\Sigma xy}{n} ; \bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} ; \bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$$

$$\delta_x = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n} - \left(\frac{\Sigma x}{n}\right)^2}$$

$$\delta_y = \sqrt{\frac{(y - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Sigma y^2}{n} - \left(\frac{\Sigma y}{n}\right)^2}$$

Hệ số tương quan lấy giá trị trong khoảng từ -1 đến 1:

Khi r càng gần 0 thì quan hệ càng lỏng lẻo, ngược lại khi r càng gần 1 hoặc -1 thì quan hệ càng chặt chẽ (r > 0 có quan hệ thuận và r < 0 có quan hệ nghịch). Trường hợp r = 0 thì giữa x và y không có quan hệ.

b. Liên hệ tương quan phi tuyến tính giữa hai chỉ tiêu

- Các phương trình hồi quy

Phương trình hồi quy phi tuyến tính thường được sử dụng:

* Phương trình parabol bậc 2:

$$\tilde{y}_x = a + bx + cx^2 \quad ; \quad (3)$$

Phương trình parabol bậc 2 thường được áp dụng trong trường hợp các trị số của chỉ tiêu nguyên nhân tăng lên thì trị số của chỉ tiêu kết quả tăng (hoặc giảm), việc tăng (hoặc giảm) đạt đến trị số cực đại (hoặc cực tiểu) rồi sau đó lại giảm (hoặc tăng).

* Phương trình hyperbol

$$\tilde{y}_x = a + \frac{b}{x} \quad ; \quad (4)$$

Phương trình hyperbol được áp dụng trong trường hợp các trị số của chỉ tiêu nguyên nhân tăng lên thì trị số của chỉ tiêu kết quả giảm nhưng mức độ giảm nhỏ dần và đến một giới hạn nào đó ($\tilde{y}_x = a$) thì hầu như không giảm.

* Phương trình hàm số mũ

$$\tilde{y}_x = a \cdot b^x \quad ; \quad (5)$$

Phương trình hàm số mũ được áp dụng trong trường hợp cùng với sự tăng lên của chỉ tiêu nguyên nhân thì trị số của các chỉ tiêu kết quả thay đổi theo cấp số nhân, nghĩa là có tốc độ tăng xấp xỉ nhau.

Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất ta xây dựng được các hệ phương trình chuẩn tắc phù hợp để xác định các hệ số của các phương trình tương ứng (3, 4 và 5).

- Tỉ số tương quan

Đối với liên hệ tương quan phi tuyến tính giữa 2 chỉ tiêu sẽ dùng tỉ số tương quan (ký hiệu $\eta = \text{eta}$) để đánh giá mức độ chặt chẽ của mối liên hệ. Công thức tính tỉ số tương quan như sau:

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta_{\tilde{y}_a}^2}{\delta_y^2}} = \frac{\delta_{\tilde{y}_a}}{\delta_y} \quad ; \quad (6)$$

Trong đó: $\delta_{\tilde{y}_x}^2 = \frac{(\tilde{y}_x - \bar{y})^2}{n}$: Phương sai đo độ biến thiên của chỉ tiêu y do ảnh hưởng riêng của chỉ tiêu x; với \tilde{y}_x là giá trị lý thuyết của đường hồi quy phi tuyến tính giữa y và x được xác định;

$\delta_y^2 = \frac{(y - \bar{y})^2}{n}$: Phương sai đo độ biến thiên của chỉ tiêu y do ảnh hưởng của tất cả các chỉ tiêu nguyên nhân.

Tỉ số tương quan có một số tính chất sau:

(1) Tỉ số tương quan lấy giá trị trong khoảng [0;1], tức là $0 \leq \eta \leq 1$.

- Nếu $\eta = 0$ thì giữa x và y không có liên hệ tương quan;

- Nếu $\eta = 1$ thì giữa x và y có liên hệ hàm số;

- Nếu η càng gần 1 thì giữa x và y liên hệ tương quan càng chặt chẽ, và càng gần 0 thì liên hệ tương quan càng lỏng lẻo.

(2) Tỉ số tương quan lớn hơn hoặc bằng giá trị tuyệt đối của hệ số tương quan, tức là $\eta \geq |r|$. Nếu $\eta = |r|$ thì giữa x và y có mối liên hệ tương quan tuyến tính.

c. Liên hệ tương quan tuyến tính giữa nhiều chỉ tiêu

- Phương trình hồi quy tuyến tính giữa 3 chỉ tiêu

Nếu gọi y là chỉ tiêu kết quả và x_1, x_2 là các chỉ tiêu nguyên nhân, ta có phương trình hồi quy tuyến tính giữa 3 chỉ tiêu như sau:

$$\tilde{y}_{x_1, x_2} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad ; \quad (7)$$

Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, xây dựng được hệ phương trình chuẩn tắc để tính các tham số a_0, a_1 và a_2 của phương trình hồi quy 7:

- Hệ số tương quan

Để đánh giá trình độ chặt chẽ mối liên hệ tương quan tuyến tính nhiều chỉ tiêu, người ta thường tính toán hệ số tương quan: hệ số tương quan bội và hệ số tương quan riêng.

Hệ số tương quan bội (Ký hiệu là R) được dùng để đánh giá độ chặt chẽ giữa chỉ tiêu kết quả với tất cả các chỉ tiêu nguyên nhân được nghiên cứu. Công thức tính như sau:

$$R = \sqrt{\frac{r_{y x_1}^2 + r_{y x_2}^2 - 2r_{y x_1} r_{y x_2} r_{x_1 x_2}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}} \quad ; \quad (8)$$

Trong đó: $r_{y x_1}$, $r_{y x_2}$ và $r_{x_1 x_2}$ là các hệ số tương quan tuyến tính giữa các cặp chỉ tiêu y với x_1 , y với x_2 và x_1 với x_2 và được tính như các công thức 2a hoặc 2b.

Hệ số tương quan bội nhận giá trị trong khoảng $[0; 1]$, tức là $0 \leq R \leq 1$.

Như vậy, R càng gần 0 thì quan hệ tương quan càng lỏng lẻo và R càng gần 1 thì quan hệ càng chặt chẽ.

Nếu $R = 0$ thì không có quan hệ tương quan và nếu $R = 1$ thì quan hệ tương quan trở thành quan hệ hàm số.

Hệ số tương quan riêng được dùng để đánh giá mức độ chặt chẽ của mối liên hệ giữa tiêu thức kết quả với từng tiêu thức nguyên nhân với điều kiện loại trừ ảnh hưởng của các tiêu thức nguyên nhân khác. Trong trường hợp mối liên hệ giữa y với x_1 và x_2 ở trên có thể tính:

- Hệ số tương quan riêng giữa y và x_1 (loại trừ ảnh hưởng của x_2):

$$r_{y x_1(x_2)} = \frac{r_{y x_1} - r_{y x_2} \times r_{x_1 x_2}}{\sqrt{(1 - r_{y x_2}^2) \cdot (1 - r_{x_1 x_2}^2)}} \quad ; \quad (9a)$$

- Hệ số tương quan riêng giữa y và x₂ (loại trừ ảnh hưởng của x₁):

$$r_{y x_2(x_1)} = \frac{r_{y x_2} - r_{y x_1} \times r_{x_1 x_2}}{\sqrt{(1 - r_{y x_1}^2) \cdot (1 - r_{x_1 x_2}^2)}} \quad ; \quad (9b)$$

III.1.3. Phân tích mối liên hệ tương quan giữa hai chỉ tiêu biến động theo thời gian

Mối liên hệ tương quan theo thời gian là mối liên hệ giữa các dãy số biến động theo thời gian; trong đó có một số dãy số biểu hiện biến động của các chỉ tiêu nguyên nhân (sự biến động của nó sẽ ảnh hưởng đến biến động của chỉ tiêu kia) và một dãy số biểu hiện biến động của chỉ tiêu kết quả (sự biến động của nó phụ thuộc vào biến động của các chỉ tiêu nguyên nhân).

Phân tích mối liên hệ tương quan giữa các dãy số theo thời gian chính là xác định mức độ chặt chẽ của mối liên hệ giữa các dãy số. Do đặc điểm nghiên cứu tương quan theo dãy số thời gian là rất phức tạp nên ở đây chỉ trình bày tương quan tuyến tính giữa hai dãy số.

Đặc điểm của dãy số biến động theo thời gian là tồn tại cái gọi là tự tương quan (TTQ). Để kiểm tra các dãy số biến động theo thời gian có đặc điểm này hay không, ta tiến hành tính hệ số liên hệ tương quan tuyến tính giữa các mức độ của dãy số đã cho (xt hoặc yt) với mức độ của dãy số đó nhưng lệch đi thời gian 1 năm (t=1). Khi nghiên cứu riêng cho từng dãy (đại lượng x hay y) về bản chất đều có công thức tính giống nhau, chỉ khác nhau (hoặc là theo x hoặc là theo y). Từ đây các trường hợp nghiên cứu riêng của từng dãy thống nhất chỉ ký hiệu chung là x).

Công thức hệ số TTQ riêng cho từng dãy số chẳng hạn x như sau:

$$r_{x_t, x_{t+1}} = \frac{\overline{x_t \cdot x_{t+1}} - \bar{x}_t \cdot \bar{x}_{t+1}}{\sigma_t \cdot \sigma_{t+1}} \quad ; \quad (10)$$

Trong đó:

t chỉ thứ tự thời gian theo từng năm;

x_t, x_{t+1} - là mức độ thực tế của dãy thuộc năm t và của năm sau năm t (t+1);

σ_t và σ_{t+1} - là các độ lệch chuẩn tương ứng.

r_{x_t, x_{t+1}} là hệ số phản ánh mức độ TTQ. Hệ số này càng gần 1 thì đặc điểm TTQ càng mạnh, và ngược lại càng gần 0 thì đặc điểm TTQ càng yếu.

Khi kiểm tra đặc điểm TTQ của dãy số:

Nếu thấy đặc điểm này yếu (r_{x_t, x_{t+1}} gần 0) thì hệ số tương quan tuyến tính giữa hai dãy x_t và y_t (r_{x, y}) vẫn tính trực tiếp theo các mức độ thực tế (x_t và y_t) như tương quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu biến động theo không gian (xem công thức 2a và 2b đã trình bày ở trên).

Nếu thấy đặc điểm TTQ của hai dãy số mạnh ($r_{x_t, x_{t+1}}$ gần +1) thì hệ số tương quan giữa 2 dãy xt và yt không thể tính trực tiếp theo các mức độ thực tế (xt và yt) mà theo các độ lệch giữa mức độ thực tế (xt, yt) và mức độ lý thuyết tương ứng (\hat{x}_t, \hat{y}_t). Công thức tính hệ số tương quan (Rxy) như sau:

$$R_{xy} = \frac{\sum d_{x_t} \cdot d_{y_t}}{\sqrt{\sum d_{x_t}^2 \cdot \sum d_{y_t}^2}}$$

Trong đó: d_{x_t}, d_{y_t} là các độ lệch giữa mức độ thực tế (xt, yt) và các mức độ lý thuyết tương ứng (\hat{x}_t, \hat{y}_t), tức là $d_{x_t} = xt - \hat{x}_t$ và $d_{y_t} = yt - \hat{y}_t$.

Các mức độ lý thuyết \hat{x}_t và \hat{y}_t có thể xác định được bằng nhiều phương pháp, nhưng phổ biến và có ý nghĩa nhất là theo phương trình toán học (phương trình hồi quy).

Trong kinh tế thường dùng một số dạng, phương trình toán học chủ yếu sau đây để điều chỉnh các dãy số:

Phương trình tuyến tính (bậc nhất):

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t \quad ; \quad (1a)$$

Phương trình parabol bậc hai:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad ; \quad (1b)$$

Phương trình parabol bậc ba:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad ; \quad (1c)$$

Phương trình hyperbol:

$$\hat{y} = a_0 + \frac{a_1}{t} \quad ; \quad (1d)$$

Phương trình hàm số mũ:

$$\hat{y} = a_0 \cdot a_1^t \quad ; \quad (1e)$$

Các hệ số theo từng dạng phương trình 1a, 1b, 1c, 1d và 1e tính được bằng cách giải các hệ phương trình chuẩn tắc tương ứng được xây dựng theo phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Để xác định quy luật phát triển của từng dãy số theo loại phương trình này, trước tiên phải đưa số liệu lên đồ thị để chọn một số loại phương trình nào đó tiến hành điều chỉnh dãy số. Sau đó ứng với mỗi phương trình đã được điều chỉnh chúng ta tính toán các sai số mô tả:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \quad \text{và} \quad V_y = \frac{\sigma_y}{\bar{y}} \quad \text{rồi chọn phương trình nào có hệ số mô tả nhỏ nhất.}$$

III.2. Môi trường quan giữa dữ liệu ảnh viễn thám và độ mặn nước sông

Ảnh viễn thám chụp ở các kênh phổ gần nhau có độ tương quan rất cao, vì vậy thông tin của chúng bị trùng lặp lớn gây nhiễu ảnh hoặc dư thừa thông tin. Bản chất của phương pháp phân tích thành phần chính là một thuật toán thống kê nhằm biến đổi tập dữ liệu đa biến tương quan vào một tập dữ liệu đa biến không tương quan (gọi là các thành phần chính - PC). Các thành phần chính này loại bỏ những thông tin trùng lặp, từ đó tạo ảnh mới chứa thông tin chủ yếu dễ nhận biết hơn so với ảnh gốc, giúp làm nổi bật hơn đặc tính phổ của một số đối tượng trên bề mặt Trái đất.

Một hướng tiếp cận tương đối mới trong nước để quan trắc vật chất bề mặt Trái Đất là sử dụng ảnh chụp từ vệ tinh để phân tích nồng độ vật chất khác nhau trong không khí. Cơ sở khoa học của phương pháp này là việc các đối tượng bề mặt đất, nước và không gian liên tục được nhận và phản xạ các nguồn năng lượng khác nhau, các loại vật chất có hình dạng, kích thước, mật độ khác nhau và sẽ phản xạ quang học lại bước sóng vật lý theo nguyên tắc khác nhau. Do đó, vệ tinh ở một độ cao nhất định có khả năng chụp lại các luồng năng lượng để giám sát mỗi loại chất.

Các loại muối chủ yếu phản xạ mạnh tại dải bước sóng từ 0,4 – 1,4 μm tương ứng với một số kênh ảnh của ảnh viễn thám. Nghiên cứu phát triển các mô hình thực nghiệm để ước lượng độ mặn trong nước thông qua hàm số với các biến đầu vào là giá trị phổ của các kênh ảnh và các thành phần chính có tương quan cao với độ mặn thực địa, mối tương quan này được xác định dựa vào hệ số tương quan Pearson (r). Kỹ thuật phân tích hồi quy tuyến tính và phi tuyến, với đơn biến và đa biến được sử dụng để định lượng mối quan hệ giữa giá trị phản xạ của ảnh vệ tinh và giá trị độ mặn trong nước từ đó phát triển các mô hình thực nghiệm. Nghiên cứu mối tương quan sử dụng các giá trị của bộ dữ liệu giá trị độ mặn thực địa và giá trị phản xạ phổ của ảnh viễn thám (tại vị trí và thời gian tương ứng với thời gian đo mặn ở thực địa) để xây dựng các mô hình mô phỏng độ mặn trong nước từ giá trị phản xạ bề mặt.

Phổ phản xạ của các đối tượng thu nhận được trên các tư liệu viễn thám thường có sự thay đổi nhất định so với phổ phản xạ của chúng trong điều kiện lý tưởng (thuần nhất chỉ có một đối tượng). Hơn nữa, do các bộ cảm vệ tinh được chế tạo để thu nhận thông tin bằng phản xạ ở các dải tần số khác nhau, nên thông tin nhận được của cùng một đối tượng trên các tư liệu viễn thám cũng sẽ khác nhau. Chính vì thế, khi nghiên cứu phổ phản xạ 8 của các đối tượng cần lưu ý và làm rõ hai vấn đề là cơ chế phản xạ phổ của các nhóm đối tượng và đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng thu nhận được trên một loại tư liệu viễn thám cụ thể (LANDSAT, SPOT hoặc MODIS). Đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng trên bề mặt trái đất là thông tin quan trọng nhất trong viễn thám. Do các thông tin viễn thám có liên quan trực tiếp đến năng lượng phản xạ từ các đối tượng nên việc nghiên cứu các đặc trưng phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên đóng vai trò hết sức quan trọng đối với việc ứng dụng hiệu quả phương pháp viễn thám.

Trong lĩnh vực viễn thám, kết quả giải đoán các thông tin phụ thuộc rất nhiều vào sự hiểu biết mối tương quan giữa các đặc trưng phản xạ phổ với bản chất và trạng thái

các đối tượng tự nhiên. Đồng thời đó cũng là cơ sở dữ liệu để phân tích các tính chất của đối tượng tiến tới phân loại đối tượng đó. Đặc trưng phản xạ phổ của đối tượng tự nhiên là hàm của nhiều yếu tố, các đặc tính này phụ thuộc vào điều kiện chiếu sáng, môi trường khí quyển, bề mặt đối tượng cũng như bản thân đối tượng. Khả năng phản xạ phổ của đối tượng phụ thuộc vào bản chất, trạng thái, độ nhẵn bề mặt, màu sắc, độ cao mặt trời trên đường chân trời và hướng chiếu sáng của đối tượng. Khả năng phản xạ phổ của đối tượng được chụp ảnh còn phụ thuộc vào trạng thái khí quyển và các mùa trong năm. Đồ thị phản xạ phổ (đường cong phổ phản xạ) được xây dựng với chức năng là một hàm số của giá trị phổ phản xạ và bước sóng. Hình dáng của đường cong phổ phản xạ cho biết một cách tương đối rõ ràng tính chất phổ của một đối tượng và hình dạng đường cong phụ thuộc rất nhiều vào việc lựa chọn các dải sóng mà ở đó thiết bị viễn thám có thể ghi nhận được các tín hiệu phổ.

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 quanh giá trị trung bình. Nguyên tắc cơ bản để phân biệt các đối tượng lớp phủ mặt đất trên ảnh vệ tinh là dựa vào sự khác biệt về đặc tính phản xạ của chúng trên các kênh phổ.

Nước là nguồn tài nguyên quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến sự sống của toàn bộ các sinh vật trên trái đất, vì vậy việc theo dõi, quản lý và đánh giá hiện trạng chất lượng nước luôn là việc làm cần thiết. Hàm lượng vật chất lơ lửng là một trong những chỉ số đánh giá chất lượng nước; đơn vị đo hàm lượng vật chất lơ lửng là NTU ($1 \text{ NTU} = 1 \text{ mg SiO}_2/\text{L} = 1$ đơn vị hàm lượng vật chất lơ lửng) và nó được đo bằng máy quang phổ. Phương pháp truyền thống để đo hàm lượng vật chất lơ lửng của nước là sử dụng máy quang phổ đo các mẫu nước lấy ngoài thực địa [10]. Phương pháp này bị hạn chế bởi số lượng mẫu thu thập được và kết quả tính toán chỉ mang tính đại diện cho mỗi điểm lấy mẫu. Vì thế, việc sử dụng các thông tin thu được từ tư liệu viễn thám để tính toán hàm lượng vật chất lơ lửng của nước sẽ cho chúng ta một kết quả tổng quát hơn so với phương pháp truyền thống khi nghiên cứu cho một khu vực rộng lớn [11].

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng những khác biệt chính giữa hai loại nước đục và trong được thể hiện rõ trong dải phổ 400–800 nm. Trong dải phổ này, nước đục có hệ số phản xạ lớn hơn đáng kể so với nước trong. Điều này tạo cơ sở cho việc phát hiện và tính toán hồi quy mối tương quan giữa hệ số phản xạ và hàm lượng vật chất lơ lửng của nước. Thông thường, để tính toán hàm tương quan này, người ta thường hay sử dụng những mẫu đo hàm lượng vật chất ngoài thực địa của khu vực nghiên cứu và đối chiếu với số liệu viễn thám.

Trong nghiên cứu *Sử dụng phương pháp đo phổ thực nghiệm xác định sự phân bố hàm lượng vật chất lơ lửng từ ảnh vệ tinh Landsat 7 tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng* của nhóm tác giả Phạm Xuân Cảnh, Nguyễn Ngọc Thạch, Nguyễn Hiệu, Nguyễn Quang Tuấn, Bùi Thị Hằng, Nguyễn Thị Thúy Nga, được đăng trên Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Tự nhiên, Tập số 126, Số 1A, 2017, các tác giả đã

tính toán được sự tương quan giữa giá trị phản xạ của các chất trong nước với giá trị của các kênh ảnh.

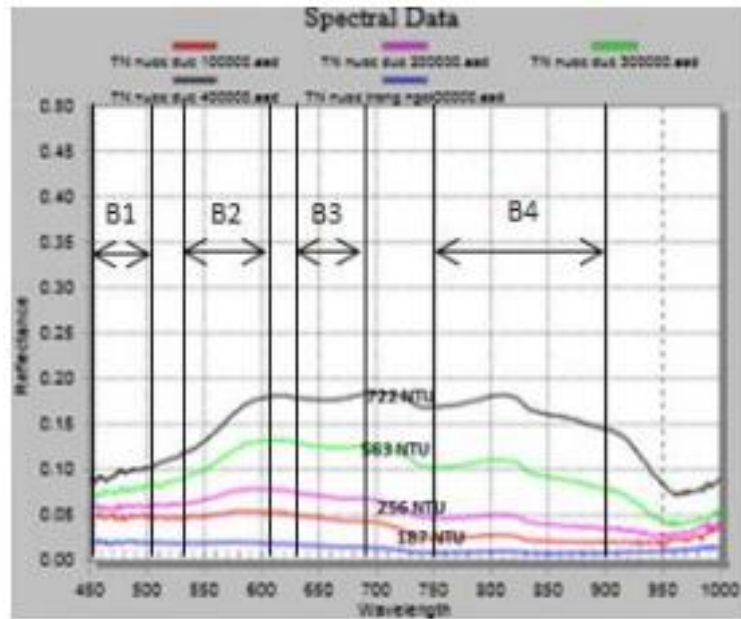
Trong nghiên cứu, nhóm thực hiện sử dụng máy đo phổ cầm tay RS 232, máy đo hàm lượng vật chất lơ lửng HACH và một số dụng cụ khác được sử dụng để đo phổ thực nghiệm trong phòng nhằm loại bỏ sự thay đổi liên tục của bức xạ mặt trời và khí quyển bên ngoài giúp các kết quả phổ phản xạ của nhiều mẫu đối tượng thu thập ngoài thực địa có độ tin cậy cao hơn thông qua ba bước.

Mẫu được lấy ngẫu nhiên theo tuyến từ cửa sông kéo dài ra vùng biển, bởi vì theo quy luật tự nhiên của khu vực này thì sự phân bố hàm lượng vật chất lơ lửng của nước sẽ giảm dần từ cửa sông ra biển. Số lượng mẫu cần thu thập là 30 để đảm bảo độ tin cậy trong tính toán thống kê. Một quy trình đo phổ thực nghiệm khép kín trong phòng đã được xây dựng, nên thời gian lấy mẫu không cần trùng với thời gian chụp ảnh vệ tinh. Nhóm nghiên cứu đã phối hợp cùng với Viện Tài nguyên và Môi trường biển Hải Phòng tiến hành đợt khảo sát và thu thập mẫu nước. Lộ trình khảo sát thu nhận mẫu được chọn là hai tuyến xuất phát từ cửa sông Văn Úc và cửa sông Cấm để đảm bảo thu nhận được đầy đủ các mẫu đặc trưng của khu vực nghiên cứu.

Máy đo phổ RS 232 được gắn cố định bằng chân máy ở độ cao 1 m so với bề mặt của mẫu (theo yêu cầu kỹ thuật của nhà sản xuất). Bóng đèn treo cố định nghiêng một góc 60° so với bề mặt mẫu, tương ứng với góc chiếu mặt trời tại thời điểm vệ tinh Landsat chụp ảnh. Đầu tiên, nhóm nghiên cứu đo phản xạ toàn phần của bề mặt trắng tiêu chuẩn. Bề mặt này do nhà sản xuất cung cấp kèm theo máy đo; giá trị đo được xấp xỉ bằng năng lượng bức xạ của nguồn sáng. Tiếp theo, lần lượt đo 30 mẫu nước đã thu thập ngoài thực địa sẽ có các giá trị năng lượng phản xạ tương ứng và tính toán giá trị phổ phản xạ cho từng mẫu.

Mối tương quan giữa kết quả phổ phản xạ và hàm lượng vật chất lơ lửng của các mẫu nước đã được đánh giá. Sau đó, xác định phương trình hồi quy tuyến tính để tính giá trị hàm lượng vật chất lơ lửng của nước ven biển Thành phố Hải Phòng thông qua giá trị phổ phản xạ đã biết trên ảnh Landsat 7 của khu vực này.

Sau khi tiến hành đo phổ 30 mẫu lấy ngoài thực địa, nghiên cứu thu được kết quả đầu tiên là Đồ thị phổ phản xạ của 30 mẫu nước ứng với các hàm lượng vật chất lơ lửng khác nhau được trình bày trên Hình 7. Có thể thấy rằng mẫu nước càng đục thì khả năng phản xạ càng lớn tại tất cả các dải sóng từ band 1 đến band 4 của ảnh Landsat 7.

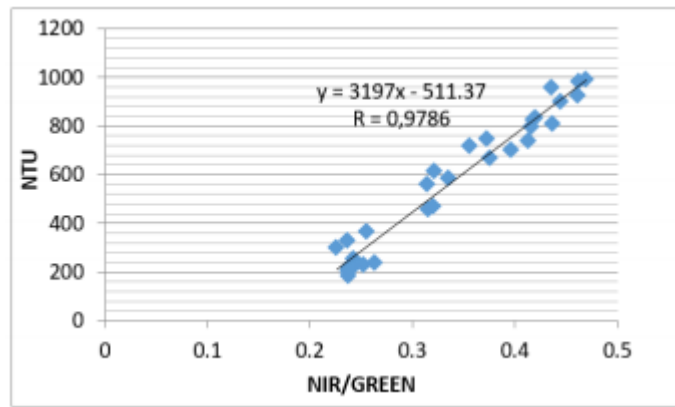


Hình III.7: Đồ thị phổ phản xạ của một số mẫu nước

Để xác định mối quan hệ giữa hàm lượng vật chất lơ lửng trong nước đến giá trị phổ phản xạ, các tác giả đã tính toán giá trị phổ phản xạ trung bình tại kênh NIR (band 4) và Green (band 2) và tính tỷ số của giá trị phổ giữa hai kênh này. Số liệu ứng với địa điểm lấy mẫu và hàm lượng vật chất lơ lửng tương ứng được trình bày ở bảng sau.

Bảng III.1: Tỷ số của giá trị phổ phản xạ trung bình giữa hai kênh NIR và Green và hàm lượng chất lơ lửng

Điểm lấy mẫu	NIR/Green	Hàm lượng vật chất lơ lửng (NTU)	Điểm lấy mẫu	NIR/Green	Hàm lượng vật chất lơ lửng (NTU)
1	0,2368	187	16	0,2369	204
2	0,2370	201	17	0,2371	217
3	0,2414	219	18	0,2511	233
4	0,2424	256	19	0,2627	236
5	0,226	302	20	0,3146	458
6	0,2354	330	21	0,3197	474
7	0,2551	369	22	0,3211	616
8	0,3135	563	23	0,3750	669
9	0,3350	587	24	0,3950	702
10	0,3550	722	25	0,4124	741
11	0,3719	746	26	0,4151	801
12	0,4178	829	27	0,4365	810
13	0,4197	835	28	0,4450	902
14	0,4351	959	29	0,4617	926
15	0,4622	981	30	0,4693	993



Hình III.8: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng giữa vật chất lơ lửng và chỉ số

Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả cho thấy mối tương quan chặt ($r = 0,9786$) giữa hàm lượng vật chất trong nước và chỉ số xây dựng từ các kênh ảnh viễn thám, từ đó cho thấy tính khả thi khi sử dụng ảnh viễn thám để nghiên cứu vật chất trong nước, trong đó có hàm lượng muối [12].

KẾT LUẬN

Sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám để nghiên cứu vật chất trên bề mặt Trái Đất không phải là phương pháp nghiên cứu mới trong thời đại hiện nay, tuy nhiên nó vẫn mang lại những giá trị hữu ích trong nghiên cứu. Đặc biệt là khi nó được ứng dụng trong việc nghiên cứu độ mặn nước sông, nội dung mà chưa được nghiên cứu rộng rãi. Những nghiên cứu về vật chất nói chung và độ mặn trong nước nói riêng đang được nghiên cứu và phát triển nhằm đáp ứng cho nhiệm vụ khoa học cũng như hỗ trợ cho các giải pháp cải thiện môi trường, kinh tế, đời sống người dân. Các nghiên cứu theo phương pháp này chủ yếu dựa trên mối tương quan giữa dữ liệu từ các kênh ảnh viễn thám và độ phân xạ từ các hạt vật chất trong nước. Các mẫu quan trắc, thu thập trên các con sông là dữ liệu đầu vào để phân tích và tìm mối quan hệ với ảnh viễn thám.

Các phân tích thống kê trong phương pháp tương quan rất hữu ích vì chúng có thể cho chúng ta thấy các xu hướng hoặc mô hình khác nhau và có thể làm rõ diễn biến vận động của vật chất. Phân tích tương quan cho phép chúng ta thấy được rằng mối quan hệ có hoặc không tồn tại giữa hai mẫu hoặc biến khác nhau, điều này cho phép chúng ta dự đoán xác suất của một kết quả trong tổng thể được nghiên cứu.

Sự tương quan giữa dữ liệu ảnh viễn thám và các số liệu quan trắc thực tế là cơ sở để nghiên cứu diễn biến, phạm vi xâm nhập mặn trên các con sông. Từ đó, nghiên cứu mang lại những kết quả hữu ích đáp ứng cho mục đích khác nhau của người dân sống trong khu vực cũng như đơn vị quản lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Thị Phương Mai, 2017, Nghiên cứu tác động của xâm nhập mặn và khả năng thích ứng trong nuôi trồng thủy sản ở Đồng bằng sông Cửu Long, Trường Đại học Cần Thơ.
2. Nguyễn Nguyên Vũ, Lê Văn Trung, Trần Thị Vân, 2018, Đánh giá xâm nhập mặn vùng cửa sông từ dữ liệu viễn thám kết hợp quan trắc mặt đất, *Science & Technology development journal: Science of the earth & environment*.
3. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
4. Parida, A.K. and Das, A.B., 2005, Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
5. TJ Flowers, 2004, Improving crop salt tolerance, *Journal of Experimental Botany*, Volume 55, Issue 396, 1 February 2004, Pages 307–319.
6. Munns, R., 2002, Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environment*, 25, 239-250.
7. Phạm Thanh Lưu và nnk, 2020, Sử dụng ảnh Landsat 8 Oli để dự đoán tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở hồ Trị An, tỉnh Đồng Nai, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Khoa học Tự nhiên.
8. Trần Thị Phương Dung, 2013, Ứng dụng ảnh viễn thám Modis phân vùng ảnh hưởng xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre năm 2012, Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh.
9. Tăng Văn Khiên, Giáo trình Phương pháp phân tích tương quan.
10. Jamie Bartram and Richard Balance, *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*, m and Richard Balance Published on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization © 1996 UNEP/WHO.
11. Hem, J.D. 1984 *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water.*, 3rd edition. Water Supply Paper 2254, United States Geological Survey, Washington, DC.
12. Phạm Xuân Cảnh và nnk, 2017, Sử dụng phương pháp đo phổ thực nghiệm xác định sự phân bố hàm lượng vật chất lơ lửng từ ảnh vệ tinh Landsat 7 tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng, Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học tự nhiên.