

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA KHÍ TƯỢNG - THỦY VĂN - HẢI DƯƠNG HỌC

Bùi Thị Hạnh

***TÍNH TOÁN NHU CẦU NƯỚC TRÊN LƯU VỰC SÔNG
CÁI NINH HÒA***

Khóa luận tốt nghiệp hệ đại học chính quy

Ngành Thủy văn

Cán bộ hướng dẫn: PGS.TS Nguyễn Thanh Sơn

Hà Nội – 2011

Lời cảm ơn

Lời đầu tiên, em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến thầy giáo Nguyễn Thanh Sơn, người thầy đã tận tâm chỉ bảo, hướng dẫn em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu để hoàn thành khóa luận này. Em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến các thầy cô giáo, những người đã dìu dắt em suốt bốn năm dưới mái trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Em xin dành lời cảm ơn đến chị Nguyễn Ý Như, cùng những người bạn, người thân trong gia đình đã giúp đỡ, khuyến khích, tạo điều kiện để giúp em hoàn thành khóa luận của mình.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, tháng 5/2011

Bùi Thị Hạnh

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU

Error! Bookmark not defined.

Chương 1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI LƯU VỰC SÔNG CÁI – NINH HÒA

Error! Bookmark not defined.

1.1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.1. Vị trí địa lý.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.2. Địa hình, địa mạo.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.4. Thảm thực vật.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.5. Khí hậu.....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.6. Thủy văn và hiện trạng tài nguyên nước .**Error! Bookmark not defined.**

1.2. ĐẶC ĐIỂM KINH TẾ XÃ HỘI.....**Error! Bookmark not defined.**

1.2.1. Dân số.....**Error! Bookmark not defined.**

1.2.2. Cơ cấu kinh tế.....**Error! Bookmark not defined.**

1.2.3. Hiện trạng nông nghiệp.....**Error! Bookmark not defined.**

1.2.4. Hiện trạng thủy sản.....**Error! Bookmark not defined.**

1.2.5. Hiện trạng công nghiệp, xây dựng.....**Error! Bookmark not defined.**

Chương 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH NHU CẦU DÙNG NƯỚC **Error! Bookmark not defined.**

2.1. CÁC CHỈ TIÊU ĐỊNH MỨC.....**Error! Bookmark not defined.**

2.2. MÔ HÌNH CROPWAT.....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.1. Giới thiệu chung.....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.2. Cơ sở toán học của mô hình và các mô đun tính toán..**Error! Bookmark not defined.**

Chương 3. ỨNG DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH NHU CẦU DÙNG NƯỚC CHO LƯU VỰC SÔNG CÁI – NINH HÒA

Error! Bookmark not defined.

3.1. TÌNH HÌNH TÀI LIỆU.....**Error! Bookmark not defined.**

3.2. CÁC BƯỚC ÁP DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ **Error! Bookmark not defined.**

3.2.1. Nhu cầu nước sinh hoạt**Error! Bookmark not defined.**

3.2.2. Nhu cầu nước công nghiệp**Error! Bookmark not defined.**

3.2.3. Nhu cầu nước thủy sản**Error! Bookmark not defined.**

3.2.4. Nhu cầu nước du lịch, dịch vụ**Error! Bookmark not defined.**

3.2.5. Nhu cầu nước cho nông nghiệp**Error! Bookmark not defined.**

3.2.6. Nhu cầu nước cho lâm nghiệp**Error! Bookmark not defined.**

3.2.7. Ngăn và đẩy mặn hạ du, giao thông thủy và bảo vệ môi trường..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3 . KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....**Error! Bookmark not defined.**

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Error! Bookmark not defined.

MỞ ĐẦU

Sông Cái Ninh Hòa là nguồn cung cấp nước chủ yếu cho vựa lúa lớn nhất tỉnh Khánh Hòa, cho lâm nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, nuôi trồng thủy sản và nước sinh hoạt của thị trấn Ninh Hòa. Tuy nhiên, tài nguyên nước trên lưu vực đang được sử dụng một cách riêng rẽ, lãng phí và có dấu hiệu suy thoái. Để phục vụ việc quy hoạch khai thác sử dụng tổng hợp tài nguyên nước trên lưu vực thì việc tính toán nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực là rất quan trọng. Nó là tiền đề cho việc tính toán cân bằng nước. Do vậy, tính toán nhu cầu dùng nước trên lưu vực sông Cái Ninh Hòa một bài toán cấp thiết và có tính thực tiễn cao.

Khóa luận này tập trung chủ yếu vào việc nghiên cứu các phương pháp bao gồm : chỉ tiêu định mức, mô hình CROPWAT và ứng dụng nó để tính toán nhu cầu sử dụng nước năm 2010 của lưu vực sông Cái – Ninh Hòa

Khóa luận này gồm 3 phần chính như sau:

Chương 1. Đặc điểm địa lý tự nhiên và kinh tế - xã hội lưu vực sông Cái Ninh Hòa

Chương 2. Tổng quan các phương pháp tính nhu cầu dùng nước

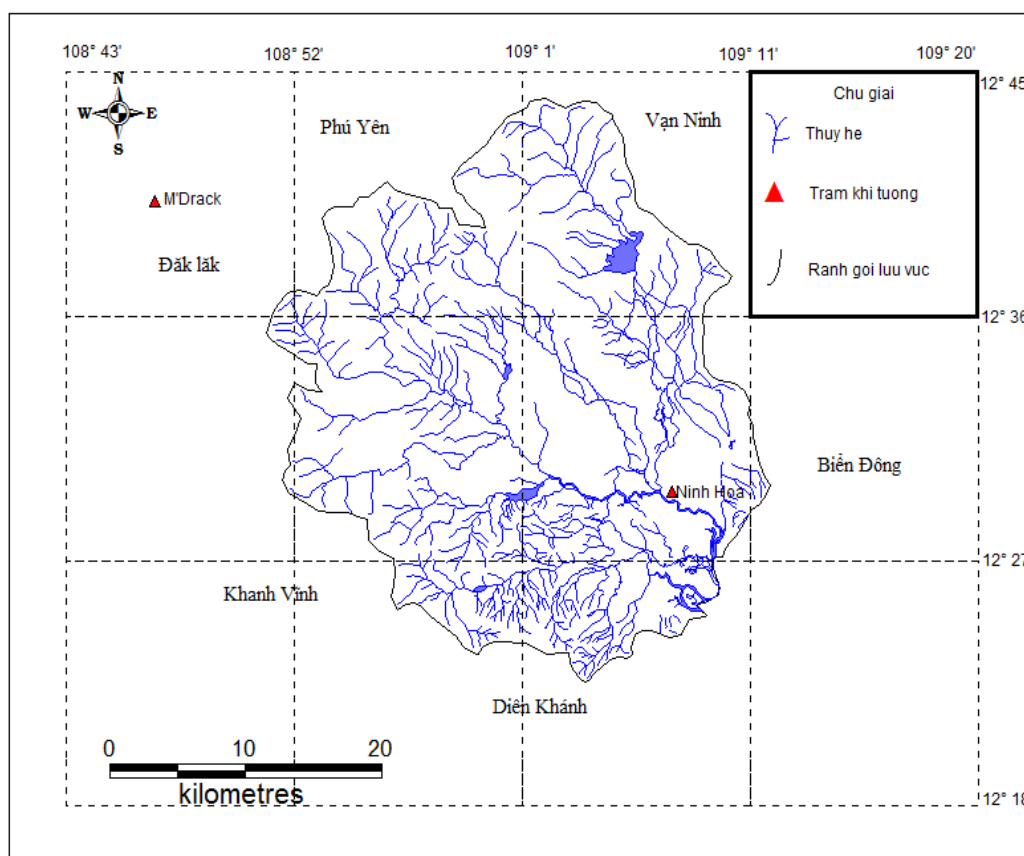
Chương 3. Ứng dụng các phương pháp tính nhu cầu dùng nước cho lưu vực sông Cái Ninh Hòa

Chương 1

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI LƯU VỰC SÔNG CÁI – NINH HÒA

1.1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

1.1.1. Vị trí địa lý



Hình 1. Vị trí địa lý của lưu vực sông Cái Ninh Hòa

Lưu vực sông Cái Ninh Hòa gần như bao trùm hết diện tích huyện Ninh Hòa, trong phạm vi 22 xã và thị trấn Ninh Hòa, phía Bắc giáp Phú Yên, phía Tây giáp Đăklăk, phía Tây Bắc giáp với huyện Vạn Ninh, phía Đông giáp Biên Đông, phía Tây Nam giáp với huyện Vĩnh Khánh, phía Nam giáp huyện Diên Khánh và thành phố Nha Trang. Vị trí của lưu vực ở vào khoảng $108^{\circ} 52'$ đến $109^{\circ} 16'$ kinh độ Đông và $12^{\circ} 21'$ đến $12^{\circ} 45'$ vĩ độ Bắc.

Diện tích lưu vực là 964 km^2 . Trong đó có khoảng 67272 ha đất sử dụng cho nông, lâm nghiệp và trên 187082 nhân khẩu. (Hình 1)

1.1.2. Địa hình, địa mạo

Đồng bằng là một lòng chảo hơi tròn, bán kính khoảng 15 km. Địa hình thấp

dẫn từ Tây sang Đông và từ Bắc xuống Nam. Đất đai ở các vùng chân núi có độ dốc lớn và đôi dốc thoải, tầng đất mỏng, lẫn nhiều đá, bị rửa trôi bạc màu, độ phốt kém. Vùng trung tâm của đồng bằng đất đai tương đối phì nhiêu thích hợp với nhiều loại cây trồng; có nguồn đất sét, đá vôi chất lượng tốt, trữ lượng tương đối lớn. Nhưng đồng bằng hẹp, ba mặt bị núi bao bọc, nhiều đỉnh cao hàng ngàn mét như đỉnh hòn Lớn ở phía Nam, hòn Gục, hòn Mẹ Bồn Con Phía Tây Bắc. Do vậy, lưu vực bị ngăn cách nhiều với các vùng xung quanh, bởi núi cao và nhiều dốc, đèo hiểm trở.

Phía Tây, trên Quốc lộ 26 (trước kia gọi là quốc lộ 21) có đèo Dốc Đất, đèo Phụng Hoàng. Phía Nam, trên quốc lộ I có đèo Rọ Tượng, đèo Rù Rì, phía Bắc có dốc Giồng Thanh, dốc Đá Trắng. Ngoài ra còn có nhiều dải, nhiều cụm núi thấp trải dài ra tận bờ biển và nằm rải rác khắp vùng đồng bằng như : dải núi Đeo, giồng Cốc, giồng Đèn, núi Ô Gà (núi Phú Như), núi dốc Thờ, hòn Hoải, hòn Một, hòn Sầm, hòn Xang ... chia cắt vùng đồng bằng thành nhiều dạng địa hình, thổ nhưỡng, tiểu khí hậu đa dạng, phức tạp.

Phía Đông đồng bằng, dải núi Hòn Hèo tên chữ là Hoa Đăng sơn, cũng có tên là Phước Hà sơn chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, ba mặt nhô ra biển tạo thành một bán đảo lớn (146km²) với nhiều đỉnh cao trên 700 mét, cao nhất là đỉnh Hòn Hèo (819m) án ngữ giữa trung tâm bờ biển phía Đông nên khí hậu vùng đồng bằng về mùa đông ẩm thấp, mùa hè oi bức. Phía Nam Hòn Hèo là đầm Nha Phu, có diện tích trên 100 km², đáy đầm nông, nơi sâu nhất khoảng từ 3 đến 5 mét. Đầm Nha Phu là nơi hợp lưu của tất cả các sông, suối trong lưu vực, đang được bồi lắng cạn dần.

1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng

Địa chất lưu vực cơ bản thuộc các nhóm:

- Nhóm đá macma chủ yếu phân bố ở vùng phía Tây của lưu vực
- Nhóm trầm tích đệ tứ phân bố vùng ven sông, suối, sườn núi đến chân núi với thành phần bờ rời.

Thổ nhưỡng của lưu vực gồm nhiều loại đất khác nhau, chủ yếu là:

- Nhóm đất đỏ vàng: Chiếm tỷ lệ lớn và phân bố rộng, nhất là những vùng đồi núi có Feralit xảy ra mạnh. Đất đỏ vàng phát triển trên đá macma axit, trên đá mẹ phiến thạch phía tây Ninh Hòa. Đất vàng phát triển trên sa thạch.
- Đất xám bạc màu tập trung nhiều phía Tây lưu vực trên các dạng địa hình

bằng hoặc có độ dốc nhỏ, có thể khai thác trồng cây lâu năm, cây công nghiệp ngắn ngày, nhưng cần phải đầu tư lớn.

- Đất mùn vàng trên núi cao 900-1000 m.

- Đất thung lũng có thành phần cơ giới nhẹ đến trung bình và đất phù sa phân bố dọc các sông suối trong tỉnh.

- Đất cát thành phần cơ giới nhẹ và thô, kết cấu rời rạc, phân bố phần lớn vùng ven biển phía đông.

- Đất mặn và phèn mặn phân bố ở vùng trũng ven biển.

1.1.4. Thảm thực vật

Theo điều tra rừng năm 2009, lưu vực có 42112 ha rừng, trong đó rừng tự nhiên 32952 ha còn lại là rừng trồng 9160 ha. Độ che phủ của rừng chiếm 43,7 % diện tích toàn lưu vực.

Tổng diện tích đất nông nghiệp 36.017 ha chiếm 30,07 % đất tự nhiên, lớp phủ thực vật chủ yếu là lúa và cây công nghiệp ngắn ngày theo thời vụ.

Diện tích đất còn lại chủ yếu là rừng nghèo, đồi trọc, đất trồng, bãi cát, độ phì và độ ẩm kém không thích hợp với cây trồng.

Rừng trên lưu vực có nhiều lâm thổ sản có giá trị kinh tế cao như gỗ cẩm lai, cà te, dáng hương, sao, bằng lăng... đặc biệt là kỳ nam, trầm hương là loại hương liệu, dược liệu quý. Có nhiều loại cầm thú, chim muông phong phú như voi, hổ, báo, công, trĩ... Nhưng do bom đạn, chất độc hoá học của Mỹ trong chiến tranh tàn phá và do con người khai thác bừa bãi, nguồn tài nguyên to lớn này ngày càng cạn kiệt.

1.1.5. Khí hậu

a. Bức xạ

Lưu vực nằm trong khoảng vĩ độ từ $108^{\circ} 52'$ đến $109^{\circ} 16'$ vĩ độ Bắc hàng năm nhận được lượng bức xạ mặt trời dồi dào do độ cao mặt trời trong năm lớn và ít thay đổi.

Độ dài ban ngày xê dịch trong phạm vi từ 11.3 – 12.7 giờ, dài nhất vào tháng VI, tháng VII, ngắn nhất tháng XII. Chênh lệch độ dài ban ngày của những ngày trong năm có 1.4 giờ, là một trong những điều kiện quan trọng hạn chế sự chênh lệch của chế độ nhiệt giữa các tháng trong năm.

Nhờ độ cao mặt trời lớn, thời gian chiếu sáng dài và khá đồng đều trong năm nên tổng lượng bức xạ tổng cộng lý tưởng năm (khi trời không có mây) rất lớn đạt 238Kcal/cm^2 . Biến trình năm của bức xạ tổng cộng lý tưởng có hai cực đại và hai cực tiểu. Một cực đại chính vào tháng IV với tổng lượng bức xạ tháng 24.7Kcal/cm^2 , cực đại phụ vào tháng VIII với tổng lượng bức xạ tháng đạt 23.6Kcal/cm^2 , trùng với thời kỳ độ cao mặt trời lớn nhất trong năm ở lưu vực. Cực tiểu thứ nhất xuất hiện vào tháng XII khi mặt trời ở điểm xa nhất của nam bán cầu với tổng lượng bức xạ tháng 14.6Kcal/cm^2 , cực tiểu phụ vào tháng VI đạt 21.7Kcal/cm^2 khi mặt trời ở điểm xa nhất của Bắc bán cầu. Biên độ bức xạ tổng cộng lý tưởng năm 10.1Kcal/cm^2 .

Do ảnh hưởng của khí quyển, trong đó chủ yếu là mây và hơi nước nên bức xạ mặt trời khi tới mặt đất bị suy giảm đáng kể. Tổng lượng bức xạ thực tế lưu vực đạt $177.9\text{Kcal/cm}^2/\text{năm}$ bằng 75% lượng bức xạ tổng cộng lý tưởng khi trời quang mây.

Bức xạ mặt trời (trực tiếp và khuếch tán) là tổng năng lượng thu vào trên mặt nằm ngang. Bức xạ phản hồi và bức xạ hữu hiệu của mặt đất là tổng năng lượng mất đi. Tổng đại số năng lượng thu vào và mất đi trên mặt bằng nằm ngang gọi là cán cân bức xạ. Cán cân bức xạ trung bình hàng tháng ở lưu vực là 9.8Kcal/cm^2 , thấp nhất tháng XII chỉ đạt 6.9Kcal/cm^2 , cao nhất tháng IV đạt 11.9Kcal/cm^2 .

b. Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình hàng năm của lưu vực dao động trong khoảng từ 26.3°C - 29.9°C . Thời tiết nóng, ẩm khá ổn định thường kéo dài thường kéo dài suốt 8 -9 tháng từ tháng II đến tháng X ở vùng đồng bằng ven biển, còn vùng núi thấp hơn và kéo dài ngắn hơn khoảng 5- 6 tháng. Biên độ nhiệt hàng tháng dao động 5 -7 $^{\circ}\text{C}$.

Biến trình năm của nhiệt độ thuộc dạng biến trình đơn của vùng nhiệt đới gió mùa, gồm một cực đại vào mùa hè và một cực tiểu vào mùa đông. Cực đại xuất hiện vào tháng V, VI hoặc tháng VII với nhiệt độ trung bình tháng $28.5 - 28.6^{\circ}\text{C}$ ở vùng đồng bằng ven biển, $26.0 - 28.0^{\circ}\text{C}$ ở vùng núi thấp, không quá 24.0°C ở vùng núi cao. Cực tiểu hầu hết đều xuất hiện vào tháng XII hoặc tháng I với nhiệt độ trung bình tháng từ $23.4 - 24.5^{\circ}\text{C}$ ở vùng đồng bằng ven biển, $19 - 21^{\circ}\text{C}$ ở vùng núi cao.

Nhiệt độ tối cao trung bình năm đạt từ $30 - 31^{\circ}\text{C}$, cao nhất xảy ra vào tháng VI, tháng VII và tháng VIII đạt $32 - 33^{\circ}\text{C}$, thấp nhất vào tháng XII đạt $27 - 28^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ tối thấp trung bình giảm theo độ cao là . Ở độ cao dưới 100m nhiệt độ thấp nhất trung bình năm đạt trên dưới 24°C , các tháng XII, I và II dao động từ $21 - 22^{\circ}\text{C}$. tháng IV – VIII từ $24.5 - 25.0^{\circ}\text{C}$

c. Bốc hơi

Tổng lượng bốc hơi năm của lưu vực tương đối ổn định. Năm nhiều nhất và năm ít nhất không quá 35% so với lượng tổng bốc hơi trung bình. Hàng năm tổng lượng bốc hơi đạt từ 1400 – 1600 mm, phân bố khá đều theo các tháng. Tháng IX đến tháng XI lượng bốc hơi giảm đáng kể, trong đó tháng X lượng bốc hơi giảm rõ rệt và nhỏ hơn 100mm còn các tháng khác đều trên 100mm. Những tháng còn lại hầu như ít thay đổi kể cả thời kỳ gió mùa mùa hạ hay gió mùa mùa đông. Biên độ bốc hơi năm dao động 40 – 60 mm, bốc hơi ngày lớn nhất 11 -12mm, nhỏ nhất ngày 0.4 – 0.5mm.

d. Gió, bão

Chế độ gió ở lưu vực thể hiện hai mùa rõ rệt. Mùa đông thịnh hành một trong ba hướng gió chính là: Tây Bắc, Bắc và Đông Bắc; mùa hạ là thời kỳ thịnh hành một trong ba hướng gió Đông Nam, Tây Nam và Tây.

Đặc trưng cơ bản của chế độ gió là tốc độ trung bình và tần suất các cấp tốc độ khác nhau. Ở lưu vực tốc độ gió trung bình năm dao động trong khoảng từ 2.4 – 2.8 m/s. Chênh lệch tốc độ gió trung bình của các tháng không vượt quá 0.7 m/s. Nhìn chung tốc độ gió trung bình của các tháng mùa đông lớn hơn nhiều so với các tháng mùa hạ.

Từ tháng XI đến tháng II năm sau tốc độ gió đạt từ 3.3 – 4.5m/s. Các tháng còn lại trong năm tốc độ gió trung bình chỉ đạt 1.6 – 2.7m/s.

Tốc độ gió lớn nhất có liên quan đến sự ảnh hưởng của bão và áp thấp, gió mùa đông bắc mạnh hoặc có khi là các đợt gió mùa tây nam có cường độ bột phát, song nhìn chung tốc độ gió mạnh nhất chủ yếu xảy ra khi có các cơn bão ảnh hưởng trực tiếp. Tốc độ gió lớn nhất khoảng 30m/s đo được ở trạm Nha Trang vào ngày 10/11/1998. Tốc độ gió lớn nhất trong năm trường xảy ra trong thời kỳ gió mùa mùa đông bắc hoạt động mạnh; còn các tháng mùa hạ, tốc độ gió ít khi đạt cực trị năm.

Lưu vực là vùng ít gió bão, tần số bão đổ bộ vào lưu vực thấp 0.82 cơn bão/năm so với 3.74 cơn bão/năm đổ bộ vào bờ biển Việt Nam. Tuy nhiên, do địa hình sông suối có độ dốc cao nên khi có bão kèm theo mưa lớn, làm nước dâng cao nhanh chóng, trong khi đó sóng bão và triều dâng lại cản đường nước rút ra biển,

nên thường gây ra lũ lụt.

e. Mưa

Lượng mưa trung bình hàng năm 1.434 mm, nhưng rải không đều, hàng năm mưa nhiều vào tháng 10, tháng 11, thường gây lũ lụt lớn. Lượng mưa năm lớn nhất có thể gấp 3 lần lượng mưa năm ít nhất.

Theo số liệu quan trắc trong nhiều năm ở trạm Ninh Hòa, số năm dưới trung bình thường nhiều hơn số năm trên trung bình, do trị số trung bình được nâng lên bởi một số năm có lượng mưa rất cao. Lượng mưa có sự biến động rất lớn từ năm này qua năm khác, nên khi sử dụng số liệu mưa vào mục đích thực tiễn (quy hoạch, thiết kế thủy lợi, xây dựng, các hoạt động sản xuất, đời sống..) người ta thường dùng lượng mưa ứng với các tần suất khác nhau (5%, 10%, 20%, 25%, 50%, 75%, 85%, 90%, 95%).

Số ngày mưa trung bình năm ở trạm Ninh Hòa rất ít, khoảng 82 ngày. Mùa mưa thường bắt đầu vào trung tuần tháng IX. Nhưng do mưa là nhân tố có sự biến động lớn theo thời gian, nên ngày bắt đầu mùa mưa có thể xê dịch khoảng 1 – 2 tuần, thậm chí có thể đến I tháng. Mùa mưa cũng kết thúc sớm muộn khác nhau và tùy năm. Nhưng chủ yếu là vào hạ tuần tháng XI, mùa mưa kết thúc.

1.1.6. Thủy văn và hiện trạng tài nguyên nước

Lưu vực có con sông chính là sông Cái (sông Dinh) dài 49 km, do 3 sông nhánh là sông Tân Lạc, sông Đá (sông Đục) và sông Lót (hạ lưu sông Đá Bàn) hợp lưu tại ngã 3 sông phía trên cầu Sắt, chảy qua phường Ninh Hiệp rồi đổ ra đầm Nha Phu. Phía Nam có con sông Găng (sông Cầu) do các suối phát nguyên từ dải núi phía Nam và Tây Nam như : suối Nhà Chay, suối Bà Tứ, suối hồ Đá Xẻ hợp thành, qua cửa Tam Ích cũng đổ ra đầm Nha Phu. Ngoài ra, các suối bắt nguồn từ Ba Hồ cũng đổ ra đầm này.

Đặc điểm nổi bật của các hệ thống sông, suối là ngắn và dốc, bắt nguồn từ các dải núi đá granit cao, dốc, mùa nắng nước khô kiệt nhanh, mùa mưa tốc độ dòng chảy lớn, quá trình xói mòn bề mặt diễn ra mạnh.

Lưu vực nằm trong vùng mưa trung bình của nước ta. Lượng mưa hàng năm tính trung bình trên phạm vi toàn tỉnh đạt trên 1.430 mm.

Trong phạm vi lưu vực , lượng mưa năm phân bố không đều theo không gian và thời gian, phụ thuộc và hướng sườn dốc và phù hợp xu thế tăng dần của mưa

theo độ cao địa hình. Do địa hình có xu thế từ đông sang tây và từ bắc xuống nam nên lượng mưa năm có xu thế tăng dần từ đông (tức từ vùng đồng bằng ven biển) sang tây (tức khu vực núi cao thuộc dãy Trường Sơn ở phía Tây của lưu vực) và từ bắc xuống nam.

Lượng mưa năm không chỉ thay đổi theo không gian mà còn thay đổi theo thời gian. Trong thời kỳ nhiều năm, dao động của mưa năm mang tính chất chu kỳ không chặt chẽ. Những nhóm mưa năm liên tục thường xuất hiện xen kẽ những nhóm năm mưa ít liên tục làm thành những chu kỳ mưa trọn vẹn nhưng không hoàn toàn.

Cũng như mưa năm, trong thời kỳ nhiều năm, dòng chảy năm dao động cũng có xu thế chu kỳ. Những nhóm năm nhiều nước liên tục thường xuất hiện xen kẽ những nhóm năm ít nước liên tục làm thành những chu kỳ nước trọn vẹn nhưng không hoàn toàn. Các chi kỳ này không lặp lại hoàn toàn về mặt độ dài thời gian và quá trình dao động.

Trong một năm, dòng chảy sông suối trên lưu vực cũng phân phối rất không đều trong năm. Trong một năm, dòng chảy sông phân hóa thành hai mùa rõ rệt: mùa lũ và mùa kiệt.

- Mùa lũ kéo dài 4 tháng (từ tháng VIII đến tháng XI hoặc từ tháng IX đến tháng XII) nhưng mức độ tập trung dòng chảy mùa lũ khá lớn, chiếm tới 60,5-80% tổng lượng dòng chảy cả năm.

- Mùa kiệt bắt đầu từ tháng XII hoặc tháng I, kết thúc vào tháng VII hoặc tháng VIII, kéo dài tới 8 tháng nhưng tổng lượng dòng chảy mùa kiệt chỉ chiếm khoảng 20-39,5% tổng lượng dòng chảy cả năm.

1.2. ĐẶC ĐIỂM KINH TẾ XÃ HỘI

1.2.1. Dân số

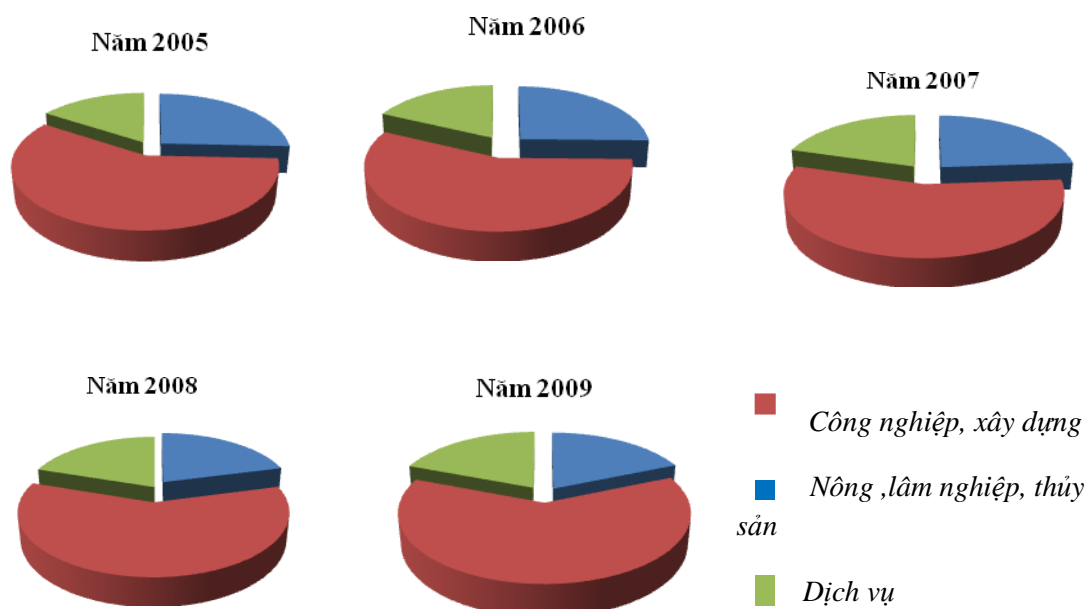
Tổng dân số của lưu vực theo [5] là 187082 người. Với nhiều dân tộc anh em chủ yếu sinh sống là : Kinh, Raglai, Tày, Nùng, Mường, Chăm, Cơ - ho, Hoa và Ê - Đê.

Mật độ dân số trung bình là 197 người/km², dân số thành thị chiếm 9.38% và dân số nông thôn chiếm 90.62%.

Số người trong độ tuổi lao động là 116.080 người, chiếm 62,05% tổng dân số. Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên là 0.93%.

1.2.2. Cơ cấu kinh tế

Theo [5] cơ cấu tổng sản phẩm theo khu vực kinh tế tính từ năm 2005 – 2010 (giá hiện hành)



Hình 2. Cơ cấu kinh tế các ngành chính của tỉnh

Cơ cấu kinh tế của lưu vực (Hình 2) còn lạc hậu, chưa có cơ hội để hội nhập với thị trường khu vực Đông Nam Á.

1.2.3. Hiện trạng nông nghiệp

Trồng trọt: Diện tích trồng cây lương thực chủ yếu tập trung ở vùng đồng bằng, nơi có nhiều điều kiện phát triển các công trình thủy lợi. Đối với vùng trung du và vùng núi, cây điều là cây thế mạnh. Theo đánh giá về thổ nhưỡng nơi đây, đất đai rất thích hợp cho loại cây công nghiệp này.

Diện tích đất nông nghiệp của lưu vực là 23340 ha, đất canh tác hiện tại là 18933 ha. Hiện tại, lúa trên lưu vực được trồng vào 3 vụ là Đông xuân, Hè thu và vụ Mùa. Các giống lúa đang được sử dụng ở đây bao gồm: VN10, Xi23, X21, IR38 cùng các giống cây hoa màu như ngô, khoai, sắn. Tập quán canh tác chủ yếu theo phương pháp cổ truyền, chỉ một số vùng có công trình thủy lợi – chủ động về nước tưới là những vùng chuyên canh. Về cơ cấu nông nghiệp vẫn mang nặng tính tự cung tự cấp.

Chăn nuôi trên lưu vực chưa phát triển, còn ở mức độ nuôi tự phát, hộ gia đình. Chưa có trang trại, nông trường chăn nuôi theo quy mô lớn. Cơ cấu vật nuôi chủ yếu là trâu, bò, dê, lợn, gà. Trong mấy năm trở lại đây một số giống vật nuôi mới đã được phổ biến nhằm tăng năng suất trong chăn nuôi. Ngành chăn nuôi mới chiếm 20% tỷ trọng trong nông nghiệp và 13.5% thu nhập của các người dân.

1.2.4. Hiện trạng thủy sản

Lưu vực giáp biển Đông, có bờ biển khá dài, thuận lợi cho việc đánh bắt và khai thác thủy sản song chưa có cảng cá và cơ sở chế biến hải sản quy mô lớn. Chủ yếu chỉ ở mức độ hợp tác xã đánh bắt thủy sản với số lượng tàu lớn có khả năng hạn chế, hoạt động gần bờ và các xí nghiệp chế biến hải sản quy mô nhỏ hoạt động theo thời vụ với số lượng công nhân khoảng 200 người.

Năm 2009 sản lượng đánh bắt của lưu vực đạt 7500 tấn, trong đó có 6720 tấn cá, 175 tấn tôm và 279 tấn mực. Sản lượng thủy sản nuôi trồng đạt 2465 tấn; trong đó có 209 tấn cá, 1740 tấn tôm. Hiện nay việc nuôi trồng thủy sản còn mang tính chất cá thể, nuôi quảng canh, nguồn nước ngọt phục vụ cho nuôi trồng thủy sản chưa được quan tâm đúng mức nên năng suất và chất lượng chưa cao. Tiềm năng phát triển thủy sản của lưu vực rất cao, sông mức độ khai thác còn hạn chế. Để phát huy tiềm năng này một cách có hiệu quả cần có sự đầu tư hợp lý và quy mô hơn.

1.2.5. Hiện trạng công nghiệp, xây dựng

Công nghiệp đang trên đà phát triển. Theo [5] năm 2009, trên địa bàn lưu vực có 1160 cơ sở sản xuất công nghiệp, trong đó có 5 cơ sở có vốn đầu tư nước ngoài. Công nghiệp chế biến của lưu vực chiếm tỷ trọng lớn, gồm 1092 cơ sở công nghiệp trong nhiều ngành như: Sản xuất thực phẩm và đồ uống, sản xuất trang phục, nhuộm, sản phẩm gỗ và lâm sản, khoáng phi kim loại, kim loại.. Công nghiệp khai thác gồm 73 cơ sở và 2 cơ sở sản xuất và phân phối điện nước.

Nhìn chung giá trị sản xuất công nghiệp trên lưu vực tăng từ năm 2005 cho đến nay. Năm 2005 tổng giá trị sản xuất công nghiệp đạt 1610 tỉ đồng; năm 2008 đạt 3020 tỉ đồng và năm 2009 đạt 4210 tỉ đồng. Trong năm 2009, công nghiệp khai thác đạt 20.13 tỉ đồng; công nghiệp chế biến đạt 4187 tỉ đồng; công nghiệp sản xuất và phân phối điện, nước đạt 104 tỉ đồng. Tuy nhiên công nghiệp vẫn chưa đủ mạnh để lưu vực có một cơ cấu kinh tế phát triển.

Chương 2

CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH NHU CẦU DÙNG NƯỚC

Các phương pháp tính nhu cầu nước hiện nay có thể áp dụng các chỉ tiêu định mức được Nhà nước Việt Nam ban hành hoặc các mô hình toán. Trong khóa luận này sử dụng kết hợp giữa mô hình CROPWAT version 8.0 và chỉ tiêu định mức do nhà nước ban hành.

2.1. CÁC CHỈ TIÊU ĐỊNH MỨC

Hệ thống chỉ tiêu định mức dùng nước được Nhà nước Việt Nam ban hành: Tiêu chuẩn Việt Nam về chỉ tiêu dùng nước và chất lượng nước (TCVN – 1995); Tiêu chuẩn định mức dùng nước trong nông nghiệp và công nghiệp thực phẩm năm 1990; Tiêu chuẩn dùng nước của Viện quy hoạch thủy lợi JNN – 2002.

Hệ số tưới của hệ thống lấy ứng với tần suất mưa 75% (vùng núi) và 85% (đồng bằng và trung du). Dòng chảy đến hàng năm cũng lấy theo các tần suất này. Hệ số tiêu trong hệ thống lấy ứng với suất đảm bảo từ 10% -20%. Đối với sinh hoạt lấy mức đảm bảo là 95%. Sản xuất năng lượng điện là 85%. Đối với các công trình phòng lũ lấy tần suất đảm bảo 5%. Nước giao thông vận tải đảm bảo môi trường sinh thái và đầy mặn hạ du lấy tương đương 95% nước mùa kiệt.

Nước cho nuôi trồng thủy sản tính từ 8000 – 12000m³/ha/năm cho diện tích nuôi trồng. Trên lưu vực tồn tại hai hình thức nuôi trồng thủy sản nước mặn và thủy sản nước ngọt. Công trình này tính toán cho nuôi trồng thủy sản nước mặn. Nguyên lý và thời vụ nuôi trồng như sau:

- Thời gian vệ sinh ban đầu (chuẩn bị vùng nuôi tôm) duy trì lớp nước từ 0,8-1,0 m với độ mặn 7‰ trong thời gian 10 ngày.
- Từ ngày thứ 11- 20 thay 2/3 lớp nước cũ với độ mặn từ 8-9 ‰
- Từ ngày 21 -40 thay lớp nước và tăng độ sâu lên 1,2 m với độ mặn 12‰
- Từ ngày thứ 41- 70 cứ 10 ngày thay 1/3 lớp nước, duy trì độ mặn 15‰
- Từ ngày thứ 71 – 90 thay nước 2 lần với độ mặn 18‰
- Từ ngày thứ 91 – 130 thay nước 15 ngày 1 lần, duy trì độ sâu 1,2-1,5 m; độ mặn 22‰

Từ ngày thứ 130 – 145 thay nước 1 lần với độ mặn 22‰, độ sâu duy trì từ 1,5 -1,7 m đến khi thu hoạch.

Khi không có tài liệu chi tiết có thể ước tính cho 1 m² diện tích mặt nước sử dụng khoảng 8000 – 12000m³/hàng năm.(Theo[6]). Các chỉ tiêu sử dụng nước sinh hoạt (Bảng 2.1), chăn nuôi (Bảng 2.2) lấy theo [2], [3], [6].

Bảng 1. Định mức dùng nước sinh hoạt

Đơn vị: l/ngày đêm

STT	Khu vực	Chỉ tiêu nước sinh hoạt		
		2005	2010	2020
1	Nông thôn	60	80	80
2	Thị trấn	70	80	100
3	Thị trấn	80	100	120
4	Thành phố	100	120	200

Bảng 2. Định mức dùng nước trong chăn nuôi

Đơn vị: l/ ngày đêm

Vật nuôi	Nước ăn, uống	Nước vệ sinh	Nước tạo môi trường	Tổng nhu cầu nước
Trâu	20	65	50	135
Bò	20	65	50	135
Gia súc khác	10	20	20	50
Lợn	10	40	10	60
Gia cầm	1	2	8	11

Bảng 3. Định mức dùng nước trong công nghiệp chủ chốt (Các cơ sở lớn)

Đơn vị: 10³m³/ngày đêm

TT	Hạng mục	Tiêu chuẩn
1	Nhà máy xi măng	5(m ³ /tấn)
3	Khai thác quặng kim loại màu	130 m ³ /tấn
4	Cơ sở sản xuất thép cán	200 m ³ /tấn
6	Nhà máy đông lạnh thủy , hải sản	15 m ³ /tấn
7	Cơ sở sản xuất ngói nung	2m ³ /103 viên
8	Cơ sở sản xuất gạch nung	1m ³ /103 viên
9	Nhà máy rượu	1,5 m ³ /10 lít
10	Nhà máy bia	2,0 m ³ /10 lít
11	Nhà máy sản xuất phân bón	23 m ³ /tấn

Nguồn [2]

Nước công nghiệp chủ chốt tính theo định mức và sản lượng (Bảng 2.3).

Ngoài ra còn áp dụng định mức bằng 100% nước sinh hoạt cho công nghiệp nhỏ và tiểu thủ công nghiệp.

kế hoạch tưới và nguồn cung cấp tổng hợp.

a. Các môđun dữ liệu đầu vào của CROPWAT:

1. Climate (khí hậu)/ET_o: cho các số liệu ET_o đo đạc được hoặc các dữ liệu khí hậu để tính toán ET_o theo Penman-Monteith.

2. Rain: số liệu đầu vào về lượng mưa và tính toán ảnh hưởng của mưa.

3. Crop (cây trồng cạn hay lúa nước): cho dữ liệu đầu vào về cây trồng và ngày gieo trồng.

4. Soil: cho số liệu đầu vào về đất.

5. Crop pattern (kiểu cây trồng): dữ liệu đầu vào về kiểu cây trồng để tính toán nguồn cung cấp tổng hợp.

Thực tế môđun Climate/ET_o và Rain không chỉ dành cho dữ liệu đầu vào mà còn là số liệu tính toán, thường có tên là Radiation/ET_o và Effective rainfall.

b. Các môđun tính toán:

1. CWR: để tính toán nhu cầu nước cho cây trồng (crop water requirements).

2. Schedules: lập kế hoạch tưới.

3. Scheme: tính toán cho nguồn cung cấp tổng hợp dựa trên mô hình các giống cây trồng.

c. Cơ sở toán học

Nhu cầu tưới của cây trồng IRReq bằng hiệu số giữa nhu cầu nước của cây và lượng mưa hiệu quả. Nhu cầu nước của cây lúa nước khác với của các cây trồng cạn. Nhu cầu nước của cây trồng cạn chỉ là lượng nước cần để bù vào tổn thất do bốc thoát hơi nước Etcrop. Trong khi đó, nhu cầu nước của cây lúa nước không chỉ là lượng nước cần để bù vào tổn thất do bốc thoát hơi nước của cây mà còn thêm lượng nước cần để bù tổn thất do thấm trong ruộng đã ngập nước và lượng nước cần rất quan trọng để làm đất và ươm mạ trước khi cấy lúa. Chính vì thế, số liệu đầu vào cũng như các chương trình con tính toán nhu cầu tưới cho lúa nước sẽ khác với cho các cây trồng cạn. Và do vậy, CROPWAT có một chương trình riêng để tính nhu cầu tưới cho lúa nước.

Lượng bốc thoát hơi nước của cây trồng được xác định theo công thức:

$$ET_{crop} = K_c \cdot ET_o \quad (1)$$

trong đó K_c là hệ số cây trồng, E_{To} là lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn hay bốc thoát hơi cây trồng tham chiếu (Reference Crop Evapotranspiration).

Nhu cầu nước của các cây trồng cạn bằng chính lượng bốc thoát hơi nước của cây ET_{crop} .

Nhu cầu nước của cây lúa (RiceRq) bằng tổng của 3 đại lượng: lượng bốc thoát hơi nước của cây (ET_{crop}), lượng nước thấm do ruộng bị ngập nước (Perc), lượng nước cần để làm mạ và làm đất trước khi cấy lúa (L_{prep}), tức là:

$$RiceRQ = ET_{crop} + Perc + L_{prep} \quad (2)$$

Bởi vậy, *nhu cầu tưới nước của cây trồng cạn $IRReq$ bằng hiệu số giữa nhu cầu nước của cây trồng cạn ET_{crop} và lượng mưa hiệu quả P_{eff} (lượng mưa sau khi đã khấu trừ tổn thất do nước chảy đi mất và tổn thất do thấm sâu), tức là:*

$$IRReq = ET_{crop} - P_{eff} \quad (3)$$

Còn nhu cầu tưới của cây lúa nước $IRReq$ bằng hiệu số giữa nhu cầu nước của cây lúa $RiceRq$ và lượng mưa hiệu quả P_{eff} , tức là:

$$IRReq = RiceRQ - P_{eff} = ET_{crop} + Perc + L_{prep} - P_{eff} \quad (4)$$

Trình tự tính toán nhu cầu tưới cho từng loại cây trồng: được tiến hành theo 3 bước nhờ thực hiện 3 chương trình tính tương ứng: Tính lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn E_{To} , tính lượng mưa hiệu quả P_{eff} và tính nhu cầu tưới nước $IRReq$.

+) *Tính lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn E_{To} :*

Lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn hay lượng bốc thoát hơi cây trồng tham chiếu E_{To} (Reference Crop Evapotranspiration) là lượng bốc hơi mặt ruộng của một diện tích trồng cỏ rộng lớn mà tại đó, cỏ có chiều cao 8–15 cm, mọc tốt, phủ kín hết bề mặt đất và luôn luôn đủ nước. Trong CROPWAT, E_{To} (mm/ngày) được tính theo công thức Penman–Monteith.

Công thức này có dạng như sau:

$$E_{To} = \frac{1}{\lambda} \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} (R + G) + \frac{\lambda}{\Delta + \gamma^*} f(T, u) [e_s(T) - e] \quad (5)$$

trong đó :

- λ : nhiệt ẩn bốc hơi (MJ/kg);
- R : bức xạ tổng cộng tại bề mặt cây trồng (MJ/m²ngày);
- G : dòng nhiệt hướng từ bề mặt bốc hơi xuống, tức là hướng vào trong đất

(MJ/m²ngày);

- Δ : độ dốc của đường cong áp suất hơi nước bão hòa $\left(\frac{KN}{m^2T}\right)$;

- γ : hằng số đo ẩm $\left(\frac{KN}{m^2T}\right)$;

- γ^* : được tính theo quan hệ kinh nghiệm của Verhoef và Feddes như sau :

$$\gamma^* = \gamma(1+0.347u)$$

u: tốc độ gió trung bình ngày (m/s) ở độ cao 2 m tính từ mặt đất,

$e_s(T)$: áp suất hơi nước bão hòa (KN/m²) tương ứng với nhiệt độ T,

e: áp suất hơi nước trung bình (KN/m²) tại độ cao 2m tính từ mặt đất,

f(T,u): hàm số liên quan đến nhiệt độ trung bình ngày T (°K) ở độ cao 2m tính từ mặt đất và tốc độ gió trung bình ngày u cũng ở độ cao 2m tính từ mặt đất:

$$f(T,u) = \frac{A}{T+B} u$$

Hệ số A và B lấy theo nghiên cứu của Verhoaf và Feddes:

$$A = 925 + 936 \text{ và } B = 273 + 276$$

Chương trình tính ETo theo công thức Penman - Monteih (Eto Penman - Monteih calculations) này yêu cầu số liệu đầu vào bao gồm các yếu tố như: tên nước, tên trạm khí hậu, cao độ trạm, kinh độ và vĩ độ địa lí của trạm, nhiệt độ không khí (có thể là nhiệt độ không khí trung bình ngày tính trung bình theo tháng hoặc nhiệt độ không khí lớn nhất và nhỏ nhất trong ngày tính trung bình theo tháng), độ ẩm không khí trung bình tháng (tính bằng %), tốc độ gió trung bình tháng (tính theo m/s hay km/ngày), số giờ nắng ngày trung bình tháng trung bình nhiều năm. Kết quả đầu ra được lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn Eto trung bình tháng tính bằng mm/ngày. Kết quả này được sử dụng chung khi tính nhu cầu tưới cho cả cây trồng cạn và lúa nước.

+) *Tính lượng mưa hiệu quả P_{eff} :*

Lượng mưa hiệu quả ở đây được hiểu là lượng mưa sau khi đã khấu trừ tổn thất do nước chảy đi mất và do thấm xuống sâu. Chương trình tính lượng mưa hiệu quả trong CROPWAT được sử dụng cho cả cây trồng cạn và cây lúa nước. Nó cho 4 lựa chọn về phương pháp tính lượng mưa hiệu quả. Đó là các phương pháp :

- 1) Cố định tỉ lệ phần trăm lượng mưa hiệu quả;
- 2) Công thức kinh nghiệm của FAO/AGLW;
- 3) Công thức kinh nghiệm với các hệ số kinh nghiệm được xác định theo số liệu cụ thể của từng địa phương;
- 4) Công thức kinh nghiệm theo cơ quan bảo vệ đất của Mỹ. Bởi vậy, cần tùy theo loại cây trồng và điều kiện cụ thể của địa phương mà chọn lựa phương pháp tính lượng mưa hiệu quả cho phù hợp.

- Đối với cây trồng cạn:

Có thể chọn lựa phương pháp tính mưa hiệu quả đơn giản nhất là cố định tỉ lệ phần trăm lượng mưa hiệu quả. Theo phương pháp này, lượng mưa hiệu quả P_{eff} được tính theo công thức:

$$P_{\text{eff}} = a.P_{\text{tot}} \quad (6)$$

trong đó: a là tỉ lệ phần trăm được cho bởi người sử dụng để ước lượng tổn thất do nước chảy đi và thấm sâu. Thường thường, lượng tổn thất này vào khoảng từ 10% đến 30% nên $a = 70\% - 90\%$. Vì vậy, trong tính toán có thể lấy trị số trung bình, tức $a = 80\%$.

- Đối với cây lúa nước:

Phương pháp công thức kinh nghiệm với các hệ số kinh nghiệm được xác định theo số liệu cụ thể thực tế từng địa phương có lẽ là thích hợp hơn cả. Nhưng do điều kiện không có số liệu thực tế để xác định các hệ số cho địa phương nghiên cứu nên có thể sử dụng phương pháp công thức kinh nghiệm của FAO/AGLW. Phương pháp này phù hợp với điều kiện khí hậu khô và khí hậu dưới mức ẩm ướt nên có thể sử dụng khi tính với mưa tưới ứng với tần suất thiết kế $P = 75\%$. Theo phương pháp này: khi lượng mưa thực tế $P_{\text{tot}} < 70$ mm thì lượng mưa hiệu quả P_{eff} được tính theo công thức:

$$P_{\text{eff}} = 0.6 P_{\text{tot}} - 10 \quad (7)$$

Còn khi lượng mưa thực tế $P_{\text{tot}} > 70$ mm thì:

$$P_{\text{eff}} = 0.8P_{\text{tot}} - 24 \quad (8)$$

Số liệu đầu vào để tính P_{eff} là lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn ET_0 trung bình tháng tính bằng mm/ngày (file kết quả của chương trình tính ET_0 đã nêu ở trên) và lượng mưa tháng thực tế bằng mm/tháng ứng với tần suất thiết kế phục vụ tưới. Kết

quả đầu ra cho lượng mưa hiệu quả P_{eff} tính bằng mm/ tháng.

+) *Tính nhu cầu tưới IRReq:*

Như đã nói ở trên, do nhu cầu tưới của cây lúa nước khác với của các cây trồng cạn nên nó được tính theo một chương trình riêng và yêu cầu số liệu đầu vào cũng khác. Chương trình con riêng tính nhu cầu tưới cho cây lúa nước sẽ được tự động gọi ra khi vào tên cây trồng là RICE hay PADDY.

- Chương trình tính nhu cầu tưới cho cây trồng cạn yêu cầu số liệu đầu vào bao gồm:

+ Số liệu khí hậu, khí tượng bao gồm: lượng bốc hơi mặt ruộng ETo và lượng mưa hiệu quả P_{eff} . Nó chính là file kết quả đầu ra của chương trình con tính lượng mưa hiệu quả đã nêu ở trên.

+ Số liệu về cây trồng bao gồm các yếu tố như: tên cây trồng, chiều dài của 4 giai đoạn sinh trưởng của cây trồng (giai đoạn đầu vụ, giai đoạn phát triển, giai đoạn giữa vụ và giai đoạn cuối vụ); giá trị hệ số cây trồng, chiều sâu bộ rễ và mức độ khô hạn cho phép tương ứng với giai đoạn phát triển sẽ được chương trình tự động xác định nhờ phép nội suy tuyến tính hệ số năng suất cây trồng tương ứng với 4 giai đoạn sinh trưởng đã nêu và ngày bắt đầu gieo trồng. Số liệu về cây trồng sẽ được xác định trên cơ cấu cây trồng và lịch thời vụ cụ thể của địa phương kết hợp với tham khảo tài liệu về cây trồng của FAO.

+ Kết quả đầu ra là nhu cầu tưới cho cây trồng cạn IRReq tính bằng mm/ngày và mm/tuần thủy văn (1 tuần thủy văn bằng 10 ngày)

- Chương trình tính nhu cầu tưới cho cây lúa nước cũng yêu cầu số liệu đầu vào bao gồm số liệu khí hậu, khí tượng và số liệu về cây lúa. Số liệu khí hậu, khí tượng cần vào để tính IRReq cho cây lúa chính là file kết quả của chương trình tính lượng mưa hiệu quả với cây lúa đã nói trên (nghĩa là kết quả tính ETO là lượng mưa hiệu quả P_{eff}). Số liệu về cây lúa bao gồm các yếu tố như: tên cây lúa (bắt buộc tên phần đầu là tên tiếng Anh, tức là RICE hoặc được tự động gọi ra), chiều dài của 6 giai đoạn sinh trưởng: làm mạ, làm đất, đầu vụ, phát triển, giữa vụ và cuối vụ, hệ số cây trồng (K_c) ứng với các giai đoạn làm đất và phát triển sẽ được chương trình tự động nhờ phép nội suy tuyến tính, tỉ lệ phần trăm diện tích làm mạ so với diện tích cây lúa, chiều sâu làm đất và mức nước ngầm nước (lấy bằng hệ số ngầm ổn định trên ruộng lúa) và ngày cấy lúa. Số liệu về cây lúa được xác định trên cơ cấu cây trồng và lịch thời vụ của địa phương kết hợp với tham khảo tài liệu về cây trồng

FAO. Sau khi thực hiện xong chương trình sẽ có kết quả đầu ra là nhu cầu tưới của cây lúa tính bằng mm/ngày và mm/tuần thủy văn.

d. Cách tính toán

Trong một phiên làm việc bình thường của CROPWAT, người sử dụng đầu tiên phải chắc chắn các dữ liệu đầu vào đã sẵn sàng để dùng. Điều này có thể hoàn thành bằng 1 trong 2 cách sau:

1. Bằng cách vào mỗi môđun dữ liệu đầu vào riêng lẻ và nhập dữ liệu mới, tải dữ liệu từ file, hoặc nhập dữ liệu từ chương trình khác.
2. Bằng cách tải một phiên làm việc trước đã lưu mà sẽ tự động tải tất cả dữ liệu đầu vào đã được sử dụng trong phiên đó.

Một khi các dữ liệu đầu vào cần thiết đã sẵn sàng, người sử dụng có thể vào một trong những môđun tính toán mà sẽ đưa ra các thông số đã tính toán vào bảng xuất trong cửa sổ dữ liệu. Nếu không phải tất cả dữ liệu cần thiết được sẵn sàng, chương trình sẽ tạm dừng tính toán và đưa ra lời cảnh báo.

Sử dụng thanh môđun, người sử dụng có thể nhanh chóng chuyển đổi từ môđun này sang môđun khác. Ví dụ, người sử dụng có thể đổi từ môđun CWR thành môđun Crop, đổi ngày gieo trồng và đổi trở lại môđun CWR để xem tác động của ngày gieo trồng khác lên CWR.

Phụ thuộc vào môđun hoạt động, thanh công cụ cung cấp các phương tiện trực tiếp cho các chức năng quan trọng nhất có liên quan tới môđun đó như: tải/ lưu trữ dữ liệu, in dữ liệu, cài đặt lựa chọn, hiển thị đồ thị của dữ liệu đầu vào và đầu ra...

Tất cả các chức năng đó có thể được truy nhập thông qua thanh công cụ, cũng có thể được truy nhập thông qua menu chính của CROPWAT.

Khi kết thúc một phiên làm việc, người sử dụng có thể lưu sự kết hợp của dữ liệu trong một file của phiên làm việc, để cho phép sự phục hồi nhanh chóng của các dữ liệu hoàn toàn tương tự trong phiên làm việc mới.

Cách tính toán ETo theo công thức Penman-Monteith:

Chọn môđun Climate/ETo trên thanh môđun. Một cửa sổ dữ liệu sẽ mở ra ở bên phải cho dạng dữ liệu mặc định hiện thời cho Climate/ETo. Nếu dạng dữ liệu không phải là loại người sử dụng muốn làm việc, chọn options, sau đó chọn dạng dữ liệu cần thiết.

Tiếp theo bạn có thể tải dữ liệu từ một file sẵn có hoặc nhập dữ liệu mới. Ngay khi dữ liệu cho (ví dụ) một tháng riêng biệt nào đó được hoàn thành, CROPWAT sẽ tự động tính toán bức xạ (Radiation) và ETo Penman-Monteith và hiển thị các kết quả trong 2 cột cuối cùng của bảng.

Cách tính toán nhu cầu nước cho cây trồng:

Để tính toán nhu cầu nước cho cây trồng, đầu tiên cần phải chắc chắn rằng các dữ liệu khí tượng, lượng mưa và cây trồng đã sẵn sàng. Nếu đã lưu một bản kết hợp của những dữ liệu này trong một phiên làm việc trước đó, người sử dụng có thể nhanh chóng tải lại những dữ liệu đó thông qua menu File/Open Session. Nếu không, người sử dụng phải vào từng môđun thông qua thanh môđun và tải những dữ liệu đã có hoặc nhập dữ liệu mới. Trong trường hợp cây trồng là lúa, người sử dụng có thể phải tải dữ liệu về đất, bởi vì những tính toán về nhu cầu nước cho lúa bao gồm cả những nhu cầu về sự chuẩn bị đất trồng.

Một khi các dữ liệu đầu vào liên quan đã sẵn sàng, chọn môđun CWR trên thanh môđun. Nếu các dữ liệu đầu vào đúng, CROPWAT sẽ tính toán nhu cầu nước cho cây trồng và thể hiện kết quả trong cửa sổ dữ liệu. Nếu có vấn đề với dữ liệu đầu vào, CROPWAT sẽ hiện ra thông báo lỗi chỉ ra chỗ mà dữ liệu lỗi hoặc chưa hoàn thiện.

Để xem một biểu đồ của nhu cầu nước cho cây trồng, chọn nút Chart trên thanh công cụ.

Cách nhập dữ liệu:

Các bảng với dữ liệu Climate/ETo và Rain có thể được nhập nhanh bằng cách copy bảng số liệu ở trong chương trình gốc (word, excel, v.v...) và sau đó dán vào bảng ở trong CROPWAT.

Vì CROPWAT lưu tất cả dữ liệu trong các file ASCII, có thể nhập dữ liệu bằng cách lưu trữ chúng trong các file ASCII sử dụng cùng định dạng (format) như các file của CROPWAT. Định dạng này có thể được kiểm tra bằng cách mở các file dữ liệu CROPWAT trong một chương trình chỉnh sửa text đơn giản như là Notepad.

Cách xuất dữ liệu và biểu đồ:

Có thể xuất các dữ liệu CROPWAT (cả dữ liệu đầu vào và các kết quả tính toán) để sử dụng trong các chương trình khác thông qua clipboard bằng cách chọn menu Edit/Copy table. Điều này chỉ thực hiện được cho các dữ liệu được trình bày

qua bảng như là bảng với các thông số khí hậu hoặc các kết quả của một tính toán về nhu cầu nước cho cây trồng.

Biểu đồ cũng có 2 cách để xuất ra:

- Thông qua clipboard, bằng cách chọn Copy chart/As Bitmap hoặc Copy chart/As Metafile từ menu Edit
- Bằng cách chọn File/Save (hoặc chọn nút Save) để lưu biểu đồ dưới dạng bitmap hoặc metafile.

Các lựa chọn dữ liệu khí tượng:

ETo Penman-Monteith: ETo Penman-Monteith có thể được tính toán dựa trên các cài đặt đầy đủ của dữ liệu khí hậu ("ETo Penman-Monteith calculated from climatic data", được cài đặt mặc định), hoặc dựa trên chỉ một dữ liệu nhiệt độ ("ETo Penman-Monteith calculated from temperature data (một ước lượng dữ liệu khác)).

Chú ý: Chỉ chọn lựa chọn thứ 2 nếu không có dữ liệu nào khác ngoài nhiệt độ. Nó đặc biệt hữu ích trong trường hợp một bộ dữ liệu khí hậu bị thiếu dữ liệu trong vài tháng (hoặc vài tuần thủy văn, vài ngày).

Temperature: CROPWAT 8.0 có thể làm việc với nhiệt độ cực đại hoặc cực tiểu (mặc định), hoặc với nhiệt độ trung bình nếu không có nhiệt độ cực đại/ cực tiểu.

Các lựa chọn về đơn vị:

Có các lựa chọn về đơn vị sau đây:

Humidity (độ ẩm): biểu diễn dưới dạng độ ẩm tương đối (%) hoặc áp suất hơi nước (kPa)

Wind Speed (tốc độ gió): biểu diễn dưới dạng km/ngày hoặc m/s

Sự bốc thoát hơi nước tham khảo (ETo) biểu diễn là mm/ ngày hoặc mm/ mỗi giai đoạn. Các giai đoạn tương ứng với dạng dữ liệu: dữ liệu tháng, tuần thủy văn hoặc ngày.

Lựa chọn Rain (lượng mưa):

Các lựa chọn về lượng mưa được truy nhập bằng cách chọn Options từ menu Settings hoặc chọn nút Options trên toolbar khi môđun Rain là cửa sổ hoạt động.

Tất cả các lựa chọn về lượng mưa có liên quan tới các phép tính của lượng

mưa hiệu quả dựa trên dữ liệu lượng mưa thực tế. Các lựa chọn là:

- Fixed percentage (tỷ lệ phần trăm cố định): lượng mưa hiệu quả là một tỷ lệ phần trăm cố định của lượng mưa thực tế, được tính toán dựa theo công thức:

$$P_{\text{eff}} = \text{Tỷ lệ phần trăm cố định} * P \quad (9)$$

Tỷ lệ phần trăm cố định được cho bởi người sử dụng để tính toán tổn thất do nước chảy qua bề mặt và nước thấm xuống dưới sâu.

- Lượng mưa đáng tin cậy (công thức FAO/AGLW): dựa vào phép phân tích tiến hành đối với các khí hậu khô và dưới mức ẩm ướt khác nhau, một công thức kinh nghiệm đã được phát triển ở Cục Nước của FAO để đánh giá lượng mưa đáng tin cậy, hiệu ứng kết hợp của lượng mưa đáng tin cậy (xác suất vượt quá 80%) và các tổn thất do nước chảy tràn (RO-runoff) và nước thấm xuống sâu (DP- deep percolation) đã ước lượng. Công thức này có thể được sử dụng cho mục đích thiết kế ở nơi yêu cầu xác suất vượt quá 80%. Việc tính toán dựa vào các công thức sau:

Theo từng tháng:

$$P_{\text{eff}} = 0.6 * P - 10 \quad \text{với } P_{\text{month}} \leq 70 \text{ mm} \quad (10)$$

$$P_{\text{eff}} = 0.8 * P - 24 \quad \text{với } P_{\text{month}} > 70 \text{ mm} \quad (11)$$

Dữ liệu lượng mưa theo tuần thủy văn:

$$P_{\text{eff(dec)}} = 0.6 * P_{\text{dec}} - (10/3) \quad \text{với } P_{\text{dec}} \leq (70/3) \text{ mm} \quad (12)$$

$$P_{\text{eff(dec)}} = 0.8 * P_{\text{dec}} - (24/3) \quad \text{với } P_{\text{dec}} > (70/3) \text{ mm} \quad (13)$$

- Công thức kinh nghiệm: công thức giống với lượng mưa đáng tin cậy nhưng có thể thay đổi các tham số mà được xác định từ phân tích của các ghi chép khí hậu khu vực:

Theo từng tháng:

$$P_{\text{eff}} = a * P_{\text{month}} - b \quad \text{với } P_{\text{month}} \leq z \text{ mm} \quad (14)$$

$$P_{\text{eff}} = c * P_{\text{month}} - d \quad \text{với } P_{\text{month}} > z \text{ mm} \quad (15)$$

Theo từng tuần thủy văn:

$$P_{\text{eff(dec)}} = a * P_{\text{dec}} - (b/3) \quad \text{với } P_{\text{dec}} \leq (z/3) \text{ mm} \quad (16)$$

$$P_{\text{eff(dec)}} = c * P_{\text{dec}} - (d/3) \quad \text{với } P_{\text{dec}} > (z/3) \text{ mm} \quad (17)$$

Các giá trị cho a, b, c, d và z là các hệ số tương quan.

- Cục Bảo vệ đất USDA: công thức được phát triển bởi USCS, trong đó lượng mưa hiệu quả có thể được tính toán dựa vào các công thức sau:

Theo từng tháng:

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{month}} * (125 - 0.2 * P_{\text{month}})/125 \quad \text{với } P_{\text{month}} \leq 250 \text{ mm} \quad (18)$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0.1 * P_{\text{month}} \quad \text{với } P_{\text{month}} > 250 \text{ mm} \quad (19)$$

Theo từng tuần thủy văn:

$$P_{\text{eff(dec)}} = P_{\text{dec}} * (125 - 0.6 * P_{\text{dec}})/125 \quad \text{với } P_{\text{dec}} \leq (250/3) \text{ mm} \quad (20)$$

$$P_{\text{eff(dec)}} = (125/3) + 0.1 * P_{\text{dec}} \quad \text{với } P_{\text{dec}} > (250/3) \text{ mm} \quad (21)$$

- Không xét đến mưa trong các tính toán tưới (lượng mưa hiệu quả = 0): chọn tùy chọn này làm CROPWAT bỏ qua dữ liệu lượng mưa trong suốt quá trình tính toán về nhu cầu nước. Khi triển khai chương trình tính CROPWAT 8.0 cho lưu vực, các số liệu khí hậu lấy theo hai trạm Nha Trang (đối với đồng bằng) và M'Đrack (đối với miền núi). Cụ thể như sau:

Bảng 5. Bảng phân chia đơn vị theo trạm khí tượng

Trạm	Đơn vị
Nha Trang	- Thị trấn Ninh Hòa, Ninh Thọ, Ninh Trung, Ninh Sim, Ninh Xuân, Ninh Thân, Ninh Đông, Ninh Đa, Ninh Phụng, Ninh Bình, Ninh Phú, Ninh Tân, Ninh Hà, Ninh Lộc, Ninh Ích
M'Đrack	- Ninh Sơn, Ninh Tây, Ninh Thượng, Ninh An, Ninh Hưng

Các số liệu về các hộ dùng nước được sử dụng trong khóa luận này dựa trên số liệu thống kê của huyện Ninh Hòa năm 2010. Số liệu về dân số, diện tích đất canh tác nông nghiệp, số liệu đàn gia súc của lưu vực được tính từ số liệu thống kê theo các đơn vị hành chính (thị trấn, xã) quy đổi dựa trên công thức bình quân gia quyền theo trọng số diện tích như sau:

$$B_i = \frac{A_i}{F_i} f_i \quad (22)$$

Với B_i - Số liệu chỉ tiêu thống kê của đơn vị; f_i diện tích của đơn vị hành chính i có trên lưu vực, đo trực tiếp từ bản đồ số tỷ lệ 1:50000; F_i - diện tích của đơn vị hành chính lấy từ niên giám thống kê; A_i - số liệu thống kê của đơn vị hành chính i lấy từ niên giám thống kê

Chương 3

ỨNG DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH NHU CẦU DÙNG NƯỚC CHO LƯU VỰC SÔNG CÁI – NINH HÒA

3.1. TÌNH HÌNH TÀI LIỆU

Các tài liệu được sử dụng để tính toán nhu cầu dùng nước trên lưu vực sông Cái Ninh Hòa bao gồm:

- Niên giám thống kê huyện Ninh Hòa năm 2010, cung cấp các số liệu về diện tích gieo trồng các loại cây lương thực, cây công nghiệp và cây ăn quả, số lượng gia súc và gia cầm, diện tích nuôi trồng thủy sản, tình hình phát triển công nghiệp, du lịch và thương mại.

- Các tài liệu khí tượng thủy văn: lưu lượng, mưa từ năm 1977-2008 để tính toán nhu cầu nước ngành nông nghiệp và đảm bảo môi trường sinh thái.

- Hệ thống chỉ tiêu định mức dùng nước được Nhà nước Việt Nam ban hành: *Tiêu chuẩn Việt Nam về chỉ tiêu dùng nước và chất lượng nước (TCVN – 1995); Tiêu chuẩn định mức dung nước trong nông nghiệp và công nghiệp thực phẩm năm 1990; Tiêu chuẩn dùng nước của Viện quy hoạch thủy lợi JNN – 2002.*

- Số liệu khí tượng đầu vào của mô hình CROPWAT 8.0 được thể hiện bởi bảng dưới đây

Bảng 6. Số liệu khí tượng (trung bình tháng nhiều năm) đầu vào

Trạm	Yếu tố	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Nha Trang	Nhiệt độ	24.1	24.75	26 .1	27.75	28.95	29.05	28.9	29	28.1	26.85	25.75	24.45
	Độ ẩm	78	79	79	80	79	77	77	77	80	83	82	80
	V gió	3.4	3.1	2.6	2.3	1.9	1.6	1.7	1.6	1.7	2.2	3.3	4
	Giờ nắng	6.19	7.54	8.68	8.77	8.55	7.67	7.87	7.39	6.73	5.74	4.77	4.68
M.Đrăk	Nhiệt độ	20.8	21.5	23.6	25.8	26.3	26.3	26.1	25.7	25.1	23.9	22.4	21.1
	Độ ẩm	77.9	72.6	68.7	65.4	67.5	68.3	67.1	69.3	73.1	80.0	82.2	83.7
	V gió	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.8	2.2	2.2	1.7	1.2	1.6	1.9
	Giờ nắng	3.4	5.7	7.4	7.4	7.3	7.1	6.8	6.5	5.9	3.9	3.0	2.5

Bảng 7. Lượng mưa tháng ứng với tần suất 75%

Tên Trạm	Tháng											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Nha Trang	0.0	0.1	0.0	1.8	55.7	38.8	27.7	23.4	145.3	220.5	170.9	19.1
M'Đrăc	27.9	3.7	40.9	123.2	130.2	97.4	196.4	14.5	193.8	236.5	386.9	105.8

- Số liệu mưa: Từ số liệu quá trình mưa tháng của trạm Nha Trang, M'Đrăc trong thời kì 1977-2008, Khóa luận đã sử dụng chương trình tính và vẽ đường tần suất TSVN 2008 vẽ đường tần suất mưa năm của 2 trạm, từ đó tra được lượng mưa năm ứng với tần suất tưới 75% và trên cơ sở đó, tính được quá trình mưa tháng ứng với tần suất 75%. Kết quả được thống kê như trong bảng 7

Bảng 8. Thời vụ gieo trồng các loại cây trên lưu vực

Loại cây	Vụ	Thời gian gieo trồng	Thời gian thu hoạch
Cây lương thực có hạt			
Lúa	Đông xuân	12/12	18/5
	Hè thu	23/4	20/8
	Mùa	31/5	25/9
Ngô	Đông xuân	15/12(H. đồng bằng)	13/4
	Đông xuân	15/1(H. miền núi)	25/4
	Mùa	1/7	2/11
Đậu, rau	Đông xuân	15/1	17/4
	Hè thu	1/5	3/8
	Mùa	1/7	3/10
Khoai lang	Hè thu	1/4	
Cây công nghiệp hàng năm			
Mía	Quanh năm		
Thuốc lá	Xuân	1/1	21/4
Lạc	Hè thu	15/5	22/8
Sắn	Xuân	½	5/6
Mè	Hè thu	15/5	22/8
Cói	Xuân	1/1	15/5
Cây công nghiệp lâu năm			
Điều	Quanh năm	1/1	
Cây ăn quả			
Chanh, cam, quýt, bưởi	Quanh năm		
Xoài	Quanh năm		

- Theo tài liệu, Khóa luận đã xác định được thời vụ gieo trồng các loại cây trồng trên lưu vực sông Cái – Ninh Hòa, kết quả được thống kê trong bảng 8.

3.2. CÁC BƯỚC ÁP DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ

3.2.1. Nhu cầu nước sinh hoạt

Theo [3] thị trấn Ninh Hòa là đô thị cấp 3, nhu cầu nước cho sinh hoạt dân cư được tính với tiêu chuẩn 100l/người/ngày. Ở các xã còn lại trên lưu vực (nông thôn), nhu cầu nước sinh hoạt dân cư được tính với tiêu chuẩn 80l/người/ngày.

Nhu cầu nước sinh hoạt dân cư được tính bằng cách nhân số lượng dân cư với tiêu chuẩn dùng nước. Kết quả tính toán nhu cầu cấp nước sinh hoạt năm 2010 được thể hiện ở bảng 9.

Bảng 9. Nhu cầu nước sinh hoạt phân theo xã của lưu vực năm 2010

TT	Đơn vị	Diện tích (km ²)	Dân số (người)	Nhu cầu nước (m ³)
1	Thị trấn Ninh Hòa	5.9	21802	795773
2	Xã Ninh Sơn	171.8	5782	168834
3	Xã Ninh Tây	277.6	4469	130495
4	Xã Ninh Thượng	70.4	6161	179905
5	Xã Ninh An	39.7	13160	384272
6	Xã Ninh Thọ	14.0	3807	111169
7	Xã Ninh Trung	17.8	6476	189099
8	Xã Ninh Sim	33.9	10701	312469
9	Xã Ninh Xuân	59.3	11133	325084
10	Xã Ninh Thân	17.3	9705	283386
11	Xã Ninh Đông	8.7	5690	166148
12	Xã Ninh Đa	17.0	12755	465570
13	Xã Ninh Phụng	8.6	11704	341757
14	Xã Ninh Bình	13.5	10708	312674
15	Xã Ninh Phú	5.8	631	18419
16	Xã Ninh Tân	78.3	3043	88856
17	Xã Ninh Quang	18.5	12287	358780
18	Xã Ninh Giang	6.6	8352	304848
19	Xã Ninh Hà	13.2	7548	220402
20	Xã Ninh Hưng	30.6	5862	213963
21	Xã Ninh Lộc	29.5	8492	247966
22	Xã Ninh Ích	4.3	597	17440
23	Lưu vực	964	187082	5637308

Theo [3] nhu cầu nước cho công trình công cộng, dịch vụ công cộng, tưới cây, rửa đường và dự phòng thất thoát có thể lấy bằng 50% nước sinh hoạt dân cư.

Theo đó nước công cộng đô thị có thể tính toán ước lượng và thể hiện ở bảng 10.

Bảng 10. Nhu cầu nước công cộng trên lưu vực năm 2010

TT	Đơn vị	Diện tích (km ²)	Dân số (người)	Lượng nước sinh hoạt (m ³)	Lượng nước công cộng (m ³)
1	Thị trấn Ninh Hòa	5.9	21802	795773	397887
2	Xã Ninh Sơn	171.8	5782	168834	84417
3	Xã Ninh Tây	277.6	4469	130495	65247
4	Xã Ninh Thượng	70.4	6161	179905	89953
5	Xã Ninh An	39.7	13160	384272	192136
6	Xã Ninh Thọ	14.0	3807	111169	55584
7	Xã Ninh Trung	17.8	6476	189099	94550
8	Xã Ninh Sim	33.9	10701	312469	156235
9	Xã Ninh Xuân	59.3	11133	325084	162542
10	Xã Ninh Thân	17.3	9705	283386	141693
11	Xã Ninh Đông	8.7	5690	166148	83074
12	Xã Ninh Đa	17.0	12755	465570	232785
13	Xã Ninh Phụng	8.6	11704	341757	170878
14	Xã Ninh Bình	13.5	10708	312674	156337
15	Xã Ninh Phú	5.8	631	18419	9209
16	Xã Ninh Tân	78.3	3043	88856	44428
17	Xã Ninh Quang	18.5	12287	358780	179390
18	Xã Ninh Giang	6.6	8352	304848	152424
19	Xã Ninh Hà	13.2	7548	220402	110201
20	Xã Ninh Hưng	30.6	5862	213963	106982
21	Xã Ninh Lộc	29.5	8492	247966	123983
22	Xã Ninh Ích	4.3	597	17440	8720
23	Lưu vực	964	187082	5637308	2818654

Kết quả cho thấy rằng, nhu cầu nước sinh hoạt của thị trấn Ninh hòa là lớn nhất, chiếm 14.1% nhu cầu nước sinh hoạt của toàn lưu vực. Xã Ninh Ích có nhu cầu nước bé nhất trên lưu vực, do diện tích của xã trên lưu vực bé nhất và dân số của xã trên lưu vực là 597 người (chiếm 0.3% tổng số người trên lưu vực). Nhu cầu dùng nước sinh hoạt của lưu vực theo huyện thị trấn phân phối theo tháng được trình bày ở bảng 11.

Bảng 11. Nhu cầu nước sinh hoạt phân phối theo tháng trên lưu vực năm 2010

Đơn vị : 10⁶m³

Tên đơn vị	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
TT Ninh Hòa	0.068	0.061	0.068	0.065	0.068	0.065	0.068	0.068	0.065	0.068	0.065	0.068
Xã Ninh Sơn	0.018	0.016	0.018	0.017	0.018	0.017	0.018	0.018	0.017	0.018	0.017	0.018
Xã Ninh Tây	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014
Xã Ninh Thượng	0.019	0.017	0.019	0.018	0.019	0.018	0.019	0.019	0.018	0.019	0.018	0.019
Xã Ninh An	0.041	0.037	0.041	0.039	0.041	0.039	0.041	0.041	0.039	0.041	0.039	0.041
Xã Ninh Thọ	0.012	0.011	0.012	0.011	0.012	0.011	0.012	0.012	0.011	0.012	0.011	0.012
Xã Ninh Trung	0.020	0.018	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020

Tên đơn vị	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Xã Ninh Sim	0.033	0.030	0.033	0.032	0.033	0.032	0.033	0.033	0.032	0.033	0.032	0.033
Xã Ninh Xuân	0.035	0.031	0.035	0.033	0.035	0.033	0.035	0.035	0.033	0.035	0.033	0.035
Xã Ninh Thân	0.030	0.027	0.030	0.029	0.030	0.029	0.030	0.030	0.029	0.030	0.029	0.030
Xã Ninh Đông	0.018	0.016	0.018	0.017	0.018	0.017	0.018	0.018	0.017	0.018	0.017	0.018
Xã Ninh Đa	0.040	0.036	0.040	0.038	0.040	0.038	0.040	0.040	0.038	0.040	0.038	0.040
Xã Ninh Phụng	0.036	0.033	0.036	0.035	0.036	0.035	0.036	0.036	0.035	0.036	0.035	0.036
Xã Ninh Bình	0.033	0.030	0.033	0.032	0.033	0.032	0.033	0.033	0.032	0.033	0.032	0.033
Xã Ninh Phú	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Xã Ninh Tân	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Xã Ninh Quang	0.038	0.034	0.038	0.037	0.038	0.037	0.038	0.038	0.037	0.038	0.037	0.038
Xã Ninh Giang	0.026	0.023	0.026	0.025	0.026	0.025	0.026	0.026	0.025	0.026	0.025	0.026
Xã Ninh Hà	0.023	0.021	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Xã Ninh Hưng	0.018	0.016	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Xã Ninh Lộc	0.026	0.024	0.026	0.025	0.026	0.025	0.026	0.026	0.025	0.026	0.025	0.026
Xã Ninh Ích	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Lưu vực	0.561	0.506	0.561	0.543	0.561	0.543	0.561	0.561	0.543	0.561	0.543	0.561

3.2.2. Nhu cầu nước công nghiệp

Các sản phẩm công nghiệp chủ yếu trên lưu vực là đá chẻ, cát xuất khẩu, xi măng, thuốc lá, gạch xây dựng..được tiêu thụ rộng rãi ở thị trường trong nước. Cụm Công nghiệp Ninh Xuân là khu công nghiệp trọng điểm của tỉnh Khánh Hòa.

Bảng 12. Nhu cầu nước của một số ngành công nghiệp chủ chốt trên lưu vực

TT	Tên cơ sở công nghiệp	Đơn vị	Công suất	Chỉ tiêu	Lượng nước (m ³)
1	Sản xuất gạch	viên	180600000	1	14448
2	Sản xuất ngói	viên	4900000	2	784
3	Đường kết tinh	tấn	23630000	2	378080
4	Nước mắm	lít	1742000	0.05	76
5	Nước đá cây	tấn	26410	0.1	2641
6	Đá chẻ	viên	705000	0.2	1410
7	Mứt kẹo các loại	tấn	16800	10.8	1452
8	Xi Măng	tấn	75200	5	376000
9	Tổng				1150891

Các ngành công nghiệp nhỏ và công nghiệp địa phương và tiểu thủ công nghiệp được tính gộp lại và được coi bằng định mức nước sinh hoạt của cư dân trong vùng tính toán.

Bảng 13. Nhu cầu dùng nước công nghiệp trên lưu vực

Lưu vực	Diện tích km ²	Nhu cầu dùng nước (m ³)		Tổng
		Công nghiệp nhỏ	CN chủ chốt	
Sông Cái Ninh Hòa		243354	1150891	1394245

3.2.3. Nhu cầu nước thủy sản

Trên lưu vực tồn tại hai hình thức nuôi trồng: thủy sản nước mặn và thủy sản nước ngọt. Trong phạm vi khóa luận chỉ tính toán đến nhu cầu nước của thủy sản nước mặn. Theo diện tích canh tác thủy sản, để đảm bảo năng suất theo quy định cần sử dụng một lượng nước để thay trong các đầm nuôi. Nguyên lý nuôi trồng và thời vụ đã được trình bày ở chương 2, mục 2.1

Diện tích nuôi nước lợ trên lưu vực khoảng 73 ha, phân bổ theo xã như sau:

Bảng 14. Diện tích nuôi trồng thủy sản nước lợ phân theo xã

Tên đơn vị	Diện tích mặt nước (ha)
Xã Ninh Thọ	14
Xã Ninh Phú	6
Xã Ninh Giang	6
Xã Ninh Hà	13
Xã Ninh Hưng	13
Xã Ninh Ích	30

Kết quả tính toán nhu cầu nước được trình bày trong bảng 15

Bảng 15. Nhu cầu nước thủy sản phân phối theo tháng của từng xã

Tên đơn vị	Nhu cầu phân phối nước theo tháng (m ³)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Xã Ninh Thọ	0	0	0	32200	19600	39200	42000	44800	0	0	0	0
Xã Ninh Phú	0	0	0	13800	8400	16800	18000	19200	0	0	0	0
Xã Ninh Giang	0	0	0	13800	8400	16800	18000	19200	0	0	0	0
Xã Ninh Hà	0	0	0	29900	18200	36400	39000	41600	0	0	0	0
Xã Ninh Hưng	0	0	0	29900	18200	36400	39000	41600	0	0	0	0
Xã Ninh Ích	0	0	0	69000	42000	84000	90000	96000	0	0	0	0

3.2.4. Nhu cầu nước du lịch, dịch vụ

Theo [3], nhu cầu nước cần thiết cho các hoạt động du lịch năm 2010 như: nhà nghỉ, khách sạn, các hoạt động vui chơi, giải trí được tính theo chỉ tiêu bằng 15% lượng nước sinh hoạt của dân sinh năm 2010. Nhu cầu nước du lịch dịch vụ của lưu vực phân phối theo tháng được trình bày ở bảng 16

Bảng 16. Nhu cầu nước du lịch lưu vực sông Cái Ninh Hòa năm 2010

Tên đơn vị	Diện tích (km ²)	Nhu cầu nước sinh hoạt	Nhu cầu nước du lịch, dịch vụ (m ³)
Thị trấn Ninh Hòa	5.9	795773	119366
Xã Ninh Sơn	171.8	168834	25325
Xã Ninh Tây	277.6	130495	19574
Xã Ninh Thượng	70.4	179905	26986
Xã Ninh An	39.7	384272	57641
Xã Ninh Thọ	14.0	111169	16675
Xã Ninh Trung	17.8	189099	28365
Xã Ninh Sim	33.9	312469	46870
Xã Ninh Xuân	59.3	325084	48763
Xã Ninh Thân	17.3	283386	42508
Xã Ninh Đông	8.7	166148	24922
Xã Ninh Đa	17.0	465570	69835
Xã Ninh Phụng	8.6	341757	51264
Xã Ninh Bình	13.5	312674	46901
Xã Ninh Phú	5.8	18419	2763
Xã Ninh Tân	78.3	88856	13328
Xã Ninh Quang	18.5	358780	53817
Xã Ninh Giang	6.6	304848	45727
Xã Ninh Hà	13.2	220402	33060
Xã Ninh Hưng	30.6	213963	32094
Xã Ninh Lộc	29.5	247966	37195
Xã Ninh Ích	4.3	17440	2616
Lưu vực	964	5637308	845595

3.2.5. Nhu cầu nước cho nông nghiệp

Nông nghiệp là hộ sử dụng nước chính. Theo chính sách phát triển kinh tế xã hội của huyện Ninh Hòa sẽ mở rộng diện tích cây trồng chủ lực như lúa, mía và các loại hoa màu, tăng năng suất chất lượng sản phẩm. Ngoài ra, huyện đã đầu tư xây dựng công trình thủy lợi, nhất là chương trình kiên cố hóa kênh mương, góp phần thúc đẩy sản xuất nông nghiệp theo hướng hiện đại hóa. Các hợp tác xã nông nghiệp

trên lưu vực đã phát triển được nhiều mô hình, tổ hợp sản xuất và dịch vụ hỗ trợ nông dân từ khâu làm đất, cung cấp giống, vật tư phân bón, thủy lợi. Diện tích một số cây trồng trên lưu vực được thống kê ở bảng 17

Bảng 17. Diện tích các loại cây trồng trên lưu vực

Tên	Diện tích trên lưu vực (ha)
Lúa đông xuân	6354.67
Lúa hè thu	6329.715
Lúa mùa	4437.16
Ngô	891.94
Khoai lang	57.155
Sắn	368.69
Cây chất bột khác	22.54
Rau đậu	1319.395
Cói	14.49
Mía	7130.69
Lạc	41.055
Thuốc lá	309.12
Mè	8.05
Điều	996.59
Cam, Chanh, Bưởi	148.925
Dứa	59.57
Chuối	999.81
Xoài	1156.785
Thanh Long	34.615
Mận, đào	6.44
Dừa	202.055

Song song với trồng trọt ngành chăn nuôi trên địa bàn lưu vực cũng phát triển khá đồng đều vững chắc. Đàn gia súc của lưu vực đến nay có trên con , gia cầm con. Tuy nhiên, do ảnh hưởng dịch bệnh, thị trường tiêu thụ không ổn định, thị hiếu của người tiêu dùng suy giảm nên đàn gia súc, gia cầm phát triển gặp nhiều khó khăn. Người dân đang chuyển dần sang mô hình chăn nuôi phục vụ hàng hóa như bò, dê, heo siêu nạc, gà thả vườn..Trên cơ sở đó giảm thiểu hình thức chăn nuôi nhỏ lẻ sang chăn nuôi tập trung theo hướng trang trại.

Cho đến nay trên lưu vực có 4 trình hồ chứa, 8 đập dâng lớn và một số đập dâng nhỏ, tận dụng tối đa nguồn nước thiên nhiên để phục vụ tưới tiêu cho sản xuất nông nghiệp. Cây trồng được tưới chủ yếu là lúa nước và cây công nghiệp. Có thể đánh giá qua một số công trình tưới chủ chốt sau:

- Hồ chứa Đá Bàn: Được xây dựng từ năm 1978 – 1980 tại xã Ninh An và đã được sửa chữa, nâng cấp với dung tích trữ hiện tại là $74.94 \times 10^6 \text{ m}^3$ tưới cho 9000

ha lúa, màu và cây công nghiệp.

- Hồ chứa Suối Trầu: Được xây dựng từ năm 1978 – 1980 tại xã Ninh Xuân với dung tích tích trữ $9.81 \times 10^6 \text{m}^3$ tưới cho 1000 ha lúa, màu và cây công nghiệp.

- Hồ chứa Suối Sim: Được xây dựng tại xã Ninh Tây với dung tích trữ $1.314 \times 10^6 \text{m}^3$ tưới cho 300 ha lúa.

- Hồ chứa Sở Quan: Được xây dựng tại xã Ninh Lộc với dung tích trữ $0.2 \times 10^6 \text{m}^3$ tưới cho 60 ha lúa.

- Đập Sông Cái: Được xây dựng tại xã Ninh Xuân để tưới cho 1100 ha lúa

- Đập Chì Trừ: Được xây dựng tại xã Ninh Phú để tưới cho 600 ha lúa.

- Đập Bến Bấp: Được xây dựng tại xã Ninh Giang để tưới cho 700 ha lúa.

- Đập Hàm Rồng: Được xây dựng tại xã Ninh Ích để tưới cho 220 ha lúa.

- Đập Đồng Tròn: Được xây dựng tại xã Ninh Hưng để tưới cho 150 ha lúa.

- Đập Tiên Du: Được xây dựng tại xã Ninh Phú để tưới cho 70 ha lúa.

- Đập Cùmg: Được xây dựng tại xã Ninh Thượng để tưới cho 300 ha lúa.

- Đập Khúc: Được xây dựng tại xã Ninh Thân để tưới cho 530 ha lúa.

Ngoài ra, đã xây dựng một số đập nhỏ khác như: đập Buôn Đung, Buôn Tương, Suối Lũy..., mỗi công trình có thể tưới cho từ 20 -30 ha lúa, các trạm bơm điện như: trạm bơm điện Ninh An, Ninh Thọ, Ninh Trung, Bình Sơn, Ninh Đa..., mỗi công trình có thể tưới cho từ 40 – 500 ha lúa.

Nhu cầu dùng nước của các loại cây lương thực và cây công nghiệp hàng năm được tính toán bằng chương trình CROPWAT của FAO version 8.0. Riêng cây Vừng, Sắn, Điều, Cói và một số cây ăn quả được tính theo tiêu chuẩn dùng nước do chương trình CROPWAT không có đủ số liệu về hệ số cây trồng cho các loại cây này. Các bước tính nhu cầu nước của cây trồng cạn (CWR) của chương trình có thể trình bày tóm tắt như sau:

- Bước 1: Vào môđun Climate nhập số liệu khí tượng

- Bước 2: Vào môđun Rain nhập số liệu mưa

- Bước 3: Vào môđun Crop nhập số liệu về cây trồng

- Bước 4: Vào môđun Soil nhập dữ liệu về loại đất

- Bước 5: Vào môđun CWR, chương trình sẽ tự động cho kết quả tính toán nhu cầu tưới dưới dạng bảng và biểu đồ.

Nhu cầu nước cho các loại cây trồng còn lại của lưu vực được tính bằng phương pháp hệ số đơn vị sử dụng với tiêu chuẩn dùng nước theo công thức :

$$CRW = S \times WRS \quad (23)$$

Trong đó : S là diện tích gieo trồng và WRS là nhu cầu dùng nước cho một hecta cây trồng trong một thời vụ. Nhu cầu dùng nước của ngành trồng trọt được trình bày chi tiết ở bảng 18.

Nhu cầu nước cho chăn nuôi được tính bằng cách nhân số lượng vật nuôi với tiêu chuẩn dùng nước theo công thức:

$$ARW = A \times N \quad (24)$$

Trong đó: A là số lượng vật nuôi và N là nhu cầu nước của vật nuôi của một con trong một năm .

Bảng 19. Số lượng gia súc, gia cầm trên lưu vực năm 2010

Tên	Số lượng thực (con)	Số lượng trên lưu vực (con)
Trâu	1009	812
Bò	28533	22969
Lợn	30018	24164
Dê	2893	2329
Gia cầm	855685	688826

Nhu cầu nước của ngành chăn nuôi được trình bày ở bảng 20.

Bảng 20. Nhu cầu dùng nước cho chăn nuôi lưu vực sông Cái Ninh Hòa năm 2010

TT	Tên đơn vị	Trâu	Bò	Lợn	Dê	Gia cầm	Lượng nước (m ³)
1	TT Ninh Hòa	250	7065	3303	265	17263	28146
2	Xã Ninh Sơn	7295	206350	96483	7749	504234	822111
3	Xã Ninh Tây	11791	333525	155945	12525	814994	1328780
4	Xã Ninh Thượng	2989	84559	39537	3176	206626	336886
5	Xã Ninh An	1687	47722	22313	1792	116612	190127
6	Xã Ninh Thọ	593	16784	7848	630	41014	66870
7	Xã Ninh Trung	755	21362	9988	802	52200	85107
8	Xã Ninh Sim	1438	40681	19021	1528	99408	162077
9	Xã Ninh Xuân	2518	71222	33301	2675	174038	283754

TT	Tên đơn vị	Trâu	Bò	Lợn	Dê	Gia cầm	Lượng nước (m ³)
10	Xã Ninh Thân	733	20725	9690	778	50644	82570
11	Xã Ninh Đông	369	10441	4882	392	25513	41596
12	Xã Ninh Đa	724	20473	9572	769	50027	81565
13	Xã Ninh Phụng	363	10272	4803	386	25102	40926
14	Xã Ninh Bình	573	16220	7584	609	39634	64620
15	Xã Ninh Phú	248	7005	3275	263	17116	27906
16	Xã Ninh Tân	3324	94038	43969	3532	229790	374653
17	Xã Ninh Quang	785	22203	10381	834	54255	88458
18	Xã Ninh Giang	279	7906	3696	297	19318	31496
19	Xã Ninh Hà	559	15823	7398	594	38665	63040
20	Xã Ninh Hưng	1301	36789	17201	1382	89896	146568
21	Xã Ninh Lộc	1254	35479	16589	1332	86696	141350
22	Xã Ninh Ích	182	5154	2410	194	12595	20535
23	Lưu vực	40011	1131797	529192	42504	2765636	4509141

3.2.3 Nhu cầu nước cho lâm nghiệp

Rừng được tưới chủ yếu do mưa và quá trình tích lũy ẩm, điều tiết của chính lưu vực. Hiện nay chưa có công trình tưới nào chuyên phục vụ lâm nghiệp.

Nước phục vụ cho lâm nghiệp chủ yếu nhằm đáp ứng cho việc tưới các khu ươm trồng cây con và phòng cháy rừng. Vấn đề này được tính toán theo thiết kế các công trình thủy lợi, phục vụ đa mục tiêu, trong đó cần đáp ứng nguồn nước dự trữ khi có hỏa hoạn xảy ra. Các hồ chứa đầu nguồn trong thiết kế, vận hành cần tính toán đến khả năng này, đặc biệt là vào mùa khô. Hiện nay số liệu chi tiết về nhu cầu nước của ngành lâm nghiệp chưa được thống kê và hệ thống chỉ tiêu nước cho các nhu cầu trên cũng chưa được xác định nên phần nhu cầu sử dụng nước này trong tương lai sẽ được gộp tính trong nhu cầu sử dụng nước đảm bảo phát triển bền vững môi trường sinh thái.

3.2.6. Ngăn và đẩy mặn hạ du, giao thông thủy và bảo vệ môi trường

Trên lưu vực diện tích nước dưới đất bị nhiễm mặn chiếm khoảng 60 km², kéo dài từ Hòn Khói về phía Tây Nam qua thị trấn Ninh Hòa đến Ninh Lộc. Ngoài ra, có một số khoảnh nhỏ nằm rải rác ở các xã ven biển của lưu vực.

Để đảm bảo chất lượng nước, môi trường, trong khi tốc độ đô thị hóa, công

nghiệp hóa ngày càng tăng nhanh, tránh tình trạng vào mùa khô dòng chảy cạn kiệt dẫn đến xâm nhập mặn, ô nhiễm nguồn nước do chất thải từ khu dân cư, công nghiệp, đảm bảo giao thông thủy, trong tính toán nhu cầu nước năm 2010, có xét đến lượng nước đảm bảo cho môi trường sinh thái và giao thông thủy – lượng nước trả lại dòng tự nhiên vào mùa khô từ tháng 1 đến tháng 8.

Bảng 21. Nhu cầu đảm bảo môi trường sinh thái của lưu vực 2010

Tên lưu vực	Wmin	95%Wmin	Lượng nước (triệu m ³)
Sông Cái Ninh Hòa	3.4	3.3	39.2

3.3 . KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

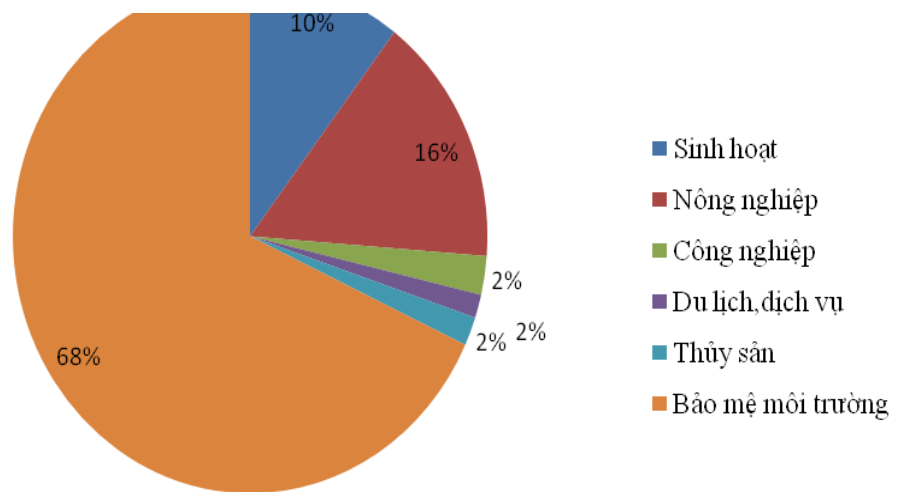
Trong khóa luận này đã tìm hiểu về điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội lưu vực sông Cái Ninh Hòa.

Khóa luận đã nghiên cứu các chỉ tiêu định mức, mô hình CROPWAT và đã lựa chọn hai phương pháp này để tính toán nhu cầu nước cho lưu vực.

Dựa vào số liệu thu thập được, tính toán được nhu cầu sử dụng nước năm 2010 của lưu vực sông Cái - Ninh Hòa. Nhu cầu dùng nước của các ngành trên lưu vực sông được thể hiện ở hai bảng 22, 23 và cơ cấu dùng nước của các ngành được thể hiện ở biểu đồ 3.

Bảng 22. Kết quả tính toán nhu cầu nước các ngành trên lưu vực năm 2010

Ngành	Nhu cầu dùng nước (triệu m ³)
Sinh hoạt	6
Nông nghiệp	9.1
Công nghiệp	1.4
Du lịch, dịch vụ	0.84
Thủy sản	1.04
Bảo vệ môi trường	39.2
Lưu vực	57.58



Hình 3. Cơ cấu dùng nước của các ngành trên lưu vực năm 2010.

Bảng 23. Kết quả tính toán nhu cầu nước các ngành (phân phối theo tháng) trên lưu vực 2010

Đơn vị : $10^6 m^3$

Ngành	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sinh hoạt	0.48	0.43	0.48	0.46	0.48	0.46	0.48	0.48	0.46	0.48	0.46	0.48
Nông nghiệp	0.58	0.55	0.59	0.57	0.59	0.57	0.59	0.59	0.57	0.38	0.57	0.59
Công nghiệp	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Du lịch, dịch vụ	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Thủy sản	0.00	0.00	0.00	0.19	0.11	0.23	0.25	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
Tổng	1.25	1.16	1.25	1.41	1.37	1.45	1.50	1.52	1.22	1.05	1.22	1.25

Từ kết quả tính toán có thể rút ra được một số kết luận sau:

- Tổng nhu cầu nước của lưu vực là **57.58** triệu m^3
- Kết quả tính toán tổng nhu cầu nước cho sinh hoạt và kinh tế của lưu vực là 18.38 triệu m^3
- Nhu cầu sử dụng nước để đảm bảo môi trường sinh thái là 39.2 triệu m^3 , sinh hoạt là 6 triệu m^3 , nông nghiệp 9.1 triệu m^3 , công nghiệp 1.4 triệu m^3 , du lịch 0.8 triệu m^3 , thủy sản 1.04 triệu m^3 .

- Nhu cầu nước tập trung ở xã Ninh Tây. Nguyên nhân là do xã này có diện tích đất tự nhiên và đất nông nghiệp nên nhu cầu nước nông nghiệp lớn.

- Nhu cầu đảm bảo môi trường sinh thái là lớn nhất chiếm 68% trong tổng nhu cầu nước của lưu vực. Nông nghiệp chiếm 16 % nhu cầu nước, nhỏ nhất là du lịch chiếm 1.5%. Tháng sử dụng nước lớn nhất là tháng 7, chiếm 10% và ít nhất vào tháng 2, chiếm khoảng 6%.

- Khóa luận đã đưa ra được nhu cầu nước để duy trì môi trường sinh thái và mức nước để duy trì việc phát triển giao thông vận tải .

- Nhu cầu nước của lưu vực tăng cao vào các tháng IV, V, VI, VII, VIII đây là các tháng thuộc mùa kiệt do đó sẽ gây khó khăn trong việc cung cấp nước.

- Nhu cầu nước đảm bảo môi trường sinh thái và nông nghiệp của lưu vực lớn nên cần phải chú ý đảm bảo lượng nước cung cấp cho hai hộ dùng nước này.

Do thời gian và năng lực có hạn nên báo cáo không thể tránh khỏi thiếu sót. Sau đây là một số vấn đề còn tồn tại:

- Các kết quả tính toán nhu cầu nước cho nông nghiệp của lưu vực có thể sẽ sai số do sử dụng số liệu khí tượng có độ chính xác chưa cao (số liệu của FAO tính cho các vùng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thế Biên (2006), *Đánh giá cân bằng nước và định hướng sử dụng bền vững, bảo vệ tài nguyên môi trường nước ở Khánh Hòa*, Viện khoa học thủy lợi miền nam, Hồ Chí Minh.
2. Bộ khoa học và công nghệ (1990), *Tiêu chuẩn định mức dùng nước trong nông nghiệp và công nghiệp thực phẩm năm 1990*, Hà Nội.
3. Bộ khoa học và công nghệ (1995), *Tiêu chuẩn Việt Nam về chỉ tiêu dùng nước và chất lượng nước*, Hà Nội.
4. Đào Hải Linh (2006), *Dự báo nhu cầu dùng nước tỉnh Quảng Trị đến năm 2010*, Hà Nội.
5. Phòng thống kê huyện Ninh Hòa (2011), *Niên giám thống kê huyện Ninh Hòa năm 2010*, Ninh Hòa.
6. Viện quy hoạch thủy lợi (2002), *Tiêu chuẩn dùng nước của Viện quy hoạch thủy lợi JNN – 2002*, Hà Nội.