

گندم یکی از مهمترین محصولات استراتژیک کشاورزی است. با توجه به نقش عنصر نیتروژن در تولید کمی و کیفی این محصول و نظر به معرفی بسیاری از کودهای حاوی عنصر نیتروژن در دهه گذشته بسیاری از سوالات اساسی و بنیادی، در رابطه با کارایی آن بدون پاسخ مانده است. از جمله این نکات مبهم تعیین فرم های شیمیایی مهم این عنصر و تاثیر گذاری هریک از این فرم ها در جذب عنصر نیتروژن و عملکرد گیاه گندم می باشد که به دلایل متعدد از جمله پویایی، از راندمان پایین برخوردار است. استفاده متعادل از کودهای ازته در تولید اقتصادی محصولات زراعی و جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی اهمیت زیادی دارد. زیرا استفاده ناکافی از کود منجر به کاهش عملکرد و مصرف بیش از نیاز آن سبب ایجاد ورس گندم و یا کم شدن مقاومت به آفات و بیماری ها می شود.

این تحقیق نیز به همین منظور با اهداف زیر انجام شده است:

- ارائه توصیه کودی ازت با استفاده از کلروفیل متر و نترات خاک
- افزایش راندمان مصرف نیتروژن
- تعیین زمان مناسب در مصرف نیتروژن در گندم
- کاهش مصرف نیتروژن به منظور حفظ بهداشت عمومی و محیط زیست
- بررسی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم

به این دلیل که استفاده از دستگاه کلروفیل متر یک روش جدید برای تسریع در انجام توصیه های کود ازته می باشد، پیشینه تحقیق در کشور کم است، ولی در کشورهای دیگر تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. در شرایط موجود برای تعیین نیاز سرک کودهای ازته در محصولات زراعی، به یک فرآیند طولانی نیاز است، که شامل نمونه برداری از گیاه، خشک و آسیب کردن نمونه ها و سپس تجزیه شیمیایی آن ها می باشد که در این روش بر اساس نتایج تجزیه مقدار توصیه کودی تعیین می شود. امروزه استفاده از کلروفیل متر این

مراحل را حذف نموده و می توان به راحتی نیاز زمانی کمبود گیاه به ازت را با این دستگاه به روشی ساده مشخص نمود.

در این تحقیق به منظور تعیین نیاز گندم به نیتروژن با استفاده از اندازه گیری میزان کلروفیل برگ، آزمایشی در شرایط گلخانه ای شامل شش تیمار ازته (صفر، 50، 100، 150، 200، 250 کیلوگرم بر هکتار از منبع اوره) در قالب طرح کاملاً تصادفی در 9 تکرار به مرحله اجرا درآمد. مقادیر نیتروژن در ابتدای کاشت به صورت محلول به خاکها اضافه شد. از هنگام کاشت بذر گندم تا موقع برداشت از گیاه در شش مرحله از خاک و گیاه نمونه برداری صورت می گیرد تا تجزیه های شیمیایی ازت گیاه و خاک، نیترات گیاه و خاک روی آنها صورت گیرد. همزمان با این نمونه برداری ها قرائت کلروفیل از برگها نیز صورت می گیرد تا با توجه به نتایج بدست آمده مقدار کوددهی ازت و زمان مناسب قرائت کلروفیل متر را مشخص نمود.

فصل اول

کلیات

## 1-1 اهمیت جهانی گندم

حدود 350000 گونه گیاهی شناخته شده وجود دارد، اما تنها 24 گونه آن (یعنی 0/007 درصد از کل گونه های موجود) برای رفع احتیاجات انسان برای غذا و الیاف به عنوان گیاه زراعی استفاده می شوند (ویتور، 1980). به دلیل وابستگی شدید ما به تعداد معدودی از گونه های گیاهی رفاه بشر در آینده به شدت در گرو میزان شناختی است که ما درباره تولید و تطابق پذیری بالقوه این گیاهان کسب می کنیم (یوانز، 1975). نه تنها تعداد این گونه های مورد استفاده بسیار محدود است، بلکه سهم آنها در مجموع تولید نیز به یک میزان نیست، گندم نان (*Triticum aestivum* L) بی شک در بین گیاهان انگشت شماری که به عنوان منابع غذایی در سطح گسترده ای کشت می شوند نقش عمده ای ایفا می کنند و احتمالاً محوری برای شروع کشاورزی بوده است (هارلان، 1981) (28).

انسان اگرچه در مسیر تکاملی خود با دستیابی به فناوری های نوین، پیشرفت های سریع و شگفت انگیزی را به ارمغان آورده است ولی متأسفانه آثار سوء آن به تدریج با بروز اختلال و دگرگونی در شرایط تعادلی و متعارف منابع پایه، به ویژه خاک و آب همراه گردیده است که موجب پدیدار شدن انواع ناهنجاری ها، کاهش سطح حاصلخیزی خاکهای زراعی، افت تولید و بحران های زیست محیطی شده است. در 50 سال گذشته کارشناسان جهان دریافته اند که وقتی بهره برداری از منابع طبیعی نادرست باشد اقتصاد به تنهایی قادر به تضمین سطح معقولی از درآمد نخواهد بود (12).

در اکثر جوامع بشری، گندم به عنوان یک محصول راهبردی تامین کننده اصلی جیره غذایی و قسمت اعظم پروتئین و کالری مورد نیاز افراد جامعه به حساب می آید. افزایش تولید گندم برای پاسخگویی به نیاز داخلی به دلایل افزایش رو به تزاید جمعیت و زیادی مصرف سرانه، الزامی است ولی آنچه که امروزه در سطح بین المللی و چه در داخل کشور دغدغه فکر غالب محققین و تولیدکنندگان و مصرف کنندگان است، تولید محصولات کشاورزی سالم می باشد. یقیناً استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در برنامه تغذیه متعادل خواهد توانست در سطح بین المللی عینیت بخشیده و از سوی دیگر به برخورداری از نتایج مطلوب و محاسن آن در داخل کشور کمک نماید (41).

## 1-1-1 مناطق کشت و میزان تولید گندم

گندم نان بین تمام گیاهان زراعی، بیشترین سطح کشت را در جهان به خود اختصاص داده است. تقریباً یک ششم از کل زمین های زراعی جهان زیر کشت گندم است. سطح زیر کشت گندم در دنیا طی سالهای 1988 تا 2000 از 217 تا 231 میلیون هکتار متغیر بوده است و میزان تولید گندم در جهان، طی سالهای 1988 تا 2000 بین 500 تا 610 میلیون تن بوده است. در ایران سطح زیر کشت گندم آبی طی سالهای 1362 تا 1379 بین  $2/35$  و  $2/8$  میلیون هکتار و سطح کشت گندم دیم تقریباً  $4/1$  میلیون هکتار بوده است. متوسط عملکرد گندم آبی و دیم در ایران بیش از 2000 کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (5).

## 2-1 معرفی گونه



نام علمی: *Triticum aestivum*

گونه: *Aestivum*

جنس: *Triticum*

خانواده: *Gramineae*

راسته: *Glumiflorae*

رده: *Monocotyleon*

شاخه: *Spermatophyta*

سلسله: *Plantae*

گندم

گندمیان

گلوم داران ، غلاف داران

تک لپه ای ها

گیاهان دانه دار

گیاهان

### 3-1 خصوصیات گیاه شناسی جنس گندم

#### 1-3-1 سیستم ریشه

ریشه گندم افشان و سطحی است. به گونه ای که 70 درصد ریشه گندم در عمق تنها 25 تا 30 سانتی متری سطح خاک قرار می گیرد. گندم دارای ریشه های اولیه و ثانویه می باشد و به ریشه اولیه، ریشه حقیقی نیز می گویند و این ریشه ها از گیاهک بذر منشا می گیرند. ریشه های اولیه پوشیده از کرکهای نازک به نام تارهای کشنده می باشند که وظیفه جذب آب و املاح را دارند. به ریشه های ثانویه، نا بجا یا کاذب نیز می گویند و نقش اساسی و اصلی ریشه ها به عهده این نوع ریشه ها می باشد. این ریشه ها از گره انشعاب یا طوقه محلی که اندام های هوایی یا پنجه نیز ایجاد می شود، منشا می گیرند.

#### 2-3-1 ساقه

تمام گندم ها دارای ساقه استوانه ای، بند بند، بدون انشعاب و اغلب تو خالی می باشند. هر بند ساقه را یک گره و فواصل آنها را میان گره می گویند. تعداد گره و فواصل آن در واریته های مختلف گندم 5-8 و اغلب 6 عدد است. ساقه ها گرد و سطح آنها پوشیده از کرک است که مقاومت گیاه را در مقابل کم آبی و خشکی افزایش می دهد و از تبخیر و تعرق گیاه جلوگیری می کند.

#### 3-3-1 برگ

برگها در گیاه گندم از محل گره خارج می شود و دمبرگ ندارد. گندم دارای برگهای کشیده و باریک به طول متوسط 15-20 سانتی متر با رگبرگهای موازی می باشد. برگ نقش مهمی در فرایند فتوسنتز دارد و حفظ شادابی و طول عمر آن تاثیر معناداری بر میزان عملکرد گندم دارد. در محل اتصال برگ به ساقه سه زایده وجود دارد که دو زایده کناری را گوشوارک و زایده وسطی را زبانک می گویند. این زایده ها بی رنگ و شفاف و پوشیده از کرک است و جدا از ایجاد مقاومت گیاه در مقابل تبخیر و تعرق برگ، زاویه قرار گرفتن برگ در ساقه را تعیین می کند. به آخرین برگگی که روی ساقه ظاهر می شود برگ پرچم می گویند و در جریان فتوسنتز نقش زیادی ایفا می کند.

### 4-3-1 گل و گل آذین گندم

هر گندم شامل یک مادگی یک برچه ای ساده باکاله دو شاخه ای و 3 پرچم می باشد. کاسبرگ و گلبرگ در گندم وجود ندارد. اما برگهای تغییر شکل یافته ای به نام پوشینه اندام های زایای برگ را می پوشانند. پس پرچم و دانه گرده تولیدی آن به بیرون راه ندارد.

### 5-3-1 گرده افشانی و لقاح

گندم گیاهی دو جنسی و خود لقاح می باشد. درصد دگر لقاحی در این گیاه معمولاً 1% و حداکثر به 4% ممکن می رسد. خود گشنی گندم به این دلیل است که رسیدن پرچم ها، آزاد کردن دانه های گرده و تلقیح حدود 99% گلها قبل از باز شدن پوشینه از یکدیگر می باشد.

### 6-3-1 میوه و دانه

پس از ترکیب سلول زایشی دانه گرده با سلول تخمزای کیسه جنینی واقع در تخمدان مادگی، سلول تخم حاصل می شود. در اثر تکامل تخم، گیاه جنین - رویان - دانه بوجود می آید و با رشد و تکامل فرآیند لقاح مضاعف، اندوخته غذایی دانه یا آندوسپرم حاصل می شود. طول میوه گندم 3-12 میلی متر، قطر آن 5-1/5 میلی متر، وزن هزار دانه آن 52-15 گرم است.

### 4-1 خواص گیاه شناسی دانه گندم

بذر غلات اصولاً میوه ای است فندقه که در آن پوسته میوه و پوست دانه با یکدیگر رشد می کنند. دانه غلات حاوی نشاسته فراوان و مقداری پروتئین است. جنین دانه حاوی روغن و بشره خارجی آن دارای مقداری ویتامین است (29).

### 5-1 مراحل نمو گندم

نمو گندم می تواند در مراحل یا دوره های متفاوتی توصیف شود که به نوبه خود می -

توانند از نظر تغییرات داخلی یا خارجی ریخت شناسی تعریف شده باشند. نمو گیاه گندم  
تداومی از مراحل رویشی، زایشی و پر شدن دانه است (28).

### **1-5-1 مرحله رویشی شامل مراحل زیر می باشد:**

**1-1-5-1 مرحله جوانه زنی:** این مرحله با نفوذ ریشه در پوست دانه و غشای تخمدان آغاز می  
شود. ریشه ی اولیه چندان پر پشت نیست، اما ریشه های ثانویه که شامل ریشه های نابجا هم می  
شود، در مراحل اولیه رشد به وجود خواهند آمد که این ریشه های ثانویه قوی تر بوده و قدرت  
کافی برای نگه داشتن گیاه در خاک را دارند.

**2-1-5-1 مرحله پنجه زنی:** دانه گندم بعد از جوانه زدن و با رشد و نمو بیشتر موجب تشکیل  
طوقه می گردد. در محل طوقه گندم گره هایی وجود دارد که به گره های پنجه گندم معروف می  
باشند و ساقه های گندم از محل این گره ها تولید می گردد (29).

**3-1-5-1 مرحله ساقه دهی:** زمان آغاز رشد طولی ساقه گندم را مرحله ساقه رفتن می نامند.  
طویل تر شدن ساقه گندم با افزایش برگ همراه می باشد. این مرحله تکامل گندم در شرایط بسیار  
متناسب در عرض 14 روز خاتمه می یابد. در این مرحله احتیاج گیاه به آب روز به روز بیشتر می  
شود و کمبود آب باعث کاهش شاخ و برگ گندم می شود و به عملکرد دانه صدمه می زند (29).  
**4-1-5-1 مرحله سنبله دهی:** بعد از ساقه رفتن مرحله سنبله دهی شروع می گردد. زمان سنبله  
رفتن را باید موقعی یادداشت کرد که بیش از 50% سنبله ها در مزرعه ظاهر شده باشد. هوای سرد  
و خنک گندم را دیر رس و هوای خیلی خشک و گرم گندم را زود رس می نماید (29).

### **2-5-1 مرحله زایشی شامل مرحله زیر می باشد :**

**مرحله تشکیل گل آذین:** با خاتمه سنبله دهی، مرحله رویشی به پایان رسیده و مرحله زایشی با  
گل کردن و دانه بستن شروع می گردد. در این مرحله گل آذین بوته از داخل غلاف خارج میشود.  
منظور از گل آذین آرایش گل یا طرز قرار گرفتن گل روی ساقه است.



### 3-5-1 مرحله پر شدن دانه

زمانی که میوه می رسد، غشای تخمدان نازک شده و به پوست دانه می چسبد. این گونه میوه ها را گندمه می گویند مثل دانه گندم، ذرت و چاودار.

### 6-1 نیازهای اقلیمی گندم

برای تولید موفقیت آمیز گندم باید شرایط محیطی مطلوب از جمله بارندگی، درجه حرارت، دوره یخبندان و خاک مورد توجه قرار گیرد.

گندم در جایی که متوسط بارندگی سالانه بین 175-25 سانتی متر می باشد کشت می شود. اما حدود سه چهارم از زمین هایی که به کشت گندم اختصاص دارند دارای متوسط بارندگی 78/5 - 37/5 سانتی متر است. گندم در سه مرحله از زندگی خود به کمبود آب فوق العاده حساس است که عبارتند از مرحله پنجه زنی، مرحله اولیه تشکیل سنبله در داخل برگها و پر شدن بذر یا مرحله رسیدگی (13) .

درجه حرارت لازم برای جوانه زنی بذر در حدود 5 درجه سانتی گراد است و میانگین درجه حرارت لازم برای رشد و نمو گیاه مخصوصا هنگام پنجه زدن حدود 20 - 15 درجه سانتی گراد است. ولی در هنگام تشکیل بذر و در مدت زمان رسیدن بذر درجه حرارت بیش از 18 درجه سانتی گراد لازم است. حد متوسط تحمل گندم در برابر سرما 10- تا 17- درجه و در برابر گرما 50 تا 55 درجه سانتی گراد می باشد (13) .

روشنایی و تاریکی، یکی از فاکتورهایی هستند که برای رشد و نمو گندم لازم می باشند. گندم در روشنایی مداوم می تواند تکامل یافته و تولید دانه نماید ولی باید توجه داشت که از رشد و نمو رویشی آن کاسته شده و میزان کمتری دانه و کاه تولید می نماید. شدت نور دارای تاثیراتی است که فاصله زمان بین کاشت و برداشت را کم می کند. گندم برای فعالیت نموی خود احتیاج به گرما و رطوبت نسبی دارد. آب و هوای گرم و مرطوب در دوره رشد گندم، شرایط شیوع بیماریها را فراهم می کند. آب و هوای خشک و گرم در دوره رشد و نمو گندم از شیوع بیماریها کاسته و

باعث می شود مقطع اکثر دانه ها شیشه ای شوند.

## 7-1 خصوصیات خاک برای کشت گندم

خاک گندم به جز حاصلخیزی باید دارای شرایط فیزیکی خاص باشد. رطوبت خاک اثر مستقیم و غیر مستقیم در رشد و نمو گندم دارد. اثر مستقیم مربوط به موجود بودن رطوبت قابل جذب اطراف ریشه است که از ریشه ها جذب گیاه می گردد. اثر غیر مستقیم رطوبت خاک در رشد و نمو گیاه مربوط به خصوصیات خاک است. نشا های جوان گندم در خاکی که 24 تا 28 درجه سانتی گراد حرارت داشته باشد خیلی سریعتر سراز خاک در می آورند و پنجه های گندم خیلی زودتر در این حرارت تکامل می یابند. حرارت زیاد خاک باعث طویل شدن زیر طوقه می گردد. میزان اکسیژن خاک یکی از فاکتورهای مهم رشد و نمو نبات است. خلل و فرج خاک، پراکندگی اندازه ذرات و خواص فیزیکی خاک با هوادهی خاک ارتباط دارند.

خاکهای لیمونی یا آهکی لیمونی و یا هوموسی که محتوای مواد غذایی باشند بهترین خاک برای گندم می باشند. گندم در خاکهایی که دارای واکنش خنثی و قلیایی باشد و در رسوبات رودخانه ای بهترین محصول را می دهد.

سرعت جذب عناصر نیز به pH خاک بستگی دارد. (3) ریشه هر نوع گیاه pH خاصی را ترجیح می دهد. pH مناسب برای گندم 7/5 - 5/5 است. از نظر شوری، گندم به شوری کم و بیش حساس است. برای جوانه زدن شوری خاک نباید از 3 دسی زیمنس بر متر تجاوز نماید. گندم تا هدایت الکتریکی 6 دسی زیمنس بر متر هیچ صدمه ای نخواهد دید و کاهش در عملکرد آن مشاهده نخواهد شد (13).

## 8-1 نیازهای غذایی گیاهان زراعی

### 1-8-1 رابطه خاک با گیاهان

خاک محیطی طبیعی جهت حفظ و رشد نبات است. خاک نتیجه اثرات عوامل ژنتیکی و محیطی نظیر اقلیم (درجه حرارت و رطوبت)، ماکرو و میکروارگانیزم ها و توپوگرافی در طول

زمان بر روی مواد معدنی ناپیوسته قشر سطحی پوسته زمین است (34) .

خاک بستری مناسب جهت رشد گیاه می باشد پس:

1) خاک باید قادر باشد رطوبت کافی را در خود ذخیره کند و آن را به آسانی در اختیار

ریشه های گیاه قرار دهد. لذا خاک باید دارای دانه بندی مشخص باشد.

2) خاک باید اکسیژن و هوای کافی داشته باشد تا تنفس ریشه ها در آن به آسانی صورت گیرد.

3) خاک باید به لحاظ مکانیکی از وضعیت مطلوبی برخوردار باشد تا ریشه ها در آن توسعه

پیدا کند.

4) خاک باید محتوای عناصر و مواد غذایی باشد تا ریشه های گیاه آن را جذب و به مصرف

رشد و نمو برساند (24) .

### 1-8-2 جذب و حرکت عناصر غذایی در گیاه

جهت درک چگونگی استفاده کامل گیاهان از مواد غذایی موجود در خاک، دو نکته مهم را باید به خاطر داشت. اول اینکه توسعه ریشه و ایجاد ریشه های جدید، گیاه را دائما در تماس با ذخایر غذایی و رطوبتی جدید قرار می دهد. دوم اینکه هنگامی که ریشه گیاه در نقطه ای از خاک قرار می گیرد، پدیده های جریان انبوه و پخشیدگی، عوامل اصلی حرکت مواد غذایی در فواصل کوتاه تا سطح ریشه می باشد. مقدار کل عناصری که بدین طریق به سطح ریشه می رسد بستگی به غلظت عناصر در آب و همچنین میزان آب انتقال یافته دارد. پخشیدگی شامل حرکت عناصر غذایی در محلول خاک می باشد. این حرکت زمانی صورت می گیرد که مقدار مواد غذایی انتقال یافته به سطح ریشه از طریق مکانیسم جریان انبوه کافی نباشد، در این گونه موارد جذب یون توسط ریشه گرادیان پخشیدگی از سطح ریشه به طرف خارج ایجاد گردیده و در نتیجه یونها به طرف ریشه پخشیدگی پیدا می کند. جذب مواد غذایی از سطح برگها و شاخه ها همانند ریشه انجام می گیرد.

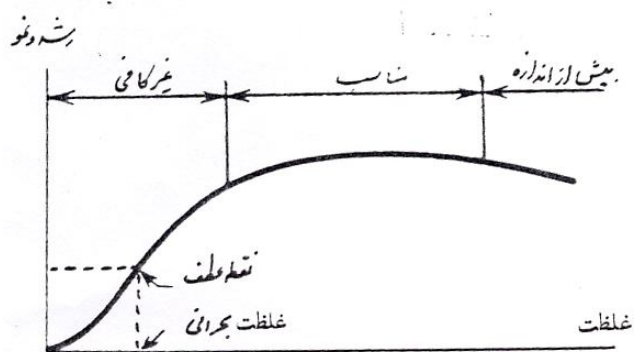
فعل و انفعالاتی که در انتقال یک عنصر غذایی از خاک به گیاه و جذب و توزیع آن در گیاه

دخالت دارد، پروسه های پیچیده و وابسته به هم هستند (34) .

عناصر غذایی توسط ریشه ها جذب شده و به قسمتهای مختلف گیاه (برگ ، ساقه، گلها ، میوه و غیره) به عنوان مواد سازنده یا شرکت در فرآیندهای شیمیایی منتقل می شوند. معمولا بین مقدار عناصر غذایی جذب شده و رشد گیاه رابطه مستقیم وجود دارد. وقتی مقدار عناصر غذایی دریافت گیاهی کم باشد (کمبود عناصر غذایی) رشد گیاه نیز معمولا پایین است (طباطبایی و ملکوتی، 1384) .

در مواقعی که کمبود شدید وجود دارد، رشد یا متوقف می شود یا گیاه خشک می گردد. با افزایش مقدار عناصر غذایی در بافتها رشد گیاه افزایش می یابد و ممکن است علائم خفیف کمبود دیده شود. همچنانکه غلظت عناصر بالا می رود علائم کمبود از بین رفته و رشد بهبود یافته و تا حد بیشترین مقدار می رسد. بعد از این مرحله، مرحله جذب بی اثر می باشد که افزایش غلظت آن عنصر تاثیری روی رشد گیاه ندارد. اگر غلظت عناصر باز هم افزایش یابد، در این صورت آن عنصر برای گیاه سمیت ایجاد می کند و توقف رشد و نمو را سبب می شود. این محدوده، غلظت زیادی عنصر است (شکل s) .

محدوده مناسب یا قابل قبول زمانی است که غلظت عناصر غذایی در گیاه، برای رشد و نمو آن کافی باشد. زیرا محدوده مناسب حد بحرانی یا حد بحرانی کمبود نامیده می شود. بالاترین غلظت محدوده مناسب حد بحران سمیت خوانده می شود. مقدار کاهش یا افزایش از حدود بحرانی شدت کمبود یا سمیت را مشخص می کند. گیاهان مختلف در نیازهای غذایی و واکنش به عناصر غذایی یا عناصر آلوده کننده واکنشهای متفاوتی نشان می دهند. بنابراین محدوده مناسب در میان گیاهان مختلف با هم فرق می کند (طباطبایی و ملکوتی، 1384) .



شکل 1-1: رشد عمومی گیاهان نسبت به غلظت مواد غذایی

عناصر غذایی براساس انتقال مجدد در داخل گیاه به رده های مختلف تقسیم بندی می شوند. غلظت عناصر غذایی ضروری یا غیر ضروری توسط ریشه های گیاه جذب و به نقاط رشد توسط جریان آوند چربی منتقل می شوند. عناصر متحرک می توانند انتقال مجدد در گیاه داشته باشند. عناصر غذایی متحرک از برگهای مسن (محل تولید) خارج شده و به برگهای جدید یا مناطق رشد (محل مصرف) منتقل می شوند. حرکت این عناصر از برگهای جوان به طرف برگهای مسن یا ریشه به ندرت اتفاق می افتد (طباطبایی و ملکوتی، 1384).

به طور کلی عناصر متحرک به طرف مناطقی که بیشترین نیاز برای عناصر غذایی وجود دارد، حرکت می کنند. قویترین محل های مصرف در گیاهان عبارتند از:

ریشه ها > برگهای مسن > ساقه ها > برگهای جوان و جوانه ها > گلها (میوه)

عناصر متحرک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد می باشند. غلظت این عناصر در برگهای مسن پایین است. از آنجایی که این عناصر از برگهای پیر (مناطق تولید) به برگهای جوان (محل های مصرف) منتقل می شوند. بنابراین علائم کمبود این عناصر اول در برگهای مسن دیده می شود (8).

## 9-1 تغذیه گندم

یکی از مهمترین فعالیتهای حیاتی یاخته جذب مواد از محیط برای ساختن اجزای ساختمانی خود یا استفاده از آنها به عنوان منبع انرژی است. جذب مواد شیمیایی لازم و استفاده از آنها برای رشد و متابولیسم را تغذیه می نامند. مواد مورد نیاز گیاهان اتوتروف منحصر از نوع کانی اند. در زراعت تغذیه گیاهی اهمیت به سزایی دارد. عناصر ضروری گیاه را اغلب به دو دسته پر مصرف و کم مصرف تقسیم می کنند. گندم به هر دو دسته عناصر پر مصرف و کم مصرف نیازمند است (3).

عناصر پر مصرف آنهايي هستند که مقدار و مصرفشان در گیاه بیش از عناصر کم مصرف

است. براساس این تقسیم بندی عناصر C، H، O، N، P، S، K، Ca، Mg، پر مصرف و عناصر Fe، Mn،

Cu, Zn, Mo, B, Cl کم مصرف محسوب می شوند. عناصر ضروری گیاه را بر اساس نقش فیزیولوژیک آنها می توان در 4 دسته قرار داد (31).

### 1-9-1 عناصر پر مصرف در گندم و علائم کمبود آنها

این عناصر، عناصری هستند که به مقدار  $10^{-3}$  تا  $10^{-2}$  گرم در هر گرم از ماده خشک گیاهی دیده می شوند. عناصر نه گانه این گروه را ماکرو المانها (Macroelements) می نامند (1).

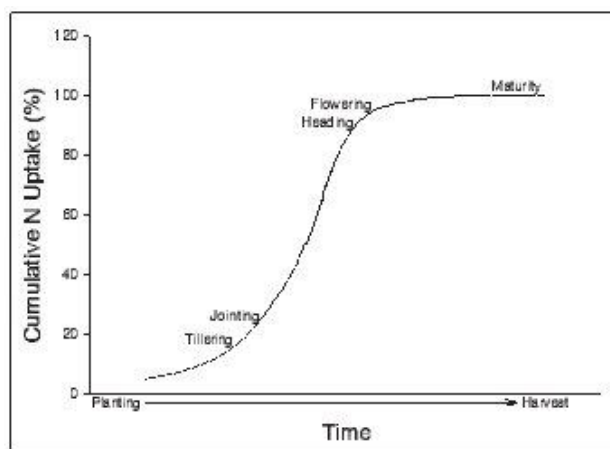
### جدول 1-1 تقسیم بندی عناصر ضروری در تغذیه گیاه بر اساس نقش فیزیولوژیک آنها

عناصر غذایی	صورت قابل جذب	نقش فیزیولوژیک
دسته اول C, H, N, S	$CO_2, HCO_3^-, H_2O, O_2, NO_3^-, NH_4^+, N_2, SO_4^-, SO_2$ گازها از جو و یونها از مواد حل شده در آب خاک	عناصر اصلی سازنده مواد آلی گیاه، شرکت در واکنشهای آنزیمی و احیا و اکسید شدن
دسته دوم P, B, Si	به صورت فسفاتها، اسید بوریک یا بوراتها و سیلیکاتها از مواد حل شده در آب خاک	استری شدن با الکلها طبیعی و شرکت استرهای فسفات در واکنشهای انتقال انرژی
دسته سوم K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	به صورت یون از مواد حل شده در آب خاک	فعال کردن واکنشهای آنزیمی و توازن پتانسیل الکتریکی و پتانسیل اسمزی
دسته چهارم Fe, Cu, Zn, Mo	به صورت یون یا کلات از مواد حل شده در آب خاک	شرکت در زنجیره های انتقال الکترون از طریق تغییر ظرفیت، به صورت کلات در برخی مولکول های آلی

**1-1-9-1 ازت:** ازت گلوگاه رشد گیاه بوده و برای رشد و تولید بسیار ضروری می باشد. جذب عمده ازت به صورت یون نترات ( $NO_3^-$ ) و گاهی به صورت یون آمونیوم ( $NH_4^+$ ) صورت می گیرد. عمده نیترا تی که گیاه جذب می کند در نهایت در ساختمان پروتئین مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین ازت در ساختمان اسیدهای نوکلئیک نیز دخالت دارد. ازت در ساخت کلروفیل گیاه نقش اساسی ایفا می کند (35). مصرف ازت تولید پلی آمین ها را افزایش می دهد که پلی آمین ها موجب تقسیم سلولی، جنین زایی، گلدهی و توسعه آن و دیگر اعمال حیاتی می شوند. کمبود ازت عمومی ترین و وسیع ترین کمبود عناصر غذایی در غلات دانه ریز است. گیاهان مبتلا به کمبود ازت به دلیل تجزیه کلروفیل خود در مقایسه با گیاهان سالم زرد رنگ هستند. مسن ترین برگهای

گیاه در گندم نسبت به برگهای جوانتر کم رنگ تر شده و کلروزی که در انتهای برگ ایجاد شده، تدریجا در قاعده برگ به سبز کم رنگ تبدیل خواهد شد. همچنانکه کلروز به دیگر برگها منتقل می شود، مسن ترین برگهای گندم به طور کامل کلروزه شده و رنگ آن تقریبا از زرد به سفید، تبدیل می گردد. در کمبود ازت نکروزه شدن برگهای گندم بوجود نمی آید. همچنین گیاهانی که فاقد ازت کافی هستند قبل از رشد رویشی کامل به مرحله باز شدن کامل گل و رسیدگی دانه می رسند (25). کود ازت توصیه شده در مزارع بایستی حداقل در 4 مرحله به مصرف برسد که این 4 مرحله عبارتند از:

- 1- به همراه کاشت 2- مرحله پنجه زنی 3- مرحله شروع ساقه رفتن 4- مرحله گلدهی حداکثر بازده ازت هنگامی حاصل می گردد که مقدار و زمان مصرف کود هماهنگ با نیاز گیاه باشد. اندازه جذب ازت از مرحله جوانه زدن تا هنگام پنجه زدن تا هنگام پنجه زدن 45 درصد، از مرحله پنجه زدن تا تشکیل خوشه 25 درصد و از این مرحله تا تکمیل دانه 30 درصد می باشد (43 و 32).



شکل 2-1: جذب ازت در گندم و تغییرات آن در طول رویش

**2-1-9-1 فسفر:** فسفر از عناصر پر مصرف و ضروری بوده که به صورت آنیون های  $\text{HPO}_4$  و  $\text{H}_2\text{PO}_4$  توسط ریشه جذب می شود. فسفر در تمامی فرآیندهای بیوشیمیایی، در ترکیبات انرژی زا و در مکانیسم های انتقال انرژی دخالت داشته و جزئی از پروتئین سلول نیز می باشد. تاثیر فسفر در گندم شامل مواردی همچون مقاومت گیاه به ورس، زودرس کردن محصول و ارتقا کیفیت محصول

می باشد. طی مراحل اولیه رشد رویشی، کمبود فسفر به طور چشمگیری رشد گیاه را کاهش می دهد. در این حالت رنگ تمامی برگهای گندم به صورت سبز تیره درآمده و برگهای مبتلا به کمبود دچار پیچیدگی شده و بعضی اوقات برگهای پیر به دور برگهای جوانتر گیاه پیچ می خورند. نوک برگهای پیر نکروزه شده و به طرف قاعده برگ حرکت می کند ولی قاعده برگ همانند بخشهای دیگر گیاه سبز تیره باقی می ماند (39). برخلاف کمبود ازت، نکروزه شدن بخشهای نکروزه شده با قهوه ای شدن نوک برگ و چروکیدن آن آغاز می شود. از دیگر علائم عمومی کمبود فسفر در گندم، تاخیر و نامنظمی در رسیدن دانه و خوشه است. حرکت عنصر فسفر در افق خاک بسیار محدود می باشد و تحرک پذیری مناسبی ندارد. باتوجه به آنکه ریشه گیاه به خصوص در مراحل قبل از زایشی در عمق 10-20 سانتی متری خاک قرار دارد بنابراین بایستی کودهای فسفره در عمق 20 سانتی متری خاک مصرف شوند و یا آنکه به همراه بذراکار، در زیر بذر با فاصله ای مشخص قرار گیرد.

**1-9-1-3 پتاسیم:** مقدار جذب پتاسیم توسط گیاه گندم از جذب هر عنصر غذایی دیگری به غیر از ازت بیشتر است. برخلاف ازت و فسفر که نقش ساختمانی در گیاه دارند، پتاسیم این نقش را نداشته ولی با توجه به نقش های آنزیمی و کود آنزیمی که در گیاه دارد، عنصر بسیار حساس و مهم در گیاه به شمار می رود به طوریکه حداقل 50 آنزیم گیاهی به طور کامل و یا مقدار زیادی از فعالیتشان به پتاسیم بستگی دارد. پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی سلولهای روزنه برگ، گندم را در شرایط کم آبی در برابر خشکی مقاوم می سازد. پتاسیم سبب انتقال قندها در آوند آبکش می شود. پتاسیم تحمل گندم را نسبت به امراض، سرما و خشکی افزایش داده و استحکام گیاه را موجب می شود. کمبود پتاسیم موجب حساس شدن گیاه به ورس و کاهش وزن هزاردانه می گردد. علائم اختصاصی کمبود پتاسیم همیشه در مسن ترین برگهای گندم ظاهر می شود. تحت شرایط کمبود شدید، نکروزه شدن برگهای مسن به صورت لکه هایی در امتداد طولی برگ شروع شده و سریعاً به انتها و حاشیه برگها سرایت می کند. در نتیجه این عمل و شیوع بافت نکروزه، بافت سبز رنگ به



صورت نیزه ای شکل از قاعده برگ تا مرکز بافت نکروزه تشکیل می شود. بافتهای نکروزه شده سریعاً با لکه های سفید و روشن تبدیل به بافتهای نکروزه می شوند.

**4-1-9-1 گوگرد:** گوگرد عمدتاً به صورت  $\text{SO}_4$  از طریق ریشه جذب شده و در برگها احیا می گردد. گوگرد در ساختمان دو اسید آمینه ضروری حضور دارد. در برگهای سبز بیشتر به صورت پروتئین در درون کلروپلاستها قرار دارد به این ترتیب در گیاهانی که کمبود گوگرد دارند میزان کلروفیل نیز کاهش می یابد. گوگرد در تنظیم و ساخت قند، نشاسته و همی سلولز موثر است. از آنجایی که گوگرد در تولید کلروفیل گیاهان دخالت دارد، علائم کمبود آن مشابه با نکروزه های ازتی است. با این وجود در کمبود ازت، زردی در برگها عموماً ابتدا روی برگهای مسن تر شروع شده و به طرف بالا پیش می رود و در کمبود گوگرد زردی معمولاً روی برگهای جوانتر بوجود می آید. کمبودهای شدید گوگردی حتی موجب عدم تشکیل خوشه گندم می شود. از آنجایی که گوگرد به شکل یون سولفات جذب گیاه می شود باید شرایطی در خاک فراهم باشد تا گوگرد به فرم قابل جذب تبدیل شود. تغییر شکل گوگرد به یون سولفات توسط باکتریهای تیوباسیلوس انجام می شود که در شرایطی که مواد آلی به حد کفایت در اختیار باشد این عمل انجام می شود (25).

**5-1-9-1 منیزیم:** منیزیم به صورت کاتیونی جذب شده و میزان جذب آن تحت تاثیر سایر کاتیونها مانند پتاسیم و کلسیم می باشد. کمبود منیزیم موجب کاهش مقدار کلروفیل می شود. منیزیم در تعداد زیادی از آنزیم های گیاهی نقش فعال کننده دارد و در متابولیسم مواد هیدروکربنه به خصوص در چرخه اسید سیتریک و همچنین در تنفس گیاه موثر است. علائم کمبود منیزیم مشابه علائم کمبود پتاسیم است با این تفاوت که در کمبود منیزیم برخلاف کمبود پتاسیم، برگهای جوان گندم تحت تاثیر قرار می گیرند. اگر کمبود منیزیم شدید باشد، کل طول برگ پیچ خورده و تاب خورده باقی می ماند. در بعضی موارد رنگ قرمز ماندی در طول حاشیه برگ تشکیل می شود (25).

**6-1-9-1 کلسیم:** کلسیم در ساخت دیواره های جدید سلولی و به خصوص تیغه میانی به کار می رود. کلسیم همچنین در دوک میتوزی در طی تقسیم سلولی نیز نقش دارد. این عنصر برای فعالیت طبیعی غشاهای گیاهی لازم بوده و به علاوه به عنوان یک پیام بر ثانویه، برای بروز عکس العمل

گیاهان به پیام های هورمونی و محیطی مورد نیاز می باشد. علائم کمبود کلسیم شامل نکروزه شدن نوک و حاشیه ی برگهای جوان و در ادامه نکروزه شدن جوانه های انتهایی می باشد (31) .

### **1-9-1 عناصر کم مصرف در گندم و علائم کمبود آنها**

گروه دیگری از عناصر هستند که به مقدار  $10^{-5}$  تا  $10^{-9}$  گرم در هر گرم از ماده خشک گیاهی یافت می شوند. ولی نقش بسیار مهمی در گیاهان دارند که به آنها میکرو المانها (Micro Elements) می گویند (21) .

**1-2-9-1 آهن:** جذب آهن عمدتاً به صورت دو ظرفیتی می باشد. آهن عنصری غیر پویاست و کمبود آن رادر برگهای جوان مشاهده می کنیم. آهن در فرآیندهای اکسیداسیون و احیا نقش داشته و وجود آن در سنتز پروتئین لازم است. کمبود آن موجب از کار افتادن کلروفیل شده و به همین علت رنگ زرد ناشی از کمبود آهن رخ میدهد. این زردی در بین رگبرگها حادث شده و رگبرگها سبز باقی می مانند. در کمبود آهن ، تضاد بین سبزی برگهای مسن و زردی برگهای جوان، مشخص تر و واضح تر از هر عنصر غذایی دیگر است. در کمبود آهن در غلات کلروز طولی بین رگبرگهای برگهای جوان ایجاد می شود. این وضعیت منجر به ایجاد نوار متناوبی از رنگ زرد و سبز در برگها می شود.

تحت شرایط کمبود شدید آهن، برگهای جوان ممکن است به طور کامل فاقد کلروفیل شده و رنگ برگها سفید گردد. در این کمبود برخلاف دیگر کمبودها، برگهای جوان برای مدتی کلروزه باقی مانده و نکروزه سوختگی در آنها بوجود نمی آید.

**1-2-9-2 روی:** روی به صورت دو ظرفیتی جذب گیاه شده و انتقال آن، به همراه اسیدهای آمینه صورت می گیرد. غلظت آن در آوندهای آبکشی کم بوده، بنابراین عنصری غیر پویاست. نقش اساسی روی در فعال سازی تعداد زیادی آنزیم گیاهی است که یا مستقیماً در ساختمان آنها شرکت دارد و یا اینکه برای فعال سازی آنزیم ها لازم است. همچنین روی در نقل و انتقالات زیست

شیمیایی نقش مهمی را ایفا می کند. در گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت پروتئین و هورمونهای رشد کاهش می یابد.

معمولا علائم اولیه کمبود روی، تغییر رنگ برگ از سبز طبیعی به سبز برنزی و کدر در بخش مرکزی برگ است. ابتدا در این قسمت از برگ، لکه های سوختگی کوچکی بوجود آمده که تدریجا به کناره های برگ کشیده می شود، سپس بخشهای نکروزه بزرگتر شده و توسط نقاط سبز و زردی احاطه می شوند. در این مرحله بخش میانی برگ چین خورده می باشد و همانطور که کمبود شدت بیشتری می یابد، برگها ظاهری چرب به خود می گیرد (25).

**1-2-3-9-2-3 منگنز:** گیاه گندم در بین غلات نیاز بالایی به عنصر منگنز دارد و علائم کمبود این عنصر در گندم به وفور دیده می شود. منگنز به صورت دو ظرفیتی جذب گیاه شده و به همان شکل نیز منتقل می گردد. مهمترین نقش منگنز در گیاه در مرحله فتوسنتز و تولید اکسیژن است. نقش دیگر منگنز شرکت داشتن این عنصر در آنزیم های آنتی اکسیدان است که جلوی فعالیت رادیکالهای آزاد را گرفته و مانع از تخریب و انهدام اسیدهای چرب موجود در غشاء می شود. منگنز همچنین در سنتز قندها موثر است. چوبی شدن ساقه گیاه بستگی به مقدار منگنز داشته و در صورتیکه میزان آن کافی باشد، گندم در برابر حمله امراض و قارچها و آفات مقاوم می شود.

کلروپلاستها در گیاهان، حساسترین بخش نسبت به کمبود منگنز هستند. در نتیجه این کمبود رنگ گیاه سبز روشن خواهد شد که تا اندازه ای مشابه کمبودهای آهن و منیزیم است. در گندم این علائم ابتدا در برگهای جوان بوجود آمده و سبب خواهد شد برگهای مذکور ظاهری زرد پژمرده در مقابل برگهای پیر پیدا کنند. گیاهانی که دچار کمبود منگنز هستند، ضعیف و افتاده می باشند. در کمبود منگنز پس از مدتی، برگهای جوان بیشتر کلروفیل خود را به ویژه در نصف پایینی برگ از دست می دهند و این ناحیه از برگ جمع خواهد شد.

**1-2-4-9-2-4 مس:** در گندم پس از باز شدن گلها، گیاهان مبتلا به کمبود مس دارای تعدادی اندک دانه هستند، نقش دیگر مس دخالت در چوبی شدن دیواره های سلولی در گندم است که در کمبود این عنصر به ویژه با مصرف زیاد ازت حساسیت گندم به خوابیدن در سطح خاک را زیاد می کند.

همچنین در گیاهانی که کمبود مس دارند، آوندهای چوبی به اندازه کافی چوبی نمی شوند و در شرایط تعرق زیاد این عدم استحکام آوند سبب فروپاشی آن شده و کار انتقال آب و املاح با مشکل مواجه می شود. پس یکی از علائم مس در گندم پژمردگی گیاه است در حالی که مزرعه آبیاری شده است.

**1-9-2-5 بر:** بر به صورت مولکول  $H_3BO_3$  جذب گیاه شده و از طریق آوند چوبی و به علت تعرق گیاه منتقل می گردد. بر نقش مهمی در استحکام دیواره سلولی، انتقال و متابولیسم قند، ساخت RNA و به خصوص تاثیر مثبت و به سزایی در جوانه زنی دانه کرده و بقاء و طول لوله کرده دارد. اولین علامت مشخصه کمبود بر در گندم، وجود شکاف در نزدیکی رگبرگهای برگهای جوان گیاه است. این مسئله همچنین با برخی دندانهای غیر طبیعی در طول حاشیه برگ همراه است. از دیگر علائم مشخصه کمبود بر عقیم شدگی سنبله هاست که بواسطه آن کیسه های بساک باز نشده و تخمدانها نمو نمی کنند. کاهش وزن هزار دانه و چروکیدگی دانه را نیز می توان در نتیجه کمبود بر انتظار داشت (16).

**1-9-2-6 مولیدن:** مشهورترین نقش مولیدن در گیاه، شرکت آن در ترکیب نترات رداکتاز می باشد. این آنزیم احیای نترات به نیتريت در ضمن اسیمیلاسیون سلول را کاتالیزه می کند. اولین علامت کمبود مولیدن، کلروز و نکروز بین رگبرگی در برگهای پیر می باشد. از آنجا که مولیدن جزئی از ترکیب نترات رداکتاز می باشد، لذا در صورتی که منبع اولیه تامین ازت، نترات باشد، کمبود مولیدن ممکن است باعث کمبود ازت شود (31).

**1-9-2-7 کلر:** کلر برای واکنش تجزیه ی آب در جریان فرایند فتوسنتز و تولید اکسیژن مورد نیاز می باشد. علاوه بر این، کلر ممکن است برای تقسیم سلولی در برگها و ریشه ها مورد نیاز می باشد. کمبود کلر در گیاهان باعث پژمردگی نوک برگها و سپس کلروز و نکروز عمومی برگ می شود و رشد برگها نیز ممکن است کاهش یابد (31).

## 10-1 غلظت مطلوب عناصر در گندم

برای به دست آوردن مقادیر صحیح و مناسب کودی برای هریک از عناصر غذایی روشهای متعددی وجود دارد که متداولترین آنها روش آزمون خاک و تجزیه گیاهی می باشد. گندم نیز همانند سایر