تأثير الرش بالحديد والمنغنيز والتسميد بالبوتاسيوم في التوازن الغذائي لعناصر NPK لمحصول الحنطة

يوسف احمد محمود الالوسي يوسف محمد حسين ابو ضاحي عبدالمجيد تركي حمادي المعيني
قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

اجريت تجربة حقلية في محطة تجارب ابوغريب التابعة للهيئة العامة للبحوث الزراعية في تربة رسوبية كلسية Typic Torrifluvent نسجتها مزيجة طينية غرينية للموسم الزراعي 2001/2000 . شملت الدراسة اضافة ثلاثة مستويات من البوتاسيوم الى التربة هي K_0 ، K_{60} ، K_{120} كغم K. هـ$^{-1}$ اضيف عند الزراعة بصورة كبريتات البوتاسيوم (K%41) ورش الحديد بالتراكيز Fe_0 ، Fe_{50} و Fe_{100} ملغم Fe. لتر$^{-1}$ بصورة كبريتات الحديدوز (Fe %20). ورش المنغنيز بالتراكيز Mn_0 ، Mn_{25} ، Mn_{50} ملغم Mn.لتر$^{-1}$ بصورة كبريتات المنغنيز (Mn %26). تم الرش بثلاث مواعيد هي مرحلة الاستطالة والبطان والازهار. شملت التجربة على التداخلات بين البوتاسيوم والرش بالتراكيز والمواعيد للحديد والمنغنيز باستخدام تصميم القطاعات المنشقة مرتين Split Split Plot Design وزعت المعاملات عشوائياً وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبثلاثة مكررات مساحة اللوح 25 م^2 زرعت البذور على خطوط 20 سم المسافة بين خط واخر.

اضيف النتروجين بمقدار 200 كغم N. هـ$^{-1}$ بصورة يوريا (N %46) واضيف الفسفور بمقدار 40 كغم P.هـ$^{-1}$ بصورة السوبرفوسفات الثلاثي (P %20). تم تقدير تراكيز العناصر NPK في النبات في مرحلة الازهار وحساب حاصل الحبوب . وتم تطبيق نظام DRIS لايجاد افضل توازن غذائي يقترن بأعلى حاصل حبوب . اظهرت النتائج استجابة الحنطة للتسميد البوتاسي والرش بالحديد والمنغنيز اذ اعطت معاملة K_{120} والرش بـ Mn_{25} مع Fe_{100} لمرتين في مرحلة الاستطالة والبطان اعلى حاصل حبوب مقداره 6240 كغم. هـ$^{-1}$ اقترن مع اعلى تركيز للنتروجين 3.39% وللفسفور 0.36% وللبوتاسيوم 2.68% الذي اقترن مع افضل دليل N ، P ، K مقداره –0.1 ، 0.34 و 0.41 على التوالي واوطأ مجموع كلي مطلق لدلائل N و P و K مقداره 1 .

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 36(5) : 23 – 28, 2005 Al-Aloosy *et al.*

EFFECT OF FOLIAR APPLICATION OF FE , MN , AND SOIL APPLIED OF K ON NUTRIENT BALANCE OF NPK IN WHEAT

Yousif A. M. Al-Aloosy Yousif M.H. Abu-Dahi Abed-AlMajeed T.H. Al-Mainy
Dept. of Soil and Water Scinces - College of Agriculture - University of Baghdad

ABSTRACT

The study was carried out at Abu-Ghraib experimental station during the season of 2000-2001 in calcareous alluvial soil (SiCL) classified as Typic Torrifluvent . The study had three levels of K added to the soil as K_2SO_4 (41%K) which were K0 , K60 , K120 kg K.ha^{-1} , Fe in rates Fe0 , Fe50 , Fe100 , mgFe. L^{-1} as $FeSO_4.7H_2O$ (20%Fe) and Mn in rates Mn0 , Mn25 , Mn50 mg Mn.L^{-1} as $MnSO_4.H_2O$ (26% Mn) . Both Fe and Mn were foliar applied .

Foliar fertilizer was applied at three times during plant growth extension , booting and flowering stages. The Split – Split Plot Design as RCBD with three replications was used in this experiment . Seeds were sowed in lines in plots (5 x 5 m), nitrogen at level of 200 kg N.ha^{-1} as Urea (46%N) and 40kg P.ha^{-1} as triple superphosphate (20%P) were added to all experimental units. N , P, K concentrations were determined in plant tissues during flowering stage, and yield was determined at harvest . DRIS was excersized to find out the best nutrient balance confirmed with highest and yield of wheat.

Results showed that the plant was responded to K fertilizer and foliar application of Fe and Mn nutrients. The best interaction was $K_{120}Fe_{100}Mn_{25}$ and two times of foliar during the extention and booting stages which gave highest yield of grains (6240 kg.ha^{-1}) which coincided with 3.39% N , 0.36% P , 2.68%K and have best indices of N , P , K which were –0.1 , 0.34 , 0.41 respectively and gave lowest absolute total for these idices which was 1.

المقدمة

ان الاستعمال العشوائي للاسمدة لا يحل مشكلة خصوبة التربة وزيادة كفاءتها في تجهيز المحاصيل المختلفة بالمغذيات التي تضمن لها نموا وحاصلا جيداً ما لم تضمن التوازن الغذائي الجيد للوصول الى حاصل مثالي.

يعد تحليل النبات احد الوسائل المساعدة في تقييم تجهيز المغذيات للنبات خلال مدة نموه . ان التشخيص المبكر لنقص المغذيات في التربة والنبات يعد وسيلة مهمة وناجحة لمعالجة وتلافي الاثار السلبية الناجمة عن ذلك. فقد حاول Beaufils (4) تطوير نظام شخص فيه عوامل التغذية النباتية المحددة لانتاج المحصول ووصف العلاقة بينها

*تاريخ استلام البحث 2005/3/7 ، تاريخ قبول البحث 2005/7/4
(*) بحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الأول .

* Part of Ph.D. Dissertation for the first author

وبين الانتاج مع ايجاد قيم قياسية مناسبة ثم صياغة التوصيات المناسبة لمجموع هذه الظروف معتمدة على التصحيح المستمر لهذه القيم وقد عرف هذا المفهوم بنظام التشخيص والتوصية المتكامل DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) ويبين فيه ان دليل العنصر المغذي Index هو العامل المحدد للحاصل وهو معدل مجموع دوال نسبة العنصر الى بقية العناصر المغذية في النبات. وتفوق نظام DRIS على اساليب الحد الحرج والمدى الحرج والمدى الكافي في التشخيص والتوصيات السمادية الناجمة عن التشخيص ، لكونه يأخذ بنظر الاعتبار التوازن الغذائي في استخراج المعايير الاساسية مع امكانية التشخيص في مدى واسع من مراحل النمو. كما يمكن تشخيص النقص او الزيادة للمغذيات بصورة مباشرة وترتيبها حسب اهميتها من خلال دليل العنصر او المجموع المطلق لقيم دليل العنصر (2).

وذكر احمد والخفاجي (1) ان تصميم النظام يهدف الى بيان اختلال توازن العناصر الغذائية ومقدار انحراف نسب العناصر المغذية في الانسجة النباتية عن نفس النسب للعناصر المرافقة لاعلى انتاج. لقد استخدم Dara واخرون (6) اسلوب المسح الشامل لتراكيز العناصر المغذية لمناطق واسعة يتم تقسيمها الى مجموعة الحاصل العالي ومجموعة الحاصل الواطيء بوساطة خط فاصل يسمى خط القطع وتؤخذ بيانات الحاصل العالي لانشاء القيم القياسية Norms وكان حاصل الذرة الصفراء 11860 كغم.هـ$^{-1}$ الفاصل بين قيم الحاصل العالي والواطيء.

واستخدم Amundson و Koehler (3) قيم الحاصل 4500 كغم. هـ$^{-1}$ لحبوب الحنطة الحد الفاصل بين الحاصل العالي والواطيء. وذكر Walworth و Sumner (12) ان اختيار الصيغة المناسبة للتعبير عن علاقة العنصرين عن طريق مقارنة تباين الصيغة لمجموعة الحاصل العالي مع تباين الصيغة لمجموعة الحاصل الواطيء ويتم اختيار الصيغة ذات نسبة التباين الاكبر . وذكر Needham واخرون (10) ان دليل العنصر هو معدل مجموع دواله في النبات.

وذكر Grove و Sumner (8) ان العنصر المغذي حامل اكبر قيمة سالبة لدليل العنصر هو العنصر المحدد الاكبر للانتاج وهو المطلوب الاكثر من قبل النبات. وذكر Erickson واخرون (7) ان المجموع المطلق الاوطأ لدلائل العناصر والمقترن بأعلى حاصل يعطي التوازن المثالي للعناصر في النبات.

المواد وطرائق العمل

اجريت تجربة حقلية للموسم 2001/2000 في تربة رسوبية كلسية Typic Torrifluvent نسجتها مزيجة طينية غرينية في محطة ابحاث ابي غريب الزراعية التابعة للهيأة العامة للبحوث الزراعية. تم تقدير بعض خصائص التربة كالتالي: pH 7.8 و EC 4.7 ديسيسيمنز.م$^{-1}$ و CEC 23.8 سنتيمول.كغم$^{-1}$ ومادة عضوية 1.45% وكلس 28.5% ونسبة الرمل 11% والغرين 56% والطين 33% وكانت كمية النتروجين الجاهز 63 ملغم.كغم$^{-1}$ والفسفور الجاهز 13.4 ملغم.كغم$^{-1}$ والبوتاسيوم الجاهز 235 ملغم.كغم$^{-1}$ والحديد الجاهز 4.3 ملغم.كغم$^{-1}$ والمنغنيز الجاهز 6.1 ملغم.كغم$^{-1}$ تربة.

وتم تقسيم الحقل الى الواح بأبعاد 5 × 5 م2 وتم اضافة سماد اليوريا (46% N) وبمعدل 200 كغم N / هـ$^{-1}$ بثلاث دفعات الاولى مع الزراعة والثانية بعد خمسة اسابيع من الزراعة والثالثة بعد تسعة اسابيع من الزراعة ولجميع الالواح . اضيف السماد الفوسفاتي بصورة السوبر فوسفات الثلاثي 20% P بمعدل 40 كغم P. هـ$^{-1}$ دفعة واحدة عند الزراعة تم اضافة السماد البوتاسي بثلاث مستويات هي صفر ، 60 و 120 كغم K . هـ$^{-1}$ عند الزراعة رمز لها K_0 ، K_{60} و K_{120} . زرعت الحنطة (*Triticum aestivum* L.) صنف ابوغريب -3 في 2000/12/1 وتم الحصاد في 2001/5/10 . تم رش الحديد بثلاثة تراكيز صفر ، 50 و 100 ملغم Fe . لتر$^{-1}$ باستعمال كبريتات الحديدوز (20% Fe) رمز لها Fe_0 ، Fe_{50} و Fe_{100} على التوالي ورش المنغنيز بثلاث تراكيز هي صفر ، 25 و 50 ملغم Mn. لتر$^{-1}$ باستعمال كبريتات المنغنيز (26% Mn) رمز لها Mn_0 ، Mn_{25} و Mn_{50} على التوالي وتم الرش بثلاثة مواعيد هي رشة واحدة في مرحلة الاستطالة ورشتان في مرحلة الاستطالة والبطان وثلاثة رشات في مرحلة الاستطالة والبطان والتزهير. وتم الحصول على كافة التوافيق بين مستويات البوتاسيوم وتراكيز الحديد والمنغنيز وموعد الرش للحصول على 81 معاملة وبثلاثة مكررات بتصميم الالواح المنشقة مرتين باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD.

تم اخذ عينات نباتية في مرحلة الازهار بعد اكمال عملية الرش بالحديد والمنغنيز بعشرة ايام لتقدير تركيز العناصر الغذائية فيها. عند الحصاد تم حساب

تكامل الحبوب وتم حساب دليل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ولجميع المعاملات.

وتم حساب المجموع المطلق لدليل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتم اختيار مجموعة من المعاملات التي تظهر تغايراً ملحوظاً في حاصل الحبوب والمجموع المطلق لدليل العناصر المغذية. تم تحليل التربة وقياس pH و EC و Lime % حسب ما ورد في Page (11) وتم قياس CEC باستعمال خلات الصوديوم وخلات الامونيوم وقدرت المادة العضوية بطريقة Walkly و Black الموضحة في Black (5).

تم تقدير الايونات الذائبة في راشح العجينة المشبعة كما ورد في Page (11) . وتم استخلاص الحديد والمنغنيز الجاهزين بطريقة Lindsay و Norvell (9) باستخدام DTPA وقدرت باستعمال جهاز الامتصاص الذري.

تم تحليل الاجزاء النباتية بعد غسلها وتجفيفها وطحنها وهضمها باستخدام حامض الكبريتيك المركز وحامض البريكلوريك وتم تقدير النتروجين بطريقة المايكروكلدال وقدر الفسفور بطريقة مولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوربيك وكانت القراءة بجهاز المطياف الضوئي . وقدر البوتاسيوم بطريقة اللهب.

بعد استخراج تراكيز العناصر المغذية في النبات تم ايجاد النسب بينها واستخراج دوال هذه النسب ومنها حساب دليل كل عنصر. تم استخراج القيم القياسية Norms التي تقترن مع الحاصل الافضل واستخرج لها معامل اختلاف C.V . ان استخراج القيم القياسية من النباتات التي تمثل 90% من افضل حاصل تحقق في التجربة.

تم الحصول على اعلى حاصل في هذه التجربة 6240 كغم. هـ-1 وتم اختيار خط القطع ليمثل 90% من اعلى حاصل :

6240 × 0.9 = 5615 كغم. هـ-1

تم حساب دالة نسبة العنصر الى العناصر الاخرى باتباع المعادلات التالية :

اذا كانت نسبة A/B اكبر من نسبة a/b باستعمال المعادلة :

$$F(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} - 1\right)\frac{1000}{C.V}$$

واذا كانت نسبة a / b اكبر من A / B تستعمل المعادلة :

$$F(A/B) = \left(1 - \frac{a/b}{A/B}\right)\frac{1000}{C.V}$$

حيث ان F (A/B) هي دالة نسبة A/B

a,b = تركيز العنصر في اوراق النباتات ذات الحاصل الاقصى

A,B = تركيز العنصر ذات الانتاج الاعتيادي (90% من الانتاج الاقصى)

C.V = معامل الاختلاف

تم استعمال دليل العنصر باستعمال معدل دوال النسب :

$$N\ Index = \frac{F(N/P) + F(N/K)}{2}$$

$$P\ Index = \frac{-F(N/P) - F(K/P)}{2}$$

$$K\ Index = \frac{-F(N/K) + F(K/P)}{2}$$

النتائج والمناقشة

يوضح جدول (1) ان اضافة البوتاسيوم ادت الى زيادة تركيز كل من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وان افضل تركيز لها كان عند اضافة المستوى 120 كغم K. هـ-1 وهذا يؤكد دور البوتاسيوم في معظم الفعاليات الحيوية داخل النبات والذي يعمل على رفع كفاءة النبات في امتصاص المغذيات من قبل النبات وذلك لكونه يسيطر وينظم الفعاليات الحيوية باتجاه زيادة النمو الجذري والخضري وزيادة الكميات الممتصة من العناصر الغذائية .

جدول 1. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والرش بالحديد والمنغنيز في تراكيز العناصر N و P و K ونسب N/P ، N/K و K/P

المعاملات		%N	%P	%K	N/P	N/K	K/P
K_0	Fe_0Mn_0	2.80	0.28	1.51	10.00	1.85	5.39
	Fe_0Mn_{50}	2.89	0.33	1.84	8.75	1.57	5.57
	$Fe_{50}Mn_0$	2.95	0.31	1.81	9.52	1.63	5.84
	$Fe_{100}Mn_0$	3.20	0.32	1.92	10.00	1.66	6.00
	$Fe_{100}Mn_{25}$	3.28	0.35	2.32	9.37	1.41	6.63
K_{60}	Fe_0Mn_0	2.93	0.31	1.70	9.45	1.72	5.48
	Fe_0Mn_{50}	3.16	0.32	2.16	9.87	1.46	6.75
	$Fe_{50}Mn_0$	3.15	0.31	2.10	10.16	1.50	6.77
	$Fe_{100}Mn_0$	3.22	0.36	2.24	9.94	1.44	6.22
	$Fe_{100}Mn_{25}$	3.30	0.35	2.35	9.43	1.40	6.71
K_{120}	Fe_0Mn_0	3.14	0.33	2.23	9.51	1.41	6.76
	Fe_0Mn_{50}	3.22	0.34	2.40	9.47	1.34	7.06
	$Fe_{50}Mn_0$	3.28	0.36	2.55	9.11	1.28	7.08
	$Fe_{100}Mn_0$	3.33	0.35	2.63	9.51	1.27	7.51
	$Fe_{100}Mn_{25}$	3.39	0.36	2.68	9.41	1.26	7.44

ان رش الحديد والمنغنيز بدون اضافة البوتاسيوم قد حسن من تركيز N و P و K وان افضل تركيز لها كان عند الرش بالحديد والمنغنيز بتركيز 100 و 25 ملغم. كغم-1 على التوالي . وان اضافة البوتاسيوم والرش بالحديد والمنغنيز اعطت افضل تركيز للعناصر الغذائية الرئيسية حيث بلغ 3.39% N و 0.36% P و 2.68% K عند اضافة البوتاسيوم K120 والرش بـ 100 و 25 ملغم. لتر-1 من الحديد والمنغنيز على التوالي . وان نسبة N/P كانت تقترب من الـ 10 بينما كانت نسبة K/P تزداد لتقترب من 7.5 اما نسبة N/K فكانت بحدود 1.26 في افضل معاملة التي اعطت اعلى حاصل حبوب .

يبين جدول (2) تأثير اضافة البوتاسيوم والرش بالحديد والمنغنيز في دالة النسب ودليل العناصر المغذية الرئيسة فكانت F(N/P) تتغير من 26.45 عند اضافة المستوى K_{60} والرش بالمستوى Fe_{50} وانخفضت الى 0.68 عند K120 والرش $Fe_{100}Mn_{25}$ وان F(N/K) كانت عند اعلى قيمة لها عند $K_0Fe_0Mn_0$ لتصل الى الصفر ودون الصفر لتصل قيمتها -0.82 عند $K_{120}Fe_{100}Mn_{25}$. اما F(K/P) فكانت معظمها سالبة لتصل الى الصفر عند $K_{120}Fe_{100}Mn_{25}$. ان افضل دليل للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم كان عند المستوى $K_{120}Fe_{100}Mn_{25}$. ويلاحظ ان دليل كل من النتروجين والفسفور يعطي زيادة واضحة في جاهزيتها في التربة وانخفاض واضح في جاهزية البوتاسيوم في التربة للمعاملات التي لم تجهز بالبوتاسيوم (K0) . وان اضافة البوتاسيوم بدون رش الحديد والمنغنيز ايضا اعطت انخفاض في جاهزية البوتاسيوم (-39.61) .

ان عملية الرش واضافة المستوى K60 والرش بالحديد والمنغنيز قد حسن من دليل البوتاسيوم ليصل الى -11.7 . وان اضافة المستوى الثالث من البوتاسيوم K120 قد حسن من جاهزية البوتاسيوم ليصل دليل البوتاسيوم الى افضل توازن عند الرش بالحديد والمنغنيز وليصل الى افضل دليل للبوتاسيوم 0.41 مع ظهور نقص خفيف في النتروجين والفسفور.

جدول 2. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والرش بالحديد والمنغنيز في دالة نسب العناصر F(N/P) ، F(N/K) و F(K/P) ودليل N و P و K

K Index	P Index	N Index	F(K/P)	F(N/K)	F(N/P)	المعاملات	
-46.25	12.19	34.06	-45.33	47.18	20.95	Fe_0Mn_0	K_0
-32.20	31.8	0.40	-40.01	24.40	-23.59	Fe_0Mn_{50}	
-30.96	14.01	16.87	-32.65	29.28	4.46	$Fe_{50}Mn_0$	
-30.16	7.65	26.33	-28.60	31.72	20.95	$Fe_{100}Mn_0$	
-12.97	7.62	5.35	-14.56	11.39	-0.69	$Fe_{100}Mn_{25}$	
-39.61	20.28	19.33	-42.63	36.60	2.06	Fe_0Mn_0	K_{60}
-13.81	-2.14	15.97	-12.18	15.45	16.49	Fe_0Mn_{50}	
-15.25	-7.33	22.62	-11.79	18.71	26.45	$Fe_{50}Mn_0$	
-18.60	2.47	16.36	-23.38	13.83	18.89	$Fe_{100}Mn_0$	
-11.76	5.79	5.97	-12.96	10.57	1.37	$Fe_{100}Mn_{25}$	
-11.69	3.93	7.25	-11.99	11.39	4.12	Fe_0Mn_0	K_{120}
-6.05	1.83	4.22	-6.41	5.69	2.75	Fe_0Mn_{50}	
-3.43	7.98	-4.55	-6.06	0.81	-9.91	$Fe_{50}Mn_0$	
0.56	-2.62	2.06	1.12	0.00	4.12	$Fe_{100}Mn_0$	
0.41	-0.34	-0.01	0.0	-0.82	0.68	$Fe_{100}Mn_{25}$	
			C.V = 8.39 Norm = 7.44		C.V = 9.68 Norm = 1.2	C.V = 3.1 Norm = 9.39	

يبين جدول (3) العلاقة بين الحاصل والحاصل النسبي والمجموع المطلق عند معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم وبدون رش) انخفض الحاصل النسبي ليصل الى 68% من الحاصل الاقصى وله مجموع مطلق مقداره 93 . ان عملية الرش بالحديد والمنغنيز قد زيدا الحاصل النسبي ليصل الى 85% من الحاصل الاقصى . وان اضافة المستوى K_{60} وعدم الرش قد اعطى زيادة قليلة في الحاصل النسبي ليرتفع من 68% (K_0) الى 71% (K_{60}) وفي K_{120} ارتفع الى 84% من الحاصل الاقصى والتي اقتربت 79 و 23 للمجموع المطلق على التوالي . ان عملية الرش واضافة البوتاسيوم وللمستويين الثاني والثالث قد زيد من الحاصل النسبي ليصل الى اعلى قيمة 90% مع K_{60} و 100% مع K_{120} ليقترن بأوطأ مجموع مطلق مقداره 23 و 1 على التوالي.

جدول 3. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والرش بالحديد والمنغنيز في المجموع المطلق لدلائل N و P و K والحاصل النسبي والحاصل الكلي لمحصول الحنطة (كغم.هـ-1)

الحاصل كغم.هـ-1	% للحاصل النسبي	المجموع المطلق	المعاملات	
4230	68	93	Fe_0Mn_0	K_0
4530	72	64	Fe_0Mn_{50}	
4630	74	62	$Fe_{50}Mn_0$	
4860	78	64	$Fe_{100}Mn_0$	
5350	85	26	$Fe_{100}Mn_{25}$	
4450	71	79	Fe_0Mn_0	K_{60}
4780	77	32	Fe_0Mn_{50}	
4870	78	45	$Fe_{50}Mn_0$	
4950	79	37	$Fe_{100}Mn_0$	
5650	90	24	$Fe_{100}Mn_{25}$	
5260	84	23	Fe_0Mn_0	K_{120}
5470	88	12	Fe_0Mn_{50}	
5700	91	16	$Fe_{50}Mn_0$	
5830	93	5	$Fe_{100}Mn_0$	
6240	100	1	$Fe_{100}Mn_{25}$	

المصادر

1.احمد ، نزار يحيى نزهت وسعادة كاظم الخفـــاجي. 2000 . تطبيقات نظام التشـــخيص والتوصيـــات المتكامل DRIS في الاتزان الغذائي لنبات الطماطة / 1 . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 31 (1) .

2.حسان ، عبدالكريم حمد . 2000 . اختبـــار نظـــام DRIS في النبات والتربة لتسميد الذرة الصفـــراء. اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة – جامعة بغداد.

3.Amundson , R.L. and F.E. Koehler. 1987. Utilization of DRIS for diagnosis of nutrient deficiencies in winter wheat. Agron. J. 79 : 472-476.

4.Beaufils , E.R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) . A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition . P. 1-132 in Soil Sci. Bull. 1. University of Natal , Pieter Maritburg , South Africa.

5.Black , C.A. 1965. Methods of Soil Analysis . Amer. Soc. Of Agron. Inc. USA.

6.Dara , S.T., P.E. Fixen and R.H. Gelderman . 1992. SL and DRIS approaches for evaluating N status of corn. Agron. J. 84 : 1006-1010.

7.Erickson , T. ; K.A.Kelling and E.E. Schute. 1982. Predicting alfalfa nutrient needs through DRIS. (Cited from Walworth and Summer, 1987).

8.Grove , J.H. and M.E. Sumner. 1982. Yield and composition of sunflower in relation to NPK and lime treatment . Fertilizer Research 3 : 367-378.

9.Lindsay , W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper . Soil Sci. Soc. Amer. J. 42 : 421-428.

10.Needham , T.D., J.A. Burger and G. Orderwald. 1990. Relationship between DRIS optima and foliar nutrient critical levels. Soil Sci. Soc. Am. J. 54 (3) : 883-887.

11.Page , A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Methods of Soil Analysis , Part 2 : Chemical and Microbiological Properties . Soil Sci. Am. Inc. Madison , USA.

12.Walworth , J.L. and M.E. Sumner. 1987. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Advance in Soil Sci. 6 : 149-189.