জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪২:২০২৩ (পৃ. ৬৩-৭৩)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 63-73) *ISSN 1027-8567*

লবণাক্ততার অনুপ্রবেশ ও তার প্রভাব: খুলনার কয়রা উপজেলার আমাদী ইউনিয়নের উপর একটি সমীক্ষা

মোহাম্মদ রেজাউল রকিব[১], এস. এম. মোস্তাহিদুর রহমান[২]

১ সহযোগী অধ্যাপক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২।
২ স্নাতকোত্তর গবেষক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২।

সারসংক্ষেপ ঃ বাংলাদেশের উপকূলীয় অঞ্চলে বিভিন্ন ধরণের দূর্যোগের সাথে সাথে লবণাক্ততা অনুপ্রবেশের হারও ক্রমান্বয়ে বেড়েছে। খুলনার কয়রা উপজেলার আমাদী ইউনিয়নে সাম্প্রতিক সময়ে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশ বৃদ্ধি পেয়েছে, তাই এর প্রভাব অনুসন্ধানের জন্য এই গবেষণাটি সম্পন্ন করা হয়েছে। এ গবেষণায় প্রাথমিক ও মাধ্যমিক উভয় ধরণের উপাত্ত ব্যবহৃত হয়েছে। লবণাক্ততা পরিমাপের জন্য ভৌগোলিক বৈচিত্র্য এবং ভূমি ব্যবহারের ধরন বিবেচনায় গবেষণা এলাকায় ষোলটি স্যাম্পলিং পয়েন্ট নির্ধারণ করে প্রত্যেকটি স্যাম্পলিং পয়েন্ট থেকে মাটির লবণাক্ততা, পিএইচ, এবং লবণাক্ততায় আক্রান্ত এলাকার তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে। এ তথ্যগুলো বিশ্লেষণ করে বিভিন্ন চিত্র ও মানচিত্রায়নের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়েছে। এছাড়া, গবেষণার এলাকার লবণাক্ততা সমস্যা থেকে উত্তরণের জন্য ফোকাসগ্রুপ আলোচনার মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করে একটি SWOT মডেল তৈরি করা হয়েছে। পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রাপ্ত ফলাফল থেকে দেখা যায় যে, সমীক্ষা এলাকায় লবণাক্ততা বৃদ্ধি পেয়েছে যা ফসলের ধরণ পরিবর্তন করছে ও ফলন হ্রাস করেছে। গবেষণালব্ধ SWOT মডেলের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার লবণাক্ততা প্রশমন ব্যবস্থার রূপরেখা পাওয়া গিয়েছে। এর মধ্যে রয়েছে উন্নত সেচ কৌশল, লবণ সহিষ্ণু ফসলের জাত চাষ এবং বাঁধের মতো অবকাঠামোগত উন্নয়ন। গবেষণালব্ধ ফলাফল উক্ত এলাকার স্থানীয় মানুষ ও কৃষক সম্প্রদায়ের জন্য বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখবে যারা প্রতিনিয়ত লবণাক্ততা অনুপ্রবেশের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করছে।

মূলশব্দ ঃ লবণাক্ততা, কৃষি, প্রশমন ব্যবস্থা, SWOT মডেল, আমাদী ইউনিয়ন

ভূমিকা

বাংলাদেশ দক্ষিণ এশিয়ার সবচেয়ে ঘনবসতিপূর্ণ দেশগুলির মধ্যে একটি যার উপকূলীয় এলাকা মোট ভূমির ২০% এবং ১৯টি উপকূলীয় জেলা বঙ্গোপসাগর বরাবর প্রসারিত যার আয়তন প্রায় ৪৭,২০১ বর্গ কিলোমিটার (Habiba et al., 2014)। উপকূলীয় অঞ্চলে বিভিন্ন ধরণের দূর্যোগ যেমন, ঘূণিঝড়, জলোচ্ছ্বাস, সুনামী প্রায়শই মানুষের সম্পদ ও জীবনের ক্ষয়ক্ষতি করে থাকে। এ দূর্যোগগুলোর পাশাপাশি লবণাক্ততা অনুপ্রবেশ বিশ্বজুড়ে একটি ক্রমবর্ধমান সমস্যা, বিশেষত নিম্ন-উন্নয়নশীল দেশগুলিতে (Nicholls et al., 2007)। বাংলাদেশের লবণাক্ততার প্রতি সংবেদনশীলতার মূল কারণ হলো প্রতিবছর ঘূর্ণিঝড় ও জলোচ্ছ্বাসের নিয়মিত প্রভাব। জলোচ্ছ্বাস সমুদ্র পৃষ্ঠের একটি অস্থিরতা, যা ঘূর্ণিঝড়ের মতো চরম আবহাওয়াজনিত ঘটনায় সৃষ্টি হয়, যেখানে বাতাসের টান ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের হ্রাস ঘটে (Alam et al., 2017; Cochran et al., 2019; Kim et al., 2019)। এ ধরনের জলোচ্ছ্বাস কয়েক ঘণ্টা থেকে কয়েক দিন পর্যন্ত স্থায়ী হতে পারে এবং উপকূল থেকে প্রায় ১০ মিটার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে, ফলে লবণাক্ত পানির অনুপ্রবেশের মাধ্যমে মাটিতে লবণাক্ততা ছড়িয়ে পড়ে (Dasgupta et al., 2015)। লবণাক্ত পানির অনুপ্রবেশ ভূমির ওপর ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে, কারণ এটি মাটি ও পৃষ্ঠস্থ জলাশয়ের লবণাক্ততা বৃদ্ধি করে (Rahman et al., 2011)। উপকূলীয় অঞ্চলের চাষযোগ্য জমির মাটির গুনাগুণ লবণাক্ততার তারতম্যের দ্বারা প্রভাবিত। লবণাক্ততা প্রতিকূল পরিস্থিতি সৃষ্টি করে যা সারা বছর ধরে ফসলের স্বাভাবিক বৃদ্ধি এবং উৎপাদনকে ক্ষতিগ্রস্থ করে (Haque, 2006)। মাটি ও পানির লবণাক্ততা বৃদ্ধির ফলে উপকূলীয় পরিবেশে গুরুতর সমস্যার সৃষ্টি হয়, যা ফসল উৎপাদনে বিঘ্ন ঘটিয়ে খাদ্য নিরাপত্তা কমায় এবং মিঠা পানির মান সংকটজনকভাবে হ্রাস পাওয়ায় নিরাপদ পানীয় জলের অভাব বৃদ্ধি কওে (Brammer, 2014)। এই পরিস্থিতিতে ২ কোটি'র বেশি মানুষ খাদ্য ও পানির মাধ্যমে অতিরিক্ত লবণের ক্ষতিকর প্রভাবের ঝুঁকিতে পড়তে পারে (Haldar et al., 2017)। আন্তঃসরকার জলবায়ু পরিবর্তন প্যানেল (IPCC)-এর প্রতিবেদনে উল্লেখ করা হয়েছে, নিম্নাঞ্চলীয় উপকূল, নদী মোহনা ও বদ্বীপ এলাকায় লবণাক্ত পানির অনুপ্রবেশ বেড়ে গেছে, যা ভূগর্ভস্থ পানি, পৃষ্ঠস্থ পানি ও মাটির লবণাক্ততা বৃদ্ধির কারণ হয়ে দাঁড়িয়েছে (Oppenheimer et al., 2019)।

লবণাক্ততা বাংলাদেশের উপকূলীয় অঞ্চলের অন্যতম প্রধান সমস্যা। লবণাক্ততার সাথে উপকূলীয় এলাকার জলোচ্ছাসেরও একটি সম্পর্ক

রয়েছে। সাম্প্রতিক বছরগুলিতে বাংলাদেশের উপকূলীয় এলাকায় জলোচ্ছাসের পরিমাণ বৃদ্ধি পেয়েছে এবং কিছু অঞ্চলে ৫ মিটারেরও বেশি উচ্চতার জলোচ্ছাস হয়েছে (IUCN, 2021)। সমুদ্রপৃষ্ঠের উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে এই অধিক উচ্চতার জলোচ্ছাসের লবণাক্ত পানি আগের চেয়েও বেশি দূর এলাকা জুড়ে বিস্তৃত হয়েছে। উপকূলীয় এলাকায় ৮,১৪২ বর্গ কিলোমিটার (দেশের ৫.৫%) ভূমি লবণাক্ততা দ্বারা আক্রান্ত হতে দেখা গেছে এবং প্রতি বছর এই সংখ্যা ১৪৬ বর্গ কিলোমিটার হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। মোটের উপর, উপকূলীয় অঞ্চলের প্রায় ৫৩ শতাংশ এলাকা লবণাক্ততার কারণে প্রভাবিত হয়েছে। এদেশের উপকূলীয় অঞ্চলে ২০০০ থেকে ২০০৯ সালের মধ্যে প্রায় ৩৫,৪৪০ হেক্টর (৩.৫%) ভূমি নতুনভাবে লবণাক্ততায় আক্রান্ত হয়েছে (SRDI, 2010)। ১৯৭৩ সালে বাংলাদেশে লবণাক্ততায় আক্রান্ত ভূমির মোট আয়তন ছিল ৮৩.৩ লাখ হেক্টর; ২০০০ সালে এটি বৃদ্ধি পেয়ে ১০২ লাখ হেক্টর হয় এবং ২০০৯ সালে তা ১০৫.৬ লাখ হেক্টরে পৌঁছায় (Brammer 2014)। জলবায়ু পরিবর্তন এবং মানবসৃষ্ট কারণগুলি এ অঞ্চলে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশকে বেগবান করেছে এবং অঞ্চলটিকে আরও অধিক ঝুঁকিপূর্ণ করেছে। উপকূলীয় পানির লবণাক্ততা হিমালয়ের বরফ গলা পানি এবং পদ্মা, ব্রহ্মপুত্র ও মেঘনা নদীর প্রবাহের উপর অত্যন্ত নির্ভরশীল (Mahmuduzzaman et al., 2014)। ১৯৭৫ সালের গোড়ার দিকে ভারতের ফারাক্কা বাঁধে গঙ্গার গতিপথ পরিবর্তনের পর থেকে পানি ও মাটিতে লবণাক্ততা ঢুকে পড়েছে। শুষ্ক মৌসুমে গঙ্গার প্রবাহ কমে গেলে, সমুদ্রের লবণাক্ত পানি নদী ও খালে প্রবেশ করে এবং আশেপাশের ভূমিতে অনুপ্রবেশের মাধ্যমে ভূগর্ভস্থ পানি ও মাটির লবণাক্ততা বৃদ্ধি করে, যা বর্ষা ঋতু শুরু হওয়া অব্দি স্থায়ী থাকে (Lam et al., 2021; Salehin et al., 2018)। ২০০৭ সালের সিডর ও ২০০৯ সালের আইলার মতো প্রবল ক্রান্তীয় ঘূর্ণিঝড়ের ফলে সৃষ্ট বন্যা ও জলোচ্ছাসও দীর্ঘমেয়াদি মাটি ও মাটির উপরিভাগের পানির লবণাক্ততার জন্য দায়ী (Kabir et al., 2016; Salehin et al., 2018)। লবণাক্ততার এ অনুপ্রবেশ এই অঞ্চলের পানি, মাটি, কৃষি, মৎস্য চাষ, বাস্তুতন্ত্র ও জীবিকার ওপর বিরূপ প্রভাব ফেলছে এবং সেচের পানির সংকট সৃষ্টি হচ্ছে যা ফসলের উৎপাদনকে হ্রাস করছে (SRDI, ২০২০)। মোটকথা, বাড়তে থাকা এ লবণাক্ততা কৃষি ও মিঠা পানির উৎসের উপর গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলছে, যা টেকসই উন্নয়নের জন্য চ্যালেঞ্জ তৈরি করছে।

বাংলাদেশের উপকূলীয় অঞ্চলের লবণাক্ততার বর্তমান পরিস্থিতি মূল্যায়ণ করার জন্য খুলনার কয়রা উপজেলার উপকূলীয় এলাকা আমাদী ইউনিয়নকে নির্বাচন করা হয়েছে। এই ইউনিয়নটি ইতিমধ্যে লবণাক্ততা সমস্যায় বিশেষভাবে ক্ষতিগ্রস্ত, যেখানে জনসংখ্যার অধিকাংশই কৃষিকাজে নিয়োজিত রয়েছে (BBS, 2022)। এ সকল উপকূলীয় এলাকার বিভিন্ন ধরণের ফসলের ফলন ও উৎপাদনের হার তুলনামূলক কম এবং মানুষের জীবনযাত্রার মান দেশের অন্যান্য অঞ্চলের সাপেক্ষে কম উন্নত। বর্তমানে, বিভিন্ন কারণে অতিরিক্ত লবণাক্ততা অনুপ্রবেশের ফলে আমাদী ইউনিয়নে ভূগর্ভস্থ পানির ব্যবহার হ্রাস পাচ্ছে এবং এ অঞ্চলে মাটির লবণাক্ততার মাত্রা কৃষি ব্যবস্থাপনা, স্থানীয় পরিবেশ এবং মানুষের জীবনযাত্রার ওপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলছে। এজন্য, এ গবেষণার মাধ্যমে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশ ও কৃষিতে লবণাক্ততার প্রভাব মোকাবেলায় বিভিন্ন ধরণের অভিযোজন কৌশলের উপর গুরুত্ব দেয়া হয়েছে।

লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য

এই গবেষণার মূল লক্ষ্য হলো খুলনার কয়রা উপজেলার আমাদী ইউনিয়নে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের প্রভাব বিশ্লেষণ করা এবং সম্ভাব্য প্রশমন কৌশলগুলি খুঁজে বের করা। এই গবেষণায় তিনটি প্রধান উদ্দেশ্য আলোকপাত করা হয়েছে, উদ্দেশ্যগুলি নিম্নরুপ:

১) আমাদী ইউনিয়নে লবণাক্ততা অনুপ্রবেশের ধরণ চিহ্নিত করা;

২) লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের ফলে সৃষ্ট কৃষি কার্যক্রমের উপর প্রভাব মূল্যায়ন করা; এবং

৩) লবণাক্ততা অনুপ্রবেশে সম্ভাব্য প্রশমন ব্যবস্থা খুঁজে বের করা।

উপাত্ত ও গবেষণা পদ্ধতি

এই গবেষণাটি প্রাথমিক ও মাধ্যমিক উভয় ধরনের তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ করে সম্পন্ন করা হয়েছে (সারণি ১)। প্রথমে, লবণাক্ততা পরিমাপের জন্য গবেষণা এলাকায় ষোলটি স্যাম্পলিং পয়েন্ট নির্ধারণ করা হয়েছে । এই পয়েন্টগুলো নির্বাচন করার সময় ভৌগোলিক বৈচিত্র্য এবং এলাকার ভূমি ব্যবহারের ধরন বিবেচনায় নেয়া হয়েছে। স্যাম্পলিং পয়েন্টগুলোতে প্রধানত কৃষি জমি এবং জলাভূমি অন্তর্ভূক্ত করা হয়েছে। প্রত্যেকটি স্যাম্পলিং পয়েন্ট থেকে মাটির লবণাক্ততা, পিএইচ, এবং লবণাক্ততায় আক্রান্ত এলাকার তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে।

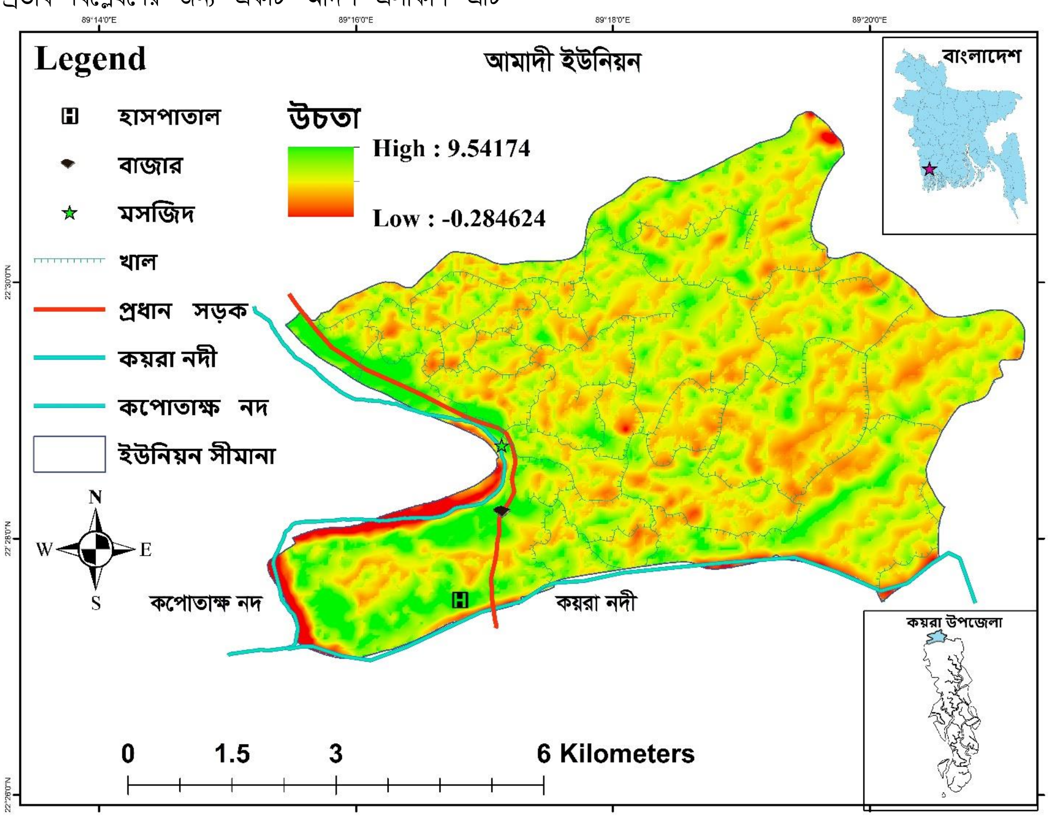
লবণাক্ততা এবং মাটির পিএইচ তথ্য বিশ্লেষণ করে তার বিভিন্ন বিন্যাস ও ধরণ বিভিন্ন চিত্র ও মানচিত্রায়নের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়েছে। দ্বিতীয়ত, গবেষণার এলাকার এই লবণাক্ততা সমস্যা প্রশমন ও উত্তরণের জন্য একটি SWOT মডেল তৈরি করা হয়েছে এবং এই মডেলটির জন্য ফোকাসগ্রুপ আলোচনার মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে।

সারণি ১: আমাদি ইউনিয়নের লবণাক্ততা বিশ্লেষণে ব্যবহৃত তথ্যের ধরণ ও তার উৎস

তথ্যের ধরণ	তথ্য উৎস
মাটির লবণাক্ততা শ্রেণী ও জলাশয়গুলোর লবণাক্ততার তথ্য (২০০৮-২০২৪)	কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, কয়রা, মৃত্তিকা সম্পদ উন্নয়ন ইনস্টিটিউট
ওয়াটারশেড ডেটা (এসারটিএম ভয়েড ফিলড-ডিইএম)	USGS, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ভূতাত্ত্বিক জরিপ

গবেষণা এলাকা

আমাদী ইউনিয়ন বাংলাদেশের খুলনা জেলার কয়রা উপজেলার একটি ইউনিয়ন। আমাদি ইউনিয়ন গবেষণার জন্য নির্বাচিত হওয়ার কারণ এই অঞ্চলে মাটির লবণাক্ততার মাত্রা কৃষি ব্যবস্থাপনা, স্থানীয় পরিবেশ এবং মানুষের জীবনযাত্রার ওপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলছে। এই ইউনিয়ন লবণাক্ততার বর্তমান অবস্থা এবং তার বহুমুখী প্রভাব বিশ্লেষণের জন্য একটি আদর্শ এলাকা। এটি বাংলাদেশের উপকূলীয় অঞ্চলে অবস্থিত এবং লবণাক্ততা সমস্যায় বিশেষভাবে ক্ষতিগ্রস্ত। এ ইউনিয়নটি আনুমানিক ৪১.৪৭ বর্গ কিলোমিটার এলাকা জুড়ে বিস্তৃত, যার গড় উচ্চতা সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে গড়ে ১ মিটার। এই অঞ্চলে বার্ষিক বৃষ্টিপাতের মান ৩৩৪.০ থেকে ৫৮৬.৩ মিমি পর্যন্ত পরিবর্তিত হয় (Kabir and Golder, 2017) । দক্ষিণ-পশ্চিমাঞ্চলে গড় সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা শুষ্ক মৌসুমে যথাক্রমে ২৭.৭°C ও ১৫.৬°C, বর্ষা পূর্ব মৌসুমে ৩৩.২°C ও ২৩.৩°C এবং বর্ষা মৌসুমে ৩১.৭°C ও ২৫.৫°C (Mukul et al., 2019)। এই ইউনিয়নের দক্ষিণে কয়রা নদী এবং পশ্চিমে কপোতাক্ষ নদ এই নদী দুটি জোয়ার-ভাটাসমৃদ্ধ নদী। নদী ও খাল দ্বারা বেষ্টিত হওয়ায় এবং প্রতিনিয়ত জোয়ার-ভাটা দ্বারা প্রভাবিত হওয়ায়, এমনকি বিভিন্ন সময়ে ঘন ঘন জলোচ্ছাস এ ইউনিয়নে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশকে বৃদ্ধি করছে। আমাদি ইউনিয়নের জনসংখ্যার অধিকাংশই (৯৭.৫%) কৃষিকাজে নিয়োজিত (BBS, 2022)।

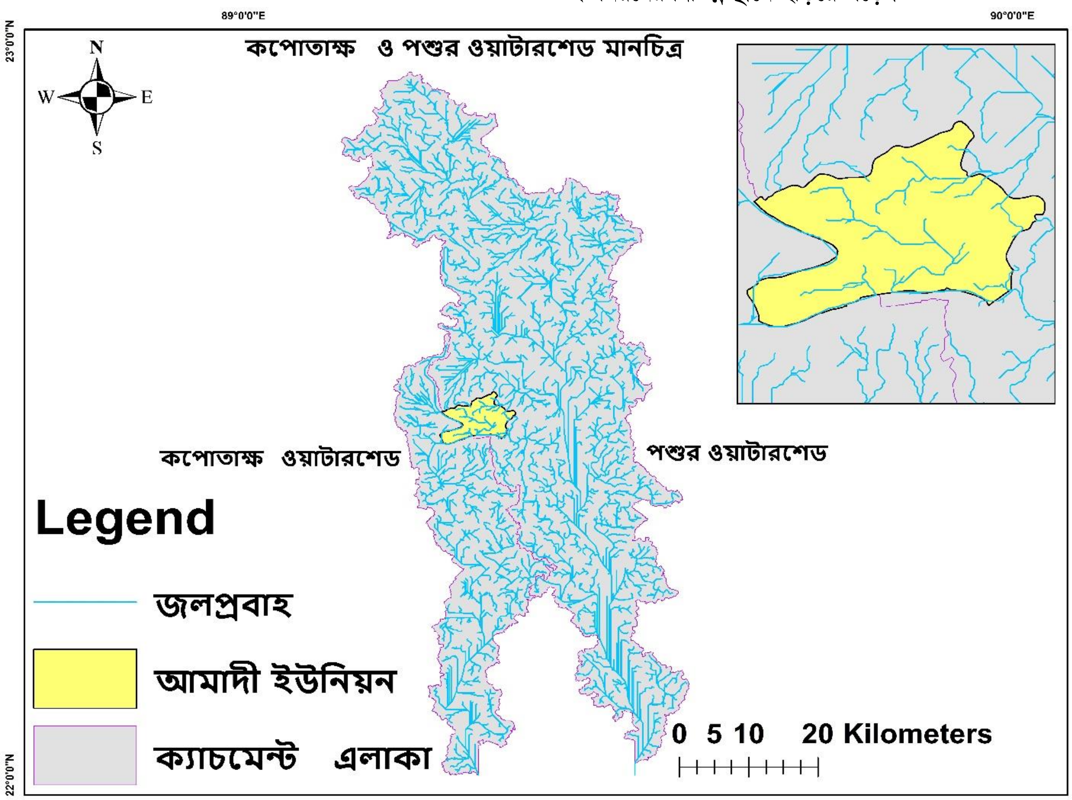


মানচিত্র ১ঃ গবেষণা এলাকার মানচিত্র (বাংলাদেশের খুলনা জেলার কয়রা উপজেলার আমাদী ইউনিয়ন)। [উৎসঃ USGS, 2024]

ফলাফল ও আলোচনা

লবণাক্ত পানির প্রবেশপথ ও লবণাক্ততার ধরণ

আমাদী ইউনিয়ন দুটি প্রধান ওয়াটারশেড কপোতাক্ষ-পশুরের মিলনস্থলে অবস্থিত (চিত্র ২)। এই ওয়াটারশেডের অন্যতম বৈশিষ্ট্য ব্যাকওয়াটারের প্রভাব। ভরা জোয়ারের সময় লোনা পানির অনুপ্রবেশ ঘটে। কপোতাক্ষ এবং পশুর নদীর মিলনস্থলের কাছাকাছি অবস্থানের কারণে ভরা জোয়ারের সময় লোনা পানি খালের মাধ্যমে ইউনিয়নের ফসলি জমি ও বসবাসযোগ্য এলাকায় প্রবেশ করে। খালগুলো প্রাকৃতিক প্রবাহপথ হিসেবে কাজ করে, যা জোয়ার-ভাটার পরিবর্তনের সাথে সাথে পানির প্রবাহকে সহজ করে। বিশেষ করে বর্ষার সময়, যখন নদীতে পানির উচ্চতা বৃদ্ধি পায়, তখন খালগুলো প্রবেশদ্বার হিসেবে কার্যকর ভূমিকা পালন করে। খালের প্রান্তগুলোতে পর্যাপ্ত বাঁধ বা স্লুইসগেট না থাকায় লবণাক্ত পানি বাধাহীনভাবে প্রবেশ করতে পারে এবং ধীরে ধীরে ইউনিয়নের বিভিন্ন স্থানে ছড়িয়ে পড়ে।



মানচিত্র২ঃ আমাদী ইউনিয়নে লবণাক্ত পানির প্রবেশপথ [উৎস: USGS, ২০২৪]

ভূমির উপর লবণাক্ততার প্রভাব

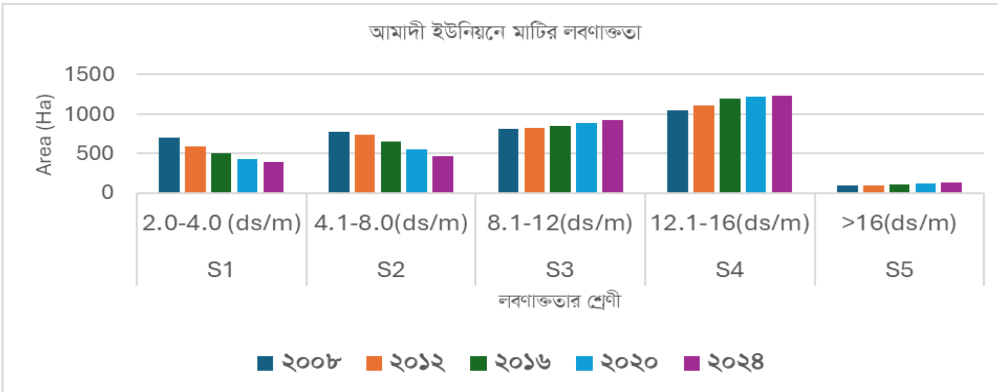
আমাদী ইউনিয়নের মাটির লবণাক্ততা গত দুই দশকে ক্রমবর্ধমানভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে, যা এলাকার কৃষিকাজে প্রভাব ফেলেছে। সারণি ২ থেকে দেখা যায় যে, ২০০৮ সালে ২.০-৪.০ ডিএস/মি (S1) লবণাক্ততা মাত্রার জমি ছিল ৬৯৬ হেক্টর, যা উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস পেয়ে ২০২৪ সালে এসে মাত্র ৩৮৬ হেক্টরে দাঁড়িয়েছে।

সারণি ২: আমাদি ইউনিয়নের মাটির লবণাক্ততার শ্রেণী ও তথ্য (২০০৮-২০২৪)।

সাল	লবণাক্ততার শ্রেণী ও আয়তন (হেক্টর)				
	S1 ২-৪ (ds/m)	S2 ৪.১-৮ (ds/m)	S3 ৮.১-১২ (ds/m)	S4 ১২.১-১৬ (ds/m)	S5 >১৬ (ds/m)
২০০৮	৬৯৬	৭৭২	৮১৪	১০৪৬	৯০
২০১২	৫৮৯	৭৩৫	৮২৯	১১০৪	৯৬
২০১৬	৪৯৭	৬৫২	৮৫৪	১১৯৩	১০৪
২০২০	৪৩৪	৫৫৩	৮৮৯	১২২১	১১৮
২০২৪	৩৮৬	৪৬১	৯২৪	১২৩২	১২৫

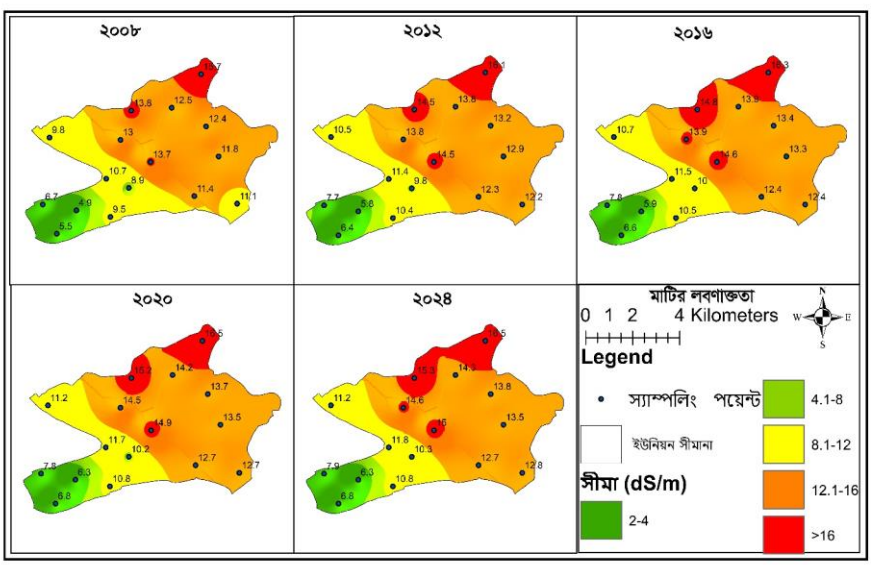
উৎস: কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, ২০২৪

অর্থাৎ স্বল্প লবণাক্ততার ভূমির পরিমাণ ব্যাপকভাবে কমে গিয়েছে। ৪.১-৮.০ ডিএস/মি (S2) লবণাক্ততা মাত্রার জমির ক্ষেত্রেও একই রকম পরিবর্তন লক্ষণীয়। ২০০৮ সালে এই শ্রেণির জমি ছিল ৭৭২ হেক্টর, যা ধীরে ধীরে হ্রাস পেয়ে ২০২৪ সালে এসে ৪৬১ হেক্টরে নেমে এসেছে। একই সময়ে, মধ্যম-উচ্চ মাত্রার লবণাক্ততা (৮.১-১২.০ ডিএস/মি, S3) সম্পন্ন ভূমির পরিমাণ ধারাবাহিকভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। ২০০৮ সালে ৮১৪ হেক্টর জমি ছিল এই শ্রেণিতে, যা ২০২৪ সালে এই সংখ্যা বেড়ে দাঁড়ায় ৯২৪ হেক্টর।



চিত্র ১ঃ আমাদী ইউনিয়নে মাটির লবণাক্ততার অবস্থা। [উৎস: কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, ২০২৪]

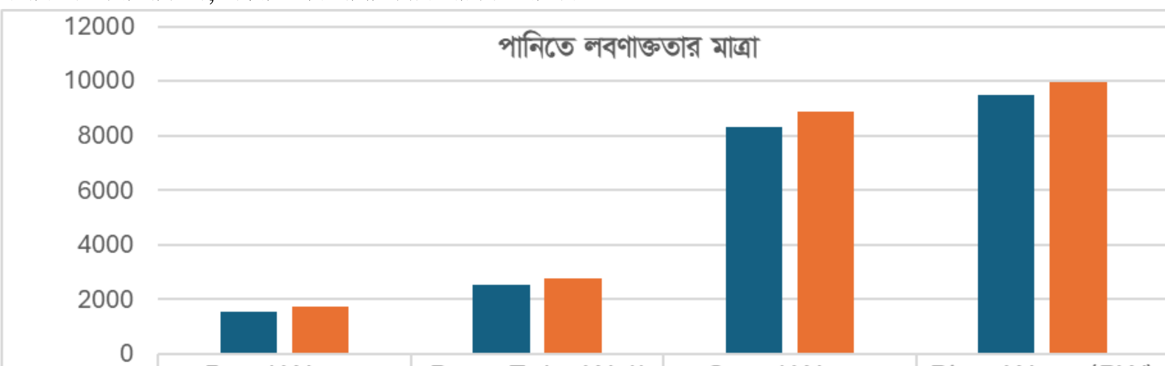
সবচেয়ে বিপজ্জনক পরিস্থিতি দেখা যায় ১২.১-১৬.০ ডিএস/মি (S4) এবং >১৬ ডিএস/মি (S5) লবণাক্ততা মাত্রার জমিতে। ১২.১-১৬.০ ডিএস/মি লবণাক্ততা সম্পন্ন জমি ২০০৮ সালে ছিল ১০৪৬ হেক্টর, যা ক্রমান্বয়ে ২০২৪ সালে এসে ১২৩২ হেক্টরে পৌঁছেছে। এই উচ্চ লবণাক্ততা জমির জন্য মারাত্মক ক্ষতিকারক, কারণ এটি মাটির উর্বরতা এবং জৈবিক গুণাগুণ নষ্ট করে ফেলে। এছাড়া, >১৬ ডিএস/মি (S5) লবণাক্ততা মাত্রার জমি, যা সম্পূর্ণরূপে চাষাবাদের জন্য অনুপযোগী, ২০০৮ সালে ছিল ৯০ হেক্টর অপরদিকে ২০২৪ সালে এসে বেড়ে দাঁড়িয়েছে ১২৫ হেক্টরে।



মানচিত্র ৩ ঃ আমাদী ইউনিয়নে মাটির লবণাক্ততার অবস্থা। [উৎস: কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, ২০২৪]

পানির উৎসসমূহের উপর লবণাক্ততার প্রভাব

লবণের বর্ধিত মাত্রা খাওয়ার পানির স্বাদকে দারুণভাবে প্রভাবিত করে। পানিতে সোডিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের উপস্থিতি মৃদু রেচক প্রভাব সৃষ্টি করে। ২০১০ থেকে ২০২২ সাল পর্যন্ত পানির গুণমান উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস পেয়েছে। পুকুরের পানি, নদীর পানি, গভীর নলকূপের পানি এবং খালের পানিতে উচ্চ মাত্রার লবণাক্ততা পাওয়া গেছে। গবেষণা এলাকায়, ২০১০ সালে পুকুরের পানিতে গড় লবণাক্ততা ১৫৩০ মিলিগ্রাম/লিটার পরিমাপ করা হয়েছিল। ২০২২ সালের মধ্যে এই লবণাক্ততার মাত্রা বেড়ে দাঁড়িয়েছে ১৭৩১ মিলিগ্রাম/ লিটার যা ২০১০ থেকে ২০২২ সাল পর্যন্ত লবণাক্ততার ক্রমবর্ধমান প্রবণতার ইঙ্গিত দেয়। গভীর নলকূপের পানির ক্ষেত্রেও একই ধরণ লক্ষ্য করা গেছে। ২০১০ সালে গড় সর্বোচ্চ লবণাক্ততা ছিল ২৫৪১ মিলিগ্রাম/ লিটার যা ২০২২ সালে বেড়ে দাঁড়িয়েছে ২৭৮৪ মিলিগ্রাম/ লিটার। খালের পানি এবং নদীর পানিতেও একই পরিস্থিতি লক্ষ্যণীয়। সামগ্রিক ফলাফলে দেখা যায় যে, লবণাক্ততার মাত্রা নদীর পানি > খালের পানি > গভীর নলকূপের পানি > পুকুরের পানি হিসাবে সর্বোচ্চ থেকে সর্বনিম্ন স্থানে রয়েছে। বাংলাদেশ স্ট্যান্ডার্ডস ব্যুরো (বিএসবি) অনুযায়ী স্বাদু পানিতে লবণাক্ততার আদর্শ মান ১৩৭.৪৩ মিলিগ্রাম/ লিটার থেকে ৬৮৯.৪২ মিলিগ্রাম/লি পর্যন্ত করা হয়েছে এবং বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা স্বাদু পানিতে লবণাক্ততার মান ৩৪৪.৫৯ মিলিগ্রাম/ লিটার। সেই হিসাবে আমাদী ইউনিয়নে পুকুর সহ পানির কোনো উৎসই পানের উপযুক্ত নয়। সাধারণত, ৪৫৯.১১ মিলিগ্রাম / লিটার এর লবণাক্ততার স্তরের পানিকে স্বাদু পানি হিসেবে বিবেচনা করা হয়, যেখানে ৪৫৯.১১ মিলিগ্রাম / লিটার থেকে ৪৫৪৩.৬৫ মিলিগ্রাম / লিটার এর পরিসরে লবণাক্ততা লোনা পানি হিসেবে বিবেচিত হয়। এই মানদণ্ডের ভিত্তিতে, ইউনিয়নের সকল পানির উৎস সেচের জন্য অনুপযুক্ত। ২০২৪ সালে, ১২৫ হেক্টর কৃষি জমির সাথে এলাকাটি আরও বিস্তৃত হয়েছে। যে সকল কৃষিজমিতে লবণাক্ততার পরিমাণ কম সেখানেও বিরূপ প্রভাব পড়েছে।



	Pond Water (PW) mg/L-1	Deep Tube Well (DTW) mg/L-1	Canal Water (CW) mg/L-1	River Water(RW) mg/L-1
2008	1530	2541	8335	9500
2024	1731	2784	8881	9973

চিত্র ২ : আমাদী ইউনিয়নে পানির বিভিন্ন উৎসে লবণাক্ততার মাত্রা। [উৎসঃ কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, ২০২৪]

কৃষির উপর লবণাক্ততার প্রভাব

আমাদি ইউনিয়নে বিভিন্ন বয়সের কৃষকদের সাথে করা ফোকাসগ্রুপ আলোচনার মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্য বিশ্লেষণ করে প্রতীয়মান হয় যে, ২০০৮ থেকে ২০২৪ সালের মধ্যে কৃষি উৎপাদন এবং ভূমি ব্যবহারে উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়। এই পরিবর্তন মূলত: লবণাক্ততা বৃদ্ধির কারণে ঘটেছে এবং লবণাক্ততার কারণে কৃষি কার্যক্রমে বড় ধরনের পরিবর্তন হয়েছে। বয়স্ক কৃষকরা এখনও ধান এবং পাটের মতো ঐতিহ্যবাহী ফসলে নির্ভরশীল, যদিও এধরনের ফসলের উৎপাদনশীলতা ক্রমাগত কমছে। কৃষকরা ধীরে ধীরে লবণ-সংবেদনশীল ফসল, যেমন: সবজি এবং ডাল থেকে দূরে সরে যাচ্ছে। অন্যদিকে, তরুণ কৃষকরা সূর্যমুখী, ভুট্টা এবং মাছ চাষের মতো বিকল্প ফসলের দিকে ঝুঁকছে। দেখা গেছে যে, আমাদী ইউনিয়নে মাছ চাষ সবচেয়ে লাভজনক এবং টেকসই বিকল্প হিসেবে উদ্ভূত হয়েছে।

	Rice	Jute	Sunflower	Maize	Water melon	Aquaculture	Vegetables(Mixed)	Pulses
2008 (tons/ha)	3.5	3.5	1.8	3.5	34	9	16	1.8
2024 (tons/ha)	2.8	2.32	2.3	4	40	19	16	1.4

চিত্র ৫: আমাদী ইউনিয়নে উৎপাদিত ফসল। [উৎসঃ কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, ২০২৪]

ধান চাষের জমি ২০০৮ সালে ২,৮০০ হেক্টর থেকে ২০২৪ সালে ২,৬০০ হেক্টরে ৭.১% কমেছে। ধানের উৎপাদন প্রতি হেক্টরে ৩.৫ টন থেকে ২.৮ টনে নেমে এসেছে, যা ২০% হ্রাস নির্দেশ করে। মূলত লবণাক্ততা মাটির গুণগত মানে প্রভাব ফেলেছে বিরূপভাবে। পাটের ক্ষেত্রেও উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন দেখা গেছে; জমির পরিমাণ ৫৬.৭% কমে ৩০০ হেক্টর থেকে ১৩০ হেক্টরে নেমে এসেছে এবং উৎপাদন ৩.০৫ টন/হেক্টর থেকে ২.৩২ টন/হেক্টর হয়েছে, যা ২৪% হ্রাস। এই হ্রাসের পেছনে কারণ হিসেবে উল্লেখযোগ্য জমি মাছ চাষের জন্য পরিবর্তিত হওয়া, যা অর্থনৈতিকভাবে বেশি লাভজনক। লবণাক্ততার সাথে মানিয়ে নিতে সূর্যমুখী এবং ভুট্টার মতো বিকল্প ফসল প্রবর্তিত হয়েছে। সূর্যমুখী চাষের জমি ৮ হেক্টর থেকে ২৫ হেক্টরে বৃদ্ধি পেয়েছে, যেখানে উৎপাদন ১.৮ টন/হেক্টর থেকে ২.৩ টন/হেক্টরে উন্নীত হয়েছে, যা ২৭.৮% বৃদ্ধি নির্দেশ করে। ভুট্টার ক্ষেত্রেও জমির পরিমাণ ৩ থেকে ৭ হেক্টরে বৃদ্ধি পেয়েছে, এবং উৎপাদন ৩.৫ টন/হেক্টর থেকে ৪ টন/হেক্টরে উন্নীত হয়েছে, যা ১৪.৩% বৃদ্ধি। তবে, অতিরিক্ত লবণাক্ততার কারণে এই বৃদ্ধি আশানুরূপ নয়। কারণ জমিতে লবণাক্ততা বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে ফসল উৎপাদন কমে যায়।

তাছাড়া আমাদী ইউনিয়নে এই ফসলগুলো নিয়ে কৃষকদের অভিজ্ঞতা কম থাকার কারণে চাষ পদ্ধতিতে জটিলতা দেখা গেছে। তরমুজ চাষে বড় ধরনের বৃদ্ধি দেখা গেছে, ৩ হেক্টর থেকে ৫০ হেক্টরে বৃদ্ধি পেয়েছে এবং উৎপাদন ৩৪ টন/হেক্টর থেকে ৪০ টন/হেক্টরে উন্নীত হয়েছে, যা ১৭.৬% বৃদ্ধি নির্দেশ করে। তবে, মাত্রাতিরিক্ত লবণাক্ততার প্রভাব এখনও এর সম্পূর্ণ উৎপাদনশীলতাকে ব্যাহত করছে। সবজি চাষের জমি ৪৪% কমে ১৫০ হেক্টর থেকে ৮৪ হেক্টরে নেমে এসেছে এবং উৎপাদন প্রতি হেক্টরে ১৬ টনে স্থিতিশীল রয়েছে, কারণ সবজি চাষ লবণাক্ততার প্রতি অত্যন্ত সংবেদনশীল। ডালের ক্ষেত্রেও ৩১.৭% জমি হ্রাস পেয়েছে এবং উৎপাদন ১.৮ টন/হেক্টর থেকে ১.৪ টন/হেক্টরে নেমে এসেছে, যা মাটির গুণগত মানের অবনতির সাধারণ প্রভাবকে প্রতিফলিত করে। মাছ চাষের ক্ষেত্রে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য বৃদ্ধি দেখা গেছে, ২৫ হেক্টর থেকে ৫৫ হেক্টরে জমি বৃদ্ধি পেয়েছে এবং উৎপাদন ৯ টন/হেক্টর থেকে ১৯ টন/হেক্টরে প্রায় দ্বিগুণ হয়েছে। এর কারণ হলো মাছ চাষে অর্থনৈতিকভাবে দ্রুত স্বাবলম্বী হওয়া যায়।

লবণাক্ততা নিয়ন্ত্রণে প্রশমন পদ্ধতি

লবণাক্ততা নিয়ন্ত্রণে আমাদী ইউনিয়নে একটি সম্পূর্ণ SWOT মডেল করা হয়েছে। পদ্ধতিগতভাবে মূল্যায়ন করতে ব্যবহৃত হয় যা প্রস্তাবিত কৌশলগুলোকে প্রভাবিত করতে পারে। এই SWOT মডেলে, লোনা পানির অনুপ্রবেশ প্রশমনে অর্ন্তনিহিত অভ্যন্তরীণ শক্তি এবং দুর্বলতাগুলি যাচাই করা হয়েছে। এছাড়াও, চিহ্নিত কৌশলগুলির বাস্তবায়ন এবং ফলাফলকে প্রভাবিত করতে পারে এমন বাহ্যিক সুযোগ এবং হুমকিগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে যা এই গবেষণার ক্ষেত্রে সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়ক ভূমিকা পালন করেছে।

সারণি ২: লবণাক্ততা নিয়ন্ত্রণে আমাদী ইউনিয়নের উপর একটি SWOT মডেল

STRENGTH	WEAKNESS
আমাদী ইউনিয়নের সমৃদ্ধ কৃষির ইতিহাস, ঐতিহ্য এবং অভিজ্ঞতা।	লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের জন্য কৃষি জমির উচ্চ ঝুঁকি।
লবণাক্ততা সহনশীল বিভিন্ন জাতের ফসলের চাষ।	প্রশমন ব্যবস্থা বাস্তবায়নের জন্য সীমিত আর্থিক সংস্থান।
লবণাক্ততা ব্যবস্থাপনার জন্য পূর্বলব্ধ জ্ঞান।	লবণাক্ততা ব্যবস্থাপনা সম্পর্কে সচেতনতা ও শিক্ষার অভাব।
সেচ ও পানি ব্যবস্থাপনার জন্য বিদ্যমান অবকাঠামো।	সনাতন চাষাবাদের উপর অতিরিক্ত নির্ভরশীলতা যা লবণাক্ততার মাত্রা বৃদ্ধির বিরুদ্ধে কার্যকর নাও হতে পারে।
OPPORTUNITY	**THREAT**
নতুন লবণ-সহনশীল ফসলের জাত গবেষণা ও উন্নয়ন।	জলবায়ু পরিবর্তন এবং সমুদ্রপৃষ্ঠের উচ্চতা লবণাক্ততার অনুপ্রবেশকে বাড়িয়ে দেয়।
আর্থিক এবং প্রযুক্তিগত সহায়তার জন্য সরকারী সংস্থা, এনজিও এবং গবেষণা প্রতিষ্ঠানের সাথে সহযোগিতা।	ক্রমবর্ধমান লবণাক্ততার কারণে কৃষি জমির ধ্বংস।
পানির সঠিক ব্যবহার ও লবণাক্ততা কমাতে আধুনিক সেচ কৌশল অবলম্বন এবং লবণ-সহনশীল ধানের জাত রোপণ।	কৃষি জমির স্বল্পতার কারণে সম্পদ এবং জমি ব্যবহারের জন্য প্রতিযোগিতা
লবণাক্ততার দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত কৃষকদের জন্য বিকল্প জীবিকার বিকল্প ব্যাবস্থা।	সেচের জন্য স্বাদু পানির সীমিত উৎস।

উৎসঃ ফোকাসগ্রুপ আলোচনা, ২০২৪

লবণাক্ততা অভিযোজন এবং নিয়ন্ত্রন ব্যবস্থা

কয়রা উপজেলা ও আমাদী ইউনিয়নে স্থানীয় কৃষকরা নিজেদের অভিজ্ঞলব্দ জ্ঞান ও কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর কতপক্ষের পরামর্শে এই এলাকায় মাটি, পানি ও ফসলের উপর লবণাক্ততা প্রশমনের জন্য বিভিন্ন ধরনের প্রশমন পদ্ধতি অনুসরণ করছে। এর মধ্যে উল্লেখযোগ্যগুলি নিম্নরূপঃ

ক) লবণ-সহনশীল ধানের জাতগুলি, যেমন ব্রি ধান ৪৭, ৬৭ এবং ৭৪ (১০ডিএস/মি পর্যন্ত সহনশীল), ৯৭ এবং ৯৯ (১৪ডিএস/মি পর্যন্ত সহনশীল) লবণাক্ততার সাথে মানিয়ে নিতে সফল হয়েছে। কৃষকরা পানির অপ্রয়োজনীয় ব্যবহার কমাতে এবং মাটিতে লবণ জমা হওয়ার ঝুঁকি কমাতে Alternative Wetting and Drying সেচ পদ্ধতি ব্যবহার করে।

খ) লবণাক্ততার অনুপ্রবেশ নিয়ন্ত্রন কৌশল হিসেবে কৃষকরা Raised Bed Farming শুরু করছে। তুলনামূলক উঁচু কৃষিভূমি হওয়ার কারণে কৃষকরা ফসলের গুণাগুণকে উন্নত করতে পারে এবং মাটি থেকে বেড প্রায় ১ ফুট উঁচু হওয়ার কারণে লবণাক্ত মাটির সাথে সরাসরি যোগাযোগ কমাতে পারে ও উদ্ভিদের লবণ গ্রহণ কমিয়ে দিতে পারে। লাল শাক, পালং শাক, গাজর, ফুলকপি, বাঁধাকপি এবং করলার মতো মৌসুমি সবজি এই পদ্ধতিতে উৎপাদিত হয়।

গ) কৃষকরা মাটির উর্বরতা বৃদ্ধি করতে এবং আমাদি ইউনিয়নে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের প্রভাব প্রশমিত করার জন্য আধুনিক জৈব সার প্রয়োগ করছে। ভার্মি কম্পোস্ট আমাদী ইউনিয়নে ব্যবহৃত জনপ্রিয় জৈব সার যা কৃষকরা নিজেরাই তৈরি করে।

ঘ) স্থানীয় প্রশাসনের সহযোগিতায় আমাদী ইউনিয়নে অবকাঠামো নির্মাণ করা হয়েছে। বিশেষ করে স্লুইস গেট এবং বেড়ী বাঁধগুলো এই এলাকায় পানির প্রবাহ পরিচালনা করতে এবং কৃষি জমিতে লোনা পানির অনুপ্রবেশ নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে।

উপসংহার

এই গবেষণা থেকে আমাদী ইউনিয়নে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের ধরণ ও তার প্রভাব সম্পর্কে একটি সম্যক ধারণা পাওয়া যায়। জোয়ার-ভাটা সমৃদ্ধ প্রধান দুটি নদী ও খাল দ্বারা প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষভাবে পানি প্রবেশের মাধ্যমে এ ইউনিয়নে লবণাক্ততার অনুপ্রবেশ ঘটেছে। শুষ্ক মৌসুমে যখন নদীর মোহনায় স্বাদু পানির প্রবাহ কমে যায় তখন লবণাক্ত পানির প্রবাহ ও প্রভাব বৃদ্ধি পায়। এ লবণাক্ত পানি একদিকে আমাদী ইউনিয়নের মাটি ও পানিতে লবণাক্ততার পরিমাণ বৃদ্ধি করছে এবং অপরদিকে কৃষিকাজের উপর নানাভাবে বিরূপ প্রভাব ফেলছে। চাষের জমিতে লোনা পানির অনুপ্রবেশের ফলে ফসলের উৎপাদনে বিরূপ প্রভাব ফেলছে। তাছাড়া, অতিরিক্ত লবণাক্ততার অনুপ্রবেশের কারণে স্বাদু পানির উৎসে ক্ষতি হচ্ছে যা ফসল চাষে সেচের জন্য চ্যালেঞ্জ তৈরি করেছে। সমীক্ষা এলাকায় লবণাক্ততা থেকে উত্তরণের জন্য গৃহীত ব্যবস্থা হিসেবে লবণ-সহনশীল ফসল চাষ, জলবায়ু-সহনশীল ফসলের জাত, উন্নত সেচ কৌশল বাস্তবায়ন ইত্যাদি সহ প্রশমন কৌশল পাওয়া গেছে। সর্বোপরি, আমাদী ইউনিয়নের আর্থ-সামাজিক অবস্থা নিয়ে অধিকতর গবেষণা করা প্রয়োজন যাতে করে জানা যাবে যে এই লবণাক্ততা তাদের আর্থিক, সামজিক ও স্বাস্থ্যের উপর কিরূপ প্রভাব ফেলে।

তথ্যনির্দেশিকা

Alam, M. Z., Carpenter-Boggs, L., Mitra, S., Haque, M. M., Halsey, J., Rokonuzzaman, M., et al. (2017). Effect of salinity intrusion on food crops, livestock, and fish species at Kalapara coastal belt in Bangladesh. Journal of Food Quality, 2017, 1–23. doi:10.1155/2017/2045157

Bangladesh Bureau of Statistics (BBS). (2022). Population & housing census 2011. Ministry of Planning, Government of Bangladesh.

Bangladesh Bureau of Statistics (BBS). (2022).

Statistical yearbook of Bangladesh. Ministry of Planning, Government of Bangladesh.

BBC News. (2020, May 21). Bangladesh cyclone: Millions in need of urgent aid after Amphan. BBC. Retrieved from https://www.bbc.com/news/world-asia-52746462

Brammer, H. (2014). Bangladesh's dynamic coastal regions and sea-level rise. Climate Risk Management, 1, 51–62. doi:10.1016/j.crm.2013.10.001

Cochran, J. K., Bokuniewicz, H. J., & Yager, P. L. (2019). Encyclopedia of ocean sciences (3rd ed.). Elsevier Science and Technology.

Dasgupta, S., Kamal, F. A., Khan, Z. H., Choudhury, S., & Nishat, A. (2015). River salinity and climate change: Evidence for. Environmental Science: Processes & Impacts, 17, 1127–1136.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Coastal agriculture in Bangladesh. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-bl579e.pdf

Habiba, U., Abedin, M. A., Shaw, R., & Hassan, A. W. R. (2014). Salinity-induced livelihood stress in coastal region of Bangladesh. In R. Shaw (Ed.), Water insecurity: A social dilemma (pp. 133–147). Emerald Group Publishing Limited.

Haldar, P. K., Saha, S. K., Ahmed, M. F., & Islam, S. N. (2017). Coping strategy for rice farming in Aila affected South-West region of Bangladesh. Journal of Science, Technology and Environmental Informatics, 4(2), 313–326. doi:10.18801/jstei.040217.34

Haque, S. A. (2006). Salinity problems and crop production in coastal regions of Bangladesh. Pakistan Journal of Botany, 38(5), 1359–1365.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). Tidal surges in Bangladesh. Retrieved from https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/tidal-surges-bangladesh

Kabir, H., & Golder, J. (2017). Rainfall variability and its impact on crop agriculture in Southwest region of Bangladesh. Climatology and Weather Forecasting, 5, 1. doi:10.4172/2332-2594.1000196

Kim, S., Kim, H., Lee, J., Yoon, S., Kahou, S. E., Kashinath, K., et al. (2019). Deep-hurricane-tracker: Tracking and forecasting extreme climate events. In 2019 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV) (pp. 1761–1769). IEEE.

Lam, Y., Winch, P. J., Nizame, F. A., Broaddus-Shea, E. T., Harun, M., Dostogir, G., et al. (2021). Salinity and food security in Southwest coastal Bangladesh: Impacts on household food production and strategies for adaptation. Food Security, 1-20. doi:10.1007/s12571-021-01177-5

Mahmuduzzaman, M., Ahmed, C., Nuruzzaman, M., & Ahmed, F. (2014). Causes of salinity intrusion in coastal belt of Bangladesh. International Journal of Plant Research, 14(2), 100–108.

Mukul, S. A., Alamgir, M., Sohel, M. S. I., Pert, P. L., Herbohn, J., Turton, S. M., et al. (2019). Combined effects of climate change and sea-level rise project dramatic habitat loss of the globally endangered Bengal tiger in the Bangladesh Sundarbans. Science of the Total Environment, 663, 830–840. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.383

Nicholls, R. J., Wong, P. P., Burkett, V. R., Codignotto, J. O., Hay, J. E., McLean, R. F., Ragoonaden, S., & Woodroffe, C. D. (2007). Coastal systems in low-lying areas. In M. L.

Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C. E. Hanson (Eds.), Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability (pp. 315–356). Cambridge University Press.

Oppenheimer, M., Glavovic, B., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A. K., Abd-Elgawad, A., et al. (2019). Sea level rise and implications for low lying islands, coasts and communities.

Rahman, M. H., Lund, T., & Bryceson, I. (2011). Salinity effects on food habits in three coastal, rural villages in Bangladesh. Renewable Agriculture and Food Systems, 26(3), 230–242. doi:10.1017/S1742170511000020

Salehin, M., Chowdhury, M., Arefin, M., Clarke, D., Mondal, S., Nowreen, S., et al. (2018). Mechanisms and drivers of soil salinity in coastal Bangladesh. In Ecosystem services for well-being in deltas (pp. 333–347). Palgrave Macmillan.

Soil Resource Development Institute (SRDI). (2010). Saline soils of Bangladesh. SRMAF Project, Ministry of Agriculture, Government of the People's Republic of Bangladesh.

কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, (২০২৪). উপজেলা কৃষি অফিস, খুলনা, কয়রা।

Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 63-73) *ISSN 1027-8567*

Salinity Intrusion and Its Impact: A Study on Amadi Union, Koyra, Khulna

Muhammad Rezaul Rakib[1], S.M. Mostahidur Rahman[2]

1. Associate Professor, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Dhaka-1342
2. Research Students, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Dhaka-1342

Abstract: The rate of salinity intrusion has gradually increased along with various types of disasters in the coastal region of Bangladesh. Recently, salinity intrusion has been increased in Amadi Union of Koyra Upazila, Khulna, prompting this study to investigate its impact. Both primary and secondary data have been used for the study. For salinity measurement, soil salinity, pH, and data on salinity-affected areas were collected from sixteen sampling points, considering geographical diversity and land use types to determine the number of sampling points. These data have been analyzed and presented using various diagrams and maps. Additionally, a SWOT model was developed by collecting data through focus group discussions to address the salinity problem in the study area. The results obtained through statistical analysis indicate an increase in salinity, which is altering the crop pattern and reducing agricultural yield. Various salinity mitigation measures have been outlined using the SWOT model. These include improved irrigation techniques, the cultivation of salt-tolerant crop varieties, and infrastructure development such as dams. The research findings will be particularly important for the local population and farming communities who are continually facing the challenges posed by salinity intrusion.

Keywords: Salinity, Agriculture, Mitigation Measures, SWOT Model, Amadi Union