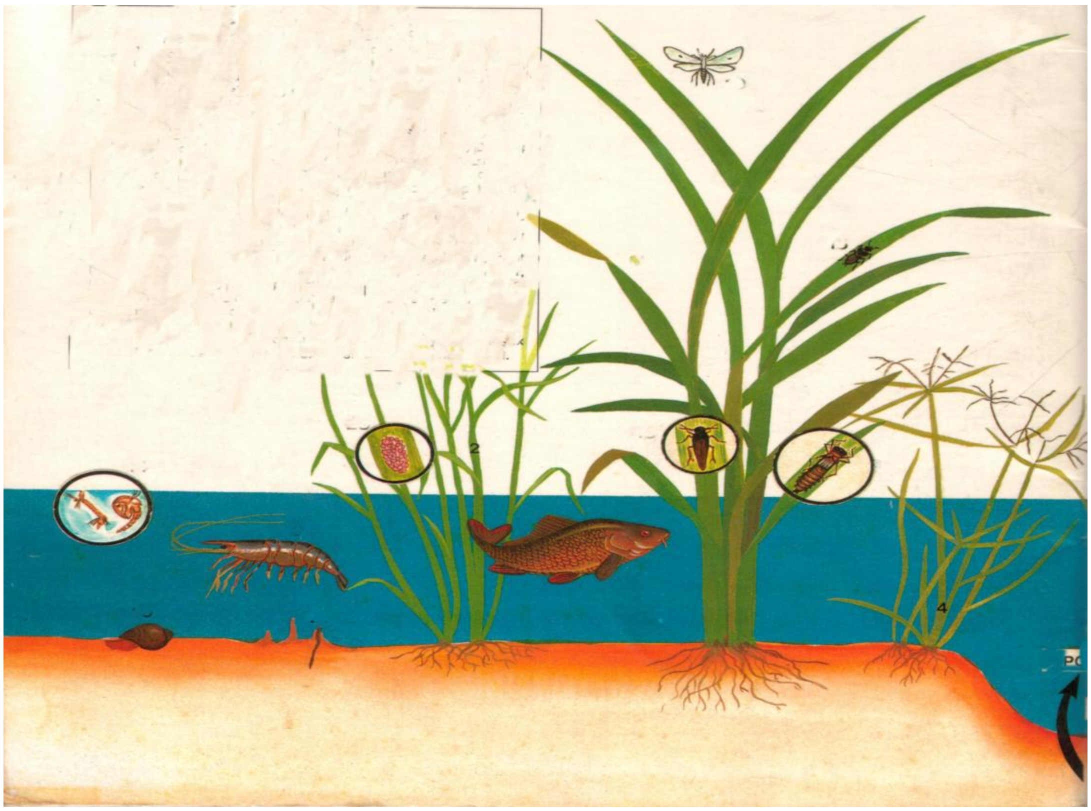
# धान-माछा खेती प्रविधि

# Rice-Fish Farming Technology



नेपाल कृषि अनुसन्धान परिषद्

२०६९

# धान-माछा खेती

## प्रसार कार्यक्रमको लागि प्रविधि

## विषय सूची


| | | |
|---|---|---|
| १ | परिचय | १ |
| २ | इतिहास | ३ |
| ३ | धान खेतमा माछा पालनको फाइदाहरु र समस्याहरु | ५ |
| ४ | धान खेतको ईकोसिस्टम | ७ |
| ४.१ | माछा तथा जलीय जीवलाई असर पार्ने तत्वहरु | ७ |
| ४.२ | बनस्पतीलाई असर पार्ने कारणहरु | १० |
| ४.३ | माछा खेती प्रणालीको लागि धान खेतको उपयुक्तता | ११ |
| ५ | माछा खेतीको लागि धान खेतको सुधार | १३ |
| ५.१ | खेतको आली वा डिल निर्माण | १३ |
| ५.२ | सिंचाई र निकासको प्रबन्ध | १३ |
| ५.३ | माछा बस्ने स्थान | १४ |
| ५.३.१ | ट्रेन्च वा नाला निर्माण | १४ |
| ५.३.२ | खाल्डो वा पिट निर्माण | १६ |
| ५.३.३ | धान खेतमा पोखरी | १७ |
| ६ | उत्पादन प्रणाली | १९ |
| ६.१ | धानसंगै माछा खेती | १९ |
| ६.२ | धान माछा चक्र प्रणाली | १९ |
| ६.३ | दुई बाली धान संगै माछा खेती | २० |
| ७ | धान माछा खेती व्यवस्थापन | २१ |
| ७.१ | माछा छोड्नु पूर्वको क्रियाकलाप | २१ |
| ७.२ | पानीको आवश्यकता र व्यवस्थापन | २१ |
| ७.३ | मल खादको प्रयोग | २२ |
| ७.४ | धान खेती व्यवस्थापन | २२ |
| ७.४.१ | धानको उपयुक्त प्रजाति | २२ |
| ७.४.२ | धानखेतको तयारी | २४ |
| ७.४.३ | धान रोप्ने तरिका | २४ |

| | | |
|---|---|---|
| ७.४.४ | धानखेतमा गोडमेल | २४ |
| ७.४.५ | धान रोपीसकेपछि मलखादको प्रयोग | २४ |
| ७.५ | धान खेतमा माछा खेती व्यवस्थापन | २५ |
| ७.५.१ | माछाको जात | २५ |
| ७.५.२ | माछाको जात समिश्रण र घनत्व | २७ |
| ७.५.३ | भूराको आपूर्ति र धान खेतमा भुरा छाडने | २८ |
| ७.५.४ | माछाको पोषण र दाना व्यवस्थापन | २८ |
| ७.५.५ | प्रतिपक्षी जीवबाट माछाको सुरक्षा | २९ |
| ७.५.६ | माछा झिक्ने तरिका | २९ |
| ८. | धानखेतमा माछा पालन गर्दा आईपर्ने समस्या तथा निराकरणका उपायहरु | ३१ |
| ९ | धान खेतमा माछा भुरा उत्पादन | ३४ |
| १० | धान र माछा उत्पादन | ३८ |
| १०.१ | माछाको बृद्धि र उत्पादन | ३८ |
| १०.२ | धानको उत्पादन | ४० |
| १०.३ | धान- माछा खेतीबाट धानको उत्पादनमा बृद्धि | ४२ |
| ११ | धानमा लाग्ने रोग र कीरा व्यवस्थापन | ४४ |
| ११.१ | रोग र कीरा व्यवस्थापनमा माछाको भूमिका | ४४ |
| ११.२ | धान माछा खेतीमा कीटनाशक विषादीको प्रभाव | ४५ |
| ११.३ | धान माछा खेतीमा रोग र कीराको रसायनिक नियन्त्रण | ४६ |
| ११.४ | कीटनाशक विषादीको सुरक्षित प्रयोग | ४८ |
| ११.५ | एकिकृत रोगकीरा ब्यबस्थापन र धान –माछा खेती बिच अन्तर्सम्बन्ध | ५० |
| १२ | झारपात नियन्त्रण | ५४ |
| १३ | धान माछा खेतीको अर्थिक विश्लेषण | ५५ |
| १४ | धानखेतमा माछा पालनको समय तालिका | ५८ |

# १. परिचय

चीनको सान्धी प्रोभिन्सको उत्खनन्मा भेटिएको पुरातात्विक लिखित दस्तावेजले धान खेतमा माछा पालनको ईतिहास २००० बर्ष पुरानो (वान डाईनेस्टी, २५-२२०) रहेको देखाएको छ । पोखरीमा माछा पालनको अभ्याससंगै धान माछा खेतीको विकास भएको पाईन्छ । खेतमा धान र पानीमा माछा प्रशस्ती र पर्याप्तताको सूचक मानिन्छ । एसियन परिदृष्यमा कुनै पनि बालीहरुको समिश्रण (combination) धान माछा जस्तो आधारभूत र पौष्टिक पर्याप्तताले परिपूर्ण रहेको पाईदैन । चीनमा हजारौं बर्ष र थाईल्याण्डको ७०० बर्ष पुरानो सुकोथाई (Sukhothai) समय देखि चलि आएको खेतमा धान र पानीमा माछाको आदर्श वाक्य र परम्परा अद्यावधिक चलिआएको छ । धान खेतमा माछा खेतीले एउटै जमिनबाट अन्नको र प्राणीजन्य प्रोटिनको उत्पादनलाई बुझ्झाउँछ । आजको वातावरणीय सचेत युगमा केही अन्य खाद्य उत्पादन प्रणालीहरु मात्रै ecologically मैत्रीपूर्ण र प्रभावकारी (efficient) छन् ।

धान खेतमा माछा पालन भन्नाले धान खेतमा माछा राखी धानबालीसंगै गरिने माछा खेतीलाई धान खेतमा माछा पालन भनिन्छ । यस परिभाषा भित्र अन्तराष्ट्रिय रुपमा परिभाषित खेती योग्य दुबै प्रकारका जंगली र खेतीको लागि विकास गरिएका प्राणी र बनस्पतिका प्रजातिहरु समेटिएका छन् ।

धान खेतमा माछा खेतीको परिभाषाले एकै पटकमा धानसंगै माछा खेती वा एउटै जग्गामा धान पछि माछा खेती समेत बुझ्झाउंछ । संगसंगै एउटै पानीलाई उपयोग गरी भिन्दा भिन्दै जमिनमा गरिने धान र माछा खेतीलाई समेत धान माछा खेतीभित्र राखिन्छ । माछा भन्नाले धान खेतमा बढ्न र हुर्कन सक्ने सबै प्रकारका खान योग्य जलचरहरु जस्तै माछा, ताजा पानीको प्राउन, गंगटा, कछुवा, भ्यागुता र केही कीरा फट्यांग्राहरु समेतलाई बुझ्झाउँछ ।

संसारका धेरै देशहरुमा धान माछा खेती गरिन्छ, मुख्यरुपले एसियन देशहरुमा । प्रत्येक देशहरुले स्थानीय आवहवा र सभ्यता अनुरुप धान माछा खेतीको पारम्परिक प्रविधि तथा प्रकृयाको विकास गरेका छन् भने यी देशहरु बीच केही अभ्यास गर्ने शैली तथा समस्याहरुमा समानता रहेको छ ।

कुपोषण र गरिवी बिरुद्ध धान माछा खेतीले पुऱ्याउन सक्ने योगदान धेरै लामो समयदेखि विश्वव्यापीरुपमा महशुश भएको हो । यसै परिप्रेक्षमा नेपालमा धान माछा खेती प्रविधि सन् १९६४ मा भित्र्याईयो । धान खेतमा माछा पालन सरल, सुलभ र कम खर्चमा संचालन गरी एकै पटक दुई थरिका खेतीबाट आय आर्जन गर्न सकिन्छ । धानमा माछा पालन गर्दा धान बालीलाई माछाका विभिन्न क्रियाकलापबाट फाईदा हुने भएकोले सामान्यभन्दा धेरै धान उन्पादन हुने गर्दछ । धान खेतमा माछा पालनका सकारात्मक पक्षहरु मध्ये बढी महत्वपूर्ण, यस प्रणालीलाई अपनाँउदा माछाले बालीमा लाग्ने रोग र शत्रु कीरा नियन्त्रण गरी धान खेतमा कीटनाशक विषादीको प्रयोग कम गराउनु नै पर्यावरणमा सुधार ल्याउन सक्ने सशक्त पक्ष हो । माछाले धानबालीमा लाग्ने रोगका स्रोत जस्तै कीरा-फट्यांग्रालाई आहाराको रुपमा प्रयोग गर्न सक्ने हुनाले धान खेतमा माछा पालन गर्दा कीटनासक विषादीको प्रयोग गर्न नपर्ने स्थिति आउन सक्ने हुन्छ ।

नेपालमा तराई देखि मध्य पहाडसम्म धानबाली सिंचित तथा बर्षे बालीको रुपमा लगाउने गरिन्छ । धान बालीसंग एकिकृत रुपमा माछा पालन प्रविधिको विस्तार हुन सके ग्रामिण क्षेत्रमा समेत थप प्राणी

प्रोटिनको आपूर्ति सजिलै हुन सक्ने सम्भावना रहेको छ। कम लगानीमा पनि आम्दानी गर्न सकिने यस प्रविधिबाट साना, मझौला र ठूला सवै तरका कृषकहरु लाभान्वित हुन सक्ने देखिन्छ।

धान खेतमा प्रमुख बाली धान नै हो । यसरी धान खेतमा घुसुवा बालीको रुपमा माछा पालन प्रविधिलाई अंगाली किसानको धान खेतमा उत्पादन बृद्धि गर्न दीर्घकालिन सोच राख्दा धान खेतमा विषादीको प्रयोग क्रमशः कम गर्दै जानु पर्ने हुन्छ। यसै सोच अन्तरगत विषादीको प्रयोग कम हुदै गएमा किसानको धान खेतको जैविक विविधतामा अभिबृद्धि हुने र माछा पालनका लागि उपयुक्त वातावरण समेत तयार भै किसान सो पेशाबाट बढी लाभान्वित हुन सक्छन्।

# २. इतिहास

धान खेती गर्ने प्रचलनको शुरुवात दक्षिण पूर्वि एसियाली मुलुकहरु जस्तैः पूर्वि भारत हुदै म्यान्मार, थाईल्याण्ड, लाओस, उत्तरी भियतनाम र दक्षिणी चीनमा शुरुवात भएको तथ्य दुवै वानस्पतिक र साहित्यिक अभिलेखहरुबाट देखिन्छ । धान खेतीको सवैभन्दा पुरानो प्रचलन म्यानमार र थाईल्याण्डमा भएको पाईन्छ भने आधुनिक धान खेती (IRRI धान इकोसिस्टम) को विकासक्रम चीनमा भएको पाईन्छ ।

जंगली बुट्यानहरु मासेर धान खेती (घैया) गर्ने अभ्यासबाट सिंचित धान खेतीको विकास भएपछि माछा अवश्य पनि अतिरिक्त उत्पादनको रुपमा आएको हुनु पर्छ । माछा लगायत अन्य जलीय जीवहरु बाढीको पानीको माध्यमबाट धान खेतमा प्रवेश गरी धान खेतीको अवधिमा नै अस्थायी बासस्थान बनाउने, हुर्कने र प्रजनन गरी कृषकको लागि धान खेतको अतिरिक्त उत्पादनको रुपमा स्वागत गर्छन् ।

धान खेतमा कहाँ र कहिले देखि पहिलो पटक माछा स्टक (छोड्ने) गर्ने अभ्यास शुरु भयो यकिन गरेर भन्न गाह्रो छ । तर वैज्ञानिक माछा खेतीको शुरुवात चीनमा शांग वंशीय शासनकाल (१४०१-११५४ इशापूर्व)मा कमनकार्प माछा पोखरीमा पाल्न शुरु भएको प्रामणिकतासंगै धान खेतमा माछा पालन पनि चीनबाटै शुरु भएको मानिन्छ (ली.१९९२) । पुरातात्विक र शैक्षिक दस्तावेजहरुले चीनमा १७०० बर्ष पहिला देखि नै धान - माछा खेतीको शुरुवात भएको देखाउँछ । धान- माछा खेतीको अभ्यास कृषकहरुले पोखरीको लागि बढी भएको माछा भुरा धानखेतमा छाड्न थालेपछि शुरु भएको हुनु पर्दछ ( ली., १९९२; काई र वाङ्ग, १९९५) । भारत लगायत अन्य दक्षिण पूर्वी एशियाली मुलुकहरुमा १५०० बर्ष अगाडि देखि नै धान खेतमा माछा पालन भएको मानिन्छ । विश्व खाद्य संगठनको पुरानो दस्ताबेजले सन् १९०० ताका ६ वटा महादेशका २८ वटा देशहरुमा धान माछा खेतीको प्रचलन रहेको देखाउँछ (एफ ए. ओ. १९५७) । उक्त समयमा कमन कार्प (*Cyprinus carpio*) धान- माछा खेतीको लागि मुख्य माछाको जात थियो भने मोजाम्विका टिलापिया सहायक प्रजाति रहेको थियो । मलेशियामा गुरामी (*Trichogester pectoralis*), इजिप्टमा टिलापिया नाइलोटिका (*Tilapia* nilotica) तथा अन्य देशहरुमा भैसिमाछा (*Ictiobus cyprinellus*) कारासियस (*Carassius auratus*) दुधेमाछा (*Chanos chanos*), मुलेट (*Mugil* spp), भोटी (snakehead), मागुर (*Clarias batrachus*) र झिंगे माछा (freshwater shrimp) धान खेतमा समातिने प्रचलन रहेको थियो ।

पुरानो समयमा धान माछा पालनको लागि माछाको जात छनोट गरी उपयुक्त स्टकिङ्ग गर्ने प्रविधिको विकास नभै बाढी वा सिंचित पानीको माध्यमबाट धान खेतमा प्रवेश गर्ने माछाको जात र संख्या नै धान माछा खेतीको पर्याय रहेको पाईन्छ । धान माछा खेती एउटा निश्चित क्षेत्रबाट नफैलिई भिन्दाभिन्दै क्षेत्रमा स्वतन्त्ररुपले विकसित भएको पाईन्छ ।

धान खेतमा माछा पालन एउटा धेरै पुरानो खेती प्रणाली भएता पनि नेपालमा यो प्रविधि सन् १९६४ मा मात्र भित्रिएको पाईन्छ । तर धानखेतमा माछा समात्ने परम्परा नेपालमा पनि धेरै पुरानो हुनु पर्छ । यस तथ्यको पुष्ट्यांई स्वरुप बुढापाकाबाट धान खेतमा प्रशस्त माछा समात्ने गरेको विवरण अझै पनि सुन्न पाईन्छ । तर विगतका बर्षमा धान खेतको उत्पादन बढाउने भनी कीटनाशक विषादी प्रयोग गर्न देशमा चलेको लहर लगायत अन्य प्रतिकुलताका कारण धान खेतबाटै माछा लोप हुन सक्ने स्थिति

भएकोले धानखेतबाट माछा समात्ने चलन हराएर गएको बुढापाकाले अनुभव गरेका छन् । धानखेतमा माछा लगायतका अन्य मसिना कीरा फट्यांग्रा पनि पाईने कुरा समान्य हो । सामान्यतया स्थानीय माछा धान खेतमा आहाराको खोजी, प्रजनन् र भुरा हुर्काउनको लागि प्रवेश गर्दछन् । यी माथिका सवै कथ्यले धानखेत माछाको लागि एउटा प्राकृतिक वासस्थान रहेको पुष्टि गर्दछ ।

धानबाली एसिया महाद्धिपको एक महत्वपूर्ण अन्नबाली हो । धान खेतीले एसियाकै ठूलो क्षेत्रफल ओगटेको छ । एशियाका धेरै मुलुकमा धानसंगै माछा पालन गर्ने प्रचलन धेरै पुरानो हो । यस तथ्यले खाद्यान्नको रुपमा धानबाली मात्र नभै माछा पनि उत्तिकै लोकप्रिय रहेको बुझ्न सकिन्छ । खाद्यान्नको रुपमामात्र नभै सन्तुलित भोजनको लागि प्राणी प्रोटिनको आपूर्ति गर्न माछा विकल्प हुन सक्ने भएकोले धानखेतमा माछा पालनको महत्व धेरै रहेको छ ।

## ३ धान खेतमा माछा पालनको फाइदाहरु र समस्याहरु

धान-माछा खेती प्रणालीवाट हुने फाईदाहरु जैविक, वातावरणीय र सामाजिक रहेका छन् :

### १. जैविक तथा उत्पादकत्व अभिवृद्धि

- खेरजाने दाना र माछाको मलले धान खेतमा प्राङ्गारीक मलको काम गर्दछ ।
- माछाको गतिविधि (activity ) ले धानको गांज सप्रन मद्दत गर्दछ ।
- माछाले धानमा लाग्ने केहि किरा फट्याङ्गाको लार्भा खाएर रोग किराको प्रकोपलाई कम गर्दछ ।
- धान-माछा खेतीमा पानीको गहिराई वढि हुने हुदां मुसाको प्रकोप कम हुन्छ ।
- कमन कार्प माछाले धाान खेतको माटो चलाई (puddling ) माटोमा वायु प्रवाह (aeration) वढाउनुका साथै प्राङ्गारीक पदार्थको मिनरालाईजेसन (mineralization) प्रकृयालाई वढावा दिन्छ ।
- माछाँले धान खेतमा हुने लेउ र झारपात नियन्त्रण गरि धानको लागि आवश्यक पर्ने प्रकास र पोषण तत्वको उपलब्धतामा वृद्धि गर्दछ ।
- धानको उत्पादकत्वमा १५% सम्म वृद्धि हुन्छ ा
- जमिनको उत्पादकत्वमा अभिवृद्धि हुन्छ ।

### २. वातावरणीय

- माछाले लामखुट्टे तथा शंखेकिराको घनत्व कम गरि मलेरीया र ट्रिमाटोड्सको नियन्त्रणमा सघाउ पुर्‍याउछ ।
- धान-माछा खेतीले मानव स्वास्थको लागि हानिकारक कृषिजन्य किटनासक बिषादीको प्रयोगलाई निरुत्साहित गर्दछ ।
- धान-माछा खेतीले किटनासक बिषादीको प्रयोगलाई निरुत्साहित गरि धान खेतको जैविक बिबिधता संरक्षणमा योगदान पुर्‍याउछ ।

### ३. सामाजिक

- माछाको रुपमा अतिरिक्त पौष्टिक खाद्यान्न र आम्दानीको स्रोत उपलव्ध हुन्छ ।
- वाली विग्रने जोखिमलाई कम गर्दछ ।
- धान खेतमा माछा पालनले रोजगार सृजना गर्दछ ।
- धान-माछा खेतीले अतिरीक्त आय आर्जनमा महिलाको सहभागितालाई बढाउछ ।
- धान-माछा खेती प्रबिधीको बिस्तारणले बृहत सामाजिक आर्थिक पक्ष जस्तै खाद्य सुरक्षा, रोजगार सृजना र राष्ट्रिय आयमा योगदान पुर्‍याउछ ।

**धान खेतमा माछा पालनका व्यवधान र समस्याहरु**

- धान- माछा खेतीको लागि निरन्तर सिंन्चित  पानीको आवश्कता पर्दछ ।
- ट्रेन्च वा आश्रयस्थलले धान खेतीको केहि भाग जमिन ओगट्दछ ।
- मलखाद र माछाको दानाको लागि केहि अतिरिक्त खर्च हुन्छ ।
- किटनाशक विषादीको प्रयोगलाई नियन्त्रण गर्नु पर्ने हुन्छ ।
- ठूला साईजका भुराको उपयुक्त समयमा प्राप्त गर्न कठिन ।
- धान- माछा खेतीवाट उत्पादित माछाको साइज सानो हुन्छ ।

# ४ धान खेतको इकोसिस्टम

धान खेती केही कृषि-पर्यावरणिय क्षेत्रहरुमा (Agroecologicial area) गरिन्छ ।

- न्यानो /चिसो आद्र समउष्ण क्षेत्र
- न्यानो आद्र उष्ण क्षेत्र

यी सवै कृषि -पर्यावरणिय क्षेत्रहरुमा चार प्रकारका धान खेतको इकोसिस्टम पाईन्छ ।

१. सिंचित धान खेत इकोसिस्टमः बर्षभरिमा एक वा धेरै बालीको लागि सिंचाईको सुविधा उपलब्ध हुन्छ । नेपालमा १२२७२५३ हे सिंचित धानखेत रहेको तथ्यांक छ ।
२. बर्षामा भर पर्ने होचो जमिन भएको धान खेत इकोसिस्टमः यस प्रकारको धान खेतमा पानी नियन्त्रण गर्न सकिदैन । यसमा बाढी र सुक्खाको समस्या हुन्छ ।
३. पाखो/बारी धान खेत इकोसिस्टमः यस प्रकारको धान खेतमा भिरालो पाखो जमिन हुने हुँदा पानी नअडिने र बर्षाको पानी सतहबाट बगेर जाने समस्या रहन्छ ।
४. बाढी लाग्ने धान खेत इकोसिस्टमः यस प्रकारको धान खेतमा लामो समय (४-५ महिना) सम्म अनियन्त्रित रुपमा बाढी लाग्ने समस्या रहन्छ ।

पाखो/बारी धान खेतको इकोसिस्टम बाहेक अन्य सवै इकोसिस्टमहरु चिस्यानयुक्त धान खेती (wet rice cultivation) भित्र पर्दछन् । चिस्यानयुक्त धान खेती हुने क्षेत्रहरुमा माछा पालन गर्न सम्भव हुन्छ । धान- माछा खेतीको संभाव्यता निम्न तीन प्रकारहरुबाट मापन गर्नु पर्दछ ।

- पानीको उपलब्धता
- पानी जम्ने खालको जमिन र
- आली वा डिल बनाउन माटोको उपयुक्त संरचना

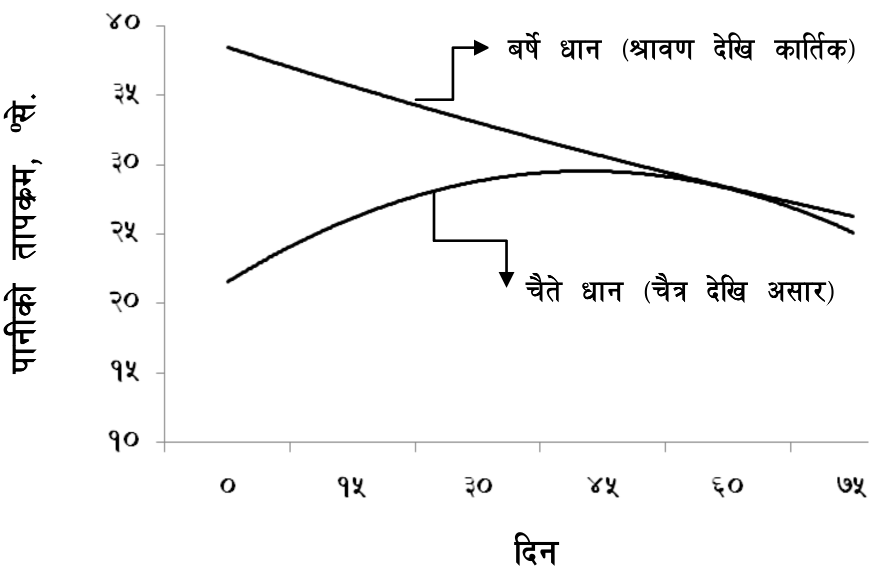
सिंचाई वा पानी आपूर्तिको सुविधा अत्यधिक मौसमी रहेका धान खेतहरुमा धान-माछा खेतीको लागि न्यून विकल्प रहन्छ । बर्षै भरी सिंचाईको सुविधा भएका क्षेत्रहरुमा धान-माछा खेती फस्टाउने प्रवल संभावना रहन्छ । धान खेतको जलीय वातावरणमा पानीको गहिराई, धमिलोपन, तापक्रम, अक्सिजन र पी एच मा भिन्नता रहेको हुन्छ । धान खेतमा केही हदसम्म स्थिर पानी (intermittent stagnant water) रहने हुँदा जलीय शूक्ष्म प्राणी र वनस्पति पर्याप्त मात्रामा उपलब्ध हुन सक्छ ।

## ४.१ माछा तथा जलीय जीवलाई असर पार्ने तत्वहरु

धान-माछा खेतीमा माछालाई असर पार्ने शूक्ष्म तत्वहरुः पानीको तापक्रम, अक्सिजन, अम्लीयपन -पी एच) र आयोनिकरण भएको अमोनिया ($NH_3$) हुन् । पानीको उपलब्धता र व्यवस्थापनको अवस्थाले धान खेतमा पानीको गहिराई २.२ से. मी. देखि १५ से. मी सम्म रहेको हुन्छ । पानीको गहिराईको अवस्थाले धान-माछा खेतीको लागि उपयुक्त माछाको छनोट गर्न सिमित विकल्पहरु हुन्छन् । धान

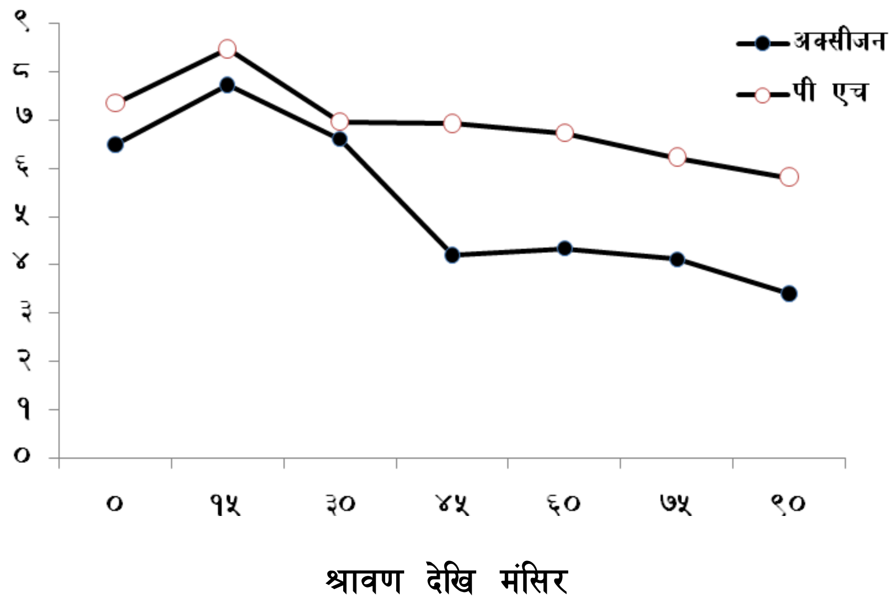
खेतमा पानीको गहिराई कम हुने हुँदा दैनिक मौसमी अवस्थाले (सूर्यको ताप, वायु प्रवाह, वायु तापक्रम, बर्षा आदिले) पानीलाई अत्यधिक प्रभाव पार्दछ । चर्को घाम लागेको अवस्थामा धान खेतको पानी र पींधको जमिन तात्न जान्छ तर सेलाउन समय लाग्ने हुदाँ वायुमण्डलको भन्दा पानीको तापक्रम बढी हुन जान्छ ।

चैते धान-माछा खेतमा पानीको तापक्रम ३२ डि. से.सम्म मापन गरिएको छ भने बर्षे धान-माछा खेतमा ३८ डि. से.सम्म मापन गरिएको छ (चित्र १)। दैनिक तापक्रममा उतार चढाव १० डि.से. सम्म हुन सक्छ । धान खेतको पानीमा घुलित अक्सिजनको मात्रा पानीमा हुने यान्त्रिक, जैविक तथा रासयनिक प्रकृयामा भर पर्दछ । यान्त्रिक प्रकृयाभित्र हावाको गतिको कारणले हावा-पानीको समन्वयबाट अक्सिजनको घुलनशिलता बढ्ने हुन्छ । पानीमा अक्सिजनको मुख्य स्रोत वनस्पतिको माध्यमबाट हुने प्रकाश संश्लेषण प्रकृया हो । यस्तो प्रकृया धान-माछा खेतीको शुरुको अवस्थामा सूर्यको प्रकाश सोझै पानीमा पर्ने कारणले बढी हुन्छ भने धानको गाँज बढदै गएपछि कम हुदै जान्छ । धानखेतमा घुलित अक्सिजन र पी एच घनात्मक रुपमा अन्तरसम्बन्धित रहेका हुन्छन् । प्रकाश संश्लेषण प्रकृयामा कार्बनडाईअक्साईड ($CO_2$) उपयोग भै घुलित अक्सिजनको मात्रा संगै पी एच पनि बढ्न जान्छ । तर रातिपख प्रस्वास प्रकृयामा कार्बनडाईअक्साईडको मात्रा पानीमा बढ्न गै दुवै घुलित अक्सिजन र पी एच को मात्रा घट्न जान्छ ।



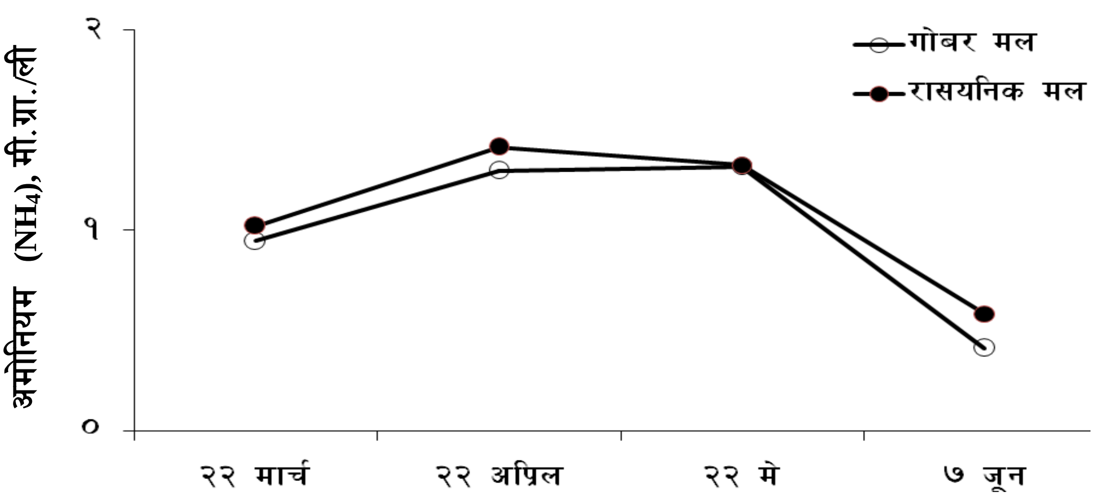

**चित्र १.** धान खेतमा पानीको तापक्रम (स्रोतः नार्क, २००४)

नेपालको मध्य पहाडी भेगमा गरिएको धान माछा खेतीको अध्ययनले धानको बानस्पतिक बृद्धिसंगै घुलित अक्सिजन र पी. एचको मात्रा घढ्दै गएको पाईएको छ (चित्र २)। यसको बृद्धिसंगै पानीमा सूर्यको प्रकाश कम हुन गै प्रकाश संश्लेषण प्रकृया कम हुने हुदाँ अक्सिजन उत्पादन प्रभावित हुन्छ भने पानीको सम्पर्कमा आउने धानका पातहरु तथा झारहरु कुहिने प्रकृया (decompostition) ले कार्बनिक पदार्थ (organic matter humius) को अधिकताले पी. एचको मात्रा कम हुन जान्छ ।




**चित्र २.** धान माछा खेतमा अक्सीजन र पी एच को सम्बन्ध (स्रोतः नार्क, २००४)

धान खेतमा अमोनिया ($NH_3$) नाईट्रोजनको महत्वपूर्ण स्रोत हो । चित्र ३. धान माछा खेतमा अमोनियाको उतार चढाव दिईएको छ । यो आयोनाईज्ड भएको अवस्थाको अमोनियम ($NH_4$) ले माछालाई असर नगरेता पनि अमोनियाको अवस्था घातक (toxic) हुन्छ । खास गरेर पानीको पी एच र तापक्रम बढी भएको बेला नाइट्रोजनयुक्त रासयनिक मल धान खेतमा हाल्दा अमोनियाको कारणले माछा मर्न सक्छ ।



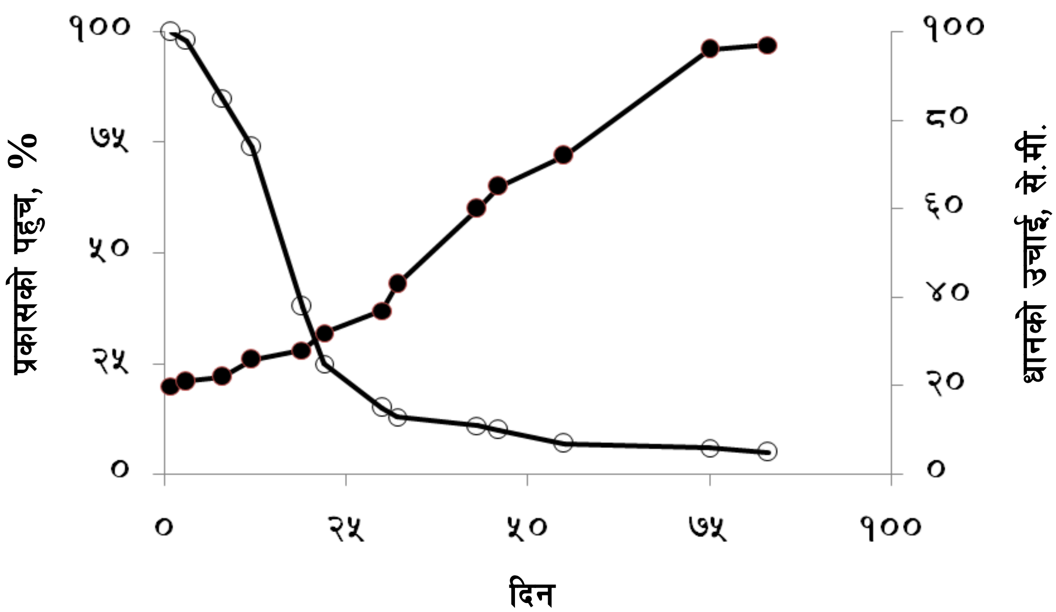

**चित्र ३.** धान माछा खेतमा अमोनियाको उतार चढाव (स्रोतः नार्क, २००४)

### ४.२ बनस्पतीलाई असर पार्ने कारणहरु

धानखेतमा वनस्पतिलाई (plants) असर पार्ने मुख्य कारणहरुमा पानी, प्रकास, तापक्रम, माटोमा हुने पोषण तत्वहरु (नाईट्रोजन, फस्फोरस, पोटास र मिनरल) र खेतीका अभ्यासहरु हुन् । धान खेतमा धानका बोटहरु लगायत विभिन्न प्रकारका लेउहरु (aglae) र जलीय वनस्पतिहरु हुन्छन् । यी सवै वनस्पतिहरुलाई प्रकास संश्लेषणिय जलीय जैविक परिमाणको रुपमा लिईन्छ ।

धानको राम्रो उत्पादन, पोषण तत्वहरुको आपूर्ति र झारपात नियन्त्रणको लागि धान खेतमा ५-७.५ से. मी पानीको निरन्तर वहाव (Continues flow) आवश्यक पर्दछ । तर धान पाक्ने समयमा पानीको आवश्यकता कम पर्दछ र धान काट्नु भन्दा १०-१५ दिन पहिल्यै धान खेत सुकाईन्छ । धान खेत सुकाउँदा जलीय वनस्पतिको बनावट (composition) मा ठूलो परिवर्तन आँउछ र धान खेतमा केवल माटोमा हुने लेउ, निलो हरियो लेउ (blue-green algae cynobactetia) मात्र रहन्छ ।

धानखेतमा सूर्यको प्रकाशको मात्रा मौसम, बादल लागेको अवस्था र छायाँदार वनस्पतिको घनत्वमा निर्भर रहन्छ । धान बालीको छाँयाले पानीमा सूर्यको प्रकासको सघनतालाई कम गर्दछ । धान रोपेको एक महिनापछि पानीमा सूर्यको प्रकासको पहुँच ८५%ले घट्छ भने २ महिना पछि ९५% ले घट्छ (चित्र ४) । धानको गाँज (tiller) बढ्दै जाँदा लेउद्वारा हुने प्रकास संश्लेषणको कृयाकलाप घट्दै जान्छ । तापक्रमको अत्यधिक उतार चढावले वनस्पतिजन्य शूक्ष्म जीवाणुको उत्पादकत्व र प्रकास संश्लेषणलाई घटाउंछ । अम्लीय माटोमा हरियो लेउ फस्टाउँछ भने क्षारीय माटोमा नाईट्रोजन बढाउने (Nitrogen fixing) साईनोव्याक्टेरिया (Cynobacteria) को घनत्व बढ्छ । कृषि चुनको ($CaCo_3$) प्रयोगले नाईट्रोजनको उपलब्धता माटोमा बढ्न गै साईनोव्याक्टेरियाको बृद्धि हुन्छ ।




**चित्र ४.** धानको उचाई र प्रकासको पहुच बिच संबन्ध

धान खेती गर्ने तरिका र अभ्यासले धानखेतमा हुने वनस्पतिको अवस्थालाई सवैभन्दा ठूलो असर पारेको हुन्छ । जोताईले लेउका बीउहरुलाई धान खेतको चारैतिर फैलाउँछ भने पानी धमिलो बनाई प्रकास संश्लेषण प्रकृयालाई घटाँउछ । छरेको भन्दा रोपेको धानले प्रकासको पहुँचलाई बढाई लेउको बृद्धि हुन मद्दत गर्दछ ।

मल खादको प्रयोग धानबालीको लागि लक्षित गरिएको भएता पनि धान खेतमा सम्पूर्ण जलीय जीव (aquatic organism) लाई असर पार्दछ । मलखादको किसिम र कृषि पर्यावरणिय क्षेत्र अनुसार असर फरक हुन सक्छ । बनस्पति र लेउका भिन्न भिन्न प्रजातिका NPK र चुनाको प्रभाव फरक फरक हुन सक्छ । अमोनियम सल्फेट $[(NH_4) 2SO_4]$ र युरिया नाईट्रोजन युक्त मलको रुपमा धान खेतमा प्रमुख रुपले प्रयोग गरिन्छ । अमोनियम सल्फेटको प्रयोगले पानीमा अमोनियमको मात्रा ४०-५० मि. ग्रा. ⁄ ली सम्म पुग्दछ भने युरियाको प्रयोगले अमोनियमको मात्रा आधा (२०-२५ मि. ग्रा. ⁄ ली) मात्रै हुन्छ । फस्फोरसको प्रयोगले लेउको परिमाणमा बृद्धि भै उत्पादकत्व बढाउँछ ।

## ४.३ धान-माछा खेती प्रणालीको लागि धान खेतको उपयुक्तता

सिद्धान्ततः प्रशस्त पानी भएको धान खेतमा माछा पालन गर्न सकिन्छ । तर सवै अवस्थामा धान खेतीको लागि तयार गरिएको जमिनको अवस्था माछाको लागि उपयुक्त नहुन पनि सक्छ ।

- धान बढ्न र हुर्कनको लागि सधै पानी आवश्यक पर्दैन । माटोमा पर्याप्त नमी (Moisture) भएको अवस्थामा मात्रै पनि धान खेती सफलतापूर्वक गर्न सकिन्छ (सिंह र अन्य, १९८०) । हालै भएका अध्ययनले कहिले काहिं गरिने सिंचाईले मात्र पनि धानको उत्पादकत्व बढ्ने देखाएको छ ।
- धानको लागि प्रयोग गरिने अमोनियायुक्त रसायनिक मल माछाकोलागि घातक वा विषालु हुन सक्छ ।
- धानको लागि पानीमा घुलित अक्सिजन आवश्यक पर्दैन तर माछा बढ्नको लागि आवश्यक छ ।
- धान खेतमा गरिने कृषिजन्य कृयाकलापहरु जस्तै झारपात गोड्ने, किटनासक औषधिको प्रयोग आदिले माछा बढ्न र हुर्कन बाधा गर्छ ।

**तालिका १.** धान र माछाको लागि आवश्यक पर्ने वातावरणीय आवश्यकताहरुको तुलना

| वातावरणीय आवश्यकता | धान | माछा |
|---|---|---|
| १. पानीको गहिराई | न्यूनतमः नमीयूक्त माटो, उपयुक्तः ३.से. मी. भन्दा माथि लगातार पानी वगिरहने । विस्तारै पानीको गहिराई बढाई धानको उमेर ६० दिन भएको अवस्थामा १५ से. मी. सम्म हुन्छ । धान काट्नु भन्दा १-२ हप्ता अघि पानी | ०.८-१.५ मी. |

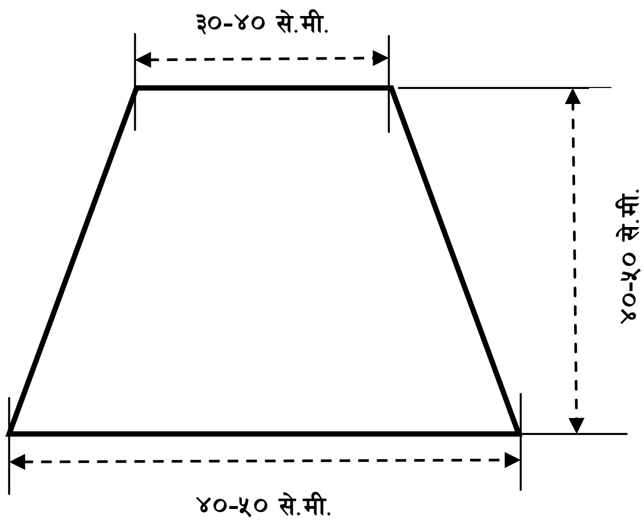
| | | |
|---|---|---|
| | पुरै सुकाउने | |
| २. तापक्रम | पानी र माटोको तापक्रम ४० डि. से. र दैनिक तापक्रममा १० डि. से. सम्मको उतारचढावले कुनै प्रतिकुल असर नपर्ने | २५-३० डि. से. र स्थिर तापक्रम उपयुक्त। आहारा खाने अवस्था कम वा बढी तापक्रम हुदाँ कम हुने। |
| ३. पानीको पी. एच. | न्यूट्रल देखि क्षारीय | ६.५-९.० |
| ४. अक्सिजन | गाँज लाग्नको लागि भर्खर रोपेको धानको लागि महत्वपूर्ण | ५-७.५ मी. ग्रा/ली (तापक्रम र संतृप्तताको आधारमा) |
| ५. अमोनिया | मल हाल्ने वित्तिकै अमोनियाको मात्रा सामान्यतया बढी हुन्छ। | आयोनाईज्ड नभएको अमोनिया माछाको लागि विषालु हुन्छ। |
| ६. धमिलोपन | खासै महत्व हुदैन | प्राकृतिक आहाराको लागि महत्वपूर्ण । पानीमा तैरिएका माटोका कणहरुले माछाको स्वासप्रस्वासमा अवरोध पुऱ्याउँछ। |
| ७. खेती गर्ने अवधि | ९०-१२० दिन धेरै उत्पादकत्व भएका जातहरु । १५०-१६० दिन स्थानीय जातहरु | १२०-२४० दिन माछाको जात र बजारको आवश्यकता अनुसार । |

# ५. माछा खेतीको लागि धानखेतको सुधार

लामो समयसम्म धान माछा खेती गर्नको लागि धानखेतमा केही भौतिक परिवर्तन वा सुधार गर्नु पर्दछ । यी सवै सुधारहरुको प्रमुख उद्देश्य धान नडुब्ने र माछा भाग्न नसक्ने गरी माछा हुर्कनको लागि उपयुक्त पानीको गहिराई उपलब्ध गराउनु हो । यसको लागि धानखेतमा मुख्य रुपले तीन वटा भौतिक सुधार गर्नु पर्दछ ।

१. धानखेतमा पानीको गहिराई बढाउन डील वा आली चौडा र अग्लो बनाउने ।
२. पानीको गहिराई नियन्त्रण गर्न, जंगली माछा भित्र पस्नबाट रोक्न र पालिएका माछा धानखेतबाट भाग्न नदिनको लागि जाली सहितको पानी प्रवेश र निकासद्धार बनाउने ।
३. धानखेतमा माछाको सुरक्षित स्थान (आश्रय स्थल)को लागि गहिराईयुक्त बासस्थान (refuse) प्रदान गर्ने ।

## ५.१ खेतको आली वा डिल निर्माण




**चित्र ५.** धान-माछा खेतीको लागि आलीको स्पेसिफिकेसन

धानका धेरैजस्तो जातहरुलाई गहिरो पानी आवश्यक नपर्ने भएकोले धानखेतमा आलीहरु होचो र कमजोर (कम चौडाई र उचाई) भएका पाईन्छन् । माछा पालनको लागि धानखेतलाई उपयुक्त बनाउन आलीको चौडाई र उचाई बढाउनु पर्दछ । धान-माछा खेतीको लागि आलीको उचाई ४०-५० से. मीं सम्म हुनु पर्दछ (चित्र ५) । माछा र धानको बृद्धि संगै धान-माछा खेतमा पानीको गहिराई २० से. मी. भन्दा माथि चाहिदैन । अझ पनि २०-३० से. मी. आलीको उचाई बाकीं रहन्छ र सामान्यतया धानखेतमा पालिने माछाका जातहरु त्यति उचाई नाघेर बाहिर जान सक्दैनन् । धानखेतको चारैतिर  चौंडा र अग्लो बनाउन पर्याप्त मात्रामा माटोको आवश्यक पर्दछ । माछाको आश्रयस्थल (refuse) बनाउँदा निस्कने माटोलाई प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ । कुनै निश्चित मापदण्ड नभएता पनि आलीको माथिको भाग (crown) ३०-४० से. मी. चौडा भएको अवस्थामा आली मजबुत हुनुका साथै पानीको गहिराईलाई लामो समयसम्म धान्न सक्ने हुन्छ ।

## ५.२ सिंचाई र निकासको प्रबन्ध

धानखेतमा माछा पालन गर्दा बर्षायाममा ठूलो पानी परी बाढी पहिरोले ठूलो नोक्सानी गर्न सक्ने संभावना हुन्छ । तसर्थ बढी भएको पानीलाई सजिलै कटाउन सक्ने र थोरै पानी हुदाँ माछालाई

बचाउन आवश्यक पानी ल्याउन सक्ने गरी व्यवस्थापन गर्नु पर्दछ । धानखेतमा राखेको माछालाई बाहिर भाग्न नदिन तथा बर्षायाममा थुप्रै स्थानीय माछा लगायत कीरा फट्यांग्रा, भ्यागुताले पनि प्रजनन् गर्ने हुदाँ तिनीहरुलाई र कुलोमा बगी आउने झारपातको अनावश्यक आवत जावतलाई नियन्त्रण गर्न पानीको प्रवेश र निकाशद्धारमा जाली लगाउनु पर्दछ । निकाश र प्रवेशद्धारको जालीलाई पटक पटक सफा गरी राख्नु पर्दछ ।

साधारणतया धान खेतमा पानीको स्तर नियन्त्रण गर्न द्वारहरु (gate) को व्यवस्था गरिएको हुदैन । कृषकहरुले आवश्यकताअनुसार आलीको कुनै भागलाई कोदालाले काटेर पानी आवत जावत गर्ने प्रवन्ध मिलाएका हुन्छन् । तर धान माछा खेतीको लागि बनाईएको ठूलो आलीमा यस प्रकारको पानी आवत जावत गर्ने गल्छीडो (breach) ले आलीको माटो काट्दै लगेर पानी नियन्त्रण गर्न नसकिने स्थिति आउउँछ । त्यसकारण पोखरीमा स्थायी किसिमको पानीको प्रवेश र निकाशद्वार बनाउनु उपयुक्त हुन्छ । तर यस प्रकारको संरचना बनाउन खर्च बढी लाग्ने हुँदा ससाना धान- माछा खेती गरिने गह्र वा खेतहरुमा (plot) ल्यास्टिक पाईप, काठको फ्रेम प्रयोग गर्नु कम खर्चिलो र उपयुक्त हुन्छ ।

## ५.३ माछा बस्ने स्थान आश्रयस्थल (refuse)

धान खेतमा माछाको आश्रयस्थलको रुपमा गहिरो क्षेत्र उपलब्ध गराउनु पर्दछ । यसप्रकारको आश्रयस्थल ट्रेन्च (नाला), पोखरी वा गहिरो खाल्डो हुन सक्दछ । आश्रयस्थलको मुख्य उद्देश्य धान खेतमा पानी सुकेको वा कम भएको अवस्थामा माछालाई बच्नको लागि सुरक्षित स्थल उपलब्ध गराउनु हो । यसले धानखेतबाट माछा झिक्न (harvest) को लागि माछा एकत्रित हुने स्थान प्रदान गर्नुका साथै धानको एक बाली पछि अर्को बालीको अन्तरालमा धान खेतमा माछालाई सुरक्षित राखिराख्ने स्थान प्रदान गर्दछ । यसले आहारा को खोजीमा धान खेतमा माछालाई जाने सुविधा समेत उपलब्ध हुन्छ ।

आश्रयस्थलको रुपमा धान खेतको कुनै एक भागमा ट्रेन्च(नाला), खाल्डो देखि पोखरीसम्म विभिन्न प्रकारका गहिराईयुक्त संरचनाहरु बनाउने प्रचलन रहेको छ । तर जुनसुकै प्रकारको आश्रयस्थल बनाउँदा धान-माछा खेती गर्ने प्रणालीलाई सघाउ पुऱ्याउने, उत्पादन र आर्थिक दृष्टिकोणले उपयुक्त हुनु पर्दछ । उहाहरणको लागि कुनै क्षेत्रमा चैते र बर्षे गरी २ बाली धान लगाईन्छ भने धान खेतमा लामो समयसम्म माछालाई पालीराखेर बजार विक्री योग्य साईजको बनाउन पोखरीको रुपमा आश्रयस्थल निर्माण गर्नु बढी उपयुक्त हुन्छ । एकै बाली धान खेती हुने क्षेत्रमा ट्रेन्च वा नाला निर्माण पनि माछाको आश्रयस्थलको रुपमा उपयोगी हुन्छ ।

### ५.३.१ ट्रेन्च वा नाला (trench) निर्माण

ट्रेन्च भनेको धानखेत भित्र माछालाई विभिन्न जोखिमको वेला सुरक्षित राख्न निर्माण गरिने एक प्रकारको नाला वा कुलो हो । पानी कम हुदाँ माछालाई सुरक्षित राख्ने, धान खेतमा माछा आहाराको खोजीमा जानको लागि पर्याप्त पहुँच उपलब्ध गराउने र माछा हार्भेष्टको लागि उपयुक्त स्थल प्रदान गर्ने आधारमा ट्रेन्चको प्रभावकारिताको मापन गरिन्छ ।

ट्रेन्च निर्माण गर्दा मुख्यरुपले ३ वटा कुरामा ध्यान पुऱ्याउनु पर्दछ ।

१. पानी सुकेको र झारपात गोडमेल गर्ने समयमा धान खेतमा रहेको सम्पूर्ण माछाहरु सुरक्षित रहन सक्ने गरी पर्याप्त चौडाई र गहिराई भएको ट्रेन्च निर्माण गर्नु पर्दछ ।
२. धेरै धानका बोटहरु विस्थापित हुने किसिमको अत्यधिक ठूलो ट्रेन्च निर्माण गर्नु हुदैन । एउटा आदर्श ट्रेन्चले २ वा ३ लाईन भन्दा बढी धानका बोटहरु विस्थापित गर्नु हुदैन ।
३. ट्रेन्चले विषम परिस्थितिमा जस्तै प्रतिपक्षी जीवको आक्रमण, चोरी शिकार र दुर्घटना (आली भत्किएको अवस्थामा) बाट माछालाई सुरक्षित राख्ने हुनुपर्दछ ।

धान माछा खेती प्रणालीमा धान मुख्य बाली भएको हुदाँ ट्रेन्चको आकार प्रकारले धानको उत्पादनमा उल्लेखनिय असर नपार्ने खालको हुनु पर्दछ । विभिन्न देशहरुमा विभिन्न प्रकारका ट्रेन्चहरु निर्माण गर्ने प्रचलन रहेको पाईन्छ । यी ट्रेन्चहरुको निर्माण मुख्यतया माछालाई सुरक्षा प्रदान गर्ने, माछाको आहारा उत्पादन र कति लामो समयसम्म माछालाई हुर्काई राख्ने भन्ने आधारमा डिजाईन र निर्माण गरिएका हुन्छन् । नेपालको विभिन्न स्थानहरुमा (धनुषा, नुवाकोट, कास्की बर्दिया, तनहुँ) गरिएको अध्ययन अनुसार धान खेतको लम्बाईको समानान्तर हुने गरी बनाईएका ट्रेन्चहरु धान र माछा उत्पादनको दृष्टिकोणले सवैभन्दा उपयुक्त पाईएको छ (तालिका २) ।

**तालिका २**. बिभिन्न प्रकारका ट्रेन्चहरु रहेको धानखेतमा माछा (कमन कार्प, ५००० गोटा/हे) र धानको (सावित्री) तुलनात्मक उत्पादन

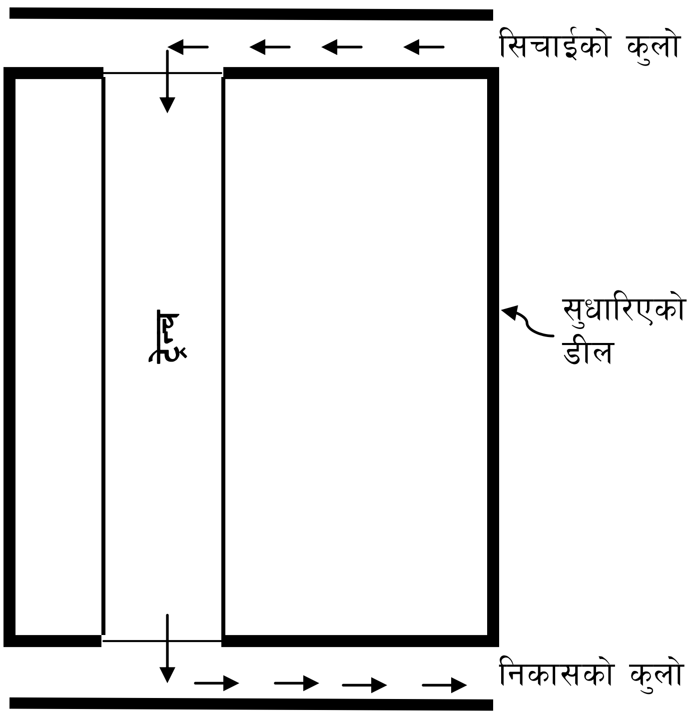
| आश्रयस्थलको प्रकार | बाँच्ने दर % | खुद माछा उत्पादन,के.जी./हे | धान उत्पादन टन/हे. |
|---|---|---|---|
| साइड ट्रेन्च | ५८.४ | ३३७.४ | ४.४ |
| टि आकारको (T) ट्रेन्च | ६५.५ | ३४५.१ | ४.१२ |
| एच आकारको (H) ट्रेन्च | ७३.५ | ३६०.१ | ३.९२ |

ट्रेन्च निर्माण गर्दा ५० से. मी. चौडा र ५०-६० से. मी. गहिराई भएको खेतको लम्बाईको समानान्तर पर्ने गरी खन्नु पर्दछ (चित्र ६ र ७) । आली वा डिल नजिक ट्रेन्च निर्माण गर्दा आलीमा क्षति पुग्ने हुँदा आली भन्दा ७०-१०० से. मी. दुरी राखेर ट्रेन्च निर्माण गर्नु पर्दछ । यस प्रकारको ट्रेन्च साना धान खेतहरुमा (५०० वर्ग मी. सम्म) उपयुक्त हुन्छ र यसले धान खेतको ५-७% जमिन ओगट्दछ । धेरै ठूला धान खेतहरुमा (५०० वर्ग मी. भन्दा माथी ३००० वर्ग मि. सम्म) एउटा मात्र ट्रेन्च माछाको

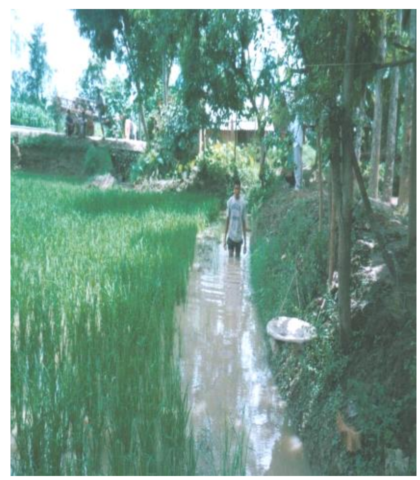
आश्रयस्थलको रुपमा पर्याप्त हुदैन । त्यस कारण यस्ता धानखेतहरुको चौडाईको दुवै तर्फ लम्बाईको समानान्तर पर्ने गरी २ वटा ट्रेन्च निर्माण गर्नु पर्दछ ।

धान-माछा खेती प्रणाली भित्र धान खेतलाई माछा भुरा उत्पादनको लागि पनि उपयोग गर्न सकिन्छ । भुरा उत्पादनको लागि पानीको प्रवेश र निकासद्वारको मुखमा पर्ने गरी ७५-१०० से. मी. गहिरो र २-३ वर्ग मि. आकारको खाल्डो (pit, sump) सहितको ट्रेन्च निर्माण गर्नु पर्दछ । खाल्डोले माछा प्रजनन् र भुरा संकलनको लागि स्थान प्रदान गर्दछ ।

ट्रेन्चको एक छेउमा सिंचाईको प्रवेश र अर्को छेउमा पानी निकासको व्यवस्था मिलाउनु पर्दछ । यसले माछालाई कृत्रिम आहारा (दाना ) दिंदा आवश्यक पर्ने अतिरिक्त अक्सिजन आपूर्ति तथा माछा झिक्न माछालाई एकत्रित गर्न सहयोग गर्छ भने विषम परिस्थितिहरुमा सोझै ट्रेन्चमा सफापानी पठाई माछालाई जोगाईराख्न मद्दत गर्दछ ।




**चित्र ६**. माछा खेतीकोलागि धानखेतमा ट्रेन्च निर्माणको स्केच



**चित्र ७**. धानखेतमा निर्माण गरिएको ट्रेन्च, बर्दिया

## ५.३.२. **खाल्डो निर्माण** (sump or pit)

कुनै कुनै धानखेतमा नाला वा ट्रेन्च निर्माण गर्न कठिन र खर्चिलो हुन्छ । पहाडी क्षेत्रका सिंचित पाखो जमिनहरुको संरचना ग्रेगरयुक्त (boulder) हुने हुँदा ट्रेन्च निर्माण गर्न उपयुक्त हुदैन । त्यस प्रकारको जमिनको संरचना भएको क्षेत्रहरुमा ५-१० बर्ग मि. क्षेत्रफल भएको र ०.५-०.७ मि. गहिराईको वर्गाकार वा गोलो खाल्डो आश्रयस्थलको रुपमा निर्माण गरी माछा पालन गर्न सकिन्छ -चित्र ८ र ९) ।

यस प्रकारको आश्रयस्थल भएको धान-माछा खेतीमा माछाको घनत्व कम हुने हुदाँ माछाको उत्पादकत्व कम हुन्छ ।

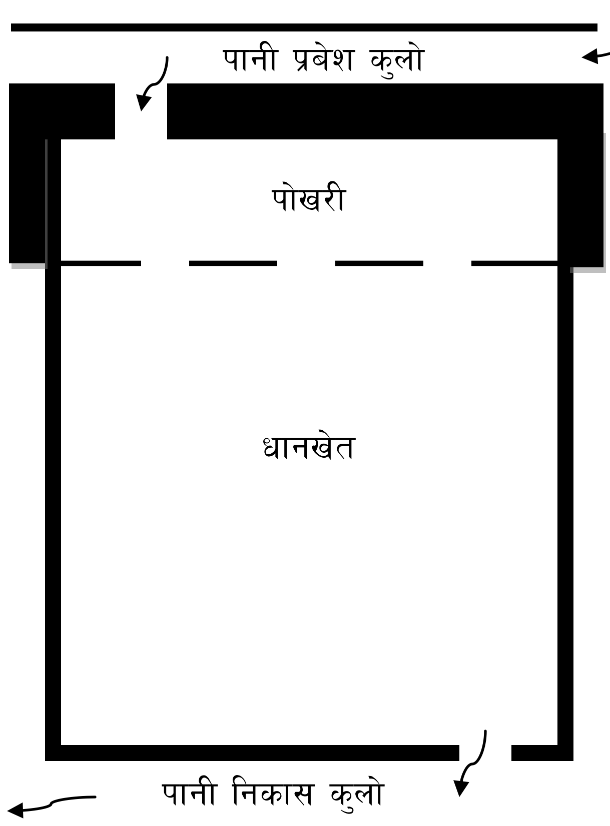
**चित्र ८.** धानखेतमा बनाईएको वर्गाकार खाल्डो (आश्रयस्थल), छत्रेफांट नुवाकोट

**चित्र ९.** धानखेतमा ट्रेन्च सहितको वर्गाकार खाल्डो (आश्रयस्थल), मकवानपुर

### ५.३.३. धान खेतमा पोखरी निर्माण (pond refuse)

धान खेतमा  ट्रेन्चको विकसित रुप पोखरी निर्माण गर्नु हो । साधारणतया धान-माछा खेती अवधि भित्र हुर्काइने माछा बजार विक्रि योग्य साईजको बनाउन लामो समय हुर्काई राख्न यस प्रकारको संरचनाको विकास भएको हो । धानखेतको चौडाई पूरै ढाकिने गरी १ मिटर गहिरो पोखरी खन्नु पर्दछ । धान खेतमा खनिने पोखरीको लम्बाई र क्षेत्रफल धान खेतको ल्पटको साइजमा निर्भर रहन्छ र पोखरीले धान खेतको कुल क्षेत्रफलको १०-१५% भाग ओगट्ने गरी पोखरी निर्माण गर्नु पर्दछ । फिलिपिन्स तथा भारतमा प्रति हेक्टर धान खेतमा क्रमशः ५% र २८% क्षेत्र ओगटेर पोखरी बनाईन्छ । पोखरीले चर्चेको

धान खेतको तीन तर्फको आलीमा पोखरी खन्दा निस्केको माटोले ठूलो डील बनाउनु पर्दछ । धान खेत तर्फ रहेको पोखरीको सिमानामा करिव २०-२५ से. मी. अग्लो आली लगाउनु पर्दछ । यस प्रकारको व्यवस्थाबाट धान रोप्नु पूर्व भुरा उपलब्ध हुने समयमा पोखरीमा स्टक गरी माछा हुर्काउन सकिन्छ । धान रोपेको २ हप्ता पुगेपछि खेत तर्फको अस्थायी आलीमा प्रत्येक ५० से. मीं को दुरीमा २५-३० से. मीं चौडा गल्छिडो बनाई धान खेतमा माछा आवत जावत गर्ने बाटो बनाउनु पर्छ । त्यस्तै धान पाक्ने बेलामा खेतको पानी सुकाई माछालाई पोखरीमा एकत्रित गरी पुनः खेत तर्फको काटेको आली माटोले बन्द गरेर पोखरीमा लामो समयसम्म माछा पाल्न सकिन्छ ।




**चित्र १०.** धानखेतमा पोखरी निर्माणको स्केच

# ६. उत्पादन प्रणाली

## ६.१. धानसंगै माछा खेती

धानसंगै माछा खेती विस्तारित (extensive) माछा खेती प्रणाली हो जस अन्तरगत स्टक गरिएका माछा प्रायः प्राकृतिक आहारामा निर्भर रहन्छन् । माछा राखेको शुरुको केही हप्तासम्म स्थानीय रुपमा पाईने कच्चा पदार्थ प्रयोग गरी दाना दिईन्छ । धान बालीको ब्यवस्थापन अन्तरगत मल प्रयोगमा केही परिवर्तन गरिन्छ भने किटनाशाक विषादीको प्रयोग न्यून गरिन्छ र यस्तो अवस्थामा धान खेतको पानी सुकाई माछालाई आश्रयस्थल (refuse) मा एकत्रित गरिएको हुन्छ ।

यस प्रकारको धान-माछा खेती प्रणालीको मुख्य व्यबधान भनेको धान भन्दा माछालाई हुर्काउने अवधी कम (९० - १२० दिन) हुन्छ । जसको फलस्वरुप चाडैं पाक्ने धान खेतमा माछाको हार्भेष्ट साइज सानो हुन्छ । माछाको हार्भेष्ट साइज ठूलो बनाउन ठूला भुराहरु (Fingerling) धानखेतमा छाड्नु (स्टक) गर्नु पर्दछ । ठूला भुरा आपूर्तिको लागि धान-माछा खेती गरिने क्षेत्रहरुमा केही कृषकहरुले धान खेतलाई ठूला भुरा उत्पादनको लागि प्रयोग गरी धान खेतमा खाने माछा उत्पादन गर्ने कृषकहरलाई विक्रिवितरण गर्न सक्छन् । विकल्पको रुपमा धान माछा खेतकिो शूरुको अवस्थामा ४०००० - ५०००० सानो भुरा प्रति हेक्टर स्टक गरी कृत्रिम दाना दिने र पहिलो पटक झारपात गोडने समयमा (२१-२८ दिन) भुरा माछालाई आश्रयस्थलमा एकत्रित गर्नु पर्दछ । दोश्रो पटक झारपात गोडने समयमा (४०-४५ दिन भित्र) हुर्केका ठूला भुराहरु (८-१० से. मी.) हार्भेष्ट गरी विक्रि वितरण गर्न सकिन्छ । दोस्रो पटकको झारपात गोडमेल पछि भुरा हार्भेष्ट गरी ५००० गोटा भुरा प्रति हेक्टर खाने माछा हुर्काउनको लागि धान खेतमा राख्न सकिन्छ ।

## ६.२ धान-माछा चक्र प्रणाली (दोस्रो बालीको रुपमा माछा)

धान खेती गरिने सिम खेतहरुमा दोस्रो बालीको रुपमा माछालाई प्रयोग गर्न सकिन्छ । बर्षै भरी पानी रहने होचो धानखेतहरुमा एक बाली (बर्षे) धान मात्रै खेती गरिन्छ र बर्षाको अन्य समय बाझों छोडिन्छ । यस प्रकारको धानखेतहरुमा धानसंगै माछा खेती र धान काटसिकेपछि माछा खेतीलाई निरन्तरता दिई बजार बिक्री योग्य साईज बनाईन्छ । धानसंगै माछा खेतीमा स्टक गरिएका माछाले धान काटिसकेपछि हुर्कन र बढ्नको लागि ठूलो क्षेत्र पाउने हुनाले यस प्रणालमिा माछाको स्टकिङ्ग दर बढाईएको हुन्छ । सामान्यतया स्थानीय रुपमा उपलब्ध हुने कच्चापदार्थ प्रयोग गरी दाना उपलब्ध गराईएको अवस्थामा प्रति हेक्टर १०००० माछा भुरा स्टक गर्न सकिन्छ । कास्की जिल्लाको ह्याङ्जा क्षेत्रको केही सिम धानखेतहरुमा कृषकहरुले यस प्रकारको धान माछा खेती प्रणालीबाट धान खेतको उत्पादकत्व बढाई लाभ लिईरहेको पाईन्छ ।

## ६.३ दुई बाली धान संगै माछा खेती

सिंचाइको पर्याप्त सुविधा भएको क्षेत्रहरुमा बर्षे र हिंउदे २ बाली धान खेती गर्ने प्रचलन नेपालका केही जिल्लाहरुमा छ । हिंउदे वा चैते धान खेतमा माछाको भुरा छाडी बर्षे धान बाली भित्र्याउने बेलामा माछा हार्भेष्ट गर्न सकिन्छ । लगातार गरिने दुई बाली धान खेतीमा माछा पालनको लागि लामो समय ( > १८० दिन) प्राप्त हुन्छ र हार्भेष्ट गरिएका माछा बजार विक्री योग्य साईजका हुन्छन् । यस प्रकारको खेती प्रणालीमा चैते धान रोपी सकेपछि सानो साईजको माछा भुरा (३-५ ग्राम) प्रति हेक्टर ८०००-१०००० गोटाका दरले स्टक गर्नु पर्दछ । पहिलो बाली धान काट्ने समयमा माछालाई ट्रेन्च वा पोखरी (आश्रयस्थल) मा एकत्रित गर्नु पर्दछ र बर्षे धान रोपेको १५ दिन पछि खेतमा पानी भरी पुनः माछालाई आहाराको खोजीमा धान खेतमा जान दिनु पर्दछ । यस प्रकारको २ बाली धान खेती बीचको माछा खेतीलाई २ चरणमा राख्न सकिन्छ ।

१. भुरा हुर्काउने (चेते धान-माछा खेती)

२. खाने माछा उत्पादन (बर्षे धान-माछा खेती)

नुवाकोट, कास्की जिल्लाका दुई बाली धान खेती हुने क्षेत्रका कृषकहरुले यस प्रकारको धान माछा खेतीबाट लाभ लिईरहेका छन् ।

## ७. धान-माछा खेती व्यवस्थापन

### ७.१ धान खेतमा माछा भुरा छोड्नु पूर्वको कृयाकलाप

धान रोपीसकेपछि माछा भुरा छाड्नु पूर्व माछा सुरक्षित रहन धान खेतको रुपान्तरण (modification) भएको नभएको यकिन गर्नुपर्दछ । जस्तै डिलको उचाई र चौडाई, आश्रयस्थलको अवस्थिति, चौंडाई र गहिराई, प्रवेश र निकासद्वारको व्यवस्था आदि बारे सुनिश्चित हुनु आवश्यक पर्दछ । धान खेतमा कस्तो प्रकारको रुपान्तरण गर्ने हो भन्ने कुरा विभिन्न कारकहरुको संयोजन (combonation) मा निर्भर रहन्छ : जमिनको धरातल, माटोको गुण, पानी आपूर्ति, प्रचलन, विगतको अनुभव, धान र माछा बीचको तुलनातमक महत्व, भुरा वा खाने माछा उत्पादन ।

### ७.२ पानीको आवश्यकता र व्यवस्थापन

माछा पालन गर्ने धानखेतको माटो चिम्ट्याईलो किसिमको र पानी अड्ने किसिमको हुनु पर्दछ । पानीको स्रोत यदि स्थायी किसिमको छ भने त्यस्तो ठाँउमा चेते धानसंग पनि माछा पालन गर्न सकिन्छ । पानकिो स्रोत छनोट गर्दा माछा पालुन्जेलसम्म पानी भै रहने वा सिंचाईको सुविधा भएको ठाँउ हुनु पर्दछ । अचानक बाढी आउने, सुक्खा हुने, पहिरो आउने र रेखदेख पुऱ्याउन नसक्ने ठाँउको छनोट गर्नु हुदैंन ।

धान रोपेको २ हप्ता पछि माछा भुरा छोडने समयमा धान खेतमा पानीको गहिराई ८-१० से.मी. सम्म पुरयाउनु पर्दछ । धान र माछाको वृद्धि सगैं क्रमशः पानीको गहिराई वढाउदै धान रोपेको ४५ दिन सम्ममा १५-२० से.मी. पुरयाउनु पर्दछ । धान खेतको निकास द्वारमा राखिएको जाली सहितको फ्रेमलाई आवश्यकता अनुसार तल माथि गरी पानीको गहिराई नियन्त्रण गर्न सकिन्छ ।

**तालिका ३**. ट्रेन्च सहितको धानखेतमा सिचाई गर्ने तरिकाको धान र माछा उत्पादनमा प्रभाव

| कमन कार्प घनत्व/हे | ८-१२ से.मि. सम्म पानी जमाईराख्ने (stagnant irrigation) | | सिंचाई ( १० से.मि. पानीको गहिराई राखि पानी बगाउने (continues flow) | |
|---|---|---|---|---|
| | माछा उत्पादन, के.जी./हे | धान उत्पादन टन/हे | माछा उत्पादन, के.जी./हे | धान उत्पादन टन/हे |
| ० | - | ४.१ | - | ३.४ |
| २००० | २९७.२ | ४.१ | ३२७.१ | ३.६ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ३००० | ३१३.६ | ४.२ | ३६८.३ | ३.६ |
| ४००० | ३७१.९ | ४.२ | ४२४.६ | ३.४ |
| ५००० | ३८८.६ | ४.० | ४४३.१ | ३.३ |

### ७.३ मल खादको प्रयोग

धानखेतमा माछा पालन गर्दा प्राङ्गारिक र रसायनिक मल दुवै प्रयोग गरिन्छ तर केही अध्ययनहरुले धानसंगै माछा खेतीमा प्राङ्गारिक र रासायनिक मल राख्दा माछा र धान उत्पादनमा केही थपघट हुने नतिजा देखाएको छ । प्राङ्गारिक मल प्रयोग गर्दा एकातिर त्यसमा रहेका मसिना किराहरुलाई माछाले सोझै आहाराको रुपमा पनि प्रयोग गर्न सक्छ भने रसायनिक मल प्रयोग गर्दा क्रमिक रुपमा ब्याक्टेरिया, लेउ, प्लाङ्कटन र मसिना कीराहरु उत्पन्न गरी माछालाई आहारा उत्पादन गरिदिने वातावरण सृजना गर्दछ ।

धान बालीको तुलनामा धानमाछा खेतीको लागि केही बढी मलखादको आवश्यकता पर्दछ । धान तथा माछाको राम्रो बाली भित्र्याउनको लागि धानखेतको पहिलो जोताई गर्ने बेलामा राम्रोसंग पाकेको गोवर मल ५-७ मे. टन प्रति हेक्टरका दरले हाल्नु पर्दछ । गोवर वा कम्पोष्ट मलले माछाको लागि आवश्यक पर्ने प्राकृतिक आहारा उत्पादनमा सघाउ पुऱ्याउँदछ भने पोषक तत्व प्रदान गर्नुको साथै माटो खुकुलो बनाई धानको उत्पादनमा समेत योगदान पुऱ्याउँदछ ।

धान खेतीको लागि रसायनिक मलको मात्रा धानको जात, माटोको उर्वरा शक्ति, धान लगाईने क्षेत्र बिशेष आदिमा निर्भर रहन्छ । तर सामान्य रुपमा सिफारिस गरिएको नाईट्रोजन, फस्फोरस र पोटाशको मात्रा १००, ६० र ५० केजी प्रति हेक्टर धान माछा खेतीमा प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ । नाईट्रोजनको आधा मात्रा (५०केजी/हे) फस्फोरस र पोटासको पूरै मात्रा धान रोप्नु पूर्व हिल्याउने बेलामा हाल्नु पर्दछ भने नाईट्रोजनको बाकी रहेको आधा मात्रा (५०केजी/हे) टप ड्रेसिङ्गको रुपमा धानको गाँज लाग्ने बेलामा (पहिलो गोडमेल पछि ) र फुल्ने बेलामा (दोस्रो गोडमेल पछि) बराबर भागमा हाल्नु पर्दछ । धान खेत हिल्याउने बेलामा नाईट्रोजन आपूर्ति गर्न अमोनियम सल्फेट मल प्रयोग गर्नु पर्दछ । तर नाईट्रोजन टप ड्रेसिङ्ग गर्न अमोनियम सल्फेट मलको प्रयोग घातक हुन सक्ने हुदाँ युरिया मल प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ ।

### ७.४ धान खेती व्यवस्थापन

#### ७.४.१ धानको उपयुक्त प्रजाति

उन्नत जातका धान बढी उत्पादनशिल हुनका साथै केही हदसम्म रोग र परजीवी प्रतिरोधक पनि हुने गर्दछन् । उन्नत जातका धानसंग माछा पालन गर्नु बढी उपयुक्त मानिन्छ । धानसंग माछा पालन गर्न गहिरो खेत वा ढाब वा सिम खेतमा लगाईने धान, धेरै पानी खप्न सक्ने र नढल्ने खालका बढी उपयुक्त मानिन्छ ।

धान माछा खेतीको लागि धानको प्रजाति छनोटमा निम्न कुराहरुमा ध्यान पुऱ्याउनु पर्दछ :

- कडा डाँठ भएको र पानी जमिरहने ठाँउमा नढल्ने ।
- बढी फल्ने तर रोग किरा प्रतिरोधि हुनु पर्दछ ।
- मध्यम होचो र मलखादको प्रत्युत्तरमा उत्पादन दिने ।
- पातहरु नलत्रने र कम छायादार भएको ।
- मध्यम पाक्ने अवधि (१२०-१४० दिन) भएको ।

कतिपय मुलुकमा धानखेतमा माछा पालनसंग उपयुक्त हुने धानको प्रजातिको पनि विकास भएको छ । त्यसरी विकसित गरिएको धानखेतमा माछासंग सुहाउने किसिमको धान *Oryza japonicas* हो । उन्नत जातको धानबाली मध्ये IR ६४ र Cisadane प्रजातिहरु ईन्डनेनेशियामा माछा पालनसंग उपयुक्त मानिएको छ । भारतमा रत्ना (Ratna) भन्ने अग्लो धान, पंकज (Pankaj) र जया (Jaya) प्रजातिहरु बढी प्रचलनमा भएको पाईन्छ । यी प्रजातिका धान बालीसंग माछा पालन गर्दा रत्ना धानले ३.८ मे. टन, पंकजले ३.७ मे. टन, वयाले ६.४ मे. टन प्रति हेक्टरका दरले उत्पादन दिने पाईएको छ । तर यी धानहरुले माछा नराख्दा ३.२, ३.०, ५.९ मे. टन प्रति हेक्टर बराबरको उत्पादन दिने गरेको पाईन्छ । नेपालमा माछासंग लगाउन उपयुक्त मानिएको धानका प्रजातिहरु मध्ये मन्सुली, राधा ४, जानकी र सावित्री प्रमुख हुन् तर यसको अर्थ उपरोक्त प्रजाति बाहेक अन्यसंग माछा पालन गर्न नहुने होईन । अन्य प्रजातिका धानसंग पनि माछा पालन गर्न सकिन्छ तर सो सम्बन्धी थप अध्ययनहरु हुनु आवश्यक छ ।

जनकपुरमा भएको एक अध्ययन अनुसार IR ९७२७ (चैते ४) को उत्पादन ०, २०००, ३०००, ४००० रु ५००० गोटा कमनकार्प माछा भुरा प्रति हेक्टरका दरले राखिँदा धानको उत्पादन क्रमशः ४.१, ४.२, ४.४, ४.५ र ४.७ मे. टन प्रति हेक्टर भएको थियो । त्यसै गरी सावित्री धानसंग ०, ३०००,४५००, ६००० र ७५००० गोटा प्रति हेक्टरका दरले टिलापिया जातका माछा भुरा राखिँदा धानको उत्पादन क्रमशः ४.२, ४.३, ४.४, ४.५ र ४.५ मे. टन प्रति हेक्टरका दरले भएको थियो । हाल संचालित अध्ययनहरुले माछा राखेको धानखेतमा धानबोटको गाँज धेरै सप्रिने र माछा नराखिएको खेतमा गाँज थोरै भएको पाईएको छ । माछा राखिएको धानखेतमा ट्रेन्चले केही जग्गा ओगटे पनि धानबालीको उत्पादन बृद्धि हुनाको कारण धानको गाँज बढी हुनुले पनि हो ।

थुप्रै जातका धानहरु उपलब्ध भएतापनि धानसंगै माछा पालन गर्दा ढिलो पाक्ने, बढी पानी खप्ने र नढल्ने धान छनोट गर्नु पर्दछ । परीक्षण गरिएका केही धानबालीको परिपक्व हुने समय निम्न अनुसार रहेको पाईन्छ ।

मन्सुली - ढिलो पाक्ने (१५५ दिन)

साबित्री -मध्यम समयमा पाक्ने (१४० दिन)

राधा ४ - चाडो पाक्ने (१२५ दिन)

### ७.४.२ धानखेतको तयारी

आलीको सुदृढीकरण गरी ट्रेन्च खनिसकेपछि खेत खनजोत गर्नु पर्छ र हिल्याउनु पर्छ । हिल्याउने बेलामा ३ मे. टन गोवरमल प्रति हेक्टरका दरले राख्नु पर्दछ । त्यसपछि धान खेतमा बनाईएको ट्रेन्चमा पानी भरी प्रवेश र निकासमा मसिनो जाली सहितको फ्रेम वा पाईप राख्नु पर्दछ । धान रोप्नु १-२ घण्टा अगाडि फ्युराडन -३ (Furadon-3) कीटनाशक बिषादी १५ के.जी. ग्राम प्रति हेक्टरका दरले राख्नु पर्दछ । धान रोप्ने वेलामा नाईट्रोजन ५० केजी, फस्फोरस ३० केजी र पोटास ३० केजी प्रति हेक्टरका दरले राख्नु पर्दछ ।

### ७.४.३ धान रोप्ने तरिका

नर्सरीबाट उखेलेको धानको विरुवाको जरालाई धान रोपनु भन्दा १ घण्टा अगाडि बेभिष्टिन (Bevistine) को झोलमा (१ ग्राम प्रति लिटर पानीमा) डुवाई राख्नु पर्छ । र ती धानका विरुवालाई बोट देखि बोट २०-२५ से. मी. को दुरीमा सिधा लाईनमा रोप्नु पर्दछ । प्रत्येक गाभोमा ३ - ४ वटा मात्र धानको विरुवा रोप्नु पर्दछ । धानको विरुवालाई राम्ररी सप्रन दिन धान रोपेको दिनदेखि १ महिना सम्म पानीको सतह ८-१० से. मी. राख्नु पर्दछ । त्यस पछि विस्तारै पानीको सतह १५-२० से. मी. सम्म पुऱ्याउनु पर्छ ।

### ७.४.४ धानखेतमा गोडमेल

धानखेतमा उम्रने अनावश्यक झारपातलाई समय समयमा गोडमेल गरी फाल्नुपर्दछ । धानखेतमा झारपातको नियन्त्रण गर्नको लागि रसायनिक बिषादी प्रयोग गर्नु हुदैन तर गर्नु पर्ने भएमा विशेषज्ञहरुको राय लिनु पर्दछ । साधारणतया धानखेतको गेाडमेल मानिसबाट हातैले गर्नु बढी उपयुक्त हुन्छ जसले गर्दा माछालाई कुनै असर पर्दैन ।

### ७.४.५. धान रोपीसकेपछि मलखादको प्रयोग

धानको बानस्पतिक बृद्धिको लागि धान रोपीसकेपछि टप ड्रेसिङ्गको रुपमा दुई पटक नाईट्रोजनयुक्त रासयनिक मल हाल्नु पर्दछ । नाईट्रोजनको स्रोतको रुपमा युरिया मल ५५ के. जी. प्रति हेक्टरका दरले (२५ के. जी. नाईट्रोजन) धानको गाँज लाग्ने बेलामा (पहिलो गोडमेल पछि ) हाल्नु पर्दछ । त्यस्तै युरिया मलको समान मात्रा भान फुल्ने बेलामा (दोस्रो गोडमेल पछि) हाल्नु पर्दछ ।

## ७.५ धान खेतमा माछा खेती व्यवस्थापन

### ७.५.१ माछाको जात

धानखेतमा पलिने माछाको जातको छनोट माछाको आहार व्यवहारमा भर पर्ने हुन्छ । धानखेतमा राखिने माछाको जात धानबालीलाई सप्रन मद्दत गर्ने भई धान उत्पादन बृद्धि गराउने, नबग्ने पानीमा पनि फस्टाउने किसिमको हुनु पर्दछ । साथै माछा भुराको स्रोत नजिक भएको वा आफै प्रजनन् गर्ने, हरियो लेऊ, मसिना कीरा-फट्याङ्गा खाई हुर्कने खालको हुनु पर्दछ ।

धान खेतमा पाल्नको लागि माछामा निम्न गुणहरु हुन पर्दछ :

- धानखेतमा पानीको गहिराई कम हुने हुँदा पानीको तापक्रम बढ्न जाने र अक्सिजन कम हुने समस्या हुन्छ । यस प्रकारको विषम परिस्थितिमा बाँच्न र हुकृन सक्ने ।
- पोखरी भन्दा धान खेतको डिल होचो हुने हुदाँ नउफ्रने र सोझो खालको माछा उपयुक्त हुन्छ ।
- धान खेतमा पाईने कीरा फट्याङ्गरा र लेउ खाएर हुर्कन सक्ने ।
- धानखेतमा उपलब्ध हुने प्राकृतिक आहारा र कृत्रिम आहारा खाई चाडैं बढ्ने ।
- धमिलो पानीमा बाँच्न र हुर्कन सक्ने ।

**चित्र ११.** तनहुंको बरादीमा संचालन गरिएको धान माछा खेतीको परिक्षण स्थल

यी सबै गुण भएका माछा मध्ये कमनकार्प र टिलापिया जातका माछा धानखेतको लागि उत्तम मानिएको छ । मत्स्य अनुसन्धान केन्द्र पोखराले संचालन गरेको एक अध्ययन अनुसार धानखेतमा कमनकार्प माछाका भुरा ९००० गोटा प्रति हेक्टरको दरले राख्दा प्रति दिन सरदर ०.७३ ग्रामका दरले बृद्धि भएको थियो । नुवाकोट जिल्लामा चैते धानमा ६००० गोटा कमनकार्प भुरा प्रति हेक्टरका दरले राख्दा ७०० केजी प्रति हेक्टरसम्म उत्पादन भएको थियो । यस परिक्षणमा कमनकार्प भुराको शूरु सरदर तौल ६० ग्राम र पानीको तापक्रम १८-२२ डि. से. रहेको थियो । मत्स्य अनुसन्धान केन्द्र पोखराले गरेको अनुसन्धानको क्रममा कमनकार्पका विभिन्न साईजका माछा भुरा ४०००, ५०००, ६००० गोटा प्रति हेक्टरका दरले धानखेतमा राखिदाँ माछाको उत्पादन १६३ देखि ५१४ केजी सम्म भएको पाईयो ।

**तालिका** ४. धानखेतमा कमन कार्प र टिलापिया माछाको औसत उत्पादन +

| माछाको जात | घनत्व गोटा/हे | हार्भेस्टको समय माछाको औसत तौल, ग्राम | माछा उत्पादन, के.जी./हे | धान (साबित्री) उत्पादन टन/हे |
|---|---|---|---|---|
| धान मात्र | - | - | - | ४.१४ |
| कमन कार्प | ४००० | १५४.६ | ३६२.३ | ४.२ |
| | ५००० | १५२.२ | ३७८.० | ४.०८ |
| टिलापिया | ६००० | ८४.८ | २६५.८ | ४.३ |
| | ७५०० | ८३.६ | २९८.२ | ४.२४ |

\+ माछा हुर्काईएको अवधी ७७ दिन

++ धानखेतमा माछा छोडदाको औसत तौल, कमन कार्प ४.२ ग्रा. र टिलापिया ११.४ ग्रा.

चीनमा गरिएको परिक्षण अनुसार धानखेतमा कमनकार्प, सिल्भरकार्प र टिलापिया माछालाई मिश्रित रुपले धानखेतमा पालिंदा कमनकार्प सवैभन्दा राम्रो फस्टाएको थियो । कमनकार्प माछा हिलो, कम पानी र केही हदसम्म बढी तापक्रम भएको पानी पनि सहन  गर्न सक्ने माछा हो । कमनकार्प माछा सर्वहारी माछा भएको हुनाले धानखेतमा पाईने प्रायः जसो सवै खालै आहारा खाई छिटो बृद्धि हुने गर्दछ । यो माछा तुलनात्मक हिसावले छिटो बृद्धि हुने, ४० डि. से. सम्मको तापक्रम सहन सक्ने र राखिएको ठाँउबाट प्रायः नभाग्ने हुदाँ धानखेतमा बढी उपयुक्त मानिन्छ ।

थाईल्याण्डमा भएको परिक्षणको नतिजा अनुसार कमनकार्प, ठूलो भित्ते (*Puntius gonionotus*) र टिलापिया समेत मिश्रित माछा पालनमा ५००० गोटा प्रति हेक्टरका दरले राख्दा सवैभन्दा उपयुक्त माछा कमनकार्पलाई नै मानिएको थियो । धानखेतमा माछा पालनको लागि एशिया महाद्धिपका देशहरुमा कमनकार्प नै मुख्य माछा हो ।  अन्य महत्वपूण माछाहरु मध्ये ठूलो भित्ते (*Puntius gonionotus*), सिंघि, मागुर र टिलापिया पर्दछन् ।  धानखेतमा माछा पालन गर्दा ठूलो हुर्कौला भुरा राख्न उचित हुन्छ तर माछाका मसिना भुरा पनि धानखेतमा राखि हुर्काउन सकिन्छ भने धानखेतमा माछाको प्रजनन गराई भुरा उत्पादन पनि गर्न सकिन्छ ।

### ७.५.२ माछाको जात समिश्रण र घनत्व

धानखेतमा बहुजातीय र एकजातीय मत्स्य पालन गर्न सकिन्छ । उदाहरणको लागि बंगलादेशमा कमन कार्प, ठूलो भित्ते (*Puntius gunionutus*) र रहु माछा धान खेतमा संगसंगै पालने प्रचलन छ । त्यस्ते ६-९ ग्राम साईजमा भाकुर, रहु, ठूलो भित्ते, कमनकार्प, नैनी, सिल्भरकार्प माछा संयुक्त रुपमा धान खेतमा पाल्ने गरेको पनि पाईन्छ । चीनमा कमन कार्प र टिलापिया माछा संयुक्त रुपमा धान खेतमा पलिन्छ । इण्डोनेशियामा टिलापिया, कमन कार्प र ठूलो भित्ते माछा वहुजातीय मत्स्य पालनको रुपमा धान खेतमा पाल्ने गरिन्छ । नेपालमा भने एक जातीय माछा पालनको रुपमा कमन कार्प माछा प्रमुख रुपले पालिन्छ । कमन कार्पको विकल्पको रुपमा टिलापिया माछाको धान माछा खेतीमा प्रभावकारिता सम्बन्धी अध्ययन अनुसन्धानहरु संचालन भएका छन् र केही कृषकहरुले धान खेतमा माछा स्टक गर्न शुरु गरेका छन् ।

धान खेतमा माछाको घनत्व धान खेतमा मलखादको प्रयोग, माछालाई उपलब्ध गराईने कृत्रिम आहारा, आश्रयस्थलको प्रकार, गहिराई र यसले ओगटेको क्षेत्रफल, फसल लिने बेलामा अपेक्षा गरिएको माछाको तौलमा निर्भर गर्दछ । एक बाली धान हुने खेतमा सानो भुराहरु (२-३ ग्रा.) स्टक गर्न उपयुक्त हुदैंन । धान रोपेको शुरुको अवस्थामा धानखेत खुला हुने, पानी तुलनात्मक रुपमा सङ्लो रहने हुदाँ सानो भुराहरु प्रतिपक्षि जीव (चरा, सर्प आदि ) बाट सुरक्षित रहन सक्दैनन् र माछाको मृत्यूदर उच्च रहन्छ । धान खेतमा स्टक गरिएको माछाको बाच्ने र बृद्धिदर उच्च राख्न ५ ग्राम भन्दा माथिका ठूला भुरा स्टक गर्न उपयुक्त हुन्छ । धान खेतमा पालिने माछाको घनत्व तालिका ५ मा दिईएको छ ।

**तालिका ५.** विभिन्न अवस्थामा धान खेतमा स्टक गरिने माछाको घनत्व प्रति हेक्टरमा

| आश्रयस्थलको प्रकार | कृत्रिम दानाको ब्यबस्था | माछाको जात | माछा भुराको तौल | घनत्व |
|---|---|---|---|---|
| ट्रेन्च | नभएको | कमन कार्प | ५-१० ग्राम | ३०००-४००० |
| | भएको | कमन कार्प | ५-१० ग्राम | ५००० |
| | नभएको | टिलापिया | ४-७ ग्राम | ५०००-६००० |
| | भएको | टिलापिया | ५-१० ग्राम | ७५००-८५०० |
| खाल्डो | भएको | कमन कार्प | ५-१० ग्राम | ४००० |
| | भएको | टिलापिया | ४-७ ग्राम | ५०००-६००० |
| पोखरी | भएको | कमन कार्प | ५-१० ग्राम | ६००० |
| | भएको | टिलापिया | ४-७ ग्राम | ८०००-१०००० |

उपरोक्त अनुसार धान खेतमा माछा राखेपछि माछालाई हानी नोक्सानी भए नभएको यकिन गरी माछाको बृद्धि जाँचको आधारमा ठूला माछालाई धान माछाको खेती अवधी भित्रै हार्भेष्ट गर्नु उपयुक्त

हुन्छ । यसले धान खेतमा रहेका अन्य माछालाई चाडों बढ्नको लागि पर्याप्त क्षेत्र र आहारा उपलब्ध हुन्छ ।

**तालिका ६.** धान र माछाको उत्पादनमा माछाको (कमन कार्प) स्टकिङ्ग साइजको असर

| घनत्व, गोटा/हे | स्टकिङ्ग गर्दा माछाको औसत तौल, ग्रा | माछा उत्पादन, के.जी./हे | धान उत्पादन, टन/हे |
|---|---|---|---|
| ४००० | ५-१० | २४९.५ | ३.८६ |
| | १०-२० | ३४८.४ | ३.९४ |
| ५००० | ५-१० | २८६.३ | ३.९२ |
| | १० -२० | ४१४.४ | ३.८३ |
| ६००० | ५-१० | ३७४.२ | ४.०१ |
| | १० -२० | ४७७.८ | ३.९० |

### ७.५.३ भुराको आपूर्ति र धान खेतमा भुरा छाडने

धान रोपी सकेको १०-१५ दिन भित्रमा ५-१० ग्राम साईज पुगेको वा सकेसम्म ठूलो साईजको माछा भुरा धानखेतमा छाड्नु पर्दछ । आश्रयस्थलको प्रकार, भुराको साईज र कृत्रिम दाना ब्यबस्थापनको आधारमा तालिका ५ मा उल्लेख भएअनुसारको संख्यामा भुरा छाड्नु पर्दछ । टाढाबाट विभिन्न माध्यमबाट ल्याईएको भुराहरुलाई धानखेतमा एक्कासी छाड्नु हुदैन । किनभने धानखेतमा भएको पानी र माछा भुरा ल्याईएको थैलो वा भाँडामा रहेको पानीको तापक्रम समान नभएमा ताक्रमको फरकले गर्दा माछा भुरा मर्न सक्छन् । तसर्थ माछा भुरालाई तापक्रमको फरकले मर्नबाट बचाउन माछाभरु ल्याएको थैलोलाई १५ मिनट जति धानखेतको पानीमा राख्नु पर्दछ र त्यसपछि थैलोको मुख खोली विस्तारै धानखेतको पानीमा मिसाउदैं दुवै पानीको तापक्रम समान भएपछि मात्र धानखेतमा भुराहरु छाड्नु पर्दछ ।

### ७.५.४ माछाको पोषण र दाना व्यवस्थापन

धानखेतमा पालिने माछालाई कृत्रिम आहारा खुवाई माछाको उत्पादन बढाई बढी आय आर्जन गर्न सकिन्छ । तर धान खेतमा पालिने माछाको लागि के  र कति मात्रामा र दैनिक कति पटकसम्म दाना

**चित्र १२.** धानखेतमा माछालाई दाना दिने तरिका

खुवाउनु पर्छ भन्ने बारे थोरै मात्र जानकारी उपलब्ध छ । धानखेतमा पालिएको माछालाई दाना खुवाउने प्रचलन धेरै पुरानो होईन । नुवाकोट जिल्लामा संचालित धानखेतमा पालिएको माछालाई ढुटो ५%, चोकर १0% र पिना ४0% को मिश्रण माछाको शारीरिक तौलको २% र ४% का दरले खुवाई हेर्दा ४% दाना खुवाएको धानखेतको माछा बृद्धि राम्रो भएको पाईयो । साधारणतया कमनकार्प माछाका भुरालाई धानखेतमा पालिदाँ कुनै किसिमको बाहिरी आहारा नदिई पनि हुर्काउन सकिन्छ । तर माछाको बढी उत्पादन गरी आर्थिक आय आर्जन गर्नको लागि माछालाई आहारा खुवाउनु लाभदायक हुन्छ । दानाको मात्रा धानखेतमा रहेको कुल माछाको तौलको दैनिक २-४% का दरले दाना दिनु पर्दछ । माछाको आहाराको लागि धानको ढुटो ५0%, गहुंको चोकर १0 %, र तोरीको पिना ४0 % दिने चलन छ । उपरोक्त दाना पानीमा मुछी डल्लो बनाई प्रत्येक दिन सधै एकै समय र ठाँउमा दिनु पर्दछ ।

### ७.५.५ प्रतिपक्षी जीवबाट माछाको सुरक्षा

माछाको सवैभन्दा ठूलो शत्रुको रुपमा सर्पलाई मानिएको छ । तसर्थ यसको नियन्त्रणको लागि सर्पको पासो प्रयोग गर्नु पर्दछ । सर्पको पासो आफैं पनि बनाउन सकिन्छ । पासो बनाउनको लागि १ मिटर लामो जालीलाई ढुग्रों जस्तो बनाई सकेपछि दुवै चर्फको खुल्ला ठाँउमा सोही जालीको सोली जस्तो आकार बनाई पातलो भाग भित्रतिर पर्ने गरी सिलाई दिनु पर्दछ । यस्तो खालको तारको जाली वा बाँसको मसिनो सिन्कहरुबाट पनि आफैं तयार गर्न सकिन्छ । यसरी तयार पारिएको सर्पको पासोलाई ट्रेन्चको लम्बाईमा बस्ने गरी आध भाग पानीमा र आधा भाग पानी भन्दा बाहिर रहने गरी झुण्ड्याउनु पर्दछ । सर्पको पासो भित्र सर्पको आहाराको रुपमा भ्यागुता र स्थानीय माछाको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

### ७.५.६ **माछा झिक्ने तरिका**

साधारणतया माछा ठूलो भईसकेपछि धान काट्नु भन्दा १0-१५ दिन अगाडि माछा झिकिन्छ । तर माछालाई अझ ठूलो बनाउने चाहाना भए र धानखेतमा पानको स्रोत राम्रो भए केही दिनको लागि माछालाई खाल्डो वा ट्रेन्चमा नै राखी धान काट्न सकिन्छ । धान काटिसकेपछि पुन धानखेतमा पानी राखी त्यसमा माछा पालन गर्न सकिन्छ ।

**चित्र १३.** धान माछा खेतबाट हार्भेस्ट गरिएको कमन कार्प र टिलापिया माछा

## ८. धानखेतमा माछा पालन गर्दा आईपर्ने समस्या तथा निराकरणका उपायहरु

सामान्यतया धानखेतमा हुने समस्या प्रायः कीरा र रोगको प्रकोप नै मुख्य हुन् । त्यस्ता प्रकोप कमगर्न थरी थरीका उपाय गर्न सकिन्छ भने माछा पालिएको खेतमा सकभर रसायनिक बिषादी प्रयोग गर्नु हुदैन तर गर्नु पर्ने भएमा विशेषज्ञहरुको राय लिनु पर्दछ । धानखेतमा माछा पालन गर्दा आइ पर्ने समस्या निम्न हुन सक्दछन् ।

### ८.१ पानीको कमी

पर्याप्त पानीको आपूर्ति हुन सक्ने धान खेतमा मात्रै माछा पालन गर्नु पर्दछ । पानीको कमीले माछा मर्न सक्छ । सिफारिस गरिएको कमनकार्प माछा प्राय हिलो र कम अक्सिजनमा पनि बाँच्न सक्ने माछा हो तर धेरै अवधिसम्म अक्सिजनको आपूर्ति भएन भने माछा मर्न सक्छ । धान रोपेको शुरुमा धान खेतमा पानीको गहिराई १-२ से. मी. राखेको भए सो वेला माछाको भुरा ट्रेन्चमा नै बस्न सक्छन् र ससाना भएको हुदाँ तिनीहरुलाई खासै असर पर्देन तर धानबालीको लम्बाई क्रमशः अग्लो हुदै जाने क्रममा धान खेतमा पानीको गहिराई पनि बृद्धि गर्दै १५-२० से. मी सम्म पुऱ्याउनु माछाको लागि बढी सुरक्षित र हितकर हुन्छ । पानीको गहिराई यथेष्ट मात्रामा भए माछा धानखेतमा चारैतिर छरिएर त्यहाँ रहेका ससाना कीरा र लेउ खाई ठूला हुन्छन् । पानीको गहिराई पर्याप्त मात्रामा छैन भने माछाको बृद्धि दरमा प्रतिकुल प्रभाव परी शारीरिक बृद्धि कम हुने हुदाँ माछाको उत्पादन थोरै हुन्छ ।

### ८.२ ट्रेन्चको गहिराई

धानखेतमा ट्रेन्चको गहिराई कम्तीमा ५० से.मी. हुनु पर्दछ । ट्रेन्चको गहिराई बढी राखिएको खण्डमा पींधको पानी चिसो नै भैरहने हुदाँ धानखेतको माथिल्लो पानी, चर्को घामले तातो भई सकेको भएता पनि माछा बाँच्न सक्छन् । ट्रेन्च सधै खेतको सवैभन्दा गहिरो भाग तर्फ बनाएमा माछा झिक्न सजिलो हुन्छ । खेतको पानी सुकाउंदा माछा पनि त्यसै तर्फ गई जम्मा हुन्छ । ट्रेन्चको गहिराई जति गहिरो बनाए पनि माथिको भाग सधै धानखेतको शेषभागसंग जोडिएको हुनु पर्छ । अन्यथा माछा ट्रेन्चमा मात्र सिमित हुन पुगी धानखेतमा चर्न पाँउदैनन् ।

### ८.३. धानखेतमा अक्सिजनको समस्या

धानखेतको पानीमा अक्सिजन थोरै भई माछा मर्ने सम्भवना हुन्छ । धानखेतको पानी फोहोर छ भने त्यस्ता समस्याले चर्को रुप लिन सक्छन् । पानीमा अक्सिजन कम हुदाँ प्रायः माछा पानी बाहिर मुख निकाली हावामा स्वास फेर्ने कोसिश गर्छ । त्यस्तो वेलामा सवै माछा बाहिर मुख निकाली प्याक प्याक गरेको देख्न सकिन्छ । यस्ता दृष्य बाक्लो माछा राखिएको धानखेतमा बादल लागेको दिन विहान ४ बजे देखि ७ बजेसम्म देख्न सकिन्छ । यस्तो अवस्थामा रहेका माछालाई तुरुन्त राहत दिन कुलोबाट पानी ल्याई धानखेतमा मिसाउनु उपयुक्त हुन्छ ।

### ८.४. बिषादीको प्रयोगले माछा मर्नु

बिषादीको बढी प्रयोगले माछा मर्न सक्ने ठूलो संभावना हुन्छ । धानखेतमा माछा पालन गर्ने किसान यस विषय बारे बढी चनाखो रहनु पर्दछ । केही हदसम्म माछाले हलुका बिषादीको प्रभाव खप्न सक्ने हुन्छ तर बिषादी धेरै प्रयोग गरिएको छ भने माछा तुरुन्तै मर्न सक्छन् । धानखेतमा माछा पालन नगर्ने किसान वरिपरि छन् भने ती कृषकका धानखेतमा बिषादी प्रयोग गर्नु पूर्व धानखेतमा माछा पालन गर्ने

**चित्र १५.** बिषादिको कारणले धानखेतमा मरेका माछा

किसानलाई जानकारी दिने व्यवस्था गर्नु पर्दछ । बिषादी प्रयोग गर्नु भन्दा अगावै माछा राखिएको धानखेतमा प्रशस्तै पानी जम्मा गरि राख्नु पर्दछ । र बिषादी प्रयोग गरेको धानखेत भएर बग्ने पानीको कुलो बन्द गरिदिनु पर्दछ । त्यस्ता बिषादी प्रयोग गरेको धान खेतबाट बगेको पानीलाई कुलोको मुहानबाटै बढी मात्रामा पानी पठाई क्रमशः बिषादीको प्रभाव  कम गरेर मात्र कुलोको पानी माछा पालेको धानखेतमा लगाउनु पर्दछ ।

## ८.५. चोरीको समस्या

माछा पालनको लागि छनोट गरिएको धानखेत सकभर मानिस बसोबास गर्ने ठाँउको नजिक हुँदा माछाको रेखदेख गर्न सजिलो हुन्छ र माछा पनि सुरक्षित रहन्छ । टाढा रहेको धानखेतमा माछा पालन गर्दा रेखदेखको कमीले माछा चोरी हुन सक्ने भएकोले त्यस्ता ठाँउको धानखेतमा माछा पालन गर्न उपयुक्त हुदैन ।  यस्ता विभिन्न खालका समस्या प्रायः समुदायमा एक्लै धानखेतमा माछा पालन गर्दा बढी देखिन आएको छ । तसर्थ धानखेतमा माछा पालन गर्न एक्लैले भन्दा समुदायका अन्य सदस्यहरुमा समेत जनचेतनाको अभिबृद्धि गराई सामुदायिक रुपमा धानखेतमा माछा पालन गर्न सकेमा धेरै जसो समस्याहरु प्रति सवैको सामूहिक दायित्व हुन जाने र सो बाट समूह नै लाभान्वित हुन सक्ने भएकोले धानखेतमा माछा पालन गर्दा सामुदायिक स्तरमा गर्न सवैभन्दा उत्तम हुन्छ ।

## ८.६. बाढीको प्रकोप

धानखेतमा माछा पालन गर्न छनोट गरिएको धानखेत बाढी लाग्ने संभावना रहेको ठाँउमा गर्नु हुदैन । खोलाको तिरमा रहेका खेतमा बर्षयामको समयमा सधै बाढीको संभावना रहने भएकोले माछा पालनको लागि उपयुक्त हुदैन । बाढी सधैं खोला वा कुलोबाट मात्र नभै कहिले काही बढी बर्षा हुने ठाँउमा आकासे पानीबाट पनि हुन सक्ने भएकोले यसको समाधानको लागि प्रवेशद्धारको भन्दा निकासको जालीको फ्रेम केही ठूलो राख्नु पर्दछ र साथै निकास र प्रवेशद्धारको जाली पटक पटक सफा गरीरहनु उपयुक्त हुन्छ ।

## ८.७. पानीको तापक्रम बृद्धि भई माछा मर्नु

माछा पालन गरिएको धानखेतमा आउने कुलो मुहानबाट धेरै धानखेत हुदै घुमिफिरी आउने छ भने त्यस्तो पानी गर्मी याममा चर्को घामले तातो हुन जान्छ । त्यस्तो पानी प्रयोग हुने र ट्रेन्च पनि पर्याप्त गहिरो नभएको खण्डमा खेतको पानी तातेर माछा मर्ने संभावना हुन्छ । तसर्थ ट्रेन्च गहिरो बनाउनुको साथै धानखेतमा प्रवेश गर्ने पानी पनि बढी तातो हुनु हुदैन । हुन त तातो पानमिा बस्ने बानी भएको माछाले ४४ डि. से. सम्म पनि तातो खप्न सक्छ तापनि तातो पानीबाट माछा बचाउनको लागि ट्रेन्चको उपयुक्त गहिराई भए राती चिसिएको पानी ट्रेन्चमा रहिरहने हुदाँ त्यस्तो पानीमा बसी माछाले आफुलाई जोगाउन सक्छ ।

## ८.८. माछा भुराको उपयुक्त साईज

धानखेतमा माछा उत्पादनको लागि उपलब्ध हुने माछा भुराको साईज एउटा समस्या हुन सक्दछ । ससाना भुरा राख्दा त्स्ता भुरालाई सर्प, चरा भ्यागुता आदिले खाईदिन सक्छ । साथै धानखेतमा राखेको जालीबाट पनि छिरेर जाने भई नोक्सान हुन सक्ने हुन्छ भने ठूला भुरा टाढाबाट ढुवानी गर्दा मर्न सक्ने हुन्छ । ढुवानीको लागि साना भुरा उपयुक्त हुन्छन् र ढुवानी गर्दा मृत्युदर पनि कम हुन्छ । तर ठूला भुरा ढुवानी गर्दा मृत्युबाट बचाउन सकेमा ती माछा छिटो ठूलो भई धानखेतमा धानको बढी उत्पादनको लागि योगदान दिन सक्छन् । त्यसकारण ठूलो भुराबाट नै उत्पादकत्व बृद्धि भई आर्थिक लाभ लिन सकिने भएकोले धानखेतमा ठूलो भुराहरु राख्न नै उचित हुन्छ । ठूला भुराहरु राखिएको धानखेतमा सर्प, चरा, भ्यागुता जस्ता जीवहरुले पनि सजिलैसंग माछालाई नोक्सानी पुऱ्याउन सक्दैनन् । ठूला माछा त्यस्ता प्रतिपक्षि जीवसंग आफूलाई बचाउनमा बढी सिपालु र सक्षम  हुन्छन् । त्यसैले कृषकहरुले आफ्नो धानखेत नजिकै आश्रयस्थल बनाई सो ठाँउमा भुरा हुर्काई १० ग्राम भन्दा ठूलो भुरा धानखेतमा राख्न सके बढी आम्दानी लिन सकिन्छ ।

## ८.९.सर्प र चराको समस्या

धानखेतमा माछा पालन गर्दा सवैभन्दा ठूलो समस्या सर्पको देखिन्छ । सर्पले प्राय मसिना माछाका भुरालाई सजिलै खाईदिने गर्छ । त्यस कारण सकेसम्म धानखेतमा ठूलो भुरा राख्नु उचित हुन्छ । तर ठूलो भुरा प्रयाप्त मात्रामा उपलब्ध हुन नसक्नाले साना भुरा राख्ने बाध्यता पनि हुन सक्छ र साना भुराको उचित संरक्षण गर्नु पर्दछ । धानखेतमा माछा पालन गरी आर्थिक फाइदा लिनको लागि सर्पको नियन्त्रण जरुरी छ ।

## ८.१० सर्पको पासो बनाउने बिधि

**चित्र १४.** धानखेतमा सर्पको पासो राखिएको

माछाको सवैभन्दा ठूलो शत्रुको रुपमा सर्पलाई मानिएको छ । तसर्थ यसको नियन्त्रणको लागि सर्पको पासो प्रयोग गर्नु पर्दछ । सर्पको पासो आफैं पनि बनाउन सकिन्छ । पासो बनाउनको लागि १ मिटर लामो जालीलाई ढुग्रों जस्तो बनाई सकेपछि दुवै चर्फको खुल्ला ठाँउमा सोही जालीको सोली जस्तो आकार बनाई पातलो भाग भित्रतिर पर्ने गरी सिलाई दिनु पर्दछ । यस्तो खालको तारको जाली वा बाँसको मसिनो सिन्काहरुबाट पनि आफैं तयार गर्न सकिन्छ । यसरी तयार पारिएको सर्पको पासोलाई ट्रेन्चको लम्बाईमा बस्ने गरी आधा भाग पानीमा र आधा भाग पानी भन्दा बाहिर रहने गरी झुण्ड्याउनु पर्दछ । सर्पको पासो भित्र सर्पको आहाराको रपमा भ्यागुता र स्थानीय माछाको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

# ९. धान खेतमा माछा भुरा उत्पादन

सफल मत्स्य पालनको लागि अन्य बालीमा जस्तै उन्नत र असल बीउ (माछा भुरा)को आवश्यकता पर्दछ । धानखेतबाट बढी माछा उत्पादन लिन ठूलो साईजको भुरा स्टक गर्नु पर्दछ । माछा ह्याचरीहरुले सानो भुरा उत्पादन र वितरण गर्ने हुँदा धान खेत तथा पोखरीमा स्टक गर्नको लागि ठूलो भुराको सधैं अभाव रहन्छ । ठूलो भुरा आपूर्तिको समस्यालाई केही हदसम्म समाधान गर्न धान खेतलाई भुरा उत्पादन गर्ने थलोको रुपमा समेत उपयोग गर्न सकिन्छ । धान खेतमा भुरा उत्पादनको लागि निम्नअनुसार अभ्यासहरु गर्नु पर्दछ ।

- एक बाली धानमात्र लाग्ने स्थानमा भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ । तर ठूलो भुरा उत्पादनको लागि दुइ बाली धान लगाईने क्षेत्रहरुको छनोट गर्नु उपयुक्त हुन्छ ।
- एक बाली धान लाग्ने ठाँउमा नजिकको ह्याचरीबाट साना भुरा ल्याएर हुर्काई ठूलो भुरा बनाउन सकिन्छ ।
- धान खेतमा माउ माछा प्रजनन् गराई भुरा हुर्काउनको लागि परिपक्व माउ माछा आपूर्ति गर्न नजिकको ह्याचरी वा खानेमाछा उत्पादन पोखरी भएका कृषकहरुसंग समन्वय गरी व्यबस्था गर्नु पर्दछ ।

धान खेतमा माछा भुरा उत्पादनकोलागि निम्न बमोजिम गर्नु पर्दछ :

| प्रकृया र कृयाकलाप | कार्य विवरण |
|---|---|
| १. धान खेती | |
| १.१ एक बाली लाग्ने क्षेत्र | • नजिकको ह्याचरीबाट सानो भुराल्याई धानखेतमा हुर्काएर ठूलो भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।<br>• धान खेतमै प्रजनन्  गराई सानो भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ । |
| १.२ दुई बाली लाग्ने क्षेत्र | • पहिलो (चैते) बालीमा प्रजनन् गराई सानो भुरा उत्पादन गरी दोस्रो (बर्षे) बालीमा ठूलो भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ । |
| २. आली र आश्रयस्थल | • भुरा उत्पादनको लागि धान-माछा खेती गर्न आवश्यक पर्ने आलीको चौडाई र उचाई यथावत राख्नु पर्दछ ।<br>• प्रजनन् वा भुरा हुर्काउनको लागि धान खेतमा पोखरी आश्रयस्थल वा खाल्डो उपयुक्त हुन्छ । |

- साधारण धान माछा खेतीको लागि तयार गरिने खाल्डो भन्दा भुरा उत्पादनको खाल्डोको क्षेत्रफल केही ठूलो हुनु पर्दछ । सामान्यतया खाल्डोको लम्बाई २.५-३ मी., चौडाई २-२.५ मी. र गहिराई १ मी. उपयुक्त हुन्छ ।

- धान खेतमा पोखरीको रुपमा आश्रयस्थल बनाउँदा कमन कार्पको प्रजनन् गर्न सकिन्छ ।

३. प्रजनन् र भुरा हुर्काउन उपयुक्त हुने माछाको जात

- भाले र पोथी संसर्गमा आएको अवस्थामा प्राकृतिक रुपमा प्रजनन् गर्न सक्ने कमन कार्प र टिलापिया जातका माछाहरु ।

४. माउ माछाको व्यवस्था

**चित्र १४.** धानखेतमा प्रजनन्को लागि हापामा माउ ब्यबस्थापन

- धान खेतमा माउ माछा हुर्काउन पोखरी आश्रयस्थल भएको बाहेकको अवस्थामा सधै सम्भव हुदैन । त्यसकारण धान खेतमा माछा प्रजनन् गराउनको लागि आवश्यक पर्ने माउ माछा नजिकको ह्याचरी वा ठूला माछा पाल्ने पोखरी कृषकसंगबाट व्यवस्था गर्नु पर्दछ ।

- सामान्यतया ५ कट्ठा वा ३.५ रोपनी क्षेत्रफल भएको धान खेतमा बनाईने पोखरी आश्रयस्थल वा खाल्डोमा प्रजनन् गराउन निम्न बमोजिमको माउ माछाहरु आवश्यक पर्दछ ।

| माछाको जात | भाले सख्या | पोथी संख्या | औसत तौल, के.जी. |
|---|---|---|---|
| कमन कार्प | ३ | २ | ३.० |
| टिलापिया | ५० | ५० | ०.१ भन्दा माथी |

५. प्रजनन् गराउने

- परिपक्व कमन कार्पको भाले र पोथीलाई काकावान राखिएको पोखरी आश्रयस्थलमा प्राकृतिक प्रजनन्को लागि पानीको तापक्रम २०-२५ से. ग्रे. पुगेको अवस्थामा छोड्ने ।

- कमनकार्पको प्रजनन् चैते धान माछा खेतीमा उपयुक्त हुन्छ ।

- टिलापिया माछाका माउहरु.......

६. माउ माछा झिक्ने

- प्रजनन्को लागि छोडिएको माउ माछाले फुल छोडी जिरा कोरलेपछि माउ माछालाई आश्रयस्थलबाट झिक्नु पर्दछ । माउ माछा राख्न र झिक्न तथा कोरलिएका जिरा माछालाई शुरुवाती दानाको व्यवस्था गर्न आश्रयस्थलमा हापाको प्रयोग गर्नु पर्दछ । फुल छोडीसकेपछि कमन कार्पको माउ माछा हापाबाट निकाल्नु पर्दछ । अन्यथा हापा भित्र सानो क्षेत्रफल हुने हुदाँ माउा माछा चल्दा काकावानमा टाँसिएका फुलहरु विग्रने वा फुट्ने डर हुन्छ ।

७. भुरा हुर्काउने

- भर्खरै कोरलिएका माछाभुराहरुलाई २४ घंटा पछि कृत्रिम आहाराको व्यवस्था गर्नु पर्दछ । कृत्रिम आहारामा कुखुराको अण्डाको पहेंलो भाग, भटमासको दूध दिन सकिन्छ । पोखरीमा भुरा हुर्काउने प्रविधि अनुसरण गर्ने ।

८. धान खेतमा भुरा हुर्काउने

- कृत्रिम आहारा खुवाएर १५ दिन सम्म हापामा हुर्काइएका भुरालाई हापा खोली धान खेतमा जान दिनु पर्दछ । राम्रो भुरा उत्पादनको लागि आश्रयस्थलको छेउमा दैनिक रुपमा कृत्रिम आहारा (धानको ढुटो, पिना भटमासको धुलो, मकै वा गहुंको पिठोको समिश्रण) दिनु पर्दछ । आश्रयस्थलमा कृत्रिम प्रजनन् गराई धान खेतमा हुर्काइएका भुराहरु धान माछा पालनको ४५ दिनमा ठूलो भुरा हुर्काउन योग्य साईजका हुन्छन् ।

९. भुराको छटनी

- सानो भुरा हुर्काइएको ४५ दिन पछि धान खेतमा भुराको घनत्व हेरी केही भुराहरु छटनी गरी (वा अर्को आयस्थल सहितको धान खेतमा स्टक गरी) बाकीं भुराहरुलाई ठूलो भुरा बनाउन धान माछा खेतीको बाकीं अबधिभर (३५-४५ दिन) हुर्काउन सकिन्छ ।

१०. ठूलो भुरा हुर्काउने

- एक बाली धान लाग्ने खेतमा माछा प्रजनन्

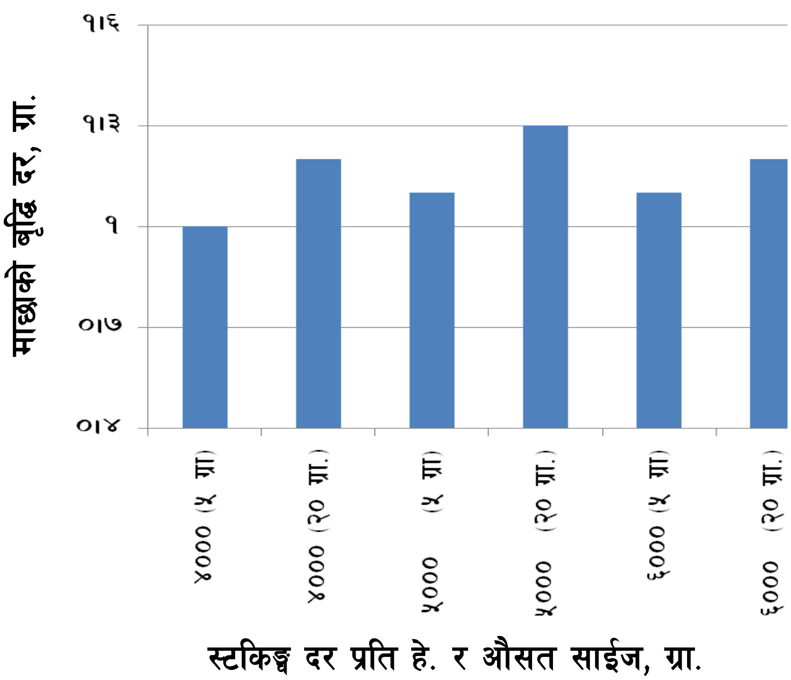
| | |
|---|---|
| | गराई र सानो भुरा तयार भएको अवस्थामा छटनी गरी (माछाको घनत्व कम गरी) ठूलो भुरा हुर्काउने आधार तयार गर्न सकिन्छ ।<br>• २ बाली धान लाग्ने क्षेत्रमा चैते धानमा प्रजनन् र सधन रुपमा सानो भुरा हुर्काई दास्रो धान बालीमा ठूलो भुरा हुर्काउन निरन्तरता दिन सकिन्छ ।<br>• पहिलो बाली धानखेतमा माछा ह्याचरीबाट सानो भुरा स्टक गरी ठूलो भुरा (२० ग्राम) को बनाउने र दोस्रो बाली धान माछा खेतीमा खाने माछा उत्पादन गर्ने । |
| ११. भुराको घनत्व | • जिराबाट सानो भुरा हुर्काउन प्रति हेक्टर धान-खेतमा २,००,०००-३००,००० जिरा छोडी ५०,०००-६०,००० सानो भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ ।<br>• प्रति हेक्टर धान-माछा खेतबाट ५०,००० भुरा हुर्काई २५०००-३०,००० ठूलो भुरा उत्पादन गर्न सकिन्छ । |
| १२. नेपालमा धान खेतमा भुरा हुर्काउने प्रविधिको सफल उदाहरण | • भौगोलिक क्षेत्र- तराई (नवलपरासी)<br>• धान माछा खेतको क्षेत्रफल- ८२ मि$^{२}$<br>• आश्रयस्थल (खाल्डो)- ३ मी.$^{२}$<br>• भुरा उत्पादन - ८५२० (चैते), ४५१२ (बर्षे) |

# १०.माछा र धान उत्पादन

## १०.१ माछाको बृद्धि र उत्पादन

**चित्र १५**. धानखेतबाट हार्भेस्ट गरिएको माछा

धान खेतमा पालिएका माछाको बृद्धि र उत्पादन माछाको जात र भुराको साईज, धान खेतमा पानीको गहिराई, आश्रयस्थलको प्रकार, खेती गरिने अवधि, मौसम अनुसार प्राकृतिक उत्पादकत्वमा भिन्नता, घनत्व र मलखाद तथा दाना व्यवस्थापनमा भर पर्दछ । कमनकार्प माछाको ठूला भुरा (१० ग्राम भन्दा माथि) ५००० गोटा/हे का दरले छोडिएको अवस्थामा सिफारिस गरिए अनसारको मलखाद धान खेतमा हाल्दा र कृत्रिम दाना उपलब्ध गराउदा दैनिक बृद्धिदर १-२ ग्राम सम्म रहन्छ । तर टिलापिया माछाको स्टकिङ्ग (५०००-१०००० गोटा/हे.) बडी हुने हुदाँ बृद्धिदर ०.५-१.५ ग्रा/दिन हुने पाईएको छ । कमन कार्प माछाको स्टकिङ्ग साईज अनुसार दैनिक बृद्धिदर चित्र नं १५ मा देखाईएको छ । धान खेतमा माछाको बृद्धिदर धान माछा खेतीको शुरु अवस्थामा ०.२५-०.५ ग्रा/दिन सम्म हुन्छ भने धान पाक्ने अवस्थामा बृद्धिदर २ ग्रा./दिन सम्म पुग्दछ ।




**चित्र नं १५**. धानखेतमा माछाको स्टकिङ्ग दर र साईजको बृद्धिदरमा असर

धानखेतमा माछाको उत्पादन माथि उल्लेख गरिएका कारकतत्वहरु बाहेक प्रतिपक्षि जीवको आक्रमण, प्राकृतिक कारण र विषादी प्रयोगको अवस्थाले हुने मृत्यूदरमा पनि निर्भर रहेको हुन्छ । पोखरीमा माछा पालन जस्तै धान-माछा खेतीबाट हार्भेष्ट गरिने माछाको उत्पादनमा ठूलो भिन्नता पाईन्छ । धान खेतमा विभिन्न प्रकारका वातावरणीय प्रतिकुलता र कृषकहरुको व्यवस्थापन दक्षता फरक हुने हुदाँ माछाको उत्पादनमा धेरै भिन्नता पाईन्छ । कृषकहरुले धान माछा खेतबिाट २५० देखि ५०० केजी/हे. उत्पादन लिईराखेका छन् (तालिका ७) । यो उत्पादन अन्य देशको उत्पादन आकडासंग मिल्दो जुल्दो छ ।

**तालिका ७.** कमन कार्पमाछाको बिभिन्न स्टकिङ्ग दर र साईजमा माछा र धानको उत्पादन

| स्टकिङ्ग दर/हे. | स्टकिङ्ग साईज, ग्रा | हार्भेस्ट साईज, ग्रा | माछा उत्पादन, के.जी./हे. | धान उत्पादन, मे.टन./हे. |
|---|---|---|---|---|
| ४००० | ६.१ | ९०.३ | २५० | ३.८६ |
| ४००० | २२.४ | ११८.५ | ३४८ | ३.९४ |
| ५००० | ६.२ | ८७.७ | २८६ | ३.९२ |
| ५००० | २१.८ | १२२.६ | ४१३ | ३.८३ |
| ६००० | ६.२ | ९७.८ | ३७४ | ४.१ |
| ६००० | २२.५ | ११५.० | ४७७ | ३.९ |

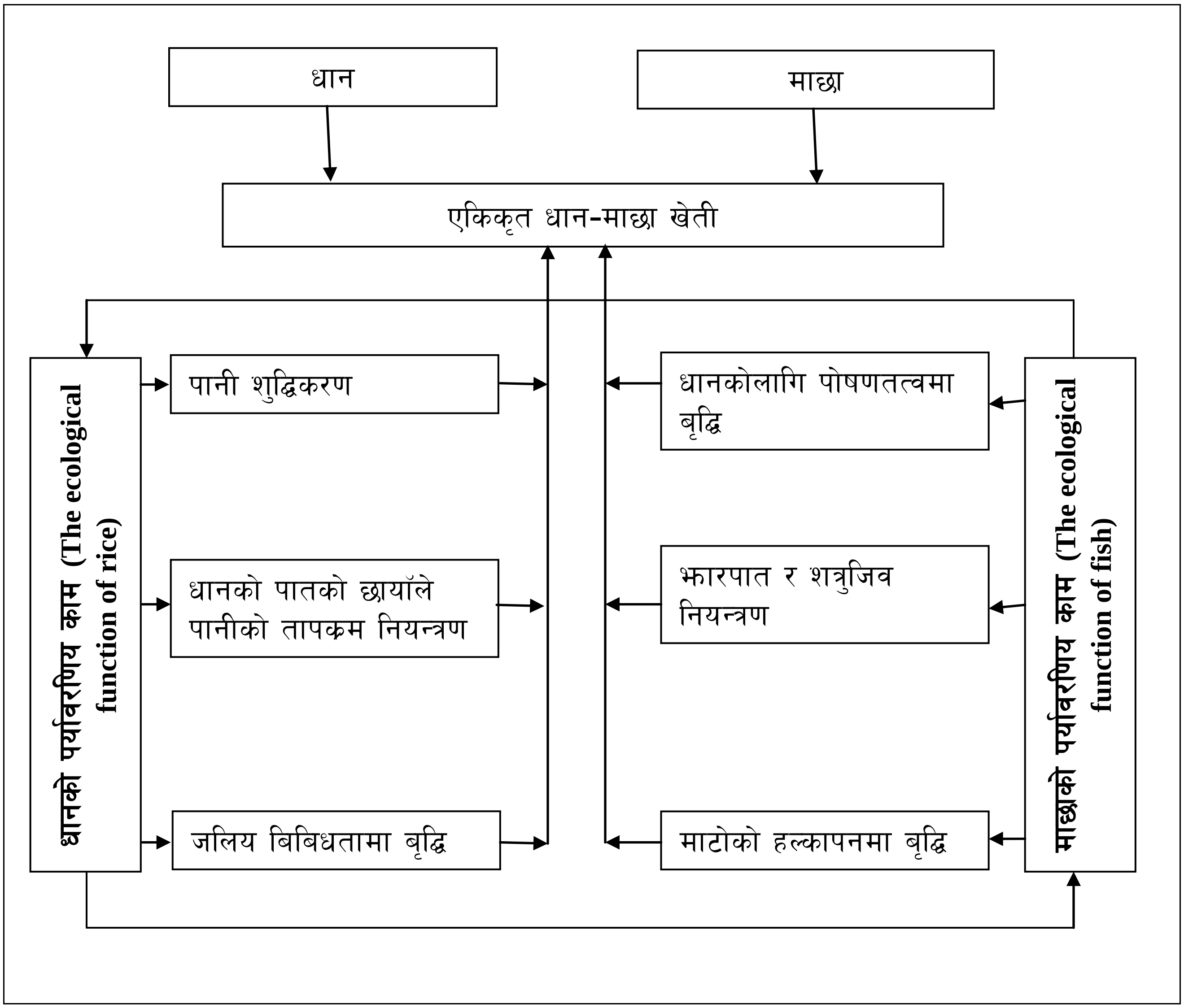
राम्रो उत्पादन लिनको लागि धान खेतमा छोडिएको माछालाई पर्याप्त मात्रामा कृत्रिम आहारा दिन सक्नु पर्दछ । दाना उपलब्ध गराएको अवस्थामा माछाको बजार विक्री योग्य साईज बनाउन सकिन्छ भने माछाको उत्पादकत्व बढाउने प्रचुर संभावना रहन्छ (तालिका ८) ।

**तालिका ८.** कृत्रिम आहारा दिएर धान खेतमा माछा पालन गर्दा माछाको उत्पादन

| देश | माछाको जात | उत्पादन केजी/हे. |
|---|---|---|
| चीन | ग्रास र कमन कार्प | १५५२-१८९६ |
| भारत | कमन कार्प र | ६९२-९२२ |
| ईण्डोनेशिया | कमन कार्प | १३००-१६०० |
| थाईलैण्ड | कमन र टिलापिया | ४१३-९०० |
| नेपाल (बर्दिया) | कमन कार्प | ८५०-११०० |

## १०.२ धानको उत्पादन

धान र माछा बीच मैत्रीपूर्ण अन्तरसम्बन्ध रहेको तथ्यहरु धान-माछा खेतीमा गरिएका धेरै अनुसन्धानहरुले देखाएका छन् । मैत्रिपूर्ण अन्तरसम्बन्ध भन्नाले एक अर्को बीच लाभदायक असर (Beneficial effect) भन्ने बुझिन्छ । धानले नाईट्रोजन पोषण गरी पानीमा अमोनियाको मात्रा घटाँउछ , जसले गर्दा माछाको लागि बढी स्वच्छ पानी उपलब्ध हुन्छ । त्यस्तै माछाले धान खेतको पानी धमिलो बनाई झारपातको बृद्धिलाई रोक्छ भने केही रोग र कीराको नियन्त्रणमा सहयोग गरी धानलाई लाभान्वित बनाउँछ । चित्र १६ मा धान र माछा बीचको अन्तरसम्बन्ध देखाईएको छ ।




**चित्र १६**. धानखेतमा धान र माछा बीचको अन्तरसम्बन्ध

नेपालमा धान-माछा खेतीमा गरिएका अनुसन्धान तथा कृषकहरुको अनुभवले समेत धानको उत्पादनमा बृद्धि हुने देखाएको छ (तालिका ९)

तालिका ९. धान-माछा एकिकृत खेती र धानखेती मात्रमा धानको तुलनात्मक उत्पादन

| माछाको जात | घनत्व | धानको जात | उत्पादन(मे. टन/हे) | धानखेतीको याम |
|---|---|---|---|---|
| ***परिक्षण नतिजा*** | | | | |
| कमन कार्प | ४००० | सावित्री | ३.८६ | बर्षे |
| कमन कार्प | ५००० | सावित्री | ३.९३ | बर्षे |
| कमन कार्प | ६००० | सावित्री | ३.९० | बर्षे |
| नभएको | - | सावित्री | ३.७२ | बर्षे |
| कमन कार्प | ५००० | चैते -४ | ४.२ | हिउदें |
| नभएको | - | चैते -४ | ३.८ | हिउदें |
| ***कृषक (१४७ जना) को धान-माछा खेतीको नतिजा*** | | | | |
| कमन कार्प | ५००० | विभिन्न | ३.६ | बर्षे |
| नभएको | - | विभिन्न | ३.२ | |

तालिका ९ मा दिईएको तथ्यांक विश्लेषण गर्दा धानखेतमा माछा पालन गर्दा धानको उत्पादनमा ६ देखि १२ प्रतिशतसम्म बृद्धि भएको पाईन्छ । यी नतिजाहरुले माछा पालन गर्दा धानको उत्पादनमा उल्लेख्य बृद्धि हुने तथ्यलाई पुष्टि गर्दछ । धानखेतमा आश्रयस्थल (जसमा धान रोपिदैंन) ले ओगटेको क्षेत्रफलबाट धानको उत्पादनमा हुने ह्रासलाई समेत धान माछा खेतीले सोधभर्ना गर्दछ । धानको उत्पादन बढ्नुमा माछाको मैत्रीपूर्ण सम्बन्ध, व्यवस्थापनले महत्वपूर्ण भूमिका खेलेको पाईन्छ । प्रति धानको वालामा दानाको बृद्धि र प्रति गाँज धानको बोटमा हुने बृद्धिले धानको उत्पादकत्व बढेको पाईएको छ (तालिका १०) ।

**तालिका १०.** माछासंग र माछा बाहेक धान खेतीको गर्दा धानबोटको तुलनात्मक गुणहरु

| धानको सिजन | धानको दाना संख्या/ बाला | | %भुस (पोहटा) | | धानबोट/गाँज | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | धान-माछा | धान | धान-माछा | धान | धान-माछा | धान |
| चैते | ९४ | ८७ | ८.४ | १३.० | - | - |
| | १०७ | - | ७.८ | - | - | - |
| बर्षे | १२७.७ | १०९.६ | १९.८ | २१.२ | १५ | १३ |
| | १२५.४ | १२१.१ | १७.० | २७.८ | १५ | ११ |

## १०.३ धान माछा खेतीबाट धानको उत्पादनमा बृद्धि

धान खेतमा माछा पाल्दा धान बाली मात्रै खेती गरेको अवस्थामा धानको उत्पादन बढेको पाईन्छ । धान माछा खेती गरिने विभिन्न देशको उत्पादन तथ्यांकलाई विश्लेषण गर्दा धान-माछा खेतीमा सरदर १५% बृद्धि भएको देखिन्छ (तालिका ११) ।

**तालिका ११.** धानको उत्पादनमा धान-माछा एकिकृत खेतीको प्रभाव

| देश | धानको जात | औसत उत्पादन मे.टन/हे. | उत्पादन मा फरक % | पानी व्यवस्थापन | आश्रयस्थल | माछाको जात | घनत्व गोटा/हे. | माछाको स्टकिङ्ग साईज (ग्रा.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| थाईलैण्ड | जापोनिका | १.८ | +११.५ | सिंचित | पोखरी | कमन, टिलापिया | - | - |
| | | २.३ | +६.३ | बर्षा | ट्रेन्च | कमन, | - | - |
| | | २.३ | +१५.८ | सिंचित | ट्रेन्च | कमन, टिलापिया | ३२०० | - |
| चीन | विभिन्न | ४.० | +२८.६ | सिंचित | ट्रेन्च | ग्रास | | - |
| | | ५.५ | +२१.४ | सिंचित | ट्रेन्च | ग्रास | २००० | २-५ |
| ईण्डोनेशिया | - | ६.५ | +६.६ | सिंचित | ट्रेन्च | कमन | - | |
| भारत | सविता | २.५ | +११.१ | गहिरो पानी | ट्रेन्च | | १००० | ४९० |
| | - | ४.५ | +१६.९ | सिंचित | ट्रेन्च | सिंघि, मागुर | ५००० +५००० | - |
| फिलिपिन्स | आई आर ६४ | ६ | +१३.४ | सिंचित | ट्रेन्च | टिलापिया | ५००० | २.६ |
| | आई आर ६४ | ६ | +१५.६ | सिंचित | ट्रेन्च | टिलापिया | ५००० | ५.३ |
| नेपाल | चैते-४ | ४.८ | +१०.५ | सिंचित | ट्रेन्च | कमन | ५००० | ६.१ |
| | सावित्री | ३.९ | +४.८ | सिंचित | ट्रेन्च | कमन | ५००० | ८.४ |

माछा राख्दा धानको उत्पादन बृद्धि हुनुमा निम्न परोक्ष र अपरोक्ष कारणहरु रहेका छन् :

१. माछाको उपयुक्त  बृद्धिको लागि धान खेतमा पानीको निश्चित गहिराई सहित व्यवस्थापन गर्नु पर्दछ । निरन्तर पानी जमिरहने हुँदा पोषण तत्वको राम्रो व्यवस्थापन र झार नियन्त्रणले धानको उपादनमा बृद्धि हुन्छ ।

२. माछाले सोझै झारपातका केही प्रजाति खाएर र पानी धमिल्याउने कारणले झारपात उम्रन नदिई धानको उत्पादन बढाउन सहयोग पुऱ्याउँछ ।

३. माछाले धानमा लाग्ने किराको घनत्व १२-७५% सम्म घटाई धानको उत्पादन बढाउन मद्दत गर्दछ ।

४. माछाले निस्कासन गर्ने मलले धान खेतमा नाईट्रोजन पोषक तत्व संग्रह गर्न सहयोग पुऱ्याउँछ ।

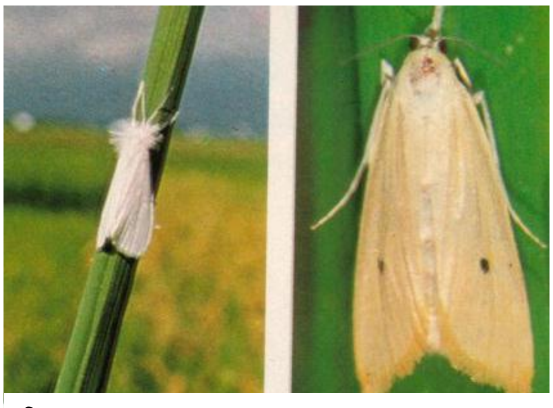
५. माछाले लेउ खाई पानीको पीएचलाई नियन्त्रण गर्दछ । जसको फलस्वरुप अमोनियाको रुपमा नाईट्रोजनको क्षति हुन पाँउदैन ।

६. धान खेतमा माछाले माटो र पानी वीच वायु संचार गराई denitification प्रकृयालाई ढिलो बनाउँछ जसले गर्दा नाईट्रोजन नष्ट हुन पाँउदैन र धानले पर्याप्त पोषक तत्व पाउँछ ।

# ११. धानमा लाग्ने रोग र कीरा व्यवस्थापन

## ११.१ रोग र कीरा व्यवस्थापनमा माछाको भूमिका

माछाले धानखेतमा नियन्त्रण गर्न सक्ने कीरा फट्यांग्राको जीवन चक्र धान र माछाको खेती हुने समयसंग सम्बन्धित भएको पाईन्छ । धानबालीको जरा, पात र पानीमा पाईने कीराहरुलाई माछाले नियन्त्रण गर्न सक्छ । माछाले नियन्त्रण गर्न सक्ने शत्रु कीराहरु र परजीवीहरुको स्रोत निम्न अनुसार हुन सक्दछ ।



**चित्र १७.** धानमा लाग्ने rice stemborrer

क. त्यस्ता हानिकारक जीवाणु तथा कीरा फट्यांग्रा जसको जीवन चक्र, पानीमा नै पूर्ण हुन्छ ।

ख. धानको फेदमा (आधार) बस्ने कीराहरु (दिनमा planthopper र leaf hopper हरु धानको बीच वा तल्लो भागमा बस्छन् ।

ग. धानको टुप्पो देखि फेदसम्म आवागमन गर्दा खस्ने किराहरु (planthoppers, leafhoppers, army worms, rice stemborrers, ant borers)

धानको पातमा वा बोटमा रहेका शत्रु किराहरु पानीमा खस्दा माछाले तिनीहरुलाई खाई नियन्त्रण गर्दछन् । जस्तै rice borers, rice Rootworm र snout beatles कीराहरु र धानबालीमा रोग फैलाउन spotted wilt disease को cyst लाई माछाले खाई नियन्त्रण गर्न सक्दछ । माछाले धान खेतमा शत्रु कीराको संख्या माछा नराखिएको धानखेतको तुलनामा ७५% सम्म कम गराई धानको उत्पादनमा योगदान पुऱ्याउन सक्छ (तालिका १२) ।

**तालिका १२.** धानमा लाग्ने leafhopper नियन्त्रणमा माछाको भूमिका

| माछाको जात | संख्या (गोटा/हे.) | साईज (ग्राम) | कीरा (leafhopper) नियन्त्रण (% मा) |
|---|---|---|---|
| कमन कार्प | ६००० | ५-१० | १३ |
| | ५००० | १०-२० | ४२ |
| | ६००० | ५-१० | ३६ |
| | ५००० | ५-१० | ५१ |

तर केही प्राणीजन्य, जैविक र कृषिजन्य कारकहरुले रोग र किरा नियन्त्रणमा माछाको प्रभावकारितालाई सिमित पार्दछन् । माछाको आवागमन पानीमा मात्र सिमित हुनेहुंदा यसले पानीमा रहने र वनस्पतिबाट पानीमा खस्ने कीराहरु मात्रै खाने हुँदा कीराहरुको नियन्त्रणमा भूमिका त्यति ठूलो हुदैंन ।

- माछाको जात, घनत्व, साईज र खाने बानी : विभिन्न माछाका जातहरुमा गरिएको अध्ययनले ६.६ से. मी. भन्दा ठूला ग्रास कार्प माछाले सवैभन्दा बढी leaf hoppers खाएको देखाएको छ ।
- धान खेती गर्ने अभ्यासको असरः Rice sheath blight को प्रकोप जमिनमा हुने नमी (moisture) र पोषकतत्वको (NPK) मात्रा संग सम्बन्धित हुन्छ । धेरै मात्रामा नाईट्रोजन दिईएको अवस्थामा यो रोगको प्रकोप पनि बढी हुन्छ । रसायनिक मलको अनुपयुक्त मात्रा र पानी व्यवस्थापनमा त्रुटीले धानको असंतुलित बृद्धि हुन गै रोग कीरा बिरुद्ध धानलाई कमजोर बनाउँछ ।
- कीराको घनत्व कायम रहने संयन्त्र (mechanisms): यद्यपी माछाले निरन्तररुपमा कीराहरु खाने गर्दछ, तर घनत्व व्यवस्थापन गर्न कीराहरुको आवागमन र उच्च प्रजनन् क्षमताले माछाको प्रभावलाई न्यून पार्दछ । कीराहरुको घनत्व कायम राख्ने संयन्त्रलाई माछाको कीराखाने क्षमताले नविगारेसम्म माछाको भूमिका उल्लेखनीय हुंदैन ।

## ११.२ धान माछा खेतीमा कीटनाशक विषादीको प्रभाव

धानखेतमा माछा पालन गर्दा धानबालीमा लाग्ने रोग नियन्त्रणको लागि कार्बोफुरान (Carbofuran) विषादी सिफारिस गरिएको पाईन्छ । यो कीटनाशक विषादी सिफरिस गरिएको मात्रामा प्रयोग गर्दा यस विषादीको अवशेष माछामा कम मात्रामा रहेको बुझिन्छ । तर यो विषादी महंगो भएकोले किसानहरु अन्य सस्तो कीटनाशक विषादी ईन्डोसल्फान (Endosulphan) प्रयोग गर्दछन् । ईन्डोसल्फान सिफरिस गरिएको मात्रामा प्रयोग गर्दा माछालाई कुनै नराम्रो असर गर्दैन । तर ईन्डोसल्फान एउटा Organochlorine विषादी हो । यो समूहका विषादी प्रयोग गर्दा सबैभन्दा बढी समयसम्म धानखेतमा प्रभाव वाकीं रहने जानकारीमा आएको छ ।

माछा पालन गर्ने खेतमा कीटनाशक विषादी भुरा राख्नु भन्दा धेरै दिन अगावै प्रयोग गर्नु पर्दछ । यसरी बिष राख्ने दिनको हेक्का राखी उक्त विषादीको असर समाप्त भएपछि माछा राख्दा त्यस्ता विषादीको प्रकोपबाट माछालाई बचाउन सकिन्छ । इन्डोनेशियामा गरिएको अध्ययन अनुसार Organophospate समूहको विषादीले विष राखेको ४ दिन भित्रसम्म माछालाई नकारात्मक असर पुर्‍याउन सक्दछ ।

कीटनाशक विषादीको प्रयोग गर्दा त्यसमा रहेको रसायनहरुको प्रभाव धानखेतमा धेरैदिनसम्म कायमै रहने हुदाँ सावधानकीको लागि विषादी प्रयोग गरेको कम्तीमा १० दिन पछि मात्रे माछा राख्न उचित हुन्छ । कुनै पनि कृषि बालीमा विषादीको प्रयोगबाट हुने हानिकारक प्रभाव मध्ये सबैभन्दा महत्वपूर्ण अवशेषका प्रभाव (Residual effect) लाई प्रमुख मानिन्छ । अवशेष प्रभाव भन्नाले कीटनाशक विषादीका अवशेषहरु अन्न वा जीव जन्तुका शरीरमा प्रवेश पाई सके पछि त्यस्ता रशायनको कुप्रभाव अर्को तहको जीवजन्तुमा अझ व्यापक रुपले बृद्धि हुदै जान सक्ने हुन्छ । विषादी प्रयोग गरी सकेपछि धान खेतमा त्यस्ता रशायनहरुको प्रभाव माछाको शरीरको विश्लेषणबाट बुझ्न सकिने हुन्छ । केही विषादीको प्रभावहरु माछाको विश्लेषण गर्दा ७ दिनपछि नभेटिएको पाईएको छ । यी रसायनहरु मध्ये Monocrotophos, Tryazophos, Methyl parathion, Cypermethrin आदि पर्दछन् ।

विषादीको अवशेषहरु टिलापिया माछामा विषादी प्रयोग गरेको ७ दिन पछि पनि भेटिएको छ । विषादी प्रयोग गरे पछि पनि माछाको शरीरमा कुनै अवशेष भेटिएन भने त्यस्ता माछा मानिसले खान सक्ने हुन्छ ।

## ११.३ धान माछा खेतीमा रोग र कीराको रसायनिक नियन्त्रण

रोग र कीरा नियन्त्रणमा माछाको भूमिका भएता पनि धान बालीमा गंभिर प्रकारको रोग र कीराको प्रकोप भएको अवस्थामा रासायनिक नियन्त्रण (chemical control) अपरिहार्य हुन आँउछ । तर पनि कीटनाशकको प्रयोग रोग र कीरा फैलिन रोक्ने र माछालाई विषालु हुनबाट बचाउने हुनु पर्दछ ।

### ११.३.१ माछालाई कीटनाशकको विषालुपन (toxicity)

कीटनाशक विषादीको माछालाई पर्ने असरका आधारमा तीब्र (acute), मध्यम (subacute) र दीर्घ (chronic) विषयुक्त (toxicity) को रुपमा वर्गिकरण गर्न सकिन्छ । तीब्र (acute) विषालुपनलाई मध्यम सहन सिमा (medium tolerance limits (TLM), जस अन्तरगत कीटनाशकको सान्द्रताले उपचारको २४, ४८ र ९६ घंटाभित्र आधा माछा (कुल संख्याको ५०%) मर्छन, को रुपमा मापन गरिन्छ । साधारणतया कुनै एउटा कीटनाशकको >१० मी. ग्रा/ली. सान्द्रताले कमन कार्पको लागि ४८ घंटा TLM छ भने यसलाई कम विषालु, १-१० मी. ग्रा/ली. लाई मध्यम विषालु र < १ मि. ग्रा/लि लाई अत्यधिक विषालु भनिन्छ । माछाको लागि केही चलन चल्तीका कीटनाशकको मध्यम सहन सिमा ((TLM) तालिका १३ र १४ मा दिईएको छ
।

**तालिका १३.** कमन कार्पको लागि विभिन्न कीटनाशकको मध्यम सहन सिमा ((TLM)

| कीटनाशकको प्रकार | कीटनाशक | TLM (४८ घंटा) | विषको स्तर |
|---|---|---|---|
| Pesticite | Trichlorfon | ६.२ | मध्यम |
| | Dichlorvos | ४.० | मध्यम |
| | Malathion | ९.० | मध्यम |
| | Rogor | <४०.० | कम |
| | Methyl parathion | ५.० | मध्यम |
| | Phosmet | ५.३ | मध्यम |
| | Bytex | १५.३ | कम |
| | Tsumacide | ३८.१ | कम |
| Bacteriocide | Plictern | १४.६ | कम |
| | Blasticidin | >४०.० | कम |
| | Kasugamycin | >१००.० | कम |
| | Phenazin | >१०.० | कम |
| | Seedvax | ०.४-१.८ | धेरै |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Herbicide | 2,4-D | >४०.० | कम |
| | Propanil | ०.४२ | धेरै |
| | Nitrophen | २.१ | मध्यम |
| | Pentachlorophenol | ०.३५ | धेरै |
| | Benthiocarb | ३.६ | मध्यम |

**तालिका १४.** टिलापिया (*Oreochromis nilotius*) को लागि विभिन्न कीटनाशक विषादीको विषालुपन (toxicity)[क], स्रोत : Cagauan and Arce, 1992)

| कीटनाशकको समूह र नाम | ४८ घंटा $LC_{50}$ (मि. ग्रा/ली, formulate उत्पादन | विषालुपनको स्तर |
|---|---|---|
| ***Carbamate*** | | |
| BMPC | ५.६-६.७ | धेरै विषालु |
| Carbaryl | ३.१९ | धेरै विषालु |
| Carbofuran | २.२७ | धेरै विषालु |
| MTMC | ६८.० | मध्यम विषालु |
| MTMC + Phenthoate | ०.५६ | अध्यधिक विषालु |
| ***Orgnnophosphate*** | | |
| Azinphos ethyl | ०.०२५ | धेरै विषालु |
| Chlorphrites | २.९ | धेरै विषालु |
| Diaxinon | ४५.० | मध्यम विषालु |
| Methyl phathion | २५.७ | |
| Monocrotphos | १.२ | |
| ***Organochlorin*** | | |
| Endosulphan | ५.८ | धेरै विषालु |
| ***Synthetic pyrethroid*** | | |
| Permethrin | ०.७५ | अत्यधिक विषालु |
| Cypermethrin | ०.६३ | अत्यधिक विषालु |

[क] विषालुपनको स्तर ४८-घंटा $LC_{50}$ को लागि: <१ =अध्यधिक विषालु, १-१०= धेरै विषालु, १०-१००= मध्यम विषालु र > १०० = कम विषालु

## ११.४ कीटनाशक विषादीको सुरक्षित प्रयोग

धान माछा खेतीको लागि उपयुक्त प्रकारको कीटनाशक छनोट, यसको मात्रामा नियन्त्रण, प्रयोग गर्ने उपयुक्त समय संगै प्रयोगको सही तरिका महत्वपूर्ण हुन्छ । माछाकोलागि विषादीको अवशेष प्रभाव (residual effect) कम गर्न विषादीलाई सुरक्षित अन्तरालमा प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

### ११.४.१ उपयुक्त कीटनाशकको छनोटः

माछाको लागि कम विषालु र विषालुपनको अवशेष कम भएको तर धानमा लाग्ने रोग कीराको लागि अत्यधिक विषालु हुने कीटनाशक छनोट गर्नुपर्दछ । उदाहरणको लागि धानमा लाग्ने व्लास्ट (blast) रोग नियन्त्रणको लागि plictran र carbendazol तथा rice leaffolder र striped rice borrers नियन्त्रणको लागि chlordimeform उपयुक्त विषादी रहेको उल्लेख भएको पाईन्छ ।

### ११.४.२ कीटनाशकको सुरक्षित मात्राको छनोट

धान-माछा खेतीमा प्रयोग गर्न उपयुक्त कीटनाशक र सुरक्षित मात्रा बारे थोरै मात्र अनुसन्धान र परिक्षणहरु भएका छन् । चीनको हुनान एक्वाटिक प्रोडक्ट्स ईन्स्टिच्युट (Hunan Aquatic Products Institute) मा गरिएको एक अध्ययनअनुसार पानीको तापक्रम २१.५-२६ डि. से. भएको अवस्थामा ४५% मालाथियन इ. सि. को २.१ मि. ग्रा./लि. मात्रा टिलापिया (*Oreochromis niloticus*) को लागि र ६.९ मि. ग्रा./ली. कमन कार्पको लागि सुरक्षित पाईएको छ । त्यस्तै पानीको तापक्रम २१.५-२६ डि. से. रहेको अवस्थामा २५% Tetrachlorvinphos को ३१.५ मि. ग्रा./लि. टिलापियाको लागि र कमन कार्पको लागि २५.२ मि. ग्रा./लि. को मात्रा सुरक्षित रहेको उल्लेख गरिएको छ । माछाको लागि कम विषालु किटनाशकले माछालाई कम हानी गर्ने र मध्यम विषालु (medium toxicity) भएका कीटनाशकको गलत प्रयोगले माछाको सामान्य बृद्धिमा नकारात्मक असर पर्ने उक्त परिक्षणले देखाएको छ ।

### ११.४.३ कीटनाशक प्रयोगको सुरक्षित तरिका अपनाउने

साधारणतया कीटनाशकलाई माटोमा मिसाएर, छरेर, ठूला थोपा सहितको स्प्रे (rough spray), र साना थोपा सहितको स्प्रे (fine वा mist spray) गरेर प्रयोग गरिन्छ । माटोमा मिसाएर वा छरेर किटनाशक प्रयोग गरिएको अवस्थामा धानखेतको पानीमा कीटनाशकको सान्द्रता उच्च हुन जान्छ । यस्तो अवस्थामा ७०-८०% कीटनाशक पानीमा मिसिन गै माछालाई हानी गर्ने हुन्छ । Rough वा धेरै मात्रामा (high Volume) स्प्रे गरेको अवस्थामा कीटनाशकको ठूलो थोपाको (large drop, ३९९ मि. ली. माइक्रोन) कारणले धानको पातमा कमै मात्र टाँसिन वा अडिन गै धेरै मात्रा पानीमा मिसिन जान्छ । Fine वा mist spraying मा पानी सहित कीटनाशकको थोपा (droplet) सानो (<२५० मि. लि. माईक्रोन) हुने हुँदा कीटनाशकको धेरै अंश धानको पातमा अडिन जान्छ । कम आयतन (low volume) मा स्प्रे गर्दा पानीमा खस्ने कीटनाशकको मात्रा पनि कम हुनेहुँदा माछालाई हानी पनि कम गर्छ । यी कारणले गर्दा धानको पातमा रहने रोगकीरा नियन्त्रणकोलागि पानीको मात्रा बढाएर कीटनाशक प्रयोग

गर्नु उचित हुन्छ । अर्को असल अभ्यास भनेको धानको बेर्ना (seedling) लाई उपचार गर्नु हो । धानको बेर्नालाई रोप्ने समयमा उपचार गर्दा कीटनाशक प्रयोगको आबृतिलाई (frequency) कमगर्न सकिन्छ ।

### ११.४.३.१ सही अबधिमा कीटनाशकको प्रयोग

वायुको तापक्रमसंगै धानखेतको पानीको तापक्रममा उतार चढाव भईरहन्छ । गर्मी याममा पानीको तापक्रम बढ्न जान्छ र यस्तो समयमा कीटनाशक स्प्रे गर्दा रासायनिक प्रतिकृया बढ्ने र वाष्पिकरण पनि तिव्र हुने हुँदा माछाको लागि कीटनाशकको विषालुपन बढ्न जान्छ ।

- धानको बोट छोटो र सानो भएको अवस्थामा (धान रोपेको केही समयसम्म) कीटनाशक प्रयोग गर्दा धेरै अंश पानीमा मिसिन जान्छ । बर्षे धान रोपेको शुरुको अवस्थामा पानीको तापक्रम बढी हुने हुँदा माछालाई कीटनाशकको घातक प्रभाव पर्न सक्छ ।
- धान प्रजनन् योग्य भएको अवस्थामा (reproductive stage) धानको गाँज (tiller) ठूलो र पातहरु फैलिएका हुने हुँदा कीटनाशकको धेरै अंश पातमा टाँसिन गै कमै मात्र पानीमा मिसिन जाने संभावना रहन्छ ।
- धान फुल्ने र वाला हाल्ने वेलामा कीटनाशकको प्रयोग सही तरिकाले गरिएन भने, कीटनाशक कम विषालु भएता पनि माछाले पानीमा खस्ने विषादीयुक्त धानको पराग र फूल खाई प्रभावित हुन सक्छ । यी कारणले गर्दा कीटनाशकको प्रयोग विहान ९:०० बजे भन्दा अघि र बेलुका ४ बजे पछि गर्नु उपयुक्त हुन्छ ।
- धान फुलेको वा वाला हाल्ने अवस्थामा कीटनाशकको प्रयोग विहानपख गर्नु उपयुक्त हुन्छ ।
- धुलो कीटनाशकलाई विहानपख धानको पातमा शित (dew drops) नसुक्दै प्रयोग गर्नु पर्दछ ।
- झोल कीटनाशकलाई अपरान्ह धानको पात सुक्खा भएको समयमा प्रयोग गर्दा कीटनाशक राम्रोसंग पातमा टाँसिन्छ र पानीमा झर्ने सम्भावना कम रहन्छ ।

### ११.४.३.२ कीटनाशक प्रयोग गर्ने समयमा माछालाई सुरक्षित राख्ने

- कीटनाशक प्रयोग गर्नु भन्दा अगाडि धान खेतलाई पूरै सुकाई माछालाई आश्रयस्थलमा (refuse) मा राख्नु पर्दछ । कीटनाशकको विषालुपन पूर्णरुपमा बगाई वा निकास गराईसकेपछि माछालाई पुनः धान खेतमा जान दिनु पर्दछ ।
- कम विषालु कीटनाशक प्रयोग गर्दा धान खेतमा पानीको गहिराई (८ से. मी. भन्दा माथि) बढाई माछालाई विषको प्रभावबाट बचाउन सकिन्छ ।
- अर्को सुरक्षित उपाय भनेको धान खेतमा पानीको वहाव निरन्तर बनाईराख्नु हो । कीटनाशक प्रयोग गर्नु भन्दा अघि धानखेतको सिंचाई र निकासको द्वार खुला राखी स्वतन्त्ररुपले पानी बगाई रहनु पर्दछ । त्यसपछि निकास तर्फबाट कीटनाशकको प्रयोग गर्ने र धान खेतको आधा भाग स्प्रे गरिसकेपछि केही समय स्प्रे गर्न छाडेर विषयुक्त निकास तर्फको पानी बाहिर जान दिनु पर्दछ । त्यसपछि मात्र पानी प्रवेश गर्ने तर्फको खेतको बाकीं भागमा कीटनाशक स्प्रे गर्नु पर्दछ ।

### ११.४.३.३ कीटनाशक प्रयोगको सुरक्षित अन्तराल

कीटनाशक प्रयोगको सुरक्षित अन्तराल (safe interval) केवल धानकोलागि मात्र नभै माछाको मृत्यु हुन नदिन र विषालुपनको अवशेष कमगर्ने तर्फ पनि लक्षित हुनु पर्दछ । कीटनाशक प्रयोग गरेको लगत्तै माछा झिक्ने र खाने गर्नु हुदैन । विभिन्न कीटनाशक प्रयोग गर्ने सुरक्षित अन्तराल तालिका १५ मा दिईएको छ ।

**तालिका १५.** कमनकार्पको लागि विभिन्न कीटनाशकको मध्यम सहन सिमा (Median tolerance limits -TLM

| कीटनाशकको नाम | कीटनाशकको स्वरुप | विषको स्तर | TLM (PPM) ४८ घंटा | कीटनाशक प्रयोग गरिसकेपछि माछा झिक्ने अन्तराल सिमा |
|---|---|---|---|---|
| Trichlorfon | ८०% क्रिष्टल | मध्यम | ६.२ | >७ |
| Dichlorvos | ८०% इमल्सन | मध्यम | ४.० | >७ |
| Rogor | ४०% इमल्सन | मध्यम | ४.० | >७ |
| Kasugamycin | ४०% झोल | कम | १०० | >२० |
| Chordimeform | २०% झोल | कम | १५.२ | >१५ |
| Etrofolan | ५०% इमल्सन तेल | मध्यम | ४.२ | >७ |

## ११.५ एकिकृत रोगकीरा ब्यबस्थापन (integrated pest management- IPM) र धान -माछा खेती बीच अन्तर्सम्बन्ध

धान खेतमा माछाले धेरै प्रकारका कीरा फट्यांग्राहरु खाने गर्छ । धानको बोटबाट पानीमा झर्ने किराहरु (rice plant hoppers र leaf folders) पानीमा रहने rice borrers, rice root worms, snout beetles हरुको जीवन चक्रको कुनै न कुनै भागमा माछाले खान्छ भने spotted wilt disease ल्याउने व्याक्टेरियाको cyst खाएर रोग नियन्त्रणमा सघाउ पुऱ्याँउछ । धान संगै माछा खेती गर्दा रोग किराको घनत्वमा १२-७५% सम्म कमी आएको विभिन्न अध्ययनहरुले देखाएका छन् ।

बढी उत्पादन दिने धानका विभिन्न जातको विकाससंगै मलखादको बढ्दो प्रयोग र रोग कीरा नियन्त्रण गर्ने कीटनाशक विषादीको प्रयोग पनि बढिरहेको पाईन्छ । धान-माछा एकिकृत खेतीको विस्तार गर्न पानी नियन्त्रण पछि धानखेतमा प्रयोग गरिने कीटनाशक विषादी दोस्रो सबैभन्दा ठूलो व्यावधान रहेको छ । पानी नियन्त्रण (सिंचाई र बाढी) गर्न सकिएको अवस्थामा धानको उत्पादन पनि संगसंगै बृद्धि हुने हुँदा कीटनाशक रसायनहरुको प्रयोगको औचित्य पनि स्थापितगर्ने गरिएको पाईन्छ । धान बालीको बढ्ने उत्पादन (potential yield) संरक्षण गर्न कीटनाशकको प्रयोगबाट धान-माछा खेतीमा पर्ने प्रभावहरु बारे

अनुसन्धानकर्ताहरुको ध्यान आकृष्ट भएको पाईन्छ । यी अनुसन्धानले धानमा प्रायः प्रयोग गरिने केही अर्गानोफस्फेट (azinphos ethyl, Monocrotophos)हरु माछाको लागि अत्यधिक विषालु रहेका र कार्बोफ्यूरान (carbofuran) जस्ता कीटनाशकहरुको प्रयोग धान-माछा खेतीको लागि सुरक्षित रहेको देखाएको छ (तालिका १६) । तर पनि माछा खेतीको सन्दर्भमा कृषकको अवस्थामा यी रसायनहरुको प्रयोग कति आवश्यक र आर्थिक दृष्टिकोणले कति फाईदाजनक छ ? भन्ने बारे कमैमात्र अध्ययनहरु भएका छन् ।

**तालिका १६.** टिलापिया माछामा परिक्षण गरिएका विभिन्न किटनाशक विषादीको प्रभाव रहने (persistance) र नष्ट (degredation) हुने समय, (स्रोत : Cagauan and Arce, 1992)

| कीटनाशकको समूह र नाम | सान्द्रता$^{+}$ | नष्ट हुने समय (दिनमा) |
|---|---|---|
| ***Carbamate*** | | |
| Carbaryl | १०.८८ मि.ग्रा./ली. f.p | २६ |
| Carbofuran | ०.५६ मि.ग्रा./ली. f.p | ५ |
| MTMC + Phenthoate | १.०२ मि.ग्रा./ली. a.i | ४ |
| ***Orgnnophosphate*** | | |
| Azinphos ethyl | ०.११ मि.ग्रा./ली. a.i | - |
| Chlorpyrites | १.३२ मि.ग्रा./ली. f.p | १७ |
| Malathion | ४४.१मि.ली./१९ लिटरमा | १५-२२ |
| Methyl phathion | ४४.१मि.ली./१९ लिटरमा | १०-१७ (छाया भएको अवस्थामा) |
| Monocrotphos | २.२७ मि.ग्रा./ली. f.p | १ |
| ***Organochlorin*** | | |
| Endosulphan | ०.२१२ मि.ग्रा./ली. a.i | - |
| ***Synthetic pyrethroid*** | | |
| Permethrin | ०.१४० मि.ग्रा./ली. f.p | १९-२८ |

$^{+}$ f.p = formulated product, a. i = active ingredient.

धानखेतमा माछा भुरा छाड्ने कार्य र कीटनाशकको प्रयोग दुई वटा कृयाकलापलाई जोड्न धेरै कठिन छ । त्यसकारण यी दुवै कृयाकलापपलाई धानमाछा खेतीको आर्थिक विष्लेषणको माध्यमबाट तुलना गर्नु उपयुक्त हुन्छ ।

विभिन्न देशहरुमा भएका धान-माछा खेती र धानमात्र खेतीको तुलनात्मक अध्ययनहरुले माछाले खुद आम्दानी बढाउन योगदान पुऱ्याएको पाईन्छ (तालिका १७) । धान-माछा खेतीको आर्थिक पक्षले नै थाईलैण्डमा यो खेती प्रणालीलाई स्थायित्व दिन योगदान पुऱ्याएको छ । नेपालमा पनि धान खेती

मात्रैको तुलनामा धान-माछा खेतीबाट ४५% बढी आम्दानी हुने ५० जना कृषकको धान-माछा खेतीको विश्लेषणबाट पाईएको छ ।

यी नतिजाहरुले धानखेतले माछा पालनको लागि उपयुक्त वाताबरण प्रदान गर्ने र उच्च आर्थिक संभावना सहितको धान-माछा एकिकृत प्रणालीको सवलताको पुष्टि गर्दछ । यस प्रकारको प्रणालीबाट उच्चतम लाभ लिन धान खेतकिो लागि कृषिका आवश्यकताहरु (agronomic requirement) पूरा गरिएको अवस्थामामात्रै सम्भव हुन्छ  र यस मध्ये पानी नियन्त्रण प्रमुख रुपले संवेशनशिल पक्ष हो । त्यसकारण कीटनाशक प्रयोग नगरिने सिंचित क्षेत्र धान-माछा खेतीको लागि सवैभन्दा राम्रो वातावरण हो । यसको अर्थ धान-माछा खेतीको संभावनालाई धान खेतमा रोगकीरा नियन्त्रणको आर्थिक पक्षको आधारमा विश्लेषण गर्नु पर्दछ ।

**तालिका १७**. एसियामा धान माछा खेतीको छनोट गरिएका केही आर्थिक सूचकहरु

| देश | सूचकहरु | मूल्य (%) |
|---|---|---|
| इण्डोनेशिया | माछाको कारणले धानको उत्पादनमा बृद्धि+ | २० |
| मलेशिया | कृषकको कुल आम्दानीमा माछाको योगदान | ७ |
| फिलिपिन्स | कीटनाशक प्रयोग गर्दा माछाको उत्पादनमा ह्रास | ४८ |
| फिलिपिन्स | धान-माछा खेतीबाट धानको मूल्यमा बृद्धि | २८ |
| थाइलैण्ड | माछा पालनबाट खुद आम्दानीमा बृद्धि | १८ |
| नेपाल | माछा पालनबाट खुद आम्दानीमा बृद्धि | ७९ |
| थाइलैण्ड | धान-माछा खेती गर्ने र नगर्ने कृषक बीच धानको उत्पादनमा+ फरक | ६५ |

+ माछाबाट हुने कुल आम्दानीलाई धानको मूल्यले भाग गर्दा

धानमा लाग्ने रोग किरा नियन्त्रणमा माछाको भूमिकासंगै माछाबाट प्राप्त हुने आम्दानीलाई कीटनाशक प्रयोगको विकल्पको आधारमा अवसर आम्दानी (opportunity cost) र माछालाई शत्रु जीव व्यवस्थापनको माध्यमको रुपमा लिनु उपयुक्त हुन्छ । यसको अर्थ कीटनाशक प्रयोग गर्दाको वास्तविक खर्च भनेको माछा पाल्ने निर्णय नगर्दा गुम्ने खुद आम्दानी हो । IPM को दृष्टिकोणले माछाबाट हुने आम्दानीलाई मध्यनजर राख्दा कीटनाशक प्रयोग हुने अवस्था रोग कीराको उच्च घनत्वमा सर्न जान्छ ।

यदि जनस्वास्थ र बाहिरी वातावरणमा पर्ने प्रभाव, जुन कीटनाशकसंग सम्बन्धित छ, लाई समेत जोडने हो भने कीटनाशक प्रयोग गर्ने अवस्था अझ माथि सर्न जान्छ । यो अवस्थासम्ममा रोग कीराको घनत्व उपचार खर्चको तुलनामा कम हुने संभावना रहन्छ । माछा पालनबाट कीटनाशक प्रयोग गर्ने अवस्था पर सर्ने जाने, जुन IPM को एक प्रमुख उद्देश्य हो, हुँदा माछा पालनलाई IPM ग्रहण गर्ने एक सशक्त

माध्यम हुन सक्छ । वास्तवमा धान माछा खेतीले IPM को एउटा व्यावधान र प्रसारको अकर्मण्य (Non action) सूचना “कीटनाशक नछरौं”लाई धेरै आकर्षक सूचना “माछा पालन गरौं”मा परिवर्तन गर्न सकिन्छ । तर यस नारालाई व्यवहारमा उतार्न मत्स्य विज्ञ र रोग कीरा विज्ञहरु बीच संवाद हुनु जरुरी छ । एकिकृत धान माछा खेती र शत्रु जीव ब्यबस्थापन बिचको संम्बन्धलाई तालिका १८ मा देखाईएको छ ।

**तालिका १८.** एकिकृत धान माछा खेती र शत्रु जीव ब्यबस्थापन बिचको संम्बन्ध

| **धान खेती** | **धान-माछा खेती** | **धानमा एकिकृत शत्रु जीव व्यवस्थापन** |
|---|---|---|
| रोग किराको बढ्दो प्रकोप | रोग किराको समस्या कम हुने | विषादी प्रयोगमा न्यूनीकरण |
| विषादी प्रयोग<br>- बढी खर्च<br>- मानव स्वास्थ्य र वातावरणमा कुप्रभाव<br>- धान- माछा खेती प्रणाली अपनाउन अवरोध | धान उत्पादनमा ५-१० %ले वृद्धि | धान उत्पादनमा १५-२०%ले वृद्धि |
| | विषादी प्रयोगकोलागि एकिकृत शत्रु जीव व्यवस्थापनका आधारमा आर्थिक सिमा (Economic threshold) अगाडी सर्नु | धान-माछा खेती प्रणाली अपनाउन प्रोत्साहन |
| | पर्यावरणको व्यवस्थापनमा सुधार | |
| | एकिकृत शत्रु जीव व्यवस्थापन ग्रहण गर्न प्रोत्साहन | |
| प्राकृतिक श्रोतको न्यून उपयोग | | |

**एकिकृत धान माछा खेती र शत्रु जीव ब्यबस्थापन बिस्तारणकोलागि एक अर्काको बाहक हुन सक्छन् ।**

# १२. झारपात नियन्त्रण

धानखेतमा उम्रने झारपातले सोझै धानबालीसंग प्रकाश, कार्बनडाइअक्साईड, पानी र अन्य पोषक तत्वको लागि प्रतिस्पर्धा गर्दछन् । तर धान खेतमा  राखिएको माछाले स-साना झारपातलाई आफ्नो भोजनको रुपमा प्रयोग गरी वा तिनीहरुको प्रसार हुन प्रतिकुल वातावरण सृजना गरी नियन्त्रण गर्न मद्दत पु¥याँउदछ । माछाले धानखेतमा हुने झारपात र लेउ खाई प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष रुपले धानबालीलाई पार्न सक्ने नकारात्मक असरबाट जोगाई हुर्कन मद्दत गर्दछ । चीनमा भएको एउटा अध्ययनको नतिजा अनुसार माछा राखिएको धानखेतमा झारपातको तौल १६१.७ ग्राम प्रति वर्गमिटर हुँदा माछा नराखेको धानखेतमा भने झारपातको तौल ६४० ग्राम प्रति वर्ग मिटर रहेको थियो । अर्को एउटा अध्ययन अनुसार कमनकार्प राखिएको धानखेतमा झारपात ३८-८३% सम्म घटेको पाईयो ( तालिका १९) । कमनकार्प राखिएको धानखेतमा  प्रायः Cyperaceae र Poalean family का झारपातका साथै पानीमा तैरने खालको *Azollapinnata, Eichornia, Salvinia sp* पनि माछाद्धारा नियन्त्रित हुन्छन् । नेपालमा पनि थुप्रै किसानको अनुभवमा धानखेतमा कमनकार्प माछा राख्दा किसानलाई खेतको गोडमेल गर्न ७० देखि १०० प्रतिशतसम्म श्रममा कटौती गर्न मद्दत पुग्ने जानकारीमा आएको छ ।

**तालिका १९.** धानखेतमा झारपात नियन्त्रणमा माछाको प्रभाव

| माछाको जात | माछाको घनत्व/हे | साईज (ग्राम) | झारपातमा कमी % |
|---|---|---|---|
| कमन | ४००० | १०-२० | ८३ |
| | ४००० | ५-१० | ३८ |
| | ६००० | १०-२० | ७२ |
| | | ५-१० | ५८ |
| | ५००० | ५-१० | ७५ |

धानखेतमा माछाको लागि चाहिने आवश्यक पानीको गहिराई माछाको जात र साईज अनुसार फरक हुन सक्दछ तर कमनकार्प राखिएको खेतमा पानी कम्तीमा १० से. मीं जति कायमै भएको हुनु पर्दछ । माछा नराखेको धानखेतमा पानी सुक्दै जाँदा झारपात खेतमा बृद्धि हुदै जाने हुन्छ । तर पानीको गहिराई १५ देखि २० से. मी कायम राख्दा धेरै जसो झारपात मर्दै जाने गर्दछ । तसर्थ माछा पालिएको धानखेतमा झारपातको नियन्त्रण माछाले मात्र नभई पानीको गहिराईले गर्दा पनि हुन सक्छ ।

तर नेपालमा मानिसबाट नै झारपात नियन्त्रण गर्ने गरेको पाईन्छ । प्रायः धानलगाई सकेपछि २-३ पटकसम्म झारपात नियन्त्रणको लागि गोडमेल गर्नु पर्दछ । यसरी झार नियन्त्रण गर्दा माछालाई कुनै प्रतिकुल असर हुदैन । धानखेतको धान नियन्त्रण गर्न मेसिन तथा रसायनहरु पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । प्रायः झार नियन्त्रणको लागि 2-4-D, Butachlor जस्ता रसायन प्रयोग गरिन्छ । तर झारपात नियन्त्रण गर्नको लागि प्रयोग हुने रसायनको प्रभावबाट एकातिर माछा मर्न सक्छ भने त्यस्ता रसायनले पानीको गुणस्तरलाई पनि प्रभावित गर्न सक्दछ ।

## १३ धान माछा खेतीको अर्थिक विश्लेषण

यस परिच्छेदमा धान संगै माछा खेती गर्दा धान खेती मात्रको तुलनात्मक रुपमा आर्थिक विश्लेषण गरिएको छ । धान माछा खेतीमा लाग्ने अतिरिक्त खर्चबाट हुने आम्दानी र यसले समग्र खेती प्रणालीमा पुऱ्याउने योगदानको समिक्षा गरिएको छ । यस विश्लेषणमा विगतमा पहाडि कृषि अनुसन्धान आयोजना अन्तरगत संचालन भएको "धान माछा खेती प्रणाली अनुसन्धान तथा विस्तार परियोजना"बाट प्राप्त उत्पादन खर्च र आम्दानीका तथ्यांकलाई समाबेश गरिएको छ । यस परियोजना संचालन गर्दा १४७ जना कृषकहरुले गरेको धान माछा खेतीको औसत तथ्यांकहरुको आधारमा धान माछा खेतीको आर्थिक विश्लेषण प्रस्तुत गरिएको छ ।

बिभिन्न धानखेतको उत्पादकत्व विभिन्न रहने र यसले धानखेतमा राखिने माछाको घनत्व, बृद्धि दर र उत्पादनमा असर पार्ने हुदा धानखेतमा माछा पालनको आर्थिक विश्लेषणका नतिजाहरुमा धेरै भिन्नता आउन सक्छ । त्यस्तै धानखेतको पानीको गुणस्तर, माछाको जात, माछा भूराको उपलव्धता, उत्पादन सामाग्री र धानखेतबाट उत्पादित माछाको स्थानीय बजार मूल्यले समेत धानखेतमा माछा पालनको आर्थिक पक्षलाई प्रभावित गर्दछन् ।

**तालिका २०.** धान-माछा खेतीको आर्थिक विश्लेषण (प्रति हेक्टर)

| | विवरण | धान-माछा खेती | धान खेती |
|---|---|---|---|
| **१. धान खेतको संभार** | क. ट्रेन्च निर्माण (५% क्षेत्रफल) मर्मत गरी ३ बर्ष संचालनमा ल्याउन सकिने ( २५०००/३) | ८३३३ | - |
| | ख. ट्रेन्च मर्मत | ३००० | - |
| | ग. निकाश र प्रवेशद्धार निर्माण | २००० | - |
| **२. धान खेती** | क. धानको बीउ (२५ केजी/हे. रु. ३५ केजी का दरले | ९०० | ९०० |
| | ख. व्याडको तयारी (५ जवान, रु. ३००/जवान | १५०० | १५०० |
| | ग. खेत जोताई (४ पटक, रु. २४००।- प्रतिपटक) | ९६०० | ९६०० |
| | घ. आली तयारी (३ जवान, रु. ३००।- प्रति जवान) | ९०० | ९०० |
| | ङ. धान रोप्ने (३० जवान, रु. २५० प्रति जवान) | ७५०० | ७५०० |
| | च. मलखाद<br>१. कम्पोष्ट (३ टन, रु.१५०० प्रति टन)<br>२. रसायनिक मल (युरिया पोटाश र डि. ए. पी.) | <br>४५००<br>२२०० | <br>४५००<br>२२०० |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | छ. सिंचाई<br>१. पानीको भाडा<br>२. पानी लगाउने (४ जवान, रु. २५०/जवान | <br>२०००<br>१००० | <br>२०००<br>१००० |
| | ज. झारपात नियन्त्रण/गोडमेल (धान माछा ८ जवान र धान मात्रै २० जवान) रु. ३०० प्रति जवान | २४०० | २४०० |
| | झ. रोक किरा नियन्त्रण (अनुमानित) | १००० | २५०० |
| | ञ. धान काट्ने (४० जवान, रु. ३०)० प्रति जवान) | १२००० | १२००० |
| | ट. धान ओसार्ने र दाँई गर्ने | ४००० | ४००० |
| | ठ. धान ढुवानी र बिक्री | २५०० | २५०० |
| | | | |
| | **धान खेतीको खर्च** | **६५३३३** | **५३५००** |
| **३ . माछा खेतीको खर्च** | क. माछा भुरा खरिद र ढुवानी (५००० गोटा ६० ग्राम साईजको, रु. ५ प्रति गोटा | २५००० | - |
| | ख. दुवानी | ५०० | - |
| | ग. माछालाई दाना दिने<br>१. दाना (४०० केजी दाना रु. ३० प्रति केजी | <br>१२००० | <br>- |
| | २. दाना दिने (०.५ घंटा, , प्रति दिन, ९० दिन सम्म रु. ३०० प्रति जवान ) | १८०० | - |
| | घ. सर्पको पासो निर्माण (१० गोटा प्रति हेक्टर रु. २०० प्रति गोटा | २००० | - |
| | ङ. माछा समात्न र बिक्री गर्न (५ जवान, रु. ३०० प्रति जवान | १५०० | - |
| | **माछा खेतीको खर्च** | **४२८००** | - |
| | | | |
| **४. खर्च** | **धान-माछा खेतीको खर्च** | **१०८१३३** | **५३५००** |
| | संचालन खर्चको ब्याज (१२% ले ६ महिना) | ६४८८ | ३२१० |
| | **धान-माछा खेतीको जम्मा खर्च** | **११४६२१** | **५६७१०** |
| **५. उत्पादन** | | | |
| | १. धानको उत्पादन (मे. टन) | ४.२ | ३.९५ |
| | २. पराल ( ३०० भारी) | २१० | १.९० |
| | ३. माछा उत्पादन, केजी | ४४७ | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **६. आम्दानी** | | | |
| | १. धान विक्री (रु. १९ प्रति केजी) | ७९२०० | ७५०५० |
| | २. पराल (रु. १६० प्रति भारी) | ३३६०० | ३०४०० |
| | ३. माछा विक्री (रु. २०० प्रति केजी) | ८९४०० | - |
| | **जम्मा आम्दानी** | २०२२०० | **१०५४५०** |
| | | | |
| **७. नाफा बिश्लेषण** | १. संचालन नाफा (रु) | १००९१२ | ४८७४० |
| | २. खुद नाफा (रु) | ८७५७९ | ४८७४० |
| | ३. धान खेतीको तुलनामा धान माछा खेतीबाट आम्दानीमा बृद्धि (%) | ७९.७ | |

# १४ धानखेतमा माछा पालनको समय तालिका

| महिना | कृयाकलाप | |
|---|---|---|
| फाल्गुणको दोस्रो-तेस्रो हप्ता | • चैते धानको लागि ब्याड राख्ने<br>• धानखेतमा ट्रेन्च निर्माण, आलीको सुधार र पानी प्रवेश निकासद्धार मर्मत गर्ने | |
| चैत्र दोस्रो हप्ता | • धान रोप्नको लागि खेत तयार गर्ने<br>• तयार गरिएको धान खेतमा होचो खालका धान लाईनमा बोट देखि बोटको दुरी २०-२५ से मी कायम राखी रोप्ने | |
| चैत अन्तिम हप्ता | • धान खेतको निकास र प्रवेशद्धारमा जाली सहितको फ्रेम राख्ने<br>• धान खेतमा पानीको गहिराई ८-१० से. मी. सम्म राख्ने । | |
| | • तालिका ५ मा दिईए अनुसार आश्रयस्थलको प्रकार, माछाको जात र साईजको आधारमा माछाको भुरा विहानपख धानखेतमा स्टक गर्ने । | |
| वैसाख पहिलो हप्ता | • धान खेतमा माछालाई दाना दिन तयार गरिएको ट्रेमा दाना दैनिक रुपमा दिने ।<br>• धान खेतको प्लट वा गह्रोको साईज अनुसार सर्पको पासो राख्ने (२ वटा/५०० वर्ग मिटर धान खेत) । | |
| वैसाख अन्तिम हप्ता | • पानीको गहिराई क्रमश बढाउदैं १५-२० से. मीं पुर्‍याउने ।<br>• झारपात गोडमेल गर्ने ।<br>• धान खेतमा मलखाद (टप ड्रेसिङ्ग) दिने ।<br>• माछाको बृद्धि जाच्ने । | |

| | | |
|---|---|---|
| जेष्ठ पहिलो हप्ता | • धान खेतमा  पानीको गहिराई १५-२० से. मीं बनाई राख्ने ।<br>• दैनिक माछालाई दाना दिने<br>• धानमा रोग र किराको प्रकोप देखिएमा सुरक्षित विषादी सही तरिका र मात्रामा प्रयोग गर्ने । | |
| | • बर्षे धान माछा खेती गरिने धानखेतमा ट्रेन्च निर्माण, आलीको सुधार र पानी प्रवेश निकासद्धार मर्मत गर्ने । | |
| असार पहिलो हप्ता | • दैनिक माछालाई दाना दिने<br>• धान खेतमा  पानीको गहिराई १५-२० से. मीं बनाई राख्ने । | |
| | • बर्षे धानको लागि व्याड राख्ने । | |
| असार तेस्रो हप्ता | • धान खेतको पानी सुकाउने ।<br>• ट्रेन्चमा एकत्रित भएका ठूला खान योग्य माछालाई हार्भेष्ट गर्ने ।<br>• साना माछालाई (५० ग्रा. भन्दा कम तौलका) बर्षे धान माछा खेतीमा पाल्नको लागि ट्रेन्चमा नै यथावत राख्ने । | |
| | • बर्षे धान-माछा खेतीको लागि खनजोत गर्ने । | |
| श्रावण पहिलो हप्ता | • धान काट्ने । | |

| | | |
|---|---|---|
| | • बर्षे धान रोप्नको लागि खेत तयार गर्ने<br>• तयार गरिएको धान खेतमा होचो खालका धान लाईनमा बोट देखि बोटको दुरी २०-२५ से मी कायम राखी रोप्ने | |
| श्रावण तेस्रो हप्ता | • धानको बोटले माटोमा राम्रोसंग जरा गाडिसकेपछि तालिका ५ मा दिईए अनुसारको साईज र संख्यामा माछा भुरा स्टक गर्ने ।<br>• चैते धान माछा खेतीमा पालिएका साना माछालाई बर्षे धान माछा खेतमा स्टक गर्ने वा धान खेतमा चर्न छोड्ने । | |
| | • पानीको गहिराई १५-२० से. मी. कायम गर्ने ।<br>• माछालाई बृद्धिको आधारमा दैनिक २-३% कुल शारीरिक तौलको दाना दिने ।<br>• धान खेतको प्लट वा गह्रोको साईज अनुसार सर्पको पासो राख्ने (२ वटा/५०० वर्ग मिटर धान खेत) । | |
| भाद्र | • माछालाई दैनिक दाना दिने<br>• हल्का रुपमा पानी निकासद्धारबाट बाहिर जान दिने ।<br>• माछाको बृद्धि जाँच गर्ने ।<br>• पहिलो पटक झारपात गोड्ने ।<br>• रसायनिक मल टप ड्रेसिङ्ग गर्ने ।<br>• पानीको गहिराई १५-२० से. मी राख्ने । | |
| असौज | • माछालाई दैनिक दाना दिने ।<br>• हल्का रुपमा पानी निकासद्धारबाट बाहिर जान दिने ।<br>• माछाको बृद्धि जाँच गर्ने । | |

| | | |
|---|---|---|
| | • दोस्रो पटक झारपात गोड्ने ।<br>• दोस्रोपटक रसायनिक मल टप ड्रेसिङ्ग गर्ने ।<br>• धानमा रोग र किराको प्रकोप देखिएमा सुरक्षित विषादी सही तरिका र मात्रामा प्रयोग गर्ने ।<br>• पानीको गहिराई १५-२० से. मी राख्ने | |
| कार्तिक पहिलो हप्ता | • माछालाई दैनिक दाना दिने<br>• पानकिो गहिराई १५-२० से. मीं राख्ने । | |
| कार्तिक दोस्रो हप्ता | • धान खेतको पानी सुकाउने<br>• ट्रेन्चमा एकत्रित भएका माछा हार्भेष्ट गर्ने<br>*(धान खेतमा सधेभरि पानी जमिरहने अवस्थामा माछालाई धान काटिसकेपछि पनि पाल्न सकिन्छ)*<br>• माछा हार्भेष्ट गरेको करिव १५ दिनसम्म धानखेतलाई सुक्न दिने । | |
| कातिक अन्त्य | • धान काट्ने | |
| मंसिर | • धान खेतमा सधेभरि पानी जमिरहने अवस्थामा माछालाई धान काटिसकेपछि पनि पाल्न धान खेतमा छोड्ने ।<br>• माछालाई दैनिक दाना दिने । | |
| पुष अन्तिम हप्ता | • धान खेतको पानी सुकाउने<br>• ट्रेन्चमा एकत्रित भएका माछा हार्भेष्ट गर्ने | |