

واحد تحقیق و توسعه : شرکت معدن رشد گرگان

عنوان : *Decreasing the risk of phosphorus*

(دکتر محسن عبدالوند - دکتر فاطمه سادات هدایتی)

*under-supplementation*

پست الکترونیک : [Info@MadanRoshd.ir](mailto:Info@MadanRoshd.ir)

تلفن : ۰۱۷۳۵۷۵۳۲۱۴-۱۵

سایت : [WWW.MadanRoshd.ir](http://WWW.MadanRoshd.ir)

تاریخ : ۱۳۸۸/۱۱/۱

## کاهش خطر فسفر مکمل ها

بدلیل تغییرات طبیعی در مواد غذایی، همیشه در محتوای مواد مغذی رژیم های غذایی تنوع وجود دارد. بنابراین معمولاً "یک حاشیه ایمنی گنجانده می شود.

فسفر (P) یک ماده معدنی بسیار مهم در تغذیه دام، بخصوص در حیواناتی با رشد سریع می باشد. عرضه کافی فسفر برای بهره وری مطلوب و سلامت حیوانات ضروری است. علاوه بر این، نسبت بین کلسیم و فسفر و میزان ویتامین D، بسیار مهم است. می بایست قابلیت دسترسی زیستی فسفر، کلسیم و ویتامین D در رژیم غذایی حیوان برای دستیابی به رشد سالم، به اندازه کافی بالا باشد. فسفر و کلسیم همچنین باید از منابعی که فراهمی زیستی قابل پیش بینی و تجدید پذیر دارند، انتخاب شوند. اگر مصرف فسفر پایین تر از نیازهای حیوان باشد، سرعت رشد کاهش یافته، سلامتی دچار مشکل خواهد شد. نیازهای فسفر معمولاً "به عنوان فسفر قابل دسترس و فسفر جذب شده بیان می گردد.

### منابع فسفر

بزرگترین بخش از میزان فسفر قابل دسترس در رژیم های غذایی طیور از سبزی (غلات) منشاء گرفته اند. جدول (۱) نمایی کلی از مواد انتخاب شده، از جمله محتوای فسفر کل، میزان فسفر باند با فیتات و فسفر قابل دسترس را نشان می دهد. اثر احتمالی فیتاز ذاتی یا درونی در بررسی اجمالی در محاسبات در نظر گرفته نشده است.

### جدول ۱: میزان فسفر کل ، فسفر باند با فیتات و فسفر قابل دسترس در تعدادی از مواد غذایی

ماده غذایی	فسفر کل (g/kg)	فسفر باند با فیتات (g/kg)	فسفر قابل دسترس (% کل فسفر)
گندم	۳/۱	۲	۳۸
جو دو سر	۲/۷	۱/۸	۳۰
پودر سویا	۶/۵	۴/۲	۴۲
دانه آفتاب گردان	۱۱/۶	۹/۳	۲۷
پودر ماهی	۲۵/۶	۰/۰	۷۴
پودر کلزا	۱۰/۹	۸/۲	۳۳

بخشی از فسفر قابل دسترس مواد غذایی از منابع معدنی فراهم شده است. انواع مختلفی از فسفات معدنی غذایی با داشتن میزان فسفر و قابلیت هضم فسفر متفاوت در بازار در دسترس هستند. از آنجایی که بیشتر رژیم های غذایی در حال حاضر بر اساس فسفر قابل دسترس فرموله شده، مهم است که قابلیت هضم فسفر در مواد غذایی فسفات مختلف را بدانیم (جدول ۲). قابلیت هضم فسفر را می توان با استفاده از آزمایش های حیوانی و ارزیابی بسیاری از آزمایش ها در طول سال ها بدست آورد.

### جدول ۲: محدوده قابلیت هضم فسفر در تعدادی از فسفاتهای معدنی غذایی

منابع فسفات	فسفر کل (g/kg)	فسفر قابل دسترس طیور (%)
مونوسدیم فسفات	۲۲۵	۹۲
مونوکلسیم فسفات	۲۲۵ - ۲۲۹	۸۵
مونو دی کلسیم فسفات	۲۱۹ - ۲۰۵	۸۱ - ۸۳
دی کلسیم فسفات دی هیدراته	۱۸۲	۷۵ - ۸۰
دی کلسیم فسفات انهدروس	۲۰۲ - ۱۷۵	۵۵ - ۷۰

### فسفر از فیتات

فیتاز به صورت تجاری از اوایل سال ۱۹۹۰ در دسترس است. استفاده از این ماده به عنوان یک ابزار برای کمک به کاهش سطح فسفر دفع شده در کود و در محیط زیست، توسعه یافته که با افزایش قابلیت هضم فسفر متصل به فیتات برای حیوانات تک معده ای عمل می نماید. بنابراین، این یک امر عادی است که از یک واحد ثابت برای میزان قابلیت دسترسی فسفر موجود در هر واحد فیتاز استفاده کنیم (FTU).

فیتاز، از جمله مکمل های تجاری فیتاز در دسترس، دارای توانایی تجزیه اینوزیتول -۶- فسفات ( اسید فیتیک یا فیتات) به اینوزیتول-۱- فسفات، از طریق شکست پی در پی اینوزیتول-۵، -۴، -۳ و -۲- فسفات می باشد. این بدان معنی است که از نظر تئوری، ۸۳٪ فسفر می تواند آزاد شود. با این حال، این تنها تحت شرایط مطلوب رخ می دهد. در واقع محصول حاصل، ترکیبی از اینوزیتول -۶- فسفات به اینوزیتول -۱- فسفات می باشد.

برای یک واکنش آنزیمی مطلوب، بستر باید به اندازه کافی فیتات ارائه دهد. افزایش قابلیت هضم فسفر با استفاده از ۵۰۰ FTU در هر کیلوگرم غذا، معادل ۱ گرم از فسفات معدنی با قابلیت هضم ۸۰٪ می باشد. در تئوری، حداقل  $1/2 \text{ g} = 1/0.83$  فسرفیتاته (IP) باید وجود داشته باشد (هنگامی که مقدار بیش از حد آنزیم وجود دارد، حداکثر پنج از شش فسفر متصل به فیتات می تواند آزاد شود). با این حال، در عمل، بهره وری از تجزیه کمتر است، بدین معنی که حداقل مقدار فسفر فیتاته مورد نیاز برای آزاد کردن  $0.8 \text{ g}$  فسفر قابل هضم (DP) در هر کیلوگرم از رژیم غذایی واقعا معلوم نشده است. تحقیقات یک هلندی نشان می دهد هنگامیکه محتوای IP غذا پایین باشد، تاثیر فیتاز روی آزاد سازی فسفر کاهش می یابد.

لازم به ذکر است که محتوای فسفر متصل به فیتات در رژیم های غذایی، بسته به نوع ماده غذایی مورد استفاده، متفاوت است و روی آزاد سازی فسفر و بدین طریق روی میزان DP اثر خواهد گذاشت. می توان این گونه فرض نمود که در بیشتر جیره ها میزان فسفر متصل به فیتات برای مرغهای تخمگذار کافی می باشد. با این حال، در کنسانتره طیور گوشتی، محتوای فسفر متصل به فیتات ممکن است بحرانی باشد (جدول ۳). در این موارد، اثر فیتاز ممکن است بیش از حد در نظر گرفته شود.

همچنین این سؤال مطرح است که آیا فسفر آزاد شده از فیتات همانند فسفر مشتق شده از منابع معدنی قابل هضم است یا نه؟ یک هلندی دیگر نشان می دهد که در شرایط عملی برای مرغ، حداکثر قابلیت هضم فسفر آزاد شده ۵۰٪ می باشد. بنابراین، در محاسبات اولیه در مورد حضور حداقل میزان IP اصلاحی صورت گرفت و در نتیجه نیاز به سطح حداقل  $1/2$  یا  $2/4$  از فسفر فیتاته می باشد. رابطه دقیق بین حداقل محتوای فسفر متصل به فیتات و میزان DP آزاد شده توسط فیتاز دقیقا معلوم نشده است. برای فیتاز آندوژن از سبوس گندم، توصیه می شود که حداقل  $5 \text{ gI}$  فسفر متصل به فیتات لازم است تا  $1 \text{ gDP}$  آزاد شود.

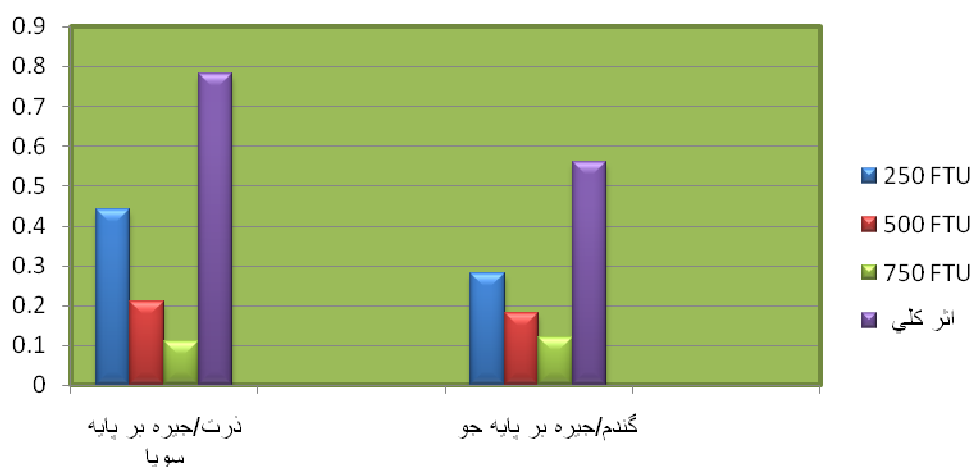
قانون اروپا در مورد میزان مجاز فیتاز در تغذیه دام هشدار می دهد. این قانون همچنین میزان حداقل غلظت فسفر متصل به فیتات، هنگامیکه فیتاز استفاده می شود را بیان می دارد (جدول ۳). واضح است که مراقبت باید تحت شرایط عملی انجام شود تا اطمینان حاصل شود که فسفر متصل به فیتات، برای جلوگیری از بیش از حد شدن میزان DP، به اندازه کافی در غذا وجود داشته باشد.

جدول ۳: میزان فسفر متصل به فیتات (g/kg) در جیره طیور صنعتی و انطباق آن با حداقل میزان در قانون رایج اروپا

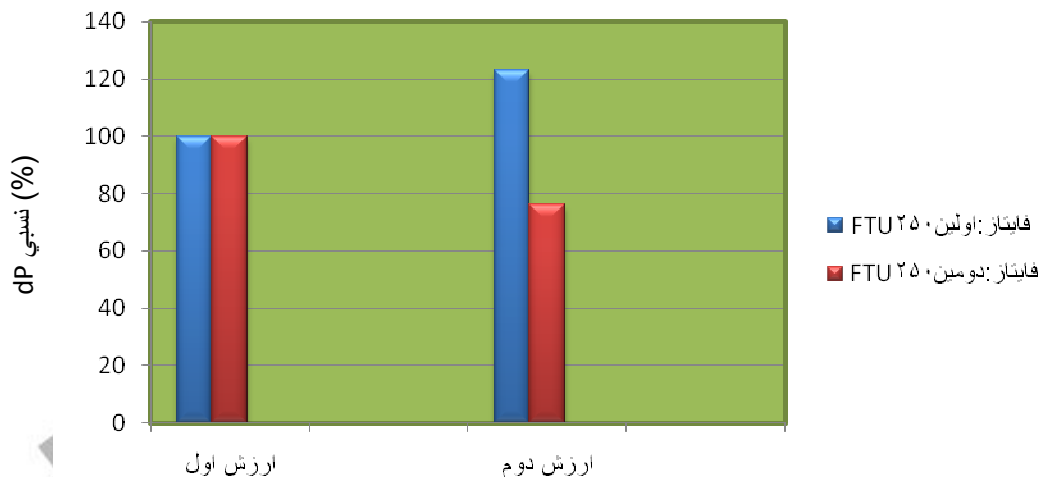
حد اقل میزان IP توصیه شده برای استفاده ۵۰۰ FTU	فسفر فیتاته (g/kg) در شرایط عملی	
۲/۳	۱/۸ - ۲/۲	جوجه گوشتی
۲/۳	۲/۳ - ۲/۶	مرغ تخمگذار

### منحنی دوز پاسخ

بیشتر منحنی های پیش بینی شده از واکنش های آنزیمی، نشان دهنده یک واکنش تاخیری است. واحد اول دارای یک اثر قوی است که به دنبال آن برای واحدهای بعدی پاسخ کمتر می شود (مقیاس کاهش می یابد). معمولاً در تمام آنزیم ها، رابطه بین میزان فیتاز و مقدار dp آزاد شده بر طبق یک منحنی مجانبی است. با این حال، به منظور فرمولاسیون غذایی، آسان نیست که با چنین رابطه ای کار کرد. همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده، هم ارزی فسفر در بخش اول این پروسه آنزیمی، بالاتر از بخش دوم یا سوم است (بر اساس داده های مختلف). بنابراین، بهتر است با دو یا سه مقدار متفاوت هم ارزی، بسته به میزان گنجایش استفاده شود (۲۵۰ FTU - ۰، ۵۰۰ FTU - ۲۵۰، ۷۵۰ FTU - ۵۰۰). بر اساس بررسی که در مورد طیور و خوک انجام شده، اثر اول ۲۵۰ FTU می تواند در مجموعه ای از ۶۵ - ۶۰٪ از ارزش کل ماتریس تنظیم شود با اثر دوم ۲۵۰ FTU در مجموعه ۴۰ - ۳۵٪ از کل تنظیم گردد (شکل ۲). کار با دو یا سه مقدار مختلف هم ارزی فسفر برای اثر بخشی فیتاز در جلوگیری از برآورد بیش از محتوای dp غذا کمک می کند.



شکل ۱: اثر سطوح مختلف فیتاز بر افزایش نسبی میزان dp در جیره طیور از ترکیبات مختلف.



شکل ۲: ارزش ماتریکس نسبی dP (%) از فیتازهای میکروبی توسط ارزش اول برای FTU ۵۰۰ یا بوسیله تقسیم آن به دو ارزش.

### ارزش ماتریکس فیتاز برای فسفر قابل هضم

همانطور که در بالا ذکر شده، اصطلاح ارزش هم ارزی فسفر برای تعیین کمیت ارزش جایگزینی فیتاز استفاده شده است و به عنوان مقدار فسفر معدنی که می تواند توسط مقدار داده شده از فیتاز تولید شود، تعریف شده است.

ارزش می تواند از افزایش در قابلیت هضم فسفر با استفاده از فیتاز محاسبه شود. همچنین این مقدار به نام ارزش ماتریکس فیتاز گفته می شود که در حداقل هزینه مدل بهینه سازی برای فرمولاسیون غذا استفاده می شود. با این حال، ارزش فیتاز نه تنها سبب افزایش هضم فسفر می شود- به گفته چندین محقق و توصیه اغلب تولید کنندگان فیتاز- همچنین دارای اثر دیگری در تغذیه می باشد. هضم کلسیم را افزایش داده، همچنین ممکن است در هضم بهتر پروتئین ( اسیدهای آمینه) نیز نقش داشته باشد. بهبود در قابلیت هضم اسیدهای آمینه و کلسیم می تواند ارزش ماتریکس فیتاز برای بهینه سازی حداقل هزینه را شامل شود.

### ارزش ماتریکس برای طیور

مقدار فسفر قابل دسترس که برای همه طیور توصیه می شود،  $g \ 0/8$  می باشد ( با استفاده از  $FTU/kg \ 500$  برای جوجه گوشتی و  $FTU/kg \ 300$  برای مرغ تخمگذار). با این حال، میزان فسفر قابل دسترس تولید شده با استفاده از فیتاز، با مقدار تولید شده توسط  $FTU/kg \ 500$  بسته به نوع ترکیب غذایی، به طور گسترده ای در

آزمایش ها، متفاوت می باشد. بر اساس اطلاعات، اثر ۵۰۰ FTU/kg می تواند به حدود ۰/۸ - ۰/۵ فسفر قابل دسترس در طیور گوشتی محاسبه شود.

دوز توصیه شده فیتاز همانطور که پیشتر گفته شد، به طور معمول ۵۰۰ FTU/kg برای تولید ۰/۸ gI فسفر قابل هضم در جیره طیور گوشتی است. هر چند که ارتباط بین میزان فیتاز و آزاد سازی فسفر رابطه خطی نیست، اما برطبق آن مقیاس بازگشت کاهش می یابد. به این دلیل و بر اساس مطالعات و بررسی های متعدد (جدول ۴)، ارزش هم ارزی فسفر از فیتاز می تواند بین ۰/۷۵ - ۰/۶۵ فسفر قابل هضم در این میزان پیش بینی شود که به وضوح کمتر از ۰/۸ gI فسفر قابل هضم است. همچنین باید اشاره کرد که این امر تنها برای جیره ای با فیتاز ذاتی یا درونی امکانپذیر می باشد. جیره بر پایه گندم/جو که حاوی سطوح بالایی از فیتاز درونی است، ارزش ماتریکس باید حدود ۳۵-۳۰٪ کمتر (۰/۵۵ - ۰/۴۳ gI dp) تنظیم شود.

جدول ۴: اثر میزان مختلف فیتاز روی هم ارزی dp (g dp) در سه منبع مطالعه شده با فعالیتهای کم و زیاد فیتاز اندوژن					
منبع	میزان فیتاز ( FTU/kg diet )				
	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰
	اثر کلی	اثر جزئی	اثر کلی	اثر جزئی	اثر کلی
جیره ای با فیتاز اندوژن پایین					
Düngelshoef and Rodeshutsord, 1995	۰/۴۶	۰/۲۵	۰/۷۱	۰/۱۲	۰/۸۳
Kornegay, 2001	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۷۵	۰/۱۳	۰/۸۸
Johansen and Poulsen, 2003	۰/۴۹	۰/۲۱	۰/۶۱	۰/۱۱	۰/۷۶
جیره ای با فیتاز اندوژن بالا					
Johansen and Poulsen, 2003	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۱۲	۰/۵۵

### بهینه سازی استفاده از فسفر

از آنجا که توسعه فیتاز میکروبی در حدود ۱۵ سال پیش همراه با ممنوعیت استفاده از گوشت و پودر استخوان بود، منبع فسفر قابل هضم و یا در دسترس می تواند تقسیم شود که عبارتند از:

- منابع گیاهی (گوشت ماهی)
- منابع معدنی
- فسفر حاصل از فیتاز

استفاده از فیتاز میکروبی می تواند سبب افزایش قابل توجهی در نتیجه فسفر قابل هضم شود، اگر مقدار کافی از فیتات (اینوزیتول هگزا فسفات) در غذا موجود باشد. به طور واضح، در رژیم های غذایی معمول طیور تجاری، روی محتوای فسفر متصل به فیتات در رژیم غذایی و مقدار فسفر قابل هضم اثر مشخصی می گذارد که می تواند توسط فیتاز میکروبی آزاد شود. تغذیه در شرایط خاص (به عنوان مثال کنسانتره طیور گوشتی) اغلب مقدار فسفر متصل به فیتات بسیار پایین تر از اثر مطلوب پیش بینی شده توسط ارزش فیتاز ماتریس می باشد.

رابطه بین میزان فیتاز میکروبی و آزاد سازی فسفر، رابطه خطی نیست. فرض فعلی که در محدوده ۵۰۰ FTU - ۰، همه فیتازها، ارزش ماتریکس (یکسانی فسفر قابل هضم) همسانی دارند، درست نیست. تقسیم فیتاز به دو یا سه ارزش ماتریکس (برای ۲۵۰-۰ FTU، برای ۵۰۰-۲۵۰ FTU و برای ۵۰۰ FTU) برآورد میزان قابلیت هضم و دسترسی فسفر رژیم غذایی را بهبود بخشیده و از برآورد بیش یا کم آن جلوگیری می نماید. ارزش های ماتریس برای فیتاز میکروبی توسط تولید کننده آنزیم مشخص می شوند. با این حال، این مقادیر تنها می توانند تحت شرایط مطلوب حاصل شود (یعنی جایی که رژیم های غذایی حاوی مقادیر کافی از فسفر فیتاته بوده و محتوای فیتاز ذاتی کم باشد). بدیهی است برای رژیم های غذایی حاوی سطوح بالایی از فیتاز درونی، محاسبه مقدار فسفر قابل هضم برای فیتاز در حدود ۳۵ - ۳۰٪ کمتر از جیره های بر پایه گندم و جو که حاوی مقادیر بالایی از فیتاز درونی است، می باشد.

خطر مکمل های فسفر قابل هضم / در دسترس می تواند توسط تقسیم آزاد سازی فسفر توسط فیتاز به دو یا سه مرحله و با در نظر گرفتن محاسبه میزان فسفر فیتاته در رژیم غذایی و همچنین سطح فیتاز درونی کاهش یابد. این استراتژی روی قیمت غذا اثر کمی دارد.