खारीय वर्टीसोल में लवण सहिष्णु (हैलोफाइट) चारा घास की खेती

जी. गुरूराजा राव (अध्यक्ष)[1], इन्दीवर प्रसाद (वैज्ञानिक)[1], श्रवण कुमार(वैज्ञानिक)[1], अनिल आर. चिन्चमलातपुरे (प्रधान वैज्ञानिक)[2], रामेश्वर लाल मीणा (वरिष्ठ वैज्ञानिक)[2], महेश कुमार खण्ड़ेलवाल (प्रधान वैज्ञानिक)[1] एवं दिनेश कुमार शर्मा (निदेशक)[2]

[1]केन्द्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान, क्षेत्रीय अनुसंधान केन्द्र, भरूच– 392 012 (गुजरात)
[2]केन्द्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान, करनाल– 132 001 (हरियाणा)

सारांश–

लवणीय काली मृदा (वर्टीसोल) में अंतर्निहित जटिल भौतिक तथा रासायनिक गुणों जैसे कि अधिक क्ले की मात्रा, निम्न इन्फील्ट्रेसन एवं हाइड्रोलिक चालकता की दर तथा संकीर्ण व्यवाहारिक नमी के कारण कम लवणता के स्तर पर भी कृषि का उत्पादन करना एक गम्भीर समस्या है। इस तरह की मिट्टी गुजरात के तटीय क्षेत्रों में बहुतायत से पायी जाती है। दुधारु पशुओं के चारे की माँग को पूरा करने के लिए लवणीय खेती के अन्तर्गत लवण सहनशील चारा घास की खेती का सम्भावित दृष्टिकोण प्रस्तुत किया गया है, जो कि राज्य के इस प्रमुख कृषि आधारित उद्योग की एक महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से है। इरेग्रोस्टीस टेनेला (*Eragrostis tenella*) एवं एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस (*Aeluropus lagopoides*) को उपसतह लवणता की समस्या वाली नमक युक्त वर्टीसोल मृदा पर खारे भूजल का उपयोग करके विभिन्न नत्रजन दरों के साथ उगाया गया। प्रयोग के परिणाम दर्शाते है कि नत्रजन के उपयोग से चारे के बायोमास एवं इसकी गुणवता में वृद्धि हुयी तथा पादप ऊतकों में नमक की मात्रा में कमी हुई। इन मृदाओं में 60 किलोग्राम प्रति हेक्टेअर नत्रजन की दर चारा घास की खेती के लिये सर्वोत्तम पायी गयी। इन घासों में मिट्टी से लवण निकालने की क्षमता है। लवण सहिष्णु पादपों के ऊतकों में नमक को बाँधने की क्षमता के कारण इनकी जड़ें एवं पुरानी पत्तियाँ सोडियम जैसे विषाक्त आयनों के लिये सम्भावित ग्रहणी है। एल्यूरोपस घास में, इरेग्रोस्टीस की तुलना में मृदा से नमक हटाने की क्षमता बेहतर है तथा इस घास में चारे की गुणवता भी अच्छी है जो इस घास की लवणीय कृषि कार्यक्रम में उपयोग की सम्भावना को दर्शाती है।

Keywords: *Eragrostis tenella, Aeluropus lagopoides*, saline Vertisols, irrigation, nitrogen, EC, salt removal, forage quality

Agriculture in saline Vertisols with halophytic forage grasses

G. Gururaja Rao (Head)[1], Indivar Prasad (Scientist)[1], Shrvan Kumar (Scientist)[1], Anil R. Chinchmalatpure (Principal Scientist)[2], Rameshwar Lal Meena (Senior Scientist)[2], Mahesh Kumar Khandelwal (Principal Scientist)[1] and Dinseh Kumar Sharma (Director)[2]

[1]Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch 392 012 (Gujarat), India
[2]Central Soil Salinity Research Institute, Karnal 132 001 (Haryana), India

Abstract:

Saline black soils (Vertisols), due to their inherent physical and chemical constraints such as high clay content, poor infiltrations and hydraulic conductivity rates and narrow workable moisture range pose serious problems for arable crop production even at low salinity levels. Such soils are quite prevalent in the coastal areas of Gujarat State, a western province in India. Cultivating salt tolerant forage grasses through saline agriculture has been suggested a possible approach to meet the fodder demands for the dairy cattle, a prominent agro-based industry in the State. *Eragrostis tenella* and *Aeluropus lagopoides* were cultivated on saline Vertisols with sub-surface salinity problems using saline ground water under different nitrogen regimes. Results indicated that applied nitrogen, while favouring forage biomass, reduced *per se* salt content in the tissues and also enhanced forage quality. Nitrogen given at the rate of 60 kg ha^{-1} has been found ideal for growing grasses on such soils. These grasses have the potential to remove salt from the soils. Salt compartmentation at tissue levels indicated roots and older leaves as potential sinks for toxic ions like sodium. *Aeluropus* has been found a better salt remover than *Eragrostis* and this grass also had better forage quality traits suggesting the possibility of using this grass in saline agriculture programmes in the region.

Keywords: *Eragrostis tenella, Aeluropus lagopoides,* saline Vertisols, irrigation, nitrogen, EC, salt removal, forage quality

प्रस्तावना–

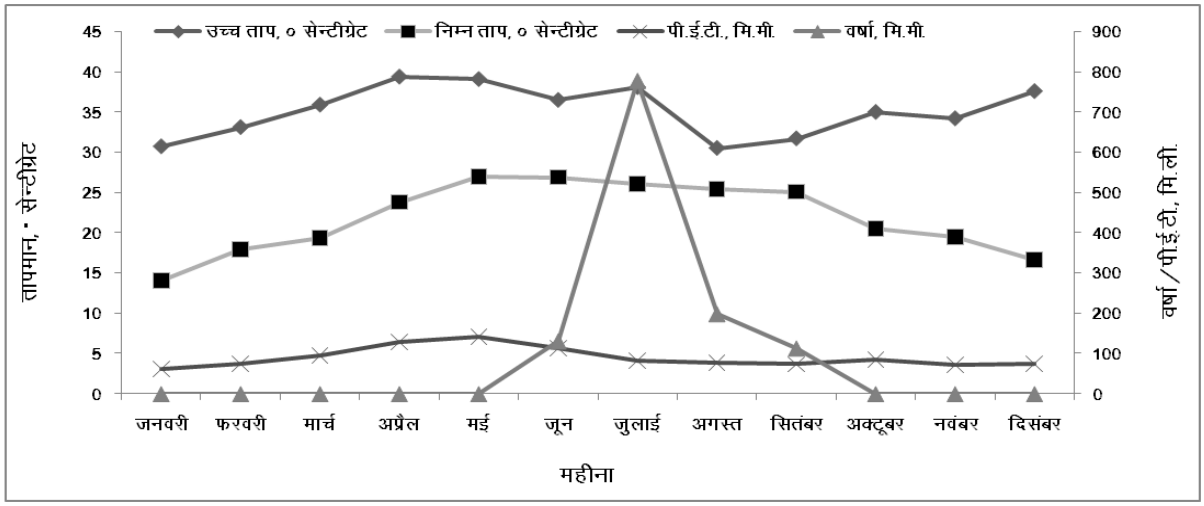
खारे पानी अथवा खारी मिट्टी का उपयोग करके लवणीय कृषि करना संसाधनों के प्रबन्धन का एक महत्वपूर्ण दृष्टिकोण है। भारतवर्ष में 6.73 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल लवण ग्रस्त है जिसका 2.22 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल गुजरात में स्थित है जो कि पूरे देश का 32 प्रतिशत है। गुजरात राज्य, जो कि भारत का एक पश्चिमी प्रान्त है, के तटीय एवं सिंचित क्षेत्रों में मृदा की लवणता एक गम्भीर समस्या है। गुजरात के वर्टीसोल मृदा के क्षेत्रों में अत्यधिक खारे भूजल तथा मृदा में खारे भूजल का ऊँचा स्तर इस लवणता के खतरे को और बढ़ाता है। लवणीय काली मृदा (वर्टीसोल) में अंतर्निहित भौतिक तथा रासायनिक गुणों जैसे कि अधिक क्ले (clay) की मात्रा (50 प्रतिशत से अधिक), निम्न इन्फील्ट्रेसन (infilteration) एवं हाइड्रोलिक चालकता (hydraulic conductivity) की दर तथा संकीर्ण व्यवाहारिक नमी (narrow moisture range) के कारण कम लवणता के स्तर पर भी इनका प्रबधंन अत्यन्त कठिन है। अधिक खारे भूजल वाली अत्यन्त लवणीय काली मृदा गुजरात के तटीय क्षेत्रों में बहुतायत से पायी जाती है। इन मृदाओं में प्रायः कुछ स्थानिक एवं कठोर प्रवृति की प्रजातियाँ पायी जाती है । इस तरह की भूमि मुख्य रुप से बंजर तथा कृषि के लिए अनुपयुक्त होती है। लवण सहिष्णु तथा लवण सहनशील प्रजातियों की पहचान करना तथा खारे पानी का उपयोग करके इनकी कृषि को बढ़ावा देना एक महत्वपूर्ण प्रबधंन तकनीक है जिससे इन क्षेत्रों में काली लवणीय मृदा को खेती के योग्य बनाया जा सकता है। इन मृदाओं में नत्रजन तथा जैविक तत्वों की मात्रा (organic matter) कम होती है जबकि नत्रजन इस तरह की मृदा में कृषि उत्पादन के लिए एक प्रमुख कारक है। यद्यपि इन मृदाओं में लवण सहनशील प्रजातियों के विकास हेतु अनेक अध्ययन हुए है, जैसे कि सल्वाडोरा पर्सिका [1,2], स्पोरोबोलस आयोक्लोडस [3,4] तथा कुछ लवणशील चारा घास [5], इत्यादि परन्तु इन प्रजातियों में खारे जल तथा नत्रजन के उपयोग से पादप वृद्धि, लवण अवशोषण, नमक हटाने की क्षमता तथा चारा उत्पादन जैसे गुणों के प्रभाव पर शोध बहुत ही कम हुए है। ऐसी कृषि उत्पादन प्रणाली का विकास, जिसमें खारे जल का उपयोग करके पशुओं के चारे का उत्पादन हो सके, वास्तव में इस क्षेत्र के किसानों के लिए लाभप्रद होगी, जो कि मृदा लवणता की समस्या से ग्रस्त है अथवा जिनकी सिंचाई का एक मात्र साधन खारा भूजल ही है। लवण सहिष्णु घासों के लिए टिकाऊ एवं उपयोगी प्रबधंन प्रणाली के विकास करने से इन क्षेत्र के किसानों को लवणीय खेती करने में सहायता प्राप्त होगी तथा उनकी फसल का उत्पादन, मृदा उत्पादकता को बढ़ाने तथा लवणग्रस्त मृदा को कृषि योग्य भूमि में बदलने में भी मदद मिलेगी। अतः नत्रजन उर्वरक (यूरिया) का खारे पानी के साथ उपयोग करके चारे वाली घास में पादप वृद्धि, लवण अवशोषण, बायोमास उत्पादन, घास की गुणवता तथा नमक हटाने की क्षमता जैसे गुणों के अध्ययन हेतु निम्न उद्देश्यों के साथ यह शोध प्रस्तुत किया गया है–

(1) खारे पानी तथा नत्रजन उर्वरक का घास की वृद्धि, चारे के उत्पादन एवं इसकी गुणवता पर प्रभाव

(2) नत्रजन उर्वरक का चारे की घास द्वारा नमक हटाने (निष्कासन) की क्षमता/लवण प्रबधंन पर प्रभाव

सामग्री एवं विधि–

दो लवण सहिष्णु चारा घास की प्रजातियों, इरेग्रोस्टीस टेनेला (*Eragrostis tenella*) एवं एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस (*Aeluropus lagopoides*) की जड़ मूलों को गुजरात राज्य के अहमदाबाद जिले के भाल क्षेत्र (धोलेरा तटीय क्षेत्र) से एकत्रित किया गया तथा केन्द्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान (CSSRI) के क्षेत्रीय अनुसंधान केन्द्र, भरूच के फार्म की नर्सरी में उगाया गया जो कि समनी गाँव में स्थित है। समनी गाँव, भरूच जिले के 21° 51′ अक्षांश तथा 72° 54′ देशांतर पर स्थित है तथा यहाँ की जलवायु मानसून के आने से पहले (मई से जून) अर्द्धशुष्क तथा गर्म होती है एवं जून से सितम्बर माह तक मानसून की अवधि होती है। इसके पश्चात अक्टूबर से नवम्बर महीने में अनिश्चित अंतराल पर/कभी कभार ही वर्षा होती है और दिसम्बर से फरवरी माह तक का मौसम शुष्क, सुहावना एवं हल्की ठण्ड वाला होता है। वातावरण में उच्च तापमान (41° सेन्टीग्रेट) अप्रैल से मई माह तक तथा निम्न तापमान (11° –15° सेन्टीग्रेट) दिसम्बर से जनवरी माह तक होता है। जुलाई से सितम्बर माह सबसे अधिक वर्षा वाले होते है और इसकी औसत वर्षा 650 मि.मी. प्रतिवर्ष तक होती है (चित्र 1)।



चित्र 1. अध्ययन क्षेत्र के वातावरणीय कारक

उपसतह लवणता (sub-surface salinity) की समस्या वाली वर्टीसोल मृदा पर प्रक्षेत्र प्रयोग किये गये जिसकी भौतिक–रासायनिक विशेषताएँ तालिका न. (1) में दी गयी है। इस मृदा में क्ले की मात्रा 44.8 से 61.4 प्रतिशत तक है तथा इसकी बनावट (soil texture) बहुत गहरी तथा महीन है। इस मृदा में लवणता उपसतह पर पायी जाती है हैसे कि 0.73 मी. से 1.50 मी. की गहराई में विद्युत चालकता (EC) का मान 10.9 से 11.4 डे.सी./मी. तक होती है, जबकि मृदा की ऊपरी सतह पर इसकी विद्युत चालकता कम होती है। इस मृदा की धनायन विनिमय क्षमता (CEC) 36.2 से 50.1 सेन्टी मोल/कि.ग्रा. है, सोड़ियम विनिमय प्रतिशत (ESP) 4.7 से 11.3 तक है तथा कैल्शियम कार्बोनेट की मात्रा 5. 7 से 17.7 प्रतिशत तक है। इसकी मृदा प्रतिक्रिया हल्की क्षारीय है तथा पी. एच का मान 7.5 से 8.2 तक है।

तालिका न. (1) मृदा के भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्म

मृदा स्तर	गहराई	बालू	सिल्ट	क्ले	सी.ई.सी.	ई.एस.पी.	कैल्शियम कार्बोनेट	पी. एच	ई.सी.$_{e}$
	– (मी.) –	—— (प्रतिशत) ——			(से. मोल / कि.ग्राम)	—— (प्रतिशत) ——			(डे.सी. / मी.)
ऐ$_{पी}$	0.00–0.20	17.8	30.4	51.8	44.4	9.8	5.7	8.2	2.8
बी$_{डबल्यु1}$	0.20–0.44	22.0	25.8	52.2	45.4	10.5	5.7	8.0	2.7
बी$_{डबल्यु2}$	0.44–0.73	14.2	26.9	58.9	49.9	11.3	6.4	7.5	5.1
बी$_{एसएस}$	0.73–0.96	11.4	27.2	61.4	50.1	10.4	6.3	7.5	10.9
बीसी	0.96–1.25	21.8	26.8	51.5	44.5	5.7	6.4	7.7	10.5
सी	1.25–1.50	37.2	18.0	44.8	36.2	4.7	17.7	7.7	11.4

इरेग्रोस्टीस टेनेला एवं एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस की एकत्रित जड़ मूलों को नर्सरी में 4 x 4 वर्ग मी. प्लाट में 25 से.मी. पंक्ति से पंक्ति तथा 20 से.मी. पौधे से पौधे की दूरी पर लगाया गया। नत्रजन की तीन दरों (युरिया के रुप में) को बुवाई के पश्चात क्रमशः 0, 30 तथा 60 कि.ग्रा. / हे. (नत्र.$_1$, नत्र.$_2$ एवं नत्र.$_3$ क्रमशः) की दर से बेसल डोज़ के रुप में समतल पट्टीदार विधि (flat bed planting method) के तहत प्रदान किया गया। फसल वृद्धि की अवधि के दौरान (कटाई के 3 माह पहले) सिंचाई की संख्या तथा इसके अंतराल में भिन्नता रखी गयी जो कि निम्न थी (1) 45 दिनों के अंतराल में दो सिंचाई {सिंचाई–1} (2) 30 दिनों के अंतराल में तीन सिंचाई {सिंचाई–2} (3) 15 दिनों के अंतराल में छः सिंचाई {सिंचाई–3}। प्रत्येक बार 5 से.मी. गहरी सिंचाई के लिए नलकूप के पानी का उपयोग किया गया जिसकी विद्युत चालकता (ई.सी.) 9.8 –10.2 डे.सी. / मी. तक थी। नलकूप के पानी की रासायनिक संरचना तालिका न. (2) में दी गयी है। प्रत्येक प्लाट में उपस्थित लवण की मात्रा की गणना सिंचाई जल में मौजूद लवण की मात्रा से की गयी तथा इसे इकाई क्षेत्रफल में परिवर्तित किया गया।

तालिका न. (2) सिंचाई जल (नलकूप) की रासायनिक रुपरेखा

रासायनिक गुण	इकाई	मात्रा
विद्युत चालकता (ई.सी.)	डे.सी. / मी.	10.6
पी एच	–	7.4
सोडियम	*मि.स. / ली.	92.5
पोटैशियम	मि.स. / ली.	0.24
कैल्सियम	मि.स. / ली.	17.0
मैगनिशियम	मि.स. / ली.	28.0
क्लोराइड़	मि.स. / ली.	92.5
सल्फेट	मि.स. / ली.	10.7
कार्बोनेट	मि.स. / ली.	2.0
बायोकार्बोनेट	मि.स. / ली.	0.8
सोडियम अधिशोषण अनुपात (एस.ए.आर.)	–	11.78

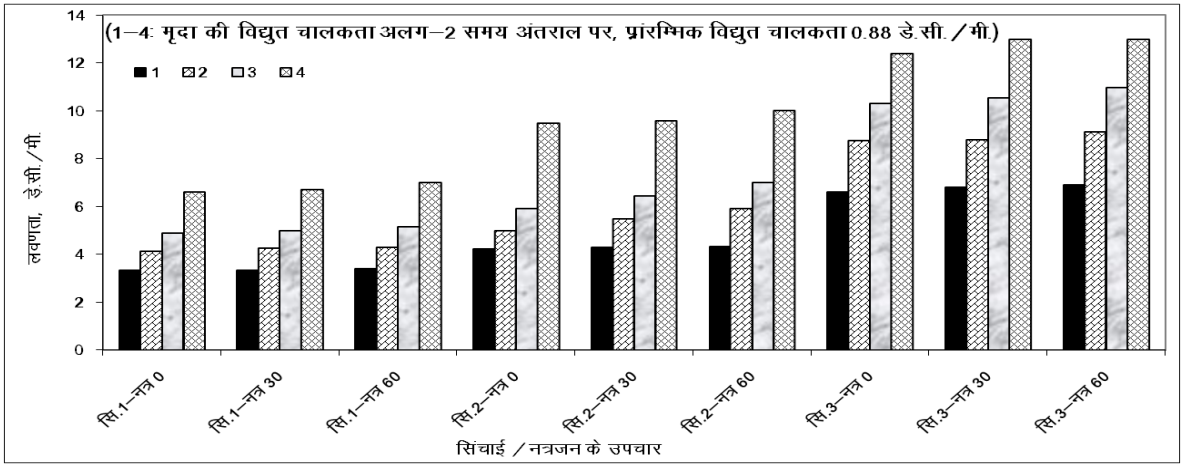
*मिली समतुल्य / लीटर (मि.स. / ली.) = meq l^{-1}

निश्चित अंतराल (पहले उपचार के 15 दिन बाद) पर मृदा के नमूने एकत्र किये गये तथा इनका लवणता की स्थिति के लिए विश्लेषण किया गया। पौधों को उखाड़ कर उन्हें विभिन्न भागों जैसे कि जड़, पुरानी पत्तियाँ (निचले स्तर की), परिपक्व पत्ते, तना, पुष्पक्रम में विभाजित किया गया और फिर इन्हें 80° सेन्टीग्रेट तापमान पर 72 घण्टे के लिए ऐअर ड्राई (ओवन में) किया गया। सूखे नमूनों को 100 मिली मोल एसीटीक अम्ल में 90° सेन्टीग्रेट पर 2 घंटे की अवधि तक रखा और शोधन किया गया। सोड़ियम एवं पोटैशियम की मात्रा की गणना लौ दीप्ति मापी (flame photometer) यंत्र के द्वारा किया गया। क्लोराइड की मात्रा सिल्वर नाइट्रेट टाईट्रेशन प्रणाली [6] के द्वारा ज्ञात की गयी। चारा घास की गुणवता मापदंडों जैसे कि परिपक्व पत्तियों में शर्करा [7], प्रोटीन [8], कच्चे फाइबर तथा राख [9] एवं अमीनों–नत्रजन [10] की मात्रा उपयुक्त विधि द्वारा ज्ञात की गयी। प्रत्येक सिंचाई के समय, सिंचाई जल की गहराई तथा इसकी लवणता के अनुसार, नमक की कुल मात्रा की गणना की गयी। पौधों की नमक ग्रहण करने/हटाने (salt uptake/ removal) की क्षमता को ज्ञात करने हेतु सिंचाई द्वारा नमक का प्रसार तथा पौधों के द्वारा इकाई क्षेत्रफल में नमक ग्रहण करने की मात्रा दर्ज की गयी। प्रयोग के अन्त में उत्पन्न चारे के बायोमास को ज्ञात किया गया। दोनों घासों के ज्ञात किये गये आकड़ों का सांख्किीय विश्लेषण किया गया।

परिणाम एवं विवेचना–

मृदा में लवणता की स्थितिः

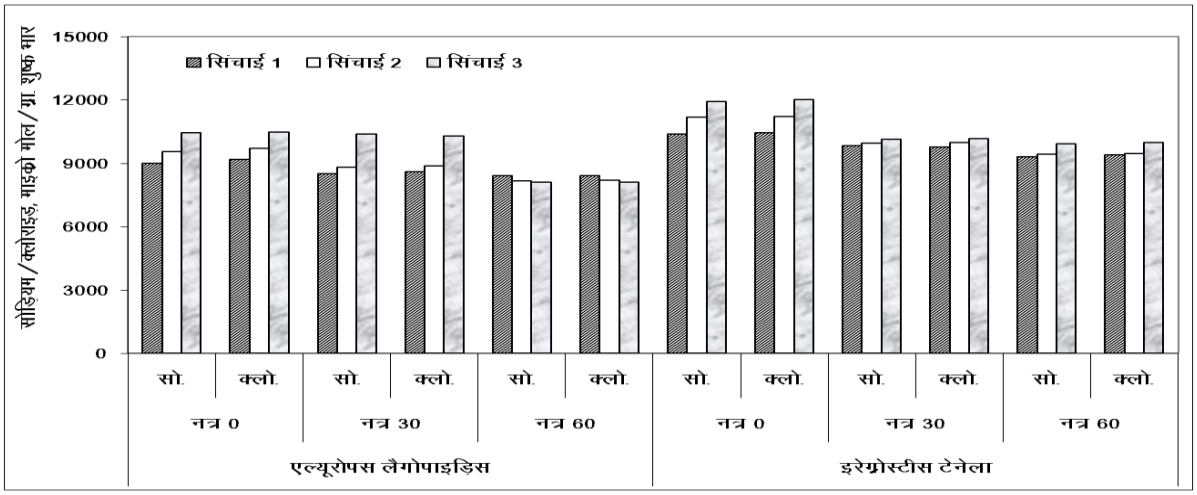
अलग–अलग समय के अंतराल पर खारे पानी की सिंचाई एवं तीन नत्रजन दरों के तहत निर्मित मृदा की लवणता चित्र 2 में दी गई है। आंकड़े दर्शाते है कि 15 दिन के अन्तराल पर दी गई सिंचाई से दोनों ही घासों में अधिकतम लवणता पाई गयी जो कि भूजल में नमक की अधिक मात्रा से हुई। मृदा की लवणता 6.58 डे.सी./मी. से बढ़कर 12.96 डे.सी. /मी. हो गयी।



चित्र 2. चारा घासों में खारे पानी की सिंचाई तथा नत्रजन उपचार से मृदा में लवणता का निर्माण

ऊतक आयन की मात्राः

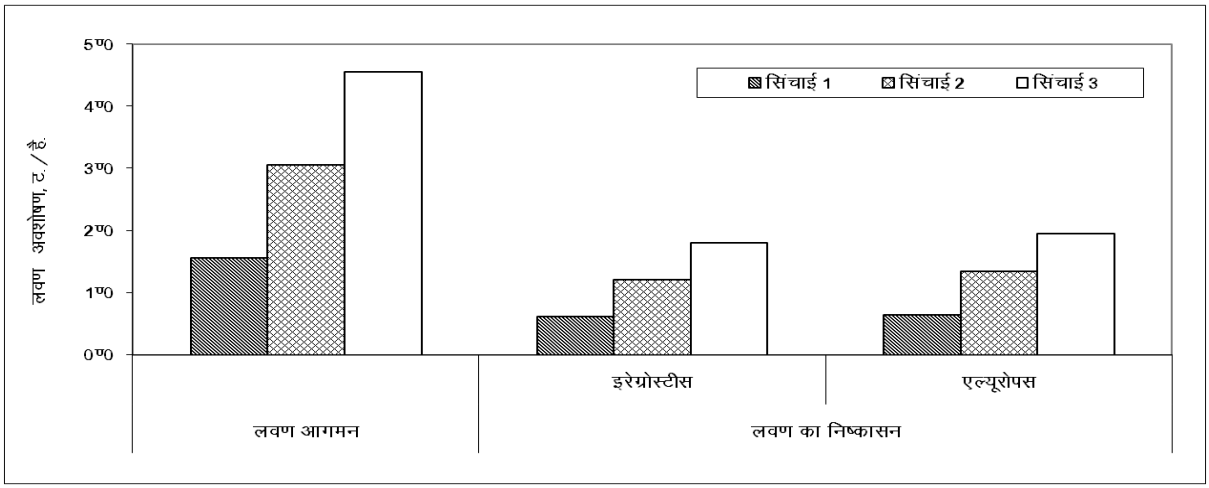
नत्रजन के उपयोग से घासों में वृद्धि तथा बायोमास की बढोतरी के साथ–साथ ही यह लवण के अवशोषण को बढ़ाने में भी सहायक हुई। पत्ती के ऊतकों में सोड़ियम तथा क्लोराइड़ का विशलेषण करने पर यह पाया गया कि नत्रजन का उपचार करने से इन दोनों आयनों की ऊतक में कमी होती है। ऊतक में इन दोनों आयनों की मात्रा कम होने से चारे की गुणवता में सुधार के साथ–साथ बायोमास उत्पादन में भी वृद्धि होती है। 60 कि.ग्रा./हे. की दर से दिये नत्रजन उपचार से ऊतक में आयन की मात्रा कम होती है जिसका कारण यह है कि नत्रजन उपचार से हरे बायोमास (green biomass) में वृद्धि होने से प्रति इकाई भार में लवण की मात्रा का वितरण (salt distribution) कम होता है (चित्र 3)।



चित्र 3. चारा घासों में खारे पानी की सिंचाई तथा नत्रजन उपचार से मृदा में लवणता का निर्माण

लवण प्रबंधन तथा लवण निष्कासन (Salt budgeting and salt removal):

उपसतह लवणता की समस्या वाली वर्टीसोल मृदा में खारे पानी से सिंचाई करने के पश्चात लवण सहिष्णु घासों में लवण अवशोषण का विश्लेषण करने पर यह पता चला कि एल्यूरोपस घास में नमक हटाने की क्षमता 43.9 प्रतिशत है जो कि इरेग्रोस्टीस घास (37.7 प्रतिशत) से बेहतर है (चित्र 4)। काली लवणीय मृदाओं में जब इन घासों को खारे भूजल से सिंचित किया गया तो इनकी नमक हटाने की क्षमता में वृद्धि हुई। इन घासों का यह गुण लवणीय कृषि कार्यक्रम में मृदा की लवणता को घटाने में अत्यन्त सहायक सिद्ध होती है जिससे कि आने वाले समय में कम लवण सहनशील तथा आर्थिक रुप से महत्वपूर्ण प्रजातियों की खेती करने में मदद मिलेगी।



चित्र 4. खारे पानी की सिंचाई से वर्टीसोल मृदा में लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों द्वारा लवण का निष्कासन

आयन का वितरण (Ion compartmentation):

दोनों घासों के विभिन्न भागों जैसे कि जड़, तना, पुरानी पत्तियों तथा पुष्पक्रम में आयन वितरण का अध्ययन किया गया। आंकडों के अनुसार दोनों घासों के तने एवं पुरानी पत्तियों की तुलना में सोड़ियम की मात्रा जड़ों में अधिकतम होती है तथा पुष्पक्रम में यह निम्नतम होती है। पोटैशियम आयन के वितरण में भी ऐसी प्रवृति देखी गयी (तालिका न. 3)। जड़, पुरानी पत्तियों तथा तने में सोड़ियम का अधिक संचय होने से पत्तियों के ऊतकों में सोडियम की कम मात्रा एकत्रित होती है। परिपक्व पत्तियों तथा पुष्पक्रम में कम सोडियम एवं पोटैशियम आयन का अनुपात चारे की बेहतर गुणवता दर्शाते है। परिपक्व पत्तियों में कम सोडियम एवं अधिक पोटैशियम की मात्रा होने से चारे के अन्य गुणों पर भी प्रभाव पडता है जिनकी चर्चा आगे की गई है। इन दोनो चारा घासों में से एल्यूरोपस की पत्तियों के ऊतक में पोटैशियम की मात्रा अधिक होती है जबकि इरेग्रोस्टीस की जड़ों में पोटैशियम की मात्रा अधिक होती है। इसके विपरित इरेग्रोस्टीस की पत्तियों में सोड़ियम की मात्रा थोडी अधिक पाई गई। फूल आने के समय एल्यूरोपस की तुलना में इरेग्रोस्टीस की पुरानी पत्तियों में सोड़ियम की मात्रा कम होती है, जबकि तने में इसकी मात्रा पत्तियों की तुलना में ज्यादा होती है।

तालिका न. (3) लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में आयन का वितरण (मिली मोल्स/ग्राम शुष्क भार में आयन कम्पार्टमेन्टेशन)

पौधे के भाग	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	सोडियम	पोटैशियम	सोडियम/ पोटैशियम	सोडियम	पोटैशियम	सोडियम/ पोटैशियम
पुष्पक्रम	2.6	4.4	0.590	4.3	4.9	0.876
परिपक्व पत्तियाँ	9.2	8.8	1.409	11.6	7.6	1.526
तना	16.1	10.4	1.548	12.4	7.9	1.570
पुरानी पत्तियाँ	13.6	7.9	1.722	14.2	7.4	1.972
जड़	30.2	8.8	3.432	29.4	9.1	3.231

चारा गुणवता के मानकः

कार्बोहाइड्रेटः

15 दिन के दिन के अंतराल पर खारे पानी की सिंचाई तथा 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार करने पर दोनों घासों में एल्यूरोपस के ऊतक में कार्बोहाइड्रेट की मात्रा अधिक पाई गई। नत्रजन उपचार से लवणता के दुष्प्रभाव कम होते है जिससे चारे की गुणवता बढ़ती है। विभिन्न सिंचाईयों के उपचार करने से कार्बोहाइड्रेट की मात्रा में सार्थक विभिन्नता पायी गयी (तालिका न. 4)। विभिन्न सिंचाई तथा नत्रजन के उपचारों से कार्बोहाइड्रेट की मात्रा में सार्थक विभिन्नता देखी गयी जो इस तथ्य की ओर संकेत करते है कि यह दोनों कारक स्वतंत्र रुप से काम करते है। इन दोनों कारकों के बीच एक सार्थक कार्य–सम्बन्ध भी देखा गया।

तालिका न. (4) खारे पानी की सिंचाई के साथ नत्रजन के उपचार करने से लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में कार्बोहाइड्रेट की मात्रा पर प्रभाव (मिली. ग्रा./ग्रा. फ्रेश भार)

सिंचाई	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	———— नत्रजन (कि.ग्रा./हे.) ————					
	0	30	60	0	30	60
सिंचाई$_1$	31.1	33.2	36.9	29.3	30.5	34.6
सिंचाई$_2$	34.0	36.2	39.3	31.1	32.7	35.9
सिंचाई$_3$	42.2	43.2	49.4	36.0	37.2	39.3
क्रान्तिक भिन्नता ($CD_{0.05}$)						
नत्रजन	0.79			0.98		
सिंचाई	0.68			0.84		
नत्रजन x सिंचाई	0.48			0.62		

कूड प्रोटीनः

15 दिन के दिन के अंतराल पर खारे पानी की सिंचाई तथा 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार करने पर एल्यूरोपस में प्रोटीन की मात्रा अधिकतम पाई गयी (तालिका न. 5)। नत्रजन उपचार करने से लवणता के दुष्प्रभाव कम होते है जिसका पहले भी वर्णन किया गया है तथा प्रोटीन की मात्रा में भी वृद्धि हुयी जिससे चारे की गुणवता में सुधार हुआ। विभिन्न नत्रजन एवं सिंचाई को अपनाने पर प्रोटीन की मात्रा में सार्थक विभिन्नता पायी गयी।

तालिका न. (5) खारे पानी की सिंचाई के साथ नत्रजन के उपचार करने से लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में प्रोटीन की मात्रा पर प्रभाव (मिली. ग्रा./ग्रा. फ्रेश भार)

सिंचाई	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	———— नत्रजन (कि.ग्रा./हे.) ————					
	0	30	60	0	30	60
सिंचाई$_1$	14.2	15.7	16.3	13.2	16.3	17.3
सिंचाई$_2$	14.7	16.1	18.3	13.1	17.1	18.2
सिंचाई$_3$	16.2	16.9	20.9	12.9	17.2	18.5
क्रान्तिक भिन्नता ($CD_{0.05}$)						
नत्रजन	0.78			0.63		
सिंचाई	1.02			0.58		
नत्रजन x सिंचाई	0.64			0.76		

अमीनो नाइट्रोजन (Amino nitrogen):

60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार एवं खारे पानी की सिंचाई करने से घासों में अमीनो नाइट्रोजन में वृद्धि पायी गयी जबकि नत्रजन का उपचार लवणता के दुष्प्रभावों में संतुलन को बनाये रखती है। अमीनो नाइट्रोजन की वृद्धि होने से चारे की गुणवता में बढ़ोत्तरी हुयी। अमीनो नाइट्रोजन की मात्राओं में सार्थक विभिन्नता पायी गयी। एल्यूरोपस में, इरेग्रोस्टीस की तुलना में ऊतकों में अमीनो नाइट्रोजन की मात्रा अधिक थी (तालिका न. 6)।

तालिका न. (6) खारे पानी की सिंचाई के साथ नत्रजन के उपचार करने से लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में अमीनो नाइट्रोजन की मात्रा पर प्रभाव (माइक्रो. ग्रा./ग्रा. फ्रेश भार)

सिंचाई	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	———— नत्रजन (कि.ग्रा./हे.) ————					
	0	30	60	0	30	60
सिंचाई$_1$	512	598	624	420	436	496
सिंचाई$_2$	642	672	684	461	484	542
सिंचाई$_3$	682	698	724	472	516	610
क्रान्तिक भिन्नता ($CD_{0.05}$)						
नत्रजन	9.34			8.32		
सिंचाई	10.22			7.61		
नत्रजन x सिंचाई	4.48			3.92		

फाइबर तथा राख की मात्रा:

अन्तिम कटाई के पश्चात सभी तीनों प्रकार की सिंचाईओं में पत्तियों में फाइबर एवं राख की मात्रा ज्ञात की गई जिससे यह पता चलता है कि एल्यूरोपस में इरेग्रोस्टीस की तुलना में फाइबर की मात्रा अधिक थी। नत्रजन तथा सिंचाई जल उपचारों के फलस्वरुप फाइबर की मात्रा में सार्थक विभिन्नता पायी गयी। राख की मात्रा में भी फाइबर की मात्रा की तरह समानता देखी गयी। सभी तीनों प्रकार की सिंचाईओं में 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार करने पर फाइबर एवं राख की मात्रा अधिक पायी गयी (तालिका न. 7)।

तालिका न. (7) खारे पानी की सिंचाई के साथ नत्रजन के उपचार करने से लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में फाइबर तथा राख की मात्रा पर प्रभाव (प्रतिशत)

सिंचाई	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ			एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	फाइबर की मात्रा						राख की मात्रा					
	—————— नत्रजन (कि.ग्रा./हे.) ——————											
	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60
सिंचाई$_1$	15.8	18.7	19.5	13.8	14.8	16.7	16.5	19.1	21.2	14.2	15.3	16.1
सिंचाई$_2$	16.8	19.2	20.5	15.3	16.1	18.4	17.2	20.4	23.4	15.2	16.1	19.2
सिंचाई$_3$	17.1	20.9	21.2	16.1	19.8	20.4	17.9	22.9	23.8	15.9	19.8	21.2
क्रान्तिक भिन्नता ($CD_{0.05}$)												
नत्रजन	0.29			0.52			0.61			0.24		
सिंचाई	0.31			0.39			0.49			0.33		
नत्रजन x सिंचाई	0.27			0.24			0.29			0.18		

चारे का बायोमासः

उत्पादित पौधों की संख्या (Tillers) तथा बायोमास के सन्दर्भ में मापे गये पादप वृद्धि से यह पता चलता है कि नत्रजन उपचार एवं खारे पानी की सिंचाई से पादप वृद्धि में सार्थक बढ़ाव होता है। 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार करने से पादप की वृद्धि तथा बायोमास उत्पादन में अधिक बढ़ोतरी होती है लेकिन 15 दिन एवं 30 दिन के अंतराल की सिंचाई का बायोमास पर कोई सार्थक प्रभाव नहीं देखा गया जो इस तथ्य की ओर संकेत करते है कि 30 दिन के अंतराल पर सिंचाई करके खारे पानी की 50 प्रतिशत बचत कर सकते है जिसके फलस्वरुप अन्य लवण सहनशील तथा लवण सहिष्णु पौधों को लवणीय कृषि कार्यक्रम के अन्तर्गत आसानी से लाया जा सकता है। यह परिणाम दर्शाते है कि यद्यपि दो सिंचाई की तुलना में तीन सिंचाई के साथ 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार करने से चारे की उपज में थोड़ी सी वृद्धि होती है परन्तु इस थोडे से नुकसान के बावजूद भी खारे पानी की मात्रा की 33 प्रतिशत तक बचत की जा सकती है (तालिका न. 8)।

तालिका न. (8) खारे पानी की सिंचाई के साथ नत्रजन के उपचार करने से लवण सहिष्णु (हैलोफाइटस) घासों में चारे के बायोमास पर प्रभाव (टन/हे.)

सिंचाई	एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस			इरेग्रोस्टीस प्रजातियाँ		
	———— नत्रजन (कि.ग्रा./हे.) ————					
	0	30	60	0	30	60
सिंचाई$_1$	1.01	1.24	1.29	1.12	1.25	1.34
सिंचाई$_2$	1.10	1.28	1.36	1.19	1.28	1.41
सिंचाई$_3$	1.15	1.31	1.41	1.22	1.31	1.44
क्रान्तिक भिन्नता ($CD_{0.05}$)						
नत्रजन	0.18			0.08		
सिंचाई	0.09			0.12		
नत्रजन x सिंचाई	0.11			0.11		

निष्कर्षः

उपसतह लवणता वाली वर्टीसोल मृदा पर दो लवण सहिष्णु चारा घास की प्रजातियों, एल्यूरोपस लैगोपाइड़िस एवं इरेग्रोस्टीस टेनेला की लवणीय कृषि में व्यवहारिता का अध्ययन किया गया। जड़ों की बुआई के समय 60 कि.ग्रा./हे. नत्रजन उपचार से चारा उपज में वृद्धि हुई तथा साथ ही साथ अधिक हरे बायोमास के उत्पादन के फलस्वरुप पादप तन्त्र में लवण का वितरण कम हुआ। इन घासों को मृदा से लवण हटाने (निष्कासन) की क्षमता हेतु आदर्श पाया गया। इन दो घासों में इरेग्रोस्टीस की तुलना में एल्यूरोपस में चारे की गुणवता बेहतर पायी गयी।

Conclusions

The feasibility of saline agriculture of halophytic grasses *viz.*, *Eragrostis* and *Aeluropus*, on Vertisols with sub-surface salinity was studied. Application of nitrogen at 60 kg ha^{-1} given at the time of rooted slip planting gave higher forage yield and also reduced the salt distribution in the plant system by enhancing the green biomass. The grasses were found ideal for their salt removal ability from the soil. Of the two grasses, *Aeluropus* was found to have better forage quality when compared to *Eragrostis*.

आभारः

कृषि उत्पादन उपकर कोष (APCESS fund) के माध्यम से आई.सी.ए.आर. (ICAR), नई दिल्ली से प्राप्त वित्तीय सहायता कृतज्ञता से स्वीकार की गई है।

References:

1) Gururaja Rao G, Nayak A K and Chinchmalatpure A R. 2003. *Salvadora persica – A Life Support Species for salt Affected Black Soils.* Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch-392 012, Technical Bulletin 1/2003, p. 54.
2) Gururaja Rao G, Nayak A K, Chinchmalatpure A R, Abhay Nath and Ravindra Babu V. 2004. Growth and yield of *Salvadora persica*- A facultative halophyte grown on saline black soils, *Journal of Arid Land Research Management* **18**: 51-61.
3) Gulzar S and Khan M A 2003. Germination responses of *Sprorobolus ioclados*: a potential forage grass, *Journal of Arid Environments* **53**: 387-394.
4) Gulzar S, Khan M A, Ungar I A and Liu X. 2005. Influence of salinity on growth and osmotic relations of *Sproobolus ioclados, Pakistan Journal of Botany* **37**(1): 119-129.
5) Gururaja Rao G, Nayak A K, Chinchmalatpure A R, Abhay Nath and Ravindra Babu V. 2001. Growth and yield of some forage grasses grown on salt affected black soils, *Journal of Maharashtra Agricultural University* **26**(2): 195-197.
6) Richards L A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agric. Handbook No. 60. p. 160. US Government Printing Office, Washington, DC, USA.
7) Highkin H R and Frankel F. 1962. Studies on growth and metabolism of barley mutant lacking chlorophyll b, *Plant Physiology* **37**: 314-320.
8) Lowry O H, Rosebrough N J, Farr A L and Randall R J. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent, *Journal of Biological Chemistry* **193**(1): 265-275.
9) Kanwar J S and Chopra S L. 1967. Practical Agricultural Chemistry. S. Chand and Company, New Delhi. p. 235.
10) Yemm E W and Cocking E C. 1955. The determination of amino acids with ninhydrin, *Analyst* **80**: 209-230.