

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات خاک و آب

# دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم

فرهاد مشیری، محمد مهدی طهرانی، علی اصغر شهابی، پیمان کشاورز،  
زهرا خوگر، ولی فیضی اصل، هادی اسدی رحمانی، سعید سماوات،  
محمد حسین سدري، ناصر رشیدی، سعید سعادت و زهرا خادمی

سرشناسه:	موسسه تحقیقات خاک و آب
عنوان و نام پدیدآور:	
مشخصات نشر:	
مشخصات ظاهری:	88 ص، جدول.
شابک:	
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
موضوع:	--
موضوع:	--
موضوع:	--
موضوع:	--
شناسه افزوده:	--
شناسه افزوده:	--
شناسه افزوده:	ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب
رده بندی کنگره:	.....
رده بندی دیویی:	.....
شماره کتابشناسی ملی:	.....

نام کتاب: برنامه دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم  
نویسندگان: فرهاد مشیری، علی اصغر شهابی، پیمان کشاورز، زهرا خوگر، ولی فیضی اصل، هادی اسدی  
رحمانی، سعید سماوات، محمد حسین سدری، ناصر رشیدی، سعید سعادت و زهرا خادمی  
ویراستار فنی: محمد نبی غیبی  
ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب  
صفحه آرای: لیلا اسدزاده  
طرح روی جلد: سید هرمز سجادی  
چاپ اول: سال 1393  
شمارگان: 1000 نسخه  
قیمت: 100,000 ریال  
شابک: .....

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب،  
کد پستی: 3177993545، صندوق پستی: 311-31785، تلفن: 5-026-36203502، نمابر: 36210121

web Add: <http://www.swri.ir>

Email: [info@swri.ir](mailto:info@swri.ir)

## پیشگفتار

دستیابی به غذای کافی، سالم و مغذی به عنوان یکی از حقوق اساسی شهروندان ایرانی در سند چشم انداز بیست ساله کشور در افق 1404 مورد تاکید قرار گرفته است. در این راستا بخش کشاورزی خود را موظف به دستیابی به توانمندی لازم در برقراری امنیت غذایی و خود اتکایی در محصولات اساسی می‌داند. با تلقی امانت‌دارانه، خاک به عنوان منبع پایه و بستر تولید از اهمیت بسزائی برخوردار است به گونه‌ای که امنیت غذا در گرو امنیت خاک دانسته شده و برای تنویر افکار سال 2015 سال جهانی خاک نام‌گذاری شده است. در این راستا حاصلخیزی خاک نقشی محوری را در امنیت خاک و ارائه خدمات توسط خاک به عهده دارد. در ابتدای برنامه ششم و سالهای باقی‌مانده تا 1404 وزارت جهاد کشاورزی مصمم گردیده تا با بکارگیری کلیه ذینفعان دخیل در حوزه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ضریب خوداتکائی محصولات زراعی (گندم، جو، کلزا، پنبه، حبوبات، چغندر قند، ذرت، برنج) را ارتقاء دهد. به این منظور، معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی تدوین برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه را با هدف افزایش ضریب خوداتکائی هشت محصول زراعی در خرداد ماه 1393 به موسسه تحقیقات خاک و آب محول نمود. ارائه دستورالعمل‌های مدیریت بهینه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه از ملزومات تدوین این برنامه می‌باشد. در این راستا موسسه تحقیقات خاک و آب با برگزاری هم‌اندیشی با متخصصین این حوزه از جمله پیشکسوتان و محققین ستادی و استانی در جهت تدوین راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه برای هشت محصول یاد شده گام برداشت. راهنمای پیش رو برای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم ارائه شده است. این راهنما با بهره‌گیری از نتایج تحقیقات و دستورالعمل‌های قبلی و اخیر موسسه تحقیقات خاک و آب

و با مشارکت حداکثری از متخصصین و استفاده از تجربیات کارشناسی و منابع بین المللی و با تقویت نگرش مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه (به کارگیری از منابع شیمیایی، آلی و زیستی برای تامین عناصر غذایی) تدوین گردیده است. توجه به مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش های محیطی (شوری، خشکی، سرما و گرما)، توجه به توصیه مصرف کود در کشاورزی حفاظتی، توصیه کود برای مناطق دیم، توجه بیشتر به مدیریت تغذیه بر اساس مراحل رشد فیزیولوژیکی گیاه، استفاده از کودهای نوین و محرک های رشد گیاهی، توجه به تناوب زراعی و کود سبز در توصیه کودی، توجه به تولید محصول مغذی و با کیفیت در توصیه کودی، توجه ویژه به جنبه بیولوژیک حاصلخیزی خاک، قابلیت کاربرد برای گروه های عملکردی در اقلیم های مختلف و قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل های منطقه ای، بولتن های ترویجی و پیام های تلویزیونی از مزایای این راهنما محسوب می شود.

امید است با اتکال به خداوند عزیز و عزم ملی کلیه دست اندرکاران در اجرای توصیه های مندرج در این راهنما و نهادینه نمودن اصول ارتقاء حاصلخیزی خاک اعم از مصرف بهینه کود، افزایش مواد آلی خاک و ... در اراضی کشاورزی زمینه تحقق اهداف پیش بینی شده در برنامه خوداتکایی گندم، دستیابی به امنیت غذا، سلامت جامعه و حفظ محیط زیست را فراهم نموده و امانتدار مسئولی باشیم.

کاظم خاوازی

رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	1- کلیات.....
4	2- روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی.....
5	1-2-1- آزمون خاک.....
7	2-2- تجزیه گیاه.....
10	2-3-2- علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی.....
10	2-3-1-1- علائم کمبود عناصر غذایی پر مصرف.....
14	2-3-2-2- علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف.....
18	2-4- الگوی جذب عناصر غذایی.....
22	3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه گندم.....
22	3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی.....
22	3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن.....
30	3-1-2- توصیه مصرف فسفر.....
36	3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم.....
41	3-1-4- کاربرد گوگرد.....
43	3-1-5- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف.....
46	3-2- کاربرد مواد آلی در تولید گندم.....
49	3-2-1- مصرف کودهای آلی در زراعت گندم.....
49	3-2-2- تناوب زراعی و کود سبز.....
52	3-2-3- کاربرد اسیدهای هیومیک و محرک های رشد گیاه.....
53	3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم.....
53	3-3-1- کودهای زیستی حاوی باکتریهای محرک رشد گیاه.....
56	3-3-2- کودهای زیستی حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد.....

ادامه فهرست مطالب

صفحه	عنوان
56	4- مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط تنش های محیطی .....
56	4-1- مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط خاک های شور .....
56	4-1-1- برخی تعاریف .....
58	4-1-2- اصلاح خاک های شور .....
60	4-1-3- توصیه کودی گندم در شرایط شور .....
61	4-2- مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط تنش خشکی .....
67	4-3- مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش سرما .....
73	4-4- مدیریت زراعی در شرایط تنش گرما .....
75	5- مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم در کشاورزی حفاظتی .....
76	5-1- کاربرد نیتروژن .....
80	5-2- کاربرد فسفر .....
81	5-3- کاربرد پتاسیم .....
82	5-4- کاربرد عناصر کم مصرف .....
83	5-5- کاربرد کودهای بیولوژیک .....
84	منابع .....
87	پیوست .....

## فهرست جداول

صفحه

عنوان

7	جدول 1- حد بهینه نیتروژن در گیاه گندم.....
8	جدول 2- حد بهینه فسفر در گیاه گندم.....
8	جدول 3- حد بهینه پتاسیم در گیاه گندم.....
8	جدول 4- حد بهینه کلسیم در گیاه گندم.....
9	جدول 5- حد بهینه منیزیم در گیاه گندم.....
9	جدول 6- حد بهینه گوگرد در گیاه گندم.....
9	جدول 7- حد بهینه عناصر کم مصرف در گیاه گندم*.....
24	جدول 8- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای کمتر از 0/5 درصد کربن آلی.....
24	جدول 9- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 0/75 - 0/5 درصد کربن آلی.....
25	جدول 10- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاکهای بین 1 - 0/75 درصد کربن آلی.....
25	جدول 11- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی.....
26	جدول 12- توصیه عمومی مصرف نیتروژن برای گندم دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی.....
32	جدول 13- گروه بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت گندم.....
33	جدول 14- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای کمتر از 5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....
33	جدول 15- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 10-5 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....
34	جدول 16- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 12-10 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....
34	جدول 17- توصیه مصرف سوپرفسفات تریپل برای خاکهای 15-12 میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده.....
35	جدول 18- متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت گندم دیم بر اساس آزمون خاک.....
38	جدول 19- گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت گندم.....
39	جدول 20- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 100-0 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....
39	جدول 21- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 150-100 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....
40	جدول 22- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاکهای 200-150 میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده.....
44	جدول 23- گروه بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم.....

## ادامه فهرست جداول

صفحه

عنوان

---

جدول 24- طبقه‌بندی کیفی خاکها از نظر شوری و سدیمی بودن در کشاورزی.....	57
جدول 25- توصیه آب مورد نیاز شستشوی خاک با توجه به شوری برای کشت گندم.....	59
جدول 26- اثرات تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو گندم.....	62
جدول 27- مرحله رشد گندم و میزان خسارت سرمازدگی.....	70
جدول پیوست 1- تقویم کوددهی گندم منطبق بر مراحل فنولوژیکی.....	87
جدول پیوست 2- ضرایب تبدیل برای عناصر غذائی در کودهای مختلف.....	88



## فهرست شکلها

صفحه	عنوان
10	شکل 1- کمبود نیتروژن
11	شکل 2- کمبود فسفر
12	شکل 3- کمبود پتاسیم
13	شکل 4- کمبود گوگرد
14	شکل 5- کمبود منیزیم
15	شکل 6- کمبود روی
16	شکل 7- کمبود آهن
16	شکل 8- کمبود منگنز
17	شکل 9- کمبود مس
18	شکل 10- کمبود بر
19	شکل 11- الگوی رشد گندم بر اساس مقیاس فیکس و زادکس
19	شکل 12- روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو گندم
20	شکل 13- الگوی جذب و تجمع نیتروژن در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم
21	شکل 14- الگوی جذب و تجمع فسفر در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم
21	شکل 15- الگوی جذب و تجمع پتاسیم در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم
67	شکل 16- خسارت خشکی در مزرعه گندم
70	شکل 17- عوارض خسارت سرمازدگی در ساقه اصلی گندم
71	شکل 18- خوشه سرمازده در گندم
71	شکل 19- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه گندم



## 1- کلیات

گندم یکی از محصولات زراعی استراتژیک کشور می‌باشد و تاکنون برنامه‌های متعددی برای نیل به خودکفایی تولید این محصول به اجرا در آمده است. سیاست وزارت جهاد کشاورزی در سال 1393 برای مدت 5 سال و با افق 12 ساله تا انتهای برنامه چشم انداز 20 ساله توسعه ایران در سال 1404 بر خوداتکایی محصول گندم، افزایش تولید در واحد سطح و در عین حال کاهش تقاضای مصرف آب می‌باشد. به علاوه می‌بایست کیفیت محصول تولیدی در جهت حفظ و ارتقای سطح سلامت جامعه مد نظر قرار گیرد. در نگاه کلی بحث امنیت غذایی با وجود محدودیت در منابع آب در طرح خود اتکایی محصولات کشاورزی ملاک عمل قرار گرفته است. بنا به تعریف، امنیت غذا عبارتست از دسترسی کافی به غذای سالم در تمام طول عمر برای داشتن یک زندگی سالم و فعال. این به معنی آن است که از منابع موجود نه تنها بایستی بیش از گذشته غذا تولید نمود بلکه بایستی غذای تولیدی سالم هم باشد که نیازمند مدیریت جامع تری است تا کارایی‌ها را افزایش دهد و این خود مدیریتهای رایج را زیر سوال می‌برد.

در راستای افزایش تولید در واحد سطح و همچنین ارتقای کیفیت گندم، در کنار استفاده از ارقام پرمحصول، سایر عملیات به‌زراعی به ویژه مدیریت بهینه مصرف کود و آب از ضروریات می‌باشد تا بتوان به اهداف طرح خود اتکایی محصول گندم دست یافت. بدیهی است تولیدکنندگان موفق گندم بایستی مدیریت کودهای مزرعه خود را طوری تنظیم نمایند تا گیاه دچار کمبود و یا سمیت عناصر غذایی نشده و علاوه بر آن، درصد پروتئین و غلظت عناصر ریزمغذی در دانه افزایش یابد.

مدیریت بهینه و متعادل عناصر غذایی از جمله الزامات موجود در یک برنامه عملیات مناسب کشاورزی است. عملیات مناسب کشاورزی، مجموعه فعالیت‌های زراعی است که در آن پایداری تولید از لحاظ زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مدنظر قرار می‌گیرد. عملیات مناسب کشاورزی، شامل سلسله کدها، استانداردها و قوانینی است که ایمنی و کیفیت

محصول را در جیره غذایی جامعه از طریق استفاده بهینه از منابع طبیعی تضمین می‌نماید. به علاوه این عملیات شامل مجموعه قوانین لازم برای حفظ سلامت کارگران و شاغلین بخش کشاورزی، بهبود شرایط کار و ایجاد فرصت‌های بازاریابی جدید برای محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه نیز می‌باشد.

گیاه، عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به کمک انرژی حاصل از نور خورشید، آب و دی اکسید کربن در تولید محصول به کار می‌گیرد. بدون مدیریت مناسب تغذیه و حاصلخیزی خاک، تولید مداوم یک محصول سبب کاهش مقدار عناصر غذایی در خاک می‌گردد. باید در نظر داشت که تولید هر تن دانه گندم در هر هکتار باعث برداشت 51/0 کیلوگرم نیتروژن (N)، 25/4 کیلوگرم فسفر ( $P_2O_5$ ) و 15/3 کیلوگرم پتاسیم ( $K_2O$ ) و تولید هر تن کلش گندم سبب برداشت 15/0 کیلوگرم نیتروژن (N)، 3/7 کیلوگرم فسفر ( $P_2O_5$ ) و 26/1 کیلوگرم پتاسیم ( $K_2O$ ) می‌گردد. در طول زمان، کاهش تجمعی این عناصر سبب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید و عملکرد گندم و کیفیت آن می‌شود. مصرف عناصر غذایی از طریق کودهای شیمیایی و آلی این نقیصه را جبران می‌نماید. از طرف دیگر مصرف بیش از حد برخی از عناصر موجب بروز مشکلات زیست محیطی و اقتصادی شده و باعث ایجاد خسارت به گیاه، دام و در نهایت انسان می‌گردد. از این رو رعایت اصل برقراری تعادل در میزان مطلق و نسبی مصرف عناصر غذایی برای پایداری در تولید و حفظ حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست و در نهایت حرکت در راستای کشاورزی پایدار الزامی است. تغذیه متعادل گندم، علاوه بر افزایش مقاومت گیاه نسبت به آفات و بیماریها، شرایط خشکی و شوری خاک و همچنین سرمای نابهنگام، به دلیل افزایش غلظت عناصر مفید در دانه گندم، سبب کاهش بعضی از بیماری‌ها و مشکلات ناشی از سوء تغذیه و ارتقای سطح سلامت جامعه خواهد شد.

در برنامه بهینه‌سازی مصرف کودها، اقدامات متعددی از قبیل ایجاد تعادل بین مقادیر مصرف انواع عناصر اصلی از طریق تغییر در نوع، نحوه و زمان مصرف کودهای نیتروژنی،

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/3

فسفوری و پتاسیمی صورت می گیرد. ضمناً با توجه به شرایط حاکم بر خاکهای کشور (کمبود مواد آلی، خشک و آهکی بودن خاکها) مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف (آهن، روی، منگنز، مس و بور) و یا حتی عناصر مفید نظیر سیلیسیوم نقش موثری در ارتقای عملکرد و افزایش کیفیت محصول تولیدی بر عهده دارد. برای کاهش اثرات شرایط نامتعارف نظیر سرمای نابهنگام و یا شوری و خشکی در تولید گندم در برنامه‌های تغذیه متعادل مصرف محرک‌های رشد گیاهی نظیر اسیدهای آمینه و اسیدهای هیومیک به همراه عناصر غذایی معمول شده است.

در برنامه پایداری تولید محصول، پایداری حاصلخیزی خاک از ارکان اصلی به شمار می‌رود. برای پایداری در حاصلخیزی خاک علاوه بر مصرف کودهای شیمیایی و جبران برداشت عناصر غذایی از خاک کاربرد کودهای آلی به منظور حفظ و افزایش کربن آلی خاک ضروری است. افزایش کربن آلی خاک از طریق بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک منجر به افزایش توان تولید خاک می‌گردد. مدیریت‌های مناسب در حفظ و افزایش کربن آلی خاک شامل مدیریت کشاورزی حفاظتی، استفاده از کودهای دامی و انواع ترکیبات کمپوست شده (گیاهی، حیوانی و زباله شهری) و کاربرد اسیدهای هیومیک می‌باشد.

در توصیه متعادل مصرف کودها برای تولید محصول گندم، شناخت کمبود عناصر غذایی در خاک و گیاه، آگاهی از الگوی جذب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه و شناخت مراحل حساس به کمبود عناصر غذایی، آگاهی از توان تولید خاک به ویژه از لحاظ سطح کربن آلی و شرایط شوری، وضعیت منابع آب در دسترس به ویژه در کشت‌های آبی، سابقه شرایط اقلیمی نظیر شرایط دمایی و بارندگی به ویژه در کشت‌های دیم، آگاهی از انواع کودهای محتوی عناصر غذایی و محرک‌های رشد برای مصرف خاکی، محلولپاشی و کاربرد در آب آبیاری و همچنین ارزیابی‌های اقتصادی ضروری است.

مجموعه پیش‌رو به عنوان راهنمایی برای نیل به اهداف کمی طرح خوداتکایی گندم در کنار حفظ پایداری تولید و ارتقای سطح سلامت جامعه تنظیم شده است. مطالب این راهنما به گونه‌ای تنظیم شده است که طیف وسیعی از مخاطبان از جمله مدیران، کارشناسان و کشاورزان را در بر می‌گیرد. این راهنما برای سه گروه عملکردی کم (کمتر از 3 تن دانه در هکتار)، متوسط (4 تا 7 تن دانه در هکتار) و بالا (بیش از 7 تن در هکتار) طراحی شده است. امید است که مطالب حاضر راهگشایی مناسب برای حل مسائل مربوط به تغذیه بهینه و متعادل گندم باشد.

## 2- روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی

آگاهی از احتمال بروز کمبود عناصر غذایی برای گندم از راه‌های مختلفی امکان‌پذیر است. دو روش تجزیه خاک و تجزیه برگ (گیاه) برای بدست آوردن مقادیر صحیح و مناسب می‌بایست مدنظر قرار گیرند. بروز علائم کمبود عناصر غذایی گندم نیز یکی دیگر از این روش‌ها می‌باشد، گندم نیز همانند سایر محصولات زراعی علائم خاصی از کمبود و یا بعضاً اثرات سمی عناصر غذایی را از خود بروز می‌دهد، که با شناخت این علائم می‌توان به رفع هر یک از کمبودها و در نتیجه فراهم نمودن شرایط رشد مطلوب گندم همت گمارد.

گروهی از عناصر شیمیایی تحت عنوان عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم مصرف یا ریزمغذی‌ها مانند آهن، روی، مس، منگنز، بر و مولیبدن مورد نیاز گیاه می‌باشند. گونه‌های مختلف گیاهان نیازمندی‌های غذایی متفاوتی دارند. همچنین قابلیت جذب عناصر غذایی در بین واریته‌های مختلف یک گیاه نیز متفاوت است. با این حال کمبود برخی از عناصر مانند پتاسیم در شرایط بدون بروز علائم می‌تواند سبب کاهش قابل توجهی در عملکرد و تولید محصول گردند که به این پدیده گرسنگی پنهان گفته می‌شود. کمبود و یا مسمومیت بعضی از عناصر هم ممکن است علائمی مشابه علائم تنش‌های دیگر در اندام‌های هوایی گیاه ایجاد نمایند به عنوان مثال در کمبود مس در

===== دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/5

مرحله زایشی ممکن است وضع ظاهری خوشه‌ها مشابه خوشه‌هایی باشند که در مرحله گلدهی (رشد پرچم‌ها) تحت شرایط انجماد یا خشکی بوده‌اند.

به طور کلی آزمایش‌های بعدی و یا تجزیه خاک و برگ برای تشخیص این تنش‌ها از یکدیگر ضروری است. اگر تشخیص کمبود یا مسمومیت عنصر غذایی از طریق علائم ظاهری صحیح صورت پذیرد، تجزیه برگ نیز آن را نشان خواهد داد. به منظور آشنایی بیشتر، به مواردی از شاخص‌ترین علائم کمبود عناصر غذایی به طور خلاصه اشاره می‌شود که می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های کلی تعیین عناصر مورد نظر در رفع کمبودها به کار رود.

## 2-1- آزمون خاک

با آزمون خاک قبل از کشت از طریق نمونه برداری صحیح و اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و به ویژه غلظت عناصر غذایی قابل جذب خاک مشخص خواهد شد که تا چه حد شرایط خاک برای تأمین رشد بهینه گیاه و دستیابی به عملکرد مورد انتظار است و چه عناصری برای رشد کافی گندم در طول فصل زراعی مورد نیاز خواهد بود. به عبارت دیگر، روشی مناسب برای پیش آگاهی از نقاط قوت و ضعف خاک در تصمیم‌گیریهای مدیریتی می‌باشد.

از جمله نکات برجسته آن است که این طریق و بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان توصیه کودی مناسب را انجام داد. آزمون خاک روشی سریع، کم‌خرج و دقیق بوده که با انجام آن می‌توان توصیه کودی صحیح را اریه کرد. برنامه آزمون خاک شامل:

- نمونه‌برداری صحیح از خاک که بیشتر توسط زارعین انجام می‌شود
- تجزیه صحیح خاک در آزمایشگاه تجزیه خاک و گیاه به منظور تعیین دقیق غلظت عنصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک
- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و انجام توصیه کودی که توسط کارشناسان مسائل تغذیه گیاهی صورت می‌گیرد

نمونه برداری صحیح از خاک، کاری بسیار مهم و حساس است. نمونه‌های برداشت شده از مزرعه باید به گونه‌ای باشند تا بتوان آنها را نماینده کل خاک آن مزرعه دانست. در صورت یکنواخت بودن خاک مزرعه، معمولاً از هر 10 تا 15 هکتار، برداشت یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی کفایت می‌کند. بدین منظور یک مسیر مارپیچ در مزرعه در نظر می‌گیرند. در طی مسیر، حدود 7 الی 10 نمونه برداشت و پس از مخلوط کردن، یک کیلوگرم از آن به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. عمق نمونه برداری در حدود 30 سانتیمتری خاک سطحی است که غالباً عمق منطقه گسترش ریشه گندم در خاک می‌باشد. نکاتی که باید در موقع نمونه برداری از خاک مزرعه رعایت شود، عبارتند از:

- نمونه خاکی که به آزمایشگاه ارسال می‌شود باید نمودار واقعی زمین زراعی باشد. یعنی اینکه زمین باید قبلاً به قطعات یکنواخت از نظر رنگ، شیب، تاریخچه کشت، تناوب و نوع محصول و غیره تقسیم‌بندی شود.

- قبل از نمونه برداری باید کاملاً اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.

- حتی الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه آبها، توده‌های قدیمی و پوسیده کاه، کناره دیوار و یا پرچین‌ها خودداری شود.

- در مواقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه برداری اجتناب کرد. بهترین موقع نمونه برداری وقتی است که زمین گاورو باشد.

- به طور کلی بهترین موقع نمونه برداری از خاک در مورد گیاهان زراعی، قبل از کشت می‌باشد.

- نمونه مرکب خاک می‌بایست قبل از انتقال به آزمایشگاه در داخل یک کیسه پلاستیکی، کاغذی، قوطی، جعبه مقوایی و یا بطری سرگشاد ریخته شده و مشخصات آن روی دو اتیکت نوشته شود. یک اتیکت در داخل ظرف قرار گرفته و دیگری روی ظرف چسبانده می‌شود. بر روی اتیکت زمان نمونه برداری، محل نمونه برداری، نام نمونه بردار، عمق نمونه برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.



دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/7

## 2-2- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی دیگر از راه‌های آگاهی از کمبود و سپس تصمیم‌گیری برای توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می‌شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود امکان اصلاح وجود داشته و کاهش عملکرد و کیفیت محصول به حداقل ممکن خواهد رسید. تجزیه گیاه تنها کمبود و یا بیش بود عناصر غذایی را نشان می‌دهد. هنگامی که کمبود یک عنصر در تجزیه گیاه مشخص شد اعمال روش‌های رفع کمبود از جمله مصرف عنصر غذایی همیشه نمی‌تواند موثر واقع شود. لذا این نتایج بیشتر برای تصمیم‌گیری در کشت بعدی و یا برای سال بعد می‌تواند اثرگذار باشد. تجزیه گیاه نمی‌تواند جانشین آزمون خاک شود ولی هنگامی که در کنار آزمون خاک انجام گیرد می‌تواند در جهت تکمیل توصیه کودی مؤثر واقع شود. تجزیه گیاه پس از توصیه و مصرف کود می‌تواند نشان دهد که تا چه حد مصرف کود مؤثر واقع شده است. غلظت عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گندم متفاوت است. در ادامه محدوده مقدار مطلوب عناصر غذایی در اندام‌های مختلف گندم در جداول (1) تا (7) آورده شده است.

### جدول 1- حد بهینه نیتروژن در گیاه گندم

در کل اندام هوایی	
مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد
4-5	پنجه‌زنی
3/5-4	ساقه‌دهی
3-4	طویل شدن ساقه تا ظهور برگ پرچم
2/5-3	ظهور کامل برگ پرچم

### جدول 2- حد بهینه فسفر در گیاه گندم

در کل بخش هوایی		در برگ پرچم	
مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)
پنجه‌زنی تا شروع ساقه‌دهی	0/4-0/7	ظهور کامل برگ پرچم	0/2-0/3
ساقه‌دهی تا ظهور کامل برگ پرچم	0/2-0/4		

### جدول 3- حد بهینه پتاسیم در گیاه گندم

در کل بخش هوایی		در برگ پرچم	
مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)
پنجه‌زنی تا شروع ساقه‌دهی	3/2-4	ظهور کامل برگ پرچم	2-3
ساقه‌دهی تا ظهور برگ پرچم	2-3/5		
ظهور برگ پرچم تا کامل شدن آن	1/8-3		

### جدول 4- حد بهینه کلسیم در گیاه گندم

در کل بخش هوایی		در برگ پرچم	
مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)
پنجه‌زنی تا ظهور کامل برگ پرچم	0/2-0/5	ظهور کامل برگ پرچم	0/3-0/5
پرچم			

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/9

### جدول 5- حد بهینه منیزیم در گیاه گندم

در کل بخش هوایی		در برگ پرچم	
مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)
ظهور کامل برگ پرچم	0/15-0/5	ظهور کامل برگ پرچم	0/2-0/6

### جدول 6- حد بهینه گوگرد در گیاه گندم

در کل بخش هوایی		در برگ پرچم	
مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)	مرحله رشد	مقدار در وزن خشک (درصد)
پنجه زنی	0/22-0/55	ظهور کامل برگ پرچم	0/15-0/4
ساقه دهی	0/19-0/55		
طویل شدن ساقه	0/17-0/55		
ظهور برگ پرچم تا کامل شدن آن	0/15-0/4		

### جدول 7- حد بهینه عناصر کم مصرف در گیاه گندم\*

عناصر	مقدار در وزن خشک (میلی گرم در کیلوگرم)
روی	18-70
آهن	30-200
منگنز	25-150
مس	5-20
بر	3-20

\* مقدار عنصر در کل اندام هوایی در مراحل پنجه زنی تا ظهور برگ پرچم می باشد.

### 2-3- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی

#### 2-3-1- علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

**کمبود نیتروژن:** کمبود نیتروژن معمول ترین و گسترده‌ترین کمبود عناصر غذایی در غلات دانه‌ریز است (شکل 1). گیاهان مبتلا به کمبود نیتروژن رنگ پریده و زرد هستند. علایم اختصاصی کمبود نیتروژن ابتدا در مسن‌ترین برگ‌ها ظاهر می‌شود، در حالی که برگ‌های جوان نسبتاً سبز باقی می‌مانند. برگ‌های مسن‌تر نسبت به برگ‌های جوانتر کم رنگ تر شده و کلروز (زرد شدن برگ) ایجاد می‌گردد، که این کلروز تدریجاً در قاعده برگ به رنگ سبز روشن تبدیل خواهد شد. در مزرعه علایم، تقریباً همیشه به صورت قطعاتی به رنگ سبز روشن یا زرد ظاهر می‌گردند که در ادامه رشد گیاه کاهش یافته و ساقه‌ها نازک می‌شوند.



شکل 1- کمبود نیتروژن

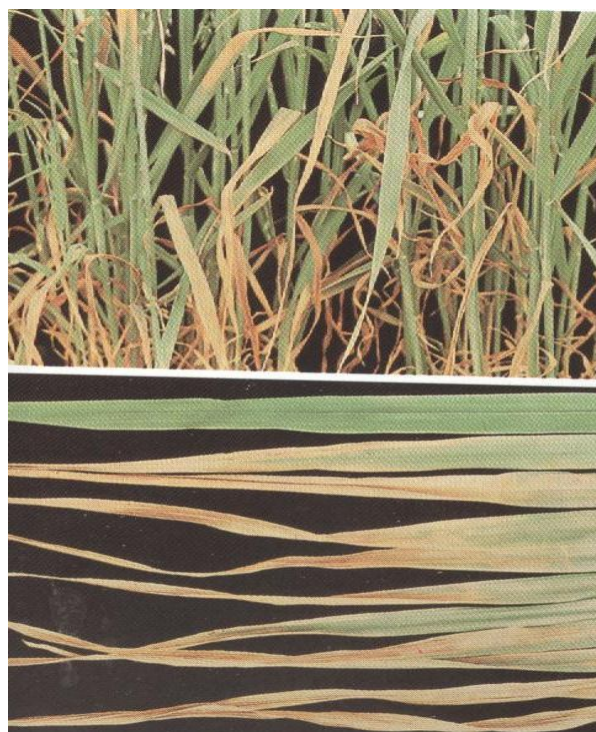
دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/11

**کمبود فسفر:** مشخص ترین نشانه کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد رویشی گندم، کاهش توانایی رشد و تعداد پنجه است. گیاهان مبتلا به کمبود فسفر به رنگ سبز تیره و برگ‌های مسن در نوک و لبه‌ها به رنگ ارغوانی مایل به قرمز تغییر رنگ می‌یابند (شکل 2). کلروز از نوک برگ پیر شروع شده و به طرف قاعده برگ گسترش می‌یابد، ولی قاعده برگ مانند سایر قسمت‌های گیاه سبز تیره باقی می‌ماند. برگ‌های گندم مبتلا به کمبود فسفر دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگ‌های پیر، به دور برگ‌های جوانتر پیچ می‌خورند. گیاهان کوتاه مانده و ارتفاع بوته‌ها کاهش می‌یابند. کمبود فسفر، سبب تأخیر و نامنظمی در رسیدگی دانه و تولید خوشه‌های کوچک می‌شود.



شکل 2- کمبود فسفر

کمبود پتاسیم: علائم اختصاصی کمبود پتاسیم در گندم همیشه در برگ های پیر ظاهر می گردد. تحت شرایط کمبود پتاسیم، زرد شدن و نکروزه شدن نوک و حاشیه برگ های پیر مشاهده می شود (شکل 3). در نتیجه گسترش این بافت نکروزه، بافت سبزرنگی به شکل پیکان در قاعده تا مرکز برگ باقی می ماند. در شرایط کمبود شدید پتاسیم این علائم به برگ های جوان نیز منتقل می گردد. گیاهانی که شدیداً مبتلا به کمبود پتاسیم می شوند، ظاهری مشابه گیاهان دچار تنش خشکی را پیدا می کنند.



شکل 3- کمبود پتاسیم

کمبود گوگرد: از آنجایی که گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان دخالت دارد، لذا علائم کمبود آن در گندم شبیه کلروز ناشی از کمبود نیتروژن (زردی عمومی برگ) است

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/13

(شکل 4). با این حال کمبود گوگرد بر خلاف کمبود نیتروژن بیشتر در برگ های جوان دیده می شود. کمبود شدید گوگرد موجب عدم تشکیل خوشه می گردد.



شکل 4- کمبود گوگرد

کمبود منیزیم: علائم کمبود منیزیم در برخی موارد شبیه به کمبودهای پتاسیم و آهن است، اما از نظر محل قرار گرفتن علائم اولیه اختلاف فاحشی با کمبود پتاسیم دارد (شکل 5). برخلاف کمبود پتاسیم، در کمبود منیزیم، برگ های جوان در مقایسه با برگ های پیر رنگ روشن تری دارند و این حالت شبیه کمبود آهن است. در ابتدا لکه های رنگ پریده به شکل دانه های تسبیح بین رگبرگ ها و لکه های نکروزه در نوک برگ ظاهر می شود. در ادامه، برگ ها زرد شده و کوچک می شوند. کمبود منیزیم در مزرعه گندم عمومیت نداشته و بیشتر در خاک های سبک شنی مشاهده می شود.



شکل 5- کمبود منیزیم

### 2-3-2- علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف

**کمبود روی:** علائم کمبود روی در گندم به طور معمول ابتدا در برگ‌های میانی مشاهده می‌شود گرچه ممکن است در بعضی از بوته‌ها علائم به طور همزمان در برگ‌های پیر و میانی ظاهر گردند (شکل 6). علائم اولیه، تغییر رنگ از سبز طبیعی و سالم به سبز برنزی کدر بوده که عموماً در وسط برگ‌ها ظاهر می‌شوند. در این قسمت برگ، لکه‌هایی به صورت سوختگی و علائم تنش خشکی ظاهر شده که از یک نقطه کوچک نکروزه سریعاً گسترش می‌یابد و تدریجاً به حاشیه برگ کشیده می‌شود. کمبود شدید روی در مزرعه موجب کوتاه ماندن گیاه و زردی شده و برگ‌ها به خاطر سوختگی در مرکزشان چین خورده می‌شوند. علائم کمبود روی در خاک‌های سبک و در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود.





شکل 6- کمبود روی

**کمبود آهن:** علائم کمبود آهن و منیزیم در اکثر گیاهان شبیه هم هستند. در کمبود منیزیم و آهن برگ‌های جوان ابتدا تحت تأثیر کمبود قرار گرفته و زرد می‌شوند (شکل 7). در کمبود آهن تفاوت بین رنگ سبز برگ‌های پیر و زردی برگ‌های جوان مشخص‌تر از سایر عناصر نسبتاً غیرمتحرک است. حالت زردی ناشی از کمبود آهن به صورت کلروز نواری و مشاهده نوارهای سبز و زرد متناوب در امتداد رگبرگ اصلی ایجاد می‌شود. این نوارها نسبت به کمبود منیزیم و منگنز منظم‌تر هستند. در حالت کمبود شدید آهن، برگ‌های جوان زرد کم‌رنگ و سفید می‌شوند. در شرایط کمبود آهن، گیاهان کاملاً ایستاده هستند در حالی که در کمبود منگنز گیاهان حالت افتاده و تاخوردار دارند. در مزرعه کمبود آهن غالباً در خاک‌های آهنکی مشاهده می‌شود.



شکل 7- کمبود آهن

کمبود منگنز: علائم کمبود منگنز در گندم ابتدا در برگ‌های جوان آشکار می‌شوند که در مقایسه با برگ‌های پیر ظاهری زرد و پژمرده پیدا می‌کنند (شکل 8). سپس لکه و نوارهای برنزی کم رنگی در قاعده جوان‌ترین برگ‌گی که کاملاً باز شده است ظاهر می‌گردد و در ادامه تمام طول برگ را می‌گیرد. کمبود شدید در مزرعه علاوه بر علائم مزبور، خشکی برگ‌های جوان را نیز نشان می‌دهد. کمبود منگنز را مانند کمبود آهن می‌توان در خاک‌های آهکی مشاهده نمود. در مقایسه با سرسبزی گندم سالم، گندم مبتلا به کمبود منگنز ظاهری رنگ پریده و افتاده‌تری دارد.



شکل 8- کمبود منگنز

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/17

**کمبود مس:** اولین نشانه ظاهری کمبود مس در گندم پژمردگی گیاه است که در اوایل پنجه دهی، حتی اگر رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه باشد، پیش می آید (شکل 9). اگر کمبود شدید باشد تأثیر آن روی میزان رشد پنجه ها تعیین کننده است. گیاهان در اثر کمبود مس رنگ روشن تری دارند. سوختگی نوک برگ های جوان اولین نشانه مشخص کمبود مس است. این حالت به طور ناگهانی باعث خشک شدن و پیچ خوردگی انتهای پهنک برگ شده و در مواقعی تا نصف طول برگ را فرا می گیرد، ولی قسمت پایین برگ تا زمان پیری طبیعی آن به رنگ سبز باقی می ماند.



شکل 9- کمبود مس

**کمبود بُر:** اولین نشانه کمبود بُر، ترک خوردگی برگ های جوان نزدیک رگبرگ اصلی است. این علامت با تعدادی دندانه های غیر طبیعی در حاشیه برگ همراه است که در طرف مقابل رگبرگ اصلی تا قسمت ترک خورده در طول برگ ایجاد می شوند (شکل 10). عقیم شدن گل ها نیز از علائم مشخص کمبود بُر است. در مواردی کل خوشه عقیم می شود، پرچم ها باز شده و تخمدان رشد نمی کند. ضمناً کمبود بُر به کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی و خشک شدن دانه ها منجر می شود.



شکل 10- کمبود بُر

#### 4-2- الگوی جذب عناصر غذایی

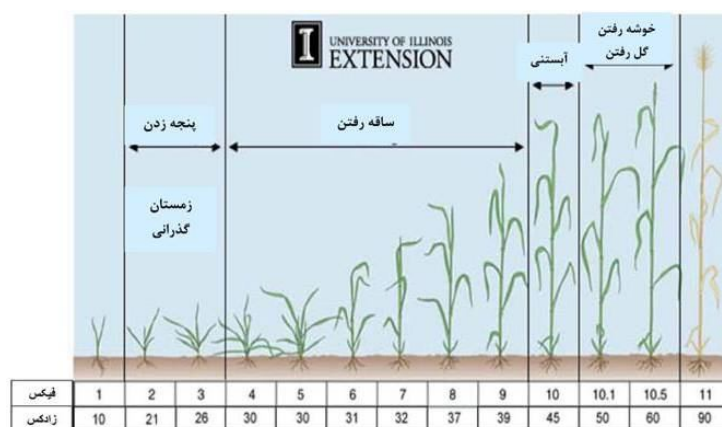
مطالعه دقیق رشد و توسعه گیاه و دانستن عواملی که بر پتانسیل عملکرد دانه تأثیر می‌گذارند، می‌تواند باعث بهبود تصمیم‌های مدیریتی گردد. تشخیص صحیح مراحل رشد گندم در هر منطقه برای انجام اقدامات مهم مدیریتی در هر مرحله لازم و ضروری است. از مقیاس‌های عمده که برای تشخیص مراحل توسعه و رشد غلات مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به مقیاس‌های فیکس<sup>1</sup> و زادکس<sup>2</sup> اشاره نمود (شکل 11). یکی از مزایای عمده استفاده از این مقیاس‌ها این است که ارتباط بین تولید کنندگان، محققین و مروجین را افزایش می‌دهد. این مقیاس‌ها همچنین منجر به توصیه‌های دقیق و به هنگام در مدیریت محصول می‌گردند. افزایش دقت در شرح و تشخیص مرحله رشد گیاه منجر به اصلاح و بهبود توصیه‌های مدیریتی مانند مصرف کود و مبارزه با آفات خواهد گردید. تشخیص مراحل مختلف رشد گندم و تعیین الگوی جذب عناصر غذایی مطابق با مراحل رشد، یکی از

1 - Feeks

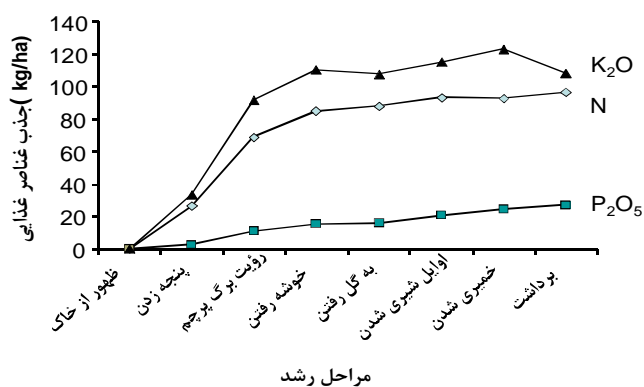
2 - Zadoks

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/19

بهترین راه‌های مدیریت صحیح مصرف کودها در گندم است که در دستیابی به یک مدیریت صحیح بسیار حایز اهمیت می باشد. توجه به الگوی جذب عناصر غذایی بر اساس مراحل مختلف رشد به تعیین مقدار و زمان مصرف کود برای جلوگیری از بروز اثر کمبود عناصر کمک می نماید. در شکل (12) میزان برداشت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از خاک طی یک دوره رشد توسط گیاه گندم نشان داده شده است.

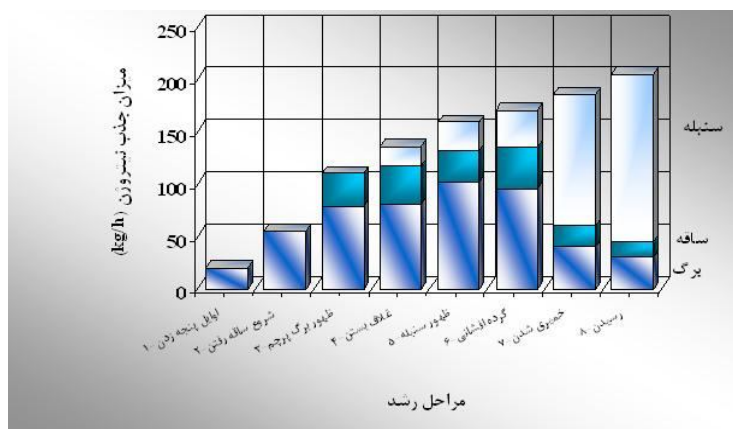


شکل 11- الگوی رشد گندم بر اساس مقیاس فیکس و زادکس



شکل 12- روند جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم طی مراحل مختلف رشد و نمو گندم

بر اساس الگوی جذب عناصر غذایی مطابق با مراحل رشد گندم مشخص گردیده است که بالاترین میزان تجمع نیتروژن در برگ در مراحل ظهور سنبله و گرده افشانی اتفاق می افتد. البته از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن، جذب و تجمع نیتروژن فوق العاده سریع است و به استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده افشانی که تفاوت چندانی با همدیگر ندارند، روند جذب و تجمع نیتروژن افزایشی است. این روند نیز در مورد تجمع نیتروژن در سنبله نیز صادق است (شکل 13).



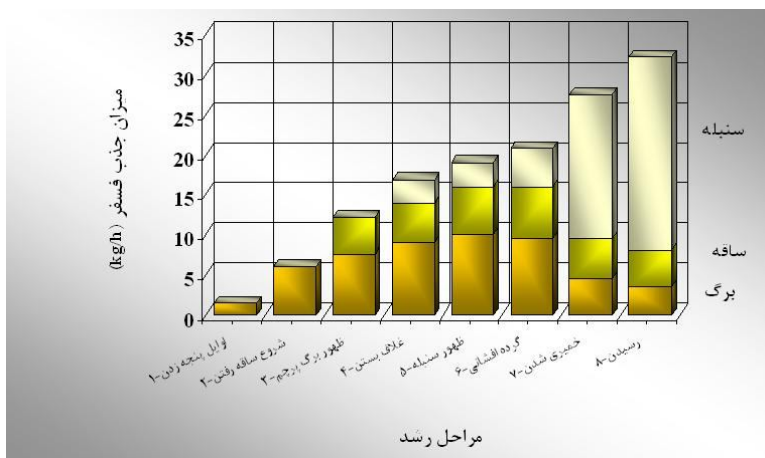
شکل 13- الگوی جذب و تجمع نیتروژن در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم

در مورد فسفر، جذب و تجمع آن در برگ، از مرحله شروع پنجه زدن تا مرحله غلاف بستن فوق العاده سریع است و بین چهار مرحله اول رشد (1- شروع پنجه زدن، 2- شروع ساقه رفتن، 3- ظهور برگ پرچم، 4- غلاف بستن) اختلاف قابل توجهی مشاهده نمی شود. از مرحله غلاف بستن تا مرحله گرده افشانی، جذب و تجمع فسفر ثابت بوده و در مراحل خمیری شدن و رسیدن دانه میزان آن به شدت کاهش می یابد. به استثنای مراحل ظهور سنبله و گرده افشانی، روند جذب و تجمع فسفر در برگ در مراحل مختلف رشد افزایشی می باشد. بالاترین سرعت جذب کل فسفر در گیاه بین مرحله پنجه زدن و غلاف بستن و نیز بین گرده افشانی و رسیدن کامل حاصل می شود (شکل 14).

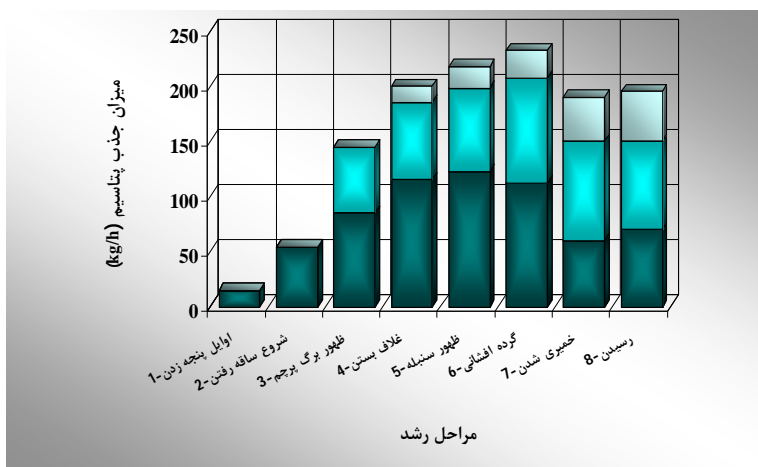
در مورد پتاسیم نیز، بالاترین سرعت جذب در برگ از مرحله پنجه زدن تا مرحله

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم 21/

غلاف بستن اتفاق می افتد. بالاترین میزان پتاسیم در ساقه و برگ انداخته شده (78/5%) و فقط 21/5% در زمان رسیدن در سنبله ذخیره می گردد (شکل 15).



شکل 14- الگوی جذب و تجمع فسفر در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم



شکل 15- الگوی جذب و تجمع پتاسیم در برگ، ساقه و سنبله در مراحل مختلف رشد و نمو گندم

### 3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه گندم

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی با هدف استفاده از منابع ذاتی خاک در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می‌شود. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می‌گردد. استفاده مداوم از مقادیر بالای کودهای شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجای آنها می‌تواند به آلودگی محیط زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و بیولوژیک، کود سبز، بقایای گیاهی و انواع کمپوست نخواهد بود. از آنجایی که، کودهای آلی به تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی محصولات کشاورزی پربازده در کشاورزی امروزی نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه حل مناسبی در توصیه کود می‌باشد. از طرف دیگر، استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

### 3-1- مصرف بهینه کودهای شیمیایی

#### 3-1-1- توصیه مصرف نیتروژن

انواع کود های نیتروژنی: معمول‌ترین کود نیتروژنی موجود برای کشت گندم، کود اوره حاوی 46 درصد نیتروژن خالص می‌باشد. به دلیل پویایی کود اوره، مصرف یکباره آن قبل از کشت در هیچ شرایطی توصیه نمی‌شود لکن مصرف چند باره آن به صورت پایه و سرک مورد تأکید است.

کود سولفات آمونیوم (حاوی 21 درصد نیتروژن و 24 درصد سولفات) نیز یکی دیگر



دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم/23

از کودهای حاوی نیتروژن می‌باشد که در خاکهای آهکی (بخش عمده خاکهای تحت کشت گندم کشور) کود مناسبی است لکن به علت گرانی نسبی واحد ازت موجود در آن در مقایسه با کود اوره تأکید بر مصرف آن نمی‌باشد. مضافاً اینکه در شرایط اعمال مدیریت تقسیط اوره، کود سولفات آمونیم از مزیت نسبی بالاتری برخوردار نیست. این کود به دلیل داشتن سولفات می‌تواند بخشی از نیاز گیاه به گوگرد را نیز برطرف نماید. از کود نترات آمونیوم (حاوی 34 درصد نیتروژن) به عنوان یکی دیگر از منابع کودی نیتروژنی در مناطق سرد و به ویژه در دیمزارها و نیز در شرایط شوری کم تا متوسط (شوری خاک، 6 تا 9 دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان کود پایه و سرک به جای اوره می‌توان استفاده کرد.

رابطه تبدیل مقدار کود اوره به دیگر کودهای نیتروژنی به صورت زیر می‌باشد:

مقدار کود سولفات آمونیوم =  $2/2 \times$  مقدار کود اوره

مقدار کود نترات آمونیوم =  $1/5 \times$  مقدار کود اوره

نیتروژن در انواع مختلف کودهای مرکب نیز وجود دارد. کودهایی محلول حاوی عناصر غذایی پر مصرف از جمله نیتروژن برای مصرف در آب آبیاری طراحی شده که در شرایط آبیاری تحت فشار و بارانی قابل توصیه می‌باشد. در این شرایط آبیاری امکان تقسیط بیشتر نیتروژن در مراحل مختلف رشد فراهم می‌باشد.

#### مقدار مصرف کودهای نیتروژنی

نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. گندم در دوره رشد خود احتیاج زیادی به نیتروژن قابل جذب دارد. انجام آزمون خاک در تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز توصیه می‌شود. بر اساس آزمون خاک و تعیین مقدار کربن آلی، مقدار کود اوره مورد نیاز در گروه‌های عملکردی کم (3 تن و کمتر)، متوسط (3 تا 6 تن)