नवी आशा, नवी दिशा

पाणी साठवून ठेवणारी भुकटी
'हायड्रोजेल'
जमीन भिजवते; पीक जोमदार येते

हायड्रोजेल हा साखरेसारखा बारीक पावडर स्वरुपातील पदार्थ असून, तो त्याच्या वजनाच्या ५०० पटींपेक्षा जास्त पाणी साठवून ठेवतो आणि ज्यावेळी पिकाला पाहिजे त्यावेळी उपलब्ध करून देतो. हा पदार्थ पाणी शोषून घेतो परंतु पाण्यामध्ये विरघळत नाही. १९८० च्या दशकामध्ये या प्रकारचे तंत्रज्ञान इराण, चीन, युरोप आणि अमेरिकेमध्ये वापरण्यास सुरुवात झाली. भारतामध्ये २०००- २०१० च्या दशकामध्ये या तंत्रज्ञानावर कार्य सुरू झाले. २०१५ मध्ये भारतीय कृषी संशोधन संस्था, नवी दिल्ली यांनी हायड्रोजेलचे तंत्रज्ञान व्यापारी तत्त्वावर शेतीमध्ये वापरण्यास दिले.

एकीकडे दिवसेंदिवस पाण्याची कमतरता जाणवत असताना दुसरीकडे पिण्याबरोबरच औद्योगिकरण आणि शहरीकरणासाठीही पाण्याची गरज वाढत आहे. त्यामुळे शेतीसाठी आवश्यक असणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण कमी होत आहे. अशा परिस्थितीमध्ये कमी पाण्यामध्ये शेती उत्पादन घेणे ही काळाची गरज आहे. कमी पाण्यामध्ये पीक उत्पादन घेण्यासाठी पाणी व्यवस्थापनाच्या दृष्टिकोनातून विविधांगी तंत्रज्ञानाचा वापर होणे गरजेचे आहे. सूक्ष्मसिंचन पद्धतीमुळे पाण्याची बचत होत असते. त्याचबरोबर पाणी बचतीसाठी नव्या तंत्रज्ञानाचा वापर वाढणे गरजेचे आहे.

अशा विविध तंत्रज्ञानांपैकीच एक म्हणजे हायड्रोजेल. दुष्काळी स्थितीमध्ये पीक व्यवस्थापन, हलक्या आणि कमी जलधारण क्षमता असलेल्या जमिनींमध्ये पाणी व्यवस्थापन तसेच पिकाच्या महत्त्वाच्या अवस्थांमध्ये जमिनीत योग्य ओलावा टिकावा यासाठी हायड्रोजेलचा वापर केला जातो. भारतामध्ये एकूण जमिनीमध्ये घेतल्या जाणाऱ्या पिकांपैकी फक्त ४० टक्के क्षेत्रालाच पाण्याचा पुरवठा होतो. महाराष्ट्राची परिस्थिती तर यापेक्षा भयानक आहे. महाराष्ट्रामध्ये फक्त १८ ते २० टक्के पिकांनाच पाण्याची सोय आहे. बाकीच्या पिकांना फक्त पावसाच्या पाण्यावरच अवलंबून राहावे लागते. एकूण उपलब्ध पाण्याच्या ८० टक्के पाणी शेतीला देऊनही ही परिस्थिती असून, भविष्यात तर शेतीसाठीचे पाणी कमी होणार आहे. तसेच देशातील १२ कोटी शेतकऱ्यांपैकी ९ कोटी ८० लाख शेतकरी अल्प व अत्यल्पभूधारक आहेत. त्यांना सूक्ष्मसिंचन पद्धतीच्या खर्चिक तंत्रज्ञानाचा वापर करणे परवडत नाही. त्याचबरोबर विभिन्न हवामान, जमिनीचे वेगवेगळे प्रकार, विभिन्न पीक पद्धती आणि तंत्रज्ञान, माहितीचा अभाव यामुळे पीक उत्पादन घेताना शेतकऱ्यांना अनेक अडचणी येतात.

हायड्रोजेल म्हणजे काय?

हायड्रोजेल हा साखरेसारखा बारीक पावडर स्वरुपातील पदार्थ असून, तो त्याच्या वजनाच्या ५०० पटींपेक्षा जास्त पाणी साठवून ठेवतो आणि ज्यावेळी पिकाला पाहिजे त्यावेळी उपलब्ध करून देतो. हा पदार्थ पाणी शोषून घेतो परंतु पाण्यामध्ये विरघळत नाही. १९८० च्या दशकामध्ये या प्रकारचे तंत्रज्ञान इराण, चीन, युरोप आणि अमेरिकेमध्ये वापरण्यास सुरुवात झाली. भारतामध्ये २०००- २०१० च्या दशकामध्ये या तंत्रज्ञानावर कार्य सुरू झाले. २०१५ मध्ये भारतीय कृषी संशोधन संस्था, नवी दिल्ली यांनी हायड्रोजेलचे तंत्रज्ञान व्यापारी तत्त्वावर शेतीमध्ये वापरण्यास दिले. हायड्रोजेलला सुपर ॲब्सिडंट पॉलिमर या नावानेही ओळखले जाते. हायड्रोजेल तीन प्रकारामध्ये मोडते. पहिला प्रकार म्हणजे स्टार्चवर तयार केलेला पॉलिमर. दुसरा प्रकार क्रॉस लिंक्ड पॉलिॲक्रेलाईट्स आणि तिसरा प्रकार क्रॉस लिंक्ड पॉलिॲक्रेलाईट व ॲक्रेमाईट्स- ॲक्रॉक्ईर कोपॉलिमर. पॉलिथियम पॉलिॲक्रेलाईट्स या मुख्य घटकापासून हायड्रोजेल बनविले जाते. यामध्ये जास्तीत जास्त दिवस व जास्त कार्यक्षमतेने पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता असते. तसेच ते पाण्याचा निचरा होऊ देत नाही. हा पदार्थ जमिनीमधून सहा महिन्यांपासून ते दोन वर्षांपर्यंतच्या अवधीत पूर्णपणे नष्ट होतो. त्यामुळे याचे जमिनीच्या गुणधर्मांवर कोणतेही विपरित परिणाम होत नाहीत.

हायड्रोजेलचा वापर जमिनीमध्ये करत असताना पिकाच्या मुळांच्या जवळ केला तर त्याची कार्यक्षमता वाढते. तसेच पिकाला ते योग्य प्रमाणात पाण्याचा पुरवठा करते. स्पंजमध्ये पाणी साठविले तर ते दाबामुळे गळून जाते. परंतु हायड्रोजेलमधील पाणी दाबाने बाहेर न पडता ते पिकाच्या मुळांमधील केशाकर्षण पद्धतीप्रमाणेच पाणी बाहेर सोडते, जे फक्त पिकांच्या मुळांनाच उपलब्ध होते.

हायड्रोजेलचे विविध फायदे

हायड्रोजेलच्या वापरामुळे सर्वात जास्त फायदा होतो तो म्हणजे जमिनीची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढते. हायड्रोजेल त्याच्या वजनाच्या २०० ते ८०० पट पाणी धरून ठेवते. धरून ठेवलेले पाणी हे इतर कोठेही उपलब्ध होत नाही. ते फक्त मुळांनाच त्यांच्या केशाकर्षण पद्धतीने उपलब्ध होते. हायड्रोजेलद्वारे धरून ठेवल्या जाणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण कमी असले तरी त्याचा वापर फक्त पिकांच्या मुळांनाच करता येत असल्यामुळे पाणी वापर कार्यक्षमता मोठ्या प्रमाणात वाढते. हायड्रोजेलमुळे जमिनीमध्ये पाणी जिरण्याचे प्रमाण वाढते तसेच जमिनीमध्ये हवा खेळती राहून पाणी- हवा यांचे संतुलन सुधारते. दोन पाण्यामधील अंतर हायड्रोजेलच्या वापरामुळे वाढविता येते. जमिनीची धूप तसेच पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाण कमी करता येते. हायड्रोजेलच्या वापरामुळे जमिनीची जलधारण क्षमता ५० ते ७० टक्क्यांपर्यंत वाढते. तसेच जमिनीच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मांमध्ये अनुकूल बदल होतो. ज्यावेळी पिकाला पाण्याचा पुरवठा कमी होतो किंवा पाण्याचा ताण पडतो त्यावेळी पिकाची पाने कोमेजतात किंवा जळतात. पाण्यामधील हरितद्रव्ये कमी होतात. त्यामुळे फूलगळ होणे, फळ गळणे किंवा पिकाचे उत्पादन आणि उत्पादनाची प्रत कमी होण्याची परिस्थिती उद्भवते. परंतु हायड्रोजेलच्या वापरामुळे हे सर्व प्रश्न सोडवता येतात. रोपवाटिकेमध्ये रोपे लावताना हायड्रोजेलचा वापर केला तर रोपांची उगवण चांगली होऊन एकसारखी वाढ होते. तसेच पिकांची फुलधारणा, फळधारणा चांगली होऊन उत्पादन आणि उत्पादनाची प्रत सुधारते.

दुष्काळी परिस्थिती तसेच अति आर्द्र हवामानामध्ये पिकाची चांगली वाढ होत नाही. पिकाची उंची कमी राहते. पानांचा आकार कमी झाल्याने प्रकाश संश्लेषण क्रिया कमी होऊन पीक उत्पादनावर अनिष्ट परिणाम होतो. हायड्रोजेलच्या वापरामुळे पिकाला पाण्याचा ताण पडत नाही. त्यामुळे प्रतिकूल परिस्थितीमध्ये पिकाची चांगली वाढ होत राहते. पिकाला पाण्याचा वापर करत असतानाच पिकाच्या वाढीसाठी जमिनीतून खतांचाही वापर केला जातो. परंतु अनेकवेळा ही रासायनिक खते पाण्यामध्ये विरघळतात आणि तिच्याद्वारे ती वाया जातात. अनेकदा खतांची वापर कार्यक्षमता २५ ते ३० टक्केच राहाते. त्यामुळे रासायनिक खतांवर मोठ्या प्रमाणात खर्च करूनही त्याचा फायदा पिकांना होत नाही. हायड्रोजेलच्या वापरामुळे पिकांना दिलेली खतेही पाण्याबरोबर शोषली जाऊन साठविली जातात. पिकांच्या मुळांना पाण्याबरोबर ही खतेही उपलब्ध होतात. त्यामुळे खतांची कार्यक्षमता वाढून पीक उत्पादनामध्ये तसेच उत्पादनाच्या प्रतीमध्ये चांगली वाढ होते. सूर्यप्रकाश तसेच जमिनीमधील जीवजिवाणू यांच्यामुळे हायड्रोजेलचे विघटन होते. सर्वसाधारणपणे २ ते ३ वर्षांमध्ये पूर्णपणे विघटन होते. अर्थात नवीन तंत्रज्ञानाने तयार केलेले काही हायड्रोजेल एक वर्षाच्या आत जमिनीमध्ये विघटित

होतात. त्यामुळे हायड्रोजेलच्या वापरामुळे जमीन तसेच पर्यावरणातील जीवसृष्टीवर तसेच त्यांच्या गुणधर्मांवर कोणताही अनिष्ट परिणाम होत नाही.

वापरण्याची पद्धत

हायड्रोजेलचे फायदे आणि उपयुक्तता लक्षात घेऊन त्याचा वापर पर्याप्त गरजेनुसार करणे फार महत्त्वाचे आहे. हजारो टन मातीमध्ये हजारो लिटर पाणी दिले जात असते. या सर्व परिस्थितीमध्ये काही किलो वजनाच्या हायड्रोजेलचा योग्य पद्धतीने वापर केला तरच त्याचा फायदा होतो. जमिनीतील मातीमध्ये हायड्रोजेल चांगल्या पद्धतीने मिसळले जाणे फार महत्त्वाचे आहे. इतर खते किंवा रसायनांसारखा सहज म्हणून हायड्रोजेलचा वापर करू नये. पाण्याची उपलब्धता पिकाच्या मुळांद्वारे होत असते. त्यामुळे पिकाच्या मुळांजवळ पाणी तसेच हवेचे योग्य संतुलन राहाणे गरजेचे आहे. तसेच पिकांना आवश्यक असलेली अन्नद्रव्ये मुळांजवळ असली तर त्याचा जास्त फायदा होतो. याचा विचार करूनच हायड्रोजेलचा वापर करावा. विशेषत: जमिनीच्या प्रतीनुसार कमी-जास्त वापर करावा लागतो. मध्यम ते भारी जमिनीमध्ये एकरी ४ ते ५ किलो वापर करावा. ज्या जमिनीची जलधारण क्षमता कमी आहे किंवा जेथे जास्त प्रमाणात उष्णता, तापमान आहे अशा ठिकाणी हायड्रोजेलचा जास्त वापर करावा. जेथे पाण्याचे जास्त दुर्भिक्ष्य आहे किंवा पाण्याचा दुष्काळ आहे, पाणी अत्यंत मोजून- मापून दिले जाते तेथे पीक जगविणे व त्यापासून जास्त उत्पादन घेण्यासाठी एकरी १०० किलोपर्यंत हायड्रोजेलचा वापर करता येतो. अर्थात हायड्रोजेलची किंमत जास्त असल्यामुळे एवढ्या मोठ्या प्रमाणात खर्च करणे शेतकऱ्यांना शक्य नाही. मात्र ज्यावेळी पाणीच मिळत नाही त्यावेळी विकत घ्यावयाच्या पाण्याची किंमत निश्चितच हायड्रोजेलपेक्षा जास्त असते! हायड्रोजेल वापरताना ते पिकाच्या मुळाजवळ द्यावे आणि त्यानंतर त्यावर मातीची भर द्यावी. विशेषत: ज्या पिकांना मातीची भर लावली जाते त्यांना मशागतीच्या वेळी वापरावे.

फळबागेला वापरताना झाडाच्या खोडाभोवती रिंग घेऊन त्यामध्ये हायड्रोजेलचा वापर करून ते मातीने झाकून द्यावे. जी पिके हंगामी असतात आणि त्यांना नंतर माती लावली जात नाही; किंवा औतमशागत केली जात नाही, त्या पिकांना हायड्रोजेलचा वापर पेरणीच्या अगोदरच करावा. हायड्रोजेल जमिनीवर टाकून मातीमध्ये मिसळण्यासाठी जमिनीची मशागत करावी. त्यानंतर पिकाची लागवड किंवा पेरणी करावी. हायड्रोजेलचा वापर जमिनीवर केला आणि ते जर मातीत मिसळले गेले नाही तर त्याचा काहीही फायदा होत नाही.

आज भारतात राजस्थान तसेच गुजरातचा काही भाग या ठिकाणी हायड्रोजेलचा मोठ्या प्रमाणात वापर सुरू झाला आहे. भविष्यात शेतीसाठी पाणी कमी होत असताना शेतकरी ज्याप्रमाणे खते, औषधे ही पिकाची एक महत्त्वाची निविष्ठा म्हणून वापरतात त्याचप्रमाणे हायड्रोजेलही पिकाच्या वाढीची एक महत्त्वाची निविष्ठा म्हणून वापरतील यात शंका नाही.

(सौजन्य : 'पूर्वा कृषिदूत' परिवार) ■