"जल संसाधन के क्षेत्र में भावी चुनौतियाँ"
विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
16-17 दिसम्बर, 2003, रुड़की (उत्तरांचल)

गेहूं के विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रमी हस्ताक्षर का रेडियोमीटर द्वारा अध्ययन

नीरज कुमार भटनागर देवेन्द्र सिंह राठौर महिपाल सिंह
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

सारांश

भारत एक कृषि प्रधान देश है। इसकी बढ़ती जनसंख्या को पर्याप्त खाद्यान्न प्रदान करने के लिये कृषि को उन्नत करना आवश्यक है। इसलिये कृषि का आकलन व अन्य अध्ययन किये जा रहे हैं। सुदूर संवेदन संसूचकों द्वारा फसलों के मानचित्र बनाये जाते हैं। इनके लिये रेडियोमीटरों द्वारा अध्ययन किया जाता है।

इस अध्ययन में ऐक्सोटेक रेडियोमीटर का उपयोग कर गेहूँ की फसल का अध्ययन अनुसंधान फॉर्म जल संसाधन विकास प्रशिक्षण केंद्र, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रूड़की से किया गया है। इनमें टी एम तुल्य संसूचक का प्रयोग किया गया है। फसल अवधि दिसंबर अंतिम सप्ताह से अप्रैल अंतिम सप्ताह है। रेडियोमीटर से फसल वृद्धि के दौरान प्रतिदिन, फसल पकने के दौरान साप्ताहिक माप लिया गया।

परावर्तनांक में बैंड 4 में सर्वाधिक परिवर्तन हुआ (21-71%) एवं बैंड 1 में सबसे कम परिवर्तन हुआ (2-8%)। वनस्पति वृद्धि के दौरान, बैंड 4 वनस्पति अध्ययन के लिये अधिक प्रभावी है। इस दौरान, बैंड 4 के मान में वृद्धि होती है पर वनस्पति सूचकांक अधिक ही बना रहता है। फसल पकने के दौरान, दोनो मान समान रूप से कम होते हैं। दृश्य बैंडों में परावर्तनांक फसल परिपक्वता के दौरान अधिक प्रभावित होता है।

सूर्य से प्राप्त विकिरण में फसल काल में वृद्धि के कारण रेडियोमीटर से मापे गये फसल के परावर्तित विकिरण पर प्रभाव पड़ता है। जैसे, बैंड 2 में विकिरण की मात्रा बढ़ती हुई पायी गयी है, जबकि परावर्तनांक फसल वृद्धि के दौरान कम होता है। इसी प्रकार, बैंड 3 में विकिरण में कमी (फसल वृद्धि के दौरान) परावर्तनांक के अपेक्षा कम होती है।

गेहूँ की फसल में लगभग 1 से 3 माह के दौरान परावर्तनांक (>45%) अन्य वस्तुओं से अधिक होता है। अतः यह अवधि गेहूँ की फसल की उपग्रह से प्राप्त चित्रों में पहचान के लिये उपयुक्त है। इस तरह उपग्रह आँकड़ों का चयन किया जा सकता है तथा फसल की दशाओं की भी जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

1. प्रस्तावना :

भारत एक कृषि प्रधान देश है। इसकी बढ़ती जनसंख्या को पर्याप्त खाद्यान्न प्रदान करने के लिये कृषि को उन्नत करना आवश्यक है। इसलिये कृषि का आकलन व अन्य अध्ययन किये जा रहे हैं। कृषि के अध्ययन

के लिये पारंपरिक रूप से ग्राम स्तर पर राजस्व विभाग द्वारा, कृषि के आँकड़े एकत्र किये ज़ाते हैं। यह आँकड़े तालिकाबद्ध होते हैं। मानचित्र के रूप में आँकड़े पाने के लिये पारंपरिक सर्वेक्षण व प्रगामी तकनीकों में सुदूर संवेदन का प्रयोग किया जाता है। सुदूर संवेदन के अध्ययनों में स्पेक्ट्रमी हस्ताक्षर का उपयोग होता है। प्रस्तुत अध्ययन में ऐक्सोटेक रेडियोमीटर का प्रयोग कर स्पेक्ट्रमी हस्ताक्षर को गेहूँ की फसल के लिये मापा गया है।

2. सिद्धांत :

विद्युत चुंबकीय विकिरणः सूर्य पृथ्वी पर सब प्रकार के जीवन का आधार है। सूर्य की ऊर्जा सीमित समय के लिये पृथ्वी पर पड़ती है। इस विकिरण को कई प्रकार से मापा जाता है जैसे ऊर्जा, क्षमता, ईकाई ऊर्ध्वाधर क्षेत्र में क्षमता, स्पेक्ट्रमी व ठोस कोणीय मात्राऐं आदि। ईकाई ऊर्ध्वाधर क्षेत्र में विकिरण क्षमता को आपतित या निर्गत विकिरण कहते हैं। जब विकिरण ईकाई स्पेक्ट्रमी खिड़की में मापा जाता है तो इसे स्पेक्ट्रमी विकिरण कहते हैं। ठोस कोणीय विकिरण ईकाई ठोस कोण में मापा गया निर्गत विकिरण है। इसी मात्रा को रेडियोमीटर से मापते हैं। इसकी ईकाई वॉट / वर्ग मी /स्टेरेडियन है। इसे मिलि वॉट / वर्ग सेमी / स्टेरेडियन में भी व्यक्त किया जाता है। इस ईकाई में मान, पूर्व ईकाई मान में 10 से भाग देने पर प्राप्त किया जा सकता है। ठोस कोणीय विकिरण को जब स्पेक्ट्रमी मात्रा में व्यक्त किया जाता है, यह स्पेक्ट्रमी ठोस कोणीय विकिरण कहलाता हैं।

2.1 परावर्तनांक :

परावर्तित व आपतित ठोस कोणीय विकिरण के अनुपात को परावर्तनांक कहते हैं।

2.2 वनस्पति सूचकांक :

सुदूर संवेदी आँकड़ों के अनुपातों में कई गुण होते हैं। इनमें दो बैंडों की विशेषताएँ समाहित होती हैं। कई कारक जैसे सूर्य के आपतन कोण, वायुमंडलीय प्रकीर्णन में अंतर आदि का इन पर कम प्रभाव होता है। कई प्रकार के अनुपात विभिन्न अध्ययनों में प्रयुक्त होते हैं। वनस्पति के अध्ययन के लिये बैंड 3 व 4 (क्रमशः रक्त व अवरक्त बैंड) के अनुपात विशेष महत्व रखते हैं। इन अनुपातों को वनस्पति सूचकांक कहते हैं। इनका उपयोग वनस्पति के मानचित्रण में बहुतायत से होता है।

वनस्पति सूचकांक = (अवरक्त बैंड / रक्त बैंड)
प्रसामान्य अंतर वनस्पति सूचकांक = (अवरक्त बैंड-रक्त बैंड) / (अवरक्त बैंड + रक्त बैंड)

3. ऐक्सोटेक रेडियोमीटर (100 बी एक्स) :

यह रेडियोमीटर वस्तु के विद्युत चुंबकीय हस्ताक्षर के अध्ययन में काम आता है। यह उपकरण मैसर्स ऐक्सोटेक इनकार्पोरेटेड, यूएसए द्वारा बनाया गया है। इस उपकरण का प्रयोग 1 से 3 मी तक की ऊँचाई से किया जाता है। यह 9 वोल्ट की दो आंतरिक बैटरियों से चलता है। हर चैनल (बैंड) के माप को अलग से पढ़ा जाता है। तीन तात्कालिक दृष्टि क्षेत्र (आईएफओवी) क्रमशः 15°, 1° व 2π स्टेरेडियन हैं। बैंड के

माप, यंत्र में लगे अनुरूप (एनालॉग) वोल्टमीटर द्वारा, 0 से 1 वोल्ट तक पढ़े जाते हैं। प्रत्येक बैंड के लिये अलग लब्धि नियंत्रक होता है, जिससे प्रत्येक बैंड की वोल्टता को 1, 5, 25 व 125 गुना किया जा सकता है। इस तरह छोटी मात्रा में प्राप्त विकिरण को भी आसानी से मापा जा सकता है। लब्धि, निर्गत व निवेश वोल्टता का अनुपात होती है। कम निवेश वोल्टता, जो पृथ्वी के सामान्य परावर्तनांक वाले पदार्थों, जैसे वनस्पति, मृदा, जल आदि द्वारा रेडियोमीटर में जनित होती है, के लिये अधिक लब्धि का प्रयोग किया जाता है। रेडियोमीटर में सिलिकन फोटोडायोड संसूचकों का प्रयोग किया जाता है। मॉडल 100 बीएक्स में एमएसएस, टीएम व स्पोट फिल्टर मौजूद हैं। इस अध्ययन में टीएम फिल्टर का उपयोग किया गया है। गुणांकों की सहायता से वोल्टता को ठोस कोणीय विकिरण में बदला जाता है (तालिका 1)। गुणांकों की ईकाई वॉट / वर्ग मी / स्टेरेडियन / वोल्ट है।

4. अध्ययन क्षेत्र व अध्ययन विधि :

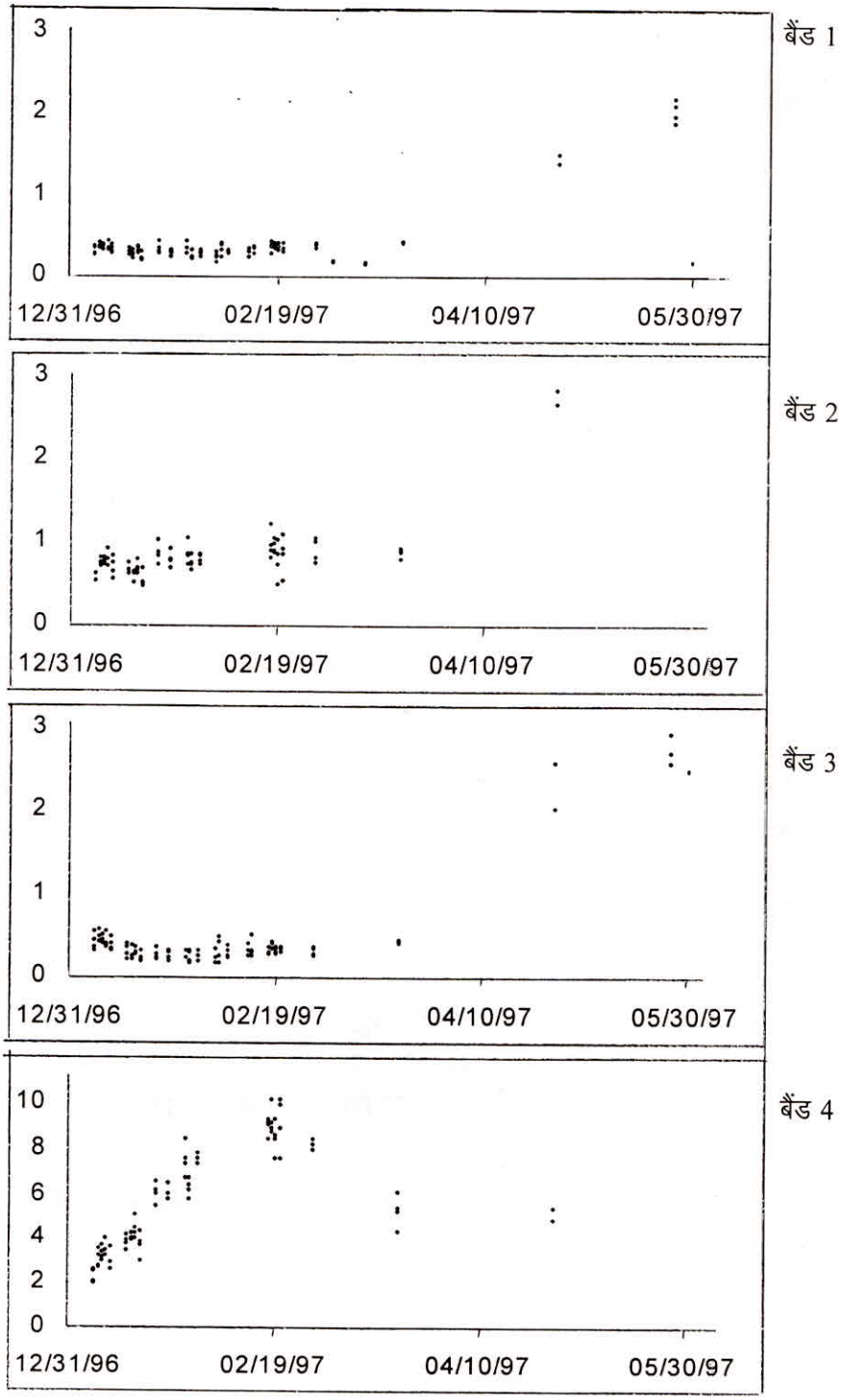
अनुसंधान फॉर्म जल संसाधन विकास प्रशिक्षण केंद्र, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रूड़की में यह अध्ययन जनवरी से मई 1997 के दौरान गेहूँ की फसल पर किया गया। फसल दिसंबर के अंतिम सप्ताह में बोई गई व मई अंतिम सप्ताह में काटी गई। इस दौरान 1 दिन से 1 सप्ताह के अंतराल में रेडियोमीटर के माप लिये गये (तालिका 2)। माप का समय 11 बजे प्रातः से 1 बजे दोपहर तक रखा गया। तीन से छः माप नियत दिनों में, चार नियत स्थानों से लिये गये। यह स्थान अलग- अलग कृषि भू खंडों में हैं। प्रत्येक दिन के लिये, भू खंडों / मानक पटल की मापों का औसत लिया गया। इस तरह, कुल 114 औसत माप प्राप्त हुए। गुणांकों की मदद से वोल्टता को ठोस कोणीय विकिरण में बदला गया। बादलों/प्रेक्षण त्रुटि के कारण 89 माप को ही आकलन में शामिल किया गया। इन मानों से, परावर्तनांक व वनस्पति सूचकांकों की गणना की गई। ठोस कोणीय विकिरण, परावर्तनांक व वनस्पति सूचकांक क्रमशः चित्र 1 से 3 में दर्शाए गये हैं। मृदा जल का आकलन 10 दिन के अंतराल से किया गया।

तालिका 1 : टीएम संसूचक के लिये गुणांक (15° एफओवी)

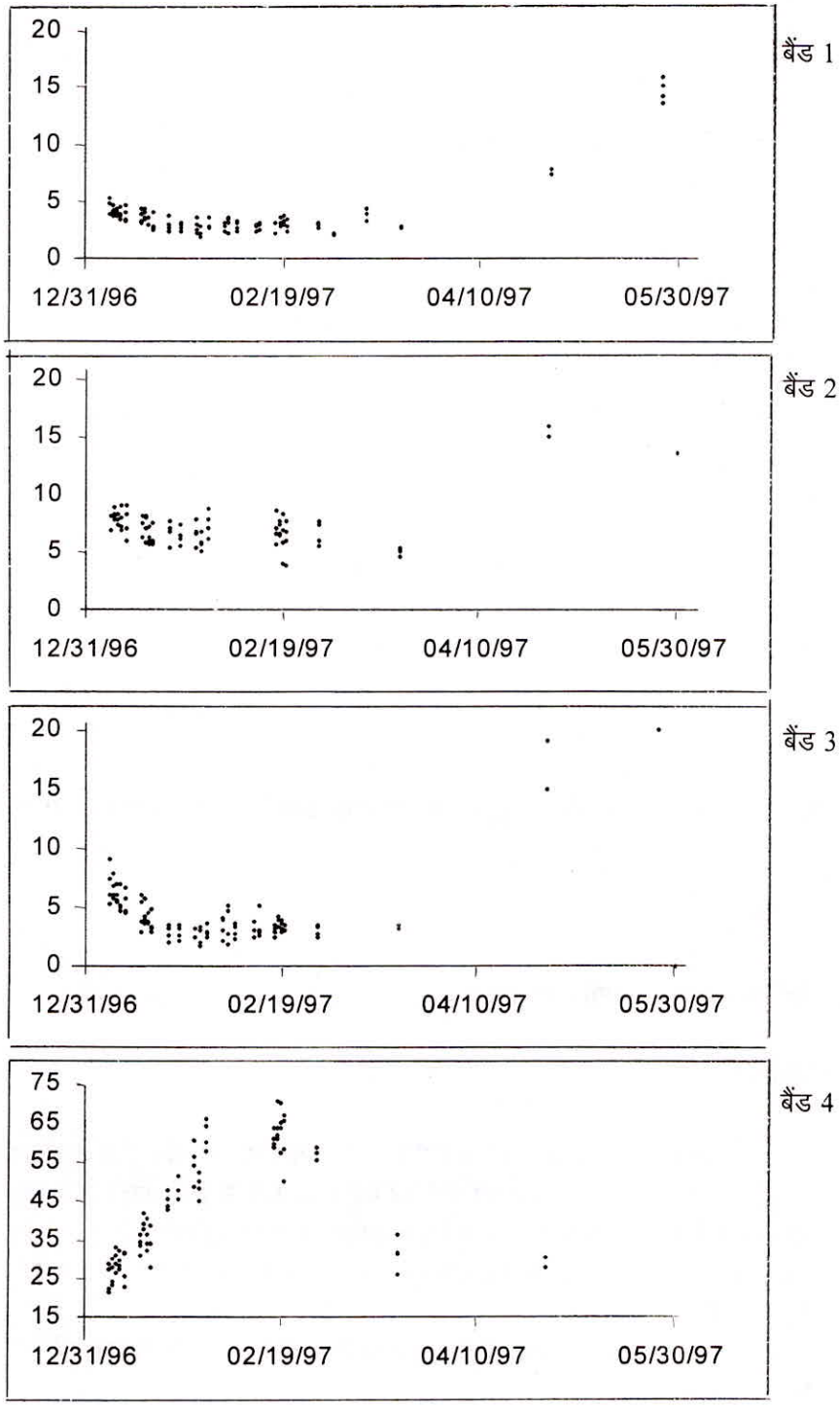
गेन	वॉट / वर्ग मी / स्टेरेडियन / वोल्ट			
बैंड	1	5	25	125
1	113.0	22.60	4.51	0.902
2	45.2	9.05	1.81	0.362
3	46.0	9.19	1.84	0.368
4	42.3	8.46	1.69	0.338

तालिका 2 : अध्ययन का विवरण

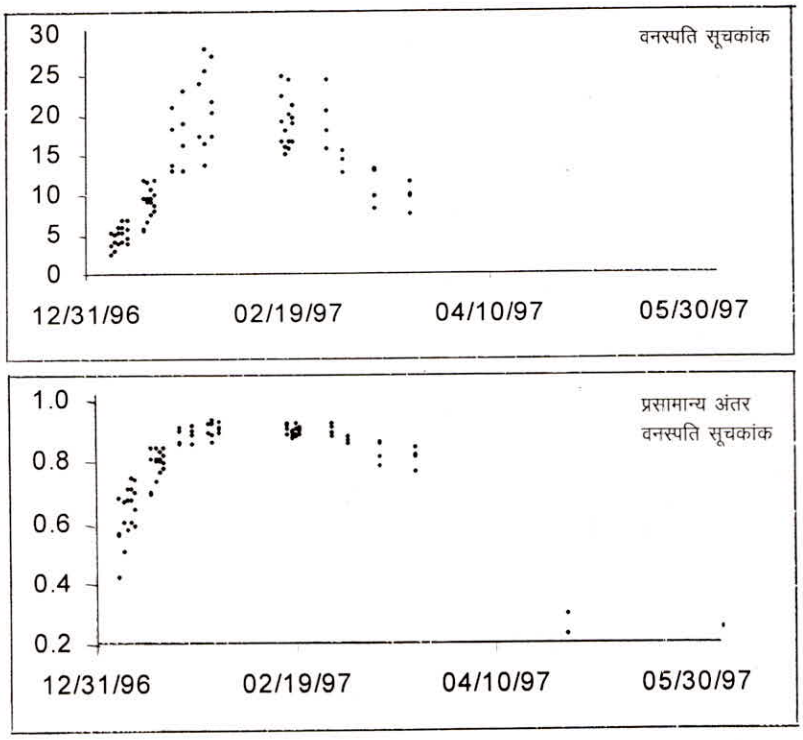
आँकड़ा आवृत्ति	जनवरी मार्च (द्वितिय सप्ताह से) अप्रेल, मई	प्रतिदिन साप्ताहिक दो माप
मृदाजल		17- 33%



चित्र 1 गेहूँ के ठोस कोणीय विकिरण (वॉट / वर्ग मी / स्टेरेडियन) में अवस्था के साथ परिवर्तन



चित्र 2 : गेहूँ के परावर्तनांक में अवस्था के साथ परिवर्तन



चित्र 3 : गेहूँ के वनस्पति सूचकांक (परावर्तनांक आधारित) में अवस्था के साथ परिवर्तन

5. परिणाम :

5.1 बैंडों के माप पर वनस्पति का प्रभाव :

5.1.1 विकिरण :

(1) बैंड 4 पर वनस्पति की अवस्था का सर्वाधिक प्रभाव पड़ता है। वनस्पति वृद्धि के दौरान बैंड 4 के माप में वृद्धि होती है। फसल के परिपक्व होने पर बैंड 4 के माप में कमी आती है।

(2) दृश्य बैंडों के मान में परिपक्वता से पूर्व तक अधिक परिवर्तन नही होता है।

(3) बैंड 1 व 3 के विकिरण का मान फसल वृद्धि के दौरान कम हो जाता है। बैंड 2 का विकिरण बढ़ता ही रहता है।

(4) उपरोक्त परिवर्तन एक माह तक ही प्रभावी होता है। उसके बाद विकिरण वनस्पति वृद्धि पूरी होने तक स्थिर हो जाता है।

(5) बैंड 3 में बैंड 1 की तुलना में विकिरण, फसल में वनस्पति वृद्धि के समय, अधिक परिवर्तित होता है।

5.1.2 परावर्तनांक :

(1) बैंड 1 से 3 तक परावर्तनांक फसल वृद्धि के दौरान कम होता है।
(2) वनस्पति वृद्धि के समय, बैंड 1 व 2 में बैंड 3 की तुलना में परावर्तनांक की परिवर्तन दर कम है।
(3) उपरोक्त परिवर्तन एक माह तक ही प्रभावी होता है। उसके बाद परावर्तनांक वनस्पति वृद्धि पूरी होने तक स्थिर हो जाता है।

5.2 विश्लेषण :

(1) हरी वनस्पति में उपस्थित तत्वों जैसे क्लोरोफिल आदि द्वारा दृश्य प्रकाश का अवशोषण होने से दृश्य प्रकाश का परावर्तन कम हो जाता है। यह मुख्य रूप से रक्त प्रकाश में अधिक प्रभावी होता है। उपरोक्त अध्ययन से इसकी पुष्टी हुई है। यह प्रभाव अन्य दृश्य प्रकाश जैसे नीला व हरा में भी कुछ मात्रा में दर्शित होता है।
(2) वनस्पति का विद्युत चुंबकीय हस्ताक्षर पर प्रभाव का अध्ययन, सिर्फ विकिरण से स्पष्ट नही हो पाता है। इसका कारण, हस्ताक्षर का सूर्य के आपतित विकिरण में परिवर्तन व वनस्पति वृद्धि से प्रभावित होना है। दृश्य बैंडों में यह प्रभाव अधिक लक्षित होता है। इनमें आपतित ऊर्जा बढ़ती है एवं साथ ही अवशोषण भी बढ़ता है।
(3) वनस्पति की विभिन्न अवस्थाओं का बैंड 4 द्वारा अधिक आसानी से अध्ययन संभव है।
(4) फसल के मध्य समय में, प्रसामान्य अंतर वनस्पति सूचकांक में अधिक परिवर्तन नहीं होता है। इसका कारण भौतिक न हो कर, सूचकांक की प्रवृत्ति है।

6. निष्कर्ष :

गेहूँ की फसल में लगभग 1 माह से 3 माह तक बैंड 4 का परावर्तनांक 45% से भी अधिक होता है। यह मान अन्य कई वस्तुओं से अधिक होने के कारण, बैंड 4 फसल की सुदूर संवेदन द्वारा पहचान में उपयोगी है। फसल की विभिन्न अवस्थाओं की पहचान में भी यह बैंड प्रभावी है। दृश्य प्रकाश के सभी बैंडों में वनस्पति द्वारा प्रकाश का अधिक अवशोषण किया जाता है। इन बैंडों का बैंड 4 के साथ वनस्पति की पहचान में उपयोग लाभदायक है। यह जानकारी उपयुक्त आँकड़ों का चयन करने व उन आँकड़ों से फसल की पहचान व उसकी विभिन्न अवस्थाओं के अध्ययन में सहायक हो सकती है।